

תורת החשמל

להנדסאים וטכנאים – הנדסת אלקטרוניקה

להנדסאים וטכנאים – הנדסת חשמל

להנדסאים – הנדסת מכשור ובקרה

הנחיות לנבחן

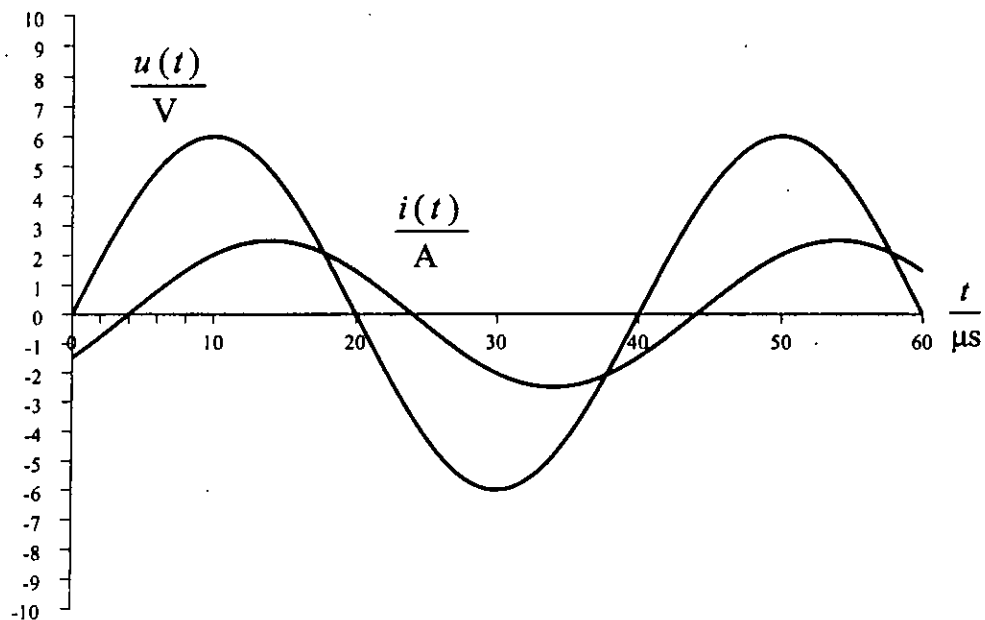
- א. משך הבחינה: ארבע שעות.
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון 8 שאלות. עליך לענות על 5 שאלות בלבד לבחירתך. כל השאלות שוות בערךן – 20 נקודות. בסך הכול – 100 נקודות.
- ג. חומר עזר מותר לשימוש:
 1. מחשבון (אין להשתמש במחשב נייד או במחשב כף יד או במחשבון המאפשר תקשורת חיצונית).
 2. חוברת עזר בתורת החשמל שבהוצאת מה"ט. בחוברת לא ימצא חומר כתוב.
- ד. הוראות מיוחדות:
 1. אם בשאלה לא נאמר אחרת, רכיבי המעגל הם רכיבים להלכה (אידיאליים).
 2. חובה לציין את היחידות בכל תוצאת ביניים ותוצאה סופית של החישוב.
 3. יש להשאיר את העמוד הראשון במחברת הבחינה ריק. בגמר הבחינה יש לכתוב בעמוד זה את מספרי השאלות שאתה מבקש שמעריכי הבחינה יבדקו. לא ייבדקו תשובות עודפות על הנדרש.
- ה. הוראות כלליות:
 1. יש לקרוא בעיון את כל השאלות.
 2. את התשובות יש לכתוב במחברת **בעט בלבד**, בכתב יד ברור ונקי (גם בכך תלויה הערכת הבחינה).
 3. יש להתחיל כל תשובה בעמוד חדש ולציין את מספר השאלה והסעיף. אין צורך להעתיק את השאלה או הסעיף.
 4. טיוטה תיכתב במחברת הבחינה בלבד. יש לכתוב "טיוטה" ולמתוח קו על הכתוב כדי שלא ייבדק.
 5. יש להציג פתרון מלא ומנומק, כולל חישובים כשצריך. הצגת תשובה סופית ללא דרך הפתרון לא תזכה בניקוד.
 6. אם להערכתך חסר נתון בשאלה, יש לציין זאת בתשובה ולבחור ערך מתאים שיאפשר לך להמשיך בפתרון השאלה. חובה להסביר ולנמק את הבחירה.

חל איסור מוחלט להוציא שאלון או מחברת בחינה מחדר הבחינה!
ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר, אך מכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.

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

שאלה 1

אות מתח החילופים ואות הזרם של עומס נצפו ונמדדו בו בזמן. תוצאות התצפית והמדדה מוצגות בגרפים שבאיור להלן.



(5 נק') א. מהו זמן המחזור של כל אחד משני האותות שבאיור?

(5 נק') ב. מהו הפרש המופע בין שני האותות שבאיור?

רוצים לתאר את העומס החשמלי באמצעות עכבה שבה התנגדות והיגב המחוברים זה אל זה בחיבור טורי.

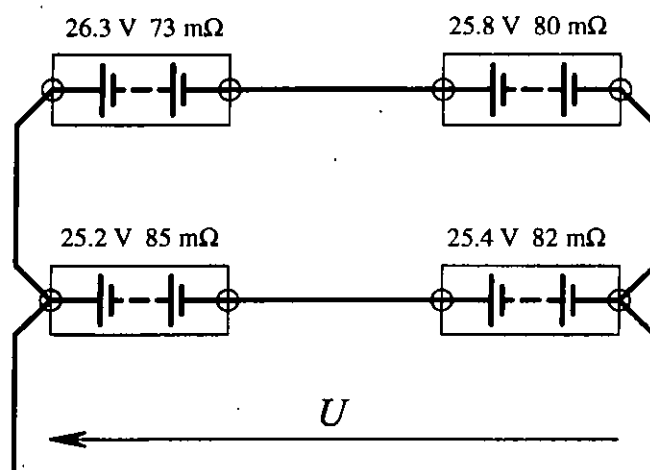
(5 נק') ג. מה הגודל של ההשראות או הקיבול שבעכבה?

(5 נק') ד. מה ההספק הרגעי המרבי בהתנגדות שבעכבה?

שאלה 2

ארבעה מצברים מחוברים זה אל זה חיבור חשמלי על-פי תרשים החיבורים שבאיור – יחד הם מהווים סוללת מצברים.

נתון המתח הכתוב מעל לסמל של כל מצבר הוא הכוח האלקטרו מניע (כא"מ) של המצבר; נתון ההתנגדות הוא ההתנגדות הפנימית של המצבר.



- א. (6 נק') כאשר אין עומס חשמלי חיצוני מחובר לסוללה, מהו הספק איבודי האנרגיה בסוללת המצברים?
- ב. (6 נק') מה צריך להיות גודל המתח של מַטְעֵן סוללת המצברים, כדי שכל המצברים שבסוללה יהיו במצב טעינה?
- ג. (8 נק') מה הגודל של התנגדות העומס החשמלי שיש לחבר אל הסוללה, כדי שכל המצברים שבסוללה יפעלו במצב של מקור אנרגיה?

שאלה 3

סליל בנוי 180 כריכות של מוליך מבודד; הכריכות מלופפות על מסגרת מלבנית העשויה חומר פרומגנטי. אורך מסלול השטף המגנטי שבחומר הפרומגנטי הוא 0.120 m ושטח החתך של המסלול הוא $3 \times 10^{-4} \text{ m}^2$. במסגרת המלבנית, בניצב למסלול השטף המגנטי, יש חריץ אוויר שאורכו 0.2 mm.

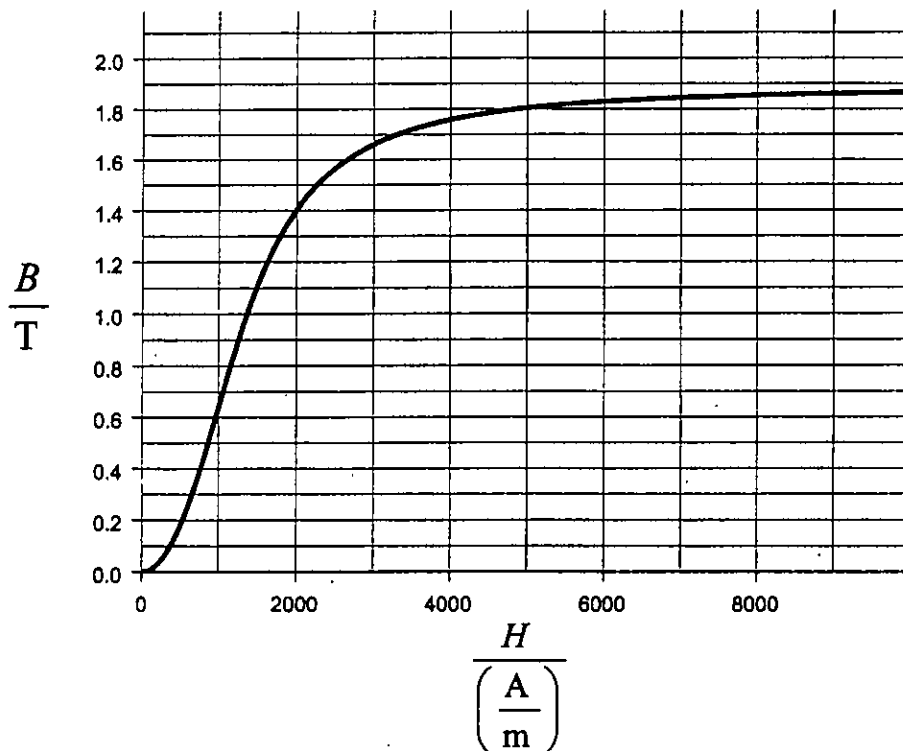
- (5 נק') א. סרטט תרשים המתאר את הסליל לפי הפרטים שלעיל.
ציין על התרשים שסרטטת איזה חלק של הסליל תורם למיאון, ואיזה חלק תורם להתנגדות.

כשזרם בסליל זרם-ישר שעוצמתו 3.0 A, מדדו את השראות הסליל ומצאו שהגודל שלה 27.6 mH.

- (5 נק') ב. היכן על עקום המגנטו שבאיור, הייתה נקודת העבודה (H_{WP}, B_{WP}) של המעגל המגנטי בזמן המדידה?

- (5 נק') ג. מה היה הגודל של החלחלות היחסית μ_r של החומר הפרומגנטי בזמן מדידת השראות הסליל?

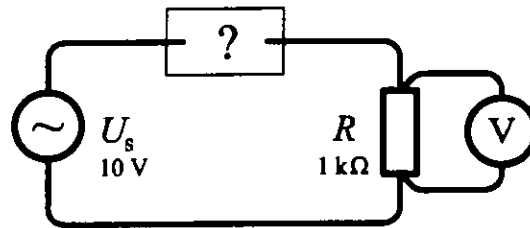
- (5 נק') ד. האם בזמן המדידה של השראות הסליל, החומר הפרומגנטי היה ברוויה מגנטית?



שאלה 4

מקור המתח שבאיור 4.1 הוא מחולל-אות, המפיק מתח חילופים שעוצמתו קבועה ואת התדר שלו אפשר לשנות בתחום רחב.

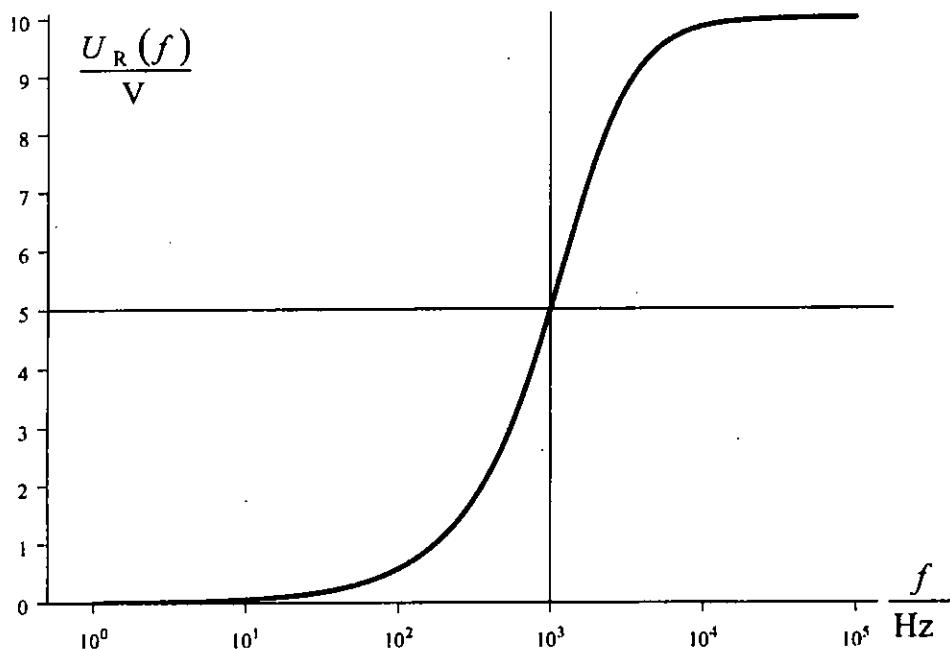
המלבן המסומן בסימן שאלה מציין רכיב מסוים שתכונתו החשמלית יכולה להיות אחת משלוש תכונות: התנגדות או השראות או קיבול. אל הרכיב הזה חיברו נגד בטור, ואת שניהם חיברו למקור המתח, כמתואר בתרשים החיבורים שבאיור 4.1.



איור 4.1

מד-המתח המחובר חיבור מקבילי להדקי הנגד הוא מד-מתח להלכה – מד-מתח שהעכבה שלו גדולה מאוד ואין היא משפיעה כלל על תוצאות המדידה.

בגרף שבאיור 4.2 מוצגות תוצאות המדידה של מד-המתח בתלות בתדר מקור המתח.



איור 4.2

5 נק' א. מה התכונה החשמלית של הרכיב שבמלבן? תשובה שאינה מנומקת תיחשב תשובה לא נכונה.

15 נק' ב. מה הגודל של התכונה החשמלית – התנגדות או השראות או קיבול – של הרכיב שבמלבן?

שאלה 6

מעגל חשמלי בנוי משלושה נגדים ושני מקורות אנרגיה של זרם-ישר.
 כל אחד משני מקורות האנרגיה מיוצג באמצעות מקור מתח והתנגדות (פנימית) המחוברים זה אל זה חיבור טורי.
 אין במעגל התנגדויות המחוברות זו אל זו חיבור טורי.
 אחד הנגדים שבמעגל הוא העומס החשמלי, והתנגדותו $R_{AB} = 8 \Omega$; הוא מחובר בין צומת A לצומת B.
 להלן משוואות מתחי הצמתים של המעגל:

$$(0.645 \text{ S}) U_A - (0.125 \text{ S}) U_B = \frac{20 \text{ V}}{2 \Omega}$$

$$-(0.125 \text{ S}) U_A + (0.4 \text{ S}) U_B = \frac{30 \text{ V}}{4 \Omega}$$

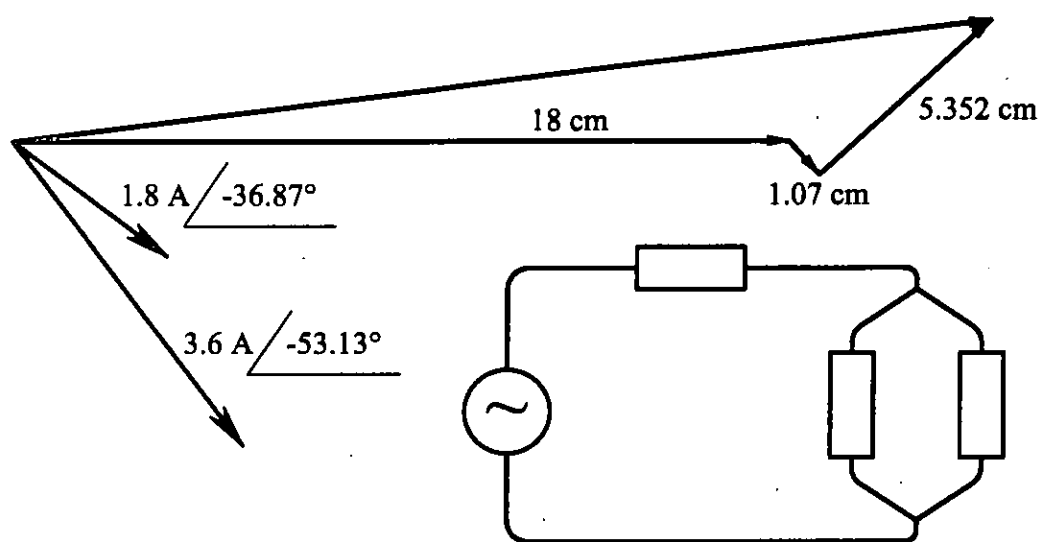
- (2 נק') א. כמה צמתים יש במעגל החשמלי?
 (8 נק') ב. מהי עוצמת הזרם הזורם בעומס החשמלי, ומהי מגמת הזרימה שלו?
 (4 נק') ג. מהו גודל המתח וההתנגדות הפנימית של כל אחד ממקורות האנרגיה?
 (6 נק') ד. סרטט את תרשימי החיבורים של המעגל החשמלי, וציין בסרטוט את הגודל של כל אחד מהנגדים שבמעגל.

שאלה 6

שני מכשירים חשמליים ניזונים ממקור מתח חילופים אחד, לפי תרשים החיבורים שבאיור. העכבה שבין מקור המתח למכשירים היא עכבת מעגל הזינה.

עוד נתונה דיאגרמת המחווגים (פאזורים) של המתחים והזרמים שבמעגל ההזנה של המכשירים.

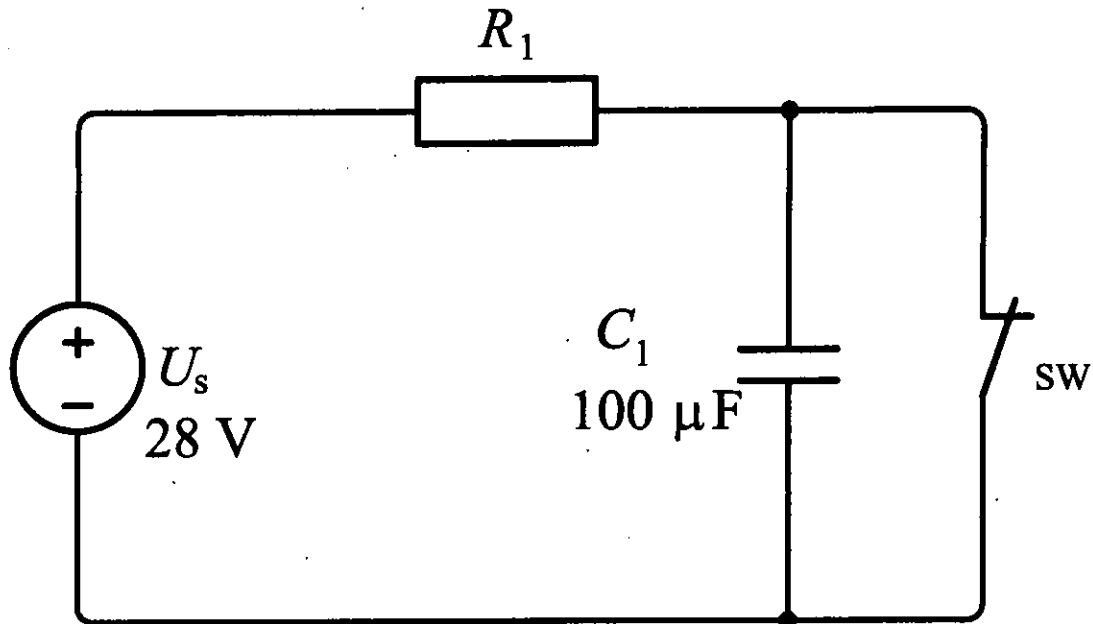
הזווית של כל אחד ממחווגי הזרם של המכשירים נמדדת מהקו האופקי (הקו שמעליו כתוב 18 cm). מחווגי המתחים נתונים ביחידות אורך; 1 cm מייצג מתח שגודלו 10 V.



- א. (5 נק') מהו גודל המתח שבין ההדקים של שני המכשירים?
- ב. (8 נק') מהם נתוני העכבה שבין מקור המתח לשני המכשירים?
- ג. (7 נק') מה הגודל של מתח המקור?

שאלה 7

ארבעה רכיבים במעגל שבאיור: מקור מתח, נגד, קבל ומתג.
באופן רגיל המתג נמצא במצב מחובר on, כפי שמתואר באיור.



(5 נק') א. מה המתח שבין הדקי הקבל במצב רגיל?

דרוש שברגע העברת המתג למצב פתוח off זרם הטעינה של הקבל יהיה 0.5 A.

(5 נק') ב. מה צריך להיות גודל התנגדות הנגד R_1 כדי למלא את הדרישה?

(5 נק') ג. כמה זמן יש לחכות, מרגע העברת המתג למצב פתוח, עד שהמתח שבין הדקי הקבל יהיה 20 V ?

(5 נק') ד. מה יהיה הגודל של זרם טעינת הקבל ברגע שהמתח שבין הדקי הקבל יהיה 20 V ?

שאלה 8

עומס השראי ועומס התנגדותי מחוברים זה אל זה חיבור מקבילי, ומוזנים ממקור מתח 50 Hz 230 V .
נתוני העומס ההשראי: 1700 W 230 V , וגורם הספק 0.85 .
נתוני העומס ההתנגדותי: 2500 W 230 V .

- (8 נק') א. מהי עוצמת הזרם הזורם במקור המתח?
- (8 נק') ב. מה הגודל של העומס הקיבולי שיש לחבר במקביל לשני העומסים, כדי שהזרם במקור המתח יהיה הזרם המזערי האפשרי? את התשובה יש לתת ביחידות הספק היגבי וביחידות קיבול.
- (4 נק') ג. האם המעגל שבו שלושת העומסים מחוברים יחד – מעגל המחובר למקור המתח – יהיה בתהודה?

בהצלחה!

© כל הזכויות שמורות למה"ט



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 המאפשר תקשורת חיצונית).
 2. חוברת עזר בתורת החשמל שבהוצאת מה"ט. בחוברת לא יימצא חומר כתוב שאינו חלק מהחוברת.
- 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 שאתה מבקש שמעריכי הבחינה יבדקו. לא ייבדקו תשובות עודפות על הנדרש.
- ה. הוראות כלליות:
 1. בטרם תתחיל לענות על השאלות, קרא בעיון את כל השאלון וודא שההנחיות בדף השער מובנות לך היטב.
 2. כתוב את התשובות במחברת הבחינה **בעט בלבד** ובכתב-יד ברור.
 3. התחל כל תשובה בעמוד חדש וציין בראשו את מספר השאלה והסעיף (אין צורך להעתיק את השאלה).
 4. אם אתה זקוק לטיוטה, הקצה לה מקום במחברת הבחינה.
רשום באופן ברור "טיוטה" ומתח קו על הכתוב כדי שלא ייבדק.
 5. בתשובה לשאלת חישוב, עליך להציג את שלבי הפתרון באופן מפורט ולהסבירם בקצרה. קבלת מרב הנקודות מותנית במילוי דרישה זו.
 6. בכל שאלה, ניתנו הנתונים לפתרונה. אם לדעתך חסר נתון, הוסף אותו על-פי שיקול דעתך ופתור בעזרתו את השאלה.
ציין בתשובתך את הנתון שהוספת ונמק את בחירתך.

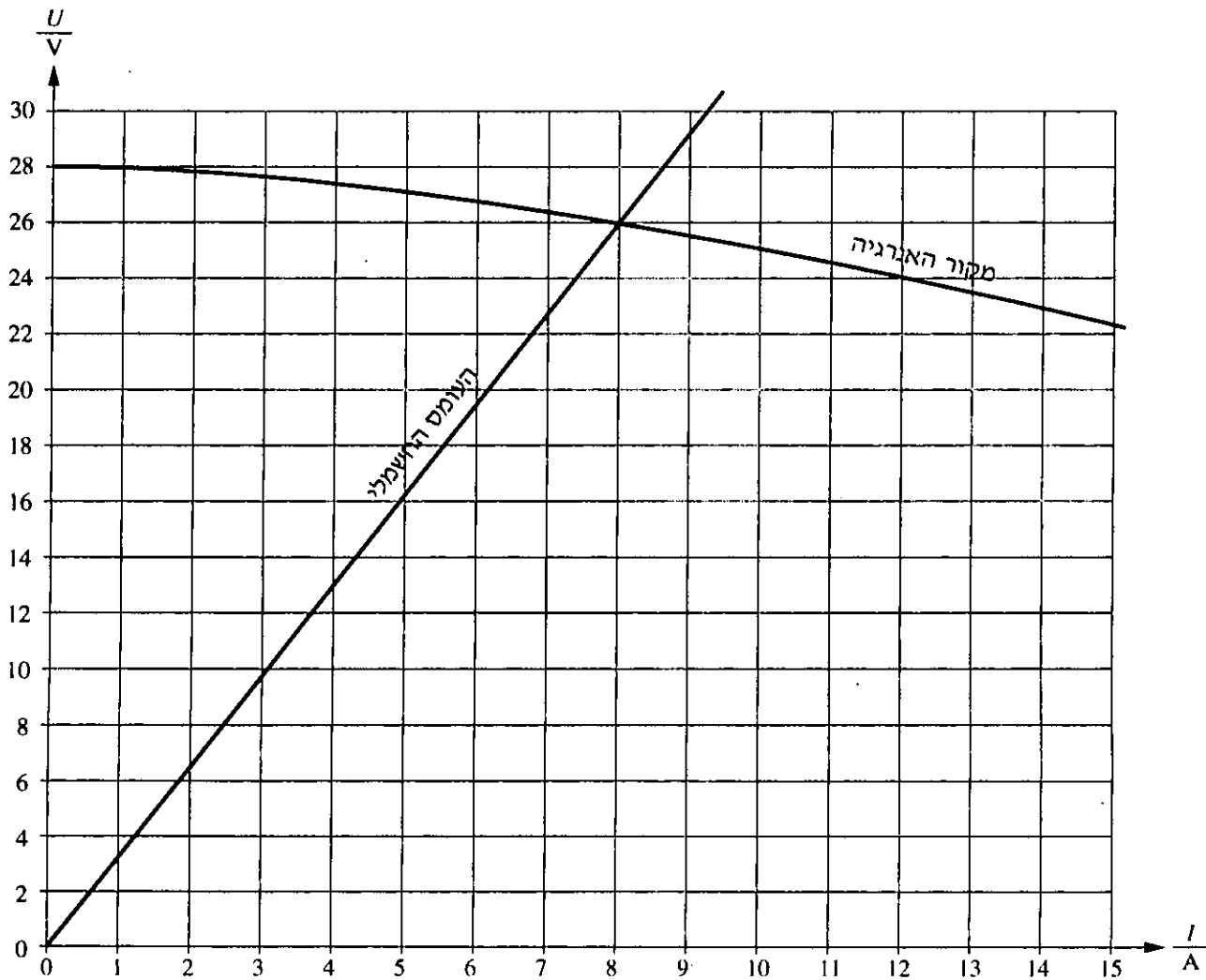
חל איסור מוחלט להוציא שאלון או מחברת בחינה מחדר הבחינה!

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר, אך מכוונות לנבחנים ולנבחנות כאחד.

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

שאלה 1

עומס חשמלי מחובר למקור אנרגיה של זרם ישר. קו העבודה של העומס החשמלי וקו העבודה של מקור האנרגיה מסורטטים באיור לשאלה 1.

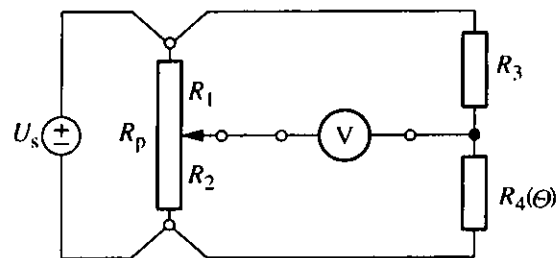


איור לשאלה 1

- (5 נק') א. מה התנגדות העומס בנקודת העבודה המשותפת למקור ולעומס?
 (5 נק') ב. מה הספק העומס בנקודת העבודה הזאת?
 (5 נק') ג. מה ההתנגדות הפנימית של מקור האנרגיה בנקודת העבודה הזאת?
 (5 נק') ד. מהי נצילות העברת האנרגיה מהמקור לעומס?

שאלה 2

באיור לשאלה 2 נתון תרשים החיבורים של מעגל מדידה עקיפה של טמפרטורה.



איור לשאלה 2

מקור המתח שבמעגל המדידה הוא ספק כוח מיוצב, ומתחו קבוע: $U_s = 13.2 \text{ V}$.
 ההתנגדות הפנימית של מד-המתח גדולה מאוד, והשפעתה על המדידה אינה מורגשת כלל.
 התנגדות הפוטנציומטר $R_p = 1200 \Omega$ וההתנגדות $R_3 = 200 \Omega$ הן קבועות ובלתי תלויות בטמפרטורה.
 התנגדות הנגד R_4 תלויה בטמפרטורה, והתלות בטמפרטורה נתונה במשוואה להלן:

$$R_4(\theta) = R_4(\theta_a) \left[1 + \alpha_\theta (\theta - \theta_a) \right] \quad \alpha_\theta = 0.006 \frac{1}{^\circ\text{C}}$$

בטמפרטורה $\theta_a = 20^\circ\text{C}$, ההתנגדות היא $R_4(\theta_a) = 130 \Omega$.

5 נק' א. כאשר טמפרטורת הנגד R_4 שווה ל- 20°C , הוריית מד-המתח היא 0 V .

חשב את הערך של יחס ההתנגדויות $\frac{R_2}{R_p}$.

5 נק' ב. הצמידו את הנגד R_4 אל גוף שהטמפרטורה שלו היא 70°C . מהי התנגדותו בטמפרטורה זו?

10 נק' ג. מד המתח הוא מד מתח ספרתי שֶׁבָּצָג שלו ארבע ספרות בלבד. הוא מורה את המתח באחת

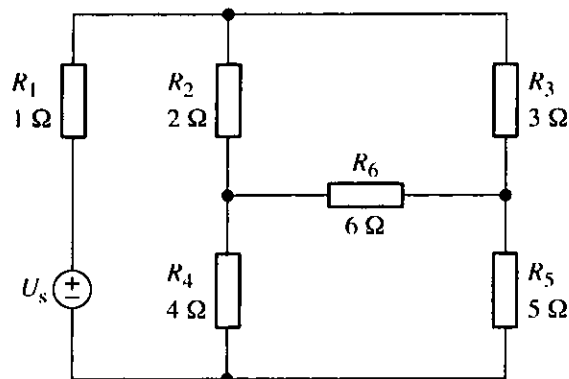
משלוש היחידות ההנדסיות: μV , mV , V . מד המתח בנוי כך שהמספר המופיע בצג שלו אינו מתחיל בספרה אפס.

מה תהיה הוריית מד-המתח הספרתי כשהנגד R_4 צמוד לגוף שהטמפרטורה שלו היא 70°C ,

כאשר יחס ההתנגדויות של הפוטנציומטר הוא כמו שחישבת בסעיף א'?

שאלה 3

באיור לשאלה 3 נתון תרשים החיבורים של שישה נגדים ומקור מתח ישר.



איור לשאלה 3

5 נק') א. הנגדים R_2 , R_6 , R_3 מחוברים בחיבור משולש. מהו הגודל של כל אחד מהנגדים בחיבור הכוכב השקול?

5 נק') ב. על-פי תשובתך בסעיף א', מהו יחס הזרמים $\frac{I_{R_4}}{I_{R_5}}$?

10 נק') ג. מה צריך להיות גודלו של מתח המקור U_s , כדי שבנגד R_4 יזרום זרם שגודלו 4 A?

שאלה 4

משרן (Inductor) בנוי מטבעת סגורה של חומר פרומגנטי שעליה מלופפות 30 כריכות של מוליך נחושת מבודד. אורך מסלול השטף המגנטי שבטבעת הוא 90 mm, ושטח החתך שלו 65 mm^2 . החדירות היחסית (Permeability) של החומר שממנו עשויה הטבעת היא $\mu_r = 2000$. אורך מוליך הנחושת שבמשרן הוא 1.1 m, ושטח החתך שלו 0.75 mm^2 . ההתנגדות הסגולית של הנחושת $0.018 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$. במוליך המשרן זורם זרם שגודלו 2 A.

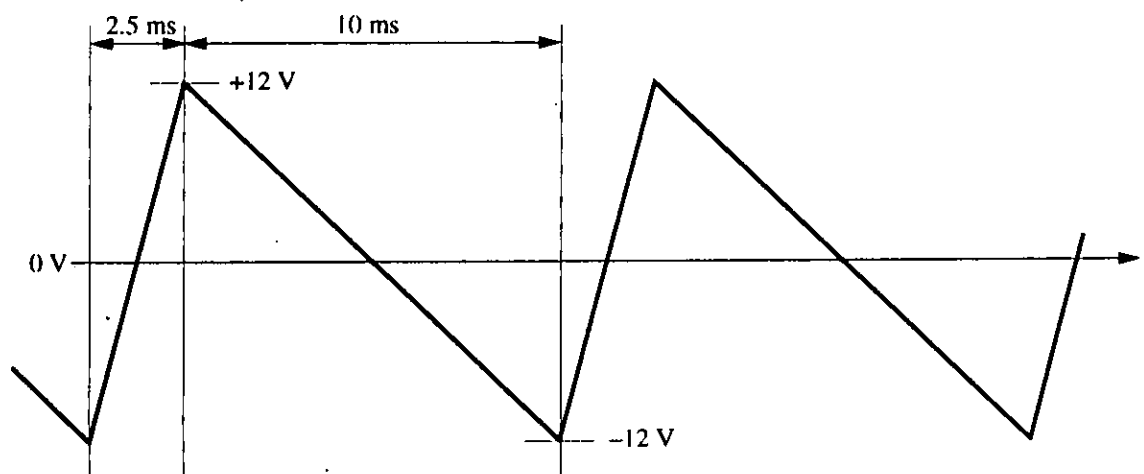
8 נק') א. חשב את הספק איבודי האנרגיה במוליך המשרן.

8 נק') ב. כמה אנרגיה אגורה בשדה המגנטי שבמשרן?

4 נק') ג. כמה שטף מגנטי שוטף בטבעת החומר הפרומגנטי?

שאלה 5

באיור לשאלה 5 נתון גרף של אות מתח שנצפה ונמדד בין שני ההדקים של נגד עומס שהתנגדותו 75Ω .

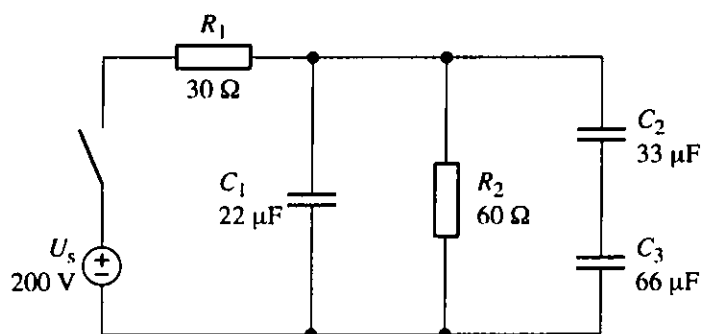


איור לשאלה 5

- (5 נק') א. מהו תדר האות שמתואר באיור לשאלה 5?
- (5 נק') ב. מהו הערך המרבי של הזרם הזורם בנגד העומס?
- (5 נק') ג. מהו ממוצע ההספק בנגד?
- (5 נק') ד. מהו מכשיר המדידה שבאמצעותו נצפה האות המתואר באיור לשאלה 5?

שאלה 6

באיור לשאלה 6 נתון תרשים החיבורים של שלושה קבלים, שני נגדים ומתג, המקושרים למקור-מתח ישר.



איור לשאלה 6

- א. (5 נק') כמה זמן מרגע העברת המתג למצב מחובר יש להמתין עד שתחלוף תופעת המעבר של טעינת הקבלים?
- ב. (5 נק') כמה אנרגיה אגורה בכל אחד מהקבלים כשהמתג נמצא במצב מחובר במשך הרבה מאוד זמן?
- ג. (5 נק') לאחר שחלפה תופעת המעבר של טעינת הקבלים, מהו הספק איבודי האנרגיה בשני הנגדים יחדיו?
- ד. (5 נק') כמה זמן מרגע העברת המתג למצב מופסק יש להמתין עד שתחלוף תופעת המעבר של פריקת הקבלים?

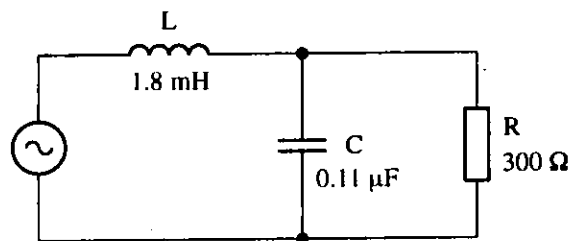
שאלה 7

עומס חשמלי קבוע שהספקו 4.5 kW מחובר למקור מתח 230 V , 50 Hz .
גודלו של זרם העומס 21.74 A והוא מפגר אחר אות-המתח.

- א. (5 נק') מהו גודל זווית המופע שבין אות-הזרם ובין אות-המתח שבעומס?
ב. (5 נק') חשב את גודל ההתנגדות ואת גודל ההיגב המחוברים זה לזה בטור, בעכבה השקולה לעומס החשמלי.
ג. (10 נק') חיברו עומס היגבי במקביל להדקי העומס החשמלי. עכשיו גודלו של הזרם הזורם במקור המתח הוא 20 A ועדיין הוא מפגר אחר אות-המתח. חשב את גודל ההיגב ואת אופיו.

שאלה 8

באיור לשאלה 8 מתוארים נגד עומס, קבל וסליל המחוברים למחולל זרם חילופין.



איור לשאלה 8

- א. (15 נק') תדר אות מתח החילופין שמפיק המחולל הוא 11.311 kHz . האם המעגל המתואר באיור לשאלה 8 נמצא בתהודה?
ב. (5 נק') כאשר מחולל האות מפיק מתח שהתדר שלו הוא 0 Hz (אפס), האם המעגל המתואר באיור לשאלה 8 נמצא בתהודה?

בהצלחה!

© כל הזכויות שמורות למה"ט



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.

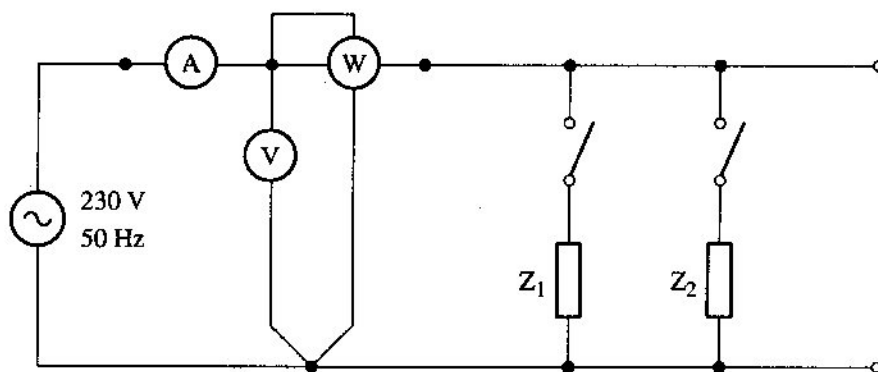
חל איסור מוחלט להוציא שאלון או מחברת בחינה מחדר הבחינה!

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

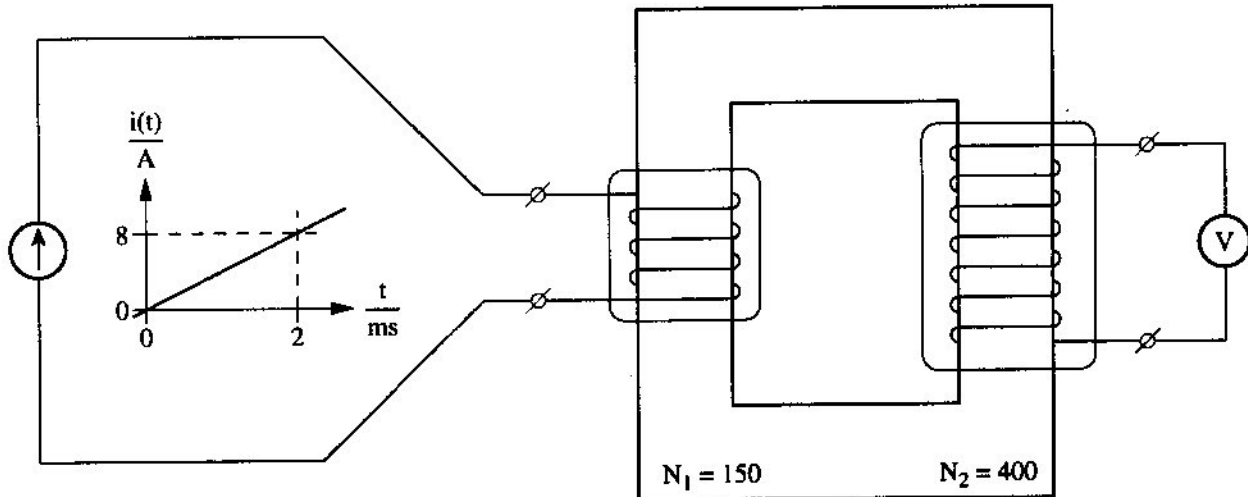
- א. (5 נק') כשהמצב של שני המתגים הוא המצב המתואר באיור לשאלה 1, מהי הוריית כל אחד משלושת מכשירי המדידה?
- ב. (5 נק') מהי הוריית כל אחד משלושת מכשירי המדידה כאשר רק המכשיר Z_1 מחובר למקור מתח החילופין?
- ג. (6 נק') המכשיר Z_2 הוא קבל הספק: 230 V ; 500 VA . מה הוריית כל אחד משלושת מכשירי המדידה כאשר שני 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**

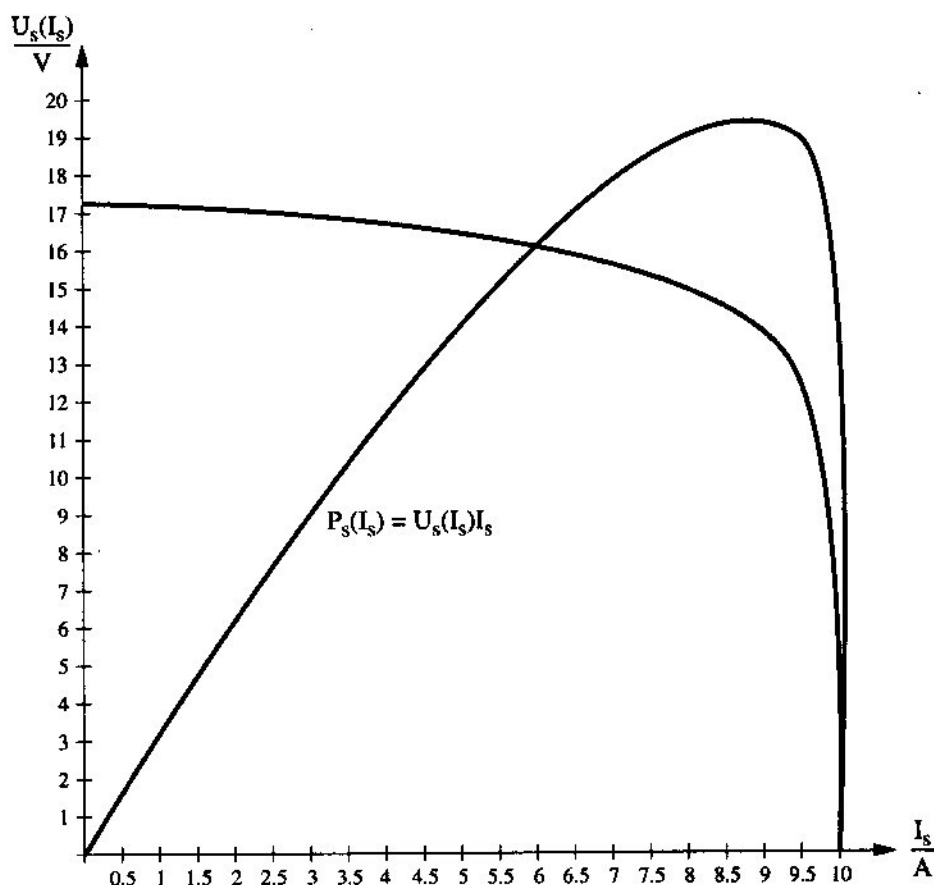
האורך של מסלול השטף המגנטי שבחומר הפרומגנטי הוא 0.15 m , שטח החתך של המסלול הוא $0.3 \times 10^{-4} \text{ m}^2$, והחדירות היחסית μ_r של החומר הפרומגנטי קבועה: 1,400.

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

- א. (6 נק') מהי ההשראות העצמית של הסליל המחובר למחולל אות הזרם?
- ב. (6 נק') מהי ההשראות ההדדית שבין שני הסלילים?
- ג. (8 נק') 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 .

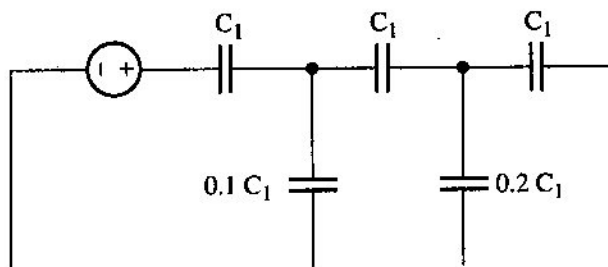
(8 נק') ב. מהי צורת החיבור של שלושת הנגדים זה לזה כך שנקודת העבודה של העומס והמקור תהיה קרובה ככל האפשר לנקודה שבה הספק המקור מרבי?

(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.

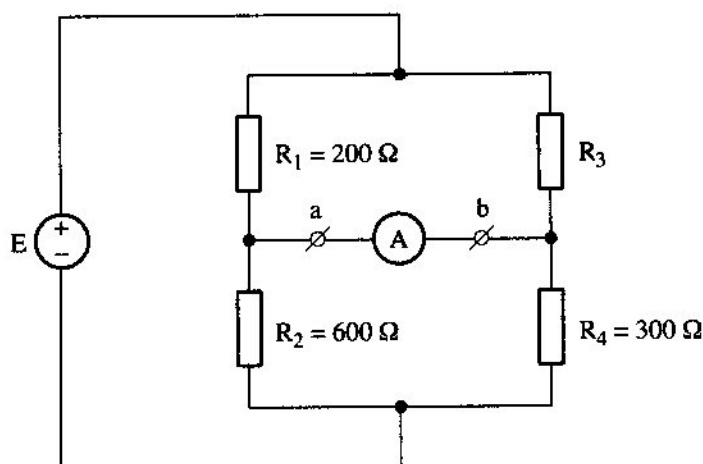
מקור המתח ומד הזרם הם מכשירים להלכה (אידיאליים); מכשירים שאין להם התנגדות פנימית.

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.



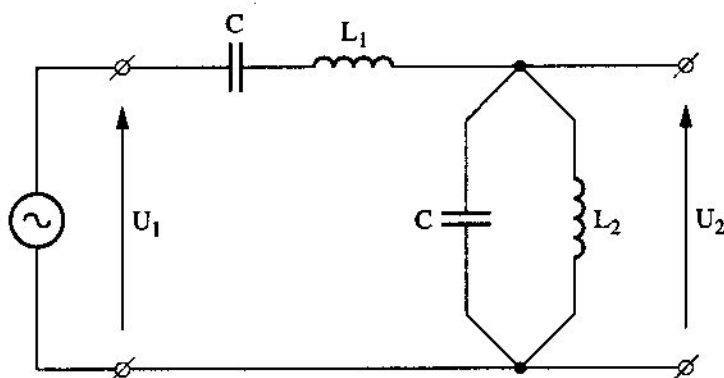
איור לשאלה 5

- (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:

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

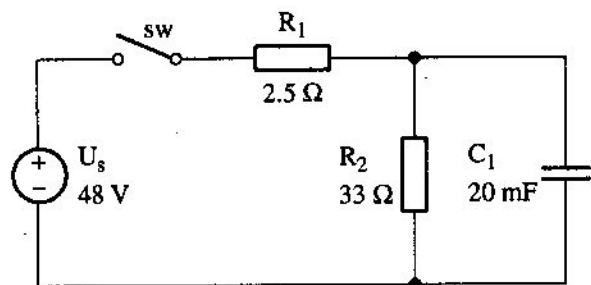


איור לשאלה 6

- 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 ?

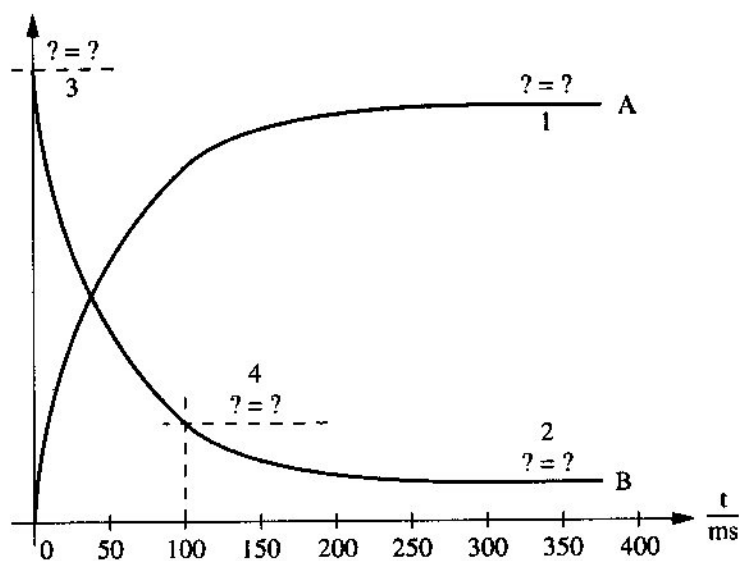
שאלה 7

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.

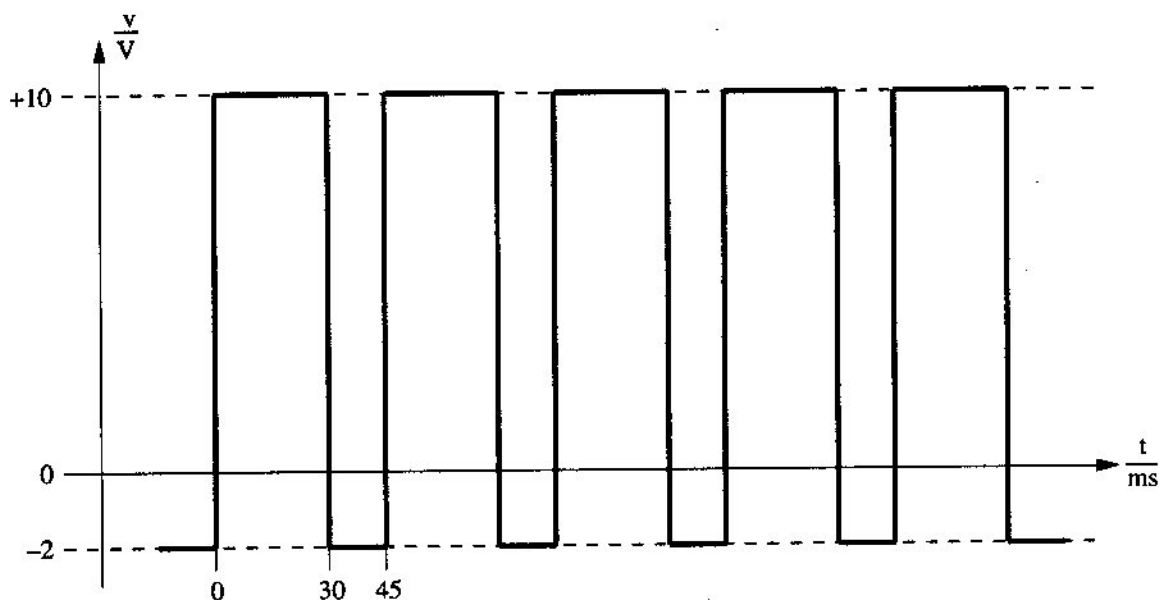


איור ב' לשאלה 7

- 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



תורת החשמל

להנדסאים וטכנאים - הנדסת אלקטרוניקה להנדסאים וטכנאים - הנדסת חשמל להנדסאים - הנדסת מכשור ובקרה

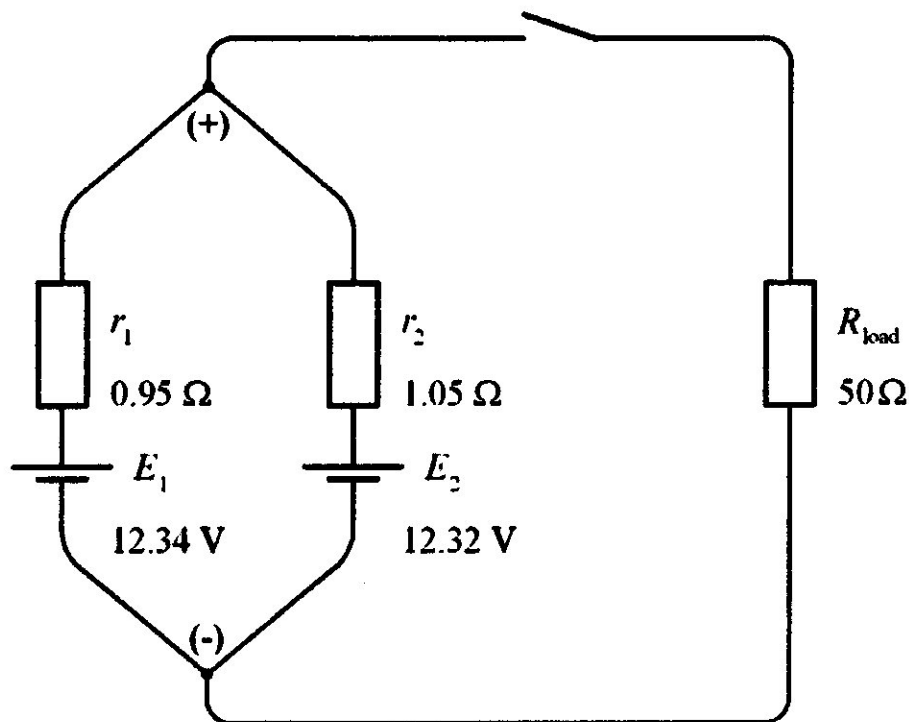
הנחיות לנבחנים

- א. משך הבחינה: ארבע שעות
- ב. מבנה השאלון ומפתח הערכה: בשאלון 8 שאלות. יש לענות על 5 שאלות בלבד לבחירתך. כל השאלות שוות בערך - 20 נקודות. סך הכול 100 נקודות.
- ג. חומר עזר מותר בשימוש:
1. מחשבון (אין להשתמש במחשב נייד או במחשב כף-יד או במחשבון בעל תקשורת חיצונית).
 2. חוברת עזר בתורת החשמל שבהוצאת מה"ט. בחוברת לא ימצא חומר כתוב.
- ד. הוראות מיוחדות:
1. אם בשאלה לא נאמר אחרת, רכיבי המעגל הם רכיבים להלכה (אידיאליים).
 2. חובה לתת את היחידות בכל תוצאות ביניים ותוצאה סופית של החישוב.
 3. יש להשאיר את העמוד הראשון במחברת הבחינה ריק. בגמר הבחינה יש לרשום בעמוד זה את מספרי השאלות שיבדקו לבקשתך על ידי מעריכי הבחינה. לא יבדקו תשובות עודפות על הנדרש.
- ה. הוראות כלליות:
1. יש לקרוא בעיון את כל השאלות.
 2. את התשובות יש לכתוב במחברת **בעט בלבד**, בכתב יד ברור ונקי. (גם בכך תלויה הערכת הבחינה).
 3. יש להתחיל כל תשובה בעמוד חדש תוך ציון מספר השאלה והסעיף. אין צורך להעתיק את השאלה או הסעיף.
 4. טיוטה תעשה במחברת הבחינה בלבד. יש לכתוב "טיוטה" ולהעביר קו על התשובה כדי שלא תיבדק.
 5. יש להציג פתרון מלא ומנומק כולל חישובים כשצריך. הצגת תשובה סופית ללא דרך הפתרון לא תזכה לניקוד.
 6. אם להערכתך חסר בשאלה נתון, יש לציין זאת בתשובה ולבחור ערך מתאים שיאפשר לך להמשיך בפתרון השאלה. חובה להסביר ולנמק את הבחירה.

שאלה 1

שני מקורות מתח ישר מחוברים זה אל זה במקביל, כמתואר באיור, ויחד יוצרים סוללה.

נגד העומס R_{load} מחובר אל הסוללה באמצעות מתג.



א {5 נקודות}

כשנגד העומס R_{load} לא מחובר לסוללה, מה המתח שבין החזקים של הסוללה?

ב {10 נקודות}

כשנגד העומס מחובר לסוללה, כמה זרם יזרום דרכו?

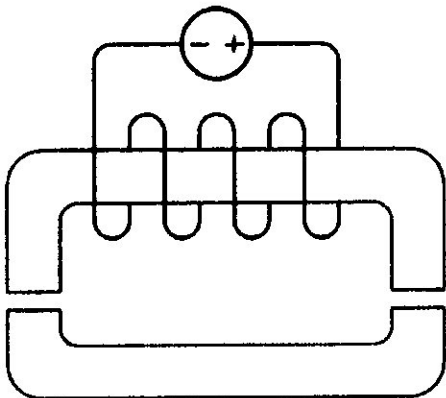
ג {3 נקודות}

כשנגד העומס מחובר לסוללה, מי משני המקורות המתח מספק את האנרגיה?

ד {2 נקודות}

האם המעגל פועל בנקודת עבודה שבה העברת האנרגיה מהמקורות אל נגד העומס נעשית בהספק מרבי?

שאלה 2



אלקטרומגנט בנוי משני חלקים העשויים מחומר פרומגנטי שהחדירות היחסית שלו $\mu_r = 2100$

האורך של מסלול השטף המגנטי בשני החלקים הפרומגנטיים יחד 0.154 m

שטח החתך של כל אחד משני החלקים הפרומגנטיים $38 \times 10^{-6} \text{ m}^2$ והוא אחיד לכל אורך מסלול השטף המגנטי.

האורך של כל אחד משני חריצי האוויר $0.14 \times 10^{-3} \text{ m}$

בסליל של האלקטרומגנט יש 90 כריכות והוא עשוי מוליך נחושת. אורך המוליך 67 m ;

שטח החתך שלו 0.2 mm^2 ; והתנגדות הסגולית של הנחושת $0.0175 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}}$

הסליל מחובר למקור מתח ישר שהמתח שלו 5 V

א {3 נקודות}

מה עצמת הזרם בסליל של האלקטרומגנט?

ב {8 נקודות}

מה המיאון של המעגל המגנטי של האלקטרומגנט?

ג {4 נקודות}

מה צפיפות השטף המגנטי שבחריצי האוויר?

ד {3 נקודות}

כמה אנרגיה אגורה באלקטרומגנט?

ה {2 נקודות}

מה ההספק של איבודי האנרגיה בסליל?

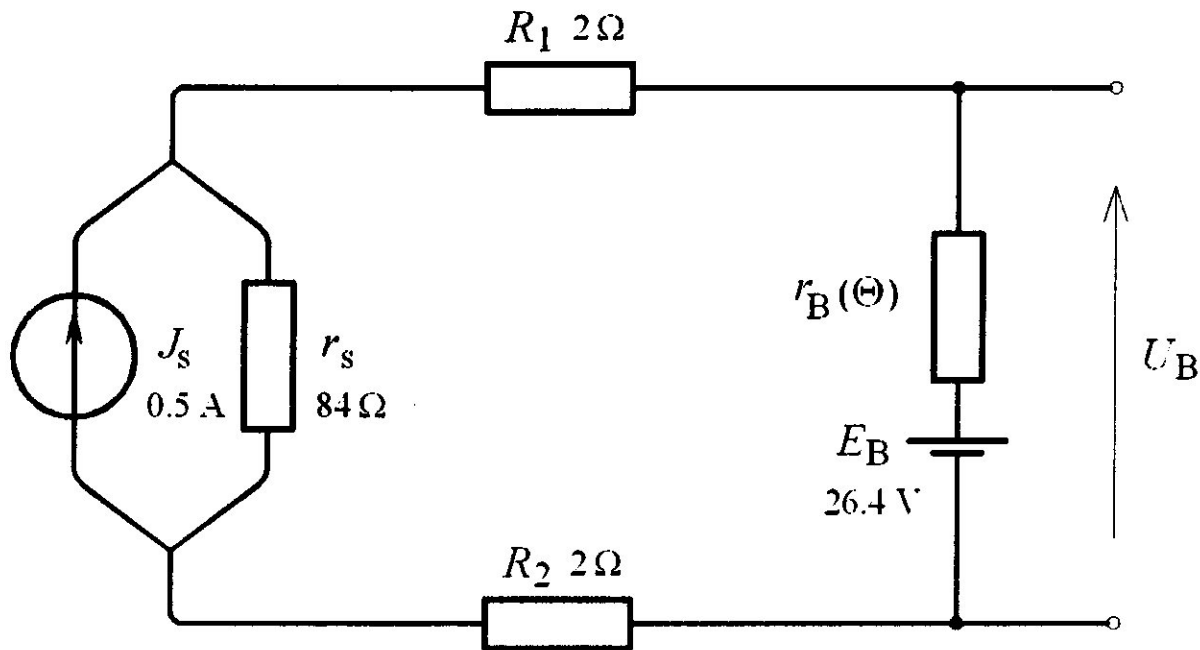
שאלה 3

מצבר B מחובר למקור זרם כדי לטעון אותו באנרגיה.

מעגל התמורה של המטען והמצבר נתון באיור שלהלן.

כשטמפרטורת המצבר $\theta_s = 20^\circ\text{C}$ התנגדותו הפנימית $r_B(\theta_s) = 1.5\Omega$.

