

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 ומחשבוניס 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 המוצגים בביטוי, ותוצאת החישוב מוצגת באמצעות מספר ויחידות.
8. כל מספר המוצג 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.

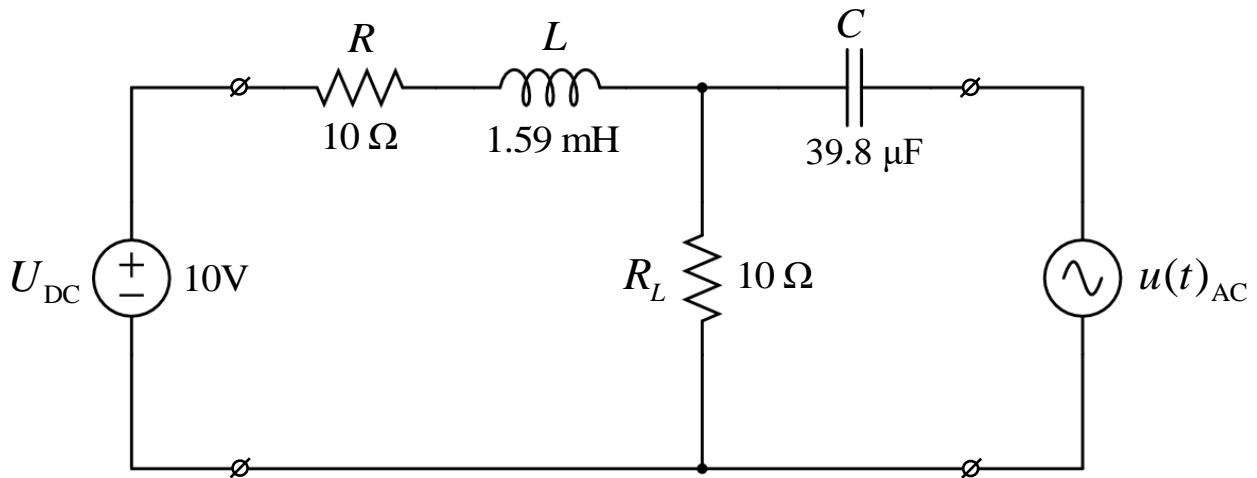
בהצלחה!

השאלות:

השב על חמש שאלות מבין השמונה, התחל פתרון בתחילת כל עמוד ורשום את כל החישובים (כולל טיוטה) בתוך מחברת הבחינה.

שאלה 1

באיור לשאלה 1 מוצג מעגל חשמלי המוזן משני מקורות אנרגיה המחוברים בין הדקיו - מתח חילופין ומתח ישר.



איור לשאלה 1

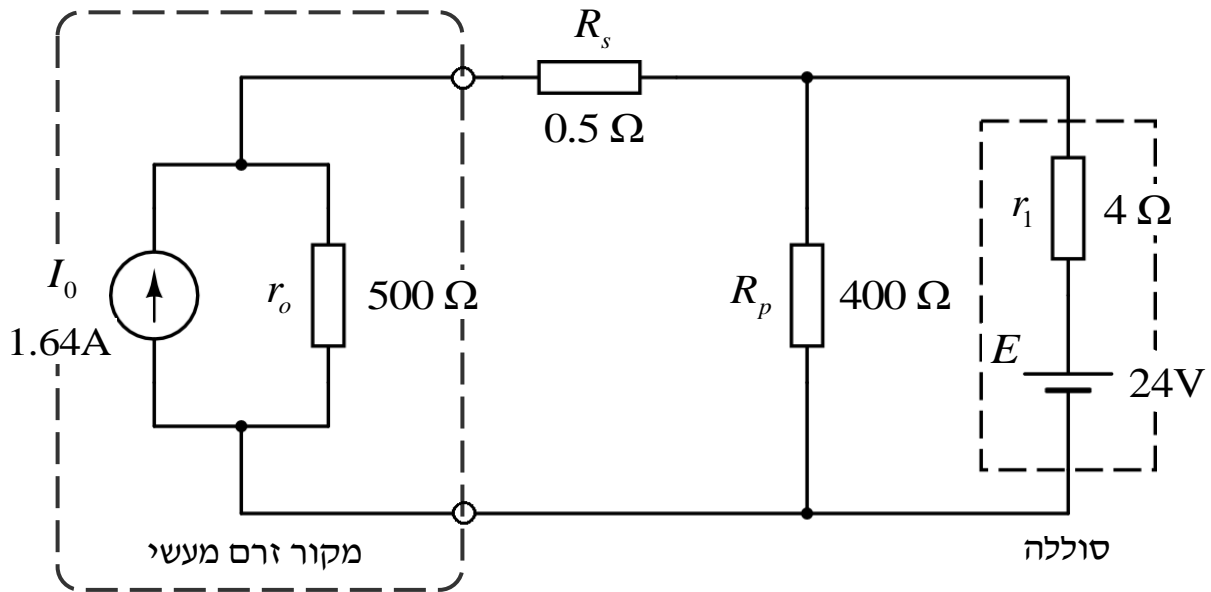
(5 נק') א. מהו הזרם הישר הזורם דרך הנגד R_L ?

