

תורת החשמל

להנדסאים ולטכנאים – הנדסת חשמל

הנחיות לנבחן

- א. משך הבחינה: ארבע שעות.
- ב. מבנה השאלון ומפתח הערכה: בשאלון זה שמונה שאלות. יש לענות על חמש שאלות בלבד. ערך כל שאלה 20 נקודות. סה"כ: 100 נקודות.
- ג. חומר עזר מותר לשימוש: 1. מחשבון. (אין להשתמש במחשב כף יד או במחשבון עם תקשורת חיצונית).
2. חוברת עזר מקורית בתורת החשמל שבהוצאת מה"ט: חוברת נקייה, שאין בה לא הערות או תוספות כלשהן, בין בכתב יד בין מודפסות. אין להעביר חומר עזר, ספרים ומחשבוני בין הנבחנים.
- ד. הוראות מיוחדות: 1. יש לקרוא בעיון את ההנחיות בדף השער ואת כל שאלות הבחינה, ולוודא שהן מובנות.
2. יש להשאיר את העמוד הראשון במחברת הבחינה ריק. בסיום המבחן יש לרשום בעמוד זה את מספרי התשובות לבדיקה. התשובות ייבדקו לפי סדר כתיבתן בעמוד זה. לא ייבדקו תשובות עודפות.
3. יש לכתוב את התשובות בעט בלבד, בכתב יד ברור.
4. יש להתחיל כל תשובה בעמוד חדש ולציין את מספר השאלה ואת הסעיף. אין צורך להעתיק את השאלה עצמה.
5. טיוטה יש לכתוב במחברת הבחינה בלבד. יש לרשום את המילה "טיוטה" בראש העמוד ולהעביר קו על הכתוב כדי שלא ייבדק.
6. אין לאחד סעיפים! לכל סעיף שבשאלה יש לתת תשובה נפרדת.
7. תשובה מלאה לסעיף שאלה הכרוך בחישובים היא תשובה שבה מוצג הביטוי המתמטי שלפיו ייעשה החישוב, הערכים המוצבים בביטוי, ותוצאת החישוב מוצגת באמצעות מספר ויחידות.
8. כל מספר המוצב בביטוי מתמטי חייב להיות תוצאה של חישוב קודם או נתון המופיע בגוף השאלה.
9. אין השימוש במחשבון פוטר מהצורך להציג את הצבת הערכים בביטוי המתמטי.
10. תשובה שאינה מנומקת או שאין דרך הפתרון מוצגת בה לא תזכה בניקוד כלל.
11. אם להערכתך חסר נתון או קיים נתון שגוי בשאלה, עליך לציין זאת במפורש במחברת הבחינה, 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.

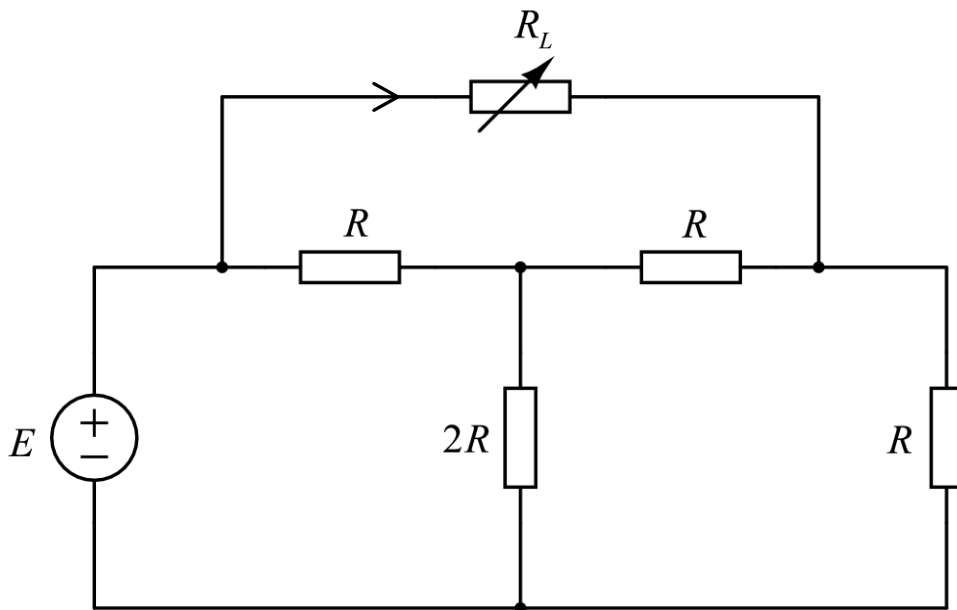
בהצלחה!

