

תורת החשמל

להנדסאים ולטכנאים – הנדסת חשמל

הנחיות לנבחן

- א. משך הבחינה: ארבע שעות.
- ב. מבנה השאלון ומפתח הערכה: בבחינה זו, מותר לך לענות על מספר שאלות כרצונך, אך סך כל הנקודות שתוכל לצבור בכלל הבחינה לא יעלה על 120. ניתן לצבור נקודות גם מחלקי שאלות. בכל מקרה הציון הסופי לא יעלה על 100. בשאלון זה תשע שאלות. ערך כל שאלה 20 נקודות.
- ג. חומר עזר מותר לשימוש: מחשבון. (אין להשתמש במחשב כף יד או במחשבון עם תקשורת חיצונית).
- ד. הוראות מיוחדות: 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.
- יש לקרוא בעיון את ההנחיות בדף השער ואת כל שאלות הבחינה, ולוודא שהן מובנות.
 - 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 (מעבר ל- 120 נק').
 - יש לכתוב את התשובות בעט בלבד, בכתב יד ברור.
 - יש להתחיל כל תשובה בעמוד חדש ולציין את מספר השאלה ואת הסעיף. אין צורך להעתיק את השאלה עצמה.
 - טיוטה יש לכתוב במחברת הבחינה בלבד. יש לרשום את המילה "טיוטה" בראש העמוד ולהעביר קו על הכתוב כדי שלא ייבדק.
 - אין לאחד סעיפים! לכל סעיף שבשאלה יש לתת תשובה נפרדת.
 - תשובה מלאה לסעיף שאלה הכרוך בחישובים היא תשובה שבה מוצג הביטוי המתמטי שלפיו ייעשה החישוב, הערכים המוצבים בביטוי, ותוצאת החישוב מוצגת באמצעות מספר ויחידות.
 - כל מספר המוצב בביטוי מתמטי חייב להיות תוצאה של חישוב קודם או נתון המופיע בגוף השאלה.
 - אין השימוש במחשבון פוטר מהצורך להציג את הצבת הערכים בביטוי המתמטי.
 - תשובה שאינה מנומקת או שאין דרך הפתרון מוצגת בה לא תזכה בניקוד כלל.
 - 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!

שאלה 1

באיור א' לשאלה 1 נתון מעגל חשמלי.

המוליכים המחוברים את האלמנטים החשמליים אינם אידיאליים והתנגדותם r .

נתוני כל אחד מהמוליכים:

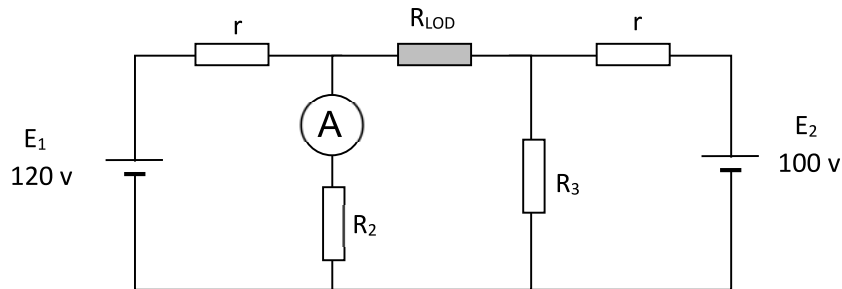
אורך של 200 m , שטח החתך 0.25 mm^2 וההתנגדות הסגולית היא $0.05 \text{ } \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$

במעגל מחובר מד זרם אידיאלי.

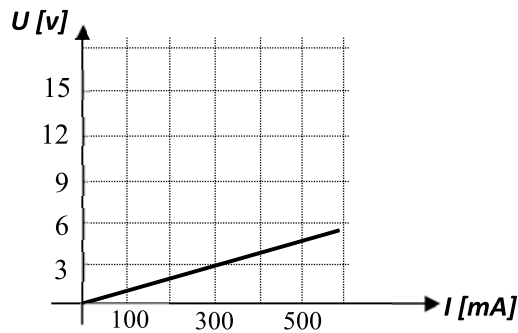
הערכים הנקובים (הנומינליים) של העומס, R_{LOAD} , הם: $30 \text{ v} / 18 \text{ W}$.

הנגדים R_2 ו- R_3 **זהים**.

באיור ב' לשאלה 1 נתון אופיין המתאר את תלות המתח על הנגדים R_2 ו- R_3 בזרם הזורם דרכם.