(8 נק') ב. נתון: $u(t)_{AC} = 20 \sin(2000\pi t) \text{ V}$. חשב את הזרם העובר דרך הנגד R_L .

(7 נק') ג. חשב את ההספק המתפתח בנגד R_L .

שאלה 2

נתון מעגל המשמש לטעינת סוללה כמוצג באיור לשאלה 2. מקור זרם מעשי חובר בין הדקי המעגל ותפקידו לטעון את הסוללה. ערכי התנגדויות הכניסה של המעגל R_p , R_s נתונים בתרשים. כמו כן נתונים ערכי ההתנגדויות הפנימיות של הסוללה ושל מקור הזרם.

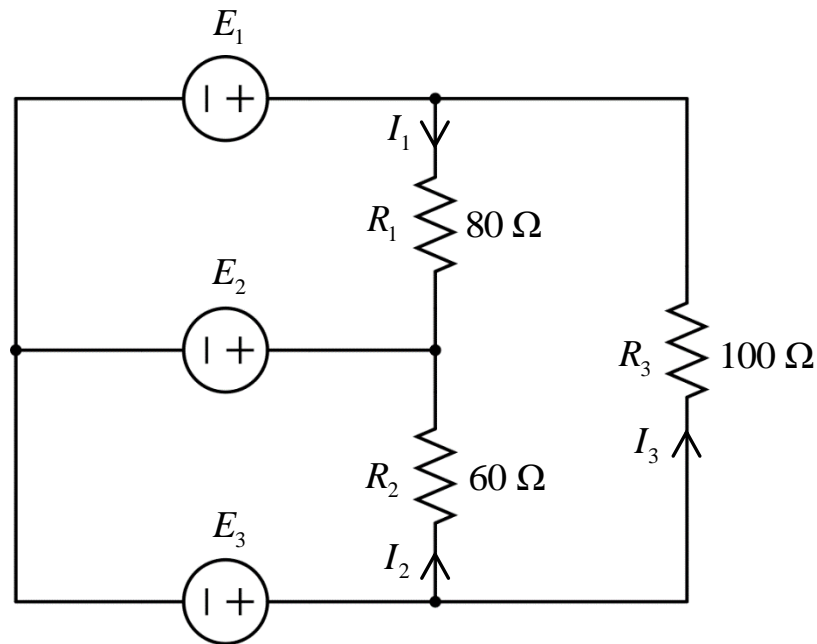


איור לשאלה 2

- 7 נק' א. חשב את ההספק המתפתח במקור הזרם ובסוללה.
- 3 נק' ב. מהי נצילות העברת האנרגיה של מקור הזרם למעגל?
- 10 נק' ג. מהו גודלו המינימלי של מקור הזרם I_0 הדרוש כדי לטעון את הסוללה? (סוללה כצרכן אנרגיה).