ההתנגדות הפנימית של המצבר תלויה בטמפרטורה שלו לפי קו ישר ששיפועו $\alpha_\theta = 0.08 \frac{1}{^\circ\text{C}}$



המצבר נמצא בחדר שבו טמפרטורת האוויר, טמפרטורת הסביבה, $\theta_s = 20^\circ\text{C}$.

הטמפרטורה של המצבר כשהוא במצב טעינה $\theta_2 = 60^\circ\text{C}$.

א {8 נקודות}

כמה זרם זורם במצבר כשהוא במצב טעינה?

ב {2 נקודות}

כמה זמן יש לטעון את המצבר ב- $2.25\text{ A}\cdot\text{h}$?

ג {8 נקודות}

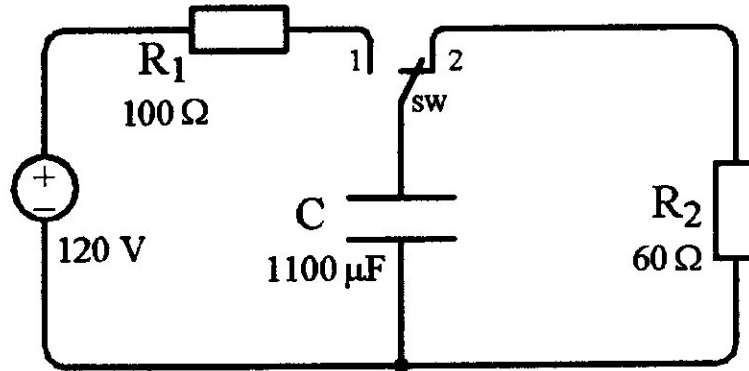
מה הספק מקור הזרם, מה הספק טעינת המצבר, ומה נצילות תהליך הטעינה?

ד {2 נקודות}

מה גורם לעליית הטמפרטורה של המצבר בשעת הטעינה?

שאלה 4

להלן תרשים מעגל חשמלי שבו מקור מתח ישר, שני נגדים, קבל, ומתג מחליף מגע.



א {5 נקודות}

כשהמתג נמצא במצב 1, מה קבוע הזמן לטעינת הקבל באנרגיה?

לאחר שהמתג היה במצב 2 זמן ארוך מאוד, העבירו את המתג למצב 1.

ב {5 נקודות}

כמה זמן יש לחכות עד אשר המתח שבין הדקי הקבל יהיה 87 V?

כשהמתח שבין הדקי הקבל 87 V מעבירים את המתג למצב 2.

ג {5 נקודות}

מה קבוע הזמן לפריקת האנרגיה החשמלית האגורה בקבל?

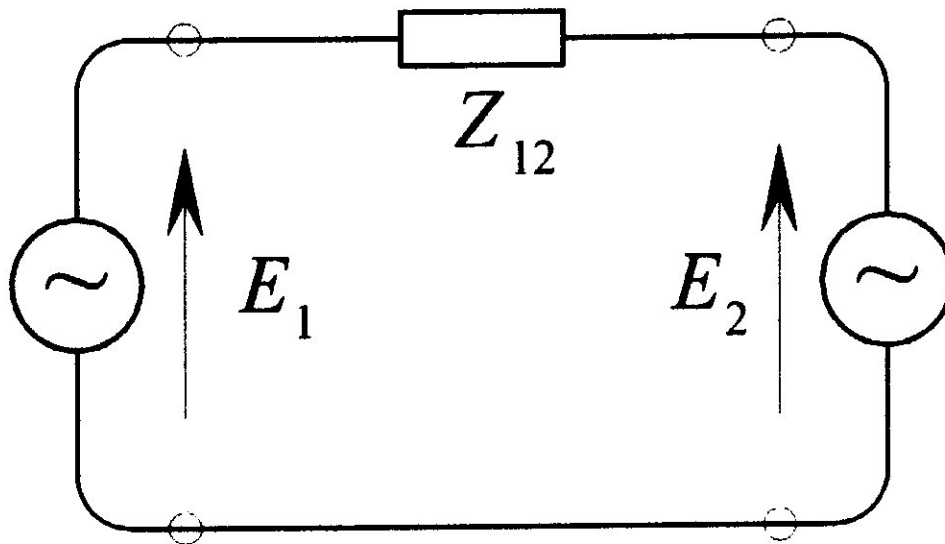
ד {5 נקודות}

כמה זרם יזרום בנגד R_2 ברגע העברת המתג למצב 2?

שאלה 5

שני מקורות מתח חילופים מחוברים זה לזה, כמתואר באיור, באמצעות קו שעכבתו $Z_{12} = (2 + j7)\Omega$.

$$E_1 = 42 \text{ V} \angle 0^\circ \quad E_2 = 40 \text{ V} \angle 10^\circ$$



תזכורת מונחים:

P – הספק

Q – הספק היגבי

S – הספק נדמה

א {5 נקודות}

מה עצמת הזרם בעכבה ומה כיוונו?

ב {5 נקודות}

מה ההספק של איבודי האנרגיה בעכבה?

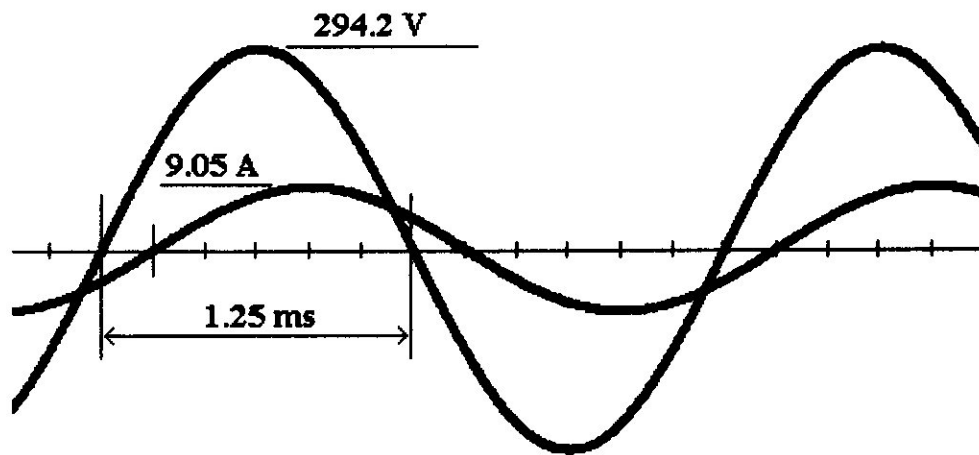
ג {5 נקודות}

מה ההספק המרוכב $S = P + jQ$ בכל אחד ממקורות המתח?

ד {5 נקודות}

על פי מאזן ההספקים שבמעגל, מי מחמקורות ספק האנרגיה?

שאלה 6



a { 5 points}

What is the frequency of the above signals, f (Hz)?

b { 5 points}

What is the phase difference between these two signals?

c { 5 points}

Is the reactance of the electrical load in which these signals were measured simultaneously, inductive or capacitive?

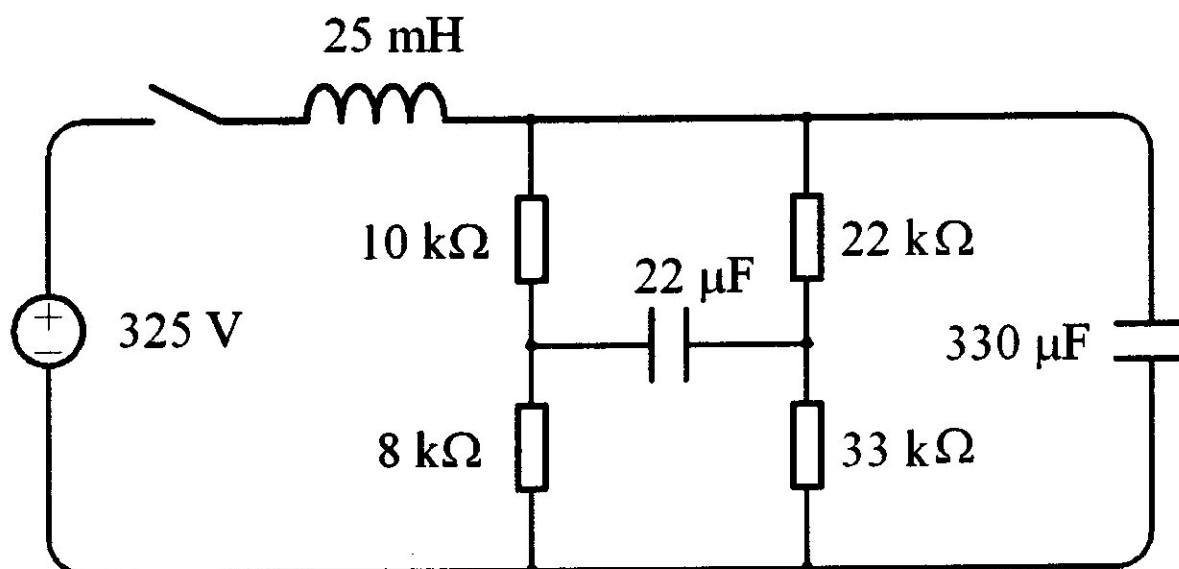
(Answer without an explanation will be regarded as incorrect.)

d { 5 points}

How much is the electrical power of the load, P (kW)?

שאלה 7

מקור המתח שבמעגל שלהלן הוא מקור מתח ישר.
העבירו את המתג למצב מחובר ON, וחיכו עד אשר כל תופעות המעבר יחלפו.



א { 8 נקודות }

כמה אנרגיה אגורה בסליל?

ב { 8 נקודות }

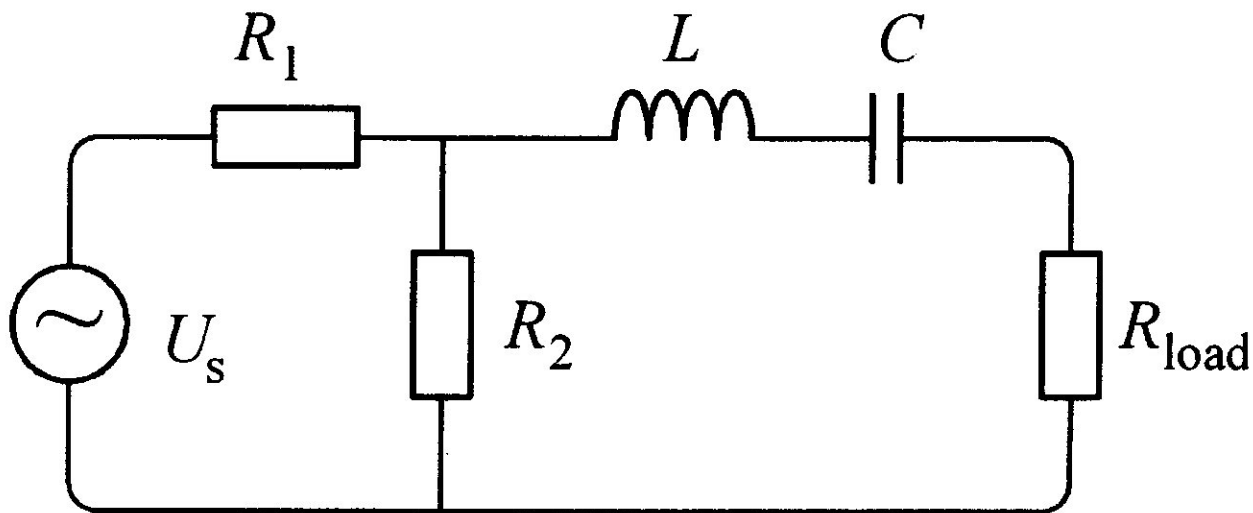
מה המטען החשמלי שבכל אחד מהקבלים?

ג { 4 נקודות }

כמה אנרגיה אגורה בכל אחד מהקבלים?

שאלה 8

מקור המתח שבמעגל החשמלי שלהלן, הוא מקור מתח חילופים שהתדר שלו משתנה בין 30 Hz ובין 20 kHz . התנגדות העומס החשמלי $R_{\text{load}} = 300 \Omega$; קיבול הקבל $C = 2.2 \text{ nF}$; וההתנגדויות $R_1 = 50 \Omega$ $R_2 = 300 \Omega$.



א {5 נקודות}

באיזה תדר $f \text{ (Hz)}$ עצמת הזרם שיזרום בעומס R_{load} תהיה מרבית?

ב {8 נקודות}

מה רוחב הסרט $BW \text{ (Hz)}$ של המעגל?

ג {2 נקודות}

האם ייתכן מצב שבו המעגל שבאיור יהיה בתהודה?

ד {5 נקודות}

כשמתח מקור האנרגיה $U_s = 12 \text{ V}$, מה התספק המרבי האפשרי בעומס R_{load} ?



תורת החשמל

להנדסאים וטכנאים - הנדסת אלקטרוניקה להנדסאים וטכנאים - הנדסת חשמל להנדסאים - הנדסת מכשור ובקרה

הנחיות לנבחנים

- א. משך הבחינה : ארבע שעות
- ב. מבנה השאלון ומפתח הערכה : בשאלון 8 שאלות.
יש לענות על 5 שאלות בלבד לבחירתך.
כל השאלות שוות בערך - 20 נקודות.
סך הכול 100 נקודות.
- ג. חומר עזר מותר בשימוש :
1. מחשבון (אין להשתמש במחשב נייד או במחשב כף-יד או במחשבון בעל תקשורת חיצונית).
 2. חוברת עזר בתורת החשמל שבהוצאת מה"ט. בחוברת לא ימצא חומר כתוב.
- ד. הוראות מיוחדות :
1. אם בשאלה לא נאמר אחרת, רכיבי המעגל הם רכיבים להלכה (אידאליים).
 2. חובה לתת 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 שיבדקו לבקשתך על ידי מעריכי הבחינה. לא יבדקו תשובות עודפות על הנדרש.
- ה. הוראות כלליות :
1. יש לקרוא בעיון את כל השאלות.
 2. את התשובות יש לכתוב במחברת **בעט בלבד**, בכתב יד ברור ונקי. (גם בכך תלויה הערכת הבחינה).
 3. יש להתחיל כל תשובה בעמוד חדש תוך ציון מספר השאלה והסעיף. אין צורך להעתיק את השאלה או הסעיף.
 4. טיוטה תעשה במחברת הבחינה בלבד. יש לכתוב "טיוטה" ולהעביר קו על התשובה כדי שלא תיבדק.
 5. יש להציג פתרון מלא ומנומק כולל חישובים כשצריך. הצגת תשובה סופית ללא דרך הפתרון לא תזכה לניקוד.
 6. אם להערכתך חסר בשאלה נתון, יש לציין זאת בתשובה ולבחור ערך מתאים שיאפשר לך להמשיך בפתרון השאלה. חובה להסביר ולנמק את הבחירה.

בהצלחה !

שאלה 1

במעגל המורכב מנגדים יש מקור מתח ישר אחד. שיעור הכוח האלקטרומניע של מקור המתח 18 V .
הוריית מד הזרם המחובר למקור המתח 4.32 mA . התנגדות מד הזרם $400\ \Omega$.

1.1 {15 נקודות}

אם מד הזרם הוא מד-זרם-להלכה – כזה שהתנגדותו שווה אפס, מה תהייה הורייתו?

1.2 {5 נקודות}

האם המדידה של מד-זרם-להלכה מדויקת יותר מהמדידה של מד זרם שהתנגדותו אינה אפס?
חובה לנמק את התשובה ובקיצור נמרץ.

שאלה 2

קבל ומשרן ומכשיר מחולל-אות מחוברים זה אל זה בטור. המכשיר מסוגל להפיק אות-משולש או אות-סינוס או אות-מרובע. קיבול הקבל $0.1\ \mu\text{F}$. כדי למצוא את הנתונים החשמליים של המשרן, מדדו את אות המתח שמפיק המכשיר ואת אות הזרם שבו והביעו אותם בביטויים האלה:

$$e(t) = (2\text{ V})\sin(3.77 \times 10^4 t) \quad i(t) = (11.4\text{ mA})\sin(3.77 \times 10^4 t + 1.4\text{ rad})$$

2.1 {2 נקודות}

מה סוג האות שהפיק המכשיר?

2.2 {10 נקודות}

מה ההתנגדות וההשראות המחוברות זו אל זו בטור, השקילות למשרן?

2.3 {6 נקודות}

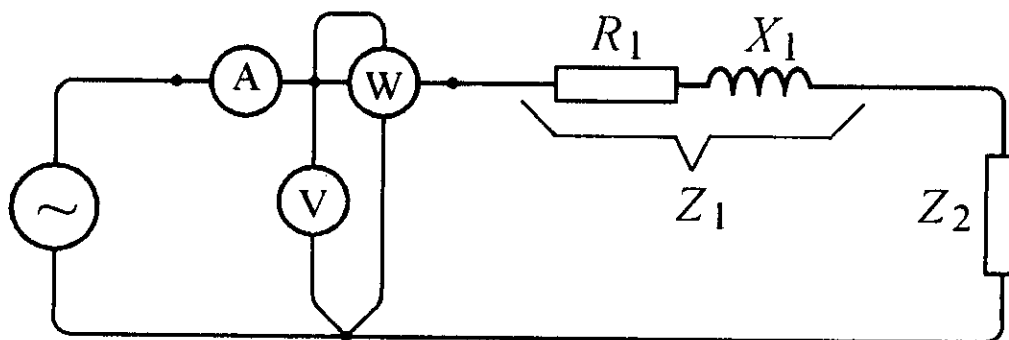
מה תדר התהודה של המעגל (תדר זוויתי) ומה מקדם הטיב שלו בתדר התהודה?

2.4 {2 נקודות}

האם בנקודת העבודה שבה בוצעה המדידה היה מעגל המדידה בתהודה?

שאלה 3

שלושה מכשירי מדידה מחוברים במעגל שבאיור: מד-זרם ומד-מתח ומד-חשפק.
עכבה Z_1 מיוצגת באמצעות התנגדות R_1 והיגב השראי שגודלו 20Ω המחוברים זה אל זה בטור.
עכבה Z_2 מיוצגת באמצעות התנגדות שגודלה 30Ω והיגב שאין גודלו ואופיו ידוע המחוברים זה אל זה
בטור.
בנקודת עבודה מסוימת של המעגל, הוריית מכשירי המדידה 200 W 260 V 2 A .



3.1 {8 נקודות}

מה גודלה של ההתנגדות R_1 שבעכבה Z_1 ?

3.2 {7 נקודות}

מה גודלו של ההיגב X_2 שבעכבה Z_2 ומה אופיו?

{5 נקודות}

3.3 מה התשובה הנכונה האחרת והאפשרית, על השאלה שבסעיף ב?

$$x^2 - a = 0 \rightarrow x = \pm\sqrt{a} \quad a > 0$$

שאלה 4

ליבת אלקטרומגנט עשויה חומר פרומגנטי שעקום המגנט שלו $B(H)$ נתון באיור שלהלן. לליבה צורת טבעת ובה חריץ אוויר שאורכו $l_g = 2 \times 10^{-3} \text{ m}$. אורך המסלול של השטף המגנטי שחומר הפרומגנטי $l_l = 0.150 \text{ m}$. ושטח החתך של מסלול השטף בחומר ובחריץ אוויר $1.6 \times 10^{-4} \text{ m}^2$. כשבמוליכי הסליל של האלקטרומגנט זרם ישר שעצמתו 6 A , בליבה ובחריץ האוויר שוטף שטף מגנטי שגודלו 0.288 mWb – נקודת העבודה של מעגל המגנטי של האלקטרומגנט.

4.1 {6 נקודות}

מה החלחלות המגנטית היחסית μ_r של החומר הפרומגנטי בנקודת העבודה המוגדרת לעיל?

4.2 {6 נקודות}

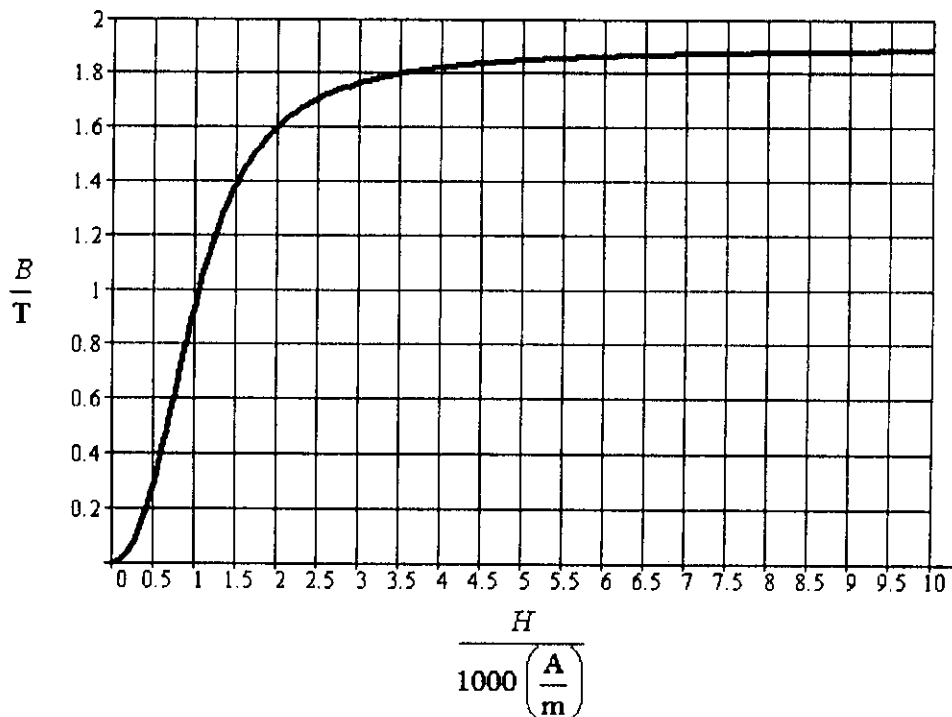
מה המיאון של המעגל המגנטי של האלקטרומגנט?

4.3 {4 נקודות}

כמה כריכות יש בסליל האלקטרומגנט?

4.4 {4 נקודות}

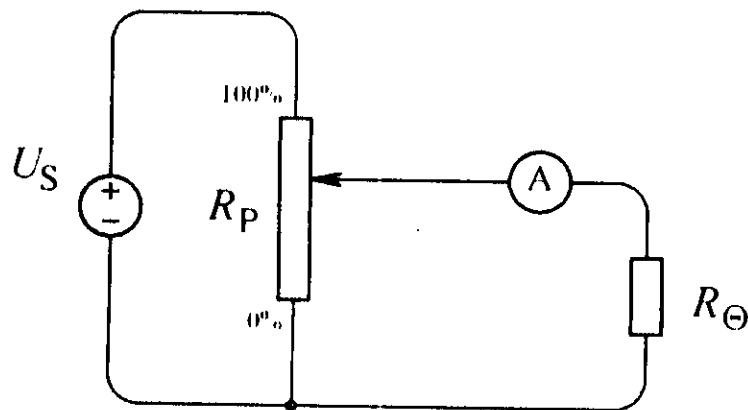
כמה אנרגיה אגורה בסליל בנקודת העבודה המוגדרת לעיל?



שאלה 5

המעגל שבאיור משמש למדידה עקיפה של טמפרטורה באמצעות הנגד R_Θ שאופיין הטמפרטורה שלו הוא קו ישר.

בטמפרטורה של $\Theta_1 = 20^\circ\text{C}$, ההתנגדות הנגד $R_\Theta = 160\Omega$, ושיפוע הקו, מקדם השתנות ההתנגדות עקב שינוי הטמפרטורה, $\alpha_\Theta = 0.22 \frac{1}{^\circ\text{C}}$.



ההתנגדות הנגד R_P 330Ω ולו שלושה הדקים: שניים קבועים ומקומם בקצוות הנגד; ואחד מחובר למנען החלקה שיכולה לנוע לאורך הנגד (הזחלן, החץ שבאיור). הנגד משמש מחלק-מתח בר-שינוי שבו אפשר לשנות את יחס ההתנגדויות שלו בלי לשנות את סכומם.

מתח המקור האנרגיה שבמעגל 28V . ההתנגדות מד הזרם קטנה מאוד ולכן אינה נתונה.

השרו את הנגד R_Θ בנוזל שהטמפרטורה שלו $\Theta_1 = 20^\circ\text{C}$, וקבעו את מגעת ההחלקה במקום שבו הוריית מד הזרם 50mA . במקום זה זרם שעצמתו 106.4mA עבר במקור המתח של המעגל.

5.1 {10 נקודות}

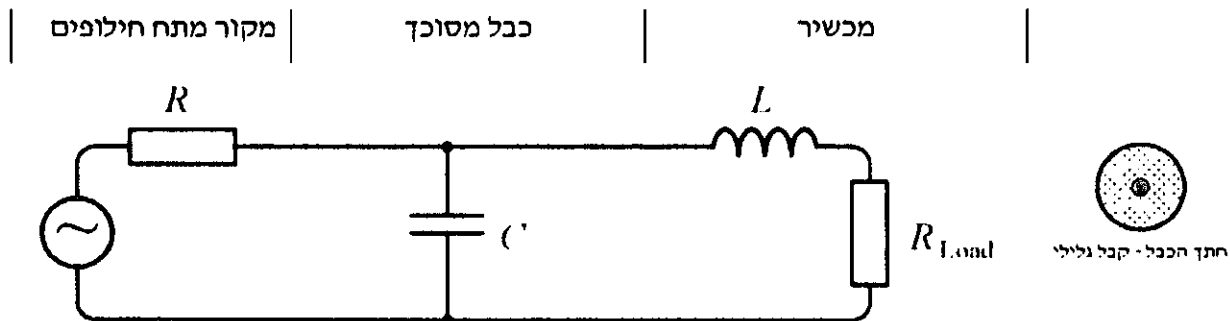
מה מקום מגעת ההחלקה באחוזים מגודל הנגד R_P ?

5.2 {10 נקודות}

מה הוריית מד הזרם כשהנגד R_Θ שרוי בנוזל שהטמפרטורה שלו 65°C ?
(מגעת ההחלקה קבועה במקומה.)

שאלה 6

מכשיר שמעגל הכניסה שלו מיוצג באמצעות התנגדות $R_{\text{load}} = 75 \Omega$ והשראות $L = 2 \mu\text{H}$ המחוברות זו לזו בטור, מחובר אל מקור מתח חילופים באמצעות כבל מסוכם. מתח המקור 3 V ותדירותו 500 kHz והתנגדות המוצא שלו $R = 75 \Omega$.



מבחינת המעגל החשמלי, הכבל שקיל לקבל גלילי: קוטר חגליל החיצוני של הקבל 6 mm ; קוטר חגליל הפנימי 0.5 mm ; אורכו 25 m ; והפאקטור היחסית של חומר הבידוד שבין שני הגלילים $\epsilon_r = 5.2$.

6.1 {10 נקודות}

מה הזרם, גודל וזווית, במקור המתח?

6.2 {4 נקודות}

מה ההספק המרוכב $S = P + jQ$ שבמקור המתח?

6.3 {3 נקודות}

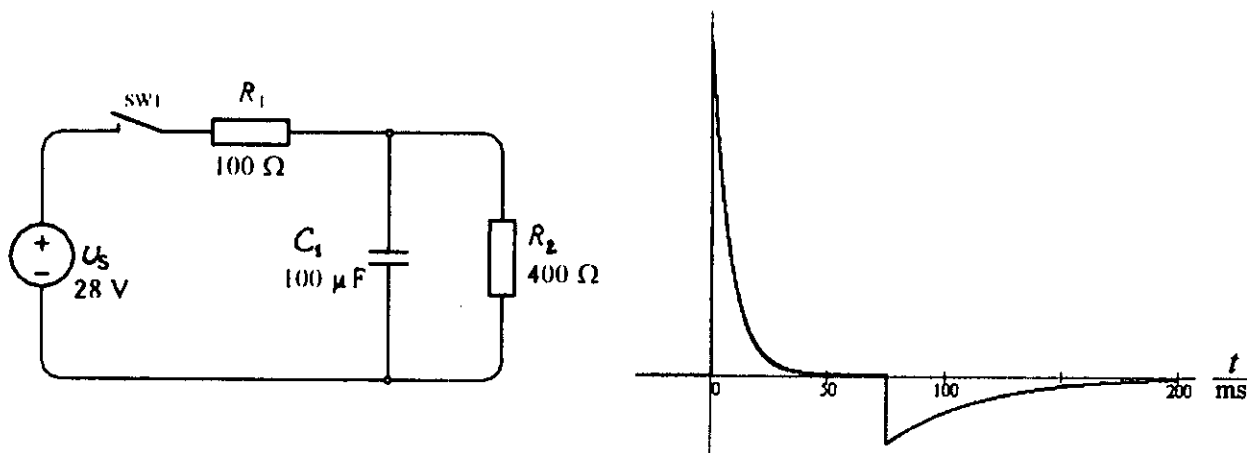
מה ההספק המכשיר P_{Load} ?

6.4 {3 נקודות}

האם המעגל פועל בנקודת עבודה שבה האנרגיה עוברת מהמקור אל המכשיר בהספק מרבי? חובה לסמוך את התשובה באמצעות מספרים.

שאלה 7

חמישה רכיבים במעגל שבאיור שבצד שמאל: מקור מתח ישר U_s , מתג SW1, נגד R_1 , קבל C_1 ונגד R_2 . לאחר שהמתג SW1 היה במצב מופסק off הרבה מאוד זמן, העבירו אותו למצב מחובר on לזמן קצוב ובסיומו החזירו את המתג למצב מופסק.



באיור שבצד ימין נתון אות חשמלי – זרם או מתח – שנמדד באחד מרכיבי המעגל בשעה שהפעולות המתוארות לעיל הוצאו אל הפועל.

7.1 {4 נקודות}

מה האות שנמדד? באיזה רכיב הוא נמדד? ומתי החזירו את המתג למצב מופסק?

7.2 {8 נקודות}

מה קבוע רזמן ומה תנאי ההתחלה של כל אחת משתי תופעות המעבר המתוארות באיור האות החשמלי?

7.3 {4 נקודות}

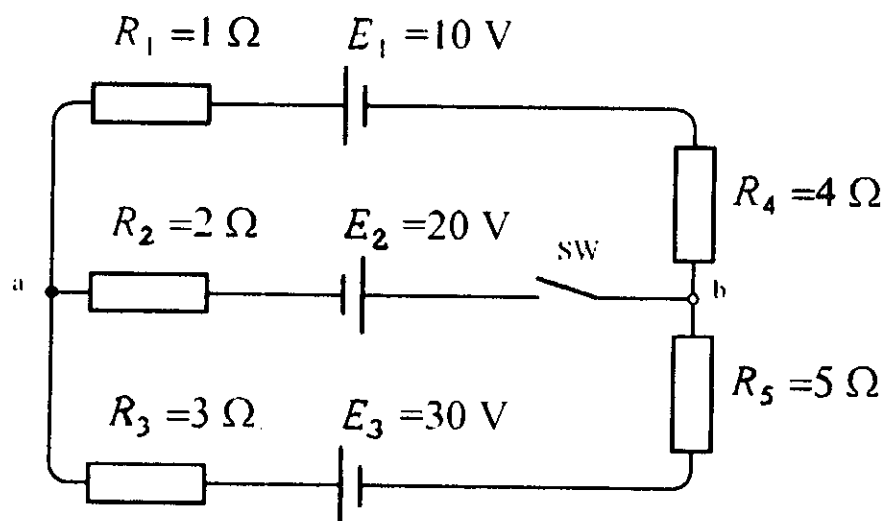
בעיצומה של איזה תופעת מעבר נמצא האות שבאיור בזמן $t = 100 \text{ ms}$ ומה גודלו בזמן בזה? הזמן שבאיור הוא זמן התצפית באות. בביטויים שבחבורת העזר, רגע ההתחלה של כל אחת משתי תופעות המעבר הוא $t = 0 \text{ s}$.

7.4 {4 נקודות}

כמה אנרגיה הועברה לנגד R_2 מחרגע שבו החזירו את המתג למצב מופסק ועד בכלל?

שאלה 8

תשעה רכיבים במעגל שבאיור: שלושה מקורות מתח, חמישה נגדים ומתג.



8.1 { 5 נקודות }

מה הזרם בכל אחד ממקורות המתח כשהמתג SW נמצא במצב מופסק off ?
מי מהמקורות ספק אנרגיה ומי צרכן?

8.2 { 10 נקודות }

מה הזרם בכל אחד ממקורות המתח כשהמתג נמצא במצב מחובר on ?
מי ספק אנרגיה ומי צרכן?

8.3 { 5 נקודות }

מה ההספק בכל הנגדים יחד ומה מאזן ההספקים במעגל?



תורת החשמל

להנדסאים וטכנאים - הנדסת אלקטרוניקה

להנדסאים וטכנאים - הנדסת חשמל

להנדסאים - הנדסת מכשור ובקרה

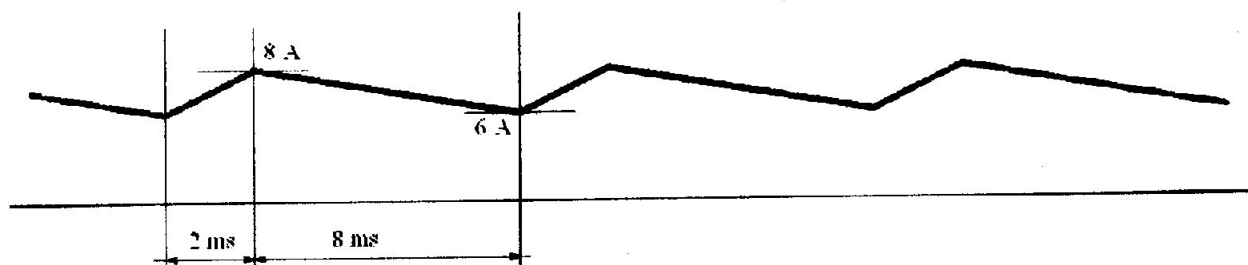
הנחיות לנבחנים

- א. משך הבחינה: ארבע שעות
- ב. מבנה השאלון ומפתח הערכה: בשאלון 9 שאלות.
יש לענות על 5 שאלות בלבד לבחירתך.
כל השאלות שוות בערך - 20 נקודות.
סך הכול 100 נקודות.
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: 1. מחשבון (אין להשתמש במחשב נייד או במחשב כף-יד או במחשבון בעל תקשורת חיצונית).
2. חוברת עזר בתורת החשמל שבהוצאת מה"ט. בחוברת לא ימצא חומר כתוב.
- ד. הוראות מיוחדות: 1. אם בשאלה לא נאמר אחרת, רכיבי המעגל הם רכיבים להלכה (אידאליים).
2. חובה לתת 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 שיבדקו לבקשתך על ידי מעריכי הבחינה. לא יבדקו תשובות עודפות על הנדרש.
- ה. הוראות כלליות: 1. יש לקרוא בעיון את כל השאלות.
2. את התשובות יש לכתוב במחברת **בעט בלבד**, בכתב יד ברור ונקי. (גם בכך תלויה הערכת הבחינה).
3. יש להתחיל כל תשובה בעמוד חדש תוך ציון מספר השאלה והסעיף. אין צורך להעתיק את השאלה או הסעיף.
4. טיוטה תעשה במחברת הבחינה בלבד. יש לכתוב "טיוטה" ולהעביר קו על התשובה כדי שלא תיבדק.
5. יש להציג פתרון מלא ומנומק כולל חישובים כשצריך. הצגת תשובה סופית ללא דרך הפתרון לא תזכה לניקוד.
6. אם להערכתך חסר בשאלה נתון, יש לציין זאת בתשובה ולבחור ערך מתאים שיאפשר לך להמשיך בפתרון השאלה. חובה להסביר ולנמק את הבחירה.

בהצלחה !

שאלה 1

הגרף שבאיור מראה אות חשמלי העובר בהשראות. האות נמדד באמצעות משקף תנודות.



א {3 נקודות}

מה הוא האות החשמלי שבאיור?

ב {3 נקודות}

מה תדירות האות שבאיור?

ג {4 נקודות}

מה הערך הממוצע של האות שבאיור?

ד {5 נקודות}

כמה מטען חשמלי עובר בהשראות במשך זמן מחזור אחד שלם?

ה {5 נקודות}

כמה אנרגיה חשמלית נאגרת בהשראות במשך זמן מחזור אחד שלם?

שאלה 2

על מנת לבנות סליל שהשראותו $60 \mu\text{H}$, עומדים לכרוך 35 כריכות של מוליך מבודד על טבעת העשויה חומר פרומגנטי. שטח החתך של הטבעת 18 mm^2 ; האורך הממוצע של מסלול השטף המגנטי שבטבעת 115 mm ; החדירות היחסיות של החומר הפרומגנטי שממנו עשויה הטבעת $\mu_r = 1500$; וכשצפיפות השטף המגנטי בטבעת גדולה מ- 0.8 T , החומר נכנס לרוויה מגנטית.

המוליך המבודד עשוי מנחושת בעלת התנגדות סגולית של $\rho_{\text{Cu}} = 0.0175 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$; שטח החתך של המוליך 0.5 mm^2 ; ואורכו 1 m .

א {3 נקודות}

מה המיאון של הטבעת?

ב {7 נקודות}

מה אורך חריץ האוויר שיש לעשות בטבעת על מנת שהשראות הסליל תהיה כנדרש? אין חריץ האוויר משנה את האורך הממוצע של השטף המגנטי שבטבעת.

חיברו את הסליל אל תא מתח-ישר בעל כוח-אלקטרו-מניע שעצמתו 1.45 V והתנגדותו הפנימית 0.35Ω .

ג {2 נקודות}

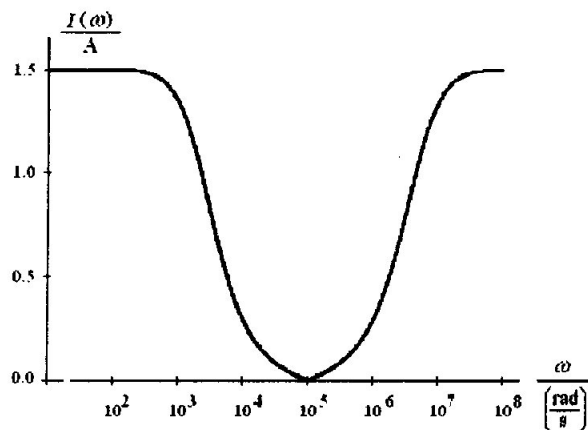
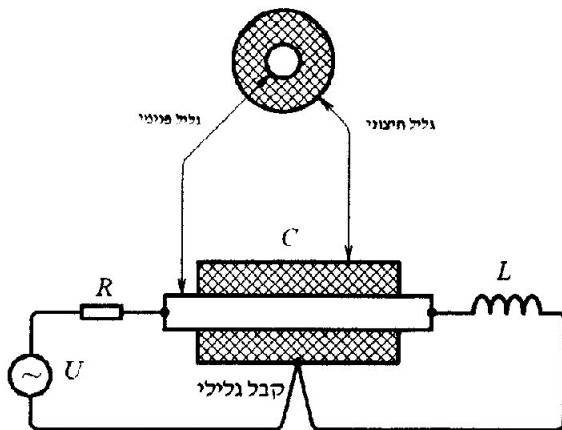
מה התנגדות מוליך הנחושת?

ד {8 נקודות}

האם החומר הפרומגנטי שממנו עשויה הטבעת שחרצו בה את חריץ האוויר הנדרש, יהיה ברוויה מגנטית?

שאלה 3

נגד וסליל מחוברים למקור מתח חילופים באמצעות כבל מסוכך, כמתואר באיור. מבחינת המעגל החשמלי, הכבל שקיל לקבל גלילי להלכה. רדיוס הגליל החיצוני של הקבל 32 mm ; רדיוס הגליל הפנימי 28 mm ; אורכו 2.5 m ; הפרמטיביות היחסית של חומר הבידוד שבין שני הגלילים $\epsilon_r = 4.8$. חתך האורך של הכבל המסוכך נתון בתרשים החיבורים, ומעליו חתך הרוחב של הכבל. התנגדות הסליל קטנה מאוד ולכן אינה נתונה. מתח המקור קבוע ומידתו 60 V. מדדו את הזרם שעבר במקור המתח בתלות בתדר. גרף תוצאות המדידה נתון באיור.



א { 5 נקודות }

מה המעגל החשמלי שהקבל הגלילי מחובר בו?
תשובה מלאה היא תשובה שבה שרטוט המעגל ונימוק קצרצר.

ב { 5 נקודות }

מה קיבול הקבל הגלילי?

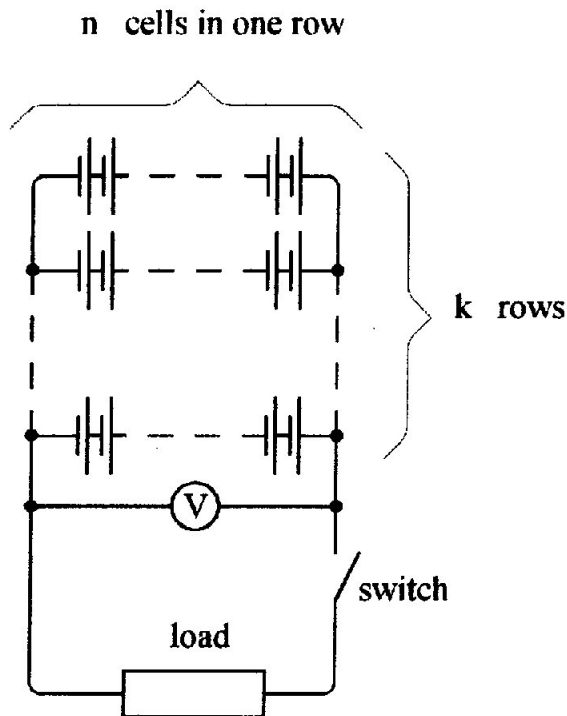
ג { 5 נקודות }

מה השראות הסליל?

ד { 5 נקודות }

מה התנגדות הנגד?

שאלה 4



כשמחשב נייד אינו מחובר לרשת החשמל והוא
ניזון מהמצבר שבו (סוללה נטענת), יחידת ניהול
צריכת האנרגיה שבמחשב מגבילה את קצב
צריכת האנרגיה שלו ל- $P_{load} = 40 \text{ W}$.
שיעור ההספק קבוע ואין הוא תלוי במתח
העומס כל עוד הגודל שלו קרוב לזה של המתח
הנקוב של המצבר.

המתח הנקוב של מצבר המחשב הוא 14.4 V ,
וכמות המטען שבו $4.4 \text{ A}\cdot\text{h}$.

המצבר בנוי תאי Li-ion;
המתח של כל תא 3.6 V ;
ההתנגדות הפנימית שלו 0.5Ω ;
וכמות המטען שבכל תא $0.88 \text{ A}\cdot\text{h}$.

א {3 נקודות}

מכמה תאים בנוי המצבר ומה הסידור שלהם?

ב {12 נקודות}

כשהמתח שבאיור נמצא במצב מחובר on, מה הוריית מד המתח?

ג {3 נקודות}

כמה זמן יספק המצבר את האנרגיה הדרושה להפעלת המחשב?

ד {2 נקודות}

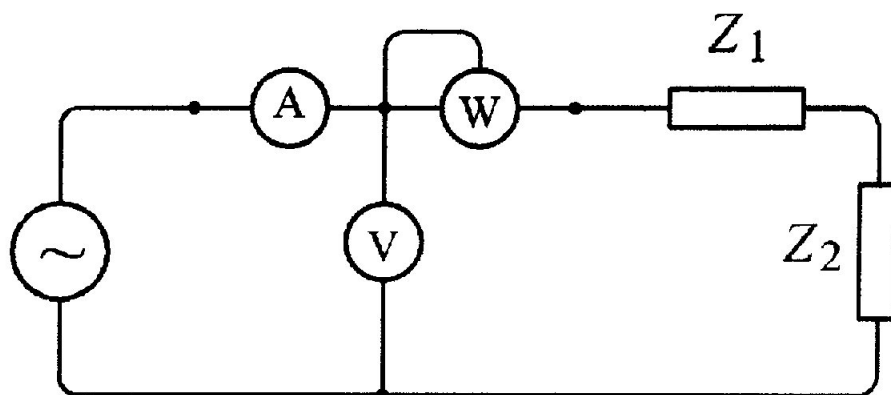
האם המצבר פועל בנקודת העבודה שבה ההספק מרבי?

$$ax^2 + bx + c = 0$$

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

שאלה 5

שלושה מכשירי מדידה מחוברים במעגל שבאיור: מד-זרם, מד-מתח, ומד-הספק.
העכבה Z_1 שקילה להתנגדות R_1 והיגב השראי שגודלו $40\ \Omega$ המחוברים זה אל זה בטור.
העכבה Z_2 שקילה להתנגדות שגודלה $30\ \Omega$ ולהיגב שאין אופיו ידוע, המחוברים זה אל זה בטור.
בנקודת עבודה מסוימת של המעגל הוריית מכשירי המדידה היא $4\ \text{A}$ $520\ \text{V}$ $800\ \text{W}$.



א (8 נקודות)

מה גודלה של ההתנגדות R_1 שבעכבה Z_1 ?

ב (7 נקודות)

מה גודלו של ההיגב X_2 שבעכבה Z_2 ומה אופיו?

ג (5 נקודות)

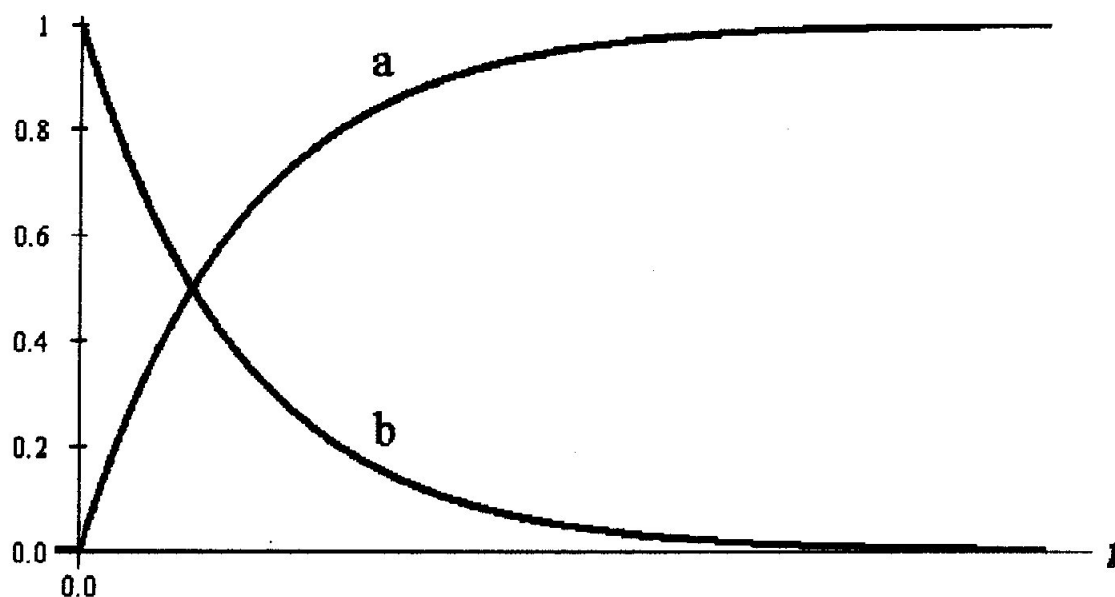
מה התשובה הנכונה האחרת והאפשרית, על השאלה שבסעיף ב?

שאלה 6

קבל ונגד ומתג ומקור מתח-ישר מחוברים חשמלית זה אל זה. גם משקף תנודות מחובר במעגל, על מנת לצפות בו בזמן באות המתח שבין הדקי הקבל ובאות הזרם העובר דרכו. ברגע $t = 0$ s העבירו את המתג למצב מחובר on.

להלן תמונת אות המתח $\frac{u_c(t)}{15 \text{ V}}$ ותמונת אות הזרם $\frac{i_c(t)}{0.3 \text{ A}}$ שעבר בקבל, שנצפו.

בזמן 2 ms מרגע העברת המתג למצב מחובר, עצמת הזרם שעבר דרך הקבל הייתה 0.1636 A



א {5 נקודות}

מי מהאותות הוא אות הזרם ומי אות המתח? יש לנמק את התשובה בקיצור נמרץ!

ב {5 נקודות}

מה התנגדות הנגד?

ג {6 נקודות}

מה קיבול הקבל?

ד {4 נקודות}

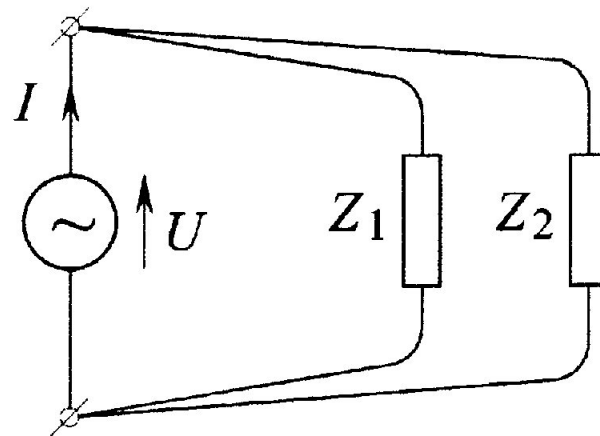
על פי תשובתך, איך הקבל והנגד מחוברים זה אל זה?
מדוע צורת החיבור האחרת אינה מתאימה לתמונת האותות?

שאלה 7

שני מכשירי חשמל מחוברים למקור מתח חילופים כמתואר באיור.

עכבות המכשירים הן $Z_1 = (2 + j3)\Omega$ ו- $Z_2 = (3 - j6)\Omega$.

ההספק הנדמה של מכשיר 1 הוא 1500 VA.



א {3 נקודות}

איך שני המכשירים האלה מחוברים זה אל זה? בטור, במקביל, במעורב, בכוכב, במשולש ...
חובה לנמק את התשובה בקיצור נמרץ!

ב {4 נקודות}

מה גודלו של מתח המקור?

ג {10 נקודות}

מה הגודל של כל אחד משלושת ההספקים שבמשולש ההספקים של המקור?

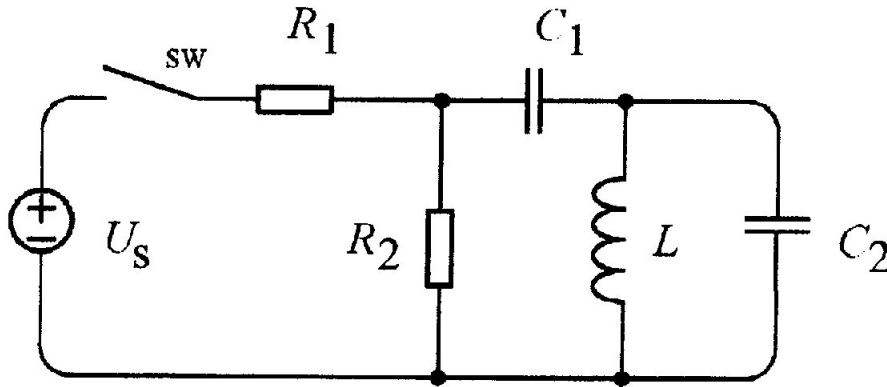
ד {3 נקודות}

מה אופי ההספק הנדמה של מקור המתח?

שאלה 8

באיור שלהלן נתון תרשים החיבורים של רכיבים חשמליים.

מקור אנרגיית החשמל הוא מקור זרם-ישר DC.



$$U_s = 42 \text{ V} \quad R_1 = 100 \Omega \quad R_2 = 400 \Omega \quad C_1 = 22 \mu\text{F} \quad C_2 = 33 \mu\text{F} \quad L = 12 \text{ mH}$$

העבירו את המתג sw למצב מחובר on

א { 8 נקודות }

מה המתח השורר בין הדקי קבל C_1 לאחר שחלפו כל תופעות המעבר?

ב { 5 נקודות }

כמה אנרגיה אגורה בקבל C_2 כאשר המתג נמצא במצב מחובר זמן רב?

ניתקו את אספקת האנרגיה החשמלית באמצעות העברת המתג sw למצב מופסק off

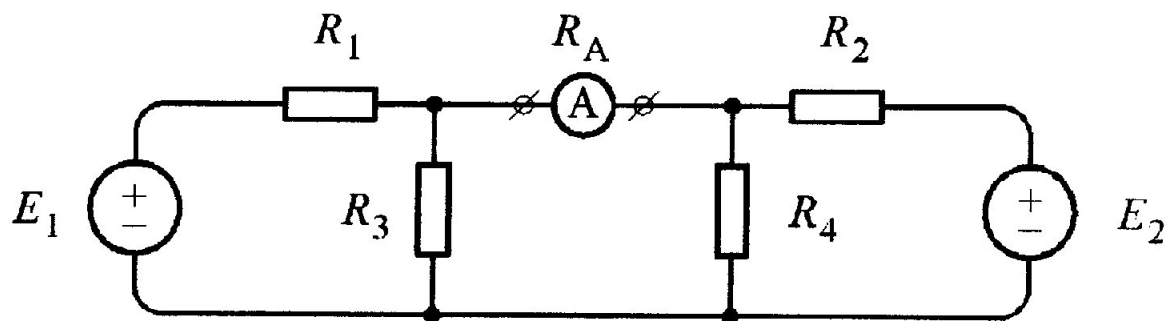
ג { 7 נקודות }

כמה אנרגיה הפכה לחום בנגד R_2 ?

שאלה 9

מד-זרם שהתנגדותו $R_A = 50 \Omega$ מחובר בין שני צמתים של מעגל חשמלי הפועל בזרם ישר, כמתואר באיור.

$$E_1 = 10 \text{ V} \quad R_1 = 1.5 \text{ k}\Omega \quad R_3 = 3.5 \text{ k}\Omega \quad E_2 = 20 \text{ V} \quad R_2 = 2.0 \text{ k}\Omega \quad R_4 = 3.0 \text{ k}\Omega$$



א {10 נקודות}

מה עצמת הזרם העובר במד הזרם ומה כיוונו?

ב {8 נקודות}

מה צריכה להיות התנגדות נגד R_4 על מנת שהוריית מד הזרם תהיה 0 A.

ג {2 נקודות}

לו מד הזרם שבאיור היה מד-זרם להלכה, כזה שהתנגדותו 0Ω ,

האם מדידת הזרם באמצעותו תהייה מדויקת יותר?

את התשובה חובה לנמק בקיצור נמרץ!



תורת החשמל

להנדסאים וטכנאים - הנדסת אלקטרוניקה

להנדסאים וטכנאים - הנדסת חשמל

להנדסאים - הנדסת מכשור ובקרה

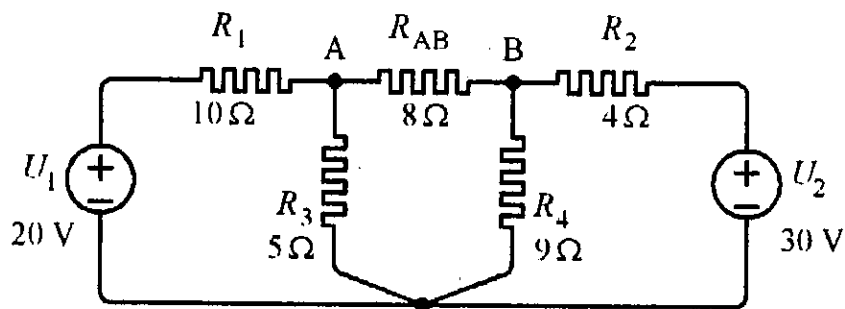
הנחיות לנבחנים

- א. משך הבחינה : ארבע שעות
- ב. מבנה השאלון ומפתח הערכה : בשאלון 9 שאלות.
יש לענות על 5 שאלות בלבד לבחירתך.
כל השאלות שוות בערך - 20 נקודות.
סך הכול 100 נקודות.
- ג. חומר עזר מותר בשימוש : 1. מחשבון (אין להשתמש במחשב נייד או במחשב כף-יד או במחשבון בעל תקשורת חיצונית).
2. חוברת עזר בתורת החשמל שבהוצאת מה"ט. בחוברת לא ימצא חומר כתוב.
- ד. הוראות מיוחדות : 1. אם בשאלה לא נאמר אחרת, רכיבי המעגל הם רכיבים להלכה (אידאליים).
2. חובה לתת 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 שיבדקו לבקשתך על ידי מעריכי הבחינה. לא יבדקו תשובות עודפות על הנדרש.
- ה. הוראות כלליות : 1. יש לקרוא בעיון את כל השאלות.
2. את התשובות יש לכתוב במחברת **בעט בלבד**, בכתב יד ברור ונקי. (גם בכך תלויה הערכת הבחינה).
3. יש להתחיל כל תשובה בעמוד חדש תוך ציון מספר השאלה והסעיף. אין צורך להעתיק את השאלה או הסעיף.
4. טיוטה תעשה במחברת הבחינה בלבד. יש לכתוב "טיוטה" ולהעביר קו על התשובה כדי שלא תיבדק.
5. יש להציג פתרון מלא ומנומק כולל חישובים כשצריך. הצגת תשובה סופית ללא דרך הפתרון לא תזכה לניקוד.
6. אם להערכתך חסר בשאלה נתון, יש לציין זאת בתשובה ולבחור ערך מתאים שיאפשר לך להמשיך בפתרון השאלה. חובה לחסביר ולנמק את הבחירה.

בהצלחה !

שאלה 1

חמישה נגדים ושני מקורות מתח ישר מחוברים זה לזה על פי תרשים החיבורים שבאיור.



א. {8 נקודות}

מנתקים מהמעגל שבאיור, את הנגד R_{AB} .

מה מקור המתח וההתנגדות המחוברים זה אל זה בטור, השקילים למעגל הנותר המחובר בין A ל-B?

ב. {4 נקודות}

מחזירים את הנגד R_{AB} למעגל.

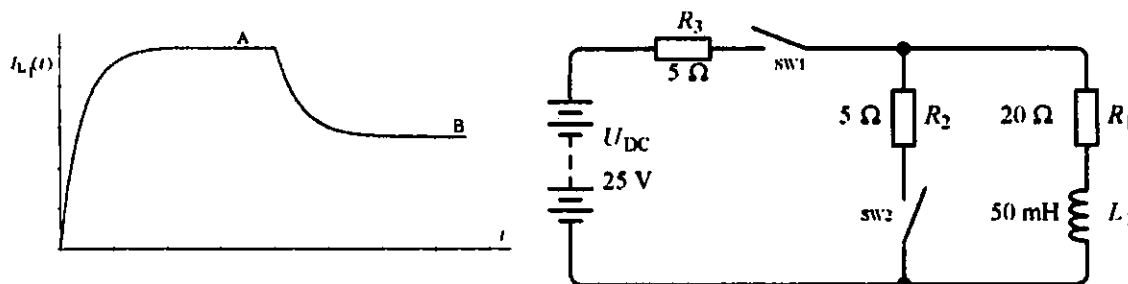
מה הזרם שיעבור דרך הנגד, ומה החספק שלו?

ג. {8 נקודות}

מה החספק של כל אחד מהמקורות במעגל שלעיל?

שאלה 2

חיברו את המשרן (R_1, L_1) אל מקור מתח ישר U_{DC} , באמצעות חגגדים R_2 ו- R_3 וחמתגים SW1 ו-SW2, על פי תרשים החיבורים שבאיור. צפו באות חזרם $I_L(t)$ שעבר דרך המשרן, ורשמו אותו בגרף שבאיור.



אות חזרם במשרן

תרשים חיבורים

א. {2 נקודות}

על פי אות חזרם שבמשרן, מה סדר הפעלת חמתגים SW1 ו-SW2?

ב. {3 נקודות}

מה קבוע הזמן של אות חזרם במשרן בעת טעינתו באנרגיה?

ג. {3 נקודות}

מה חזרם במשרן לאחר שתחליך טעינתו חסתיים?

ד. {8 נקודות}

לאחר כמה זמן מתחילת תחליך הטעינת, יגיע חזרם במשרן לחמישית (0.2) גודלו המרבי?

ה. {4 נקודות}

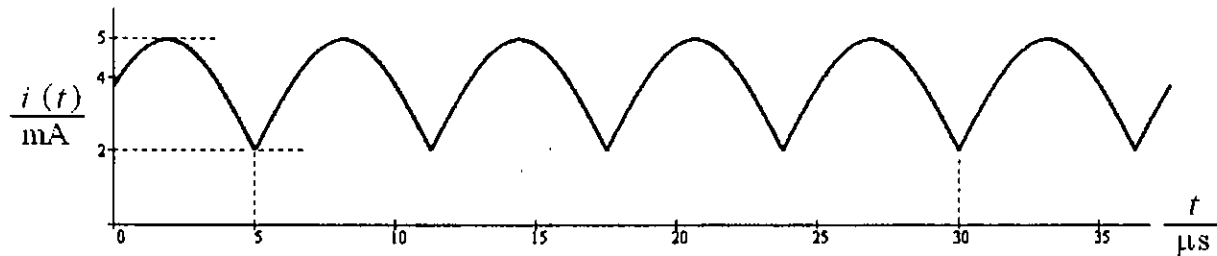
מה המתח שבין חדקי נגד R_2 , בסוף תחליך המסומן בגרף אות חזרם, באות B?

תופעות המעבר בחשראות דומות לתופעות המעבר בקבל.

הביטוי של קבוע הזמן בענף שבו חתנגדות R וחשראות L מחוברות זו אל זו בטור הוא $\tau = \frac{L}{R}$.

שאלה 3

האות שבאיור, מורכב מאות חילופים מיושר גל שלם, ומאות ישר.



א. { 3 נקודות }

מה תדירות האות שבאיור?

ב. { 3 נקודות }

מה תדירות מקור האות המיושר?

ג. { 3 נקודות }

מה סוג האות החשמלי המוצג באיור?

ד. { 5 נקודות }

מה הממוצע של כל אחד ממרכיבי האות שבאיור, ומה הממוצע של האות?

ה. { 6 נקודות }

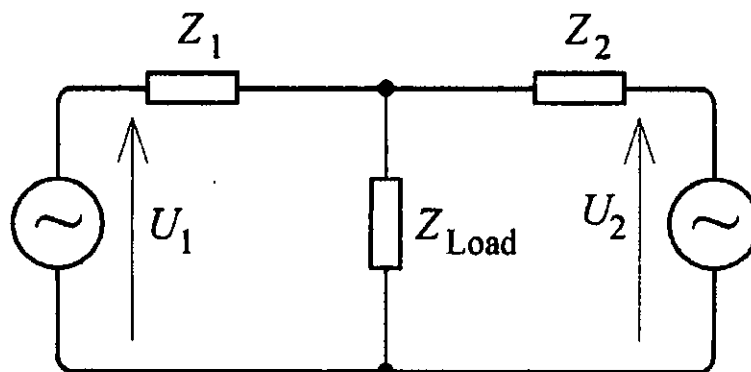
מה הממוצע הריבועי (RMS, eff) של כל אחד ממרכיבי האות שבאיור, ומה הממוצע הריבועי של האות?