איור א' לשאלה 1



איור ב' לשאלה 1

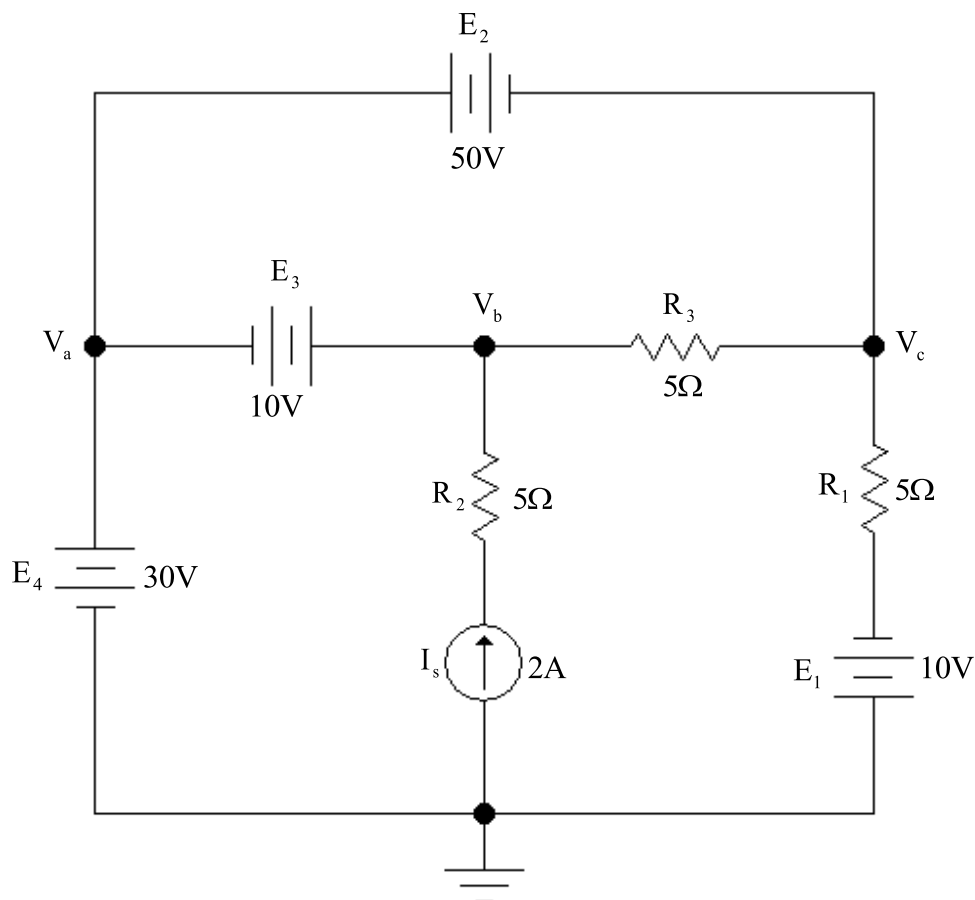
12) נק' א. כמה הספק צורך העומס, R_{LOAD} , ומהי הוריית מד הזרם?

4) נק' ב. מהי נצילות המעגל (ההספק המתפתח בעומס ביחס להספק המסופק במעגל)?

4) נק' ג. מה צריכה להיות ההתנגדות R_{LOAD} כדי שהמעגל יצרוך הספק מרבי?

שאלה 2

באיור לשאלה 2 נתון מעגל חשמלי.



איור לשאלה 2

3 נק') א. מהם ערכי המתחים V_a , V_b ו- V_c ביחס לאדמה?

3 נק') ב. מהו הזרם הזורם דרך כל נגד (גודל וכיוון)?

3 נק') ג. כמה הספק מתפתח במקור המתח E_2 , האם הוא צרכן אנרגיה או ספק אנרגיה?

3 נק') ד. כמה הספק מתפתח במקור המתח E_3 , האם הוא צרכן אנרגיה או ספק אנרגיה?

3 נק') ה. כמה הספק מתפתח במקור המתח E_4 , האם הוא צרכן אנרגיה או ספק אנרגיה?

5 נק') ו. כמה ההספק מתפתח במקור הזרם I_s , האם הוא צרכן אנרגיה או ספק אנרגיה?

שאלה 3

נדרש לבנות מצבר לרכב בעל התכונות הבאות :

המתח בין הדקי המצבר בריקם (ללא חיבור עומס) הוא 12V וקיבולו שווה ל-30Ah.
המצבר נבנה מתאים בודדים זהים.

נתוני התאים הם: כא"מ $E = 1.5V$, התנגדות פנימית $r = 0.075\Omega$, קיבול $Q = 5Ah$.

6 נק') א. מהו מספר התאים, הנדרש לבניית מערך המצבר?

הנחיה: תחילה יש למצוא את מספר הענפים ואת מספר התאים המחוברים זה לזה בטור בכל ענף.

