

מועד הבחינה :

אביב תשפ"ד – 2024 – מועד ב'

מספר השאלון : 90611, 93611,

92023, 90711, 93711

נספח : חוברת עזר בתורת החשמל

תורת החשמל

להנדסאים ולטכנאים – הנדסת חשמל

הנחיות לבחינה

ארבע שעות.

א. משך הבחינה :

בשאלון זה 10 שאלות. יש לענות על 5 שאלות.

ב. מבנה השאלון

ערך כל שאלה 20 נקודות.

ומפתח הערכה :

סה"כ: 100 נקודות.

1. מחשבון (אין להשתמש במחשב כף יד או במחשבון עם תקשורת חיצונית).

ג. חומר עזר

2. חוברת עזר מקורית בתורת החשמל שבהוצאת מה"ט :

מותר לשימוש :

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 להערכתכם חסר נתון או קיים נתון שגוי בשאלה, עליכם לציין זאת במפורש

במחברת הבחינה, ולבחור ערך מתאים שיאפשר לכם להמשיך בפתרון השאלה.

חובה להסביר ולנמק את הבחירה.

חל איסור מוחלט להוציא שאלון או מחברת בחינה מחדר הבחינה!

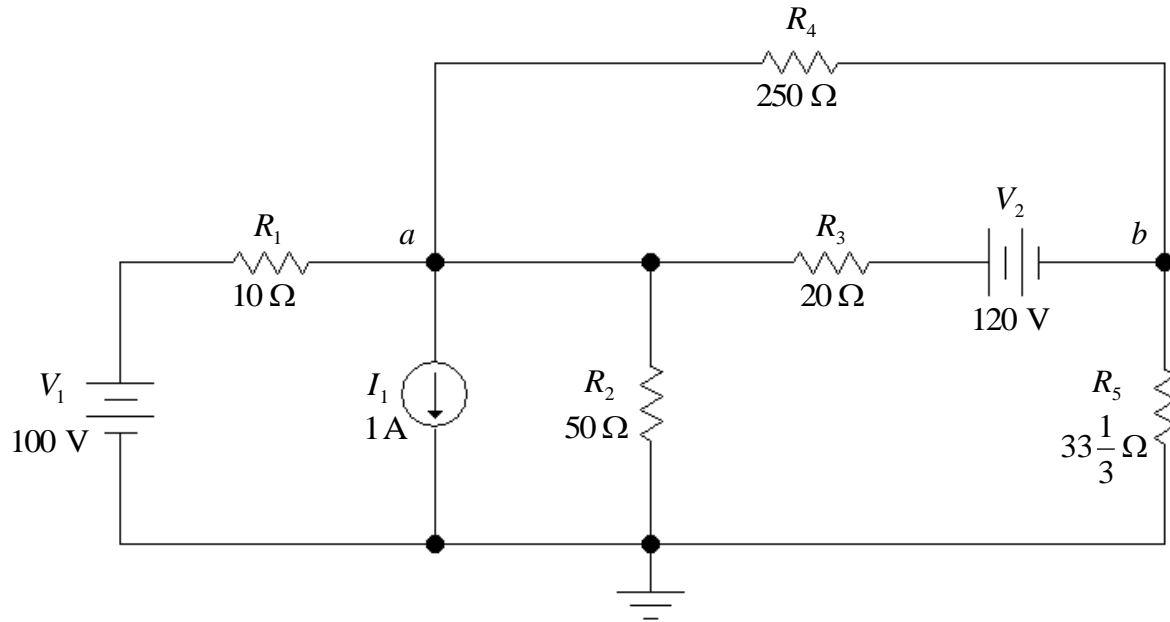
בהצלחה!

שאלות 1-10

ענו על 5 מתוך 10 השאלות, ערך כל שאלה – 20 נקודות.

