



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.

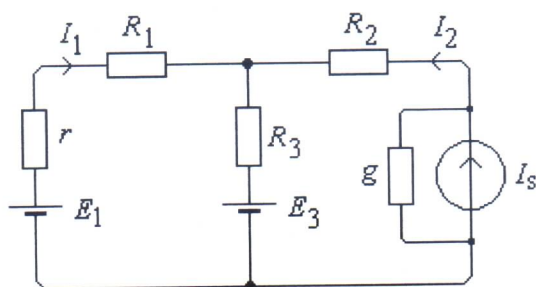
(3) יש להעביר קו אלכסוני על הדפים או חלקי השאלה אותם אין ברצונך שהמעריך יקרא.

(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}

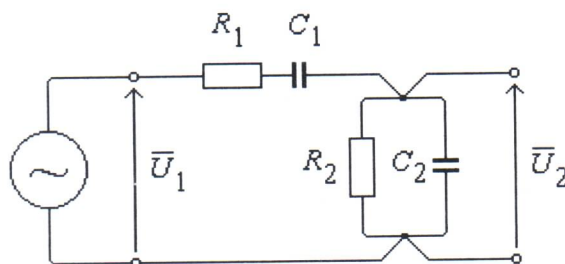
Calculate the value of the currents I_1 and I_2 , as indicated on the circuit.

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}

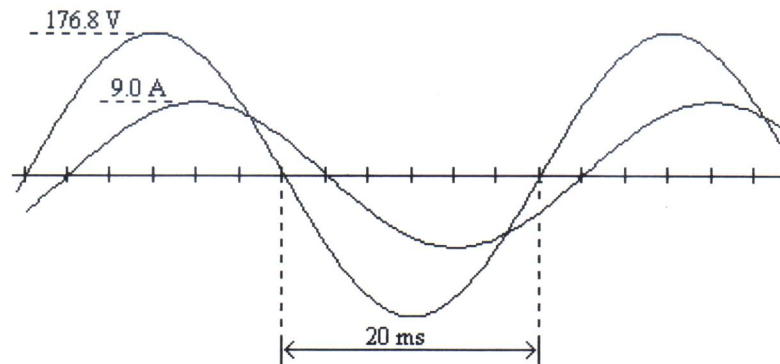
כמה זרם עובר במקור המתח? (את התשובה יש לתת בייצוג פולרי וביחידות של mA).

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 (VA) 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).

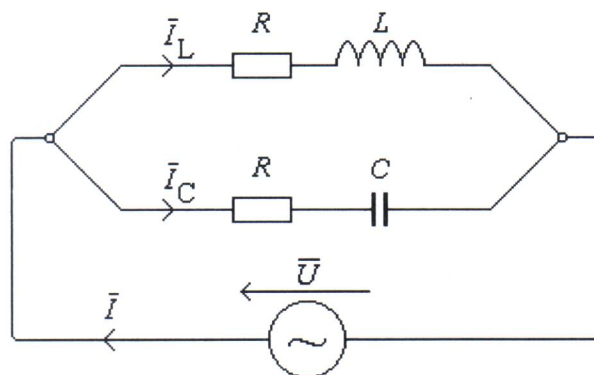
א. { 4 נקודות }
כמה הספק צורך העומס?

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 }

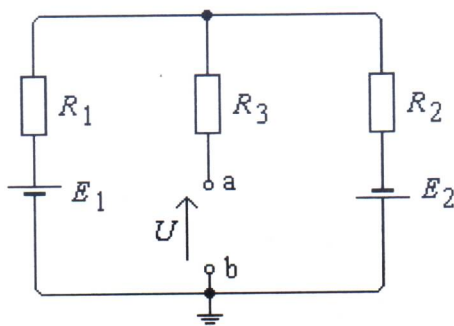
מה תדר התהודה של המעגל? את התשובה המספרית יש לתת ביחידות של Hz.

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 }

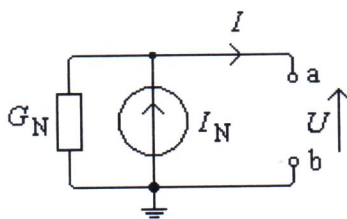
עבור אלו ערכים של תדירות, לזרם במקור המתח יהיה אופי קיבולי? יש לנמק באמצעות חישוב מתאים.



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

א. { 14 נקודות }

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



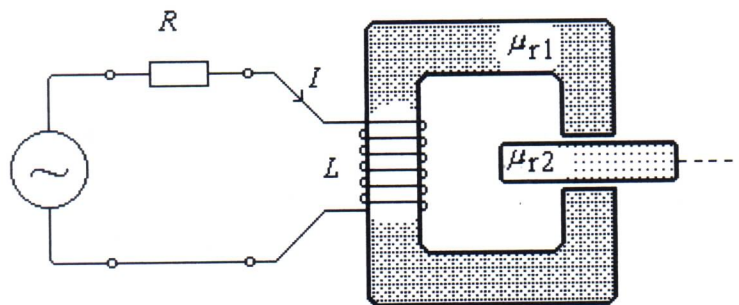
ב. { 6 נקודות }

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?

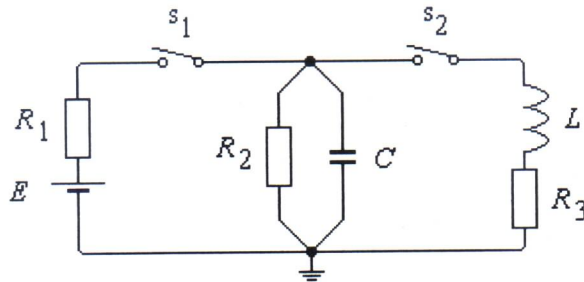
שאלה מספר 8

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