שאלה 3

במעגל המוצג באיור לשאלה 3 נתונים שלושה מקורות מתח ישר בעלי כא"מ שערכם לא ידוע. מדדו את הזרם דרך כל אחד מהנגדים ונמצא כי: $I_1 = 250 \text{ mA}$, $I_2 = 500 \text{ mA}$, $I_3 = 100 \text{ mA}$. כיווני הזרמים מצוינים באיור 3. כמו כן, נתון כי ההספק החשמלי המתפתח במקור המתח E_3 הוא 36 W .

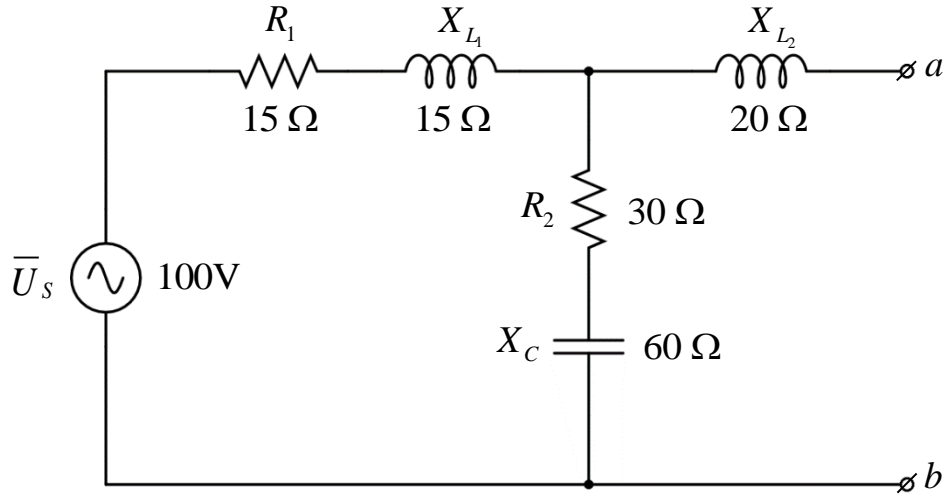


איור לשאלה 3

- א. (6 נק') חשב את הזרם העובר דרך כל אחד ממקורות המתח.
- ב. (7 נק') מצא את ערך הכא"מ של כל אחד ממקורות המתח.
- ג. (7 נק') חשב את ההספק המתפתח בכל אחד ממקורות המתח, ערוך מאזן הספקים והראה כי ההספק המסופק במעגל שווה להספק הנצרך.

שאלה 4

נתון מעגל לזרם חילופין המוצג באיור לשאלה 4.



איור לשאלה 4

10 נק') א. הצג וחשב את המעגל השקול המשתקף בין הנקודות $a-b$, עפ"י משפט תבנין.

4 נק') ב. לרשותך נתונים שני צרכנים:

צרכן R_{Load} בעל אופי התנגדותי טהור ועכבה כללית $Z_{Load} = R \pm jX$.

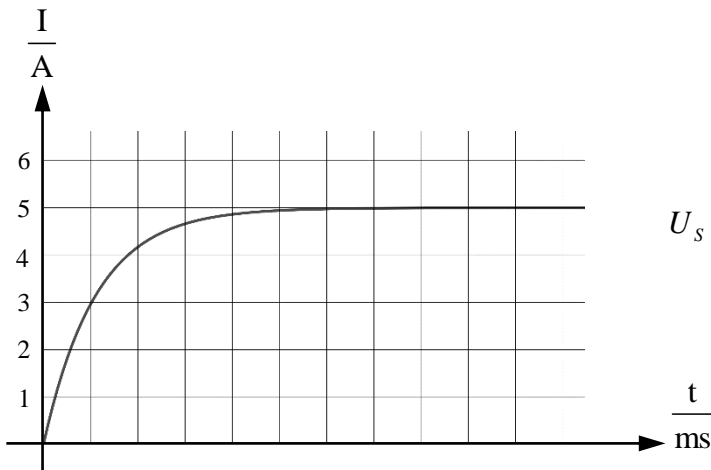
מחברים כל אחד מהצרכנים הנ"ל למעגל בין הנקודות $a-b$, בנפרד.