שאלה 1

באיור לשאלה 1 מוצג מעגל חשמלי:



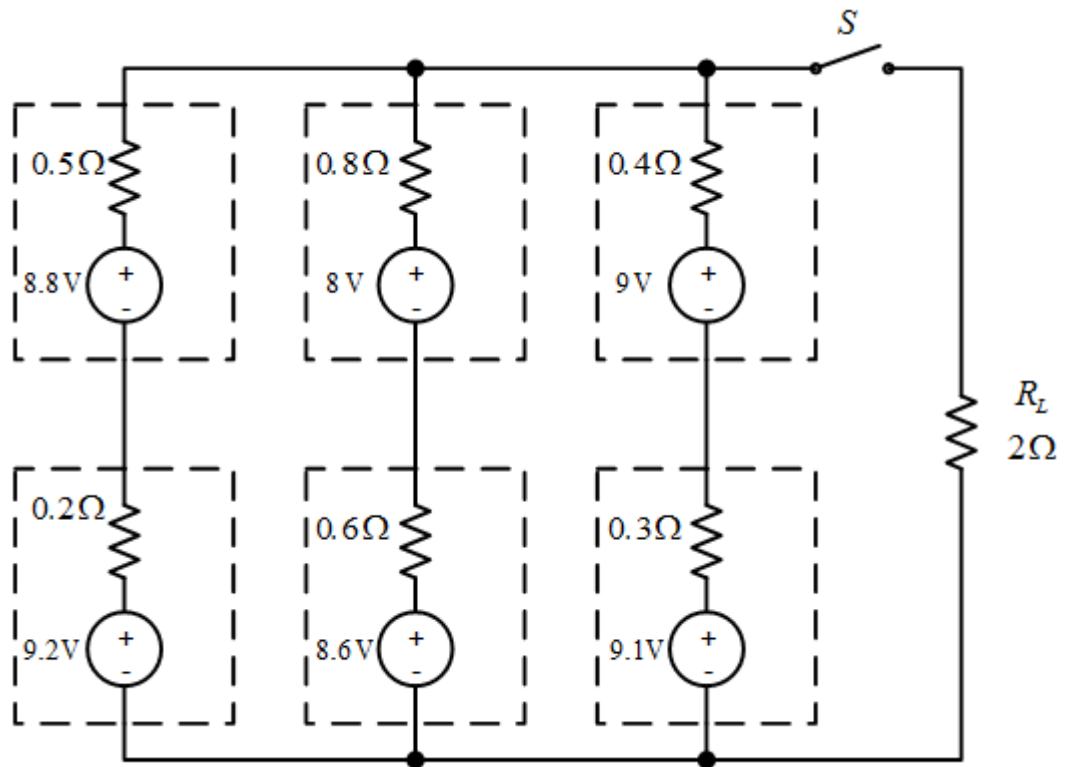
איור לשאלה 1

(14 נק') א. חשבו את המתחים בצמתים a ו- b (V_a, V_b) ביחס לאדמה.

(6 נק') ב. חשבו את ההספקים המתפזרים במקורות המתח ובמקור הזרם. קבעו עבור כ"א מהמקורות אם הוא מתפקד כצרכן אנרגיה או כספק אנרגיה.

שאלה 2

באיור לשאלה 2 מוצג מעגל חשמלי המתאר חיבור של שישה תאים במעורב:

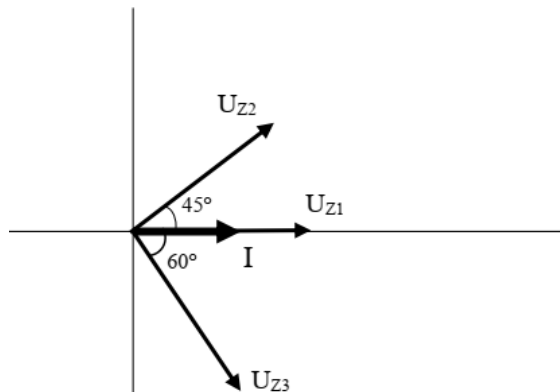


איור לשאלה 2

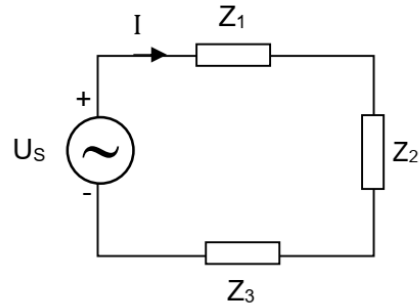
- א. (4 נק') חשבו את המתח בין הדקי הסוללה כאשר המפסק פתוח.
- ב. (8 נק') סוגרים את המפסק S, חשבו את הזרם דרך נגד העומס R_L .
- ג. (6 נק') חשבו את ערך התנגדות העומס המכסימלית כדי שכל התאים יפעלו כספקי אנרגיה.
- ד. (2 נק') חשבו את ערך התנגדות העומס R_L כדי שהעברת האנרגיה לעומס תהיה מרבית.