השאלות:

השב על חמש שאלות מבין שמונה השאלות הבאות, התחל את פתרון השאלה בתחילת כל עמוד, ורשום את כל החישובים (כולל הטייטה) בתוך מחברת הבחינה.

שאלה 1

באיור לשאלה 1 מוצג מעגל חשמלי לזרם ישר. ערכי הנגדים ומקור המתח אינם ידועים. נגד העומס R_L הוא ריאוסטט שהתנגדותו ניתנת לשינוי בתחום $\Omega [0-100]$.



איור לשאלה 1

ידוע כי עבור $R_L = 0 \Omega$ גודל הזרם העובר בעומס הוא $3A$. כאשר $R_L = 50 \Omega$, מתפתח על העומס הספק מרבי.

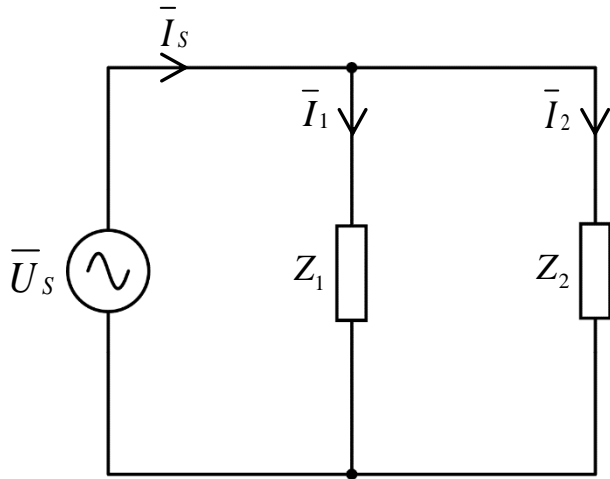
(7 נק') א. מהו ההספק החשמלי המרבי המתפתח בעומס?

(8 נק') ב. חשב את ערך ההתנגדות R שבמעגל.

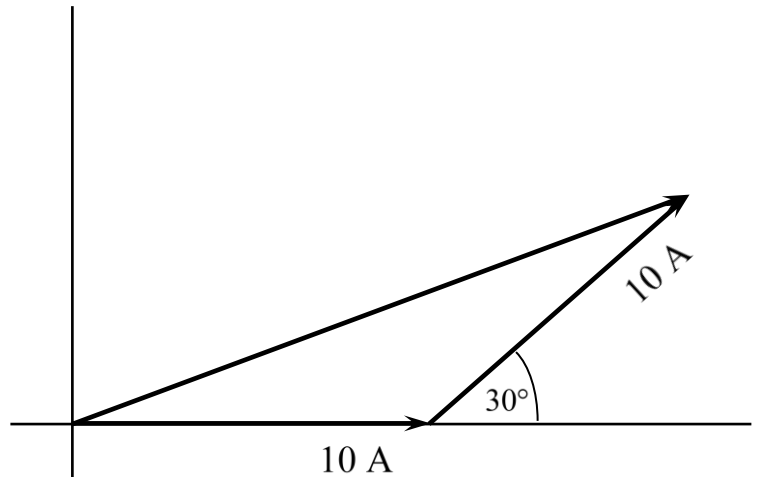
(5 נק') ג. מהו גודלו של מקור המתח E ?

שאלה 2

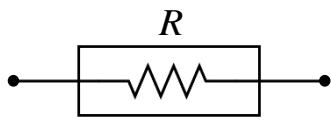
באיור א' לשאלה 2 נתונה דיאגרמת מחוגי הזרמים המסומנים במעגל החשמלי המוצג באיור ב' לשאלה 2. אופי העכבות Z_1 ו- Z_2 אינו ידוע, $\bar{U}_s = 100\angle 0^\circ \text{ V}$ (זווית מקור המתח נבחרה כזווית הייחוס במעגל).