2 נק') ב. מהו הזרם המרבי, שיכול לזרום במצבר?

4 נק') ג. כמה אנרגיה אגורה במצבר?

4 נק') ד. מהו ערך העומס, שיש לחבר בין ההדקים של המצבר, כדי שיתפתח בו ההספק המרבי?

מהו ההספק המרבי, המתפתח בעומס?

4 נק') ה. למצבר חובר עומס התנגדותי טהור שערכו הוא $R_L = 1.9\Omega$.

במשך כמה זמן אפשר להפעיל את העומס (הנח שמתח המצבר אינו משתנה במהלך הפעלת העומס)?

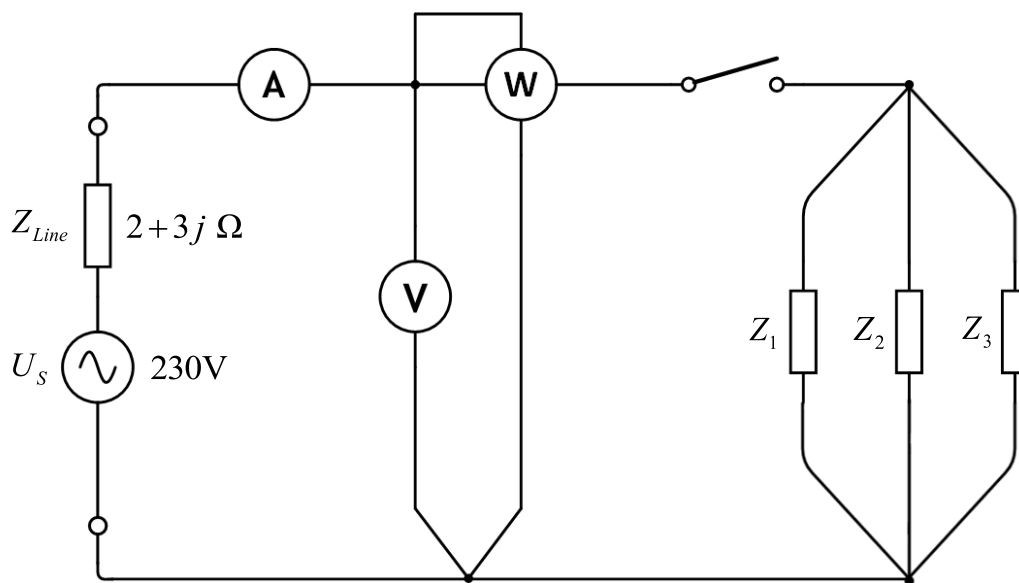
שאלה 4

הרשת המוצגת באיור לשאלה 4 פועלת בזרם חילופין. עכבת הקו של הרשת מיוצגת על ידי Z_{Line} . למעגל חוברו שלושה מכשירי מדידה אידיאליים - מד מתח, מד זרם ומד הספק, כמוצג בתרשים. שלושה צרכנים מחוברים לרשת במקביל דרך מפסק. להלן נתוני הצרכנים:

Z_1 : 230 V ; 1250 VA ; גורם הספק 0.8 השראי.

Z_2 : 230 V ; 500 W ; גורם הספק 0.7 השראי.

Z_3 : קבל הספק בעל נתונים 230 V ; 600 VAr.

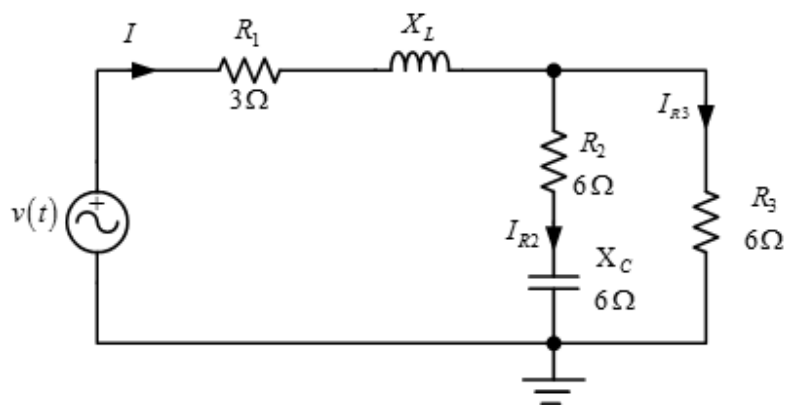


איור לשאלה 4

- 3 נק' א. מהי הוריית כל אחד ממכשירי המדידה כאשר המפסק פתוח?
- 5 נק' ב. באיזה גורם הספק פועלים שלושת הצרכנים כאשר המפסק סגור?
- 7 נק' ג. מהי הוריית כל אחד ממכשירי המדידה כאשר המפסק סגור?
- 5 נק' ד. שלושת הצרכנים מחוברים ופועלים יחד במשך ארבע שעות. כמה אנרגיה חשמלית מתפתחת במקור המתח במשך זמן זה?