שאלה 4

An electrical load Z_{Load} is fed by two AC voltage sources, as shown in the figure.

$$U_1 = 32 \text{ V} \angle 0^\circ \quad U_2 = 32 \text{ V} \angle -30^\circ$$

$$Z_1 = (1 - j2) \Omega \quad Z_2 = (1 + j2) \Omega \quad Z_{\text{Load}} = (8 + j6) \Omega$$



a. {10 points}

What is the magnitude and phase of the voltage across the load impedance Z_{Load} ?

b. {4 points}

What is the magnitude and phase of the current in the load impedance Z_{Load} ?

c. {6 points}

What is the complex power $P + jQ$ of the load impedance Z_{Load} ?

שאלה 5

כדי לבנות סליל בעל השראות של $40 \mu\text{H}$, ליפפו 15 כריכות של מוליך מבודד, על טבעת העשויה חומר פרומגנטי. שטח החתך של הטבעת 25 mm^2 , והאורך הממוצע של מסלול השטף המגנטי שבטבעת, 100 mm , והחדירות היחסית של החומר הפרומגנטי שממנו עשויה הטבעת, $\mu_r = 6000$.

א. {6 נקודות}

מה תהיה ההשראות, ביחידות של μH , אם יילפפו את הכריכות על הטבעת השלמה?

ב. {8 נקודות}

מה צריך להיות אורך חריץ האוויר במסלול השטף המגנטי שבטבעת, כדי שחשירות הסליל תהיה כנדרש לעיל?
חוספת חריץ האוויר אינה משנה את האורך הממוצע של מסלול השטף המגנטי שבטבעת.

ג. {6 נקודות}

מה עצמת הזרם המרבית המותרת במוליך הסליל, על מנת שצפיפות השדה המגנטי שבטבעת לא תעלה על 0.8 T , הצפיפות שבה החומר יכנס לרוויה מגנטית?

שאלה 6

אלה הנתונים של מכשיר מדידה שעל חצג שלו אין כתוב דבר: 2 mA 1 V 500Ω .
זאת אומרת, כשדרך מכשיר עובר זרם של 2 mA או כשבין חדקיו שורר מתח ישר של 1 V ,
חוריית המכשיר, מרבית Full scale.
כאשר מקצרים בין חדקי המכשיר, חורייתו אפס.

א. {2 נקודות}

חאם נתוני המכשיר מתאימים זה לזה? יש לתמוך בתשובה, באמצעות חישוב.

חיברו את מכשיר המדידה והנגד $R_p = 50\Omega$ יחד, לפי תרשים החיבורים שבאיור שבצד ימין.

ב. {6 נקודות}

מה חזרם המרבי והמתח המרבי שאפשר למדוד באמצעות מעגל זה, מבלי לחרוג מנתוני המכשיר?

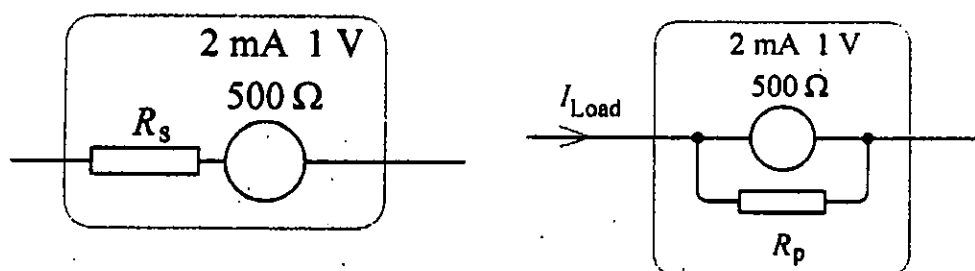
ג. {6 נקודות}

מה צריכה להיות התנגדות הנגד R_p כדי שבזרם עומס I_{Load} של 30 mA ,
חוריית המכשיר תהיה מרבית?

חיברו יחד את מכשיר המדידה עם הנגד R_p , לפי התרשים שבצד שמאל.

ד. {6 נקודות}

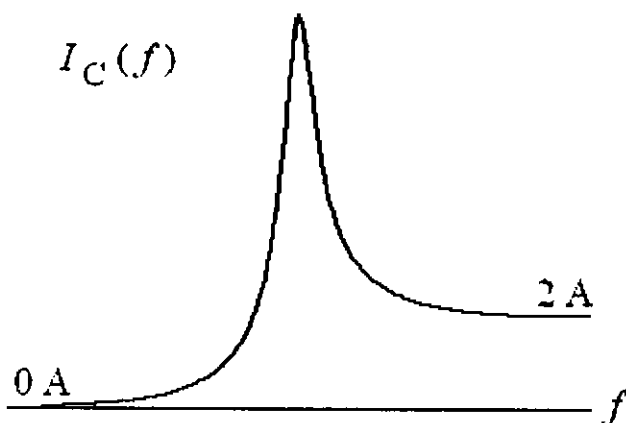
מה צריכה להיות התנגדות הנגד R_p על מנת שכאשר המעגל מחובר כמד מתח, במתח ישר של 100 V ,
חוריית מכשיר המדידה תהיה מרבית?



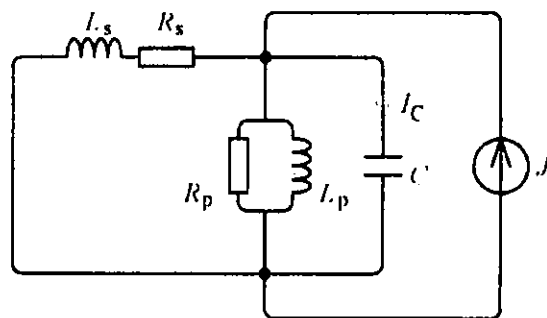
שאלה 7

שני עומסים השראתיים, קבל, ומקור זרם חילופים, מחוברים זה לזה לפי תרשים החיבורים שבאיור. עצמת הזרם של מקור זרם החילופים קבועה ואפשר לשנות את התדירות שלו. מדדו את הזרם $I_C(f)$ שעובר דרך הקבל בתלות בתדר מקור הזרם J ; תוצאות המדידה מוצגות בגרף שבאיור.

$$(R_s = 75 \text{ m}\Omega \quad L_s = 90 \mu\text{H}) \quad (R_p = 10 \Omega \quad L_p = 8 \text{ mH})$$



חזרם שעובר דרך הקבל בתלות בתדר מקור זרם החילופים



תרשים חיבורים של המעגל החשמלי

א. { 3 נקודות }

מה עצמת הזרם של מקור זרם החילופים?
לא תתקבל תשובה מספרית ללא נימוק קצר ולעניין.

ב. { 12 נקודות }

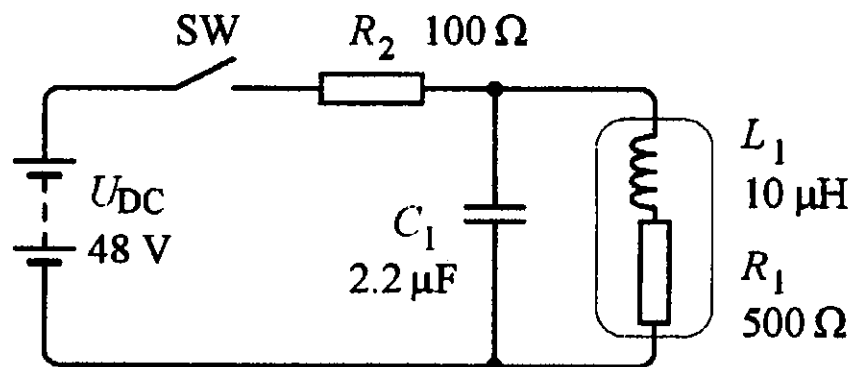
חזרם שעובר דרך הקבל מגיע לשיאו כשתדר מקור זרם החילופים 550 Hz . מה קיבול הקבל?

ג. { 5 נקודות }

מה העצמה המרבית של הזרם העובר דרך הקבל?

שאלה 8

חמתג SW שבמעגל שבאיור, נמצא במצב מופסק off זמן ממושך מאוד; כל תופעות המעבר שהיו במעגל חלפו; ואין עובר זרם ברכיבי המעגל. מעבירים את חמתג SW למצב מחובר on.



א. { 5 נקודות }

מה הזרם שעובר בנגד R_2 מיד עם העברת חמתג SW למצב מחובר on?

ב. { 5 נקודות }

כשחמתג SW במצב מחובר הרבה זמן, מה החספס בכתנגדות R_1 ?

ג. { 5 נקודות }

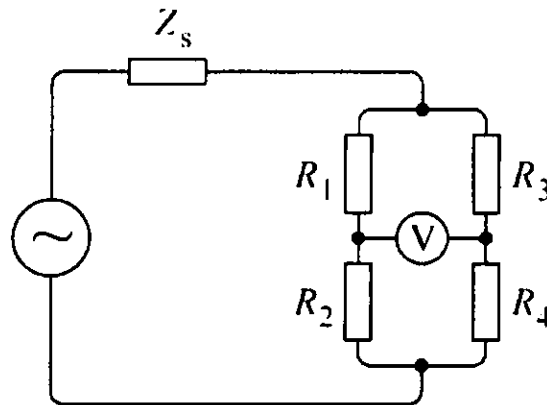
כמה אנרגיה אגורה בהשראות במצב מתמיד?

ד. { 5 נקודות }

כמה מטען חשמלי יחיה אגור בקבל לאחר שכל תופעות המעבר חלפו?

שאלה 9

ארבעת הנגדים שבאיור, מחוברים זה אל זה בחיבור גשר ומשמשים למדידה עקיפה של טמפרטורה. מעגל המדידה מחובר למקור מתח חילופים של 24 V באמצעות מוליכים שעכבתם $Z_s = (1 + j5)\Omega$. עכבת מד המתח גדולה מאוד ואינה משפיעה על המדידה כלל. התנגדות הנגד $R_1 = 150\Omega$ קבועה ואינה תלויה בטמפרטורה. גם התנגדות הנגד R_4 קבועה ואינה תלויה בטמפרטורה. ההתנגדות של נגד R_2 ו- R_3 , תלויה בטמפרטורה של 20°C $R_2 = R_3 = 100\Omega$. מקדם שינוי ההתנגדות בטמפרטורה של נגדים אלה $\alpha = 0.05 \frac{1}{^\circ\text{C}}$.



א. (5 נקודות)

כשהטמפרטורה של נגדים R_2 ו- R_3 20°C , מד המתח מוכה אפס.

מה התנגדות נגד R_4 ?

ב. (12 נקודות)

מה הוריית מד המתח כאשר הטמפרטורה של נגדים R_2 ו- R_3 60°C ?

ג. (3 נקודות)

איך תשפיע הגדלת התדר של מקור המתח על הוריית מד המתח?



תורת החשמל

להנדסאים וטכנאים - הנדסת אלקטרוניקה להנדסאים וטכנאים - הנדסת חשמל להנדסאים - הנדסת מכשור ובקרה

הנחיות לנבחנים

- א. משך הבחינה : ארבע שעות
- ב. מבנה השאלון ומפתח הערכה : בשאלון 9 שאלות.
יש לענות על 5 שאלות בלבד לבחירתך.
כל השאלות שוות בערך - 20 נקודות.
סך הכול 100 נקודות.
- ג. חומר עזר מותר בשימוש :
1. מחשבון (אין להשתמש במחשב נייד או במחשב כף-יד או במחשבון בעל תקשורת חיצונית).
 2. חוברת עזר בתורת החשמל שבהוצאת מה"ט. בחוברת לא ימצא חומר כתוב.
- ד. חוראות מיוחדות :
1. אם בשאלה לא נאמר אחרת, רכיבי המעגל הם רכיבים להלכה (אידיאליים).
 2. חובה לתת 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 שיבדקו לבקשתך על ידי מעריכי הבחינה. לא יבדקו תשובות עודפות על הנדרש.
- ה. חוראות כלליות :
1. יש לקרוא בעיון את כל השאלות.
 2. את התשובות יש לכתוב במחברת בעט בלבד, בכתב יד ברור ונקי. (גם בכך תלויה הערכת הבחינה).
 3. יש להתחיל כל תשובה בעמוד חדש תוך ציון מספר השאלה והסעיף. אין צורך להעתיק את השאלה או הסעיף.
 4. טיוטה תעשה במחברת הבחינה בלבד. יש לכתוב "טיוטה" ולהעביר קו על התשובה כדי שלא תיבדק.
 5. יש להציג פתרון מלא ומנומק כולל חישובים כשצריך. הצגת תשובה סופית ללא דרך הפתרון לא תזכה לניקוד.
 6. אם להערכתך חסר בשאלה נתון, יש לציין זאת בתשובה ולבחור ערך מתאים שיאפשר לך להמשיך בפתרון השאלה. חובה להסביר ולנמק את הבחירה.

בהצלחה !

שאלה 1

חיברו סליל מעשי למקור זרם ישר. כשהמתח בין הדקי הסליל היה 15 V , בסליל מדדו זרם של 5 A .
את אותו סליל חיברו אל מקור זרם חילופים בעל תדר של 50 Hz , ומדדו מתח של 65 V וזרם של 13 A .

א. (5 נקודות)

על סמך מדידות אלה, מדוע אי אפשר להציג את הסליל באמצעות התנגדות והשראות המחוברות זו לזו במקביל?

ב. (5 נקודות)

מה ההתנגדות וההשראות המחוברות זו לזו בטור, בענף המייצג את הסליל המעשי?

ג. (5 נקודות)

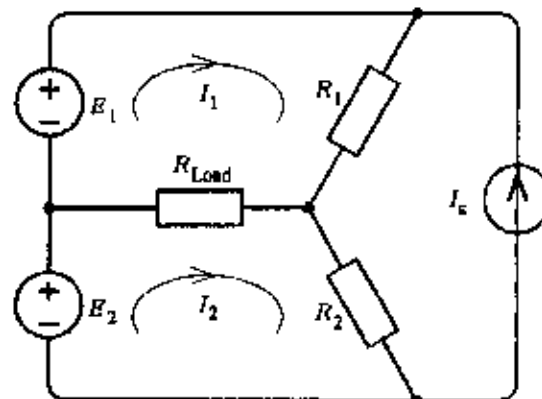
מה תחיה תוצאת מדידת זרם החילופים בסליל, אם התדר של המקור 60 Hz והמתח שלו 75 V ?

ד. (5 נקודות)

הסליל חוזר מחובר למקור מתח של 230 V , 50 Hz . מה החספק המרוכב $S = P + jQ$ בסליל?

שאלה 2

המעגל החשמלי שבאיור, מורכב משני מקורות מתח ישר, מקור זרם ישר אחד, ושלושה נגדים.



העצמה של מקור הזרם $I_s = 0.2 \text{ A}$, ומגמתו נתונה באיור.

בקירוב טוב מאוד, מקורות הזרם והמתח חם מקורות להלכה, ולכן אין להתנגדות הפנימית שלהם נתונה.

על שרטוט המעגל מסומנים שני זרמי החוגים שבהם מקורות המתח. זרמי חוגים אלה, נתונים בביטוי שלהלן, בצורת חשבון מטריצות:

$$\begin{bmatrix} 130\Omega & -120\Omega \\ -120\Omega & 140\Omega \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 14 \text{ V} \\ 4 \text{ V} \end{bmatrix}$$

א. (5 נקודות)

מה ההתנגדות של כל אחת מהתנגדויות שבמעגל?

ב. (5 נקודות)

מה המתח של כל אחד ממקורות המתח שבמעגל?

ג. (5 נקודות)

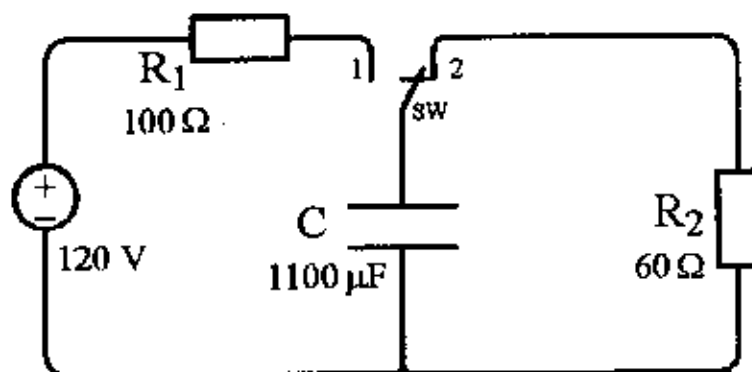
מה הזרם בהתנגדות R_{Load} ?

ד. (5 נקודות)

מה ההספק בהתנגדות R_{Load} ?

שאלה 3

לאחר שהמתג SW היה במצב 2 זמן ארוך מאוד, העבירו אותו למצב 1 למשך 0.2 s , ואז החזירו אותו למצבו הקודם, מצב 1.



א. {7 נקודות}

מה מתח הקבל בסוף פרק הזמן שבו המתג היה במצב 1?

ב. {8 נקודות}

כמה זמן יחלוף מהרגע שבו העבירו את המתג למצב 1 ועד לרגע שבו מתח הקבל, כשהמתג חוזר למצב 2, שווה לרבע מתח המקור?

ג. {5 נקודות}

איך יראה אות מתח הקבל?

חובה לציין על הגרף את כל הזמנים והמתחים שנתונים או שחושבו, ואת קבועי הזמן של התהליך.

שאלה 4

באיור 1 מתואר החתך של אלקטרומגנט הבנוי משני חלקים פרומגנטיים.

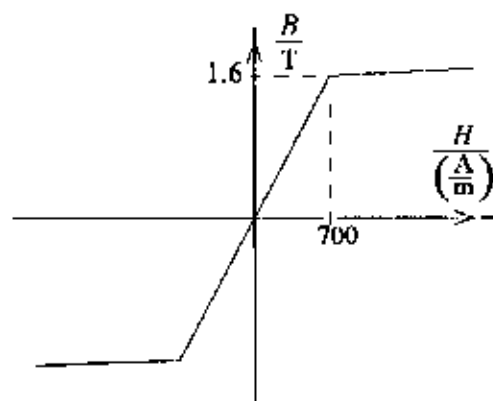
על החלק בעל צורת הפרסה, כרוכות 400 כריכות; אין הן נראות באיור.

האורך הממוצע של מסלול השטף המגנטי בחלק 1: $l_1 = 0.15 \text{ m}$; ובחלק 2: $l_2 = 0.03 \text{ m}$.

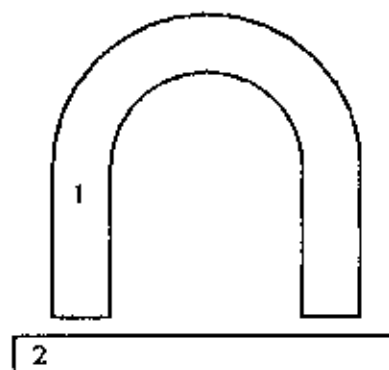
שטח החתך של מסלול השטף בשני חלקי האלקטרומגנט ובחריץ האוויר: $A_{Fe} = 1.5 \times 10^{-4} \text{ m}^2$.

האורך של כל אחד משני חריצי האוויר: $l_g = 0.1 \text{ m}$.

באיור 2 נתון עקום המגנטו-חמקורב של החומר ממנו עשוי האלקטרומגנט.



איור 2 – עקום המגנטו של החומר הפרומגנטי



איור 1 – חתך של אלקטרומגנט

א. (5 נקודות)

מה החלחלות המגנטית היחסית של החומר ממנו עשוי האלקטרומגנט?

ב. (10 נקודות)

כמה זרם יש להעביר בכריכות האלקטרומגנט, כדי שהחומר הפרומגנטי ממנו הוא עשוי, ימצא ברוויה מגנטית?

ג. (5 נקודות)

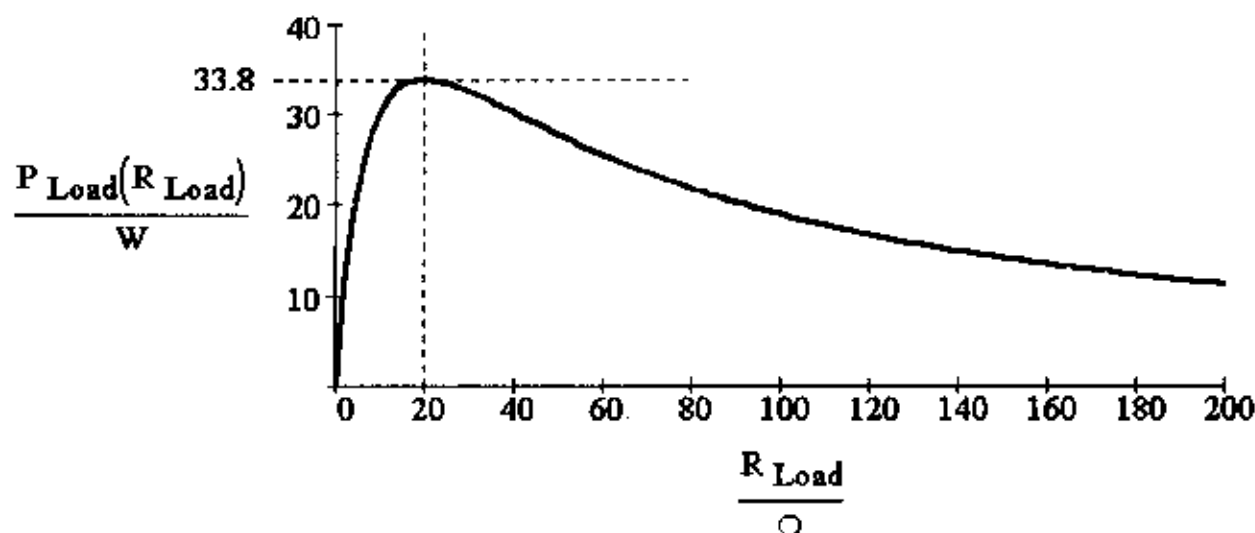
מדוע כשהחומר הפרומגנטי ממנו עשוי האלקטרומגנט נמצא ברוויה מגנטית, ההשראות של האלקטרומגנט קטנה מההשראות שלו כשאינו ברוויה?

שאלה 5

העמיסו מקור מתח ישר באמצעות נגד עומס בר-שינוי (R_{Load} Rheostat),

ומדדו את חספק נגד העומס P_{Load} ואת ההתנגדות שלו.

הגרף שלהלן, מציג את תוצאות המדידה של תלות החספק בהתנגדות:



א. (5 נקודות)

מה ההתנגדות הפנימית של המקור ומה המתח (הכוח האלקטרומני) שלו?

רוצים לבנות נגד עומס של 30 W שיחובר למקור המתח הזה.

על פי הגרף שלעיל, אפשר שהתנגדות הנגד תהיה 10Ω או 40Ω .

(חקו האופקי בגובה 30 חותך את הגרף בשתי נקודות).

ב. (5 נקודות)

בכל אחת משתי האפשרויות האלה, מה יהיה הזרם במקור המתח?

ג. (5 נקודות)

בשתי האפשרויות האלה, מה תהיה נקודת העבודה (מתח וזרם) של נגד העומס?

ד. (5 נקודות)

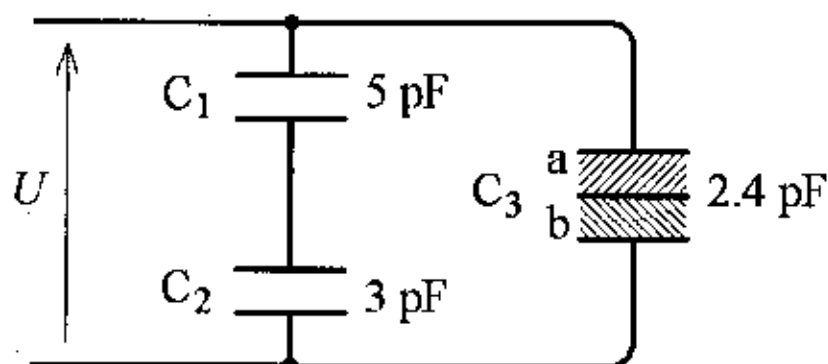
באיזה התנגדות כדאי לבחור, ומה תהיה נצילות המעגל? יש לנמק בקיצור נמרץ!

שאלה 6

שלושת הקבלים שבאיור, מחוברים זה לזה במעורב.

בקבל C_3 הבנוי כמו קבל לוחות, שני חומרים מבודדים. המקדם הדיאלקטרי (פרמטיביות) היחסי של החומרים $\epsilon_{r,b} = 2$ ו- $\epsilon_{r,a} = 3$. עובי שתי שכבות החומר שווה זה לזה, וכך גם השטחים שלהם.

בין הדקי קבל C_1 שורר מתח של 90 V .



א. [8 נקודות]

מה המתח U ?

ב. [8 נקודות]

מה המתח השורר בשכבה a ובשכבה b?

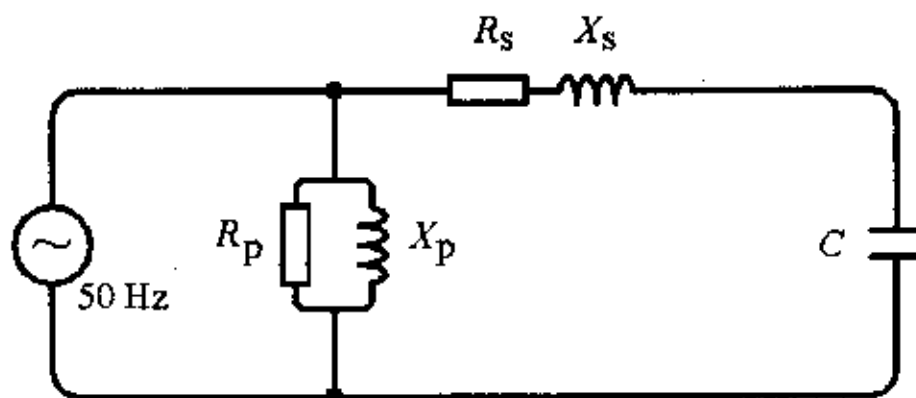
ג. [4 נקודות]

כמה אנרגיה חשמלית אגורה בשלושת הקבלים יחד?

שאלה 7

להלן נתוני ההתנגדויות וההיגבים השראיים שבאיור:

$$R_s = 2 \Omega \quad X_s = 5 \Omega \quad R_p = 100 \Omega \quad X_p = 300 \Omega$$



א. (5 נקודות)

מה הביטוי המתמטי של העכבה השקילה של הענף שבו חקבל C ?

ב. (5 נקודות)

מה קיבול חקבל C , ביחידות של μF , שיביא את הענף שבו הוא מחובר, לתהודה מקבילית עם ההיגב השראי X_p ? (רק בסעיף זה, מותר ורצוי להתעלם מההתנגדות R_s).

ג. (10 נקודות)

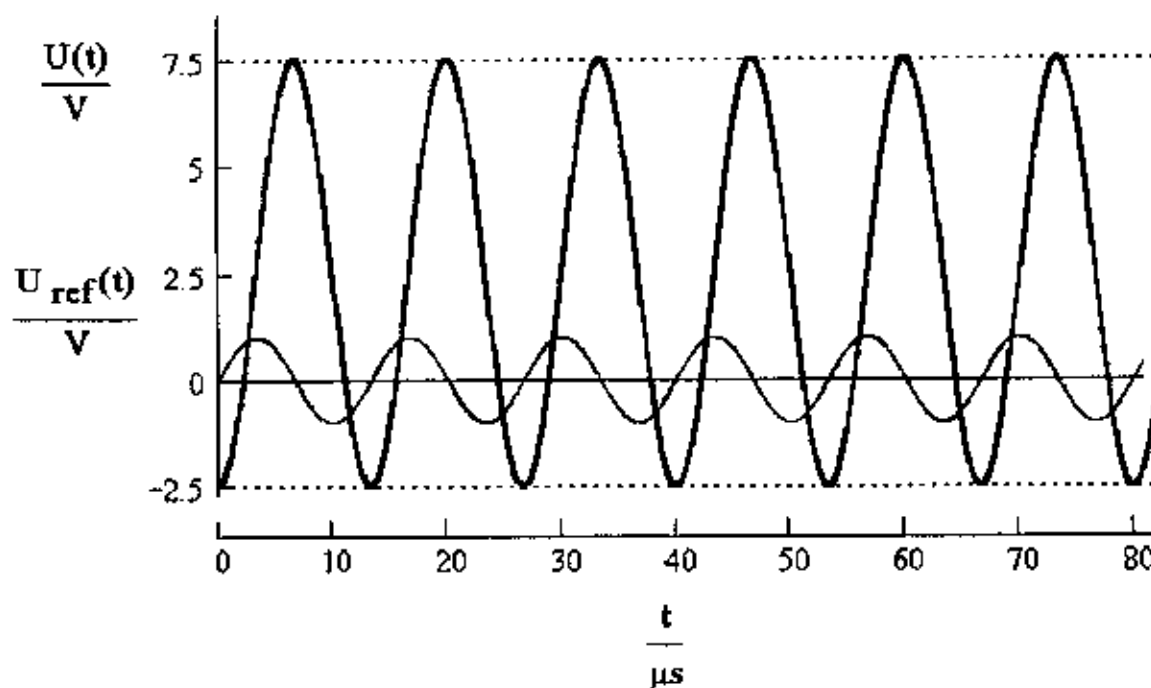
מה יהיה גודל הזרם במקור המתח ובענף שבו נמצא חקבל, כשמתח המקור $230 V$?

שאלה 8

Two graphs are shown in the following figure.

$U(t) = U_{DC} + U_{max} \sin(\omega t - \phi)$, which is composed of two basic signals.

And $U_{ref}(t) = \sin(\omega t)$, which is the reference signal for the phase measurement.



a) {5 points}

What is the period and the frequency of these signals?

b) {5 points}

What is the value of U_{DC} and U_{max} ?

c) {5 points}

What is the root mean square (RMS) value of $U(t)$?

d) {5 points}

What is the phase angle, ϕ , between $U(t)$ and $U_{ref}(t)$?

שאלה 9

שני מקורות מתח החילופים שכאיור, מחוברים לעכבות Z_1 ו- Z_2 באמצעות שלוש עכבות חוות זו לזו. במעגל גם מחובר מד זרם חילופים. לחלק נתוני מקורות המתח והעכבות:

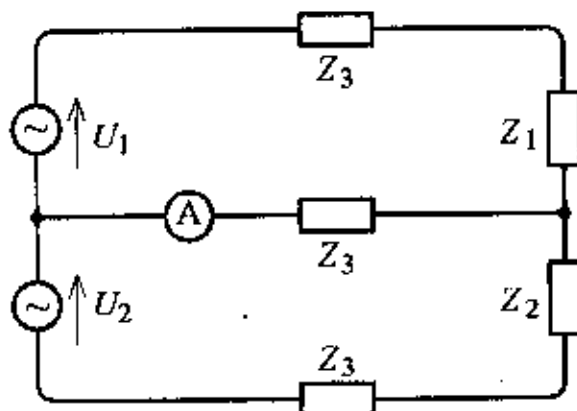
$$U_1 = 120 \text{ V} \angle 0^\circ$$

$$U_2 = 120 \text{ V} \angle 0^\circ$$

$$Z_1 = 30 \Omega \angle 25^\circ$$

$$Z_2 = 40 \Omega \angle 35^\circ$$

$$Z_3 = (5 + j0) \Omega$$



א. (5 נקודות)

מה משוואות זרמי החוגים של המעגל?

יש לרשום את המשוואות במונחי U , Z , ו- I , ורק לאחר מכן להציב את הערכים המספריים. את המספרים המרוכבים יש לרשום בצורה קרטזית.

ב. (10 נקודות)

מה הזרם בעכבות Z_1 ו- Z_2 ?

ג. (5 נקודות)

מה תחית חוריית מד הזרם?

דחוף!

לכבוד
המכללות ובתי הספר
להכשרת הנדסאים וטכנאים

הנדון: תיקונים והבהרות לבחינת גמר ממלכתית

תאריך בחינה:	23.3.09	שעת העברה בדוא"ל:	10.00
מגמה:	אלקטרוניקה, חשמל, מכשור ובקרה		
שם הבחינה:	תורת החשמל		
סמל הבחינה	להנדסאים	90611,90711,92023	לטכנאים 93611,93711,94313

יש להעביר לנבחנים את הערות ו/או התיקונים הבאים

שאלה 3:

שורה ראשונה- צריך להיות:

".....ואז החזירו אותן למצבו הקודם, מצב 2 "

בברכה,
מחלקת בחינות

(07/08) 10-3-20



תורת החשמל

להנדסאים וטכנאים - הנדסת אלקטרוניקה

להנדסאים וטכנאים - הנדסת חשמל

להנדסאים - הנדסת מכשור ובקרה

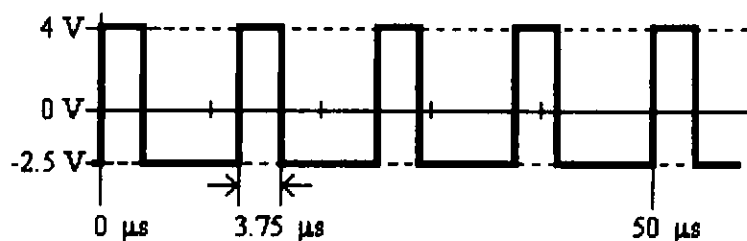
הנחיות לנבחנים

- א. משך הבחינה : ארבע שעות
- ב. מבנה השאלון ומפתח הערכה : בשאלון 9 שאלות.
יש לענות על 5 שאלות בלבד לבחירתך.
כל השאלות שוות בערך - 20 נקודות.
סך הכול 100 נקודות.
- ג. חומר עזר מותר בשימוש : 1. מחשבון (אין להשתמש במחשב נייד או במחשב כף-יד או במחשבון בעל תקשורת חיצונית).
2. חוברת עזר בתורת החשמל שבהוצאת מה"ט. בחוברת לא ימצא חומר כתוב.
- ד. הוראות מיוחדות : 1. אם בשאלה לא נאמר אחרת, רכיבי המעגל הם רכיבים להלכה (אידיאליים).
2. חובה לתת 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 שיבדקו לבקשתך על ידי מעריכי הבחינה. לא יבדקו תשובות עודפות על הנדרש.
- ה. הוראות כלליות : 1. יש לקרוא בעיון את כל השאלות.
2. את התשובות יש לכתוב במחברת **בעט בלבד**, בכתב יד ברור ונקי. (גם בכך תלויה הערכת הבחינה).
3. יש להתחיל כל תשובה בעמוד חדש תוך ציון מספר השאלה והסעיף. אין צורך להעתיק את השאלה או הסעיף.
4. טיוטה תעשה במחברת הבחינה בלבד. יש לכתוב "טיוטה" ולהעביר קו על התשובה כדי שלא תיבדק.
5. יש להציג פתרון מלא ומנומק כולל חישובים כשצריך. הצגת תשובה סופית ללא דרך הפתרון לא תזכה לניקוד.
6. אם להערכתך חסר בשאלה נתון, יש לציין זאת בתשובה ולבחור ערך מתאים שיאפשר לך להמשיך בפתרון השאלה. חובה להסביר ולנמק את הבחירה.

בהצלחה !

שאלה 1

אות חמתח שבאיור, נמדד בין חודקים של נגד.



א. (5 נקודות)

מה ממוצע אות חמתח שבאיור?

ב. (8 נקודות)

מה הערך היעיל, שורש-ממוצע-הריבועים (RMS), של אות חמתח שבאיור?

ג. (4 נקודות)

מה גודלם של $U_{\max}$ ו- ω באות $u(t) = U_{\max} \sin \omega t$, השקיל בתדירות היסודית ובחספק, לאות חמתח שבאיור?

ד. (3 נקודות)

באמצעות איזה מכשיר מדידה צפו ומדדו את האות שבאיור?

שאלה 2

יש לבנות סוללה של תאים חשמליים שתספק אנרגיה לנגד עומס של 8Ω .
על הסוללה לספק לפחות 25 Wh , במשך 30 min .

הסוללה תהיה בנויה K ענפים שמחוברים זה לזה במקביל, ובכל ענף L תאים שמחוברים זה לזה בטור.

לכל אחד מהתאים שממם יש לבנות את הסוללה, כוח אלקטרומניע (כא"מ) של 1.453 V , ההתנגדות הפנימית של 0.7Ω , ומטען חשמלי של 200 mAh .

א. (4 נקודות)

מה הזרם המזערי בנגד העומס שתוך הזמן הנדרש, יתן את כמות האנרגיה הדרושה?

ב. (4 נקודות)

כמה ענפים יש לחבר במקביל זה לזה? (יש לעגל כלפי מעלה את תוצאת החישוב).

ג. (4 נקודות)

כמה תאים יש לחבר בטור זה לזה? (יש לעגל כלפי מעלה את תוצאת החישוב).

בונים את הסוללה, על פי תוצאות החישוב של שני הסעיפים האחרונים, ומחברים אליה את נגד העומס.

ד. (4 נקודות)

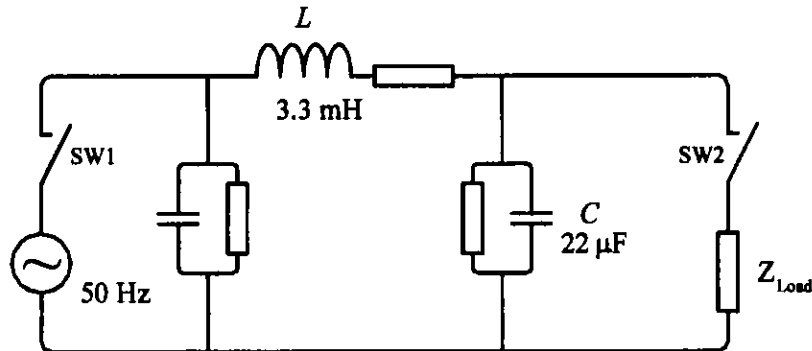
מה הספק נגד העומס כשהוא מחובר לסוללה?

ה. (4 נקודות)

מה איבודי ההספק בסוללה ומה נצילות המעגל?

שאלה 3

לאחר ששני המתגים, SW1 ו-SW2, שבמעגל, היו במצב מופסק off זמן ארוך מאוד, העבירו את המתג SW2 למצב מחובר on, ועל ידי כך העומס Z_{Load} חובר למעגל.



א. (4 נקודות)

האם חיבור העומס למעגל שינה את כמות האנרגיה שאגורה בסליל? יש לנמק בקיצור נמרץ.

חיברו את מקור המתח למעגל על ידי העברת מתג SW1 למצב מחובר on, וחיכו עד שכל תופעות המעבר יחלפו. במצב המתמיד, המתח הרגעי שבין הדקי הקבל, והזרם שעובר בהשראות נתונים בביטויים אלה:

$$u_C(t) = (300 \text{ V}) \sin(\omega t) \quad i_L(t) = (4 \text{ A}) \sin(\omega t - 0.4)$$

8 ms מרגע תחילת המחזור האחרון של אות מתח המקור, הפסיקו את הזרם של מקור המתח, העבירו את המתג SW1 למצב מופסק.

ב. (4 נקודות)

מה המתח שבין הדקי הקבל C ברגע הפסקת הזרם?
כמה אנרגיה וכמה מטען אגורים בקבל ברגע זה?

ג. (4 נקודות)

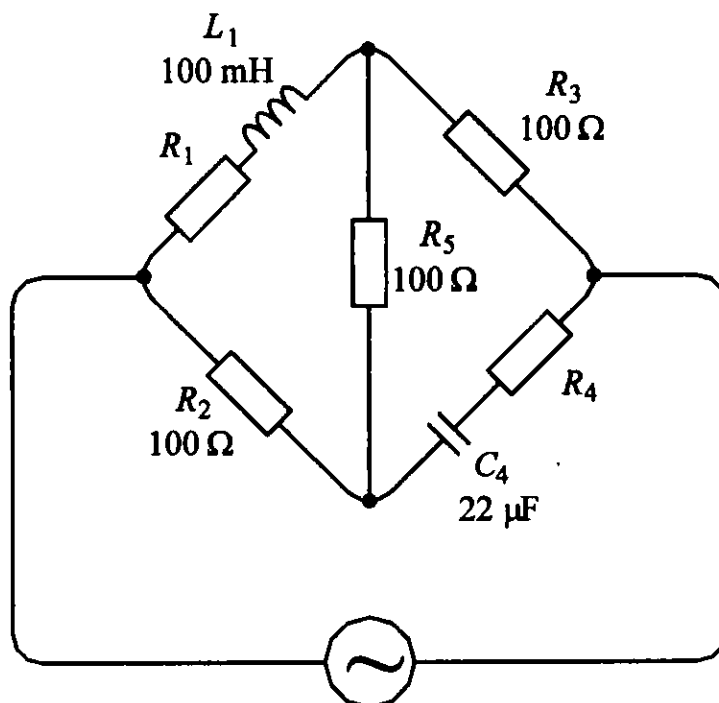
מה הזרם שעובר בהשראות L ברגע הפסקת הזרם?
כמה אנרגיה אגורה בהשראות ברגע זה?

ד. (4 נקודות)

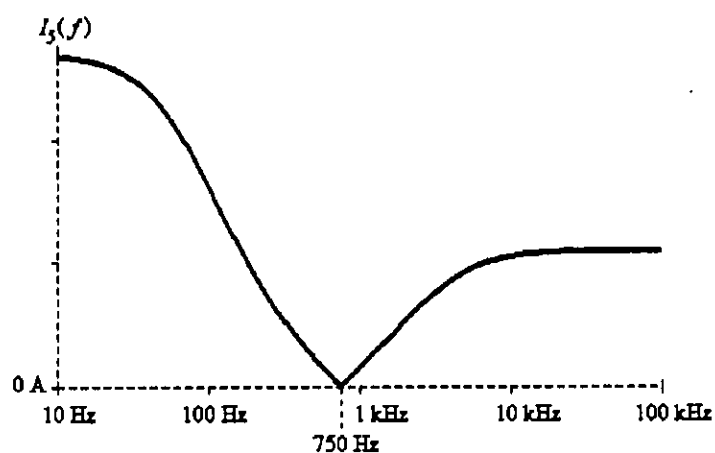
מה יקרה לאנרגיה שאגורה בקבל ובסליל?

שאלה 4

The AC voltage source in this circuit, has a constant amplitude:



This graph shows the dependence of the current in resistor R_5 on the source frequency:



a. { 20 points }

What is the value of resistor R_1 and resistor R_4 ?

שאלה 5

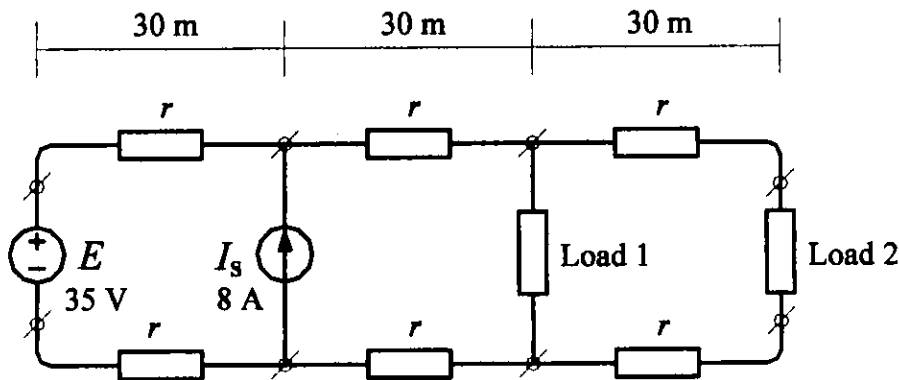
החספק והמתח הנקוב של כל אחד משני המכשירים Load 1 ו- Load 2 שבאיור, 210 W ו-28 V, והאופיין החשמלי שלהם הוא אופיין של התנגדות.

שני המכשירים מחוברים בינם לבין עצמם, ואל מקור הזרם הישר ומקור המתח הישר, באמצעות מוליכי נחושת ששטח החתך שלהם 2.5 mm^2 . המרחקים שבין המקומות שבהם נמצאים המכשירים והמקורות, נתונים באיור.

כשחטמפרטורה של הנחושת 20°C , ההתנגדות הסגולית שלה $\rho_{\text{Cu}}(\theta = 20^\circ\text{C}) = 17.54 \frac{\text{m}\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$,

ומקדם הטמפרטורה $\alpha_\theta = 4 \times 10^{-3} \frac{1}{^\circ\text{C}}$.

להתנגדות הפנימית של מקור המתח ולמוליכות הפנימית של מקור הזרם, אין השפעה ניכרת על פעולת המעגל, ולכן אין חן נתונות.



בשעות הבוקר חטמפרטורה של מוליכי הנחושת 20°C .

א. (14 נקודות)

מה הספק המכשיר Load 1 במעגל שבאיור?

ב. (4 נקודות)

מה הספק מקור הזרם, ומה הספק מקור המתח?

בשעות הצהריים חטמפרטורה של מוליכי הנחושת עלתה ל- 45°C .

ג. (2 נקודות)

מה תהיה מגמת השינוי של ההתנגדות של מוליכי הנחושת שבמעגל?

איך הדבר ישפיע על הספק המכשירים? החספק יגדל או יקטן? אין צורך בחישובים אלא בנימוק קצר.

שאלה 6

התרשים של ליבת אלקטרומגנט שבנויה בצורת טבעת, נתון באיור.

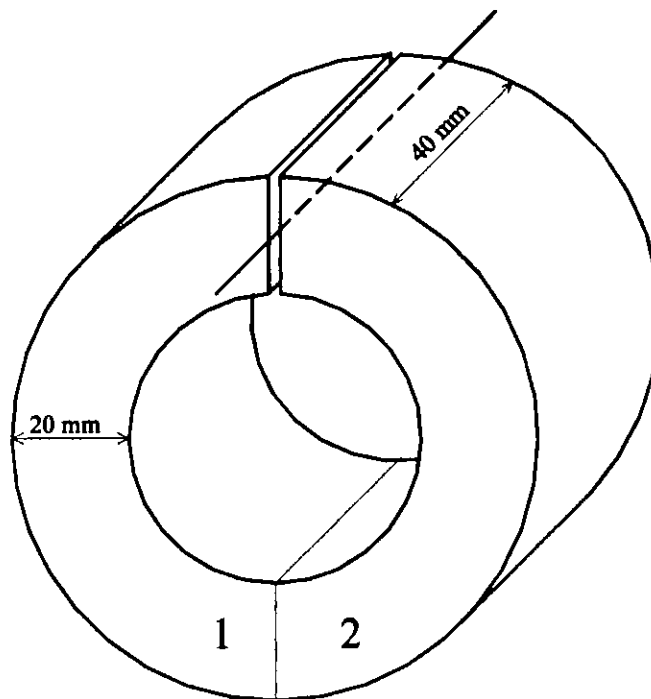
על חליבה מותקן סליל שאינו נראה באיור, ובו 500 כריכות.

אורך חריץ האוויר שבטבעת, $l_g = 2 \text{ mm}$, העובי שלה 20 mm, ו-40 mm רוחבה.

האורך הממוצע של מסלול השטף המגנטי בכל אחד משני החומרים הפרומגנטיים שממם עשויה הטבעת,

$$l_{F1} = l_{F2} = 80 \times 10^{-3} \text{ m}$$

החדירות היחסית של שני חומרים אלה $\mu_{r1} = 1500$ $\mu_{r2} = 700$



א. (16 נקודות)

כמה זרם יש להעביר בסליל, על מנת שהשדה המגנטי בחריץ האוויר יהיה $B_g = 0.01 \text{ T} = 0.01 \frac{\text{Wb}}{\text{m}^2}$?

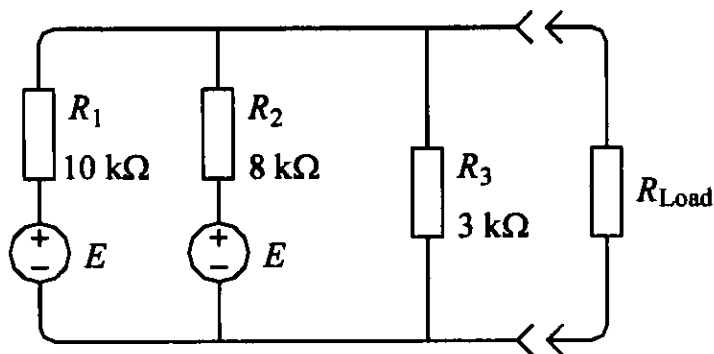
באמצע חריץ האוויר התקינו מוליך ישר. המוליך ניצב לפני הטבעת ומקביל לרוחב הטבעת, כמתואר באיור. דרך המוליך עובר זרם-ישר של 5 A ובסליל עובר זרם-ישר שממלא את הדרישה לעיל.

ב. (4 נקודות)

מה הכוח שיפעל על המוליך?

שאלה 7

החספק המרבי שמסוגל המעגל שבאיור, לחעביר אנרגיה לנגד העומס R_{Load} , 2.8 W .



א. (4 נקודות)

מה התנגדות נגד העומס R_{Load} בנקודת העבודה שבה החספק של המעגל, מרבי?

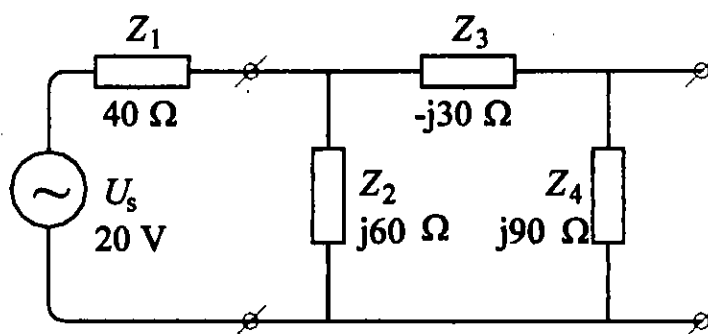
ב. (12 נקודות)

מה הכוח האלקטרו-מניע של מקורות המתח?

ג. (4 נקודות)

מה יהיה חספק המעגל, אם יגדילו את התנגדות נגד העומס פי שניים?

שאלה 8



א. {8 נקודות}

מה הזרם שימדוד מד-זרם המחובר בטור אל מקור המתח שבאיור?

ב. {3 נקודות}

מה ההספק P (ב-W) של מקור המתח?

ג. {3 נקודות}

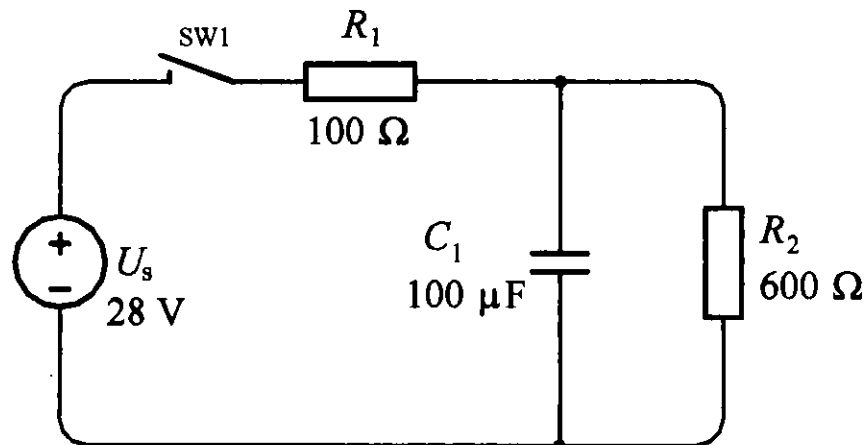
מה ההספק החיגבי Q (ב-Var) של המקור?

ד. {6 נקודות}

מה הפרש המופע (במעלות חשמליות) בין המתח שבין חדקי עכבה Z_4 , למתח המקור?

שאלה 9

חמישה רכיבים במעגל שבאיור: מקור מתח ישר U_s , מתג SW1, נגד R_1 , קבל C_1 , ונגד R_2 .



לאחר שהמתג SW1 היה במצב מופסק off הרבה מאוד זמן, העבירו אותו למצב מחובר on, וחתחיל תחליך של טעינת הקבל.

א. (5 נקודות)

מה קבוע הזמן של תחליך טעינת הקבל?

ב. (5 נקודות)

מה יחיה המתח שבין חדקי הקבל, בסוף תחליך הטעינה?

ג. (5 נקודות)

לאחר כמה זמן מרגע חתחלת תחליך טעינת הקבל, יגדל הזרם בנגד R_2 ל-80% של ערכו הסופי?

ד. (5 נקודות)

העבירו את המתג למצב מופסק.

מה קבוע הזמן של תחליך פריקת הקבל ממטענו החשמלי?



תורת החשמל

להנדסאים וטכנאים - הנדסת אלקטרוניקה

להנדסאים וטכנאים - הנדסת חשמל

להנדסאים - הנדסת מכשור ובקרה

הנחיות לנבחנים

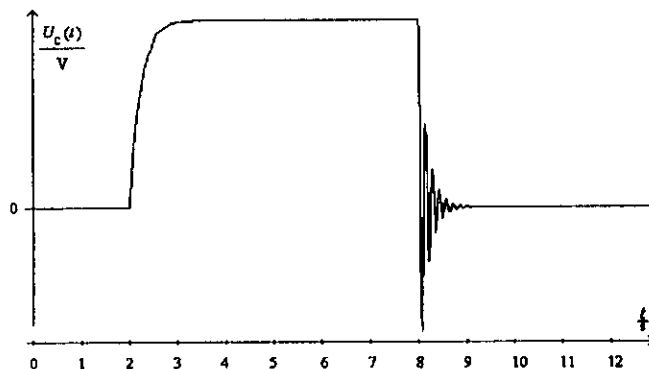
- א. משך הבחינה : ארבע שעות
- ב. מבנה השאלון ומפתח הערכה : בשאלון 8 שאלות.
יש לענות על 5 שאלות בלבד לבחירתך.
כל השאלות שוות בערך - 20 נקודות.
סך הכול 100 נקודות.
- ג. חומר עזר מותר בשימוש :
1. מחשבון (אין להשתמש במחשב נייד או במחשב כף-יד או במחשבון בעל תקשורת חיצונית).
 2. חוברת עזר בתורת החשמל שבהוצאת מה"ט. בחוברת לא ימצא חומר כתוב.
- ד. הוראות מיוחדות :
1. אם בשאלה לא נאמר אחרת, רכיבי המעגל הם רכיבים להלכה (אידיאליים).
 2. חובה לתת 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 שיבדקו לבקשתך על ידי מעריכי הבחינה. לא יבדקו תשובות עודפות על הנדרש.
- ה. הוראות כלליות :
1. יש לקרוא בעיון את כל השאלות.
 2. את התשובות יש לכתוב במחברת **בעט בלבד**, בכתב יד ברור ונקי. (גם בכך תלויה הערכת הבחינה).
 3. יש להתחיל כל תשובה בעמוד חדש תוך ציון מספר השאלה והסעיף. אין צורך להעתיק את השאלה או הסעיף.
 4. טיוטה תעשה במחברת הבחינה בלבד. יש לכתוב "טיוטה" ולהעביר קו על התשובה כדי שלא תיבדק.
 5. יש להציג פתרון מלא ומנומק כולל חישובים כשצריך. הצגת תשובה סופית ללא דרך הפתרון לא תזכה לניקוד.
 6. אם להערכתך חסר בשאלה נתון, יש לציין זאת בתשובה ולבחור ערך מתאים שיאפשר לך להמשיך בפתרון השאלה. חובה להסביר ולנמק את הבחירה.

בהצלחה !

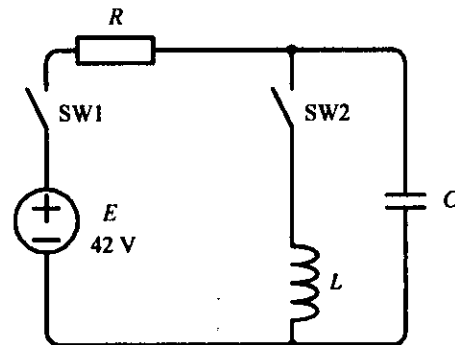
שאלה 1

תרשים החיבורים של מכשיר חשמלי, נתון באיור הימני, ובאיור השמאלי נתון גרף אות המתח שעל הדקי הקבל כפי שנמדד בעת הפעלת המכשיר במצבי עבודה שונים.

בתחילת התצפית במתח הקבל, $t = 0$ s, שני המתגים SW1 ו-SW2 נמצאים במצב מופסק (off)



אות המתח שעל הדקי הקבל



תרשים חיבורים

ההתנגדות הנגד R שבאיור 150Ω .

הקבל C שבאיור, הוא הקיבול השקיל של 14 קבלים שווים, שמחוברים זה לזה במקביל.

הקיבול של קבל אחד $110 \mu\text{F}$.

ההשראות L היא של סליל שבנוי מטבעת של חומר פרומגנטי ושעליה מלופפות 300 כריכות. האורך של מסלול השטף המגנטי שבטבעת 0.4 m ושטח החתך של המסלול $5 \times 10^{-4} \text{ m}^2$. החדירות היחסית של החומר שממנו עשויה הטבעת $\mu_r = 2150$. (ההתנגדות של הכריכות קטנה מאוד ולכן היא לא נתונה).

א. { 3 נקודות }

לאחר כמה זמן מתחילת התצפית באות המתח שבאיור, העבירו את המתג SW1 למצב מחובר (on)? וכמה זמן לאחר שהעבירו את המתג SW1 למצב מחובר, גם העבירו את המתג SW2 למצב מחובר?

ב. { 5 נקודות }

לאחר שחלפו כל תופעות המעבר, כמה אנרגיה אגורה בקבל C בכל אחד משלושת מצבי העבודה של המכשיר שמצויינים לעיל?

ג. { 6 נקודות }

לאחר שחלפו כל תופעות המעבר, כמה אנרגיה אגורה בהשראות L בכל אחד ממצבי העבודה?

ד. { 5 נקודות }

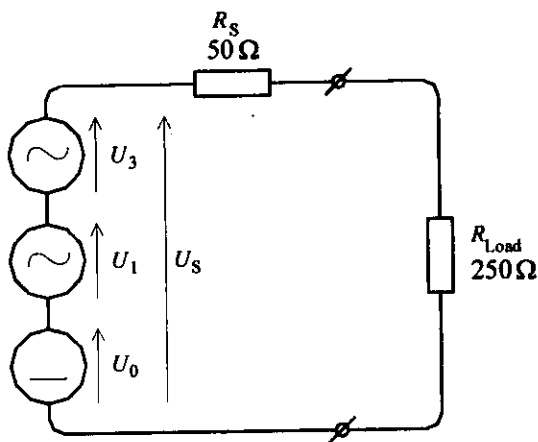
מה ההספק בנגד R בכל אחד ממצבי העבודה של המעגל?

שאלה 2

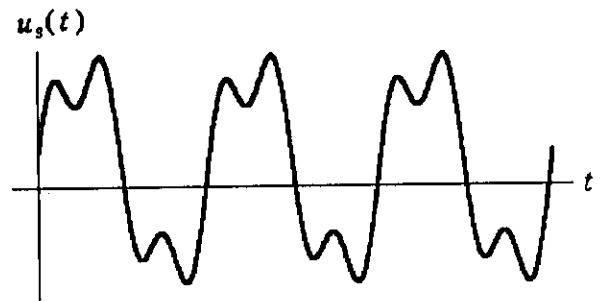
מקור מתח U_S מחובר לנגד עומס R_{Load} . באיור השמאלי נתון המעגל החשמלי של החיבור. במעגל הזה, מקור המתח U_S שקיל (על פי משפט ההרכבה) לשלושה מקורות שמחוברים זה לזה בטור: מקור מתח ישר, U_0 , ושני מקורות מתח חילופים, U_1 ו- U_3 . ההתנגדות R_S היא ההתנגדות הפנימית השקילה של מקור המתח. באיור הימני נתון אות מתח ההדקים של המקור כשלא מחובר אליו כל עומס חשמלי. אות המתח מחזורי ולא סינוסואידלי.

$$u_S(t) = u_0(t) + u_1(t) + u_3(t)$$

$$u_0(t) = 5 \text{ V} \quad u_1(t) = 37 \sin(\omega_1 t) \text{ V} \quad u_3(t) = 14 \sin(3\omega_1 t + 0.45) \text{ V} \quad \omega_1 = 7540 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$



המעגל החשמלי השקיל
של מקור המתח U_S ונגד העומס R_{Load}



אות מתח ההדקים של המקור U_S

א. { 3 נקודות }

מה התדירות של מקור המתח U_3 ?

ב. { 3 נקודות }

מה ממוצע המתח שבין הדקי ההתנגדות R_{Load} ?

ג. { 8 נקודות }

מה המתח היעיל U_{RMS} שבין הדקי ההתנגדות R_{Load} ?

ד. { 3 נקודות }

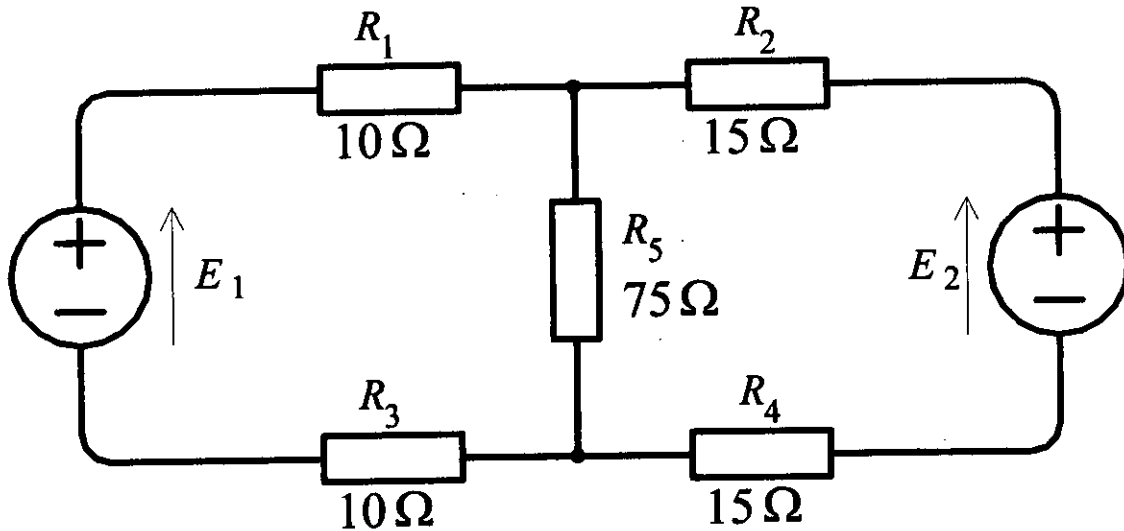
מה ההספק בנגד העומס?