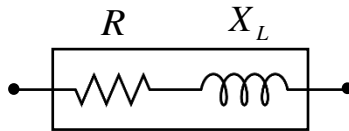
איור ב' לשאלה 2



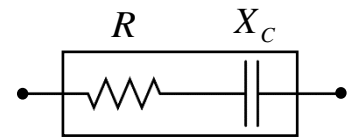
איור א' לשאלה 2



(a)



(b)



(c)

איור ג' לשאלה 2

4 נק' א. העתק את דיאגרמת המחוגים הנתונה, קבע איזה מחוג מתאים לכל אחד מהזרמים המסומנים במעגל והוסף לסרטוט. הסבר את קביעתך.

4 נק' ב. איזה מבין הרכיבים (a) (b) (c) המוצגים באיור ג' לשאלה 2, מתאים לתיאור תכונותיה החשמליות של העכבה Z_1 ושל העכבה Z_2 ? נמק את תשובתך.

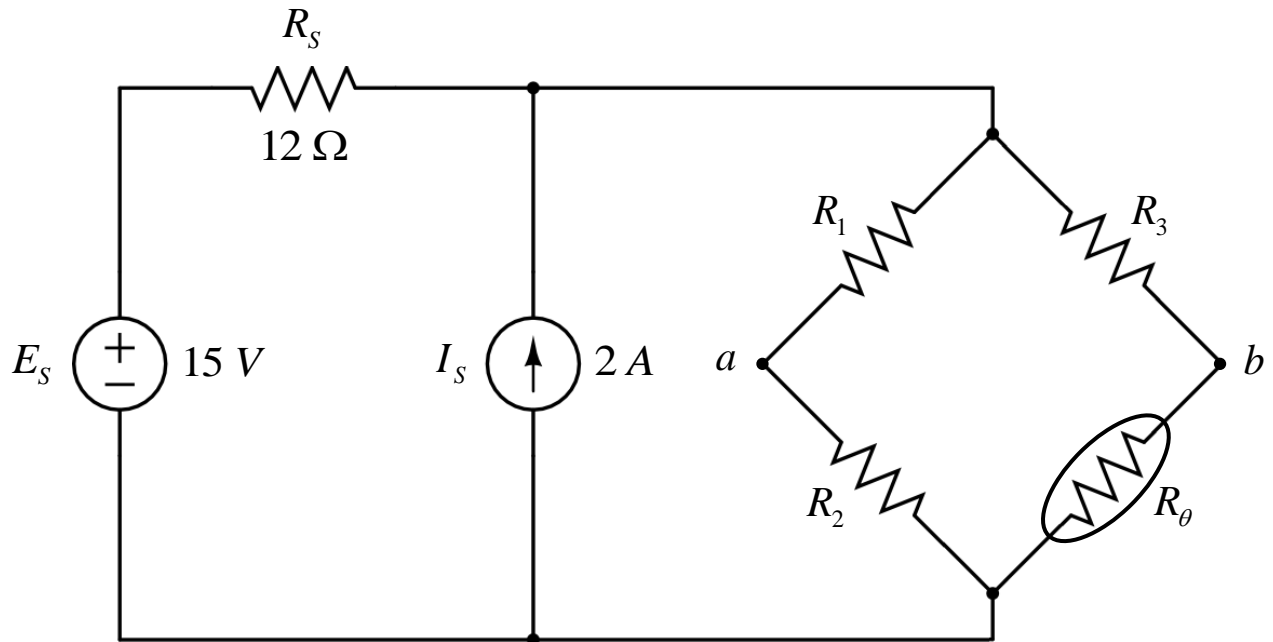
7 נק' ג. חשב את מרכיבי העכבות Z_1 ו- Z_2 (R, X) על פי תשובתך לסעיף ב'.

5 נק' ד. חשב וסרטט את משולש ההספקים של המעגל.

שאלה 3

במעגל המוצג באיור לשאלה 3 הנגד R_θ הינו תלוי טמפרטורה בעל מקדם השתנות של $\alpha_{20^\circ} = \frac{1}{30} \left[\frac{1}{^\circ C} \right]$. המעגל פועל בטמפרטורת עבודה שאינה ידועה. התנגדות יתר הנגדים במעגל קבועה.