שאלה 3

באיור א' לשאלה 3 מוצג מעגל חשמלי טורי הפועל בזרם חילופין. באיור ב' לשאלה 3 מוצג תרשים מחוגים (דיאגרמת פאזורים) של המתחים במעגל ביחס לזרם הזורם במעגל.



איור ב' לשאלה 3



איור א' לשאלה 3

6 נק') א. על סמך דיאגרמת המחוגים שבאיור ב' בלבד, מהו האופי של כל אחת מהעכבות Z_1 , Z_2 , Z_3 ? יש לנמק בצורה מפורטת.

8 נק') ב. נתון שגודל המתחים והזרם שבדיאגרמה הם:

$$U_{Z1} = 10 \text{ V} , U_{Z2} = 12 \text{ V} , U_{Z3} = 18 \text{ V} , I = 2 \text{ A}$$

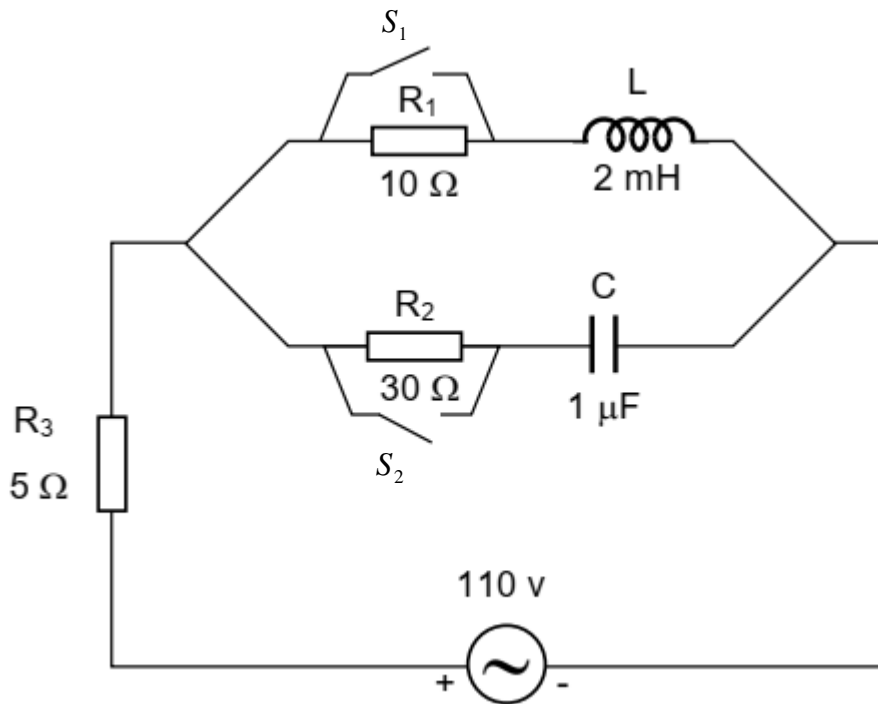
חשבו את הערך של כל עכבה, הציגו אותה בצורה קרטזית (כמספר מרוכב $a \pm jb$) וציינו מהו אופי המעגל.

3 נק') ג. חשבו את מתח המקור ואת ההספק הפעיל שהוא מספק למעגל.

3 נק') ד. איזה רכיב יש לחבר בטור למעגל כדי שאופי המעגל יהיה אוהמי טהור? חשבו את ערך הרכיב (התנגדות, השראות או קיבול). נתון שתדר המעגל הוא 500 Hz.

שאלה 4

באיור לשאלה 4 מוצג מעגל חשמלי הפועל בזרם חילופין. במעגל מחוברים שני מפסקים S_1 ו- S_2 .



איור לשאלה 4

שני המפסקים S_1 ו- S_2 סגורים (on) והנגדים מקוצרים.

3 נק' א. באיזה תדר יזרום במקור זרם מזערי.

3 נק' ב. חשבו את הזרם המזערי במקור ואת המתח השורר על הקבל.

שני המפסקים S_1 ו- S_2 פתוחים (off).

5 נק' ג. מהו התדר (ביחידות Hz) שבו למעגל יש אופי אוהמי טהור?

5 נק' ד. מהו הזרם שמספק המקור למעגל בתדר שחושב בסעיף ג'?