מה יהיו ערכיהם (R_L, R, X) במצב בו מתפתח עליהם הספק מקסימלי?

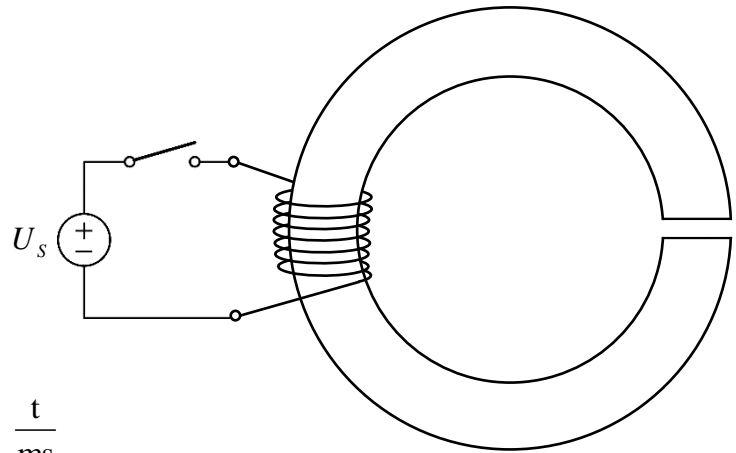
6 נק') ג. מצא את ההספק הפעיל המקסימלי המתפזר בכל אחד מהצרכנים שחושבו בסעיף ב'.

שאלה 5

באיור א' לשאלה 5 מוצג אלקטרומגנט טורואידי העשוי מליבת ברזל בעלת חריץ אוויר. סביב הליבה מלופף תיל נחושת. כדי לקבוע את תכונותיו החשמליות של ההתקן הנ"ל, חובר בין קצותיו מקור מתח ישר U_s . גרף הזרם דרך התיל כתלות בזמן, מרגע סגירת המפסק, מתואר באיור ב' לשאלה 5.



איור ב' לשאלה 5



איור א' לשאלה 5

נתונים:

- . אורך מסלול השטף הממוצע בברזל 12 cm . אורך חריץ האוויר 6.5 mm .
- . שטח חתך ליבת הברזל 2 cm^2 .
- . חדירות מגנטית יחסית של ליבת הברזל 1500 . מספר ליפופי התיל סביב הליבה 500 .
- . גודל מקור המתח U_s הוא 20 V .

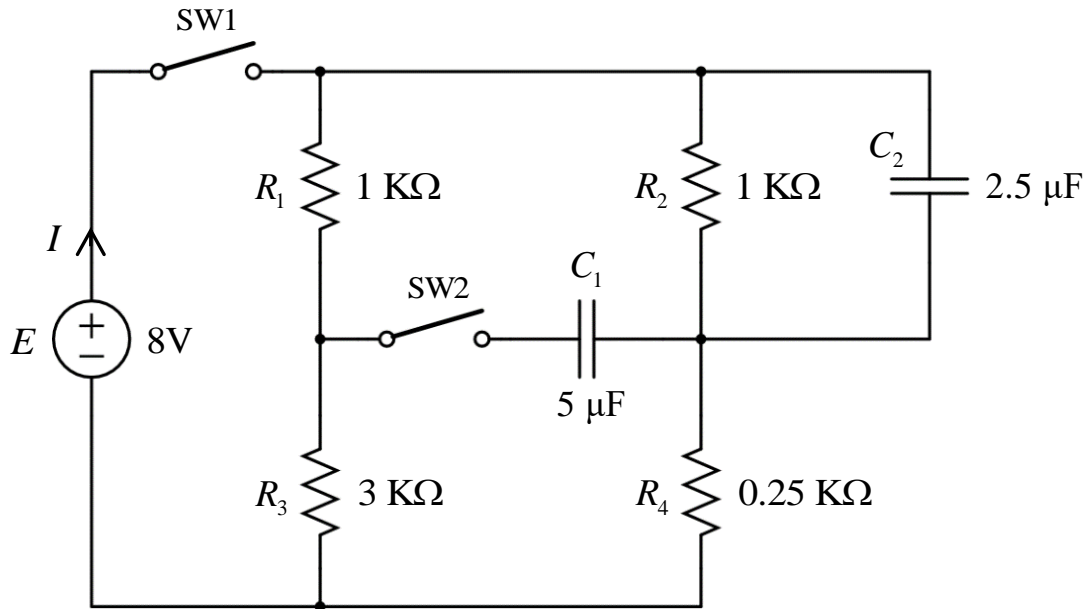
(6 נק') א. הסתמך על הגרף וחשב את התנגדותו החשמלית השקולה של ההתקן. נמק תשובתך.