נתון: $R_1 = 20 \Omega$ $R_2 = 30 \Omega$ $R_3 = 15 \Omega$ $R_{\theta=20^\circ} = 9 \Omega$.



איור לשאלה 3

6 נק') א. ידוע כי במצב עבודה, $U_{ab} = 0 \text{ V}$. חשב את טמפרטורת העבודה של המעגל הני"ל.

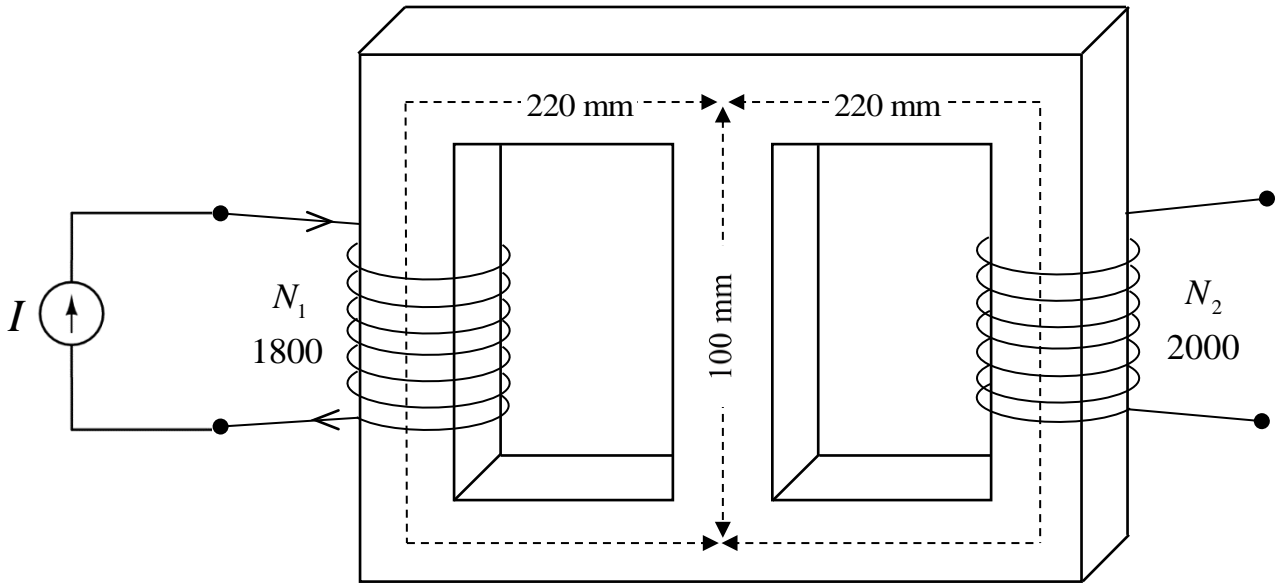
7 נק') ב. מה יהיה גודלו של המתח U_{ab} בטמפרטורת עבודה של $\theta = 100^\circ C$?

5 נק') ג. חשב את ההספק המתפתח בכל אחד ממקורות האנרגיה בטמפרטורת עבודה של $\theta = 100^\circ C$.

2 נק') ד. קבע עבור כל מקור האם הוא מתפקד כספק או כצרכן אנרגיה. נמק את תשובתך.

שאלה 4

נתון התקן מגנטי המוצג באיור א' לשאלה 4. מידות ההתקן הממוצעות נתונות באיור.



איור א' לשאלה 4

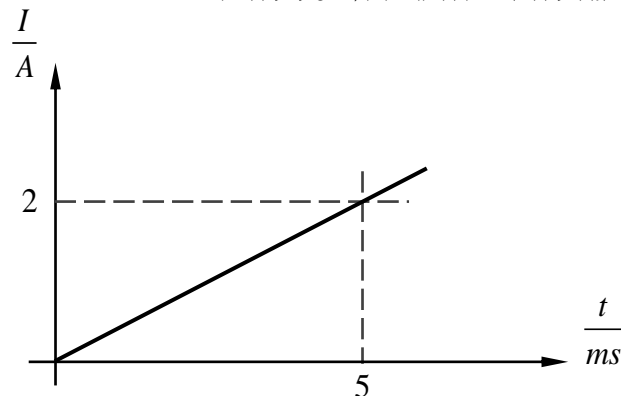
הסליל השמאלי, בלבד, מחובר למקור זרם ישר שגודלו הוא $I = 0.5 \text{ A}$. שטח החתך של כל חלקי ההתקן זהה ושווה ל- 25 mm^2 . החדירות המגנטית היחסית של ליבת הברזל שווה ל- 800. בסליל הימני קיימים 2000 ליפופים ובסליל השמאלי קיימים 1800 ליפופים.