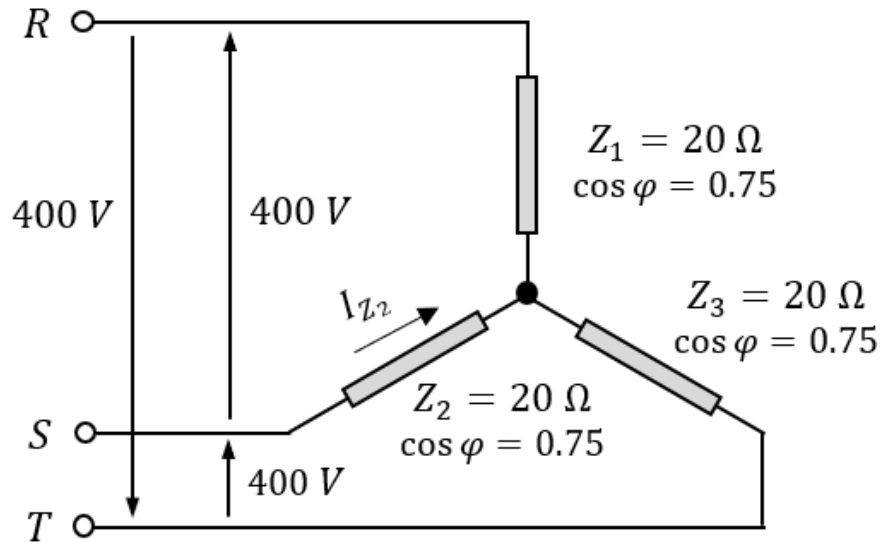
4 נק' ה. המפסק S_1 פתוח והמפסק S_2 סגור (רק R_2 מקוצר), חשבו את תדר התהודה הזוויתי

של המעגל.

שאלה 5

באיור לשאלה 5 מוצג צרכן תלת מופעי המחובר בצורת כוכב, הבנוי משלוש עכבות שכל אחת מכילה נגד ומשרן.

הצרכן ניזון מרשת תלת מופעית המחוברת בצורת כוכב.

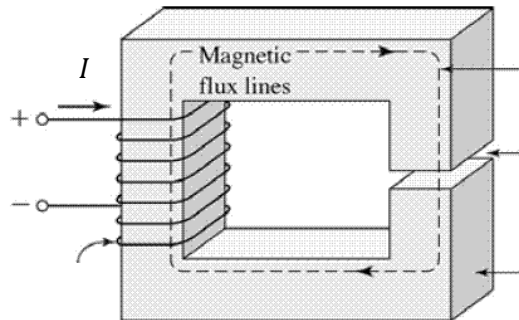


איור לשאלה 5: צרכן בחיבור כוכב מחובר לרשת RST

- א. (5 נק') מהו גודל הזרם הקווי I_L ?
- ב. (5 נק') מהו ההספק הפעיל P המתפתח בצרכן?
- ג. (5 נק') חשבו וסרטטו את משולש ההספקים המתפתחים בצרכן.
- ד. (5 נק') מה יהיה ערכו של הזרם I_{Z_2} כאשר המופע של העכבה Z_1 ינותק?

שאלה 6

באיור לשאלה 6 מוצגת ליבה מגנטית. על הליבה מלופף סליל בעל 125 ליפופים. אורך חריץ האוויר: $l_g = 2.1 \text{ mm}$. נתון: אורך המסלול המגנטי של הליבה הוא: $l_e = 30 \text{ cm}$. $I = 1.6 \text{ A}$. שטח חתך של הליבה הוא: $A = 9 \text{ cm}^2$.