(8 נק') ב. מצא את השראותו המגנטית של ההתקן.

(6 נק') ג. מחברים את ההתקן למקור מתח חילופין $200 \text{ V} / 50 \text{ Hz}$. חשב את ההספק המרוכב המתפתח במקור המתח והצג אותו בצורה $S = P + jQ$.

שאלה 6

נתון מעגל זרם ישר לטעינת שני קבלים, כמוצג באיור לשאלה 6. שני המפסקים פתוחים במשך זמן רב.



איור לשאלה 6

סוגרים את מפסק SW2 בלבד ומחכים עד חלוף כל תופעות המעבר. בזמן $t = 0$ סוגרים גם את מפסק SW1.

(10 נק') א. מהו ערך הזרם ההתחלתי I הזורם במקור המתח בזמן $t = 0$, רגע לאחר סגירת מפסק SW1?

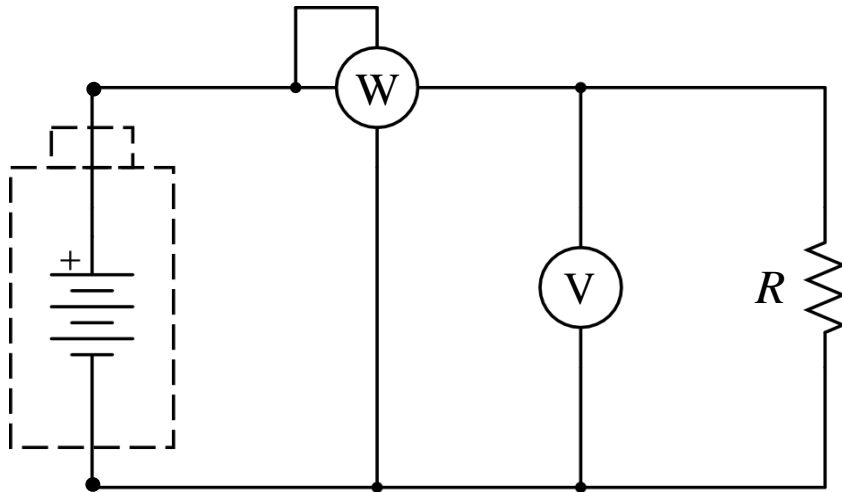
(5 נק') ב. חשב את המתח על כל אחד מהקבלים בחלוף כל תופעות המעבר.

(5 נק') ג. זמן רב לאחר סגירת המפסקים, פותחים את מפסק SW2 ולאחריו את מפסק SW1.

מהי האנרגיה האגורה במעגל זמן רב לאחר פתיחת המפסקים?