א. סרטט מעגל מגנטי שקול, חשב את השטף המגנטי העובר דרך הסליל הימני, וציין את כיוונו. (10 נק')

ב. חשב את ההשראות ההדדית M שבין שני הסלילים. (4 נק')

ג. מקור הזרם המחובר בין הדקי הסליל השמאלי משתנה כעת בזמן, על פי המוצג באיור ב' לשאלה 4.

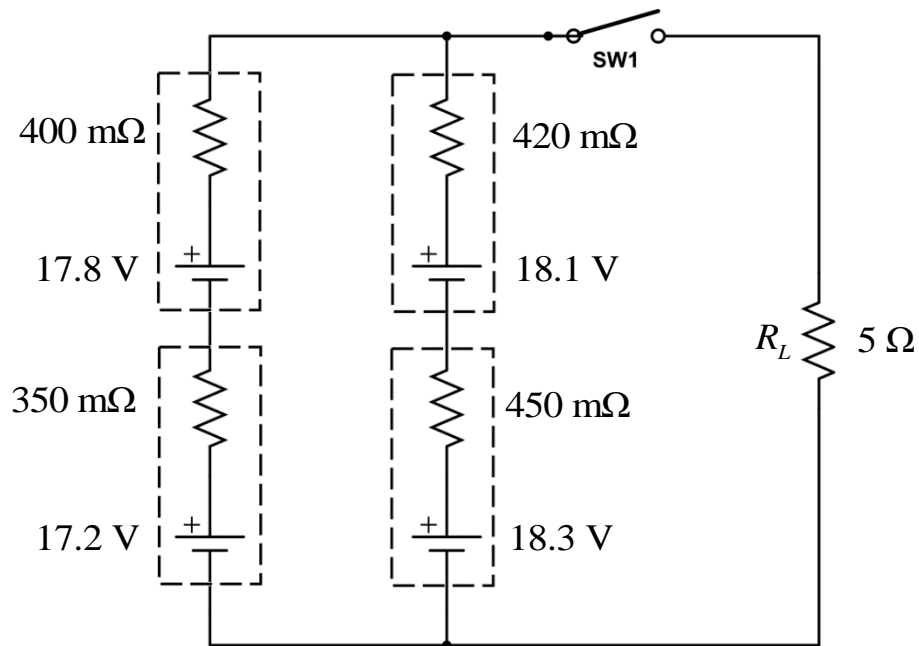
חשב את גודל הכא"מ המתפתח בסליל הימני.



איור ב' לשאלה 4

שאלה 5

הסוללה באיור לשאלה 5 מורכבת מארבעה תאים אלקטרוכימיים שונים המחוברים ביניהם כפי שמוצג בתרשים. לסוללה מחובר נגד עומס דרך מפסק.