ה. { 3 נקודות }

כמה מטען חשמלי עובר בנגד העומס במשך 45 s?

שאלה 3

ההתנגדות R_5 שבאיור, מייצגת עומס חשמלי של מכשיר כלשהו. ההתנגדויות האחרות מייצגות את האיבודים במוליכים שבין מקורות המתח הישר ובין המכשיר ואת ההתנגדות הפנימית של המקורות. מתח המקור E_1 50 V וידוע שהזרם בהתנגדות R_5 0.6 A.



א. { 12 נקודות }

מה המתח של המקור E_2 ?

ב. { 4 נקודות }

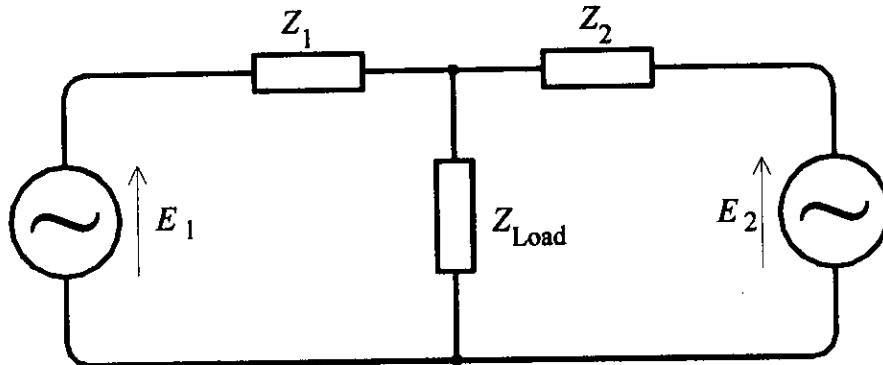
מה ההספק של כל אחד ממקורות המתח?

ג. { 4 נקודות }

מה היחס בין ההספק שבהתנגדות R_5 ובין ההספק של שני המקורות (נצילות העברת האנרגיה מהמקורות לעומס)?

שאלה 4

באיור שלהלן נתון מעגל חשמלי ובו העומס Z_{Load} מחובר לשני מקורות מתח חילופיים.



הגודל והזווית של כל אחד ממרכיבי המעגל הם:

$$E_1 = 48 \text{ V} \angle +30^\circ$$

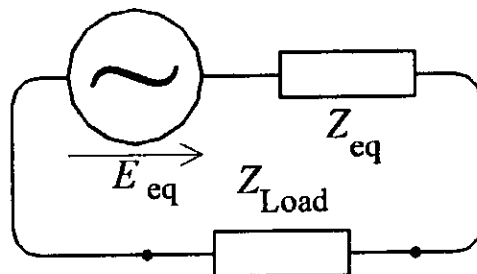
$$E_2 = 52 \text{ V} \angle -45^\circ$$

$$Z_1 = 4 \Omega \angle +75^\circ$$

$$Z_2 = 8 \Omega \angle +60^\circ$$

א. { 12 נקודות }

מה הגודל והזווית של מקור המתח E_{eq} ושל העכבה Z_{eq} במעגל השקיל למעגל שלעיל:



ב. { 4 נקודות }

מה העכבה Z_{Load} שיש לחבר במעגל כך שהזרם שיעבור דרכה יהיה הזרם המרבי האפשרי במעגל?

ג. { 4 נקודות }

האם על פי נתוני השאלה אפשר לדעת מה התדירות של זרם החילופיים?

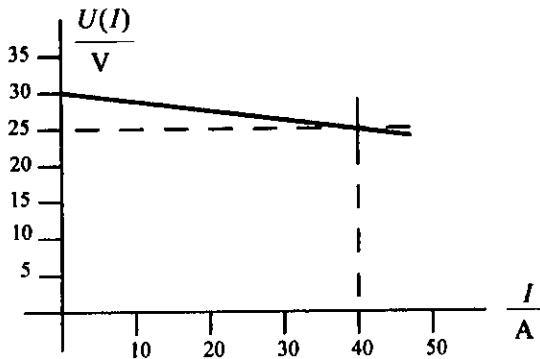
אם כן, מהי?

אם לא, מה הנתון החסר שעל פיו אפשר יהיה לחשב את התדירות?

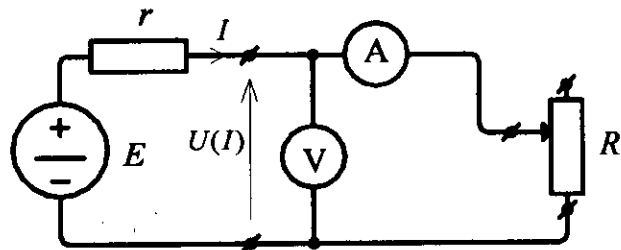
שאלה 5

השרטוט שמימין, מתאר את מעגל המדידה של האופיין החשמלי $U(I)$ של ספק כוח זרם ישר. ספק הכוח מיוצג על ידי מקור המתח E וההתנגדות הפנימית r .

כדי למדוד את האופיין $U(I)$ של ספק הכוח חיברו אותו אל הגד המשתנה R ומדדו את מתח ההדקים של הספק ואת הזרם שעובר דרכו בהרבה נקודות עבודה אפשריות. תוצאות המדידה מוצגות בגרף שלהלן. אין מד הזרם ומד המתח משפיעים על תוצאות המדידה.



גרף תוצאות המדידה



המעגל החשמלי של מעגל המדידה

א. { 6 נקודות }

מה הכוח האלקטרומוטי (כא"מ) E של ספק הכוח ומה r ההתנגדות הפנימית השקילה שלו?

ב. { 4 נקודות }

מה ההתנגדות R של הגד המשתנה, בנקודת העבודה שמסומנת בגרף בקווים המקווקווים?

ג. { 6 נקודות }

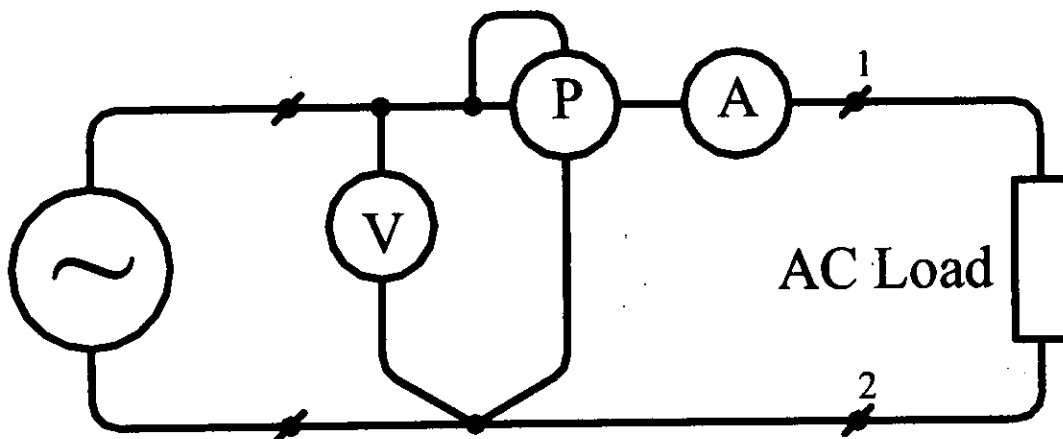
מה הזרם והמתח בנקודת העבודה שבה ההספק של ספק הכוח מרבי, ומה ההספק בנקודה זו?

ד. { 4 נקודות }

מה צריכה להיות ההתנגדות הפנימית של מד הזרם ושל מד המתח כדי שהיא לא תשפיע לחלוטין על תוצאות המדידה?

שאלה 6

כדי לבדוק את צריכת האנרגיה בזרם חילופים של מכשיר חשמלי חד-מופעי AC Load, חיברו אותו לפי תרשים החיבורים שבאיור. במד המתח קראו 225 V, במד הזרם 6.7 A, ובמד ההספק קראו 875 W. העכבה הפנימית של כל אחד ממכשירי המדידה אינה משפיעה על תוצאות המדידה, וגם כך ההתנגדות הפנימית של מקור המתח.



א. { 6 נקודות }

מה ההתנגדות וההיגב שמחוברים זה לזה בטור, במעגל חשמלי השקיל למכשיר.

ב. { 8 נקודות }

מה ההתנגדות וההיגב שמחוברים זה לזה במקביל, במעגל חשמלי השקיל למכשיר.

במקביל לעומס, בין הדק 1 ל-2, חיבורו קבל, וכתוצאה מכך, בהשוואה למדידה לעיל, גדלה תוצאת הקריאה של מד הזרם.

ג. { 4 נקודות }

מה אופיו של ההיגב שבעומס, קיבולי או השראי? האם גם תשתנה תוצאת המדידה של שני המכשירים האחרים? אם כן, באיזה מגמה? יש לנמק בקיצור נמרץ.

ד. { 2 נקודות }

איזה מרכיב של המעגל מכתוב את תדירות זרם החילופים שבה פועל המעגל?

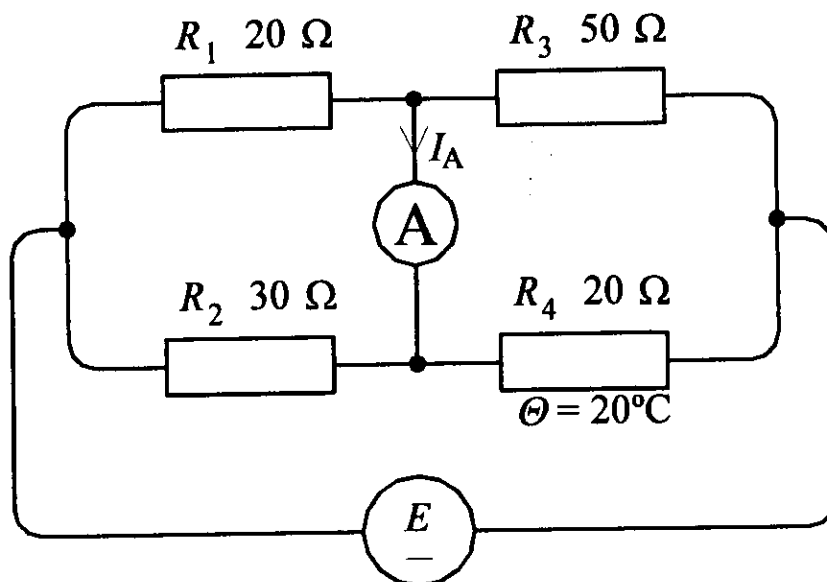
שאלה 7

ארבעה התנגדויות, מד זרם ומקור מתח ישר, במעגל החשמלי שלהלן. מתח המקור E והקוטביות שלו אינם ידועים.

רק ההתנגדות של נגד R_4 תלויה בטמפרטורה שלו לפי קו ישר, ומקדם ההשתנות שלה $\alpha_\theta = 0.04 \frac{1}{^\circ\text{C}}$.

ההתנגדות של נגד R_4 שבאיור נתונה כשהטמפרטורה שלו 20°C , וזאת גם טמפרטורת הסביבה שבה שרוי המעגל.

ההתנגדות הפנימית של מד הזרם קטנה מאוד ולכן אינה נתונה.



א. (14 נקודות)

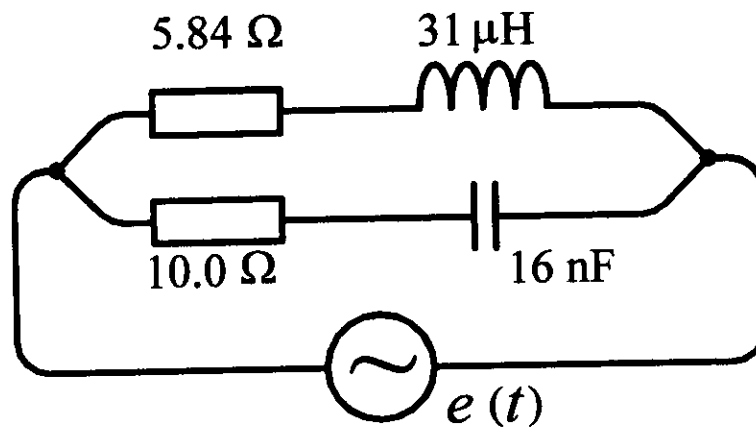
מה המתח של המקור E ומה הקוטביות שלו, כשמד הזרם מוכה 0.3 A וכיוון הזרם כיוון החץ שבאיור?

ב. (4 נקודות)

מה צריכה להיות הטמפרטורה של נגד R_4 על מנת שמד הזרם יוכה 0 A (אפס)?

ג. (2 נקודות)

האם כדי שהנגד R_4 יהיה בטמפרטורה שחושבה קודם, יש לחמם אותו או לקרר אותו?



The voltage source of the above circuit, generate the following signal:

$$e(t) = 594 \text{ mV} \sin(1.445 \times 10^6 t).$$

a) {6 points}

What is the effective value and the phase angle of the current through the inductance?

b) {8 points}

What is the effective value and the phase angle of the voltage across the capacitor?

c) {2 points}

What is the current at the voltage source?

d) {4 points}

Prove that this circuit is at resonance?



תורת החשמל

להנדסאים וטכנאים - הנדסת אלקטרוניקה להנדסאים וטכנאים - הנדסת חשמל להנדסאים - הנדסת מכשור ובקרה

הנחיות לנבחנים

- א. משך הבחינה : ארבע שעות
- ב. מבנה השאלון ומפתח הערכה : בשאלון 8 שאלות.
יש לענות על 5 שאלות בלבד לבחירתך.
כל השאלות שונות בערך - 20 נקודות.
סך הכול 100 נקודות.
- ג. חומר עזר מותר בשימוש : 1. מחשבון (אין להשתמש במחשב נייד או במחשב כף-יד או במחשבון בעל תקשורת חיצונית).
2. חוברת עזר בתורת החשמל שבהוצאת מה"ט. בחוברת לא ימצא חומר כתוב.
- ד. הוראות מיוחדות : 1. אם בשאלה לא נאמר אחרת, רכיבי המעגל הם רכיבים להלכה (אידיאליים).
2. חובה לתת 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 שיבדקו לבקשתך על ידי מעריכי הבחינה. לא יבדקו תשובות עודפות על הנדרש.
- ה. הוראות כלליות : 1. יש לקרוא בעיון את כל השאלות.
2. את התשובות יש לכתוב במחברת **בעט בלבד**, בכתב יד ברור ונקי. (גם בכך תלויה הערכת הבחינה).
3. יש להתחיל כל תשובה בעמוד חדש תוך ציון מספר השאלה והסעיף. אין צורך להעתיק את השאלה או הסעיף.
4. טיוטה תעשה במחברת הבחינה בלבד. יש לכתוב "טיוטה" ולהעביר קו על התשובה כדי שלא תיבדק.
5. יש להציג פתרון מלא ומנומק כולל חישובים כשצריך. הצגת תשובה סופית ללא דרך הפתרון לא תזכה לניקוד.
6. אם להערכתך חסר בשאלה נתון, יש לציין זאת בתשובה ולבחור ערך מתאים שיאפשר לך להמשיך בפתרון השאלה. חובה להסביר ולנומק את הבחירה.

בהצלחה !

שאלה 1

שני מכשירים חד-מופעיים מחוברים למקור מתח חילופים חד-מופעני שהמתח שלו 230 V .
נתוני צריכת האנרגיה של המכשירים:

$$P_1 = 3000\text{ W} \quad U_n = 230\text{ V} \quad PF_1 = 0.82 \text{ (inductive)}$$

$$S_2 = 4000\text{ VA} \quad U_n = 230\text{ V} \quad PF_2 = 0.87 \text{ (inductive)}$$

PF – Power factor, גורם (מקדם) הספק.

א. { 2 נקודות }

כדי ששני המכשירים יפעלו כשורה, מה צורת החיבור שלהם אל מקור המתח?
(טור, מקביל, מעורב, כוכב, משולש)

ב. { 4 נקודות }

מה ההספק הפעיל (active) שנמדד ב- W , של מקור המתח כששני המכשירים מחוברים אליו?

ג. { 4 נקודות }

מה ההספק ההיגבי (reactive) שנמדד ב- VAR , של מקור המתח?

ד. { 4 נקודות }

מה ההספק הנדמה (apparent) שנמדד ב- VA , של מקור המתח?

נוסף על שני המכשירים שכבר מחוברים אל מקור המתח, חיברו סוללת קבלים

$$Q_C = 500\text{ VAR} \quad U_n = 230\text{ V}$$

ה. { 2 נקודות }

מי מבין שלושת ההספקים שחושבו בסעיפים לעיל ישתנה כתוצאה מחיבור הקבלים?

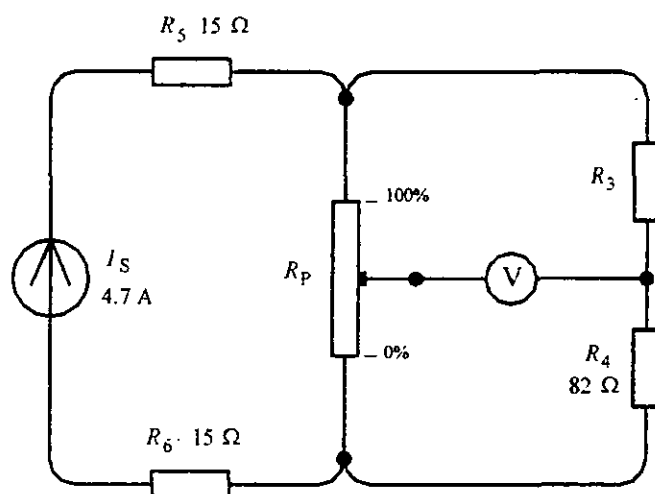
מה מגמות השינוי?

ו. { 4 נקודות }

מה הגודל של הזרם במקור המתח כשהקבלים מחוברים?

שאלה 2

ההתנגדות של מד המתח שבמעגל שבאיור אינסופית ($R_V = \infty \Omega$), וההתנגדות של הפוטנציומטר R_P לינארית.



א. { 5 נקודות }

הזיזו את הזחלן, המגעת הנעה של הפוטנציומטר R_P עד אשר מד המתח הראה 0 V. במצב זה עמד הזחלן על 35% מההתנגדות של הפוטנציומטר. מה ההתנגדות של הנגד R_3 ?

ב. { 5 נקודות }

בחרו את הפוטנציומטר R_P כך שעשירית (1/10) מהזרם של מקור הזרם יזרום דרכו. מה ההתנגדות של הפוטנציומטר R_P ?

ג. { 3 נקודות }

כמה מתח ימדוד מד המתח אם יציבו את הזחלן של הפוטנציומטר על 100% התנגדות?

ד. { 3 נקודות }

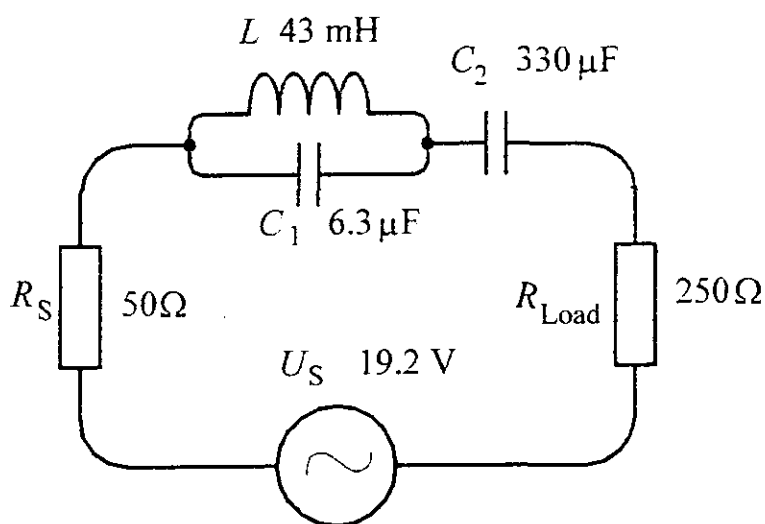
כמה מתח ימדוד מד המתח אם יציבו את זחלן הפוטנציומטר על 0% התנגדות?

ה. { 4 נקודות }

מה המתח שבין ההדקים של מקור הזרם?

שאלה 3

שני תדרים של תהודה יש למעגל שבאיור: תהודה של זרמים – תהודה מקבילית, ותהודה של מתחים – תהודה טורית.
הגודל של מתח המקור קבוע, ואת התדירות שלו אפשר לקבוע לכל ערך רצוי.



א. { 4 נקודות }

מה התדירות הזוויתית שבה המעגל יהיה בתהודה של זרמים?
היחידות של התדירות הזוויתית rad/s.

ב. { 8 נקודות }

מה התדירות הזוויתית שבה המעגל יהיה בתהודה של מתחים?

ג. { 5 נקודות }

מה הזרם בנגד העומס R_{Load} בכל אחד משני המקרים שבהם התדירות של מקור המתח שווה לתדירות התהודה של המעגל?

ד. { 3 נקודות }

מה המתח שבין הדקי ההשראות L כשהתדירות של מקור המתח שווה לתדירות התהודה המקבילית?

שאלה 4

מוליך נחושת מבודד שאורכו 1.35 m ושטח החתך שלו 0.15 mm^2 , מלופף 240 כריכות על טבעת של חומר

פרומגנטי. ההתנגדות הסגולית של נחושת $\rho_{cu} = 0.0175 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$. האורך של מסלול השטף המגנטי

שבטבעת 90 mm , שטח החתך שלה 65 mm^2 , והמאון שלה $8.77 \times 10^5 \frac{1}{\text{H}}$.

החומר שממנו עשויה הטבעת נכנס לרוויה מגנטית כשצפיפות השטף המגנטי B שבו גדול מ- 0.3 T .

א. { 4 נקודות }

מה ההתנגדות של המוליך מנחושת?

ב. { 4 נקודות }

מה ההשראות של הסליל שיוצרים המוליך והטבעת?

ג. { 6 נקודות }

מה הגודל של הזרם החשמלי במוליך הנחושת שיביא את החומר הפרומגנטי של הטבעת לסף רוויה?

ד. { 6 נקודות }

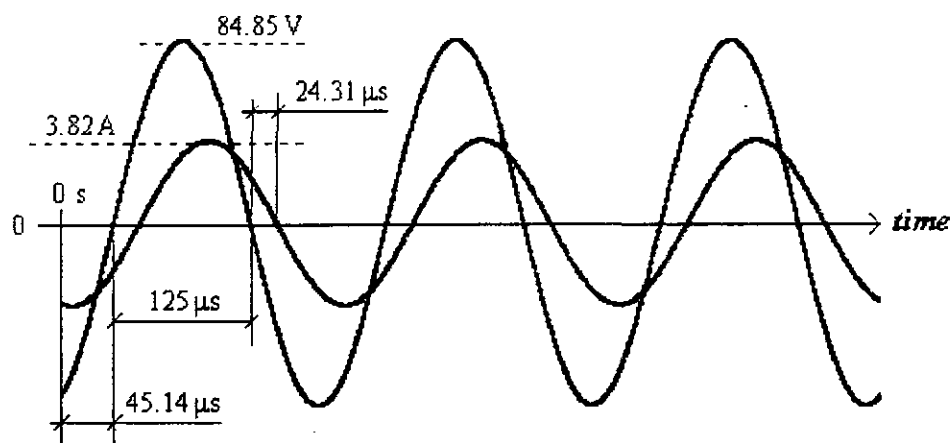
מה הגודל של המתח היעיל של המקור שהתדירות שלו 400 Hz , שיביא את הטבעת לסף רוויה?

שאלה 5

The current and the voltage AC signals of an impedance are given in the figure.

Both signals were measured simultaneously.

Both signals were measured relative to the reference AC signal $\sin(\omega t)$, which is not shown in the figure.



a. { 4 points }

What is the nature of impedance? Inductive or Capacitive, Explain!

b. { 4 points }

What is the phase difference between the voltage and current signals?

The answer should be in time units and in electrical degree units.

c. { 4 points }

What is the power factor of the impedance?

d. { 4 points }

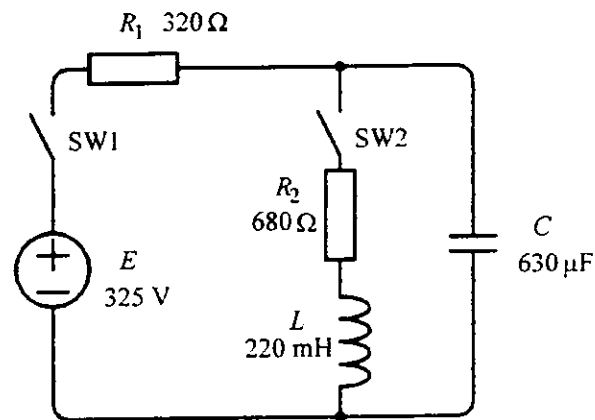
What is the complex polar representation of the voltage signal?

e. { 4 points }

What is the complex polar representation of the current signal?

שאלה 6

מתח המקור שבמעגל שבאיור, ישר.



מעבירים את המתג SW1 למצב מחובר (on), והמתג SW2 נשאר במצב מופסק (off).
לאחר שחלפו כל תופעות המעבר שבמעגל:

א. { 4 נקודות }

כמה אנרגיה אגורה בקבל C?

ב. { 2 נקודות }

מה הזרם בנגד R_1 ?

מעבירים את המתג SW2 למצב מחובר (on), והמתג SW1 נשאר במצב מחובר (on).
לאחר שחלפו כל תופעות המעבר:

ג. { 4 נקודות }

כמה מטען אגור בקבל C?

ד. { 3 נקודות }

מה הזרם בסליל L?

ה. { 3 נקודות }

כמה אנרגיה אגורה בסליל L?

ו. { 4 נקודות }

מה ההספק בנגד R_1 ?

שאלה 7

עומדים לרשותך שמונים (80) תאים השווים זה לזה. הכוח האלקטרו-מניע (כא"מ) של תא אחד 1.27 V , ההתנגדות הפנימית שלו 0.38Ω , והמטען החשמלי שבו 2.2 Ah . ההתנגדות של נגד העומס $R_{\text{Load}} = 1.23 \Omega$.

א. { 3 נקודות }

מה הזרם בנגד העומס אם מחברים את כל התאים זה לזה בטור?

ב. { 3 נקודות }

מה הזרם בנגד העומס אם מחברים את כל התאים זה לזה במקביל?

ג. { 12 נקודות }

מה הזרם בנגד העומס אם מחברים את כל התאים במעורב, כך שההספק בנגד העומס יהיה מרבי? (חובה לעגל את תוצאות החישוב של מספר התאים בכל ענף למספר השלם הקרוב ביותר).

ד. { 2 נקודות }

כמה דקות תספק סוללת התאים שמחוברים במעורב, חשמל לנגד העומס?

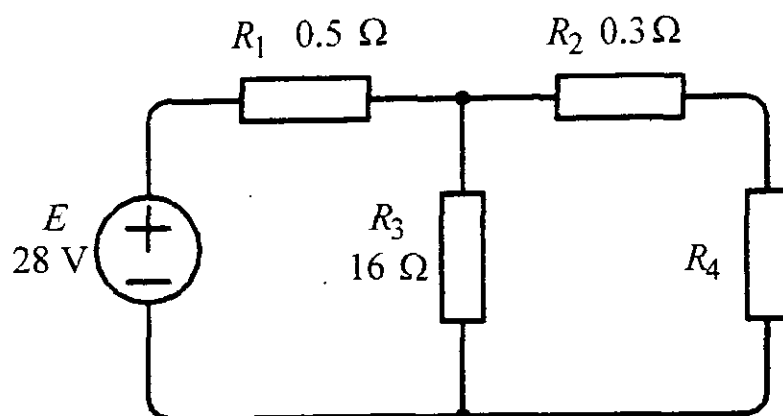
שאלה 8

ההתנגדות של הנגד R_4 שבמעגל החשמלי שבאיור, תלויה בטמפרטורה שלו.

בטמפרטורה של 20°C ההתנגדות שלו $5.2\ \Omega$,

ומקדם ההשתנות של ההתנגדות שלו עם הטמפרטורה $\alpha_\theta = 0.03\ \frac{1}{^\circ\text{C}}$.

המתח שבין הדקי הנגד R_3 $26.5\ \text{V}$.



א. { 5 נקודות }

מה הזרם בנגד R_4 ?

ב. { 3 נקודות }

מה ההתנגדות של הנגד R_4 ?

ג. { 10 נקודות }

מה הטמפרטורה של הנגד R_4 ?

ד. { 2 נקודות }

מה הספק מקור המתח שבמעגל?

בהצלחה

בחינות גמר בבתי ספר להנדסאים וטכנאים
מועד אביב תשס"ו, פברואר-מרץ 2006
שאלון מספר 90611,90711
93611,93711
92023

משרד התעשייה המסחר והתעסוקה
המכון הממשלתי להכשרה בטכנולוגיה ובמדע
מחלקת הבחינות



תורת החשמל

הנדסאי וטכנאי הנדסת חשמל, אלקטרוניקה הנדסאי הנדסת מכשור ובקרה

הנחיות לנבחן

ארבע שעות.

א. משך הבחינה:

בשאלון שמונה שאלות.
מתוכן עליך לענות על 5 שאלות.
משקל כל שאלה הוא 20 נקודות.
סה"כ 100 נקודות.

ב. מבנה השאלון ומפתח הערכה:

ג. חומר עזר מותר בשימוש:
חוברת עזר בתורת החשמל, שבהוצאת מה"ט.
מחשבון, למעט מחשב נישא (מחשב מחברת או דומה)

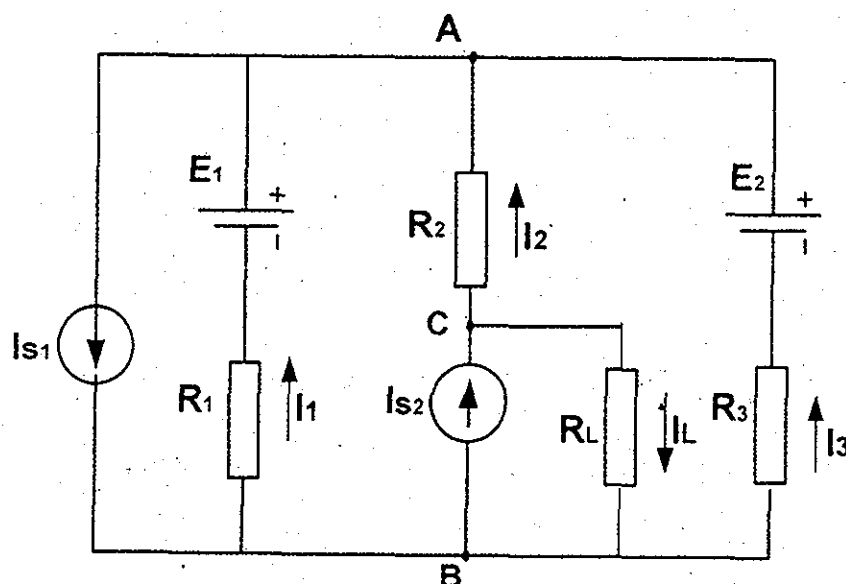
ד. הוראות מיוחדות:

- יש להשאיר את הדף הראשון במחברת הבחינה ריק. בגמר הבחינה יש לרשום בעמוד זה את מספרי השאלות אותן ברצונך שמעריך הבחינה יבדוק. לא יבדקו שאלות עודפות על הנדרש.
- יש להתחיל כל תשובה בראש עמוד חדש. יש להתחיל את הפתרון במשפט "פתרון שאלה א'", x מספר השאלה שבשאלון, אין למספר את עמודי הבחינה.
- יש להעביר קו אלכסוני על הדפים או חלקי השאלה אותם אין ברצונך שהמעריך יקרא.
- אם לדעתך חסר נתון או קיים נתון שגוי בשאלה, עליך לציין זאת במפורש ולהניח הנחה סבירה ומנומקת שתאפשר לך את המשך פתרון השאלה.
- יש לרשום את התשובות בעט שחור או כחול בלבד. אסור להשתמש בנוזל תיקון.

בהצלחה !

שאלה מספר 1

The following figure shows the schema of a DC electric circuit.



$$E_1 = 400 \text{ V} \quad E_2 = 200 \text{ V} \quad I_{s1} = 20 \text{ A} \quad I_{s2} = 10 \text{ A}$$

$$R_1 = R_2 = R_3 = 10 \Omega \quad R_L = 20 \Omega$$

a. (12 points)

Calculate the value of all currents I_1, I_2, I_3, I_L as indicated in the circuit.

b. (6 points)

Calculate the power of all sources.

c. (2 points)

Calculate the efficiency of the circuit if R_L is the resistance of the load.

שאלה מספר 2

באיור מתואר מעגל הפועל בזרם ישר.

א. (14 נקודות)

מהן סכמות התמורה של המעגל לפי תבנית ונרטון בין ההדקים A ו-B ?

ב. (3 נקודות)

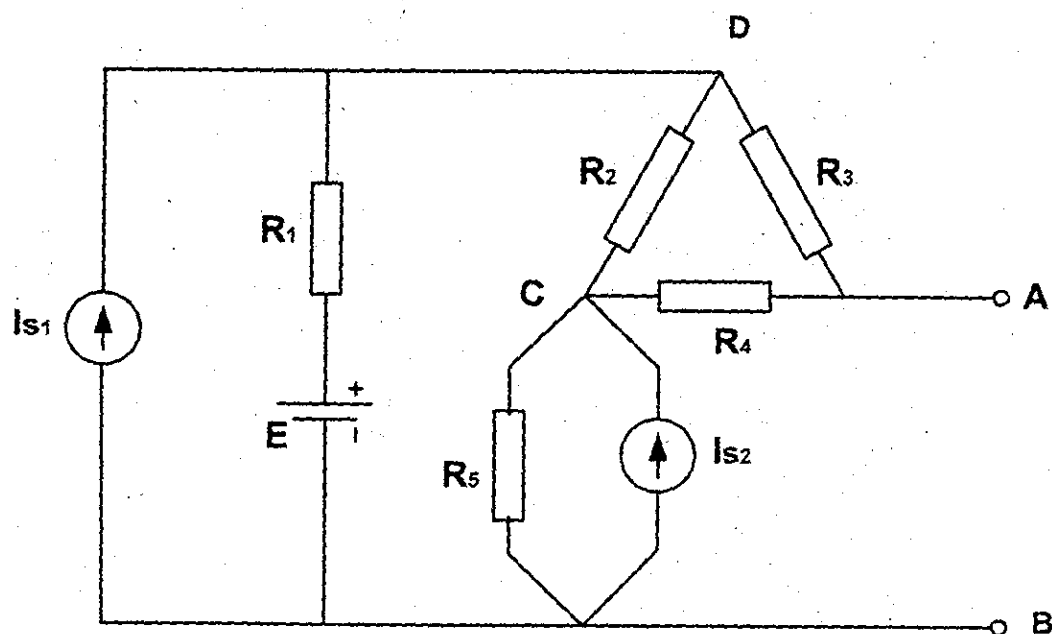
מהי ערכה של התנגדות נגד העומס R_L שיש לחבר בין A ל-B כדי שההספק המועבר בו יהיה מרבי ומהו ערכו?

ג. (3 נקודות)

מהי ערכה של התנגדות נגד R_L שיש לחבר בין ההדקים A ו-B כדי שעוצמת הזרם תהיה שווה ל: 1.5A ; 2.6A

$$E = 12V \quad I_{S1} = 6A \quad I_{S2} = 6A$$

$$R_1 = 4\Omega \quad R_5 = 4\Omega \quad R_2 = R_3 = R_4 = 6\Omega$$

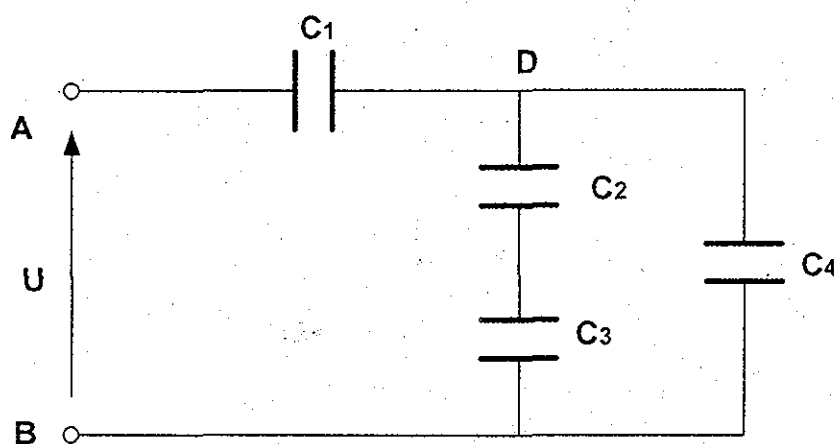


שאלה מספר 3

א. (10 נקודות)

חשב את המתח, המטען והאנרגיה של כל קבל עבור המערכת המתוארת בתרשים.

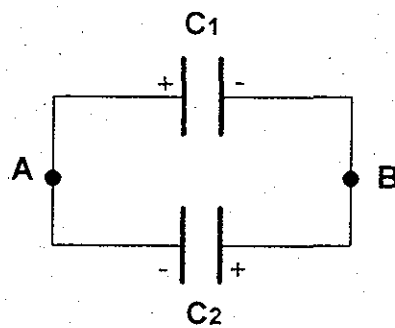
$$U = 500 \text{ V} \quad C_1 = C_2 = C_3 = C_4 = 1 \mu\text{F}$$



ב. (10 נקודות)

שני קבלים בעלי קיבול: $C_1 = 2 \mu\text{F}$, $C_2 = 4 \mu\text{F}$ ומטען חשמלי: $Q_1 = 4 \text{ mC}$, $Q_2 = 2 \text{ mC}$ מחוברים יחדיו לפי התרשים (חיבור נגדי)

- מהו המתח הסופי בין A ל B והמטען של כל קבל זמן רב לאחר חיבורם?



שאלה מספר 4

באיור מתוארת מערכת תאים זהים מחוברת לעומס. הנתונים הנקובים על כל תא הם:

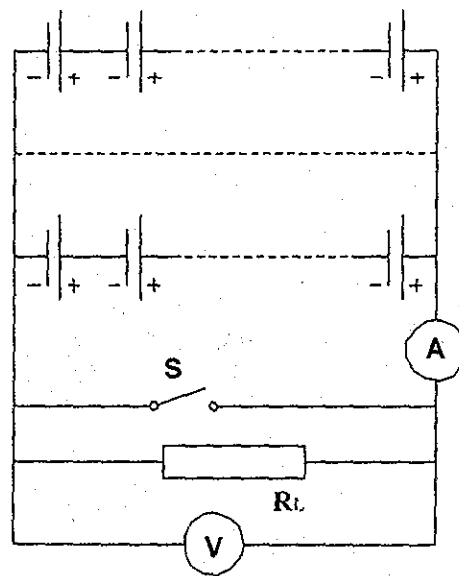
$$E = 4V \text{ (כא"מ)}, r = 1\Omega \text{ (התנגדות פנימית)}, Q_c = 2 Ah \text{ (קיבול)}$$

- כאשר המתג "S" סגור לזמן קצר (קצר) האמפרמטר מראה $20 A$ (זרם קצר)

- כאשר המתג פתוח המעגל עובד במשך שעהיים עד אשר כל מטען התאים נפרק והוולטמטר

מראה $30 V$ על פני העומס R_L .

מספר התאים בכל שורה n , מספר השורות m .

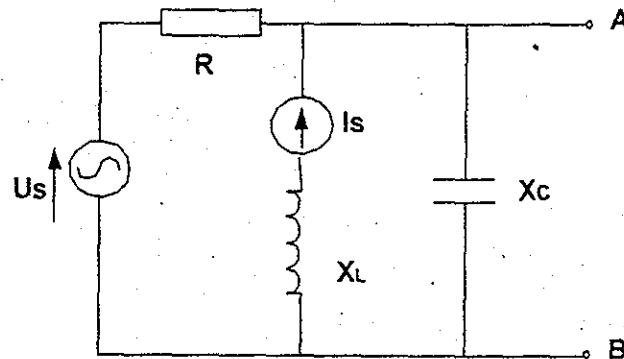


חשב:

- (5 נקודות) המספר הכללי של התאים הדרושים לפי התנאים הני"ל.
- (5 נקודות) התנגדות נגד העומס וזרם העומס.
- (5 נקודות) עוצמת הזרם והמתח של כל תא.
- (5 נקודות) נצילות המערכת.

שאלה מספר 5

באיור מתואר מעגל שפועל בזרם חילופין:



$$I_s = 10A \angle 90^\circ \quad R = X_L = X_C = 10\Omega \quad U_s = 200 \angle 0^\circ$$

- א. (8 נקודות)
מהם הערכים של U_{AB} ו- Z_{AB} במעגל התמורה לפי תבנית בין ההדקים A ו-B.
- ב. (4 נקודות)
חשב את המתח וההספק של מקור הזרם במצב הנתון (ללא עומס).
- ג. (4 נקודות)
חשב את ערכו Z_L של העומס שיש לחבר בין הדקים A ל-B כדי שהספקו יהיה מרבי. (לעומס שני רכיבים) ומהו הספקו?
- ד. (4 נקודות)
במקום העומס בעל שני רכיבים מחובר נגד טהור. חשב את התנגדות הנגד כדי שההספק יהיה מרבי ומהו הספקו?

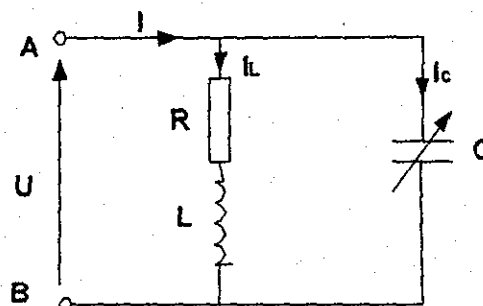
שאלה מספר 6

באיור מתואר מעגל חשמלי בזרם חילופין הנמצא בתהודה.

$$R = 10\Omega \quad X_L = 10\Omega \quad U = 200V \quad \omega = 1000\text{rad/s}$$

א. (12 נקודות).

חשב את קיבולו של הקבל המשתנה במצב של תהודה, הזרמים I_C, I_L, I והחספקים P ו- Q , במצב זה.

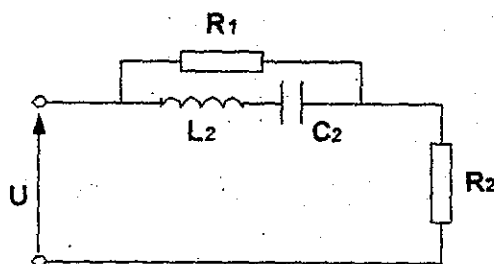


ב. (8 נקודות).

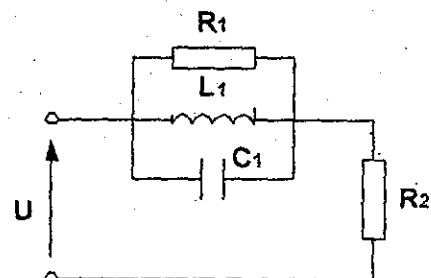
מהו ערכו של המתח על פני הנגד R_2 עבור כל אחד מהמעגלים המתוארים בתרשימים 1 ו-2? כאשר כל אחד נמצא בתהודה? מהו תדר התהודה בכל מצב?

$$C_2 = 40\mu F \quad L_2 = 20\text{mH} \quad C_1 = 10\mu F \quad L_1 = 10\text{mH} \quad R_1 = R_2 = 10\Omega$$

$$U = 200V$$



תרשים 2



תרשים 1

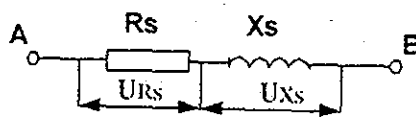
שאלה מספר 7

עבור מעגל זרם חילופין כלשהו בעל אופי השראתי הערכים הרגועים של הזרם והמתח הכלליים הם:

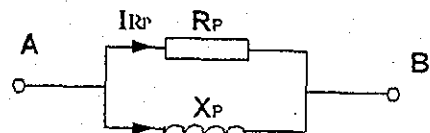
$$u(t) = 240\sqrt{2} \sin(\omega t + 60^\circ) \text{ V}$$

$$i(t) = 30\sqrt{2} \sin(\omega t + 30^\circ) \text{ A}$$

מעגל התמורה עשוי להיות טורי (תרשים 1) או מקבילי (תרשים 2):



תרשים 1



תרשים 2

א. (10 נקודות)

חשב את הערכים עבור שני מעגלי התמורה: R_p, X_p, R_s, X_s :

(3 נקודות).

חשב את ההספקים S, Q, P עבור שני המעגלים.

ב. (4 נקודות)

חשב את המתחים $U_{R_s}; U_{X_s}$ עבור המעגל טורי ואת הזרמים $I_{R_p}; I_{X_p}$ עבור המעגל המקבילי.

ג. (3 נקודות).

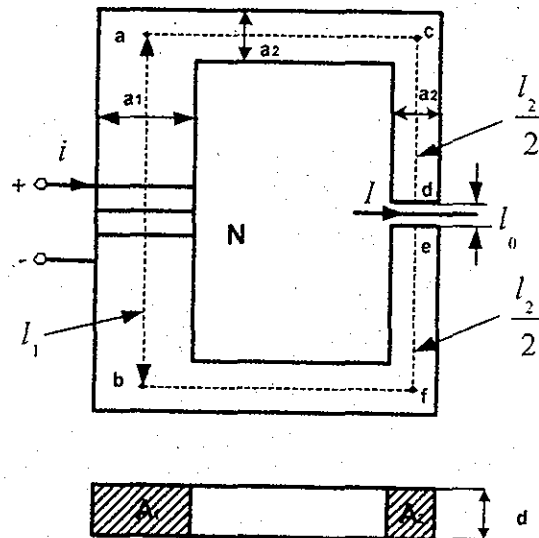
תאר דיאגרמה פאזורית עקרונית מלאה עבור שני המעגלים כאשר עבור המעגל הטורי

יופיעו גם המתחים $U_{R_s}; U_{X_s}$ ועבור המעגל המקבילי יופיעו הזרמים

$I_{R_p}; I_{X_p}$.

שאלה מספר 8

באיור מתואר אלקטרומגנט. הסליל מחובר למקור זרם ישר.



$$l_{de} = l_0 = 2 \text{ cm} , l_{acd} + l_{efh} = l_2 = 50 \text{ cm} , l_{ah} = l_1 = 20 \text{ cm}$$

$$N = 1000 \text{ T} \quad d = 5 \text{ cm} \quad a_2 = 4 \text{ cm} \quad a_1 = 8 \text{ cm}$$

האורכים l_0, l_1, l_2 : הם אורכים ממוצעים של מסלול השטף המגנטי בשלושת החלקים של

המעגל המגנטי בעל חדירות מגנטית יחסית: μ_r .

בחרץ האוויר נמצא מוליך במקביל לצלע בעלת רוחב " a_2 ". כאשר עובר דרך המוליך זרם

שעוצמתו $I = 6 \text{ A}$ הוא נדחף מתוך החרץ בכוח של: 0.2 N .

א. (10 נקודות)

חשב את הערכים של עוצמת השדה: H_0, H_1, H_2 וצפיפות השדה: B_0, B_1, B_2 בכל

אחד מהחלקים של המעגל המגנטי בהנחה ש: $H_0 l_0 = 3 H_1 l_1 = 2 H_2 l_2$

כאשר: $H_0 l_0, H_1 l_1, H_2 l_2$ הם מפלי המתח המגנטיים בשלושת החלקים של המעגל

המגנטי.

ב. (3 נקודות)

חשב את עצמת הזרם i העובר דרך הסליל

ג. (7 נקודות)

חשב את שטף המגנטי, החדירות היחסית המגנטית, מאון המעגל המגנטי

והשראותו של הסליל.

מה"ט
המכון הממשלתי להכשרה בטכנולוגיה ובמדע
מחלקת הבחינות

דחוף!

16.2.06

תאריך

לכבוד
מכללות מה"ט

הנדון: תיקונים והבהרות לבחינה גמר ממלכתית מועד אביב 2006

שם הבחינה: תורת החשמל מגמה: חשמל, אלקטרוניקה, מכשור
ובקרה

סמל 90611,90711,93611 (הנדסאים) (טכנאים)
הבחינה: 93711,92023

שאלה 4:

יש להבהיר לנבחנים:

שהמערכת עובדת במשך שעתיים ומד המתח מראה כל זמן זה 30 וולט.

שאלה 8:

יש להבהיר לנבחנים:

1. סעיף ג' לשאלה אין לחשב את החדירות היחסית המגנטית.

2. בנתונים לשאלה אורך חריץ האוויר - 2 מ"מ

בברכה,
מחלקת בחינות

07-3-10 (02/05)

נשלח באמצעות דואר אלקטרוני.
גיבוי ישלח בשלב מאוחר יותר באמצעות פקס.

בית ליאו גולדברג, דרך מנחם בגין 86, תל אביב, ת.ד. 36049, מיקוד 67138, טלפון 03-5634111
מס' הטלפון של מה' הבחינות 105/229/259/109 / 03-5634257, מס' פקס 03-5613523

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 ומחשבוניס 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.

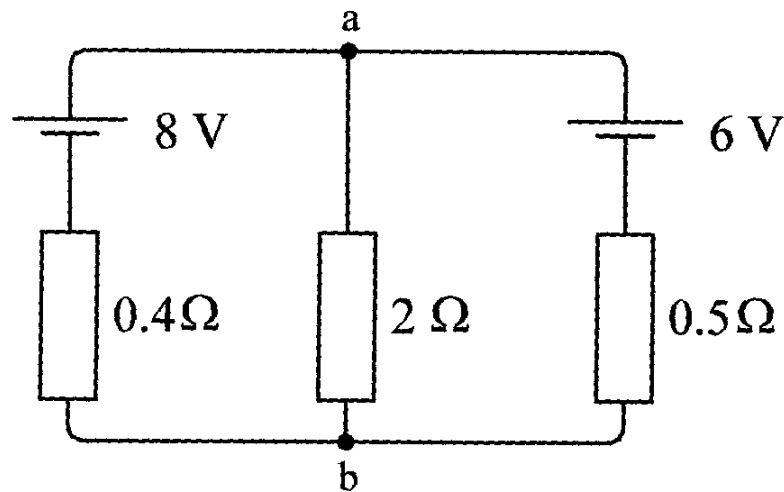
(3) יש להעביר קו אלכסוני על הדפים או חלקי השאלה אותם אין ברצונך שהמעריך יקרא.

(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?

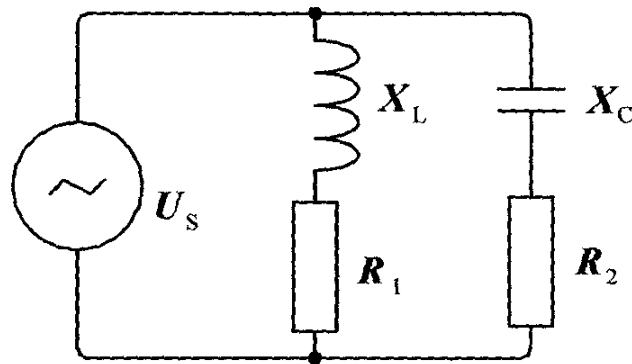
שאלה מספר 2

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

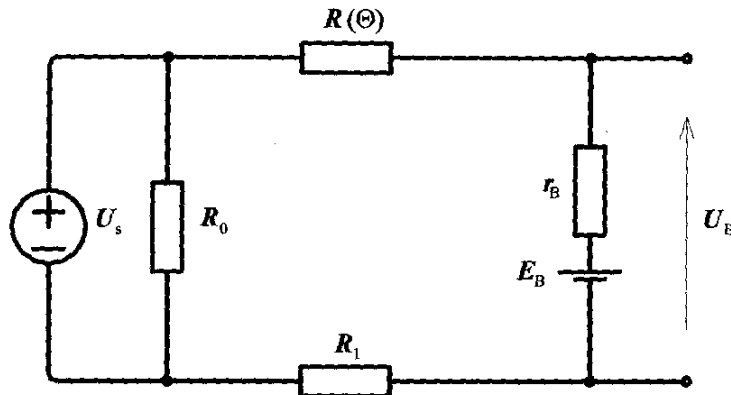
מצבר מחובר למקור מתח-ישר, $U_s = 42 \text{ V}$, כמתואר באיור.

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 ?

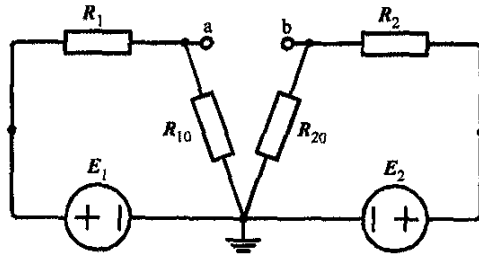
ב. { 6 נקודות }

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?

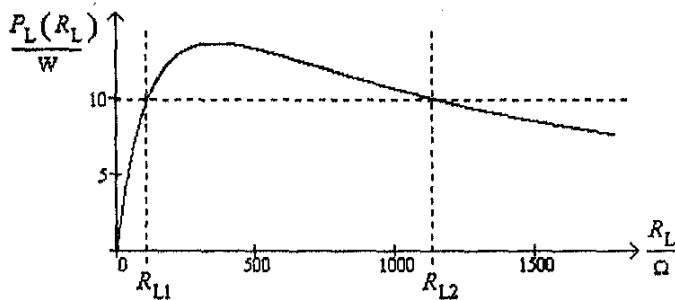
בין הדקים a ו-b רוצים לחבר נגד עומס כך שצריכת האנרגיה שלו תהיה בהספק של 10 W . כדי לדעת את גודל הנגד הדרוש –

(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 שלחלן;

(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 וזווית 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 }

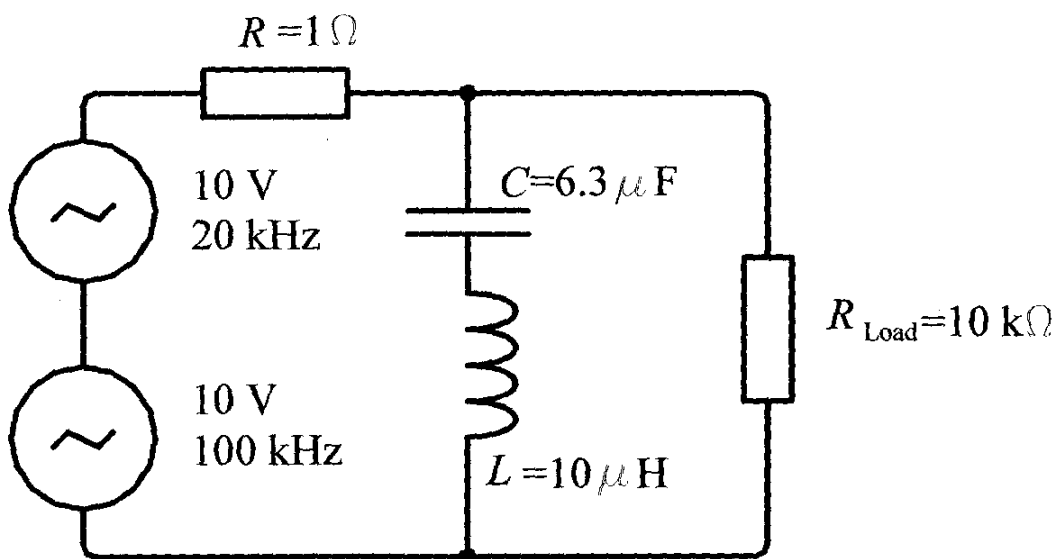
באותו ענף, חיבורו מד-זרם-ישר. כמה תהיה קריאת מד הזרם במקרה זה? יש לתת נימוק קצר!

חלק ב'

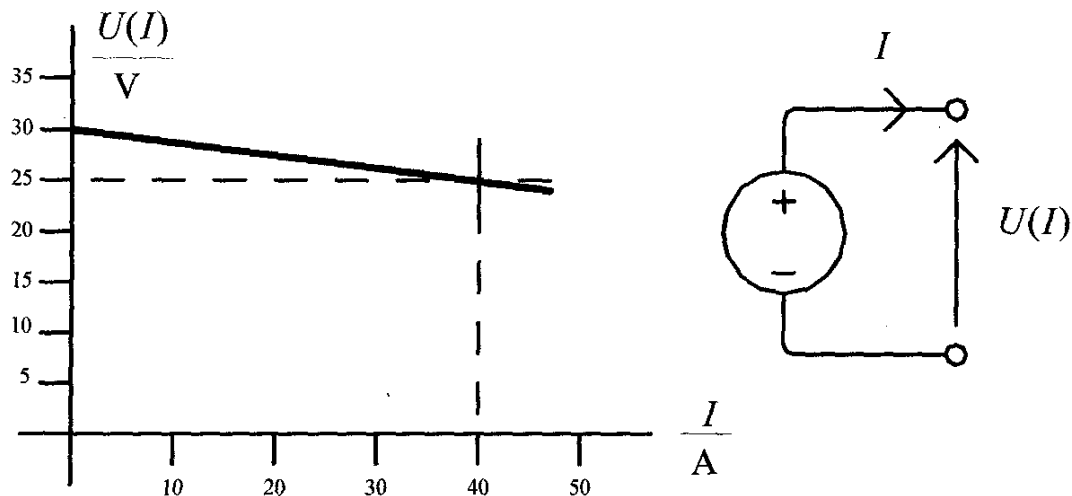
באיור שלהלן מתואר מעגל בעל שני מקורות מתח-חילופים בעלי תדירות שונה. במקביל לנגד R_{Load} מחובר משקף-תנודות (Oscilloscope) שאינו נראה באיור. המעגל הוא לינארי ולכן מותר להשתמש במשפט ההרכבה. זאת אומרת, מותר לנתח את תכונות המעגל כאילו כל אחד ממקורות המתח מחוברים בנפרד. הפתרון הכולל הוא סכום הפתרונות החלקיים.

ג. { 10 נקודות }

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



נתון אָפֶן, 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 }

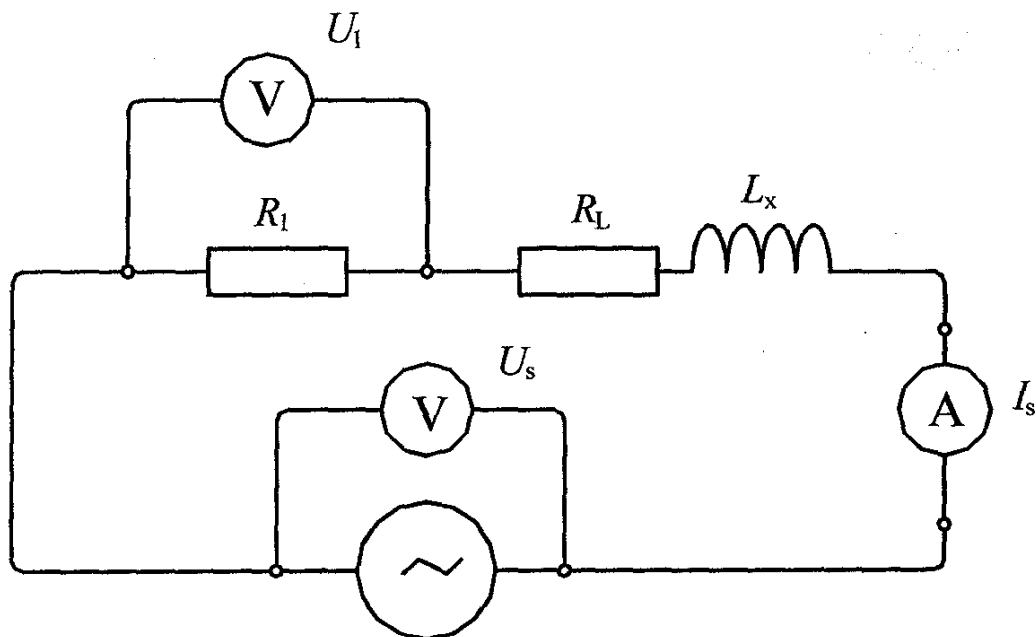
כמה אנרגיה חשמלית, ביחידות של kWh, תומר בנגד העומס במשך שעה וחצי?

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-ישר, 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 מחוגי 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.

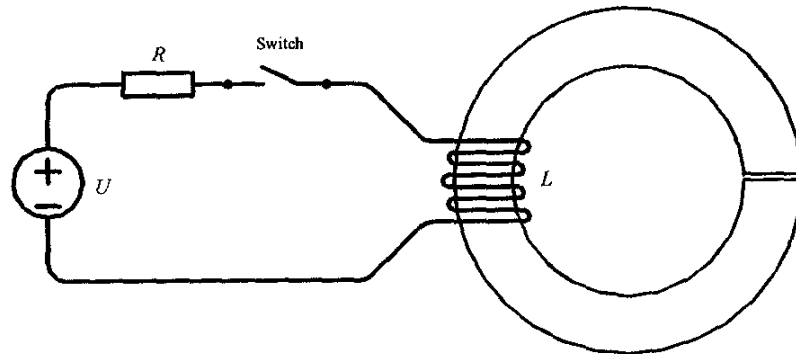
בתחום הלינארי של עקום המגנט, המאון (reluctance) של החומר הפרומגנטי: $R_m = 5.30 \times 10^5 (1/H)$.

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 זרם 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-זרם זרם בסליל – המתג במצב מופסק (off) וכל תופעות המעבר חלפו?

בהצלחה

בחינות גמר בבתי ספר להנדסאים/טכנאים
מועד אביב תשס"ה, פברואר-מרץ 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. חומר עזר המותר בשימוש: חוברת עזר בתורת החשמל, שבהוצאת מה"ט. מחשבון, למעט מחשב-נישא (מחשב-מחברת או דומה).