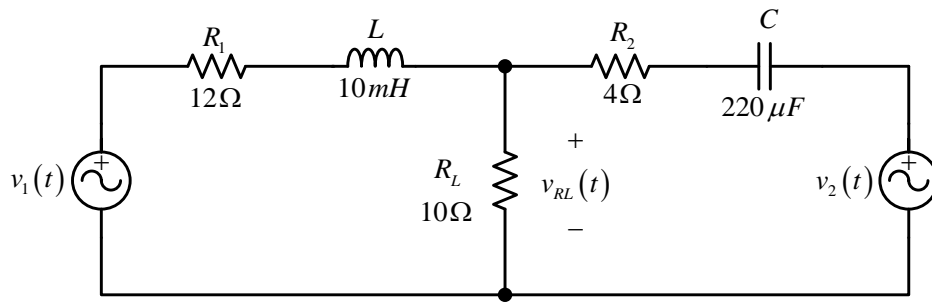


איור לשאלה 6: ליבה מגנטית חד-שטפית

- 5 נק' א. מהו מיאון הליבה R_e ? ומהו מיאון חריץ האוויר R_g ? בפתרוכם, הניחו כי החלחולת של הליבה שואפת לאין-סוף, $\mu \rightarrow \infty$.
- 5 נק' ב. מהו השטף המגנטי ($Magnetic\ flux$) Φ_1 בליבה?
- 5 נק' ג. מהי ההשראות העצמית L_1 של הסליל?
- 5 נק' ד. מהי ההשראות העצמית L_2 של הסליל כאשר החלחולת היחסית של הליבה היא $\mu_r = 250$?

שאלה 7

באיור לשאלה 7 מוצג מעגל חשמלי:



איור לשאלה 7

נתון: $v_1(t) = 20 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(1000 \cdot t + 45^\circ) V$, $v_2(t) = 10 + 10 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(500 \cdot t - 75^\circ) V$

(8 נק') א. הציגו ביטוי למתח על הנגד כתלות בזמן, $v_{R_L}(t)$.

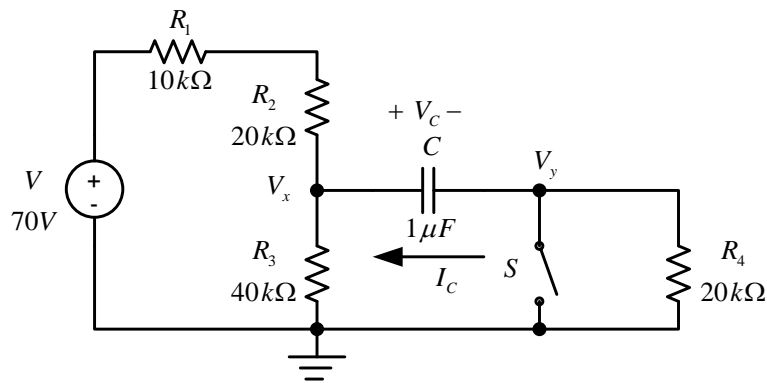
(2 נק') ב. חשבו את ערכו הממוצע של המתח $v_{R_L}(t)$.

(8 נק') ג. חשבו את ערכו היעיל של המתח $v_{R_L}(t)$.

(2 נק') ד. חשבו את ההספק הממוצע המתפזר בנגד העומס R_L .

שאלה 8

באיור לשאלה 8 מוצג מעגל חשמלי:



איור לשאלה 8

המפסק S סגור זמן רב וכל תופעות המעבר חלפו.

(6 נק') א. חשבו את:

1. המתח על הדקי הקבל.

2. המתחים V_x ו- V_y ביחס לאדמה במצב המתמיד.

(14 נק') ב. בתום כל תופעות המעבר המפסק S נפתח. חשבו את:

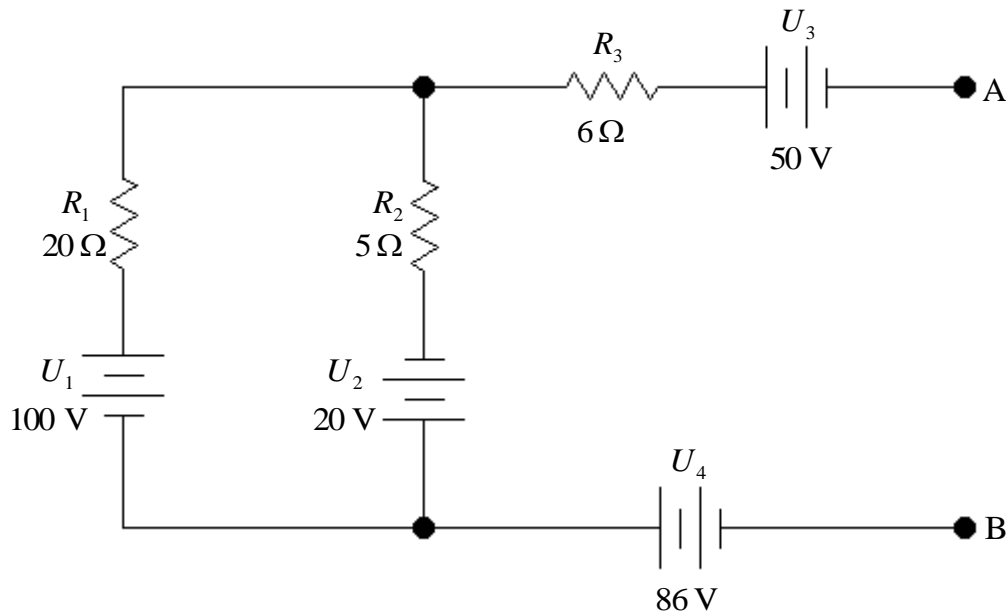
1. הזרם הזורם דרך הקבל מיד עם פתיחת המפסק.