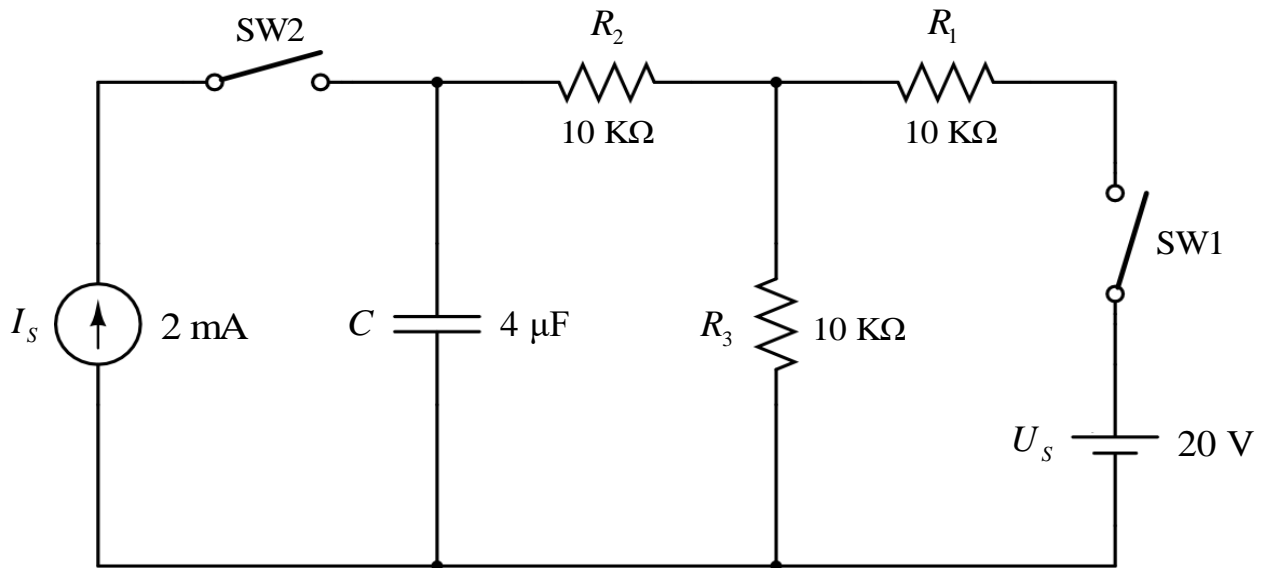


איור לשאלה 5

- (4 נק') א. חשב את המתח בין הדקי הסוללה במצב שבו המפסק פתוח.
- (4 נק') ב. סוגרים את המפסק. חשב את הזרם הזורם דרך נגד העומס R_L .
- (3 נק') ג. האם המעגל פועל בנקודת עבודה שבה העברת האנרגיה לעומס היא מרבית?
- (9 נק') ד. חשב מהי התנגדות העומס המרבית שעבורה כל התאים בסוללה יפעלו במצב של ספק אנרגיה.

שאלה 6

באיור לשאלה 6 מוצג מעגל חשמלי המשמש לטעינת קבל. ידוע כי שני המפסקים היו פתוחים במשך זמן רב.



איור לשאלה 6

בזמן $t=0$ סוגרים את מפסק SW1 בלבד.

(5 נק') א. חשב את קבוע הזמן לטעינת הקבל.

(5 נק') ב. מהו המטען האגור בקבל בחלוף כל תופעות המעבר?

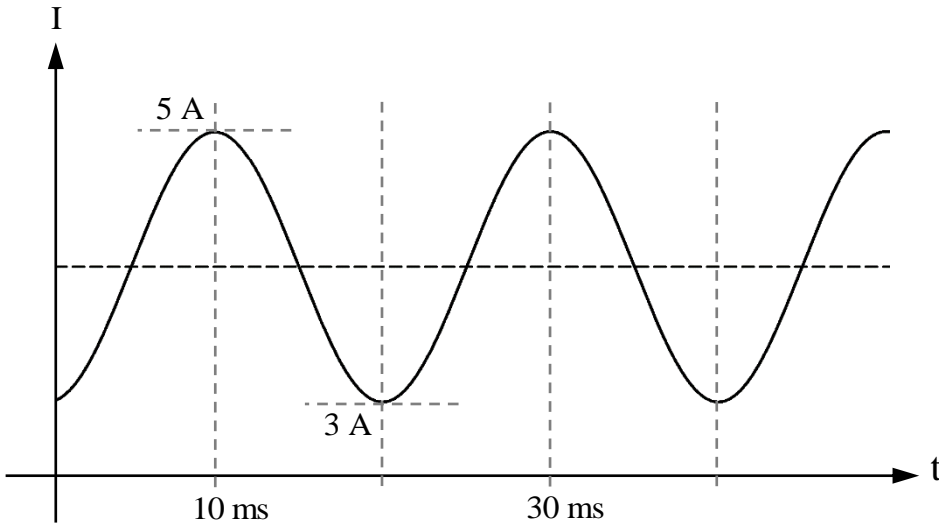
סוגרים כעת גם את מפסק SW2 ומחכים זמן רב.

(7 נק') ג. מה יהיה המתח על הקבל?