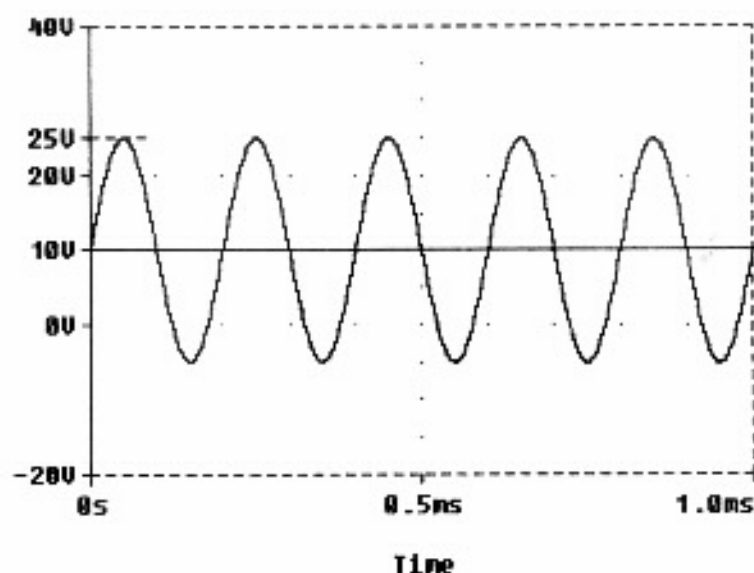
אין (אסור) להעביר את חוברת העזר שבהתצאת מה"ט ומחשבוני בין הנבחנים

ד. תוראות נוספות:

- יש להשאיר את הדף הראשון במחברת הבחינה ריק. בגמר הבחינה יש לרשום בעמוד זה את מספרי השאלות אותן ברצונך שמעריכי הבחינה יבדקו.
- 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.
- יש להעביר קו אלכסוני על הדפים או חלקי השאלה אותם אין ברצונך שהמעריך יקרא.
- אם לדעתך חסר נתון או קיים נתון שגוי, עליך לציין זאת במפורש ולהניח הנחה סבירה ומנומקת שתאפשר לך להמשיך בפתרון השאלה.
- יש לרשום את התשובות בעט שחור או כחול בלבד. אסור להשתמש בנוזל תיקון.

בהצלחה

The voltage-waveform across a $50\ \Omega$ resistor, as measured by an oscilloscope, is shown in the figure.



a. { 6 points }

What are the standard (simple) signals that make up the voltage-waveform?

What is the frequency of these signals?

b. { 4 points }

Find the average value of the voltage across the resistor.

c. { 4 points }

Find the Root-Mean-Square (RMS) value of the voltage across the resistor.

d. { 6 points }

Find the range (limits) of the current amplitude that flows through the resistor.

שאלה מספר 2

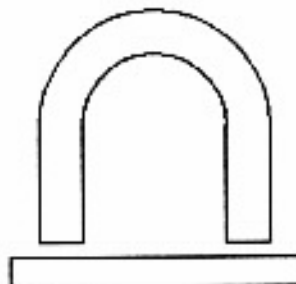
אלקטרומגנט מורכב משני חלקים פרומגנטיים: לחלק אחד צורת פרסה ולחלק השני צורת תיבה מלבנית. באיור מתואר מבט-פנים של האלקטרומגנט ללא הסליל המותקן עליו.

האורך הממוצע של מסלול השטף המגנטי בפרסה הוא $l_1 = 0.2$ m; שטח-חתך שלה $A_1 = 40 \times 10^{-6}$ m²; וחלחלות (פרמאביליות) מגנטית יחסית בגודל 2700.

האורך הממוצע של מסלול השטף המגנטי בתיבה הוא $l_2 = 0.05$ m; שטח-חתך שלה $A_2 = 25 \times 10^{-6}$ m²; וחלחלות (פרמאביליות) מגנטית יחסית: 1200.

האורך של כל אחד משני חריצי-אוויר המפרידים בין הפרסה לתיבה הוא $l_g = 0.2 \times 10^{-3}$ m ושטח החתך A_g שלהם שווה לשטח החתך של הפרסה.

על הפרסה מותקן סליל בעל 430 כריכות, שאינו נראת באיור. הסליל עשוי מוליך נחושת מבודד בעל שטח-חתך $A_{Cu} = 0.1$ mm² ואורך של 15 m. גודל ההתנגדות הסגולית של הנחושת הוא $\rho_{Cu} = 0.0175$ $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.



א. { 10 נקודות }

כמה השראות L (mH) יש לאלקטרומגנט?

ב. { 4 נקודות }

כמה זרם I_{DC} (A) יעבור בסליל האלקטרומגנט אם הוא יחובר למקור מתח-ישר בעל מתח של 12 V?

ג. { 6 נקודות }

כמה זרם I_{AC} (A) יעבור בסליל האלקטרומגנט אם הוא יחובר למקור מתח-חילופים בעל מתח של 18 V ותדירות של 50 Hz?

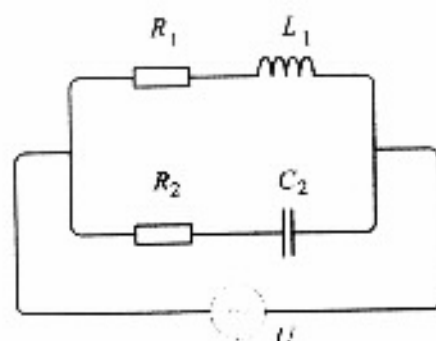
תוצאות יש לרשום באופן הבא:

מאון	1.111×10^6 I/H
השראות	0.00 mH
זרם	0.01 A

שאלה מספר 3

באיור מתואר מעגל בזרם-חילופים.

$$R_1 = 60 \, \Omega \quad L_1 = 0.16 \, \text{H} \quad R_2 = 80 \, \Omega \quad C_2 = 63 \, \mu\text{F} \quad U = 230 \, \text{V} \quad f = 50 \, \text{Hz}$$



א. { 8 נקודות }

כמה זרם, גודל וזווית, זורם בכל אחד מענפי המעגל?

ב. { 10 נקודות }

כמה חספק P_T (W), חספק-חיגבי Q_T (Var) וחספק-נדמה S_T (VA) מפיק מקור המתח?

ג. { 2 נקודות }

כמה הפרש מופע יש בין הזרמים שבענפים?

שאלה מספר 4

סוללת-תאים מורכבת משמונה (8) ענפים המחוברים במקביל ובכל ענף שמונה-עשרה (18) תאים המחוברים בטור, ובסך הכול 144 תאים זהים.

מתח הריקס (כוח-אלקטרו-מניע) כא"מ) וההתנגדות הפנימית של תא יחיד הם: $1.45 \, \text{V}$ ו- $0.2 \, \Omega$, בהתאמה. הסוללה מחוברת לנגד עומס שהתנגדותו $5 \, \Omega$.

א. { 8 נקודות }

באיזה חספק P (W) נצרכת האנרגיה בנגד העומס?

ב. { 4 נקודות }

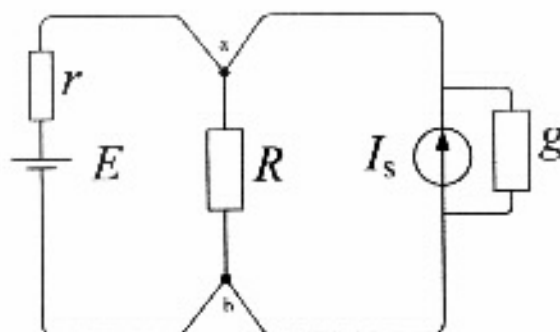
האם הסוללת פועלת בנקודת עבודה בה האנרגיה שחיא מעבירה ל נגד העומס היא בהספק מרבי?

ג. { 8 נקודות }

עקב תקלה, תא אחד באחד הענפים הפך לקצר (הכא"מ וההתנגדות הפנימית של תא שווים אפס). מה יהיה מתח הריקס של הסוללה במצב זה (כאשר נגד העומס אינו מחובר)?

שאלה מספר 5

נתון מעגל זרם-ישר המורכב משני מקורות אנרגיה – מקור-זרם, $I_s = 5 \text{ A}$, ומקור-מתח, $E = 14 \text{ V}$ – ונגד עומס R . ההתנגדות הפנימית של מקור המתח: $r = 2 \Omega$. המוליכות תפנימית של מקור הזרם: $g = 0.5 \text{ S}$.



תזכורת: $\Omega = 1/\text{S}$

א. { 5 נקודות }

מהם הערכים של מתח מקור המתח (V) וההתנגדות (Ω) השקילים לפי משפט תבנין של שני מקורות האנרגיה המחוברים בין צומת a לבין צומת b?

ב. { 5 נקודות }

מהם הערכים של זרם מקור הזרם (A) והמוליכות (S) השקילים לפי משפט נורטון של שני מקורות האנרגיה המחוברים בין צומת a לבין צומת b?

ג. { 4 נקודות }

כמה צריך להיות שיעור ההתנגדות R (Ω), כך שהעברת האנרגיה מהמקורות לנגד העומס תהיה בהספק מרבי?

ד. { 6 נקודות }

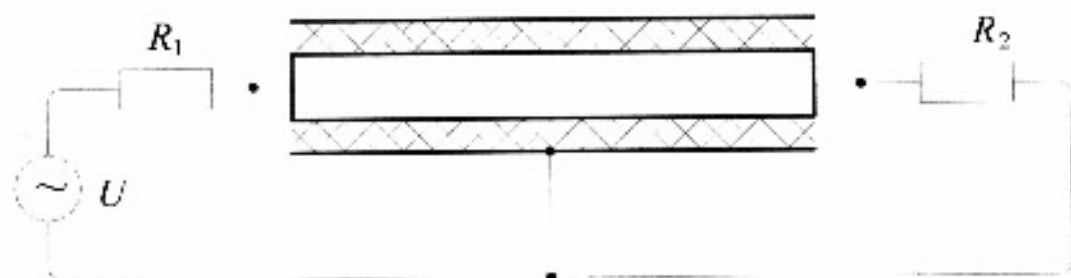
מה גודלם של המתח, הזרם וההספק בנגד העומס בנקודת העבודה בה ההספק מרבי?

באיור מתואר מבנה קבל-גלילי ואופן החיבור החשמלי שלו לשני נגדים ולמקור מתח-חילופים.

אחד ההדקים של הקבל – הגליל הפנימי המתכתי – מחבר בין שני הנגדים.
תהדק השני של הקבל – הגליל החיצוני המתכתי – מחובר לאחד ההדקים של מקור המתח ושל נגד R_2 .

קוטר הגליל החיצוני של הקבל: 20 mm ; קוטר הגליל הפנימי: 10 mm ; ואורך הקבל: 65 mm .
חמקדם-דיאלקטרי-יחסי (פרמטיביות יחסית) של החומר המבודד שבין הגלילים: 30.

$$R_1 = 50 \, \Omega \quad R_2 = 75 \, \Omega$$



א. { 4 נקודות }

כמה קיבוליות C (pF) יש לקבל הגלילי?

ב. { 4 נקודות }

החלף את תאור מבנה הקבל שבאיור, בסמל הגרפי של קבל (—||—) וסרטט את המעגל החשמלי המתקבל.
האם הקבל מחובר במקביל לנגד R_2 או בטור לנגדים R_1 ו- R_2 ?

ג. { 8 נקודות }

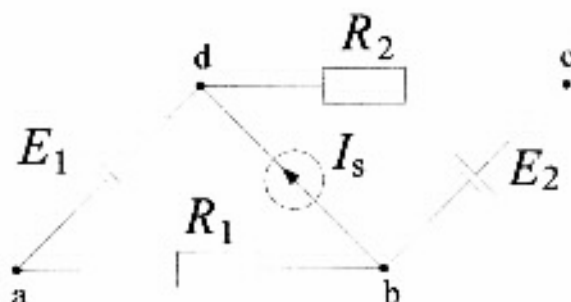
כמה מתח, גודל וזווית, משרור בין הדקי התנגדות R_2
כאשר מקור המתח פועל במתח של 3 V ובתדירות של 20 MHz .

ד. { 4 נקודות }

כמה הפרש מופע יהיה בין המתח שעל התנגדות R_2 לבין המתח שבין הדקי המקור?

נתון מעגל זרם-ישר ובו שני מקורות-מתח אידאליים, מקור-זרם אידאלי ושני נגדים.

$$E_1 = 15 \text{ V} \quad E_2 = 10 \text{ V} \quad I_s = 2 \text{ A} \quad R_1 = 5 \Omega \quad R_2 = 10 \Omega$$



א. { 10 נקודות }

כמה זרם (A) זורם בכל אחד מתנגדים?

ב. { 5 נקודות }

מהו כיוון הזרם בכל אחד מהנגדים?

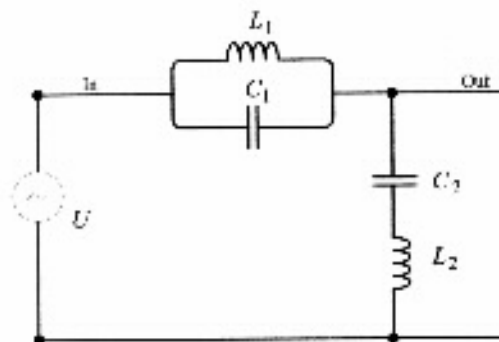
ג. { 5 נקודות }

כמה תספק P (W) מספק כל אחד ממקורות האנרגיה?

שאלה מספר 8

מעגל מורכב משני קבלים ושני תשראות, המחוברים כמתואר באיור. המעגל מחובר, בצד אחד (In), למקור מתח-חילופים 60 mV .

$$L_1 = 20 \text{ } \mu\text{H} \quad C_1 = 63 \text{ pF} \quad L_2 = 5 \text{ } \mu\text{H} \quad C_2 = 1 \text{ nF}$$



א. { 4 נקודות }

באיזה תדירות (MHz) יהיה הענף המורכב מקבל ותשראות המחוברים במקביל, במצב של תהודה?

ב. { 4 נקודות }

באיזה תדירות (MHz) יהיה הענף המורכב מקבל ותשראות המחוברים בטור, במצב של תהודה?

ג. { 4 נקודות }

באיזה תדירות (MHz) המתח במוצא המעגל (out) יהיה שווה אפס (0 V)?

ד. { 8 נקודות }

מה יהיה שיעור המתח במוצא המעגל כאשר מקור המתח פועל בתדירות של 3 MHz .

בהצלחה



תורת החשמל

הנדסאי וטכנאי הנדסת חשמל-אלקטרוניקה

הנדסאי הנדסת מכשור ובקרה

הוראות לבחן:

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 לבחן.

ג. חומר 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 ומחשבוני 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.

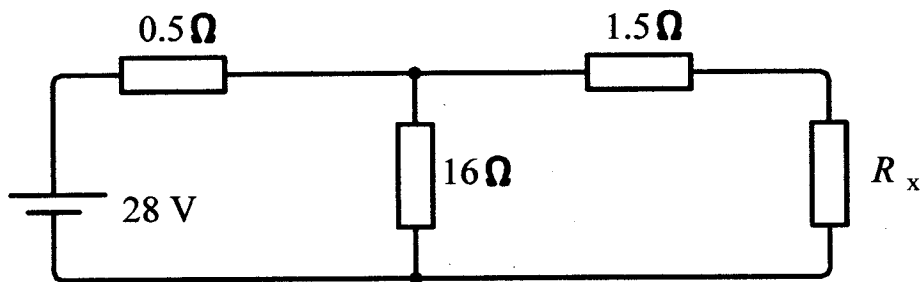
(2) יש להתחיל כל תשובה בראש עמוד חדש. יש להתחיל את הפתרון במשפט "פתרון שאלה X". כאשר X הוא מספר השאלה שבשאלון. אין למספר את עמודי מחברת הבחינה.

(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.

The following figure shows the schematic of a DC electric circuit .



a. {10 points}

What should be the value of resistor R_x such that the voltage across the 16Ω resistance will be 27.0 V ?

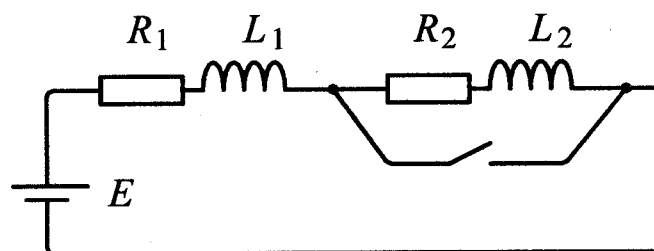
b. {10 points}

What are the permissible values of resistor R_x such that the current through the voltage source will not exceed 4.0 A ?

שאלה מספר 2

שני אלקטרומגנטים, מתג ומקור מתח-ישר מחוברים במעגל חשמלי, כמתואר באיור. מעגל התמורה של כל אחד מהאלקטרומגנטים מורכב מהשראות והתנגדות המחוברים בטור.

$$E = 115 \text{ V} \quad R_1 = 5 \Omega \quad L_1 = 0.5 \text{ H} \quad R_2 = 6.5 \Omega \quad L_2 = 0.2 \text{ H}$$



א. { 6 נקודות }

כמה אנרגיה (J) אגורה בכל אחד מהאלקטרומגנטים כאשר המתג נמצא במצב מחובר (on) והזרם במעגל נמצא במצב מתמיד (steady-state) שלו?

ב. { 6 נקודות }

כמה אנרגיה (W·h) צורך המעגל בפרק זמן של דקה אחת (1 min), כאשר המתג נמצא במצב מחובר (on) והזרם במעגל נמצא במצב מתמיד?

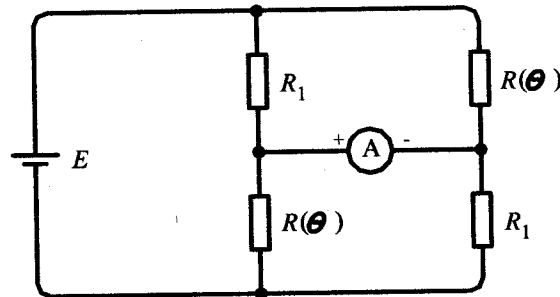
ג. { 8 נקודות }

כמה אנרגיה (J) אגורה בכל אחד מהאלקטרומגנטים, ובשניהם ביחד, כאשר המתג נמצא במצב מופסק (off) וכל תופעות המעבר חלפו?

שאלה מספר 3

באיור מתואר מעגל המורכב משני נגדים זהים שההתנגדות שלהם תלויה בטמפרטורה, המסומנים ב- $R(\theta)$, ומשני נגדים זהים שההתנגדות שלהם קבועה, המסומנים ב- R_1 , מקור מתח-ישר ומד-זרם-ישר. ארבעת הנגדים מותקנים על גוף מתכתי משותף, כך שהם שרויים באותה טמפרטורה כל הזמן. תלות ההתנגדויות $R(\theta)$ בטמפרטורה נתונה בביטוי הבא:

$$R(\theta) = R_{\theta_1} [1 + \alpha(\theta - \theta_1)] \quad R_{\theta_1} = 75 \Omega \quad \theta_1 = 20^\circ\text{C} \quad \alpha = 8 \times 10^{-3} \frac{1}{^\circ\text{C}}$$



א. { 8 נקודות }

מהו הביטוי המתמטי המתאר את תלות הזרם דרך מד הזרם בטמפרטורה, $I_A(\theta)$?
אין צורך לרשום את הביטוי המפורש של $R(\theta)$.

ב. { 6 נקודות }

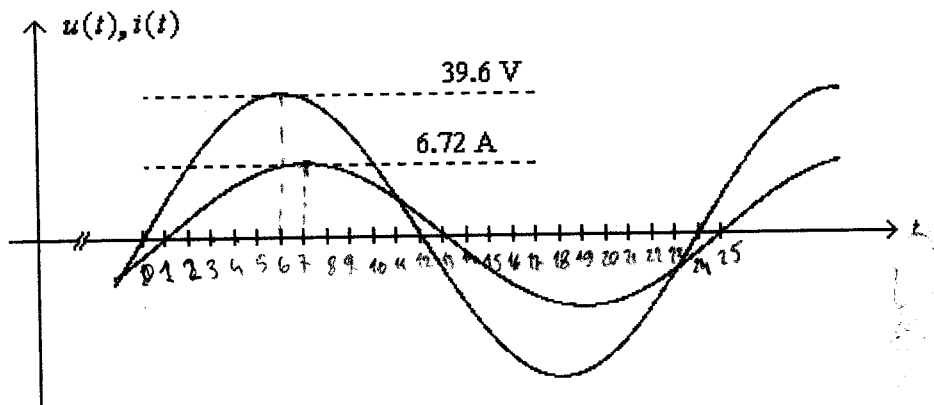
כמה צריך להיות הגודל של הנגדים R_1 (Ω) כך שבטמפרטורה של $\theta = 60^\circ\text{C}$ הזרם דרך מד הזרם יהיה 0 A (אפס)?

ג. { 6 נקודות }

כאשר הגודל של הנגדים הקבועים $R_1 = 50 \Omega$ ושל מתח המקור $E = 12 \text{ V}$, מהו שיעור הטמפרטורה של הגוף המתכתי, כאשר קריאת מד הזרם היא $I_A = +80 \text{ mA}$?

שאלה מספר 4

עכבה, המתוארת על-ידי התנגדות המחוברת בטור להשראות, מחוברת למקור מתח-חילופים שתדירותו 400 Hz. באיור מתוארים אות המתח ואות הזרם בעכבה, כפי שנצפו באמצעות משקף-תנודות (oscilloscope). הערכים המרביים של אות המתח ושל אות הזרם רשומים ליד האותות שבאיור. אות הזרם ואות המתח מוצגים בקני-מידה שונים.



א. { 4 נקודות }

מה גודלם של הערכים היעילים של אות המתח ואות הזרם?

ב. { 4 נקודות }

מה גודלם של הערכים הממוצעים של אות המתח ואות הזרם?

ג. { 6 נקודות }

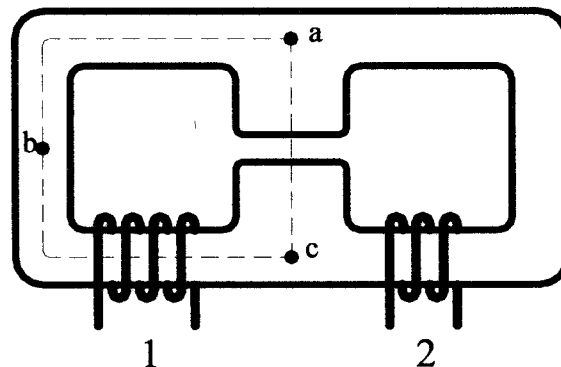
מה גודלה של ההתנגדות R (Ω) שיש לעכבה?

ד. { 6 נקודות }

כמה השראות L (mH) יש לעכבה?

שאלה מספר 5

שני סלילים מותקנים על גרעין (ליבה) העשוי חומר פרומגנטי, כמתואר באיור. בעמוד האמצעי של הגרעין יש חריץ-אוויר. מסלולי השטף המגנטי של סליל 2 שווים למסלולי השטף המגנטי של סליל 1. החדירות היחסית μ_r של החומר הפרומגנטי קבועה והגודל שלה הוא 2000. האורך של מסלול השטף המגנטי c-b-a 0.15 m ושטח החתך של המסלול הוא $0.15 \times 10^{-4} \text{ m}^2$. האורך של מסלול השטף המגנטי c-a (כולל חריץ האוויר) 0.051 m ושטח החתך שלו $0.3 \times 10^{-4} \text{ m}^2$. האורך של מסלול השטף בחריץ האוויר $g=0.001 \text{ m}$ ושטח החתך שלו שווה לשטח החתך של מסלול c-a. לסליל 1 240 כריכות ולסליל 2 180 כריכות.



א. { 4 נקודות }

מה גודל המאון (Reluctance) של כל אחד משלושת מסלולי השטף המגנטי השונים: R_{m-g} ו- R_{m-ac} , R_{m-abc} ?
 חובה להציג את התשובה המספרית באופן הבא: $\square.\square\square \times 10^{\square} (1/H)$

ב. { 6 נקודות }

מה גודל המאון השקיל (equivalent) של המעגל המגנטי של כל אחד מהסלילים?
 חובה להציג את התשובה המספרית באופן הבא: $\square.\square\square \times 10^{\square} (1/H)$

ג. { 4 נקודות }

כמה השראות-עצמית יש לכל אחד מהסלילים?
 חובה להציג את התשובה המספרית באופן הבא: $\square.\square\square \text{ mH}$

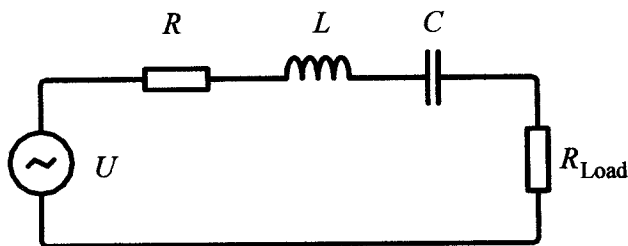
ד. { 6 נקודות }

כמה השראות-הדדית יש בין שני הסלילים?
 חובה להציג את התשובה המספרית באופן הבא: $\square.\square\square \text{ mH}$

שאלה מספר 6

מקור-מתח-חילופים, בעל מתח קבוע בשיעור 20 mV (ערך יעיל) ותדירות הניתנת לשינוי, מחובר לנגד עומס R_{Load} שגודלו 8Ω , באמצעות ענף המורכב מהתנגדות, השראות וקיבול, כמתואר באיור.

$$R = 2 \Omega \quad L = 65 \text{ mH} \quad C = 16 \mu\text{F}$$



א. { 5 נקודות }

באיזו תדירות f (Hz) הזרם בנגד העומס R_{Load} יהיה מרבי?

ב. { 5 נקודות }

מה גודלו של רוחב הסרט, BW (Hz), של המעגל?

ג. { 5 נקודות }

מה גודלו של גורם הטיב, Q , של המעגל?

ד. { 5 נקודות }

מה שיעור ההספק המרבי האפשרי בנגד העומס?

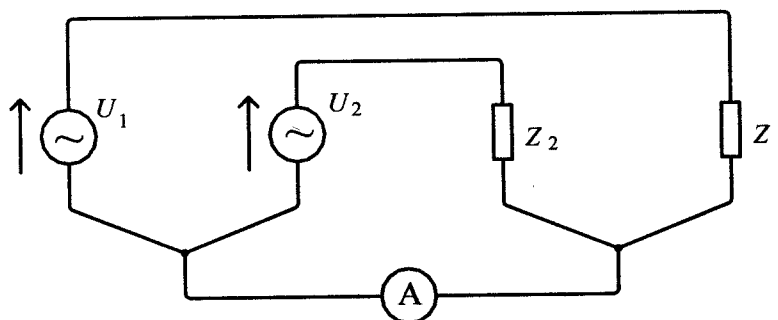
תרשים החיבורים של שני מקורות מתח-חילופים אל שתי עכבות נתון באיור.
הנתונים של העכבות ושל מקורות המתח הם:

$$Z_1 = (10 + j10) \Omega$$

$$Z_2 = 5 \Omega \angle -30^\circ$$

$$U_1 = 15 \text{ V} \angle 0^\circ$$

$$U_2 = (12 + j12) \text{ V}$$



א. { 6 נקודות }

מה תהיה קריאת מד הזרם?

ב. { 10 נקודות }

מה הוא סך ההספק P_T (W), הספק-היגבי Q_T (VAR) והספק-נדמה S_T (VA) של העכבות?

ג. { 4 נקודות }

האם מתוך נתוני השאלה ניתן לחשב באיזה תדירות פועלים מקורות המתח?
אם התשובה חיובית, מהו גודלה של התדירות?
אם התשובה שלילית, איזה מידע דרוש על מנת לחשב את התדירות?

שאלה מספר 8

שני מכשירים זהים, המסומנים ב- R_n , מחוברים למקור-מתח-ישר ולמקור-זרם-ישר באמצעות מוליכים שההתנגדות שלהם אינה זניחה, כמתואר באיור.

המתח וההספק הנקובים של כל אחד מהמכשירים הם 48 V ו- 100 W .

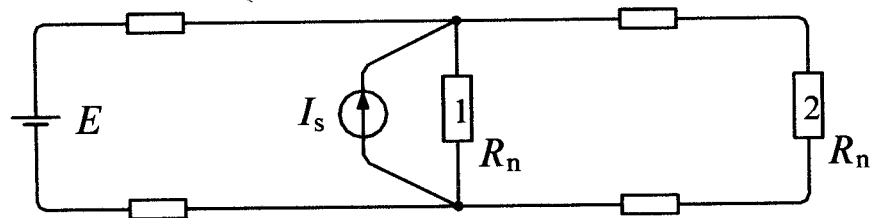
המוליכים עשויים נחושת בעלת ההתנגדות הסגולית שגודלה $0.0175\text{ }\Omega\cdot\text{mm}^2/\text{m}$.

האורך הכולל, הלוך ושוב, של שני המוליכים ממקור המתח ועד למכשיר 1 הוא 30 m ושטח החתך שלהם 6 mm^2 .

האורך הכולל של שני המוליכים ממכשיר 1 ועד למכשיר 2 הוא 50 m ושטח החתך שלהם 4 mm^2 .

הכח-אלקטרו-מניע (כ"מ) של מקור המתח הוא 50 V וההתנגדות הפנימית שלו קטנה-מאד ($0\text{ }\Omega$).

זרם (הקצר) של מקור הזרם הוא 0.5 A והמוליכות הפנימית שלו קטנה-מאד (0 S).



א. { 2 נקודות }

על סמך הנתונים הנקובים של המכשירים, מהו גודל ההתנגדות השקילה R_n של כל אחד מהם?

ב. { 6 נקודות }

כמה מתח שורר על הדקי מקור הזרם?

ג. { 6 נקודות }

כמה הספק מפיקים מקור המתח ומקור הזרם, כל-אחד לחוד, ושניהם ביחד?

ד. { 6 נקודות }

איזה חלק מהאנרגיה שמפיקים המקורות מגיע לשני המכשירים - מה שיעור הנצילות של המערכת?

בהצלחה



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

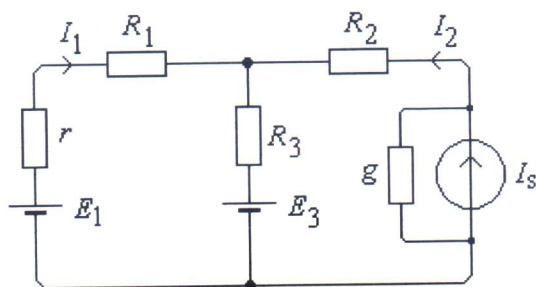
אין (אסור) להעביר את חוברת העזר שבהוצאת מה"ט ומחשבוני בין הנבחנים

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

Given the following DC circuit



$$\begin{array}{lll} E_1 = 18 \text{ V} & I_s = 7 \text{ A} & E_3 = 10 \text{ V} \\ r = 1 \Omega & g = 0.5 \text{ S} & \\ R_1 = 3 \Omega & R_2 = 2 \Omega & R_3 = 10 \Omega \end{array}$$

a. {16 points}

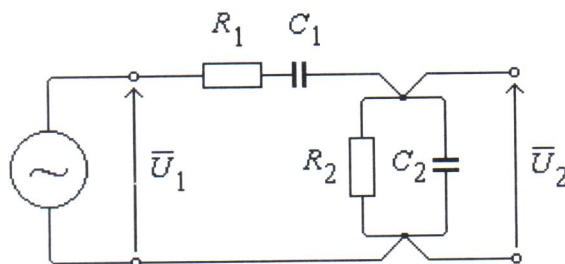
Calculate the value of the currents I_1 and I_2 , as indicated on the circuit.

b. {4 points}

In which direction does the current flow in the voltage-source E_3 ?
Does this source supply or consume energy?

שאלה מספר 2

באיור מתואר מעגל הפועל בזרם-חילופים, בתדירות של 5 kHz.



$$\overline{U}_1 = 15 \text{ V} \angle (0^\circ) \quad R_1 = 196.9 \Omega \quad R_2 = 50 \Omega \quad C_1 = 0.16 \mu\text{F} \quad C_2 = 0.63 \mu\text{F}$$

א. { 6 נקודות }

מה גודלה של העכבה $\overline{Z}_2$, המורכבת מהתנגדות R_2 המחוברת במקביל לקיבול C_2 ?

ב. { 8 נקודות }

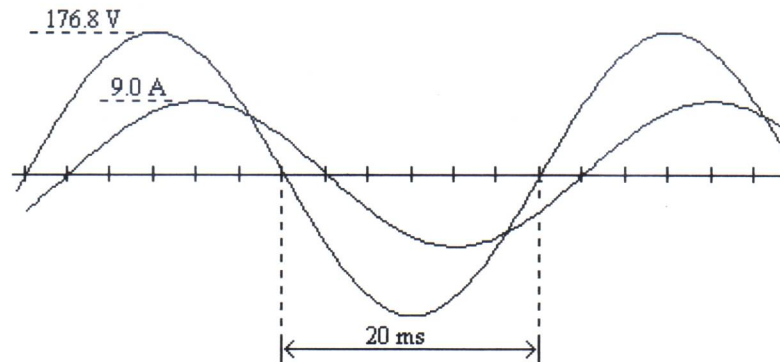
כמה זרם עובר במקור המתח? (את התשובה יש לתת בייצוג פולרי וביחידות של mA).

ג. { 6 נקודות }

כמה הפרש מופע, ביחידות של מעלות, יש בין פאזור המתח $\overline{U}_2$ לבין פאזור המתח $\overline{U}_1$?

שאלה מספר 3

באיור מתוארים אות המתח ואות הזרם בעומס-חשמלי הנזון ממקור מתח-חילופים, כפי שנצפו באמצעות משקף-תנודות (oscilloscope). הערכים המרביים של אות המתח ושל אות הזרם רשומים ליד האותות שבאיור. (אות הזרם ואות המתח מוצגים בקני-מידה שונים).



א. { 4 נקודות }

מה התדירות f (Hz) של האותות?

ב. { 4 נקודות }

כמה הפרש מופע, במעלות, יש בין האותות? האם לעומס אופי השראי או אופי קיבולי?

ג. { 6 נקודות }

על-פי האותות שבאיור, מהי עכבת העומס? (את התשובה יש לתת בצורה של מספר מרוכב בייצוג קרטזי).

ד. { 6 נקודות }

על-פי האותות שבאיור,

כמה הספק P (W), כמה הספק-היגבי Q (VAr) וכמה הספק-נדמה S (VA) צורך העומס?

שאלה מספר 4

עומס-חשמלי בזרם-ישר שמתח העבודה שלו 9 V צורך זרם קבוע בשיעור 790 mA . כדי לספק את האנרגיה הדרושה לעומס בנתונים לעיל, יש לבנות סוללה, המורכבת מתאים-חשמליים זהים. לכל תא, כח-אלקטרו-מניע: 1.5 V , התנגדות-פנימית: $1.9\ \Omega$, וכמות מטען-חשמלי: 300 mAh (מילי-אמפר-שעה).

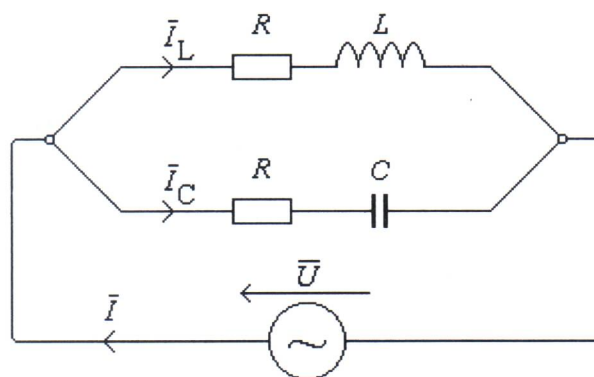
א. { 4 נקודות }
כמה הספק צורך העומס?

ב. { 12 נקודות }
כמה תאים יש לחבר בטור, בענף אחד, וכמה ענפים יש לחבר במקביל, להעברת הספק מרבי לעומס?

ג. { 4 נקודות }
במשך כמה דקות (min) תספק הסוללה את הזרם לעומס?

שאלה מספר 5

באיור מתואר מעגל חשמלי הפועל בזרם-חילופים.



$$R = 8\ \Omega \quad L = 33\text{ mH} \quad C = 16\ \mu\text{F} \quad U = 8\text{ V}$$

א. { 6 נקודות }

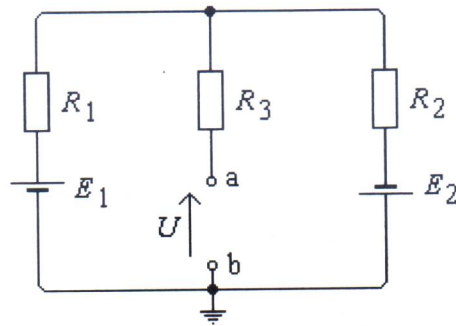
מה תדר התהודה של המעגל? את התשובה המספרית יש לתת ביחידות של Hz.

ב. { 8 נקודות }

כמה זרם, גודל וזווית, יזרום בכל אחד משלושת הענפים של המעגל – סליל, קבל ומקור-מתח – כאשר תדירות המקור שווה לתדר התהודה של המעגל? את התשובות יש לתת ביחידות של mA.

ג. { 6 נקודות }

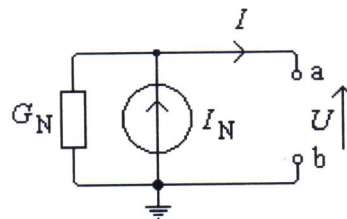
עבור אלו ערכים של תדירות, לזרם במקור המתח יהיה אופי קיבולי? יש לנמק באמצעות חישוב מתאים.



$$E_1 = 12 \text{ V} \quad E_2 = 24 \text{ V} \quad R_1 = 40 \, \Omega \quad R_2 = 160 \, \Omega \quad R_3 = 16 \, \Omega$$

א. { 14 נקודות }

מהם הערכים של הזרם I_N (mA) והמוליכות G_N (mS) במעגל התמורה, של המעגל לעיל, כפי שמוצג באיור שלהלן?



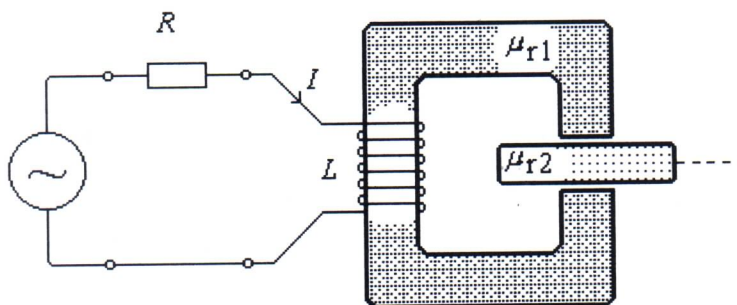
ב. { 6 נקודות }

בין ההדקים a ו-b חיבור נגד-עומס שגודלו $2 \, \Omega$. כמה הספק P_{Load} (mW) יתפתח בנגד העומס?

באיור מתואר אלקטרומגנט המחובר למקור מתח-חילופים – 28 V , 50 Hz – באמצעות נגד R שהתנגדותו $8\ \Omega$.
לאלקטרומגנט שני חלקים: האחד ניח והשני נייד. החלק הנייד חופשי לנוע בתוך חריץ האויר של החלק הנייח.
באיור מתואר המקרה בו החלק הנייד נמצא בתוך חריץ האויר – **מצב-פנים**.
במצב-חוץ, כל החלק הנייד נמצא מחוץ לחריץ האויר, ואינו כלול במרכיבי המעגל המגנטי של מצב זה.
החלק הנייח של האלקטרומגנט עשוי מחומר פרומגנטי בעל חלחלות-מגנטית יחסית $\mu_{r1} = 1800$,
האורך הממוצע של מסלול השטף המגנטי בחלק הנייח הוא $l_1 = 0.12\text{ m}$, ושטח החתך של $A = 1.8 \times 10^{-4}\text{ m}^2$.
על החלק הנייח מלוּפף סליל בעל 500 כריכות.
אין צורך להתחשב בהתנגדות החשמלית של המוליך ממנו עשוי הסליל.
החלק הנייד עשוי מחומר פרומגנטי בעל חלחלות-מגנטית יחסית $\mu_{r2} = 125$,
והאורך של מסלול השטף המגנטי בחלק הנייד הוא $l_2 = 2.75 \times 10^{-3}\text{ m}$.

במצב-פנים, אורך חריץ האויר הוא $l_{3\text{ in}} = 0.25 \times 10^{-3}\text{ m}$.

במצב-חוץ, אורך חריץ האויר הוא $l_{3\text{ out}} = 3 \times 10^{-3}\text{ m}$.



א. { 6 נקודות }

מה גודל המאון (Reluctance) של כל אחד מחלקי המעגל המגנטי, במצב-פנים ובמצב-חוץ?

יש להציג את התשובה המספרית באופן הבא: $\square.\square\square\square \times 10^{\square} (1/H)$

ב. { 4 נקודות }

מה גודל המאון השקיל (Equivalent) של המעגל המגנטי בשני המצבים של החלק הנייד?

ג. { 4 נקודות }

כמה השראות יש לאלקטרומגנט בשני המצבים הנזכרים לעיל?

יש להציג את התשובה המספרית באופן הבא: $\square.\square\square\square\text{ mH}$

ד. { 6 נקודות }

מה גודלו של הזרם שיזרום בסליל האלקטרומגנט בכל אחד משני המצבים?

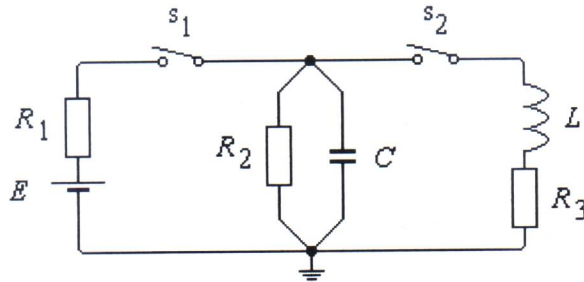
שאלה מספר 8

באיור מתואר מעגל חשמלי המשמש לטעינת קבל ממקור מתח-ישר, ולאחר מכן, לפריקתו דרך סליל.

התהליך נשלט באמצעות שני מתגים s_1 ו- s_2 :

כאשר מתג s_1 במצב מחובר (on) ומתג s_2 במצב מופסק (off), הקבל נמצא במצב טעינה (ממקור המתח).

כאשר מתג s_1 במצב מופסק (off) ומתג s_2 במצב מחובר (on), הקבל נמצא במצב פריקה (באמצעות הסליל).



$$E = 50 \text{ V} \quad C = 1500 \text{ } \mu\text{F} \quad L = 30 \text{ mH} \quad R_1 = 10 \text{ } \Omega \quad R_2 = 240 \text{ } \Omega \quad R_3 = 0.4 \text{ } \Omega$$

א. { 6 נקודות }

מה הגודל של U_{Th} ושל R_{Th} במעגל התמורה החשמלי, לפי תבנית, של מעגל טעינת הקבל.

ב. { 4 נקודות }

כמה מטען Q (C) וכמה אנרגיה W (J) אגורים בקבל במצב טעינה, לאחר שכל תופעות המעבר הסתיימו?

ג. { 2 נקודות }

כמה אנרגיה אגורה בסליל ובקבל במצב פריקה, לאחר שכל תופעות המעבר הסתיימו?

ד. { 8 נקודות }

כמה זרם יעבור בסליל וכמה אנרגיה תהיה אגורה בו, זמן רב לאחר ששני המתגים נמצאים במצב מחובר?

בהצלחה



תורת החשמל

הנדסאי וטכנאי הנדסת חשמל-אלקטרוניקה

הנדסאי וטכנאי 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. חומר 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 ומחשבוני 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

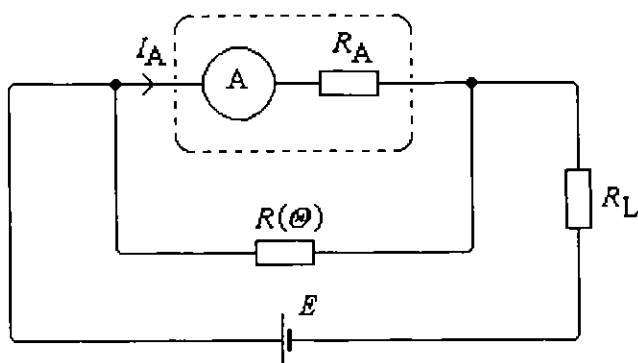
שאלה מספר 1

נגד שהתנגדות שלו תלויה בטמפרטורה $R(\theta)$, מחובר במקביל למד-זרם, בעל התנגדות פנימית R_A . שניהם מחוברים בטור לנגד עומס R_L ולמקור מתח-ישר E , כמתואר באיור.

התנגדות נגד העומס: $R_L = 249 \Omega$; התנגדות-פנימית של מד הזרם: $R_A = 2 \Omega$; מתח המקור: $E = 120 \text{ V}$ זרם-ישר; בטמפרטורה של $\theta_0 = 30^\circ\text{C}$ התנגדות הנגד $R_0 = 2 \Omega$; מקדם שינוי הטמפרטורה: $\alpha = 0.08 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$; תלות ההתנגדות בטמפרטורה של הנגד נתונה בביטוי הבא:

$$R(\theta) = R_0 (1 + \alpha (\theta - \theta_0))$$

ההתנגדות הפנימית של מקור המתח קטנה מאוד ביחס להתנגדויות האחרות במעגל ולכן היא מוזנחת.



א. (5 נקודות)

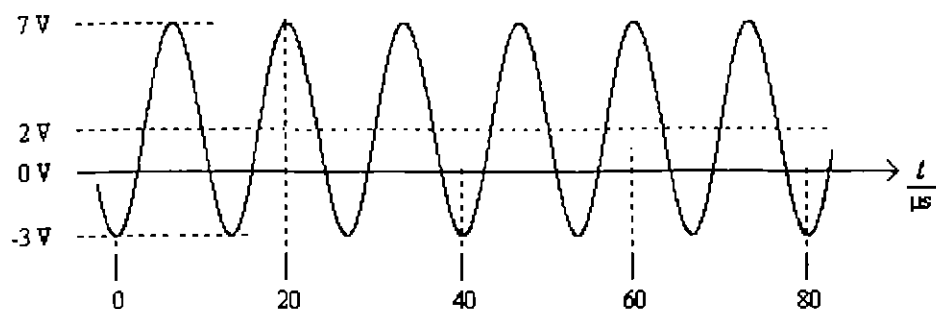
כמה תהיה קריאת מד הזרם בטמפרטורה $\theta = \theta_0 = 30^\circ\text{C}$?

ב. (15 נקודות)

כמה תהיה הטמפרטורה בה שרוי הנגד כאשר קריאת מד הזרם $I_A = 0.4 \text{ A}$?

שאלה מספר 2

באיור מתואר אות מתח.



א. { 2 נקודות }

מאיזה מהאותות המקובלים - ישר-קבוע, סינוסואידלי, שן-משור, משולש, מרובע וכדומה - מורכב האות?

ב. { 4 נקודות }

האם האות מחזורי? אם התשובה "כן", מהו זמן המחזור של האות? אם התשובה "לא", יש לנמק.

ג. { 6 נקודות }

מהו גודלו של הערך הממוצע של אות המתח?

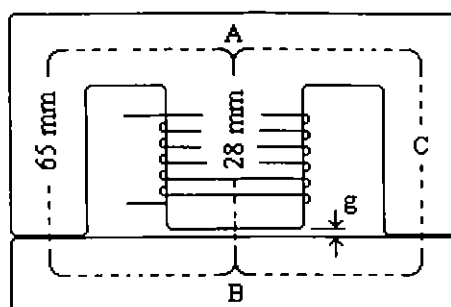
ד. { 8 נקודות }

מהו גודלו של הערך היעיל (אפקטיבי, RMS) של אות המתח?

שאלה מספר 3

משרן בנוי מחומר פרומגנטי, פריט (Ferrite), בעל חדירות יחסית: $\mu_r = 1700$, כמתואר באיור. בתחתית העמוד האמצעי יש חריץ אויר שאורכו 0.25 mm .

האורך של מסלול השטף המגנטי דרך העמוד האמצעי A-B הוא 28 mm , ושטח החתך של המסלול 430 mm^2 .
האורך של מסלול השטף המגנטי דרך העמודים הצדדיים A-C-B הוא 65 mm , ושטח החתך של המסלול 238 mm^2 .
בסליל, המותקן על העמוד האמצעי, 35 כריכות והוא עשוי מוליך נחושת מבודד בעל שטח-חתך של 0.3 mm^2 .



א. { 14 נקודות }

כמה השראות יש למשרן ?

אין להתחשב באורך חריץ האויר בחישוב המאון של העמוד האמצעי.

ב. { 6 נקודות }

צפיפות השטף המגנטי המרבית המותרת בפריט - עמוד אמצעי ועמודים צדדיים - היא $B_{sat} = 0.3 \text{ T}$.
מהי עצמת הזרם המרבית המותרת בסליל?

שאלה מספר 4

- בין שני הדקים, A ו-B, של רשת - המורכבת ממקורות-מתח, מקורות-זרם, התנגדויות, השראויות וקבלים - עשו מספר מדידות, כמפורט להלן:
- (1) באמצעות משקף-תנודות (Oscilloscope) ראו שאות המתח בין שני ההדקים הוא סינוסי בעל תדירות של 1500 Hz.
 - (2) באמצעות מד-מתח-חילופים מתאים, בין שני ההדקים מדדו מתח של 57 V.
 - (3) לשני ההדקים חיברו עומס בעל התנגדות והיגב הניתנים לשינוי. החיבור נעשה דרך מד-הספק. שינו את העומס בתחום רחב של התנגדויות והיגבים, בעלי אופי השראי וקיבולי. כאשר עכבת העומס הייתה $Z_L = (19.2 + j23.5) \Omega$ קריאת מד ההספק הייתה מרבית.

א. { 8 נקודות }

על סמך מדידות אלו, מהו הגדלים - מתח, התנגדות, השראות או קיבוליות - המגדירים את המעגל השקול לפי תבנית (Thevenin) של הרשת?

ב. { 8 נקודות }

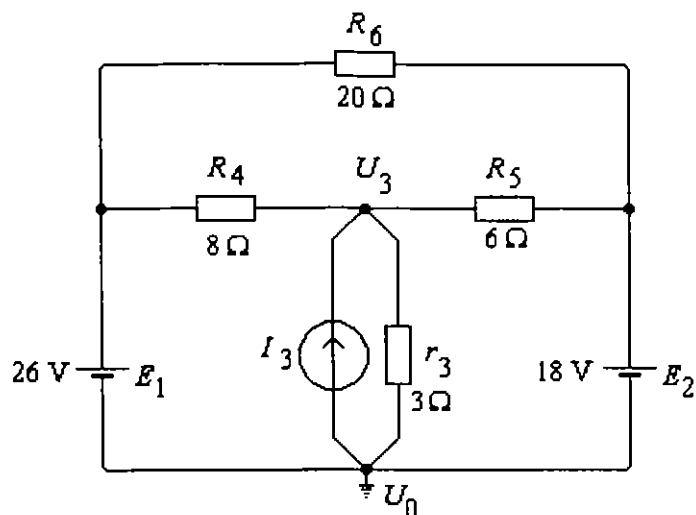
כמה הספק $P(W)$, כמה הספק-היגבי $Q(VAr)$ וכמה הספק-נדמה $S(VA)$ צרך העומס כאשר קריאת מד ההספק הייתה מרבית?

ג. { 4 נקודות }

מהו גורם ההספק של העומס במצב של הספק מרבי?

Given an electric direct-current circuit, as shown in the figure.

$$E_1 = 26 \text{ V} \quad E_2 = 18 \text{ V} \quad r_3 = 3 \Omega \quad R_4 = 8 \Omega \quad R_5 = 6 \Omega \quad R_6 = 20 \Omega$$



a. {14 point}

How much should be the magnitude of the source current I_3 (A) such that the voltage difference $U_3 - U_0$ will be 16 V?

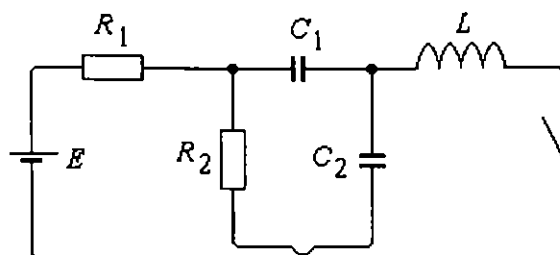
b. {6 point}

How much power is consumed by resistor R_6 ?

שאלה מספר 6

שני קבלים, סליל, שתי התנגדויות ומתג (switch), מחוברים למקור מתח-ישר במעגל המתואר באיור.

$$E = 24 \text{ V} \quad R_1 = 100 \, \Omega \quad R_2 = 500 \, \Omega \quad C_1 = 10 \, \mu\text{F} \quad C_2 = 15 \, \mu\text{F} \quad L = 20 \text{ mH}$$



א. { 10 נקודות }

כמה אנרגיה אגורה בכל אחד מהקבלים ובסליל, זמן רב לאחר שהמתג הפסיק את הזרם בסליל: המתג נמצא במצב מופסק (off).

ב. { 5 נקודות }

מחברים את הסליל למעגל: מעבירים את המתג למצב מחובר (on). מהו גודל המתח השורר בין הדקי כל אחד מהקבלים, לאחר זמן רב?

ג. { 5 נקודות }

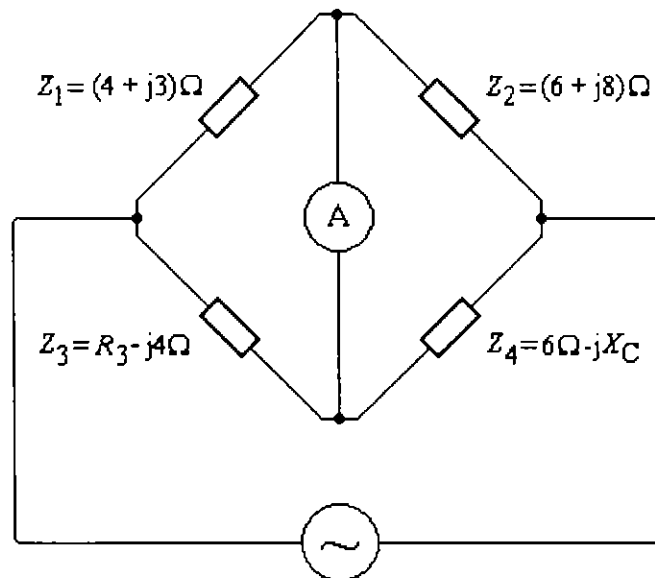
כמה אנרגיה אגורה בסליל ובכל אחד מהקבלים, לאחר שתופעת המעבר, בעקבות חיבור הסליל, הסתיימה.

שאלה מספר 7

המעגל שבאיור מורכב מארבע עכבות, המחוברות בגשר, מד-זרם ומקור מתח-חילופים הפועל בתדירות קבועה.

לשתי עכבות, Z_1 ו- Z_2 , ערך קבוע. בעכבה Z_3 ניתן לשנות את ההתנגדות R_3 . בעכבה Z_4 ניתן לשנות את ההיגב הקיבולי X_C .

$$Z_1 = (4 + j3) \Omega \quad Z_2 = (6 + j8) \Omega \quad X_3 = -4 \Omega \quad R_4 = 6 \Omega$$



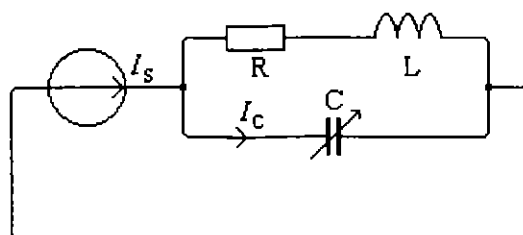
א. (20 נקודות)

עבור אלו ערכים של התנגדות R_3 והיגב קיבולי X_C הגשר יהיה מאוזן? (לא יזרום זרם דרך מד הזרם).

שאלה מספר 8

באיור מתואר מעגל חשמלי בעל מקור זרם-חילופים המפיק זרם של 7 A בתדירות של 150 Hz.

גודל ההשראות במעגל 35 μH וגודל ההתנגדות 2.6 mΩ. גודל הקבל ניתן לשינוי לכל ערך רצוי.



א. (14 נקודות)

איזה גודל קבל C, ביחידות של F, דרוש על מנת שהמעגל יהיה בתהודה?

ב. (6 נקודות)

מה יהיה גודלו של הזרם בקבל כאשר המעגל נמצא בתהודה?

בהצלחה



תורת החשמל

הנדסאי וטכנאי הנדסת חשמל-אלקטרוניקה

הנדסאי וטכנאי הנדסת מכשור 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, שבהוצאת מה"ט. מחשבון, למעט מחשב-נישא (מחשב-מחברת או דומה).

אין (אסור) להעביר את חוברת העזר שבהתצאת 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 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.

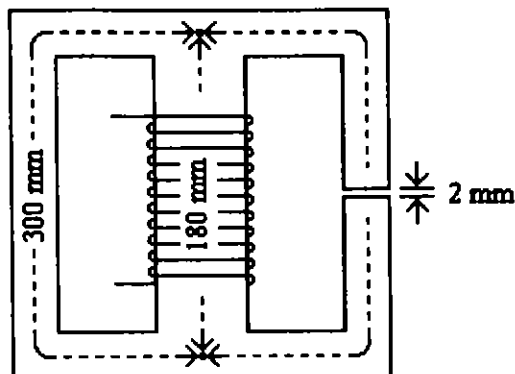
4) אם לדעתך חסר נתון או קיים נתון שגוי, עליך לציין זאת במפורש ולהניח הנחה סבירה ומנומקת שתאפשר לך להמשיך בפתרון השאלה.

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

בהצלחה

שאלה מספר 1

באיור מתואר תרשים של אלקטרומגנט. אורך העמוד האמצעי 180 mm ושטח החתך שלו 1.3 cm^2 . האורך הממוצע של מסלול השטף העובר בעמודים הצדדיים הוא 300 mm ושטח החתך שלהם 1.0 cm^2 . באחד העמודים הצדדיים יש חריץ אוויר באורך של 2 mm ושטח החתך שלו כשטח החתך של העמוד. אורך חריץ האוויר זניח בהשוואה לאורך הממוצע של העמוד, ולכן לצורך החישובים, האורך הממוצע של שני העמודים הצדדיים שווה בערכו. על העמוד האמצעי מותקן סליל בעל 200 כריכות. תחדירות היחסית של ליבת האלקטרומגנט $\mu_r = 2200$.



א. { 4 נקודות }

מחו חגודל של המאון, $R_m (1/H)$, של חריץ האוויר של מאון מסלול השטף בעמוד האמצעי, ושל מאון מסלול השטף בעמוד צדדי?

ב. { 4 נקודות }

שרטט את המעגל המגנטי השקול המתאר את שטיפת השטף המגנטי באלקטרומגנט.

ג. { 12 נקודות }

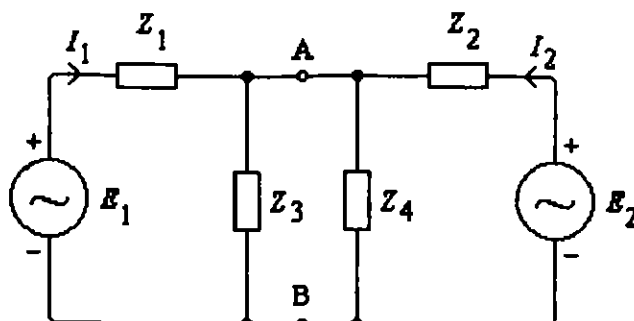
מה צריכה להיות עצמת חזרם החשמלי בסליל, כדי שהשדה המגנטי בחריץ האוויר יהיה $B_{gap} = 20 \text{ mT} (= 0.020 \text{ T})$?

שאלה מספר 2

באיור מתואר מעגל בורס-חילופים.

$$Z_1 = (1 + j1) \Omega \quad Z_2 = 1 \Omega \quad Z_3 = (1 - j1) \Omega \quad Z_4 = (1 + j1) \Omega$$

$$E_1 = 2 \text{ V} \angle 0 \quad E_2 = 1 \text{ V} \angle 0$$



א. { 8 נקודות }

כמה מתח, גודל וזווית, שורר בין נקודות A ו-B?

ב. { 8 נקודות }

כמה זרם, גודל וזווית, זורם בכל אחד ממקורות המתח?

ג. { 2 נקודות }

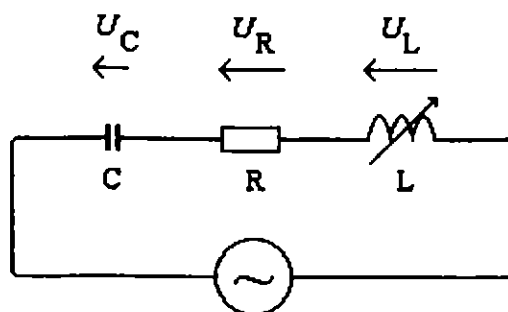
בתשובה לשני הסעיפים הקודמים, ביחס לאיזה גודל נמדדת הזווית?

ד. { 2 נקודות }

האם מתוך נתוני השאלה ניתן לחשב את התדירות בה מעל המעגל?

שאלה מספר 3

באיור מתואר מעגל RLC טורי, המחובר למקור מתח 230 V 50 Hz .
 שיעור ההתנגדות $20\ \Omega$ וקיבול הקבל $100\ \mu\text{F}$. שיעור החשירות של המעגל הוא גודל משתנה.



א. (6 נקודות)

מחושב שיעור החשירות L בו המעגל ימצא בתחודה?

ב. (6 נקודות)

כמה זרם יזרום במעגל כאשר הוא נמצא בתחודה?

ג. (8 נקודות)

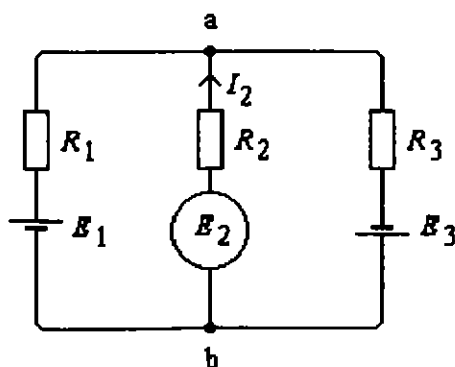
כמה מתח ישוחרר על הדקי הקבל, כאשר המעגל בתחודה?