2. המתחים V_x ו- V_y ביחס לאדמה במצב המתמיד.

3. המתח על הדקי הקבל במצב המתמיד.

שאלה 9

באיור לשאלה 9 מוצג מעגל חשמלי בעל הדקים פתוחים A ו-B.



איור לשאלה 9

- א. (3 נק') חשבו את הזרם במעגל וציינו את כיוונו.
- ב. (8 נק') חשבו את ערכי המעגל השקול בין ההדקים A-B לפי משפט תבנין (Thevenin). סרטטו את המעגל השקול וציינו בו את ערכי הרכיבים.
- ג. (3 נק') חשבו את ערכי המעגל השקול בין ההדקים A-B לפי משפט נורטון (Norton). סרטטו את המעגל השקול וציינו בו את ערכי הרכיבים.
- ד. (6 נק') מה צריך להיות ערכו של נגד עומס שיחובר בין ההדקים כדי שיצרוך הספק מרבי מהרשת? חשבו את ההספק המרבי המתפתח בעומס.

שאלה 10

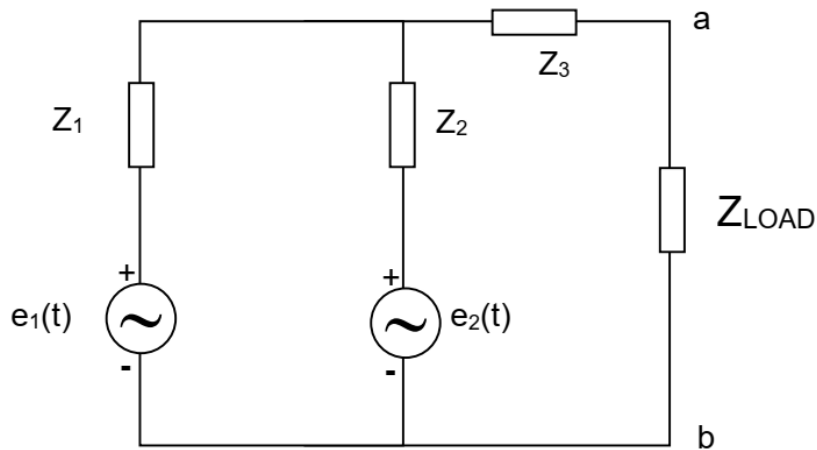
באיור לשאלה 10 מוצג מעגל חשמלי.

העומס Z_{LOAD} מחובר בין הנקודות a ו-b והוא מוזן משני מקורות מתח חילופין. נתוני המעגל:

$$Z_1 = (20 - 30j) \Omega \quad Z_2 = (30 + 30j) \Omega \quad Z_3 = (0 - 14j) \Omega$$

$$e_1(t) = 150 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin\left(2000t + \frac{\pi}{6}\right) \text{ [V]}$$

$$e_2(t) = 60 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin\left(2000t + \frac{\pi}{9}\right) \text{ [V]}$$



איור לשאלה 10

- 10 נק') א. הציגו מעגל תמורה על פי תבניתן וחשבו את ערכיו עבור העומס Z_{LOAD} .
 2 נק') ב. איזה עומס Z_{LOAD} יש לחבר בין הנקודות a ו-b כדי שיצרוך הספק ממשי מרבי?
 5 נק') ג. חשבו את ההספקים – הפעיל, ההיגבי והנדמה – שמתפתחים בעומס. סרטטו את משולש ההספקים.
 3 נק') ד. מאילו שני רכיבים בנוי העומס במצב שהוא צורך הספק ממשי מרבי? חשבו את ערכם (התנגדות, השראות או קיבול).

בהצלחה!

© כל הזכויות שמורות למה"ט