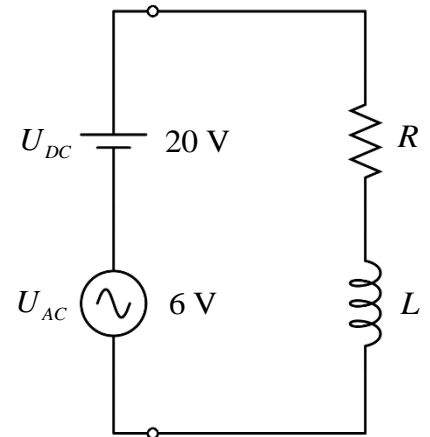
(3 נק') ד. האם ישתנה קבוע הזמן לטעינת הקבל במצב זה? אם כן, חשב מהו. אם לא, נמק מדוע.

שאלה 7

באיור א' לשאלה 7 מוצג מעגל חשמלי הכולל מקור מתח סינוסואידלי ומקור מתח ישר. שני מקורות האנרגיה מזינים יחדיו נגד וסליל המחוברים בטור. איור ב' לשאלה 7 מתאר את אות הזרם הנמדד במעגל.



איור ב' לשאלה 7



איור א' לשאלה 7

2 נק') א. מהו מכשיר המדידה שבעזרתו ניתן למדוד אותות חילופין?

3 נק') ב. מהי תדירותו של אות המתח הסינוסואידלי?

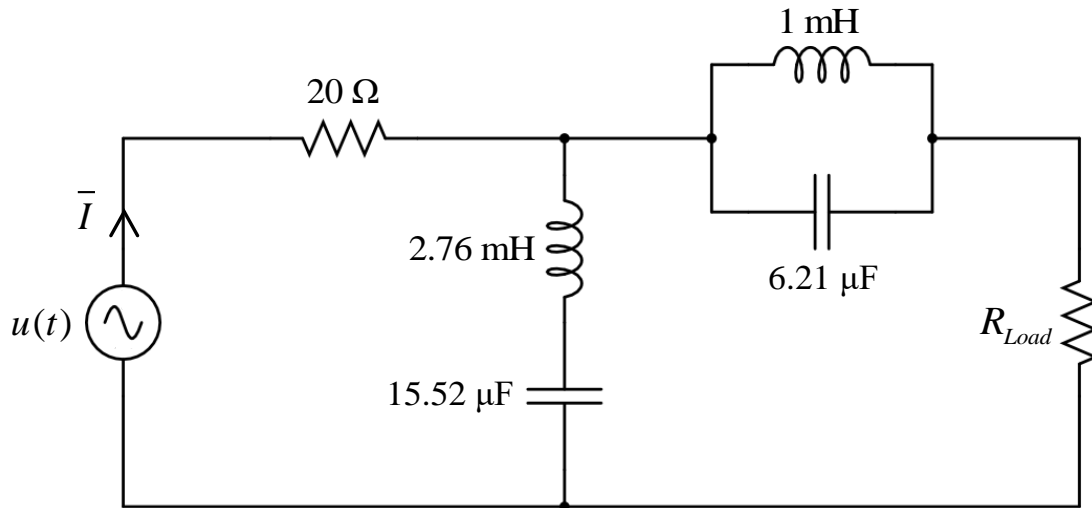
8 נק') ג. חשב את התנגדות הנגד R ואת השראות הסליל L .

7 נק') ד. כמה אנרגיה מתפזרת בנגד במשך דקה אחת?

שאלה 8

באיור לשאלה 8 נתון מעגל לזרם חילופין, ערכי הרכיבים נתונים באיור. המעגל כולל נגד עומס R_{Load} .

משוואת אות מקור המתח נתונה על ידי: $u(t) = 100\sqrt{2} \sin(\omega t)$ [V].



איור לשאלה 8

5 נק' א. מה הן שתי התדירויות f_1, f_2 שעבורן לא יתפתח הספק בנגד העומס R_{Load} ?
הסבר את קביעתך.

10 נק' ב. חשב את הזרם \bar{I} (גודל זוויתי) העובר דרך מקור המתח, עבור כל אחת מהתדירויות שחושבו בסעיף הקודם.

5 נק' ג. מהו גודל ההספק המדומה, הממשי והעיוור המתפתח במקור המתח עבור שני המצבים הנ"ל?

בהצלחה!

© כל הזכויות שמורות למה"ט