שאלה מספר 4

באיור מתואר מעגל חשמלי המעל בזרם-ישר.

$$R_1 = 12\ \Omega \quad R_2 = 3.4\ \Omega \quad R_3 = 8\ \Omega \quad E_1 = 9\text{ V} \quad E_3 = 8\text{ V}$$

דוע שזרם $I_2 = 1\text{ A}$ וכיוונו כמתואר באיור.



א. (15 נקודות)

מה גודלו של המתח E_2 ומה קוטביותו?

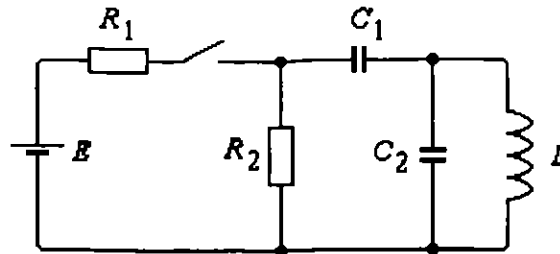
ב. (5 נקודות)

כמה הספק חשמלי מספק כל אחד ממקורות המתח?

שאלה מספר 5

שני קבלים, סליל, שתי התנגדויות ומתג, מחוברים למקור מתח-ישר במעגל המתואר באיור.

$$E = 24 \text{ V} \quad R_1 = 100 \, \Omega \quad R_2 = 500 \, \Omega \quad C_1 = 10 \, \mu\text{F} \quad C_2 = 15 \, \mu\text{F} \quad L = 20 \text{ mH}$$



א. { 4 נקודות }

כמה אנרגיה אגורה בכל אחד מהקבלים ובסליל זמן רב לאחר שהמתג (switch) הפסיק את הזרם שמספק מקור המתח: המתג נמצא במצב מופסק (off).

ב. { 8 נקודות }

מחברים את מקור המתח: מעבירים את המתג למצב מחובר (on). מהו גודל המתח השורר בין הדקי כל אחד מהקבלים, לאחר זמן רב?

ג. { 8 נקודות }

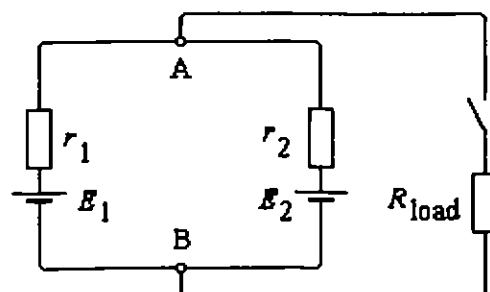
כמה אנרגיה אגורה בסליל ובכל אחד מהקבלים, לאחר שתופעת המעבר, בעקבות חיבור מקור המתח, הסתיימה.

שאלה מספר 6

שני מקורות מתח מחוברים במקביל, כמתואר באיור.

גד העומס R_{load} מחובר אל שני מקורות המתח באמצעות מתג (Switch).

$$E_1 = 12.36 \text{ V} \quad E_2 = 12.38 \text{ V} \quad r_1 = 1.05 \, \Omega \quad r_2 = 0.95 \, \Omega \quad R_{load} = 50 \, \Omega$$



א. { 10 נקודות }

כמה מתח ישרור בין הדקי המתג כאשר גוד העומס לא מחובר למקורות המתח?

ב. { 10 נקודות }

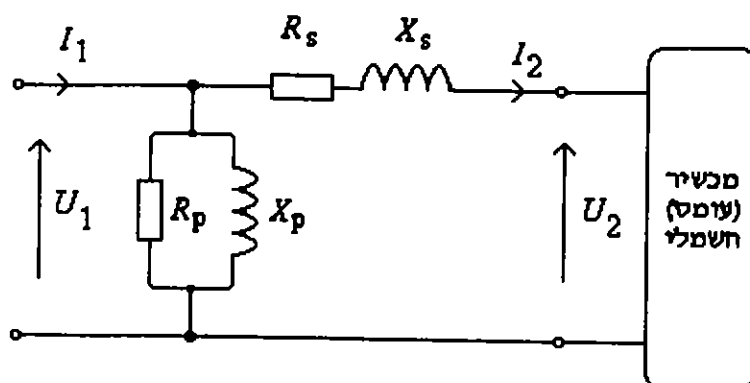
כמה זרם יספק כל אחד מהמקורות כאשר גוד העומס מחובר למקורות המתח?

שאלה מספר 7

מכשיר חשמלי, הפועל בורם-חילופים, מחובר למעגל המתואר באיור.

נתוני צריכת האנרגיה החשמלית של המכשיר הם: $I_2 = 50 \text{ A}$, $U_2 = 235 \text{ V}$ וגורם הספק $\cos \phi = 0.8$ (השראתי).

נתוני המעגל הם: $R_s = 0.15 \Omega$, $X_s = 0.25 \Omega$, $R_p = 600 \Omega$, $X_p = 1500 \Omega$



א. { 6 נקודות }

כמה הספק P_2 (kW), כמה הספק-היגבי Q_2 (kVar) וכמה הספק-נדמה S_2 (kVA) צורך המכשיר החשמלי:

ב. { 4 נקודות }

מה גודלו של המתח U_1 ?

ג. { 6 נקודות }

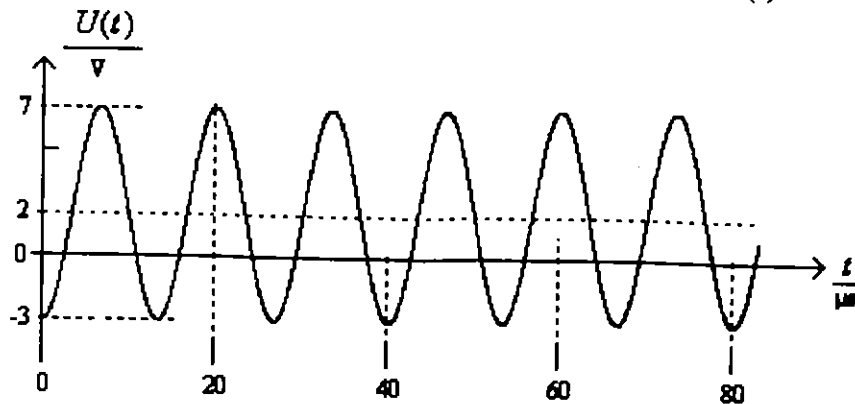
כמה הספק P (W) צורך המעגל?

ד. { 4 נקודות }

מה שיעור הנצילות של המעגל?

שאלה מספר 8

The mathematical expression of the voltage signal, shown in the figure, is: $U(t) = A + B \sin(\omega t - \phi)$



a. { 2 points }

Calculate the period and the frequency of the voltage signal.

b. { 8 points }

Find the four parameters (A , B , ω , ϕ) of the voltage signal mathematical expression.

c. { 5 points }

What is the average value of the voltage signal?

d. { 5 points }

What is the effective (root-mean-square) value of the voltage signal?

בהצלחה



תורת החשמל

הנדסאי וטכנאי הנדסת חשמל-אלקטרוניקה

הנדסאי וטכנאי הנדסת מכשור ובקרה

הוראות 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, שבהוצאת מה"ט. מחשבון, למעט מחשב-נישא (מחשב-מחברת או דומה).

אין (אסור) להעביר את חוברת העזר שבהוצאת מה"ט ומחשבוניו 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.

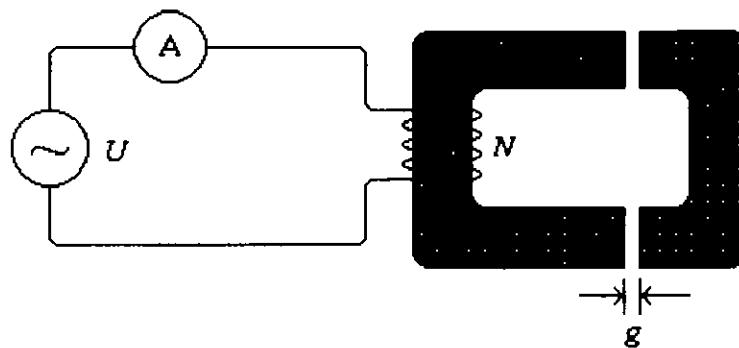
(4) אם לדעתך חסר נתון או קיים נתון שגוי, עליך לציין זאת במפורש ולהניח הנחה סבירה ומנומקת שתאפשר לך להמשיך בפתרון השאלה.

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

בהצלחה

שאלה מספר 1

באיור מתואר אלקטרומגנט המחובר למקור מתח בורם-חילופים, 24 V, 50 Hz.
האורך הממוצע של מסלול השטף המגנטי בחומר הפרומגנטי הוא 250 mm ושטח החתך הממוצע של החומר הוא 30 mm^2 .
הגודל של חחדירות היחסית של החומר הפרומגנטי הוא 2000.
גודל ההתנגדות של הסליל הוא 5.8Ω ויש בו 660 כריכות.
לצורך השאלה, האלקטרומגנט נמצא באחד משני המצבים הבאים:
מצב פתוח, שבו האורך של חריץ האויר, g , הוא 2 mm.
מצב סגור, שבו שני חלקי האלקטרומגנט צמודים זה לזה, ובקירוב טוב, האורך של חריץ האויר שווה לאפס.



א. { 8 נקודות }

חשב את המאון (Reluctance) של האלקטרומגנט כאשר הוא נמצא במצב פתוח ובמצב סגור.

ב. { 6 נקודות }

חשב את השראות האלקטרומגנט בכל אחד משני המצבים.

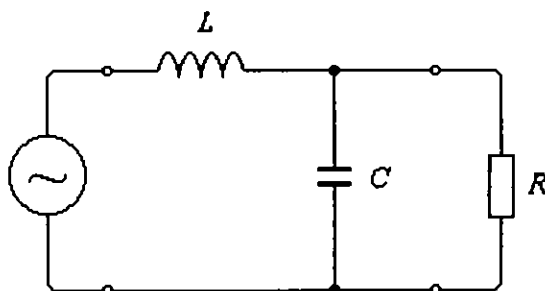
ג. { 6 נקודות }

מה תחיה קריאת מד הזרם בכל אחד מהמצבים?

שאלה מספר 2

באיור מתואר מעגל בורס-חילופים.

$$R = 50 \Omega \quad L = 0.53 \text{ mH} \quad C = 2.2 \mu\text{F}$$



א. { 15 נקודות }

מהו הערך של התדירות המעגלית כאשר המעגל נמצא בתהודה?

ב. { 5 נקודות }

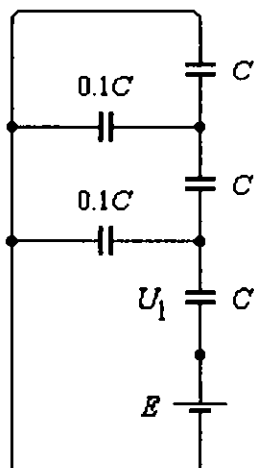
מהו הערך של העכבה השקולה כאשר המעגל נמצא בתהודה?

המלצה לדרך פתרון: רשום את הביטוי של העכבה השקולה $Z(\omega) = R(\omega) + jX(\omega)$ המחוברת למקור המתח.

שאלה מספר 3

קבלים מחוברים חיבור מעורב, כמתואר באיור.

גודל הקיבול של הקבלים לא ידוע, אבל היחס בין הקיבולים ידוע, כמצוין באיור.

המתח השורר בין הדקי הקבל התחתון ידוע וערכו $U_1 = 100 \text{ V}$.

א. { 20 נקודות }

חשב את מתח המקור, E .

שאלה מספר 4

באיור מתואר מעגל גשר, המשמש למדידת טמפרטורה באמצעות נגד $R(T)$, שההתנגדות שלו תלויה בטמפרטורה לפי

$$R(T_2) = R(T_1)[1 + \alpha_T (T_2 - T_1)]$$

(ההתנגדות של הנגדים האחרים והפוטנציומטר קבועה ואינה תלויה בטמפרטורה).

את המדידה מבצעים בשני שלבים:

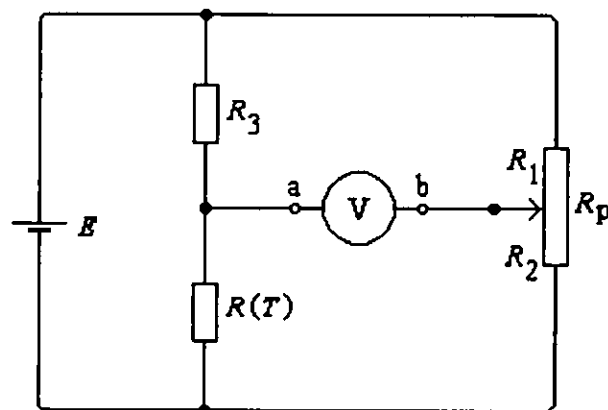
בשלב הראשון, בו כל הנגדים נמצאים בטמפרטורת החדר, T_1 , מציבים את הזרם של הפוטנציומטר, R_p , כך שקריאת מד המתח תהיה 0 V .

בשלב השני, מצמידים את הנגד, שההתנגדות שלו תלויה בטמפרטורה, אל הגוף שאת הטמפרטורה שלו רוצים למדוד. את תוצאת המדידה קוראים במד המתח.

לצורך תשובתך, מד המתח אינו משפיע על תוצאת המדידה - ההתנגדות שלו אינסופית.

$$R_p = R_1 + R_2 = 550 \Omega \quad R_3 = 150 \Omega \quad E = 9 \text{ V}$$

$$T_1 = 25^\circ\text{C} \quad R(T_1 = 25^\circ\text{C}) = 100 \Omega \quad \alpha_T = 0.02 \frac{1}{^\circ\text{C}}$$



א. { 10 נקודות }

על איזה ערך של התנגדות R_1 יש לחצוב את הפוטנציומטר, על מנת שקריאת מד המתח, בטמפרטורת החדר, תהיה שווה אפס (0 V)?

ב. { 10 נקודות }

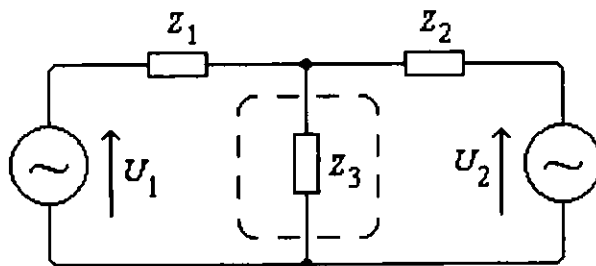
מה תהיה קריאת מד המתח, כאשר הטמפרטורה של תגוף היא 67°C ?

שאלה מספר 5

מכשיר, שעכבתו Z_3 , מוזן משני מקורות מתח, U_1 ו- U_2 , כמתואר באיור.

$$U_1 = 28\text{ V } \angle 0^\circ \quad U_2 = 28\text{ V } \angle 90^\circ$$

$$Z_1 = j2\Omega \quad Z_2 = j2\Omega \quad Z_3 = (16 + j12)\Omega$$



א. { 8 נקודות }

מהו המתח, גודל וזווית, חשורר על הדקי המכשיר (עכבה Z_3)?

ב. { 4 נקודות }

מהו הזרם, גודל וזווית, במכשיר?

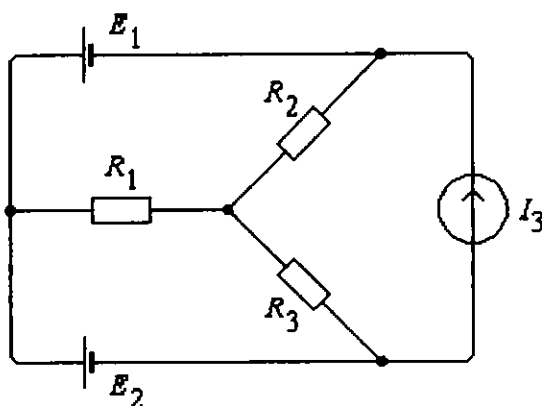
ג. { 8 נקודות }

מה שיעור החספקים - ממשי (W), הגבי (Var) ונדמה (VA) - שצורך המכשיר?

שאלה מספר 6

באיור נתון מעגל בזרם-ישר.

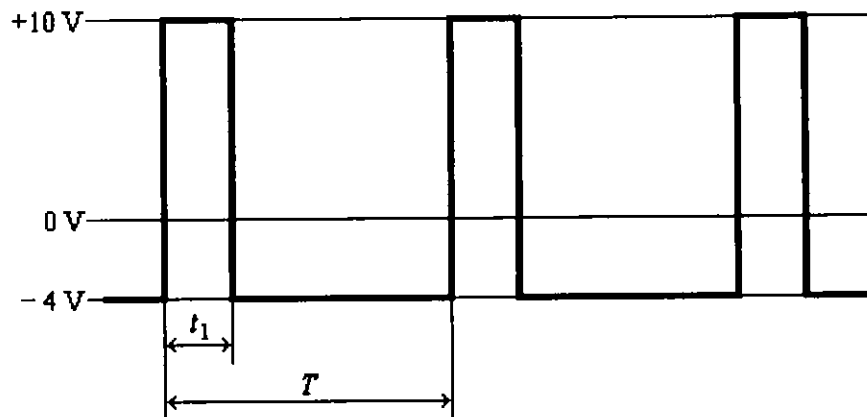
$$\begin{aligned} E_1 &= 12\text{ V} & E_2 &= 8\text{ V} & I_3 &= 0.2\text{ A} \\ R_1 &= 100\Omega & R_2 &= 20\Omega & R_3 &= 20\Omega \end{aligned}$$



א. { 20 נקודות }

מהו הגודל והכיוון של הזרם בכל אחד ממקורות המתח?

A voltage signal is shown in the following figure. The frequency of the signal is 40 kHz. t_1 is 30% of the signal period time, T .



a. { 6 points }

What is the average value of the voltage signal?

b. { 8 points }

What is the effective (root-mean-square) value of the voltage signal?

c. { 6 points }

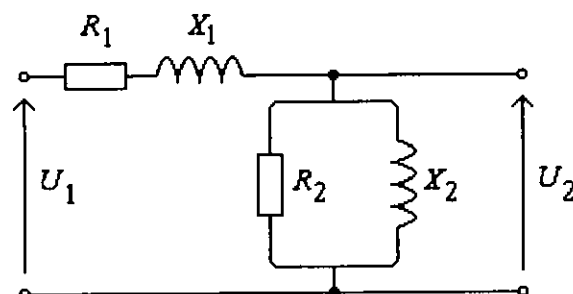
The voltage signal is measured across the terminals of a 50Ω resistor. What is the value of the average power dissipated in the resistor?

שאלה מספר 8

באיור מתואר מעגל בזרם-חילופים.

$$R_1 = 2 \Omega \quad X_1 = 4 \Omega$$

$$R_2 = 1000 \Omega \quad X_2 = 500 \Omega$$



א. { 20 נקודות }

מהו הפרש המופע (זווית) בין המתח U_1 לבין המתח U_2 ?
יש לתת את התשובה ביחידות של רדיאן וביחידות של מעלות.

עמוד 6 מתוך 6 עמודים



תורת החשמל

הנדסאי וטכנאי הנדסת חשמל-אלקטרוניקה

הנדסאי וטכנאי 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. חומר 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.

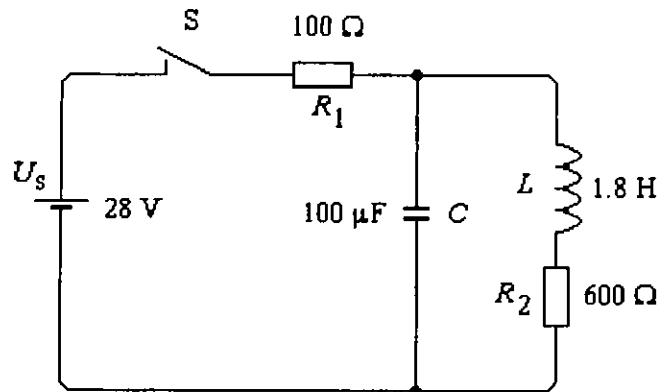
4) אם לדעתך חסר נתון או קיים נתון שגוי, עליך לציין זאת במפורש ולהניח הנחה סבירה ומנומקת שתאפשר לך להמשיך בפתרון השאלה.

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

6) יש לרשום את התשובות לפי הוראות תקן ישראלי 1000 – המערכת הבין-לאומית (מב"ט) של יחידות.

בהצלחה

שאלה מספר 1



במעגל המתואר באיור, סוגרים את המפסק S, ומחכים עד אשר כל תופעות המעבר חלפו. במצב זה:

א. {8 נקודות}

מהו שיעור המתח על הדקי הקבל?

ב. {5 נקודות}

כמה אנרגיה אגורה בקבל?

ג. {5 נקודות}

כמה אנרגיה אגורה בסליל?

במעגל המתואר באיור פותחים את המפסק S.

ד. {2 נקודות}

מה יהיה שיעור המתח על הדקי הקבל זמן רב לאחר שכל תופעות המעבר יחלפו.

שאלה מספר 2

A capacitor of $500 \mu\text{F}$ is connected in parallel with a 30Ω resistor.

The voltage across their terminals changes linearly from 0 V to 200 V in 25 ms.

a. {10 points}

Calculate the capacitor current during the voltage change.

b. {10 points}

Calculate the total current supplied to the resistor and the capacitor, when the voltage reaches the value of 150 V.

שאלה מספר 3

משרן, קבל משתנה, ומקור זרם-חילופים מחוברים בטור. תדירות המקור 50 kHz ושיעור זרם המקור 100 mA . המתח על הדקי המקור מגיע לערכו המזערי כאשר ערך הקבל $0.12 \mu\text{F}$, וגדל פי שתיים ערכו המזערי כאשר ערך הקבל $0.15 \mu\text{F}$.

א. {4 נקודות}

שרטט את המעגל המתואר בשאלה.

ב. {10 נקודות}

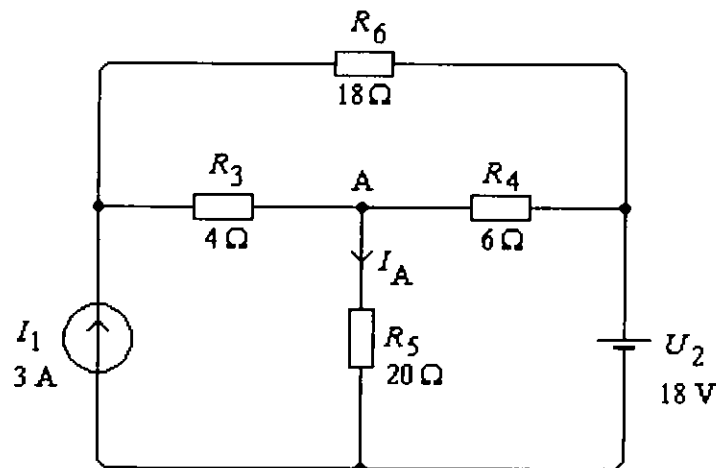
חשב את גודל ההתנגדות וההשראות, המחברים בטור, המייצגים את המשרן.

ג. {6 נקודות}

עבור איזה קיבול (אחר) יתקבל ערך נוסף של מתח על הדקי המקור הגדול פי שניים מהמתח המזערי.

שאלה מספר 4

באיור נתון מעגל חשמלי בזרם-ישר.



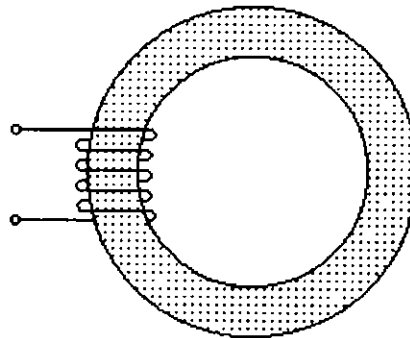
א. {20 נקודות}

חשב את הזרם I_A .

שאלה מספר 5

באיור מתואר תרשים עקרוני של סליל, המורכב מחומר פרומגנטי בצורת טבעת. האורך הממוצע של המעגל המגנטי הוא 140 mm ושטח החתך של הטבעת 250 mm^2 . גודל החדירות (permeability) היחסית של החומר הפרומגנטי הוא 6000.

על הטבעת מלופף מוליך נחשת, בעל התנגדות סגולית של $0.018 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}}$ ושטח חתך של 0.25 mm^2 . האורך הממוצע של כריכה אחת הוא 70 mm.



א. { 5 נקודות }

חשב את המאון (Reluctance) של המעגל המגנטי.

ב. { 5 נקודות }

כמה כריכות (מלאות ושלמות) יש להתקין על הטבעת על מנת שהשראות הסליל תהיה 25 mH.

ג. { 5 נקודות }

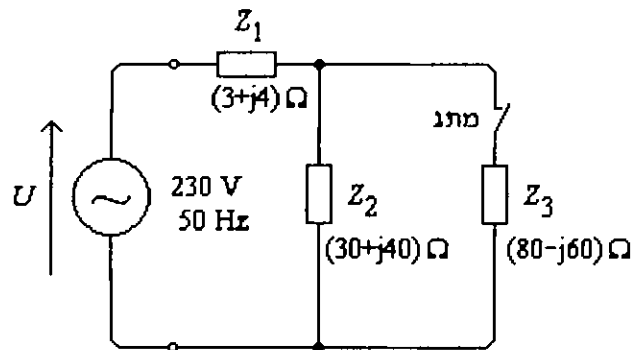
מהי התנגדות הסליל?

ד. { 5 נקודות }

מה תהיה עכבת הסליל כאשר הוא יחובר במעגל זרם-חילופים בו תדירות המקור היא 12 kHz?

שאלה מספר 6

באיור מתואר מעגל בזרם-חילופים.



א. {4 נקודות}

מהו שיעור הזרם במקור, כאשר המתג במצב מופסק (פתוח)?

ב. {4 נקודות}

מהו שיעור המתח על הדקי העכבה Z_2 (גודל וזווית), כאשר המתג במצב מופסק (פתוח)?

ג. {12 נקודות}

מחם החספסים - נדמה (VA), פעיל (W) והיגבי (VAr) - שמספק המקור כאשר המתג במצב מחובר (סגור)

שאלה מספר 7

עומס ניזון משלשה מקורות מתח שונים המחוברים בטור אחד לשני. התלות בזמן של כל אחד מהמקורות היא:

$$U_0(t) = 8 \text{ V}$$

$$U_1(t) = 12 \sin(\omega_1 t) \text{ V}$$

$$U_3(t) = 5 \sin(3\omega_1 + \varphi_3) \text{ V}$$

א. {4 נקודות}

מהו הביטוי המתאר את התלות בזמן של המתח על הדקי העומס?

ב. {8 נקודות}

מהו הערך הממוצע בזמן של המתח על הדקי העומס?

ג. {8 נקודות}

מהו הערך היעיל (RMS) של המתח על הדקי העומס?

שאלה מספר 8

עומס התנגדותי פועל במתח-ישר של 27 V וצורך הספק של 45 W . לרשותך תאים בעלי הנתונים הבאים: המתח של כל תא 3 V , ההתנגדות הפנימית שלו $1.8\ \Omega$ וכמות המטען החשמלי האגורה בו $0.3\text{ A}\cdot\text{h}$ (אמפר-שעה).

א. {8 נקודות}

כמה תאים יש לחבר בטור וכמה ענפים כאלה יש לחבר במקביל, על מנת שהעומס יפעל לפי הנתונים שלו וסוללת התאים תעביר לעומס הספק מרבי?

ב. {4 נקודות}

מה יהיה מתח ההדקים של סוללת התאים כאשר היא מחוברת לעומס?

ג. {4 נקודות}

איזה חלק מההספק שמפיקה סוללת התאים יגיע לעומס?

ד. {4 נקודות}

בהנחה שהכח האלקטרו-מניע וההתנגדות הפנימית של התאים אינם משתנים עם המטען החשמלי שנותר בתא, במשך כמה זמן, בדקות, תספק הסוללה את האנרגיה החשמלית לעומס?

ב ה צ ל ה !



תורת החשמל

הנדסאי וטכנאי הנדסת חשמל-אלקטרוניקה

הנדסאי וטכנאי הנדסת מיכשור 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. 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 ומחשבוניו 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 חפתרון 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 חתמה סבירה ומנומקת שתאפשר לך להמשיך בפתרון השאלה.

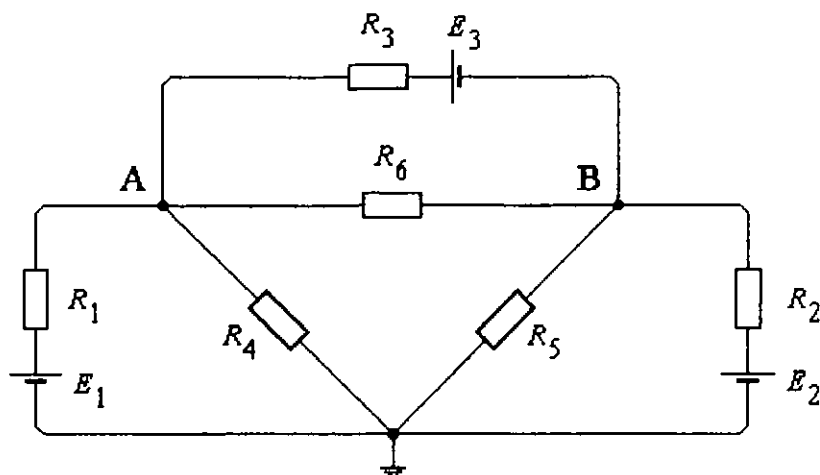
5) יש לרשום את התשובות בעט שחור או כחול בלבד. אסור להשתמש בנוזל תיקון.

6) יש לרשום את התשובות לפי הוראות תקן ישראלי 1000 – המערכת הבין-לאומית (מב"ל) של יחידות.

בהצלחה

שאלה מספר 1

באיור נתון מעגל חשמלי, הכולל מקורות מתח בורם-ישר והתנגדויות.



$$E_1 = 28 \text{ V} \quad E_2 = 15 \text{ V} \quad E_3 = 12 \text{ V}$$

$$R_1 = 1 \, \Omega \quad R_2 = 1.5 \, \Omega \quad R_3 = 2 \, \Omega$$

$$R_4 = 20 \, \Omega \quad R_5 = 25 \, \Omega \quad R_6 = 40 \, \Omega$$

א. {4 נקודות}

כמה משוואות קירכחוף, זרמים ומתחים, דרושות על מנת לחשב ישירות את הזרם בכל אחת מההתנגדויות שבמעגל?

כמה משוואות זרמי חוגים יש לנסח?

כמה משוואות מתחי צמתים יש לנסח?

ב. {12 נקודות}

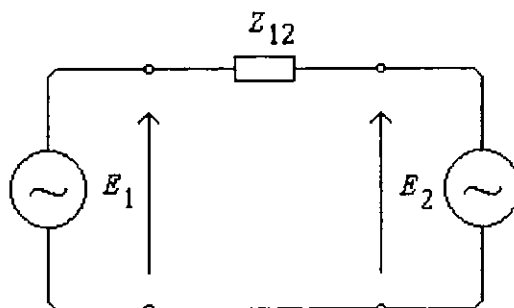
מחו המתח של צומת A ושל צומת B (ביחס לצומת הייחוס)?

ג. {4 נקודות}

מקור המתח E_3 הוא מצבר (סוללה נטענת). האם המצבר נטען או נפרק? נמק את תשובתך בחישוב מתאים.

שאלה מספר 2

שני מקורות מתח חד-מופעיים בזרם חילופים ועכבה מחוברים ביניהם כמתואר באיור.



$$E_1 = 38 \text{ V } \angle 0^\circ \quad E_2 = 38 \text{ V } \angle 10^\circ \quad f = 400 \text{ Hz}$$

$$Z_{12} = (6 + j8) \Omega$$

א. {6 נקודות}

מהו הזרם בעכבה Z_{12} ? את התשובה יש לתת בצורה פולרית ובצורה קרטזית.

ב. {10 נקודות}

מהם ההספקים – יעיל, P , עיוור, Q , ונדמה, S – שמספק מקור המתח E_1 ?

ג. {4 נקודות}

מהו הרכיב החשמלי ומה גודלו שיש לחבר בטור לעכבה Z על מנת שהזרם דרך העכבה יהיה מרבי (מקסימום)?

שאלה מספר 3

The inductance and the resistance of a coil are 0.2 H and 1.3 Ω , respectively. The electric current in the coil changes linearly from 0 A to 2.5 A in 50 ms.

a. {10 points}

Calculate the induced voltage across the inductance, during the electric current change.

b. {10 points}

Calculate the voltage across the coil's terminals, when the current reaches 2.5 A.

שאלה מספר 4

באיור מתואר תרשים עקרוני של שני סלילים המותקנים על ליבת (גרעין) חומר פרומגנטי. לגרעין חתונים הבאים: אורך ממוצע (לא כולל את חריץ האויר): 25 cm ; שטח חתך: 4 cm^2 ; אורך חריץ האויר: 2 mm ; וחלחלות (פרמיאביליות) יחסית: 3250.

הכיוון של הזרם בכל אחד מהסלילים הוא כמצוין באיור. כינויי הסלילים הוא ככינויי הזרמים.

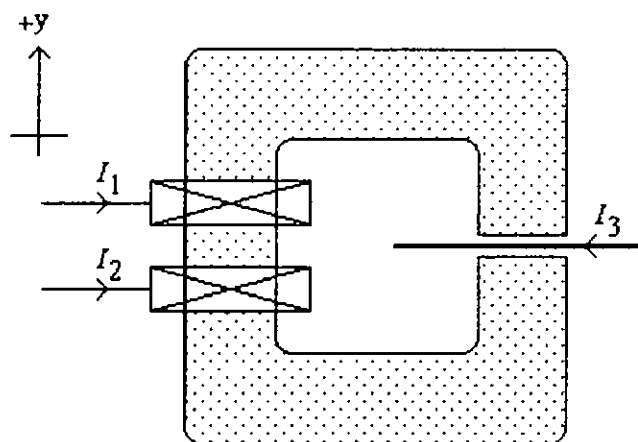
בסליל 1 יש 230 כריכות, ההתנגדות שלו 13.5Ω והוא מחובר למקור מתח ישר של 9 V .

בסליל 2 יש 180 כריכות, הוא בנוי ממוליך נחושת שאורכו 30 m ששטח החתך שלו 0.15 mm^2 . סליל זה מחובר

למקור מתח ישר של 1.5 V . (ההתנגדות הסגולית של נחושת: $\rho = 0.0175 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}}$)

השטף שמקורו בזרם I_1 שוטף, בעמוד עליו מותקן הסליל, בכיוון החיובי של ציר y .

השטף שמקורו בזרם I_2 שוטף בכיוון ההפוך לשטף שמקורו I_1 .



א. {6 נקודות}

מהו שיעור הזרמים בכל אחד מהסלילים?

ב. {6 נקודות}

מהו הגודל והכיוון של השטף המגנטי בחריץ האויר?

ג. {6 נקודות}

כמה השראות יש לסליל מספר 1?

ד. {2 נקודות}

לתוך חריץ האויר הכניסו מוליך נושא זרם I_3 , כמוראה באיור. המוליך נמצא במישור חזף. מה יחיד כיוון חכח שיפעל על המוליך?

שאלה מספר 5

מקור מתח קבוע בתדר של 1 MHz פועל על משרן, (התנגדות המחוברת בטור להשראות), המחובר בטור עם קבל משתנה. הזרם מגיע לשיאו כאשר ערך הקבל 5 nF וקטן עד החצי כאשר הקיבול 6 nF .

א. {4 נקודות}

שרטט את המעגל החשמלי המתואר בשאלה.

ב. {10 נקודות}

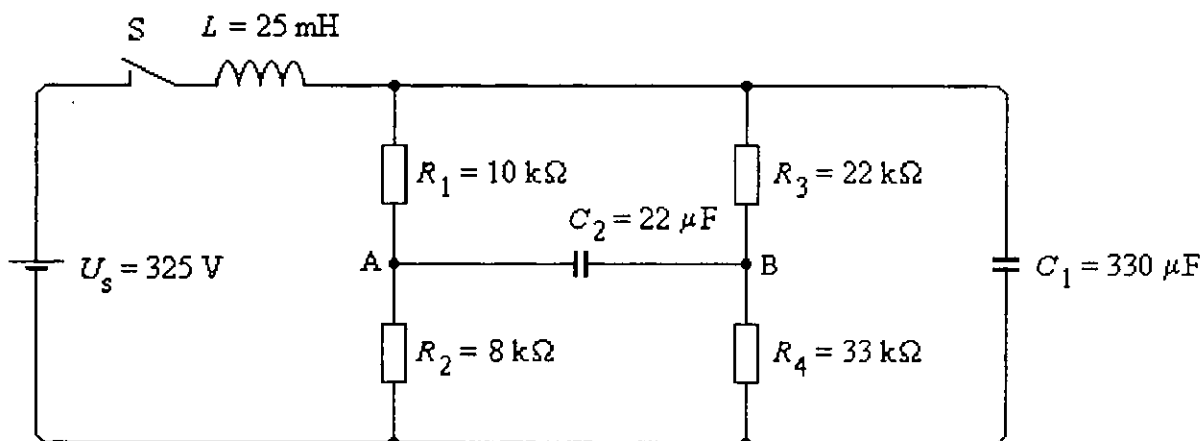
חשב את גודל ההתנגדות וההשראות של המשרן.

ג. {6 נקודות}

חשב את מקדם חטיב של המעגל.

שאלה מספר 6

באיור מתואר מעגל חשמלי הכולל מקור מתח ישר, מפסק, השראות, קבלים והתנגדויות.



א. {10 נקודות}

חשב את כמות המטען בכל אחד מהקבלים, זמן רב לאחר סגירת המפסק S.

ב. {5 נקודות}

חשב את כמות האנרגיה האגורה בכל אחד מהקבלים, זמן רב לאחר סגירת המפסק S.

ג. {5 נקודות}

חשב את כמות האנרגיה האגורה בסליל, זמן רב לאחר סגירת המפסק?

שאלה מספר 7

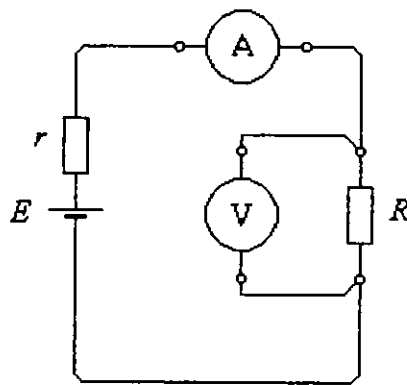
באיור מתוארות שתי צורות חיבור של מעגל המשמש למדידה עקיפה של התנגדות.

מתח המקור $E = 20 \text{ V}$ והתנגדותו הפנימית $r = 0.5 \Omega$.

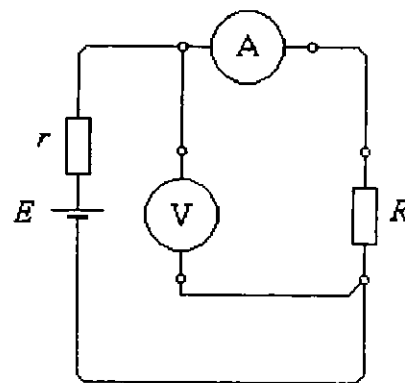
ההתנגדות הפנימית של מד הזרם $R_A = 0.2 \Omega$ וההתנגדות הפנימית של מד המתח $R_V = 50 \text{ k}\Omega$.

שים לב! ההתנגדויות הפנימיות של מכשירי המדידה אינן מוראות בתרשימים, אבל הן קיימות במעגל ועליך להתחשב בהן.

כדי להשוות בין השיטות חיברו נגד שההתנגדות שלו ידועה בדיוק מאוד גבוה וערכה $R = 80 \Omega$.



(A)



(B)

א. {8 נקודות}

מה תהיה קריאת מד הזרם ומד המתח בשיטת חיבור (A)? מה תהיה תוצאת חישוב ההתנגדות בשיטה זאת? (קריאת מד המתח לחלק לקריאת מד הזרם).

ב. {8 נקודות}

מה תהיה קריאת מד הזרם ומד המתח בשיטת חיבור (B)? מה תהיה תוצאת חישוב ההתנגדות בשיטה זאת? (קריאת מד המתח לחלק לקריאת מד הזרם).

ג. {4 נקודות}

על סמך ידיעת הערך של ההתנגדות R , מה תהיה השגיאה היחסית של המדידה בכל אחת מהשיטות?

$$e_{\%} = 100 \frac{R - R_X}{R}$$

כאשר,

$e_{\%}$ השגיאה היחסית באחוזים;

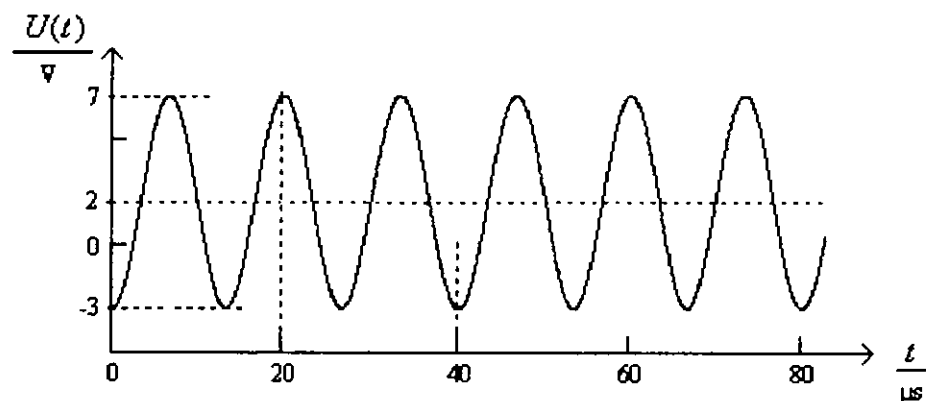
R הערך הידוע של ההתנגדות;

R_X הערך המחושב של ההתנגדות, קריאת מד המתח לחלק בקריאת מד הזרם.

שאלה מספר 8

באיור מתואר אות מתח שהתלות שלו בזמן נתונה בביטוי הבא:

$$U(t) = A + B \sin(\omega t - \phi)$$



א. {2 נקודות}

חשב את זמן המחזור של האות, את התדירות שלו.

ב. {6 נקודות}

חשב את כל הפרמטרים (A, B, ω, ϕ) המתארים אותו במשוואה לעיל.

ג. {6 נקודות}

חשב את הערך הממוצע של אות המתח.

ד. {6 נקודות}

חשב את הערך היעיל (RMS) של אות המתח.

ב ה צ ל ח ה !



תורת החשמל

הנדסאי וטכנאי הנדסת חשמל-אלקטרוניקה

הנדסאי וטכנאי הנדסת מיכשור ובקרה

הוראות לבחן:

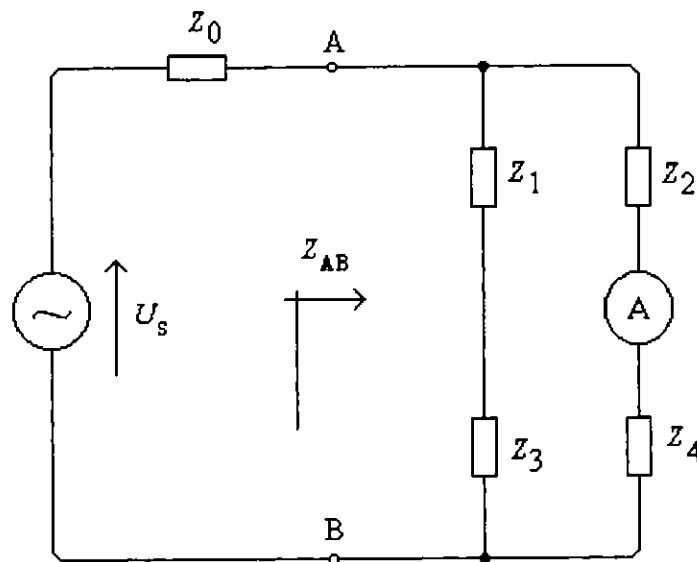
- א. משך הבחינה: ארבע שעות.
- ב. מבנה השאלון ומפתח הערכה: בשאלון 8 שאלות. יש לענות על 5 מתוך 8 השאלות, משקל כל שאלה 20 נקודות ובסך הכל 100 נקודות למבחן.
- ג. חומר עזר המותר בשימוש: חוברת עזר בתורת החשמל, שבהוצאת מה"ט. מחשבון, למעט מחשב-נישא (מחשב-מחברת או דומה).
אין (אסור) להעביר את חוברת העזר שבהוצאת מה"ט ומחשבוניו 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 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.
- (6) יש לרשום את התשובות לפי הוראות תקן ישראלי 1000 – המערכת הבין-לאומית (מב"ט) של יחידות.

בהצלחה

שאלה 1

באיור מתואר מעגל בזרם-חילופין חנוון ממקור-מתח $U_s = 120 \text{ V}$, $f = 50 \text{ Hz}$.
נתוני עכבות המעגל הן:

$$Z_0 = (3 + j2) \Omega, Z_1 = (10 - j4) \Omega, Z_2 = (12 + j6) \Omega, Z_3 = (20 + j6) \Omega, Z_4 = (16 - j12) \Omega$$



- א. [8 נקודות] מהו גודל העכבה השקולה Z_{AB} ?
- ב. [4 נקודות] מהו האופי של העכבה השקולה Z_{AB} , השראי או קיבולי?
- ג. [8 נקודות] מה תהיה קריאת מד הזרם?

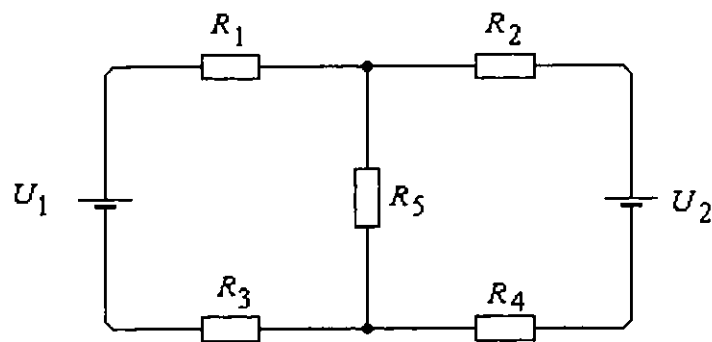
שאלה 2

באיור מתואר מעגל חשמלי הפועל בזרם-ישר והנזון משני מקורות מתח.
ההתנגדות R_5 מייצגת עומס של מכשיר כלשהו. שאר ההתנגדויות במעגל מייצגות חפסדים.
נתוני המעגל הם:

$$U_1 = 18 \text{ V}$$

$$R_1 = 2 \Omega \quad R_2 = 3 \Omega \quad R_3 = 4 \Omega \quad R_4 = 5 \Omega \quad R_5 = 25 \Omega$$

ידוע שבהתנגדות R_5 עובר זרם של 0.6 A

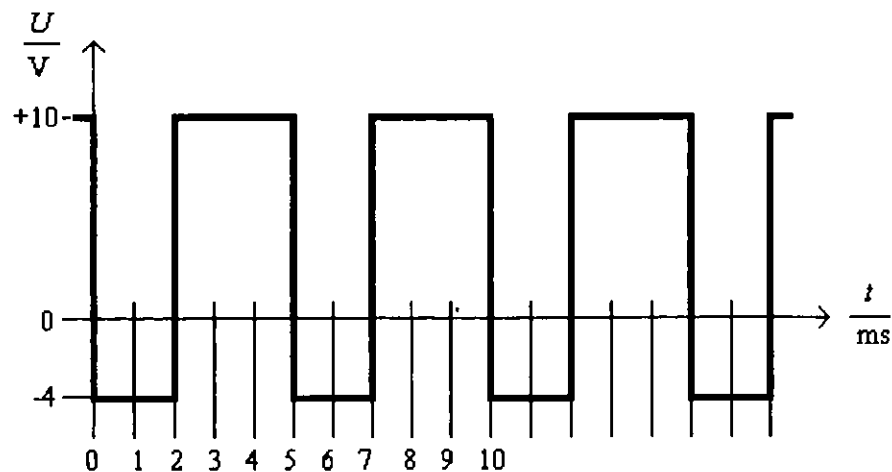


- מהו גודל מתח המקור U_2 ?
- מהו גודל ההספק החשמלי שמספק כל אחד מקורות המתח?
- איזה חלק מחספק, היוצא ממקורות המתח, מועבר לעומס (התנגדות R_5)?

שאלה 3

מקור מתח, שצורת אות המתח שלו נתונה באיור, מחובר אל נגד של 500Ω .

- מהו הערך הממוצע של הזרם בנגד?
- מהו הערך היעיל (RMS) של הזרם בנגד?
- מהו ההספק הממוצע שמעביר המקור לנגד?

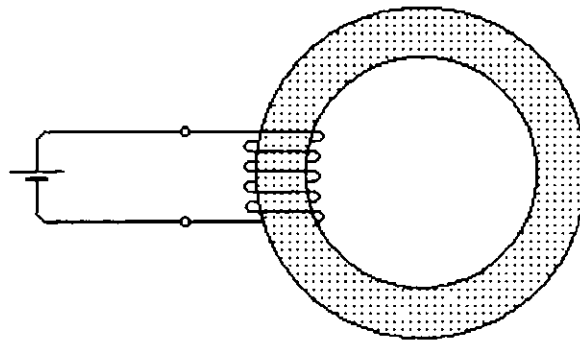


שאלה 4

באיור מתואר משרן (Inductor) הבנוי מליבת חומר פרומגנטי, בעלת צורת טבעת, ומוליך נחושת מבודד המלופף 240 כריכות על הליבה. המשרן מחובר למקור מתח של 3 V .

לליבה, אורך ממוצע של 90 mm , שטח-חתך 65 mm^2 ומיאון (Reluctance) של $8.77 \times 10^5 \frac{1}{\text{H}}$.

אורך המוליך, המלופף על הליבה, 135 m שטח החתך שלו 0.15 mm^2 ובעל התנגדות סגולית $0.0175 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$.



א. (4 נקודות) מהו גודל החשירות שיש למשרן?

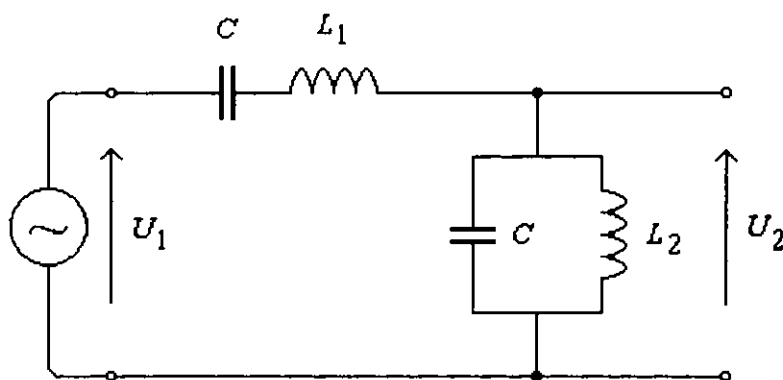
ב. (8 נקודות) מהו גודל החשירות המגנטית (צפיפות השטף המגנטי) B בליבה?

ג. (8 נקודות) מה תהיה עכבת המשרן אם הוא יחובר למקור מתח-חילופים בעל תדירות 35 Hz ?

שאלה 5

באיור מתואר מעגל חשמלי המחובר אל מקור-מתח זרם-חילופין, בעל תדירות הניתנת לשינוי. המעגל מחובר בתצורה של מחלק-מתח. למרכיבי המעגל הנתונים הבאים:

$$C = 2.2 \mu\text{F} \quad L_1 = 3 \mu\text{H} \quad L_2 = 8 \mu\text{H}$$



- א. [10 נקודות] באיזו תדירות מעגלית, ω , צריכת הזרם מהמקור תהיה מיזערית (מינימלית)?
- ב. [6 נקודות] מה יהיה חיחס בין המתח U_2 למתח המקור, כאשר צריכת הזרם מהמקור היא מיזערית?
- ג. [4 נקודות] איזה מרכיבים קובעים את תדר התהודה של מעגל חשמלי?

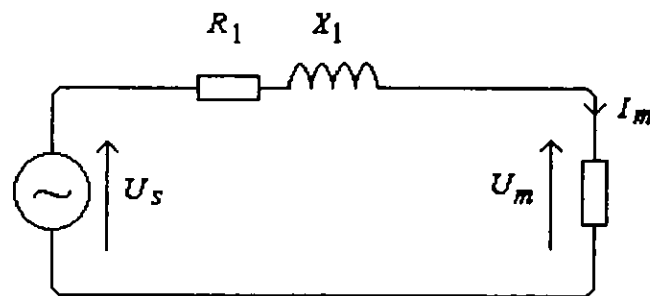
שאלה 6

מקור מתח-חילופים חד-מופעי מזין מכשיר חשמלי m בעל אופי השראי, כמתואר באיור. הגודל של התנגדות וחייב

חמוליכים המחוברים את המקור עם המכשיר הם: $X_1 = 0.8 \Omega$ $R_1 = 0.2 \Omega$.

במצב עבודה מסוים צרך המכשיר אנרגיה חשמלית בתווים הבאים:

$$P_m = 9.3 \text{ kW} \quad I_m = 50.7 \text{ A} \quad U_m = 340 \text{ V}$$



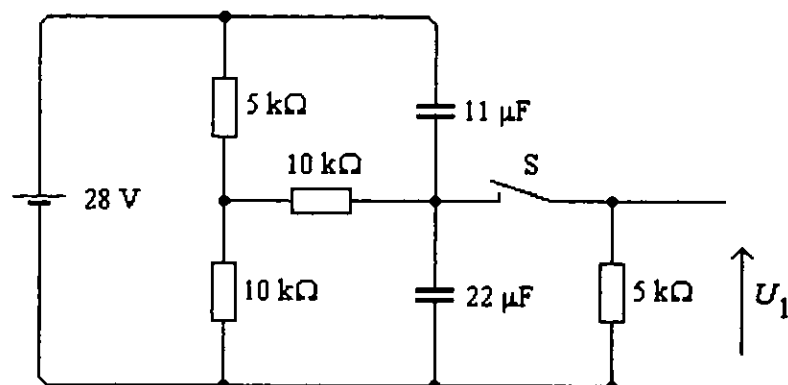
א. (8 נקודות) מהו גודל המתח של המקור?

ב. (6 נקודות) מהו הגודל של זווית המופע שבין המתח שעל הדקי המקור לבין המתח שעל הדקי המכשיר?

ג. (6 נקודות) מה גודלם של שלשת החספסים - יעיל, חייגבי ונדמה – אותם מספק המקור?

שאלה 7

באיור מתואר מעגל חשמלי, הכולל נגדים, קבלים, מקור מתח-ישר ומפסק.



א. (10 נקודות) מהו גודל המתח השורר בין הדקי כל-אחד מהקבלים, כאשר המפסק S במצב מופסק (פתוח)?

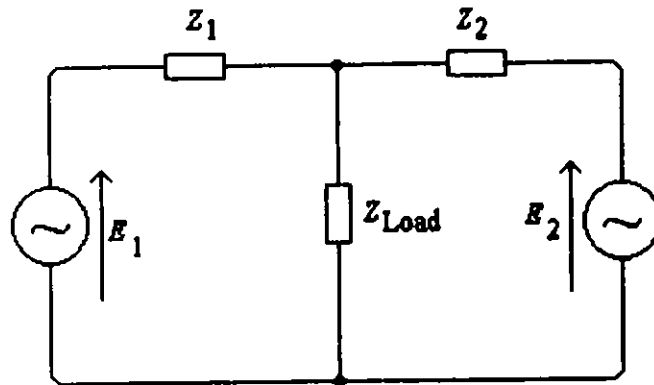
ב. (5 נקודות) מהו גודל המתח U_1 , לאחר שהמפסק S נמצא במצב מחובר (סגור) הרבה מאד זמן?

ג. (5 נקודות) כמה אנרגיה אגורה בכל אחד מהקבלים, הרבה מאד זמן לאחר שהמפסק S נמצא במצב מחובר?

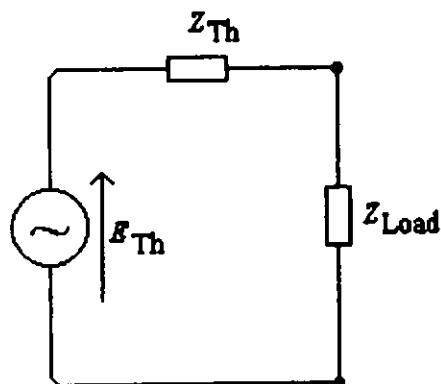
The AC electrical circuit, shown here, has the following data:

$$E_1 = 38 \text{ V } \angle +30^\circ \quad E_2 = 32 \text{ V } \angle -45^\circ$$

$$Z_1 = 5 \, \Omega \angle +10^\circ \quad Z_2 = 8 \, \Omega \angle +20^\circ$$



- a. [10 points] What are the values of E_{Th} and Z_{Th} which replace the circuit above by the one below?



- b. [10 points] What are the values of the amplitude and angle of Z_{Load} at which the maximum power will be delivered from the voltage sources?

בהצלחה!



תורת החשמל

הנדסאי וטכנאי הנדסת חשמל-אלקטרוניקה

הנדסאי וטכנאי הנדסת מיכשור ובקרה

חוראות 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, 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 לחשאיר 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:

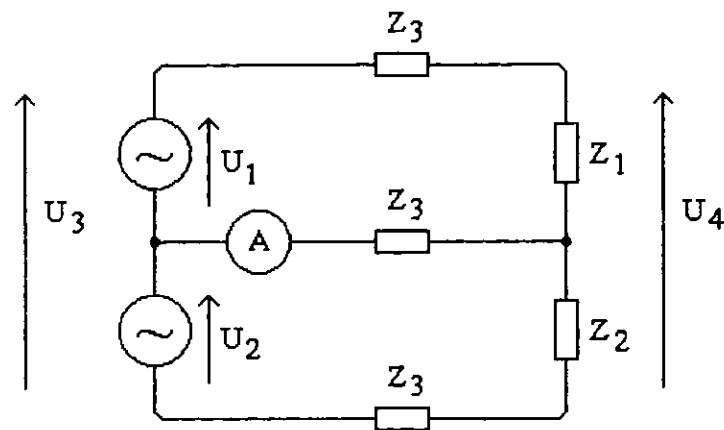
$$U_1 = 120 V \angle 0^\circ$$

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

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

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

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



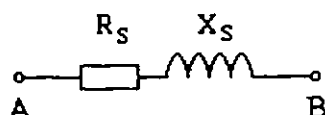
א. [20 נקודות] מה תהיה קריאת מד הזרם?

שאלה מספר 2

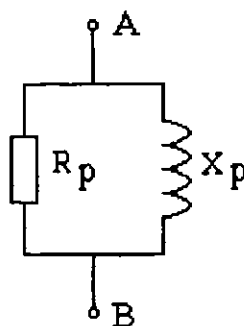
במידה בזרם-חילופין של עומס בעל אופי חשאי נתקבלו התוצאות הבאות:

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

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



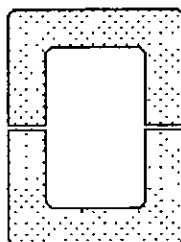
ב. [8 נקודות] מהם הערכים של R_p ו- X_p , המציגים את העומס באמצעות מעגל התמורה הבא:



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 אוויר. הליבה עשויה מחומר פרומגנטי בעל פרמיאביליות-יחסית של 2100. האורך הממוצע של הליבה, ללא חריצי האוויר, הוא 154 mm ושטח החתך שלה $38(\text{mm})^2$. אורך כל אחד משני חריצי האוויר 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! (הבוחר יקרא רק את שלשת המשפטים הראשונים בתשובתך).

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

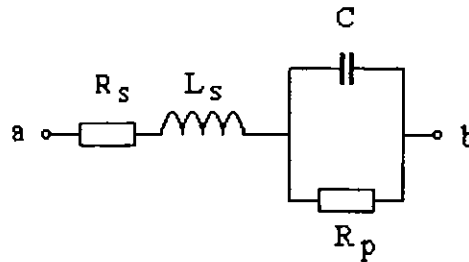
3. מגנטיות ואלקטרומגנטיות

$$NI = R_m \Phi$$

שאלה מספר 4

באיור נתון מעגל תמורה של קבל-מעשי המיועד למעגלים הפועלים בתדירים 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 $30 V$. לקבל C_1 קיבול קבוע של $49 pF$. קבל C_2 הוא קבל-לוחות שקיבולו $12.4 pF$.

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

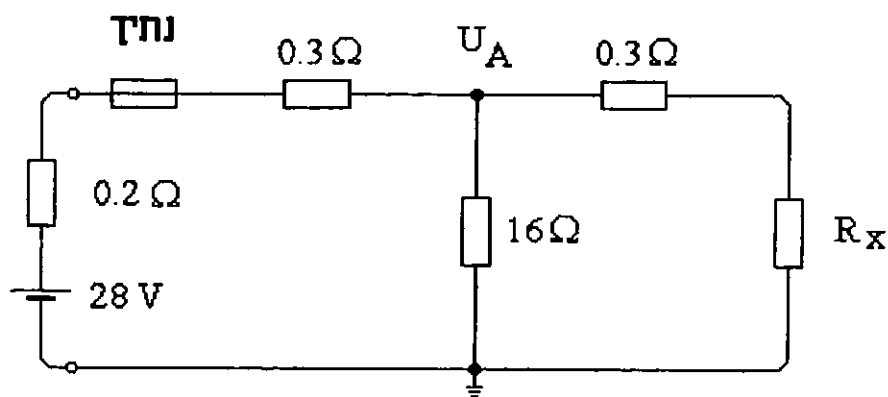
ב. [4 נקודות] כמה אנרגיה אגורה בשני הקבלים בתנאים של חסעיף הקודם?