שאלה 7

נתונה סוללה המורכבת ממספר תאים אלקטרו-כימיים זהים. כא"מ כל תא הוא 2 V , התנגדותו הפנימית $0.6\ \Omega$ וקיבולו 500 mAh . בין הדקי הסוללה מחברים נגד R כמוצג באיור לשאלה 7. במצב זה מד המתח מורה 21.12 V ומד ההספק 8.45 W . הנח כי מכשירי המדידה אידיאליים. כמו כן, ידוע כי נצילות העברת האנרגיה במעגל $\eta = 0.96$.



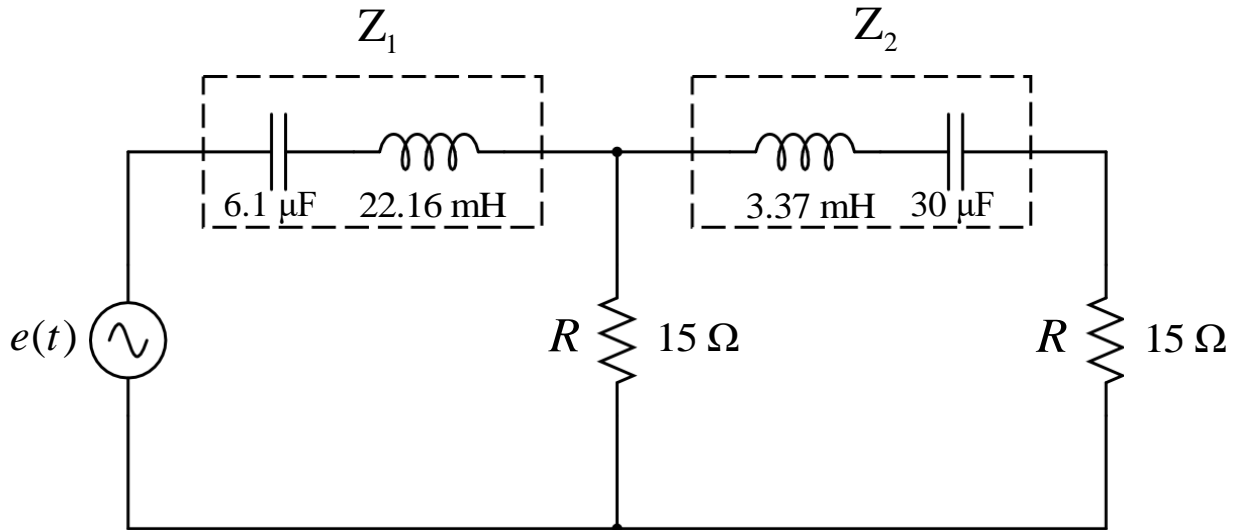
איור לשאלה 7

- א. חשב את ערך הכא"מ השקול של הסוללה. (5 נק')
- ב. מהו סידור התאים בסוללה? (מספר הענפים ומספר התאים בכל ענף). (8 נק')
- ג. כמה זמן יפעל המעגל במצב המתואר? (הנח זרם פריקה קבוע). (4 נק')
- ד. האם המעגל עובד במצב שבו העברת האנרגיה לצרכן היא מקסימלית? תשובה ללא נימוק לא תתקבל. (3 נק')

שאלה 8

מעגל לזרם חילופין מורכב משני נגדים זהים ושתי עכבות Z_1, Z_2 כמוצג באיור לשאלה 8.

משוואת אות מקור המתח נתונה על ידי: $e(t) = 50\sqrt{2} \sin(\omega t) \text{ V}$.



איור לשאלה 8

5 נק' א. מצא את שתי התדירויות הזוויתיות ω_1, ω_2 עבורן כל אחת מהעכבות Z_1, Z_2 תמצא בתהודה.

10 נק' ב. עבור כל אחת מהתדירויות ω_1, ω_2 שחושבו בסעיף הקודם, חשב את עוצמת הזרם העובר דרך כל אחד מהנגדים.

5 נק' ג. מהו ההספק הכולל הנצרך במעגל עבור כל אחת מהתדירויות ω_1, ω_2 שחושבו בסעיף א'?

בהצלחה!

© כל הזכויות שמורות למה"ט