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] הנתוך יפסיק את הזרם במעגל כאשר הזרם דרכו יהיה גדול מ- $5A$. עקב תקלה ההתנגדות R_x ירדה לערך של 8Ω . האם הנתוך 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:

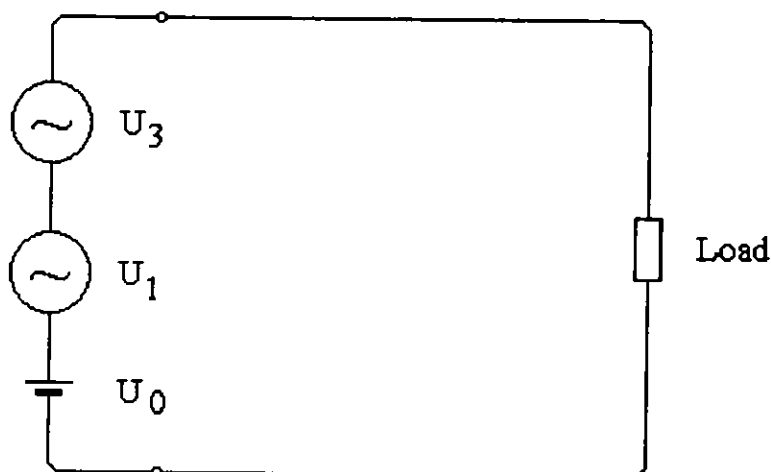
$$P_{Load} = 75 \text{ W} \quad U_{Load} = 48 \text{ V}$$

The data of the sources is:

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

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

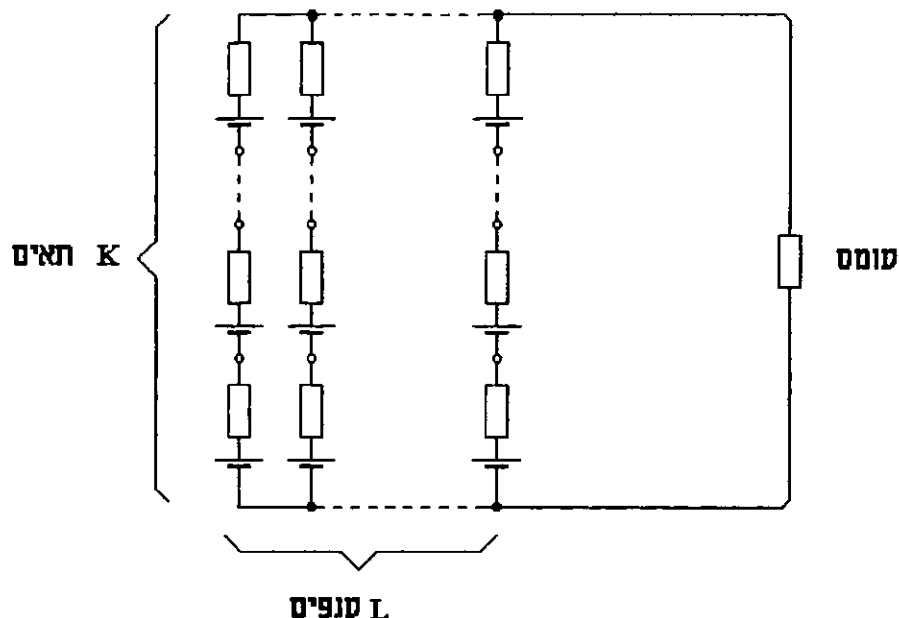
$$U_3(t) = 5 \sin(3\omega_0 t + \varphi_3) \text{ V}$$



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

שאלה מספר 8

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



- א. [4 נקודות] על-פי משפט תבנין, מהם הביטויים של חכא"מ של הסוללה ושל ההתנגדות 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 שהחספס 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 והחספס שהוא יצרוך מהסוללה?
- ד. [6 נקודות] בהנחה שהמתח של התאים נשאר ללא שינוי בכל מהלך הפריקה, כמה זמן תספק הסוללה חשמל לעומס?

בהצלחה!

בחינות גמר בבתי ספר להנדסאים וטכנאים
מ ו ע ד ק יץ ת ש נ"ט
יולי 1999
שאלון מספר 90611,90711,93611,93711
94313,92023

משרד העבודה והרווחה – משרד החינוך והתרבות
המכון הממשלתי להכשרה טכנולוגית
יחידת הבחינות



תורת החשמל

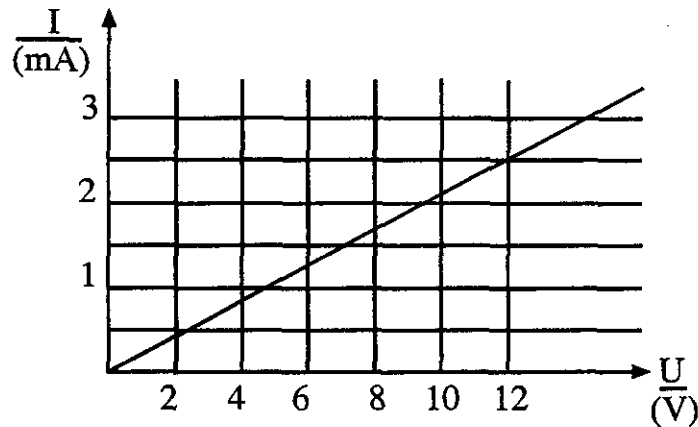
להנדסאים וטכנאים במגמות הנדסת חשמל-אלקטרוניקה-מכשור ובקרה

הנחיות לנבחן

- א. משך הבחינה: ארבע שעות.
 - ב. מבנה השאלון ומפתח הערכה: בבחינה 8 שאלות. יש לפתור 5 מתוך 8 השאלות. משקל כל שאלה 20 נקודות.
 - ג. חומר עזר מותר לשימוש: חוברת עזר בתורת החשמל. בהוצאת מה"ט, מחשבון למעט מחשב נישא. (מחשב מחברת או דומה).
 - ד. הוראות מיוחדות: אין (אסור) להעביר את חוברת העזר שבהוצאת מה"ט ומחשבוניו בין הנבחנים.
1. יש להשאיר את העמוד הראשון במחברת הבחינה ריק. בגמר הבחינה יש לרשום בעמוד זה את מספרי השאלות אותן ברצונך שמעריך הבחינה יבדוק. לא יבדקו שאלות עודפות על הנדרש.
 2. יש להתחיל כל תשובה בראש עמוד חדש. יש להתחיל את הפתרון במשפט "פתרון שאלה X", X מספר השאלה שבשאלון. אין למספר את עמודי 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 בפיתרון.
 5. יש לרשום את התשובות בעט שחור או כחול בלבד. אסור להשתמש בנוזל תיקון.
 6. פתרונות לתרגילים חישוביים יש להציג בסדר הבא: הסבר מילולי של פעולת החישוב, רישום הנוסחה המתאימה, הצבה (כל הערכים ביחידות המתאימות), רישום עד 3 ספרות משמעותיות של התוצאה תוך ציון יחידות המידה המתאימות ושימוש בכופלים הנדסיים או חזקות של 10.

שאלה מס' 1

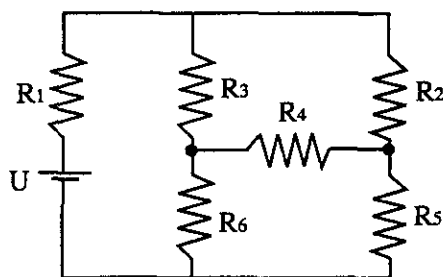
- א. (4 נקודות) באיור מספר 1 נתון גרף המתאר את תלות הזרם דרך נגד במתח שבין הדקי. חשב את התנגדות הנגד.

איור מספר 1

- ב. (4 נקודות) מחברים את אותו נגד שבסעיף (א) למקור מתח חילופין $e(t) = 6\sin(12560t)V$. רשום את ביטוי הזרם בנגד כפונקציה של הזמן.
- ג. (6 נקודות) במעגל שבסעיף (ב) מוספים משרן בטור לנגד. השראות המשרן $0.2H$ והתנגדותו זניחה. רשום את ביטוי הזרם שיזרום במעגל זה, כפונקציה של הזמן.
- ד. (6 נקודות) מהו קיבול הקבל שיש לחבר בטור למעגל שבסעיף (ג), כדי לקבל תהודה במעגל?

שאלה מס' 2

שישה נגדים מחוברים למקור מתח, כפי שמתואר באיור 2.



$$R_1 = 1\Omega \quad ; R_2 = 4\Omega$$

$$R_3 = 2\Omega \quad ; R_4 = 4\Omega$$

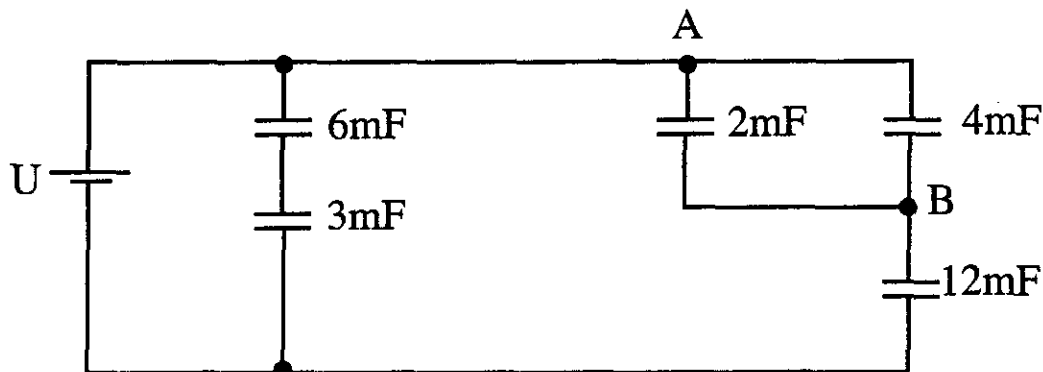
$$R_5 = 4\Omega \quad ; R_6 = 5\Omega$$

איור מספר 2

- א. (7 נקודות) מהם הנגדים השקולים המחלפים את המשולש R_2, R_3, R_4 בכוכב?
 ב. (7 נקודות) מהו יחס הזרמים שיעברו בהתנגדויות R_5 ו- R_6 ?
 ג. (6 נקודות) מה צריכה להיות ההתנגדות R_5 , כך שדרך הנגד R_4 לא יזרום זרם?

שאלה מס' 3

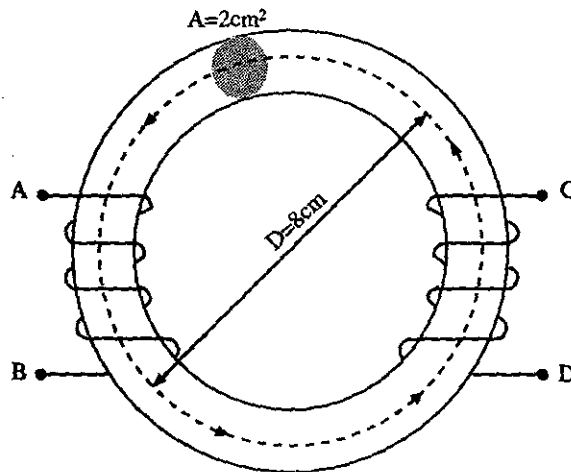
חמשה קבלים מחוברים למקור מתח ישר כמתואר באיור 3.

**איור מספר 3**

- א. (7 נקודות) חשב את הקיבול השקול של חמשת הקבלים.
 ב. (6 נקודות) מהו מתח המקור אם ידוע ש- $U_{AB} = 16V$?
 ג. (7 נקודות) מה יהיה המתח המתמיד על כל קבל, אם מחברים נגד בין הנקודות A ו- B?

שאלה מס' 4

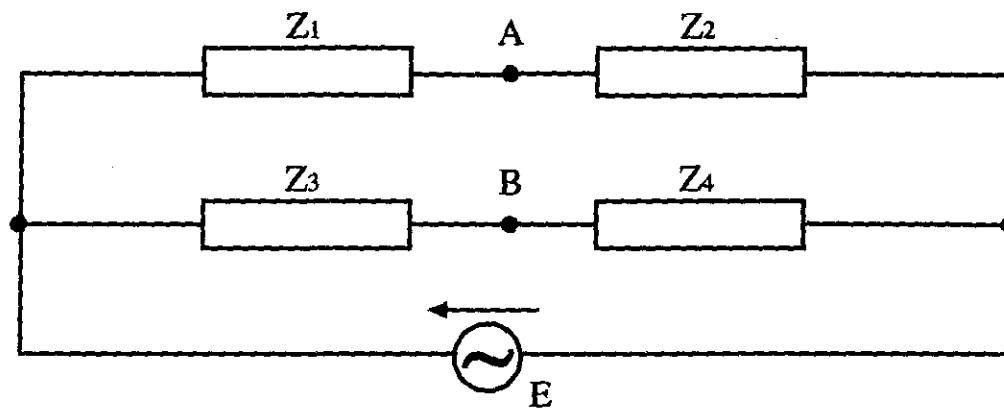
נתון המעגל המגנטי המתואר באיור 4. הגרעין עשוי חומר בעל חדירות מגנטית יחסית 930. על הגרעין מלופפים שני סלילים: AB - בעל כריכות 850 ו-CD - בעל 500 כריכות. כאשר יש זרם בסליל AB. בסליל CD אין זרם, כיוון השטף המגנטי בגרעין כמסומן באיור.

איור מספר 4

- א. (4 נקודות) קבע מהו כיוון הזרם בסליל – מ-A ל-B או מ-B ל-A? הסבר כיצד קבעת את כיוון הזרם.
- ב. (6 נקודות) חשב את גודל השטף בליבה כאשר $I_{AB} = 2A$ ו- $I_{CD} = 0A$.
- ג. (5 נקודות) מהו כיוון הזרם הדרוש בסליל CD ומהי עוצמתו, כך שהשטף המגנטי הגרעין יתאפס?
- ד. (5 נקודות) אם הזרם בסליל AB יורד מ- $2A$ ל- $0A$ תוך $10ms$, מהו גודל הכא"מ המושרה בזמן זה בסליל CD?

שאלה מס' 5

למקור מתח חילופין מחוברות ארבע עכבות כפי שמתואר באיור 5.

איור מספר 5

נתון:

$$Z_1 = 4\Omega \quad Z_2 = j3\Omega$$

$$Z_3 = 4\Omega \quad Z_4 = -j3\Omega$$

$$E = 10V$$

- א. (12 נקודות) מצא את המעגל תמורה לפי תבנית, בין הנקודות A ו-B.
- ב. (8 נקודות) חשב את ההספק שיתפתח בנגד של 4Ω שיחובר בין A ל-B.

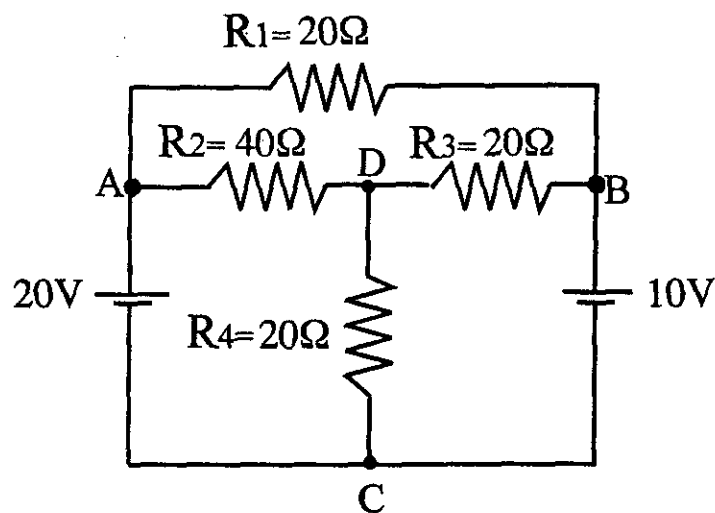
שאלה מס' 6

מעגל תהודה טורי מורכב מהשראות $100\mu H$, קבל $0.25\mu F$, התנגדות 2Ω ומקור מתח של $4V$.

- א. (4 נקודות) מהו תדר התהודה של המעגל?
- ב. (4 נקודות) מהו הזרם בתדר התהודה?
- ג. (8 נקודות) מהו הזרם בתדר של 90% מתדר התהודה?
- ד. (4 נקודות) צייר ביד חופשית את הגרף המתאר את תלות גודל העכבה השקולה של המעגל בתדר המקור.

שאלה מס' 7

נתון המעגל שבאיור 7.

איור מספר 7

- א. (12 נקודות) חשב את הזרם דרך כל נגד.
- ב. (8 נקודות) בדוק את מאזן ההספקים במעגל הנתון (השוויון בין ההספק המסופק על ידי מקורות המתח לבין ההספק ההופך לחום בנגדים).

שאלה מס' 8

Two coils are installed on the same magnetic material. The self-inductances of the coils are 0.8H and 0.2H , and the coupling coefficient is 0.9 .

- (8 points) a. Find the mutual inductance of the coils.
- (12 points) b. What are the possible equivalent inductances, when these coils are connected in series?

הערה: יש (חובה) לענות על שאלה זו בעיברית.

כ ה 3 ח ה !

משרד העבודה והרווחה – משרד החינוך והתרבות
המכון הממשלתי להכשרה טכנולוגית
יחידת הבחינות

בחינות גמר בבתי ספר להנדסאים וטכנאים
מועד קיץ תשנ"ח
יולי 1998
שאלון מספר 90611,90711,93611,93711,
94313,92023



תורת החשמל

להנדסאים וטכנאים במגמות הנדסת חשמל – אלקטרוניקה – מכשור ובקרה

הנחיות לנבחן

- א. משך הבחינה : 4 שעות.
- ב. מבנה שאלון ומפתח הערכה : במבחן 8 שאלות, מתוכן עליך לענות על 5 שאלות. ערך כל שאלה 20 נקודות.
- ג. חומר עזר המותר לשימוש : חוברת עזר בתורת החשמל בהוצאת מה"ט, מחשבון למעט מחשב נישא (מחשב מחברת או דומה)
- ד. אין (אסור) להעביר את חוברת העזר שבהוצאת מה"ט, ומחשבוניס בין הנבחנים.
- ה. הוראות מיוחדות :
 1. יש להשאיר את הדף הראשון במחברת הבחינה ריק. בגמר הבחינה יש לרשום בעמוד זה את מספרי השאלות אותן ברצונך שמעריך הבחינה יבדוק. לא יבדקו שאלות עודפות על הנדרש.
 2. יש להתחיל כל תשובה בראש עמוד חדש. יש להתחיל את הפתרון במשפט "פתרון שאלה X", X מספר השאלה שבשאלון. אין למספר את עמודי הבחינה.
 3. יש להעביר קו אלכסוני על הדפים או חלקי השאלה אותם ברצונך שהמעריך לא יקרא.
 4. אם לדעתך חסר נתון או קיים נתון שגוי, עליך לציין זאת במפורש ולהניח הנחה סבירה ומנומקת.
 5. יש לרשום את התשובות בעט שחור או כחול בלבד. אסור להשתמש בנוזל תיקון.
- ו. פתרונות לתרגילים חישוביים יש להציג בסדר הבא : הסבר מילולי של פעולת החישוב, רישום הנוסחה המתאימה, הצבה (כל הערכים ביחידות המתאימות), רישום עד 3 ספרות משמעותיות של התוצאה תוך ציון יחידות המידה המתאימות ושימוש בכופלים הנדסיים או חזקות של 10.

בהצלחה !

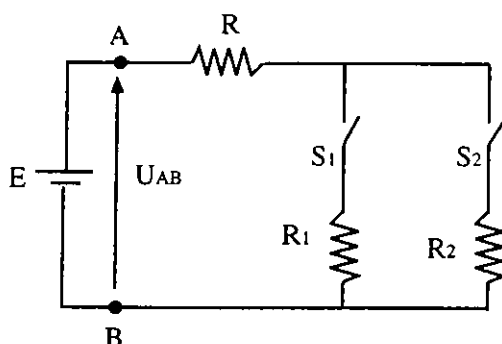
שאלה מס' 1

א. מצבר בעל כ"מ $E = 48 \text{ V}$ והתנגדות פנימית $r = 1 \Omega$ משמש להזנתם של שני צרכנים. $R_1 = 30 \Omega$ ו- $R_2 = 60 \Omega$ באמצעות קו שהתנגדותו $R = 3 \Omega$ (ראה איור 1-1). במעגל שני מפסקים S_1 ו- S_2 .

חשב את מתח הדקי המצבר U_{AB} כאשר:

(5 נק') (1) מפסק S_1 פתוח ומפסק S_2 סגור.

(5 נק') (2) מפסקים S_1 ו- S_2 סגורים.

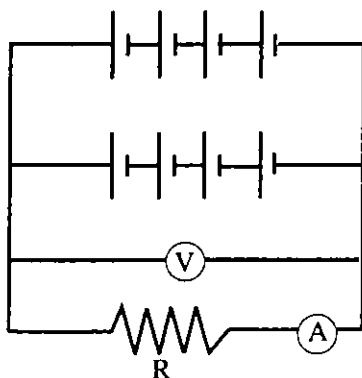


איור 1-1

ב. בונים סוללה מ-8 תאים חשמליים, כל אחד מהם בעל כ"מ 8 V והתנגדות פנימית 1Ω . לסוללה שהתקבלה מחברים נגד R שהתנגדותו 18Ω , וולטמטר ואמפרמטר (ראה איור 1-2).

(10 נק') חשב מה תהיה קריאת מכשירי המדידה.

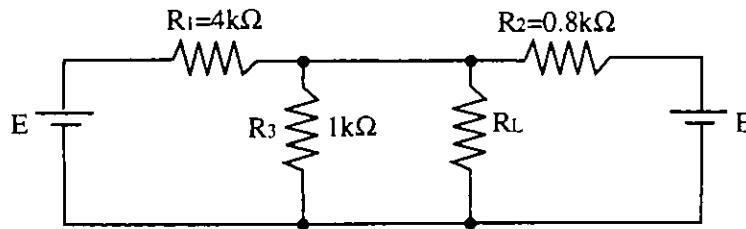
הערה: מכשירי המדידה הינם אידיאליים.



איור 1-2

שאלה מס' 2

נתון המעגל שבאיור 2, בו שני מקורות מתח ישר שווים.

**איור 2**

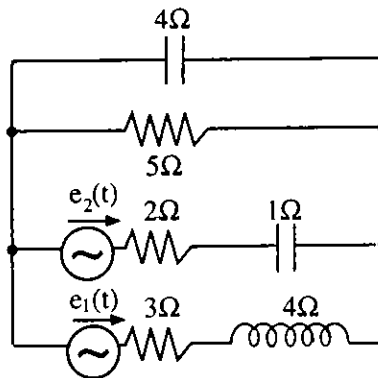
בנגד העומס R_L מתפתח הספק מכסימלי של 2.5 mW .

- 6 נק' (א.) מהי התנגדותו של נגד העומס ?
 7 נק' (ב.) שרטט את מעגל התמורה לפי תבנית. רשום את הערכים של ההתנגדות ושל מתח המקור השקולים (R_{Th}, U_{Th}) .
 7 נק' (ג.) חשב את גודל הכא"מ E שבמעגל הנתון.

שאלה מס' 3

נתון המעגל שבאיור 3. מתחי המקורות הם :

$$e_1(t) = 100\sqrt{2} \sin(628t) \text{ [V]} \quad e_2(t) = 60\sqrt{2} \sin(628t + 30^\circ) \text{ [V]}$$

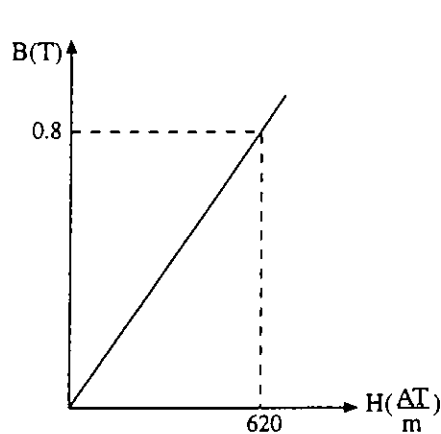
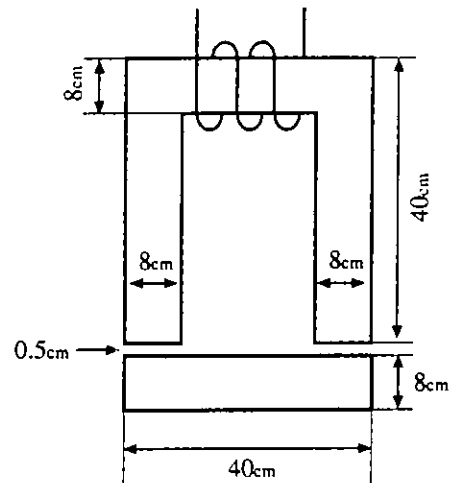
**איור 3**

- 10 נק' (א.) מהו הערך האפקטיבי של המתח על הקבל שהיגבו 4Ω ?
 (מומלץ לפתור בשיטת מתחי צמתים).
 10 נק' (ב.) רשום את הביטויים של הזרמים המסופקים על ידי המקורות כתלות בזמן.

שאלה מס' 4

באיור 1 – 4 מתואר המעגל המגנטי של אלקטרומגנט. לליבה חתך רוחב אחיד וצורתו ריבוע שצלעותיו 8 ס"מ. כל אחד משני חריצי האוויר הוא באורך 0.5 cm. על הליבה מלופף סליל בעל 500 ליפופים ודרך הסליל זורם זרם של 3A.

באיור 2-4 נתונה עקומת המגנט של החומר הפרומגנטי ממנו עשויה הליבה.

**איור 2-4****איור 1-4**

אורך חריץ האוויר זניח בהשוואה לאורך הממוצע בליבה. אורך חריץ האוויר קבוע ואינו מושפע מכוח המשיכה בין חלקי הליבה.

חשב את:

- א. ההתנגדות המגנטית של המעגל המגנטי הנתון. (9 נק')
- ב. צפיפות השטף המגנטי. (6 נק')
- ג. ההשראות העצמית של הסליל. (5 נק')

שאלה מס' 5

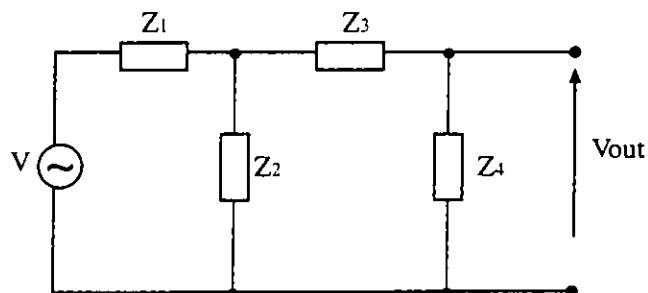
במעגל שבאיור 5 נתונים :

- מתח המקור - $V = 20 \angle 0^\circ$

- העכבות $Z_1 = 40 + j0\Omega$, $Z_2 = 0 + j60\Omega$, $Z_3 = 0 - j30\Omega$, $Z_4 = 0 + j90\Omega$

חשב את :

- א. (6 נק') מקדם ההספק של המעגל.
- ב. (4 נק') הזרם המסופק על-ידי המקור.
- ג. (4 נק') הספק ממשי, הספק היגבי והספק המדומה, המסופקים על ידי המקור.
- ד. (6 נק') המתח V_{out} .

**איור 5**

שאלה מס' 6

גורם ההספק של עומס חד-מופעי בעל אופי השראי, בתדירות של 50Hz , הינו 0.28 .

10 נק' א. לאחר שחיבורו בטור לעומס קבל בגודל $22\mu\text{F}$, מדדו (באותה תדירות) שמקדם ההספק הכולל הוא 0.86 השראי. הצג את העומס כענף R-L טורי וחשב את ההתנגדות ואת ההשראות של העומס.

10 נק' ב. (במקרה אחר) מהו גודל הקבל שיש לחבר בטור לאותו עומס על מנת שגורם ההספק הכולל (באותה תדירות) יהיה 0.9 קיבולי. תן את תשובתך ביחידות μF .

הערה: מומלץ לערוך את החישובים על-פי ϕ tg.

שאלה מס' 7

שלושה קבלים מחוברים למקור זרם באמצעות שני נגדים, כפי שמתואר באיור 7. נתונים:

$$I_0 = 12\text{A}; R_1 = 2\Omega; R_2 = 100\Omega;$$

$$C_1 = 1.9\mu\text{F}; C_2 = 3\mu\text{F}; C_3 = 2\mu\text{F};$$

זמן רב אחרי סגירת המפסק S חשב:

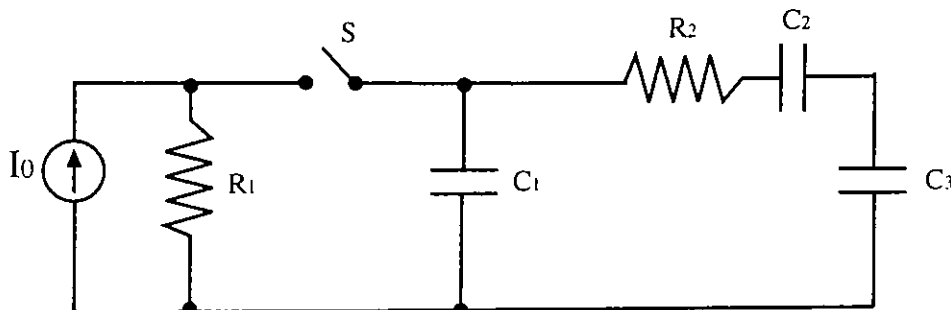
6 נק' א. הזרם דרך כל נגד.

8 נק' ב. המתח על כל קבל.

6 נק' ג. מחליפים את הנגד R_2 בנגד בעל התנגדות 200Ω .

האם שינוי זה גורם לשינוי בזרם דרך כל נגד ובמתח על כל קבל זמן רב אחרי

סגירת המפסק? נמק (אין צורך לחזור על החישובים).

איור 7

שאלה מס' 8

The voltage across the resistor in a series R-L circuit is shown in figure 8-1.

The current in that resistor is shown in figure 8-2.

- (6 points) a. What is the frequency of the voltage and the current ?
- (6 points) b. What are the effective (RMS) values of the current and voltage shown in figures 8-1 and 8-2 ?
- (8 points) c. What is the source voltage (effective value), when the inductance equals 0.6H ?

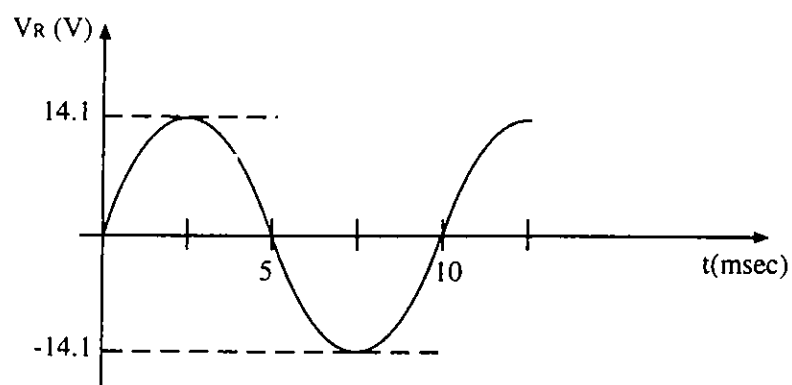


Figure 8-1

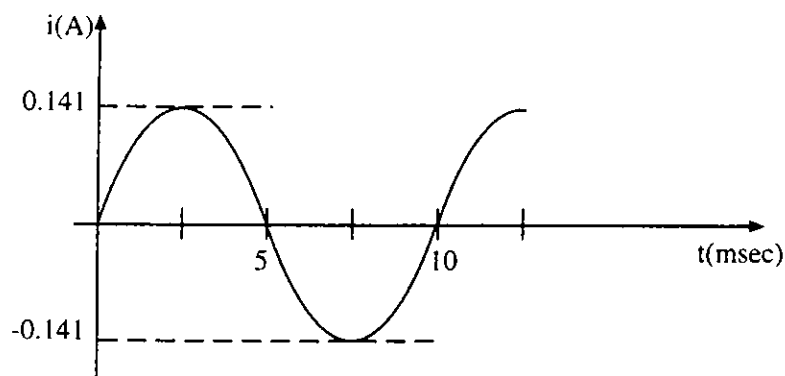


Figure 8-2

הערה: ניתן לפתור את השאלה בשפה העברית.

בהצלחה !



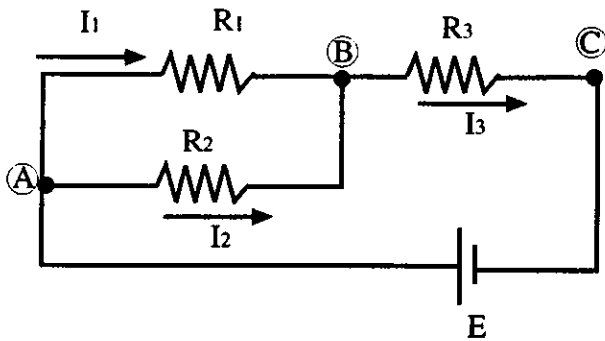
תורת החשמל

להנדסאים וטכנאים במגמת הנדסת חשמל, אלקטרוניקה

הנחיות לנבחן

- א. משך הבחינה: 4 שעות.
- ב. מבנה שאלון ומפתח הערכה: במבחן 8 שאלות, מתוכן עליך לענות על 5 שאלות. ערך כל שאלה 20 נקודות.
- ג. חומר עזר המותר לשימוש: חוברת עזר בתורת החשמל בהוצאת מה"ט ומחשבון. חל איסור להעביר את חוברת העזר או מחשבוניך בין הנבחנים.
- ד. הוראות מיוחדות:
 1. השאר דף ראשון ריק. בסיום הבחינה רשום על העמוד הראשון את השאלות, לפי סדר הופעתן, אותן יש לבדוק. אחרת תיבדקנה חמשת השאלות הראשונות לפי סדר הופעתן.
 2. התחל כל שאלה בראש עמוד חדש, רשום באופן ברור את מספר השאלה אלכסוני על הדפים אותם אין אתה רוצה שיבדקו.
 3. שאלה מספר 8 בשפה האנגלית ניתנת לפתרון גם בשפה העברית.
 4. יש להקפיד על נכונות החישובים. טעויות חישוב גורמות להורדת נקודות.
 5. אין להשתמש בנוזל מחיקה (טיפקס), בעפרון, ובעטים צבעוניים. יש להשתמש בעט כהה, שחור או כחול.
 6. בפתרון חישובי עליך לציין ראשית את הנוסחה או הכלל לפיו נפתרת הבעיה, ולאחר מכן יש להציב את הערכים המספריים. חובה לציין יחידות פיזיקליות של תוצאות ביניים וסופיות. אפילו אם הינך נעזר במחשבון, עליך להציג מספיק צעדי חישוב שיצדיקו את תשובתך.
- תוצאות חישוב יהיו בעלי 3 ספרות משמעותיות לכל היותר, תוך שימוש בכופלים הנדסיים או בחזקות של 10.

הנהלת

שאלה מס' 1

א. במעגל שבתרשים

$$R_1 = R_2 = R \quad \text{ו-} \quad R_3 = \frac{R}{2}$$

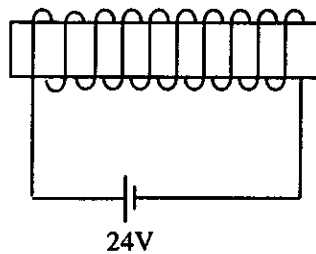
חשב את:

1. (נק' 3) יחס המתחים $\frac{U_{AB}}{U_{BC}}$

2. (נק' 2) יחס הזרמים $\frac{I_3}{I_1}$

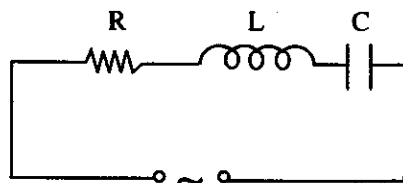
3. (נק' 3) יחס ההספקים $\frac{P_{R3}}{P_{R1}}$

ב. בתרשים נתון סליל ארוך, שאורכו 10 ס"מ, המחובר למקור מתח ישר של 24V. לסליל 250 ליפופים והתנגדותו 120Ω . בתוך הסליל ליבת ברזל עם חדירות מגנטית יחסית 1200.



1. (נק' 2) הסבר מהו הכיוון של השטף המגנטי בליבת הסליל (מימין לשמאל או משמאל לימין)?

2. (נק' 3) חשב את ההשראה המגנטית (צפיפות השטף המגנטי) במרכז הסליל.



ג. במעגל RLC שבתרשים המתחים הם:

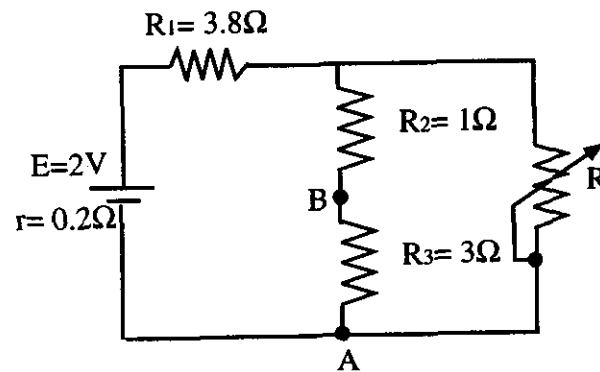
$$U_R = 3V ; U_L = 6V ; U_C = 2V$$

1. (נק' 4) שרטט את הדיאגרמה הווקטורית (הפאזורית) של המתחים, בקנה מידה מתאים לנתונים;

2. (נק' 3) חשב את מתח המקור.

שאלה מס' 2

נתון המעגל:

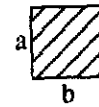
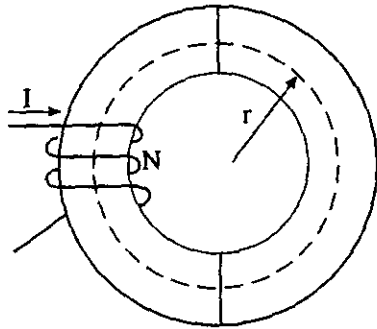


- א. במצב בו בנגד המשתנה R מתפתח הספק מכסימלי, חשב:
1. (5 נק') את התנגדותו של הנגד R .
 2. (5 נק') את ההספק המתפתח בנגד R .
- ב. (5 נק') אם משנים את התנגדות הנגד המשתנה ל- $R = 6\Omega$, חשב את הזרם דרך כל אחד מהנגדים שבמעגל.
- ג. (5 נק') כאשר $R = 6\Omega$ נוצר קצר בין הנקודות A ו- B. האם כתוצאה מכך עוצמת הזרם דרך R גדלה, קטנה, או אינה משתנה? נמק בעזרת חישוב.

שאלה מס' 3

נתונה טבעת בעלת חתך ריבועי, העשויה משני חצאים בעלי אותן מידות, אבל מחומרים שונים.

הרדיוס הממוצע של הטבעת $r = 5\text{ cm}$.



החתך הוא:

$$a = b = 1\text{ cm}$$

החדירויות המגנטיות היחסיות של שני החצאים הן:

$$\mu_{r1} = 1400 ; \mu_{r2} = 800$$

על הטבעת מלופף סליל. מספר הכריכות שלו $N = 500$.

(10 נק') א. חשב את המיאון (ההתנגדות המגנטית) של הטבעת.

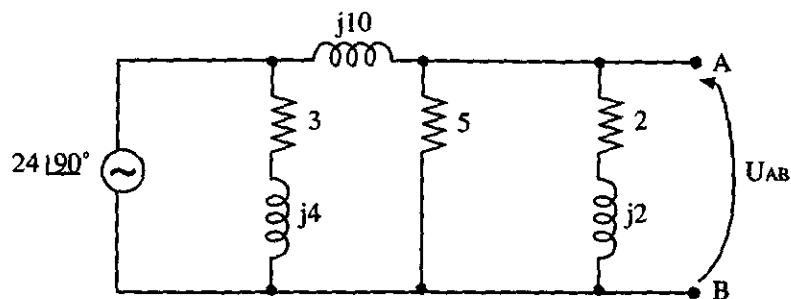
(10 נק') ב. מזרימים זרם דרך הסליל, כך שצפיפות השטף המגנטי בטבעת 0.05 T . חשב את

הזרם I .

$$T = \frac{Wb}{m^2} \quad \text{הערה:}$$

שאלה מס' 4

נתון המעגל שבתרשים:



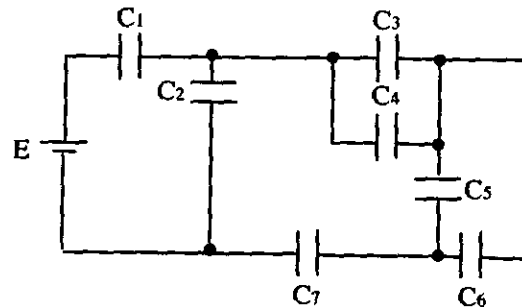
מתח המקור נתון בוולט, ההתנגדויות וההיגבים נתונים באוהם.

9 נק') א. חשב את העכבה של המעגל.

8 נק') ב. חשב את המתח U_{AB} .3 נק') ג. מהו הפרש המופע בין המתח U_{AB} לבין מתח המקור ?ציין האם U_{AB} מקדים את מתח המקור או מפגר אחריו.

שאלה מס' 5

שבעה קבלים מחוברים כפי שמופיע בתרשים.



נתונים הקיבולים:

$$C_1 = C_6 = 4\mu\text{F}$$

$$C_2 = C_5 = 2\mu\text{F} \quad C_7 = 6\mu\text{F}$$

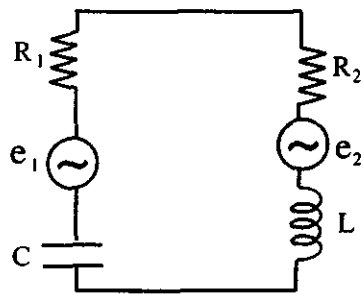
$$C_3 = C_4 = 3\mu\text{F}$$

(10 נק') א. חשב את הקיבול השקול.

(10 נק') ב. המתח על הקבל C_6 הינו 1V. חשב את מתח המקור.

שאלה מס' 6

נתונים :



$$R_1 = R_2 = 3\Omega$$

$$C = 637\mu\text{F}$$

$$L = 12.7\text{mH}$$

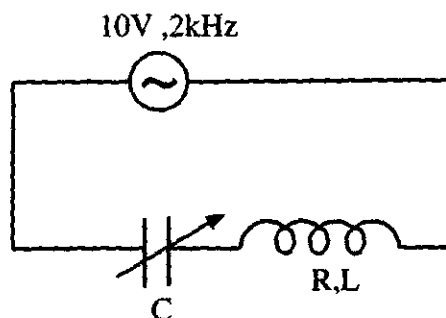
$$e_1(t) = 5\sqrt{2}\sin(314t + 30^\circ)(\text{Volt})$$

$$e_2(t) = 10\sqrt{2}\sin(314t + 60^\circ)(\text{Volt})$$

- א. (6 נק') חשב את ההיגבים ההשראתי והקיבולי שבמעגל.
- ב. (7 נק') מהו הזרם הזורם במעגל? רשום את ביטוי לזרם כפונקציה של הזמן.
- ג. (7 נק') חשב את ההספקים ממשי, עיור ומדומה של המעגל.

שאלה מס' 7

נתון מעגל בו מחוברים בטור קבל משתנה ומשרן. המעגל מוזן ממקור AC במתח 10V ותדירות 2kHz.



כאשר $C = 60\text{nF}$ המעגל

בתהודה ובמצב זה הזרם

הוא 50mA ומקדם הטיב 9.42.

5 נק' א. מהי התנגדות המשרן?

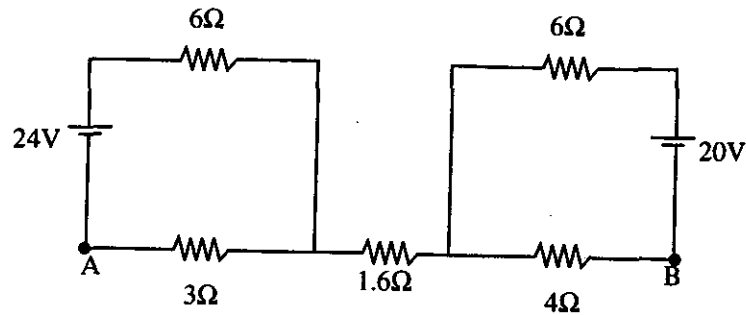
5 נק' ב. מהי השראות המשרן?

5 נק' ג. מהו רוחב הפס של המעגל בתהודה?

5 נק' ד. במקום המשרן שבמעגל, מחברים משרן אחר שהשראותו 30mH. מה צריך להיות

במצב זה קיבול הקבל, על מנת לקבל תהודה במעגל?

- (10 points) A. In the circuit shown in figure below, find the voltage between A and B.



- (10 points) B. Resistor of 4Ω is connected between A and B. Calculate the current in this resistor.

הערה: ניתן לענות לשאלה בשפה העברית.

בהצלחה!

משרד העבודה והרווחה - משרד החינוך והנוער
 המכון הממשלתי להכשרה טכנולוגית
 יחידת הבחינות
 בחינות גמר בבתי ספר להנדסאים
 מועד קיץ תשנ"ז
 יולי 1997
 שאלון מספר 93611,93711,90611,90711



להנדסאים וטכנאים במגמות חשמל ואלקטרוניקה

הוראות לנבחן:

1. משך הבחינה 4 שעות.
2. במבחן 8 שאלות, מתוכן עליך לענות על 5 שאלות. ניקוד כל שאלה הוא 20 נקודות.
3. חומר עזר המותר בשימוש הוא חוברת עזר בתורת החשמל בהוצאת מה"ט, בלבד! אסור להעביר את חוברת העזר או מחשבוני בין נבחנים.
4. התחל כל שאלה בראש עמוד חדש, החל מהעמוד השני, ורשום את מספר השאלה כפי שהוא מופיע בשאלון באופן ברור. העבר קו אלכסוני על הדפים אותם אין אתה רוצה שיבדקו.
5. אין להשתמש בנוזל מחיקה (טיפקס), בעפרון, ובעטים צבעוניים. יש להשתמש בעט כהה, שחור או כחול.
6. בסיום הבחינה רשום על העמוד הראשון את השאלות, לפי סדר הופעתן, אותן יש לבדוק. אחרת תיבדקנה חמשת השאלות הראשונות לפי סדר הופעתן.
7. בפתרון חישובי עליך לציין ראשית את הנוסחה או הכלל לפיו נפתרת הבעיה, ולאחר מכן יש להציב את הערכים המספריים. חובה לציין יחידות פיזיקליות של תוצאות ביניים וסופיות. אפילו אם הינך נעזר במחשבון, עליך להציג מספיק צעדי חישוב שיצדיקו את תשובתך.
10. תוצאות חישוב יהיו בעלי 3 ספרות משמעותיות לכל היותר, תוך שימוש בכופלים הנדסיים או בחזקות של

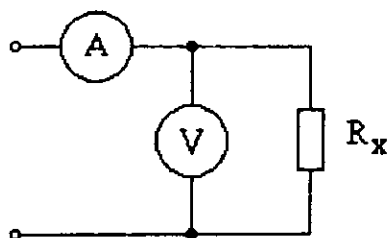
יש להקפיד על נכונות החישובים. טעויות חישוב גורמות להורדת נקודות.

בהצלחה !

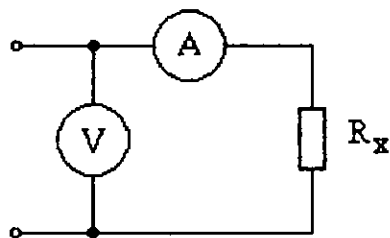
שאלה מספר 1 (השאלה מורכבת משלש תת-שאלות שונות).

1.1. באיור 1-1 מתוארות שתי שיטות למדידת התנגדות, באמצעות מדידה בשיטת זרם ומתח-ישר ושימוש בחוק

$$R_A = 0.5 \Omega, R_V = 10 k\Omega, R_x = 80 \Omega \text{ אוהם.}$$



(2)



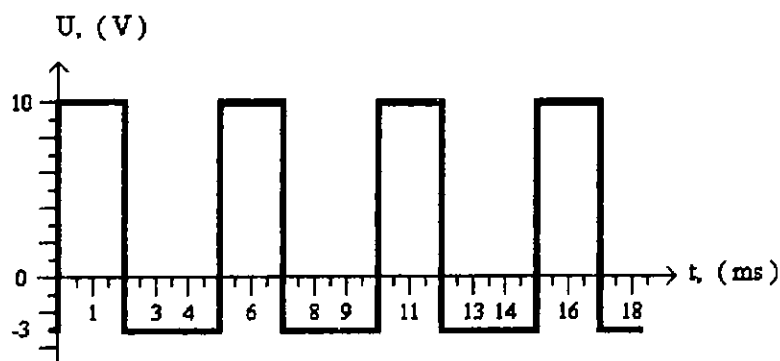
(1)

איור 1-1: מעגלי מדידת התנגדות באמצעות מד-זרם ומד-מתח

מה תהיה ההתנגדות השקולה (המחושבת) בכל אחת מהשיטות?
(הצג 5 ספרות משמעותיות של תוצאת החישוב).
במקרה פרטי זה, איזו שיטה מדויקת יותר?

א. [5 נק']

1.2. מקור-מתח, שאות המתח שלו מתואר באיור 1-2.



איור 1-2: אות מתח של מקור

מהם זמן המחזור ותדירות אות המתח המתואר באיור 1-2?

א. [2 נק']

מהו הערך הממוצע של אות המתח המתואר באיור 1-2?

ב. [3 נק']

מהו הערך היעיל (RMS) של אות המתח המתואר באיור 1-2?

ג. [3 נק']

1.3. נתון קבל לוחות באויר. שטח הלוחות הכולל 120 cm^2 , המרחק בין הלוחות 0.25 mm .

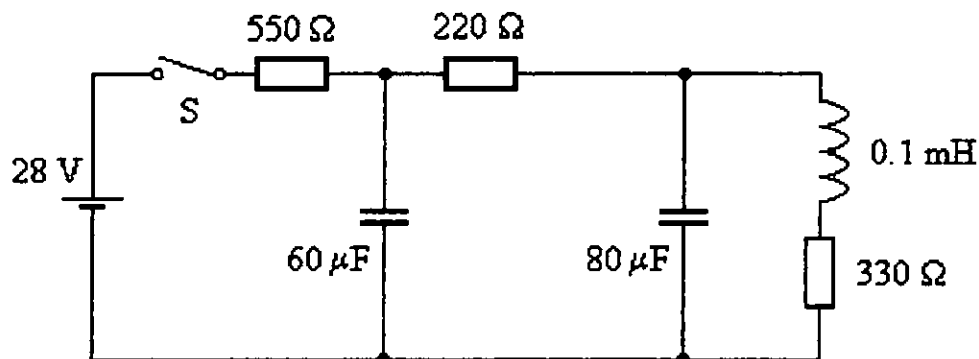
א. [2 נק'] מהו קיבול הקבל?

ב. [2 נק'] מה יהיה קיבול הקבל, אם הוא טבול במים מזוקקים, $\epsilon_r = 80$, המהווים מבודד מושלם?

ג. [3 נק'] כאשר הקבל היה נתון. באויר טענו אותו למתח של 200 V ולאחר מכן ניתקו אותו ממקור המתח וטבלו אותו במים המזוקקים. מה יהיה המתח על הקבל כאשר הוא טבול במים המזוקקים?

שאלה מספר 2

באיור מתואר מעגל חשמלי הנזון ממקור זרם-ישר.

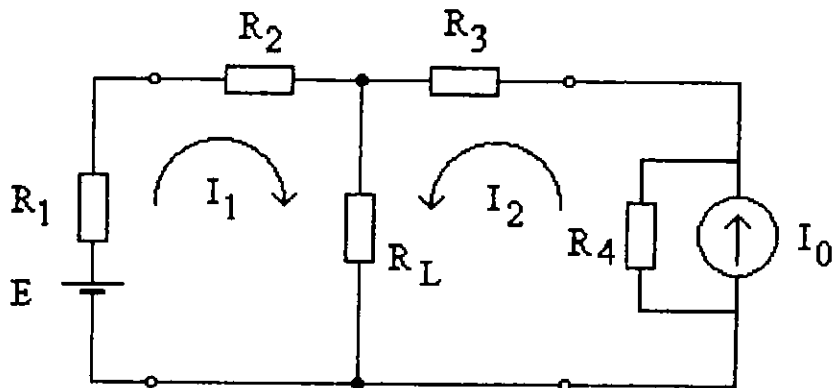


א. [12 נק'] כמה מטען ואנרגיה אגורים בכל אחד מהקבלים כאשר המפסק סגור וכל תופעות המעבר חלפו?

ב. [8 נק'] כמה אנרגיה אגורה בסליל כאשר המפסק סגור והמעגל נמצא במצב-יציב?

שאלה מספר 3

באיור נתון מעגל זרם-ישר המזין עומס חשמלי המיוצג על ידי ההתנגדות R_L . שאר התנגדויות המעגל מייצגות את ההפסדים שיש במערכת.



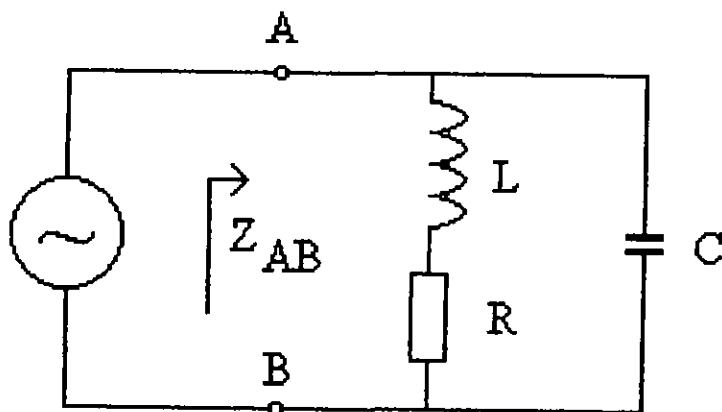
$$E = 19\text{ V} \quad I_0 = 2.25\text{ A}$$

$$R_1 = 1\ \Omega \quad R_2 = 4\ \Omega \quad R_3 = 2\ \Omega \quad R_4 = 8\ \Omega \quad R_L = 20\ \Omega$$

- א. [5 נק'] המד את מקור הזרם עם ההתנגדות במקביל למקור-מתח עם התנגדות בטור ורשום את משוואות זרמי החוגים המצויינים במעגל הנתון.
- ב. [5 נק'] מהו הזרם בהתנגדות R_L ?
- ג. [5 נק'] מהם ההספקים שמפיקים מקור הזרם ומקור המתח (האידיאליים), כל אחד לחוד וההספק הכולל?
- ד. [5 נק'] מהי נצילות המעגל?

שאלה מספר 4

באיור נתון מעגל הפועל בארם-חילופין.



א. [5 נק'] תן את הביטוי של העכבה השקולה של המעגל Z_{AB} בתלות בפרמטרים R, L, C

ובתדירות המעגלית ω .

(בטא את העכבה בצורת מספר מרוכב (קומפלקסי) קרטזי, $Z_{AB} = M + jN$.)

ב. [5 נק'] אם ידוע ש- $R = 3 \Omega$ $L = 0.01 H$ $C = 60 \mu F$

עבור איזו תדירות מעגלית ω ימצא המעגל בתהודה?

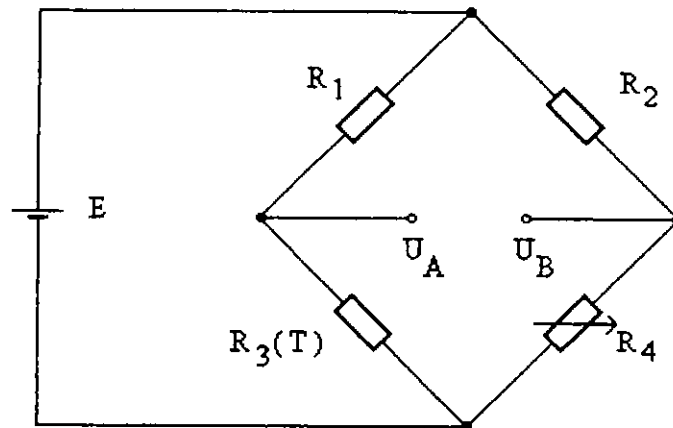
ג. [5 נק'] חשב את עכבה Z_{AB} עבור $\omega = 0 \frac{rad}{s}$ (אפס) ועבור תדר התהודה שחשבת קודם

וקבע האם במצב זה של תהודה העכבה Z_{AB} מינימלית או מקסימלית.

ד. [5 נק'] מהו מקדם הטיב של המעגל?

שאלה מספר 5

באיור נתון מעגל בזרם-ישר. רק ההתנגדות R_3 תלויה בטמפרטורה (שינוי ההתנגדות יחסי לשינוי הטמפרטורה) כל שאר ההתנגדויות קבועות ואינן משתנות עם שינוי הטמפרטורה.



$$\alpha_T = 0.03 \frac{1}{^\circ\text{C}} \quad T_1 = 25^\circ\text{C} \quad R_3(T_1) = 50 \Omega$$

$$R_1 = 75 \Omega \quad R_2 = 80 \Omega \quad E = 8 \text{ V}$$

א. [10 נק'] על איזה ערך יש להציב את ההתנגדות R_4 כך שהגשר יהיה מאוזן כאשר ההתנגדות

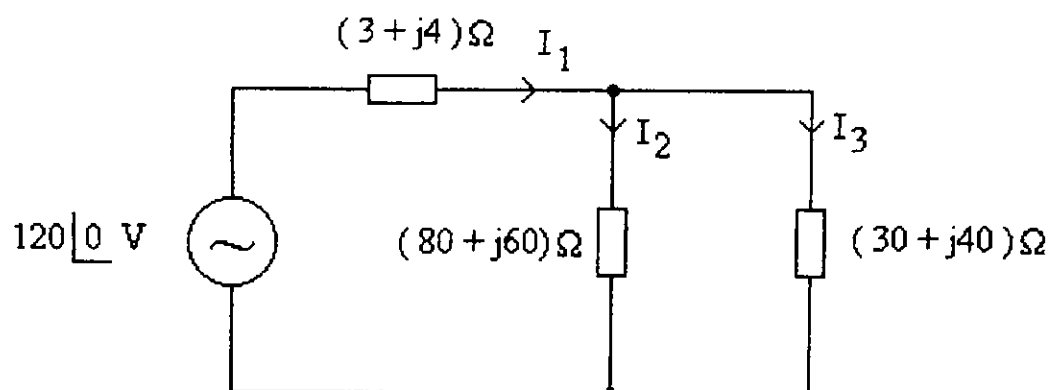
R_3 נמצאת בטמפרטורה של $T = T_1$?

ב. [10 נק'] חשב את המתח $\Delta U = U_A - U_B$ המתקבל כאשר התנגדות R_3 נמצאת בטמפרטורה

של 80°C וההתנגדות R_4 נשארת כפי שחישבת בסעיף הקודם.

שאלה מספר 6

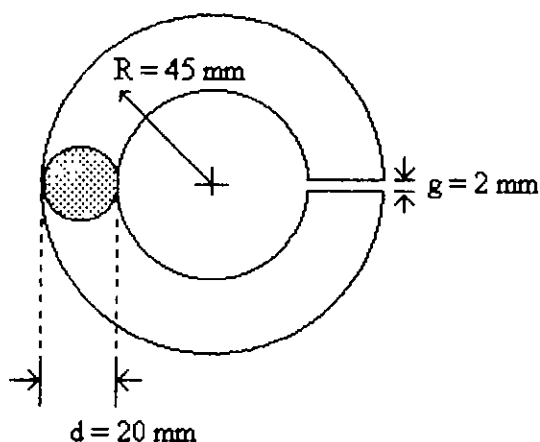
באיור נתון מעגל הפועל בזרם-חילופין.



- א. [5 נק'] מהו הזרם בכל אחת מהעכבות? תן את תשובתך בצורת מספר מרוכב (קומפלקסי) קרטזי ומספר מרוכב פולרי.
- ב. [5 נק'] שרטט, ביד חופשית וללא קנה-מידה, את דיאגרמת המחווגים (פאזורים) של הזרמים במעגל. מהם ההספקים - ממשי, היגבי ונדמה (מדומה) - שמספק המקור?
- ג. [5 נק'] איזה מרכיב (התקן) במעגל קובע את התדירות של הזרם-חילופין במעגל?
- ד. [5 נק']

שאלה מספר 7

באיור מתואר המבנה המכני של ליבת אלקטרומגנט - טבעת (רדיוס ממוצע של 45 mm) בעלת שטח-חתך עגול (קוטר 20 mm) עם חריץ איז (אורך 2 mm). על הליבה מלופף סליל, שאינו מוראה באיור, בעל 1200 כריכות. לחומר הפרומגנטי ממנו עשוי המעגל המגנטי $\mu_r = 3000$.



מהו המאון (רלוקטנס, "התנגדות מגנטית") של המעגל המגנטי?

א. [8 נק']

מהי ההשראות העצמית של הסליל?

ב. [4 נק']

מהו הערך המוחלט של עכבת סליל האלקטרומגנט, אם ידוע שהסליל עשוי מוליך נחושת

ג. [8 נק']

($\rho = 0.0175 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$) בעל שטח-חתך 0.5 mm^2 אורך 80 m , והתדירות

? 50 Hz

תוספת לנוסחאון בתורת החשמל והרשת
3. מגנטיות ואלקטרומגנטיות

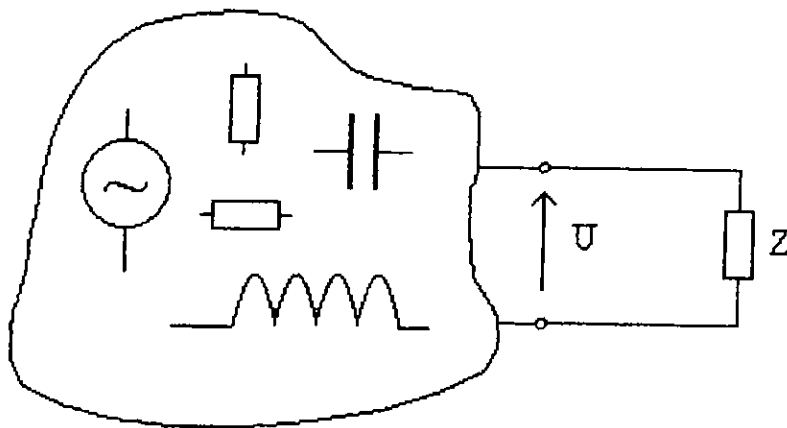
$$NI = R_m \phi$$

$$L = \frac{N^2}{R_m}$$

שאלה מספר 8 (יש לענות על השאלה בעברית בלבד).

The open-circuit voltage between two terminals of a network is 85 V . Maximum active power is drawn from these terminals when the external impedance equals $Z = (19.2 + j23.5)\ \Omega$

- [8 points] What is the Thevenin equivalent circuit of the network?
- [6 points] What is the Norton equivalent circuit of the network?
- [6 points] What is the maximum active power dissipated at the external impedance?



בהצלחה !



תורת החשמל

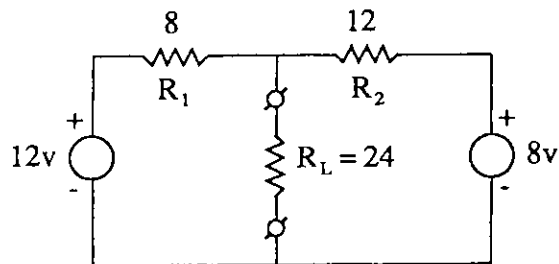
להנדסאים וטכנאים במגמות חשמל - אלקטרוניקה
 הנחיות לנבחן

- א. משך הבחינה: ארבע שעות.
- ב. מבנה השאלון ומפתח הערכה: בשאלון זה 8 שאלות שמתוכן יש לענות על 5. משקל כל שאלה 20 נקודות.
- ג. חומר עזר מותר לשימוש: חוברת עזר בתורת החשמל, הוצאת מה"ט, ומחשבון. אין להעביר חוברות עזר ומחשבוני בין הנבחנים.
- ד. הוראות מיוחדות:
- התחל כל שאלה בראש עמוד חדש. רשום את מספר השאלה באופן ברור. העבר קו אלכסוני על הדפים שאותם אין אתה רוצה שיבדקו.
 - עליך להשאיר ריק את העמוד הראשון במחברת הבחינה. בסיום הבחינה רשום על עמוד זה את השאלות, לפי סדר הופעתן, אותן אתה מבקש שיבדקו. אחרת, תיבדקנה חמש השאלות הראשונות לפי סדר הופעתן.
 - בפתרון חישובי עליך לציין, ראשית, את הנוסחה או הכלל למי נפתרת הבעיה, ולאחר מכן יש להציב את הערכים המספריים. חובה לציין יחידות פיזיקליות של תוצאות ביניים וסופיות. אפילו עם הינך נעזר במחשבון כיס, עליך להציג צעדי חישוב במספר שיצדיק את תשובתך.
 - תשובה צריכה להיות בעלת 3 ספרות משמעותיות (ללא התייחסות למקום הנקודה).
- מהחישובים מתקבל: $R = 3.2021\Omega$
 תשובה סופית: $R = 3.2\Omega$
 - מהחישובים מתקבל: $L = 0.003267\text{ H}$
 תשובה סופית: $L = 3.27\text{ mH}$
 - יש להקפיד על נכונות החישובים - גם טעויות חישוב תיגרומנה להורדת נקודות.

ה צ ל ח ה !

שאלה מס' 1

בשאלות הבאות יש לבחור בתשובה הנכונה מתוך ארבע האפשרויות. נמק את תשובתך ע"י חישוב מתאים.



5) נק' 1. ערכי הנגדים נתונים

באווהמים, ערכי המתחים

נתונים בוולטים.

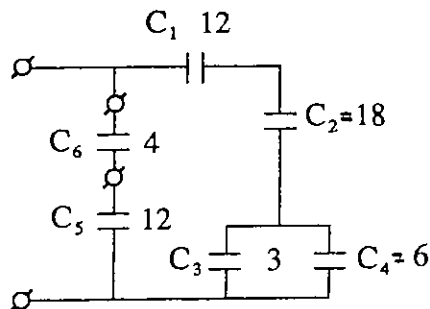
המתח והזרם ב- R_L הוא:

א. $8\frac{1}{3}V, 0.1A$

ב. $6V, 0.5A$

ג. $8\frac{1}{3}V, 0.361A$

ד. $4V, 0.361A$



5) נק' 2. כל הקבלים נתונים במיקרופרד.

המתח על הקבל C_2 שערכו 18

מיקרופרד הוא 8 וולט.

המתח על הקבל C_6 בערך 4 מיקרופרד

הוא:

א. 9

ב. 27

ג. 18

ד. 36

5) נק' 3. בנגד עומס שערכו 10 אוהם זרם של:

$$i(t) = 0.4 + 0.71 \sin 314t$$

ההספק הממוצע שמתפתח על גבי נגד זה הוא:

א. 1.6 WATT

ב. 5 WATT

ג. 12.1 WATT

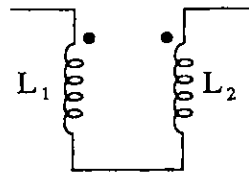
ד. 4.1 WATT

4. (5 נק') שני סללים בעלי השראת $L_1 = 2\text{mH}$ $L_2 = 8\text{mH}$ מחוברים ביניהם כך

שמקדם הצימוד הוא $K=0.8$

היחס בין ההשראות השקולה של מעגל (2) להשראות השקולה של מעגל

(1) הוא:



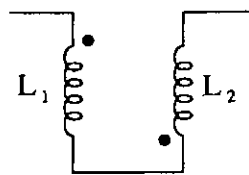
מעגל 1

א. 4.556

ב. 0.22

ג. 1

ד. 0.8



מעגל 2

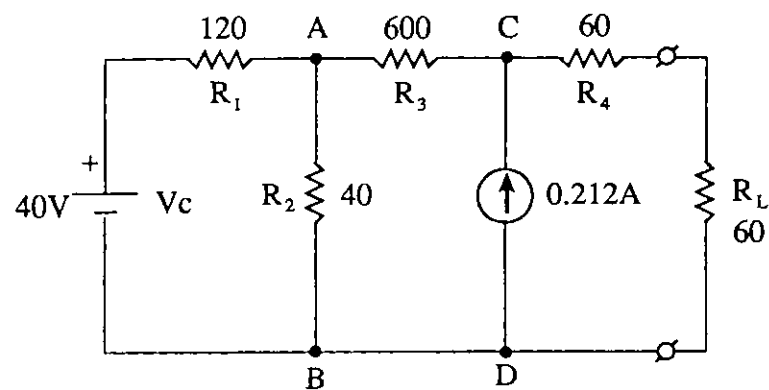
שאלה מס' 2

במעגל הבא כל הנגדים, ערכיהם נתונים באוהמים.
המתח של מקור המתח בוולט זורם מקור הזרם באמפרים.

חשב את:

(14 נק') א. המתח V_{AB} ומתח על מקור הזרם.

(6 נק') ב. המתח, הזרם וההספק בנגד R_L .



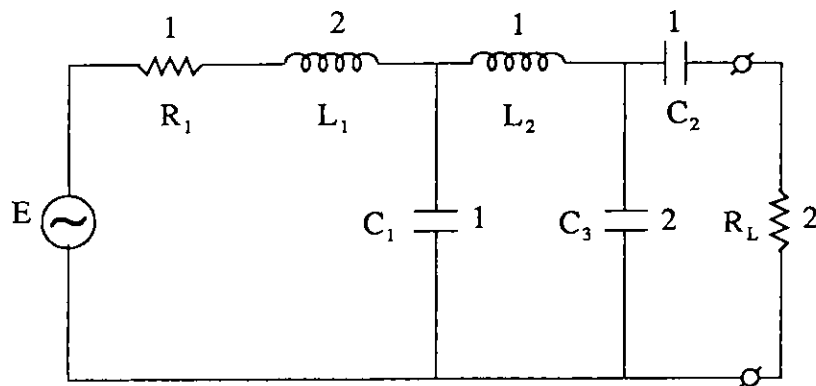
שאלה מס' 3

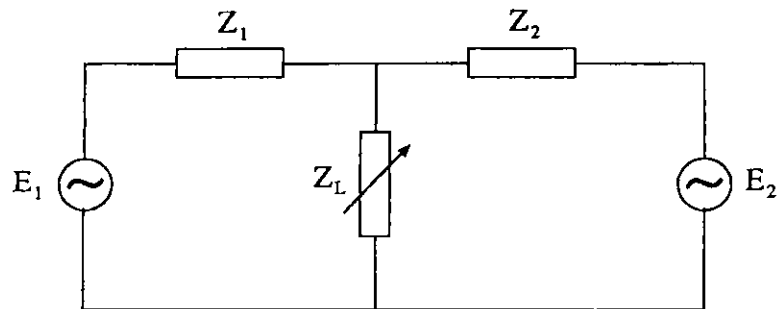
כל הערכים בשרטוט הינם ערכי עכבות ונתונים באוהמים.
 הזרם בנגד העומס R_L הוא 1 אמפר (RMS ערך אפקטיבי/יעיל).

9 נק' א. חשב $\cos \phi$ "שרואה" מקור המתח E.

7 נק' ב. מצא את הזרם הכללי במעגל המסופק ע"י המקור.

4 נק' ג. בהנחה שתדר המקור הוא 3000Hz רשום את משואת מתח המקור
 כפונקציה של הזמן (זרם העומס הוא בזווית ייחוס 0°).



שאלה מס' 4

$$E_1 = 20\angle 0 \quad E_2 = 16\angle 0$$

$$Z_1 = 4 - 2j \quad Z_2 = 2 + j$$

(12 נק') א. Z_L ניתן לשינוי. חשב מהו ערכו של Z_L כדי שיצרוך הספק מכסימלי ומהו הספק זה (ההספק ב- Z_L).

(8 נק') ב. בהנחה ש- Z_L יכל להיות אוהמי טהור (נגד). מה צריכה להיות התנגדותו לצריכת הספק מכסימלי ומהו הספק זה.

שאלה מס' 5

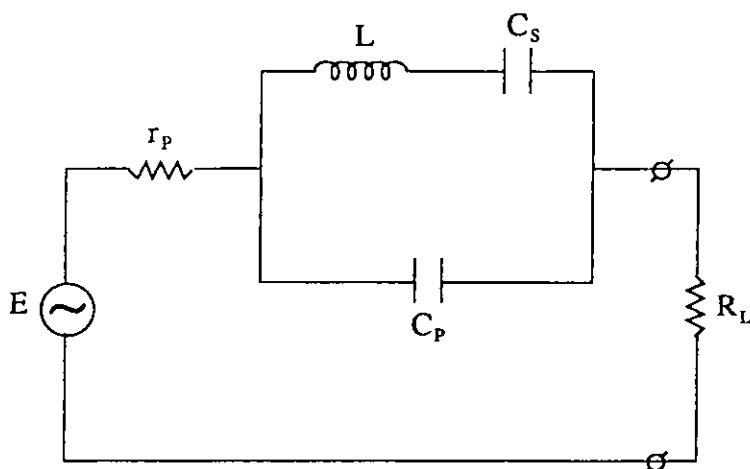
במעגל הבא נתון $E = 2.82 \sin 2\pi ft$

f - תדירות משתנה, $C_s = 0.4 \mu F$, $R_L = 8\Omega$, $r_p = 8\Omega$

8 נק' א. חשב מהו ערכו L כדי שבתדר 3000 הרץ ההספק בעומס יהיה מכסימלי.

8 נק' ב. חשב מהו ערכו C_p כדי שבתדר 4000 הרץ ההספק בעומס יהיה מינימלי (אפס).

4 נק' ג. חשב מה ההספק בעומס בתדר 3000 הרץ.



שאלה מס' 6

באיור א' בשני מוליכים ישרים ומקבילים זורם דרכם זרם ישר בהתאם לאיור:



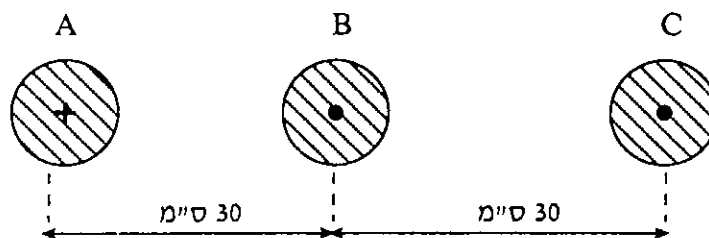
איור א'

במוליך A הזרם נכנס לתוך הדף ובמוליך B הזרם יוצא ממנו. עוצמת הזרם בכל מוליך 300A . המרחק בין מרכזי המוליכים הוא 30 ס"מ .

(8 נק') א. מצא את הכח המגנטי הפועל על המוליכים לאורך 50 מ' וכוונו.

(6 נק') ב. חזור על סעיף א' כאשר כוון הזרם במוליך B הוא כמו במוליך A (נכנס לתוך הדף).

(8 נק') ג. באיור ב' מוסיפים מוליך שלישי C שבמרכזו נימצא במרחק 30 ס"מ מ-B (מימינו). הזרם במוליך C כמו במוליך B וערכו 300A . (הזרם יוצא מתוך הדף) מהו הכח השקול הפועל על מוליך B וכוונו לאורך 50 מ' .

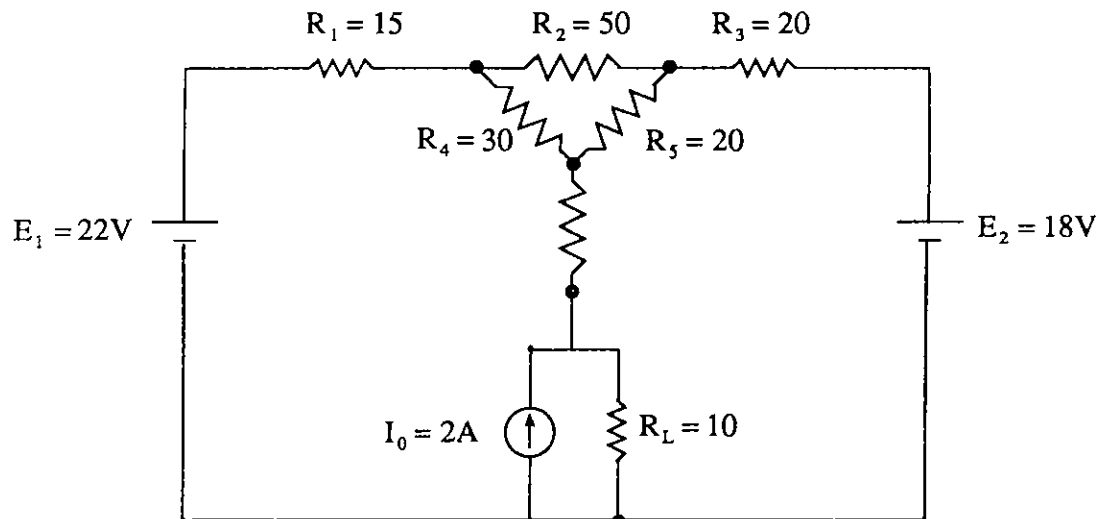


איור א'

שאלה מס' 7

במעגל הבא:

כל הנגדים נתונים באוהמים:



חשב:

12) (נק' א. הזרם וההספק שמספק או צורך כל מקור מתח.

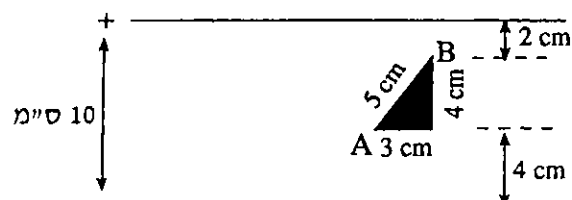
3) (נק' ב. הספק המיתפתח במקור הזרם.

3) (נק' ג. ההספק בעומס R_L .

2) (נק' ד. חשב את ההספק הנצרך בעומס ביחס להספק הכולל המסופק על ידי המקורות.

- רמז: הפוך את חיבור הנגדים בחיבור משולש לכוכב ואת מקור הזרם למקור מתח $30\Omega - 20\Omega - 50\Omega$.

שאלה מס' 8



The Electrical field between the plates is $200 \frac{\text{V}}{\text{m}}$.

- (5 point) a) Find the voltage between the two plates.
- (15 point) b) Find the work for moving $2 \cdot 10^{-4}$ cul. from point A to point B.

בהצלחה !



תורת החשמל והרשת להנדסאים וטכנאים במגמות חשמל - אלקטרוניקה הנחיות לנבחן

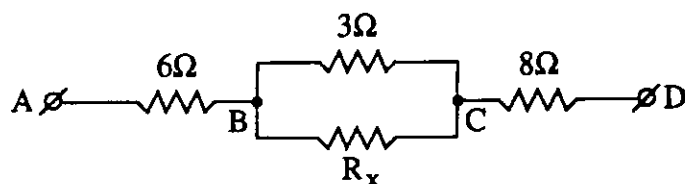
- א. משך הבחינה: ארבע שעות.
- ב. מבנה השאלון ומפתח הערכה: בשאלון זה 8 שאלות שמתוכן יש לענות על 5. משקל כל שאלה 20 נקודות.
 שאלה מס' 1 - חובה.
- ג. חומר עזר מותר לשימוש: חוברת עזר בתורת החשמל, הוצאת מה"ט ומחשבון.
 אין להעביר חוברות עזר ומחשבוני בין הנבחנים.
- ד. הוראות מיוחדות:
1. התחל כל שאלה בראש עמוד חדש. רשום את מספר השאלה באופן ברור. העבר קו אלכסוני על הדפים שאותם אין אתה רוצה שיבדקו.
 2. עליך להשאיר ריק את העמוד הראשון במחברת הבחינה. בסיום הבחינה רשום על עמוד זה את השאלות, לפי סדר הופעתן, אותן אתה מבקש שיבדקו. אחרת, תיבדקנה חמש השאלות הראשונות לפי סדר הופעתן.
 3. בפתרון חישובי עליך לציין, ראשית, את הנוסחה או הכלל לפיו נפתרת הבעיה, ולאחר מכן יש להציב את הערכים המספריים. חובה לציין יחידות פיזיקליות של תוצאות ביניים וסופיות. אפילו עם הינך נעזר במחשבון כיס, עליך להציג צעדי חישוב במספר שיצדיק את תשובתך.
 4. תשובה צריכה להיות בעלת 3 ספרות משמעותיות (ללא התייחסות למקום הנקודה).
 1. מהחישובים מתקבל: $R = 3.2021\Omega$
 תשובה סופית: $R = 3.2\Omega$
 2. מהחישובים מתקבל: $L = 0.003267\text{ H}$
 תשובה סופית: $L = 3.27\text{ mH}$
 5. יש להקפיד על נכונות החישובים - גם טעויות חישוב תיגרומנה להורדת נקודות.

ה צ ל ח ה !

שאלה מס' 1

א. (7 נק') במעגל הנתון ידוע ש- $V_{AD} = 24V$; $V_{BC} = 3V$

חשב את R_x .



ב. (6 נק') נתון מעגל תהודה:

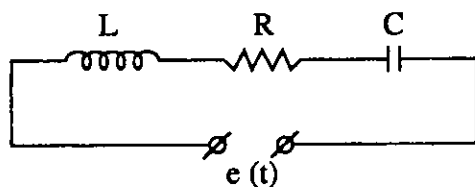
$$e(t) = 8\sqrt{2} \sin(31.4 \cdot 10^4 t) [V]$$

הזרם במעגל -

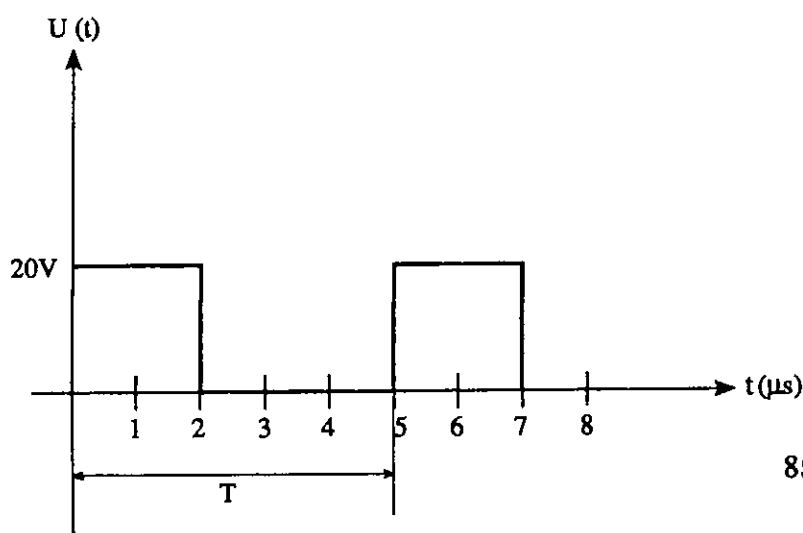
$$i(t) = 2\sqrt{2} \sin(31.4 \cdot 10^4 t) [mA]$$

מקדם הטיב של המעגל הינו 5.65.

חשב שלושת הפרמטרים L, R ו- C.



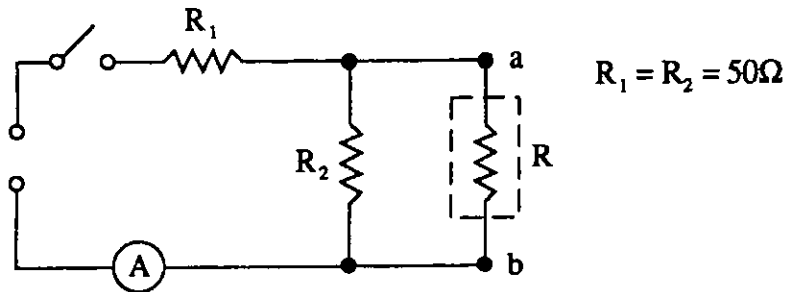
ג. (7 נק')



אות המתח על נגד של 8Ω

נתון באיור.

מהי תדירות האות ומהו ההספק הממוצע המתבזבז בנגד?

שאלה מס' 2

במעגל המתואר בתרשים, R היא התנגדותו של גוף חימום בתנור תעשייתי. ברגע סגירת המפסק המחבר את המעגל למקור המתח, כאשר התנור קר, האמפרמטר מראה על 11A. אחרי שהטמפרטורה בתנור מתייצבת, האמפרמטר מראה על 8.8A.

גוף החימום עשוי טונגסטן ומקדם הטמפרטורה שלו הוא $\frac{1}{^\circ\text{C}} \cdot 0.0045$.

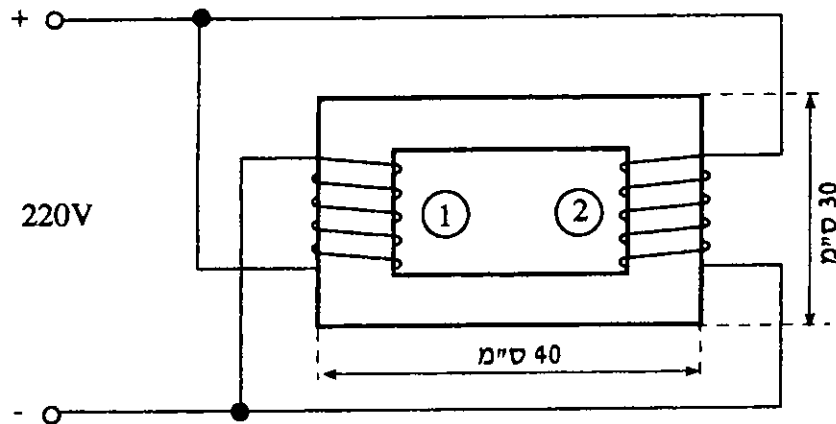
בזמן העבודה היציבה של התנור, המתח בין הדקיו הוא $V_{ab} = 220\text{V}$.

חשב את:

- א. (5 נק') מתח המקור.
- ב. (9 נק') הטמפרטורה בתוך התנור בזמן עבודתו היציבה, אם טמפרטורת החדר היא 23°C .
- ג. (6 נק') עלות האנרגיה החשמלית הנצרכת על ידי המעגל הנתון בחודש עבודה (28 יום), אם כל יום משתמשים בתנור 8 שעות וכל קילוואט-שעה עולה 30 אגורות.

שאלה מס' 3

שני סלילים מלופפים על הליבה המגנטית שבתרשים.



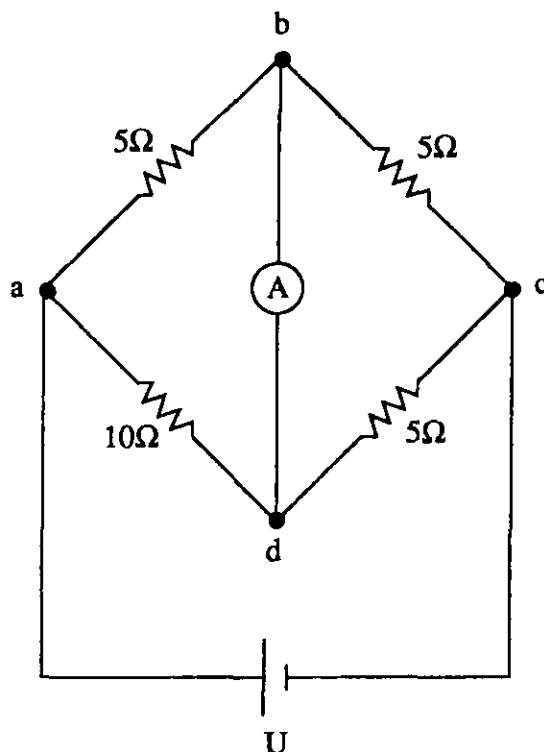
הליבה עשויה חומר בעל חדירות מגנטית יחסית 500, ומידותיו 40 ס"מ אורך ו- 30 ס"מ גובה. חתך הליבה הוא אחיד, בצורת ריבוע עם צלע 2.5 ס"מ.

נתוני הסלילים:

מס' כריכות	התנגדות (Ω)	
800	400	סליל 1
1200	250	סליל 2

חשב את:

- א. (5 נק') ההתנגדות המגנטית של המעגל הנתון.
- ב. (5 נק') השטף המגנטי דרך הליבה הנתונה; ציין גם את כיוון השטף.
- ג. (4 נק') ההתנגדות המגנטית, אם בליבה עושים חריץ אוויר באורך של 1 מ"מ.
- ד. (6 נק') מהוא מתח המקור הנדרש כדי לקבל בליבה עם חריץ האוויר אותו שטף כמו שהתקבל במתח 220V בליבה ללא חריץ.

שאלה מס' 4

במעגל המתואר בתרשים התנגדות האמפרמטר זניחה ודרכו עובר זרם של $\frac{1}{7} \text{ A}$
 מ- b ל- d .

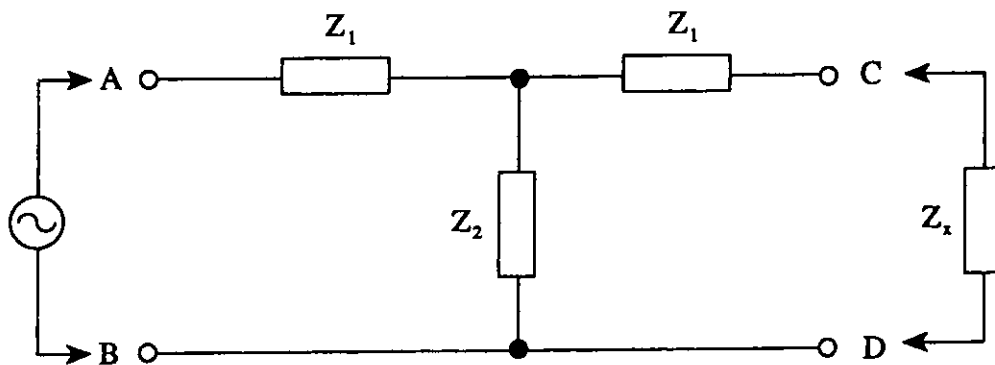
א. (10 נק') חשב את מתח המקור U .

ב. (6 נק') בדוק את מאזן ההספקים במעגל (ההספק הנצרך שווה להספק המסופק).

ג. (4 נק') ציין שני שינויים אפשריים במעגל, כך שכל אחד מהם יגרום לאיפוס הזרם דרך מד-הזרם.

שאלה מס' 5

נתון המעגל שבתרשים, בעל ארבעה הדקים - AB הדקי הכניסה ו- CD הדקי היציאה. מחברים בין הדקי היציאה עקבה Z_x , כך שעקבת המעגל כולו (בין הדקי הכניסה) שווה גם Z_x .



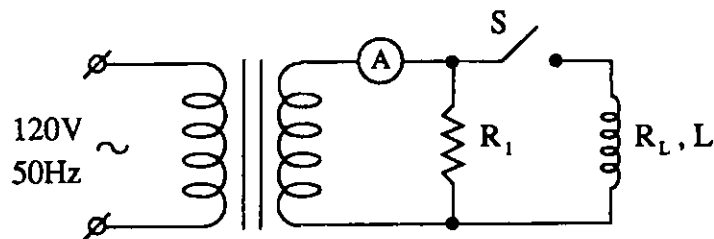
- א. (7 נק') בטא את Z_x באמצעות Z_1 ו- Z_2 .
- ב. (7 נק') מסמנים ב- Z_0 את העקבה בין AB כאשר אין כל עומס מחובר בין CD, ומסמנים ב- Z_k את העקבה בין AB כאשר מחברים ישירות את ההדקים CD.

הוכח שעבור Z_x שמצאת בסעיף א' ניתן לכתוב: $Z_x = \sqrt{Z_0 \cdot Z_k}$

- ג. (6 נק') מצא את מרכיבי העקבה Z_x (התנגדות וקיבול או השראות) במקרה ש- $Z_1 = 10 \angle 30^\circ$ ו- $Z_2 = 20 \angle -60^\circ$ ובתדירות 50Hz.

שאלה מס' 6

נתון שנאי אידיאלי (ללא הפסדים) המחובר למקור מתח חילופין $120\text{V}/50\text{Hz}$ והמזין נגד R_1 ומשרן (R_L, L) - ראה תרשים.



הסליל הראשוני של השנאי הינו בעל 800 כריכות והסליל המשני - 160 כריכות.

היגב המשרן הוא $X_L = 4\Omega$. האמפרמטר המחובר במעגל המשני מראה על 6A כאשר המפסק S פתוח. כאשר המפסק S סגור, למעגל המשני מקדם הספק 0.8. מניחים שהמתח בין הדקי הסליל המשני אינו משתנה בעומס לעומת ריקם.

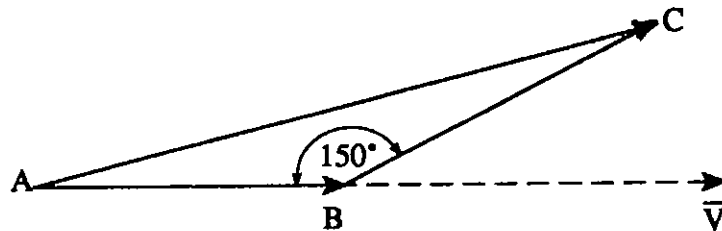
א. (10 נק') חשב את התנגדויות הנגד R_1 והמשרן R_L .

ב. (5 נק') חשב את ההספקים האקטיבי, הריאקטיבי והמדומה, הנצרכים במעגל המשני כאשר המפסק סגור.

ג. (5 נק') חשב את קיבול הקבל שיש לחבר בטור עם האמפרמטר במעגל המשני כך שהזרם הנמדד יהיה מכסימלי. חשב גם את הזרם המכסימלי.

שאלה מס' 7

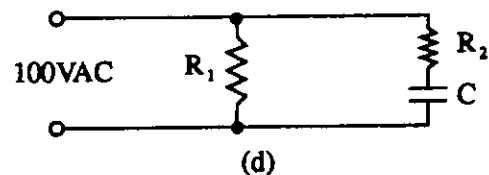
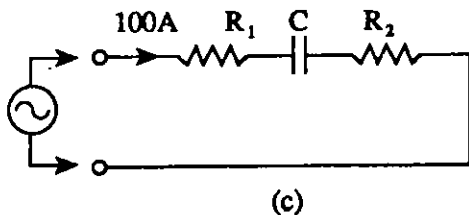
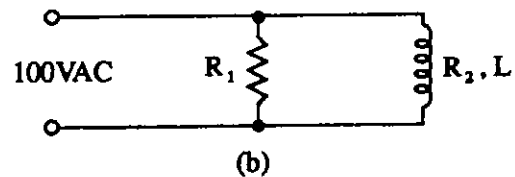
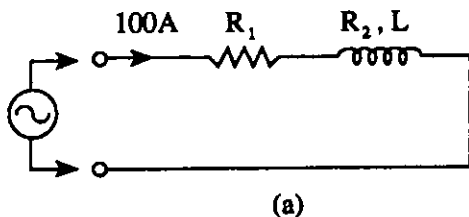
הדיאגרמה הפאזורית (וקטורית) הנתונה בתרשים 1 מתאימה לאחד מארבעת המעגלים שבתרשים 2.



תרשים 1

כיוון הפאזור $\overline{AB}$ ככיוון פאזור מתח המקור $\overline{V}$.

א. (4 נק') האם הפאזורים $\overline{BC}$, $\overline{AB}$ ו- $\overline{AC}$ מתארים מתחים או זרמים? נמק תשובתך.



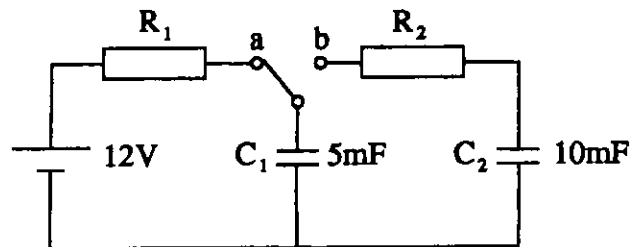
תרשים 2

ב. (5 נק') עבור איזה מבין המעגלים (a), (b), (c), (d) נבנתה הדיאגרמה הפאזורית הנתונה?

ג. ידוע שלפאזורים $\overline{AB}$ ו- $\overline{BC}$ אותו אורך - 10 יחידות (דהינו 10A או 10V) והזווית $\angle ABC$ היא 150° .

חשב את:

- (1) (5 נק') העקבה השקולה Z_T של המעגל אותו בחרת בסעיף ב'.
- (2) (3 נק') ההתנגדות R_1 .
- (3) (3 נק') ההיגב X_L (או X_C) של הסליל (או של הקבל) המופיע באותו מעגל ואת ההתנגדות R_2 .

שאלה מס' 8

Find the steady-state voltage, charge and energy stored in each capacitor, for each position of the switch S (a and b).

בהצלחה !

וטכנאים

תשנ"ה

חורף

מועד

המכון הממשלתי להכשרה טכנולוגית

1995

מרץ

יחידת הבחינות

90711, 93711

מספר

שאלון



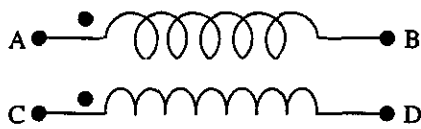
תורת החשמל והרשת

לטכנאי והנדסאי אלקטרוניקה

הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: ארבע שעות.
- ב. מבנה השאלון ומפתח הערכה: בשאלון זה 8 שאלות שמתוכן יש לענות על 5. משקל כל שאלה 20 נקודות שאלה מס' 1 - חובה
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: חוברת עזר בתורת החשמל מהדורה 4-93 בהוצאת מה"ט ומחשבון. אין להעביר חוברות עזר ומחשבוניס בין הנבחנים.
- ד. הוראות מיוחדות
1. התחל כל שאלה בראש עמוד חדש. רשום את מספר השאלה באופן ברור. העבר קו אלכסוני על הדפים שאותם אין אתה רוצה שיבדקו.
 2. עליך להשאיר ריק את העמוד הראשון במחברת הבחינה. בסוף הבחינה רשום על עמוד זה את השאלות, לפי סדר הופעתן, אותן אתה מבקש שיבדקו. אחרת, תיבדקנה חמש השאלות הראשונות לפי סדר הופעתן.
 3. אם לדעתך באחת השאלות חסר נתון או הנתון שגוי, מותר לך להניח הנחות מתאימות כדי שתוכל להמשיך בפתרון. זאת בתנאי שתציין זאת בבירור ותנמק את הנחתך. אם הנחת נתון, ולאחר זמן מה מודיעים על נתון חסר או שגוי, אין מחובתך לחזור ולפתור את השאלה עם הנתון המעודכן. הינך רשאי להמשיך את הפתרון עם הנתון שבחרת.
 4. במידה והינך מצטט תשובתך מתוך חומר העזר שברשותך, חובתך לציין במחברתך שהינך מצטט, תוך ציון המקור, מספר עמוד ומשוואה, לפי המקרה.
 5. בפתרון חישובי עליך לציין, ראשית, את הנוסחה או הכלל לפיו נפתרת הבעיה, ולאחר מכן יש להציב את הערכים המספריים. חובה לציין יחידות פיזיקליות של תוצאות ביניים וסופיות. אם הינך נעזר במחשב-כיס, עליך להציג צעדי חישוב במספר שיצדיק את תשובתך.
 6. תשובה צריכה להיות בעלת 3 ספרות משמעותיות (ללא התייחסות למקום הנקודה).
לדוגמא:
(1) מהחישובים מתקבל $R = 3.2021\Omega$
תשובה סופית $R = 3.20\Omega$
(2) מהחישובים מתקבל $L = 0.003267H$
תשובה סופית $L = 3.27mH$
 7. יש להקפיד על נכונות החישובים- גם טעויות חישוב תיגרומנה להורדת נקודות.

בהצלחה!

שאלה מס' 1 - חובה

(3 נק') א. 2 סלילים זהים AB ו-CD בעלי מקדם צמוד הדדי 0.6 מחוברים ביניהם בשני אופנים שונים:

(1) ע"י חבור AD.

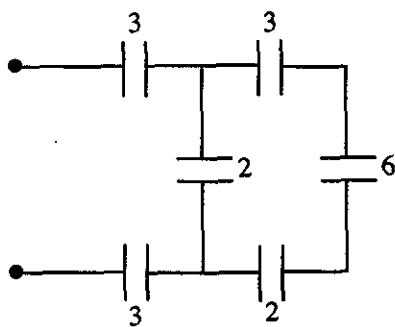
(2) ע"י חבור BD.

L_{CB}

—

L_{CA}

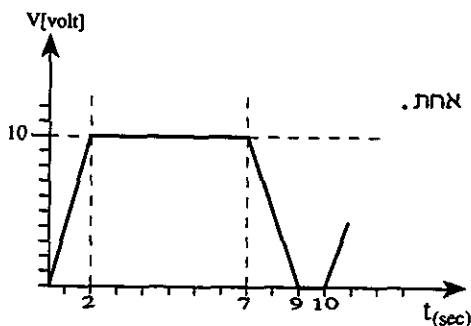
חשב את היחס בין הערך השקול של ההשראות בשני המקרים



(3 נק') ב. חשב את ערך הקבול השקול של המעגל הבא: (כל הערכים נתונים במיקרופרד).

ג. נגד בן 10 אוהם מחובר למקור מתח לפי השרטוט.

חשב את:



(6 נק') (1) ההספק הממוצע בנגד.

(2 נק') (2) כמות האנרגיה המסופקת לנגד במשך דקה אחת.

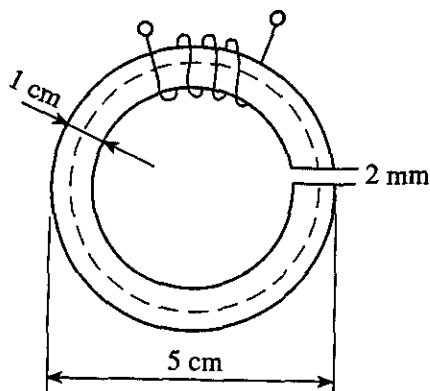
(6 נק') ד. חדירות מגנטיות יחסית של הליבה 800

מספר לפופי הסליל 200 הזרם בסליל 2A

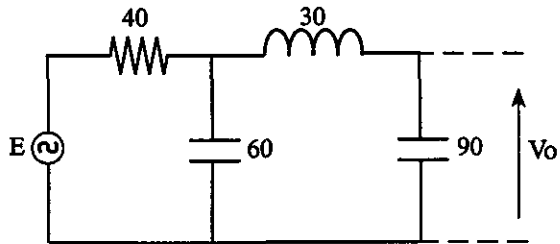
שטח חתך הליבה - עגול

חשב את השטף המגנטי בחריץ האוויר

(הזנה פזור שטף).



שאלה מס' 2



בתרשים הנתון כל הערכים

רשומים באוהמים.

$$E = 28.2 \sin 100t$$

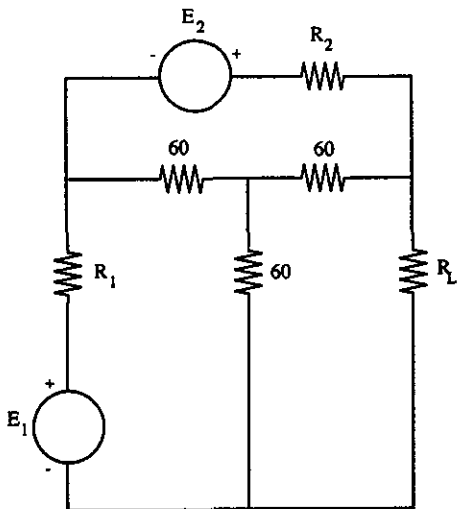
(6 נק') א. רשום את משוואת זרם המקור כפונקציה הזמן.

(4 נק') ב. מהו $\cos \phi$ שרואה המקור.

(4 נק') ג. מהו ההספק הפעיל שמספק המקור.

(6 נק') ד. מהו המתח האפקטיבי V_o .

שאלה מס' 3



במעגל הנתון: $E_1 = 12V$

$$E_2 = 16V$$

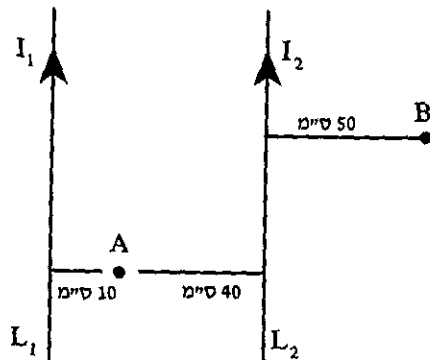
$$R_1 = 180\Omega$$

$$R_2 = 360\Omega$$

$$R_L = 90\Omega$$

חשב את הזרם וההספק ב- R_L בשיטת האפרופוזיציה.

הערה: לנוחיות רצוי להשתמש ראשית בהתמרת כוכב משולש.

שאלה מס' 4

שני מוליכים מקבילים וארוכים המרוחקים

זה מזה 50 ס"מ נושאים זרם חשמלי $I_1 = 2\text{KA}$

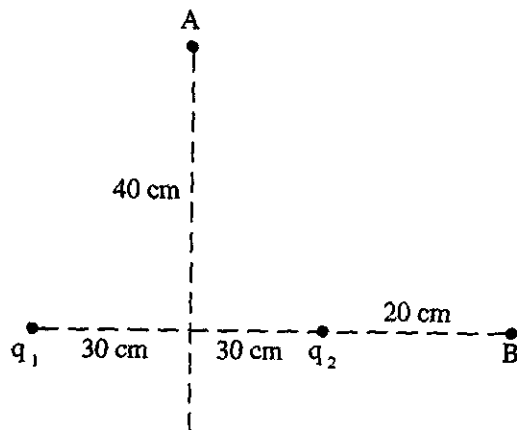
$I_2 = 4\text{KA}$

חשב את:

(6 נק') א. הכח ליחידת אורך הפועל על כל אחד משני המוליכים וציין כוונתו.

(7 נק') ב. השדה המגנטי (גודל וכוון) בנקודה A.

(7 נק') ג. השדה המגנטי (גודל וכוון) בנקודה B.

שאלה מס' 5

נתון: מיקרוקולון $q_1 = q_2 = -10$

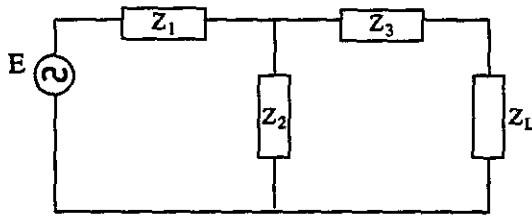
חשב את:

(9 נק') א. עוצמת השדה החשמלי בנקודות A ו-B (גודל וכוון).

(7 נק') ב. הפוטנציאל החשמלי בנקודות A ו-B.

(4 נק') ג. העבודה הנעשית בהעברת מטען חשמלי חיובי בן 20 מיקרוקולון מ-A ל-B.

שאלה מס' 6



$$E = 14.1 \sin(1000t + \frac{\pi}{4})$$

$$Z_1 = 2 + 2j$$

$$Z_2 = 2 - 2j$$

Z_3 - הינו נגד בן 4 אוהם מחובר בטור לקבל בן $500 \mu F$.

Z_L - עומס משתנה.

(6 נק') א. מה צריך להיות Z_L לצריכת הספק יעיל מקסימלי (P) במעגל הנתון. רשום

ערכי הרכיבים של Z_L (התנגדות, קבול, השראות).

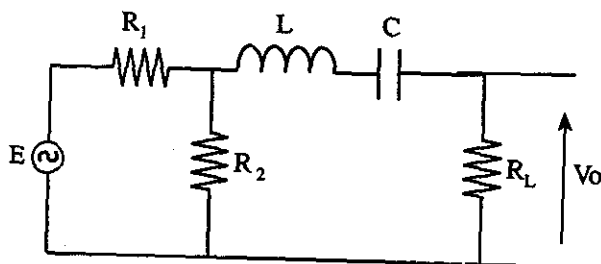
(4 נק') ב. מהו הספק זה בעומס Z_L .

(6 נק') ג. בהנחה ש- Z_L הינו אוהמי טהור - מה ערכו לצריכת הספק יעיל מקסימלי

(P).

(4 נק') ד. בתנאי סעיף ג' - מהו הספק זה בעומס Z_L .

שאלה מס' 7



$$R_L = R_1 = R_2 = R$$

$$L = 2 \text{ mH}$$

$$C = 0.8 \mu F$$

$$E = 141 \sin \omega t$$

(12 נק') א. רשום את V_o (אפקטיבי) כפונקציה W באופן כללי - ללא הצבת מספרים.

(4 נק') ב. מהו ערך V_o המכסימלי (רשום ערך אפקטיבי בלבד).

(4 נק') ג. באיזה תדירות V_o הוא מקסימלי.

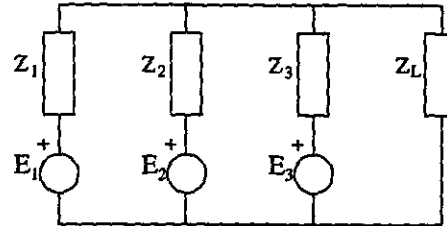
הערה: לפתרון סעיף א' הצג את אמפדנס L, C כ-X.

תשובה בנוסח $V_o = f(x)$

$X = f(w)$

תקבל כנכונה.

שאלה מס' 8



$$E_1 = 10 \angle 0^\circ$$

$$E_2 = 12 \angle 90^\circ$$

$$E_3 = 10 \angle -90^\circ$$

$$Z_1 = 4 + 2j$$

$$Z_2 = 4 - 2j$$

$$Z_3 = 2 + j$$

$$Z_L = 2 - j$$

א. (12 נק') Find the Voltage and current in Z_L .

ב. (4 נק') What is the Power in Z_L (P only).

ג. (4 נק') What is the current of E_1 .

בהצלחה!

בחינות גמר בבית ספר להנדסאים
וטכנאים

משרד העבודה והרווחה - משרד החינוך והתרבות
המכון הממשלתי להכשרה טכנולוגית
יחידת הבחינות

מועד ב' תשנ"ה
דצמבר 1994
שאלון מספר 90711, 93711,
90611, 93611



תורת החשמל והרשת

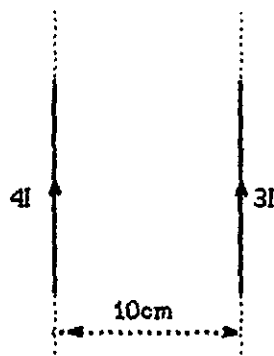
להנדסאים וטכנאים במגמות חשמל-אלקטרוניקה

חוראות לנבחן

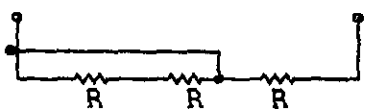
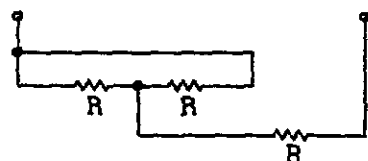
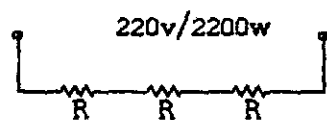
- א. משך תבחינה: ארבע שעות.
- ב. מבנה השאלון ומפתח הערכה: בשאלון זה 8 שאלות שמתוכן יש לענות על 5. משקל כל שאלה 20 נקודות. שאלה מס' 1 - חובה.
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: חוברת עזר בתורת החשמל, חוצאת מה"ט ומחשבון.
- ד. חוראות מיוחדות:
1. התחל כל שאלה בראש עמוד חדש. רשום את מספר השאלה באופן ברור. העבר קו אלכסוני על הדפים שאותם אין אתה רוצה שיבדקו.
 2. עליך להשאיר ריק את העמוד הראשון במחברת תבחינה. בסיום הבחינה רשום על עמוד זה את השאלות, לפי סדר הופעתן, אותן אתה מבקש שיבדקו. אחרת, תיבדקנה חמש השאלות הראשונות לפי סדר הופעתן.
 3. במתרון חישובי עליך לציין, ראשית, את הנוסחה או הכלל לפיו נפתרת תביעה, ולאחר מכן יש להציב את הערכים המספריים. חובה לציין יחידות פיזיקליות של תוצאות ביניים וסופיות. אפילו אם הינך נעזר במחשב כיס, עליך להציג צעדי חישובי במספר שיצדיק את תשובתך.
 4. תשובה צריכה להיות בעלת 3 ספרות משמעותיות (ללא התייחסות למקום הנקודה).
לדוגמא: (1) מהחישובים מתקבל $R = 3.2021\Omega$
תשובה סופית $R = 3.20\Omega$
(2) מהחישובים מתקבל $L = 0.003267H$
תשובה סופית $L = 3.27mH$
 5. יש להקפיד על נכונות החישובים - גם טעויות חישוב תיגרומנה לחורדת נקודות.
 6. אין להעביר חוברות עזר ומחשבוניים בין הנבחנים.

בהצלחה!

שאלה מס' 1

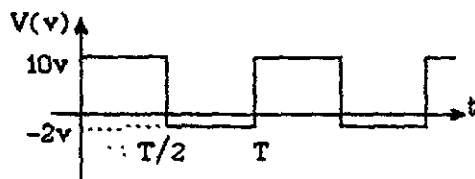


- (5 נק') א: שני מוליכים ארוכים ומקביליים נושאי זרם נמצאים במרחק 10cm האחד מהשני. הזרם במוליך השמאלי הוא $4I$ ובמוליך הימני $3I$ כפי שמתואר בתרשים. באיזה מרחק מהמוליך השמאלי מתאפס השדה המגנטי? הזרמים בשני המוליכים באותו כיוון כלפי מעלה.



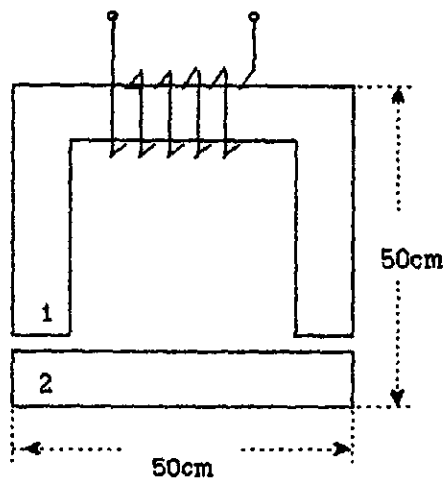
- (5 נק') ב: תנור חשמלי בנוי משלושה גופי חימום זהים ניתן לחבר את גופי החימום בשלושה חיבורים שונים לקבלת הספקים שונים כפי שמתואר בתרשים. מתח ההדקים זהה ושווה ל- 220V בשלושת החיבורים. אם ההספק הכולל הוא 2200W בחיבור הראשון חשב את ההספק הכולל בחיבור השני והשלישי.

- (5 נק') ג: נגד שערכו 20Ω מחובר למקור מתח לפי השרטוט. חשב את ההספק הממוצע המתבזבז בנגד.



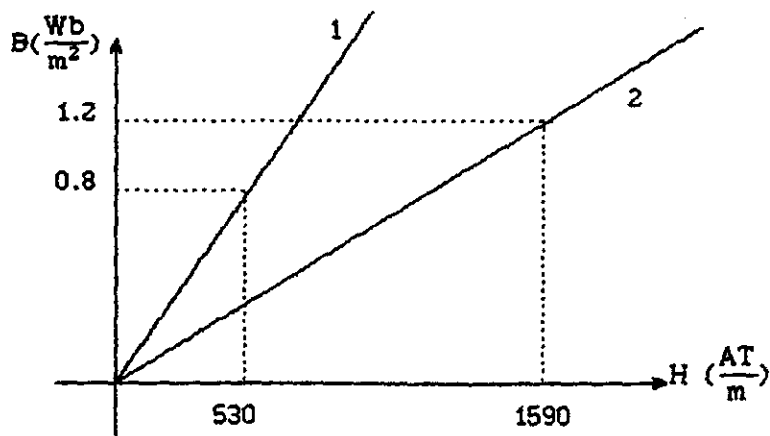
- (5 נק') ד: שני רכיבים מחוברים במקביל למקור מתח חילופין (סינוסי) שערכו היעיל הוא 96V בתדירות 50Hz . אם נתון שהזרם הכללי מקדים את מתח המקור ב- 30° וערכו היעיל 20A , חשב את ערכי הרכיבים. (ציין את סוג הרכיבים R, L או R, C)

שאלה מס' 2



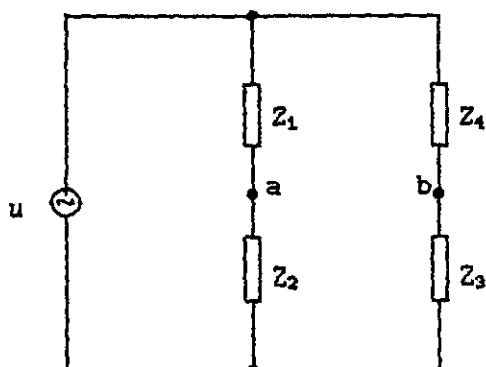
במעגל המגנטי המופיע בתרשים. הליבה בנויה משני חומרים פרומגנטיים אשר אופייניהם מופיעים בשרטוט למטה. חתך הליבה הוא אחיד בצורת ריבוע $10\text{cm} \times 10\text{cm}$. בליבה שני חריצי אחיד בעובי 1mm כל אחד. מספר הליפופים של הסליל הוא 1000 ואורם דרכו זרם 2A . חשב את:

- (8 נק') א: התנגדות מגנטית של הליבה. (R_m)
 (6 נק') ב: צפיפות שטף בחריצי האוויר. (B_0)
 (6 נק') ג: השדה עצמית של הסליל.



שאלה מס' 3

נתון המעגל:



$$Z_1=(0+j2)\Omega ; Z_2=(4-j6)\Omega ; Z_3=(3+j0)\Omega ; Z_4=(3+j8)\Omega$$

$$V_{ab}=100\sqrt{30}V ; f=100Hz$$

(10 נק') א: רשום את הביטוי של מתח המקור, בפתקציה של הזמן.

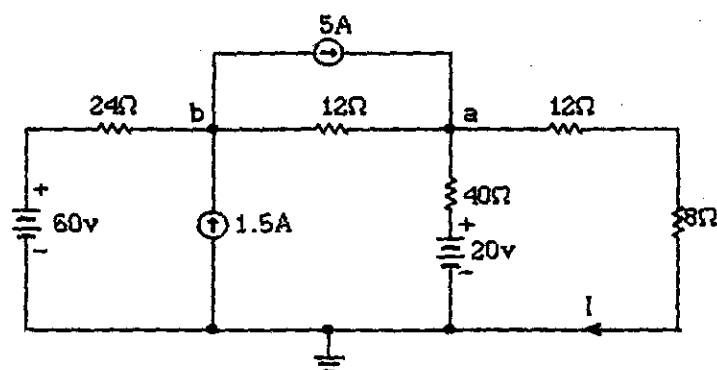
(6 נק') ב: חשב את ההספקים הפעיל, ההגבי והמדומה של המעגל.

(4 נק') ג: חשב את מקדם ההספק של כל המעגל.

90611 , 93611 , 90711 , 93711

שאלה מס' 4

נתון המעגל:



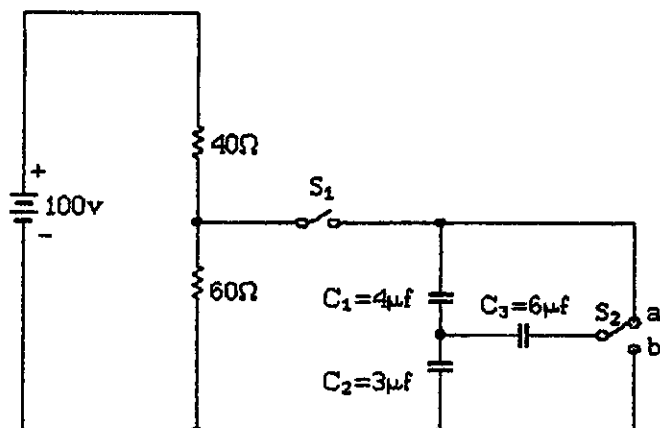
חשב את:

- (12 נק') א: הפוטנציאלים בנקודות a ו-b.
- (5 נק') ב: האם מקור המתח 60V משמש בצרכן או מקור. נמק את תשובתך.
- (3 נק') ג: הזרם I המסומן במעגל.

שאלה מס' 5

נתון המעגל שבתרשים.

המפסק s_1 פתוח. מפסק s_2 נמצא במצב a והקבלים אינם טעונים.



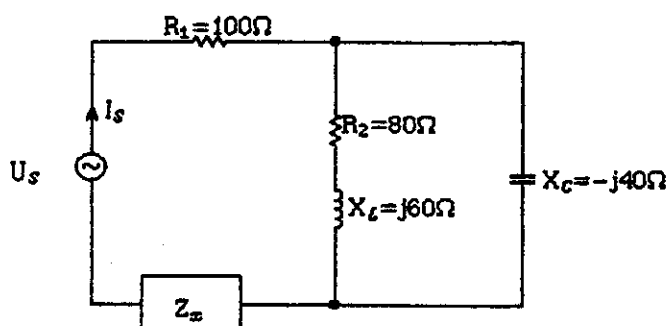
חשב את המתחים והמטענים שמתקבלים על כל אחד מהקבלים בסיים תופעת המעבר אחרי כל אחד מהשינויים:

(10 נק') א: סוגרים את המפסק s_1 ומפסק s_2 נשאר במצב a.

(10 נק') ב: פותחים את המפסק s_1 ומעבירים את המפסק s_2 למצב b בו זמנית.

שאלה מס' 6

נתון המעגל:



$$U_s = 300 \sqrt{80} \text{ V}$$

$$I_s = 2 \sqrt{50} \text{ A}$$

$$f = 50 \text{ Hz}$$

חשב את:

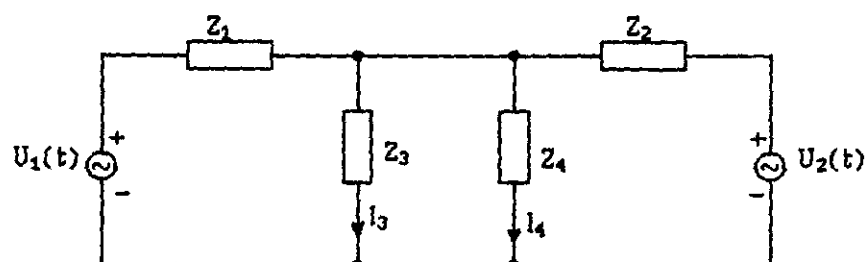
(15 נק') א: רכיבי z_x (נגד קבל או נגד סליל).

(5 נק') ב: ערכו של הקבל שיש לחבר במעגל לקבלת $\cos \phi = 1$ עבור כל המעגל.

90611 , 93611 , 90711 , 93711

שאלה מס' 7

נתון המעגל:



$$U_1(t) = 311 \sin(628t + 45^\circ)$$

$$U_2(t) = 110 \times \sqrt{2} \sin(628t - 30^\circ)$$

$$Z_1 = (5 + j5) \Omega$$

$$Z_2 = (8 - j6) \Omega$$

$$Z_3 = (0 + j2) \Omega$$

$$Z_4 = (7 - j7) \Omega$$

(10 נק') א: רשם את הביטויים של הזרמים I_3 ו- I_4 כפונקציה של הזמן.

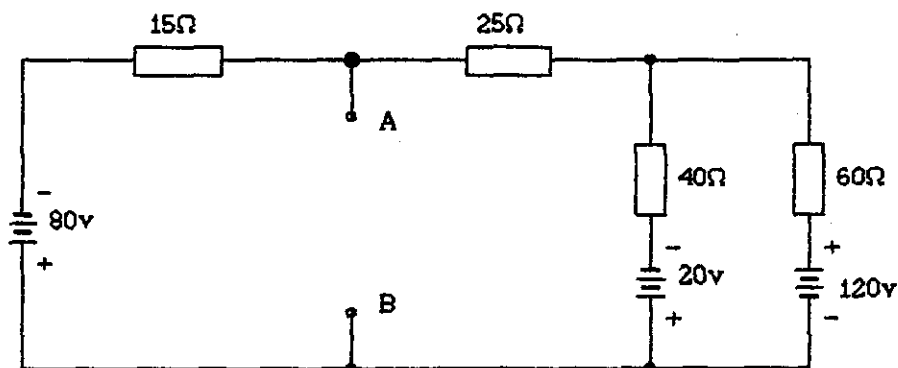
(10 נק') ב: חשב את רכיבי ההספק פעיל, היגבי ומדומה עבור עכבה Z_1 .

90611 ,93611 ,90711 ,90711

שאלה מס' 8

(10 points) a. Obtain the Thevenin equivalent circuit for the network shown in the figure

below between terminals AB .



(4 points) b. Find the power in a 14Ω load resistor connected to terminals AB.

(6 points) c. Find the value of a load resistor which results in maximum power

transfer. Calculate the maximum power delivered to this load .

בהצלחה !