שאלה 5

באיור לשאלה 5 מוצג מעגל חשמלי.



איור לשאלה 5

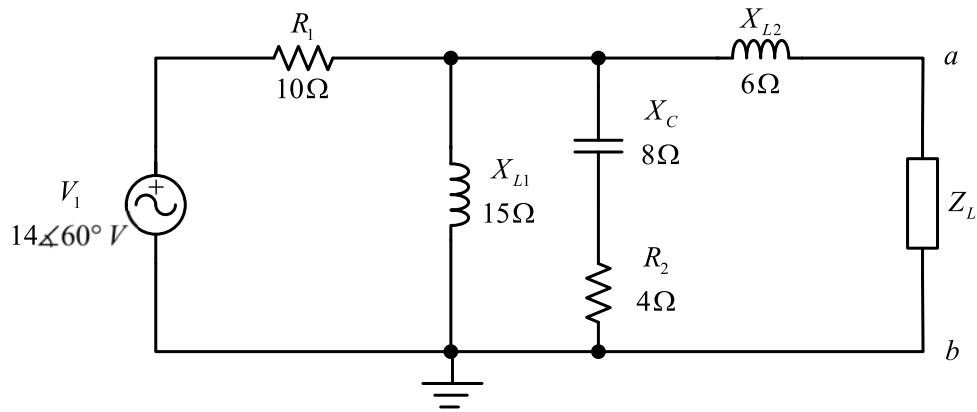
$$\text{נתון: } v(t) = 66 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{4}\right) \text{ V}$$

8 נק') א. מהו היגב הסליל X_L עבורו המעגל יהיה בתהודה טורית?

12 נק') ב. מהם ערכי הזרמים המסומנים ומהו ההספק הפעיל הנצרך ע"י המעגל?

שאלה 6

באיור לשאלה 6 מוצג מעגל חשמלי.

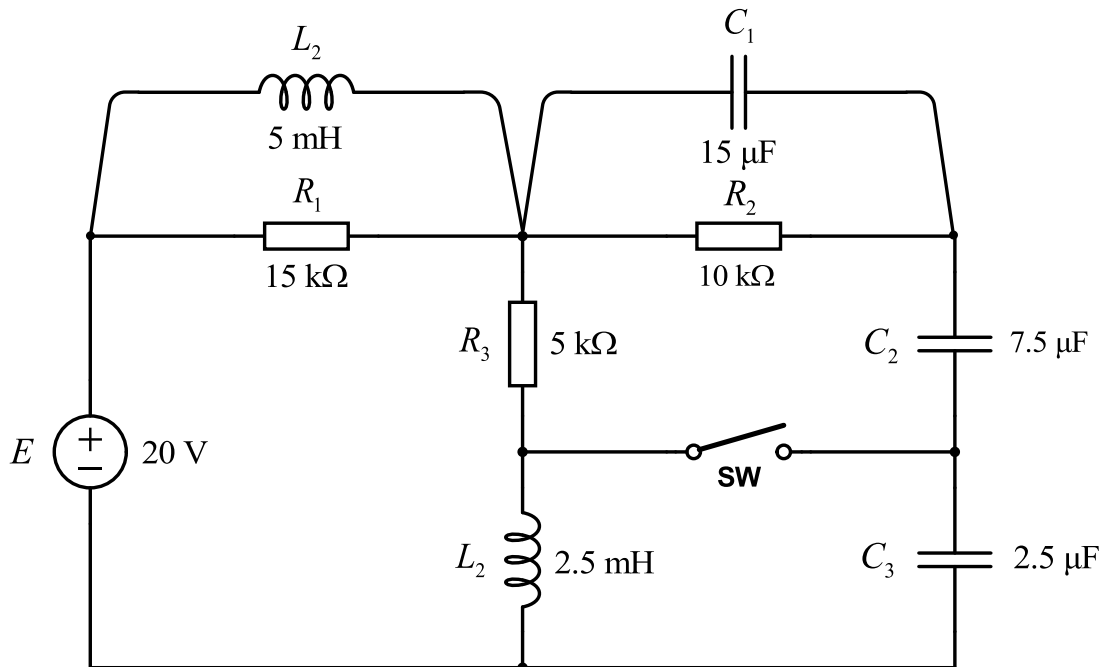


איור לשאלה 6

- 12 נק' א. חשב והצג את מעגל שקיל תבנית בין נקודות a ו-b.
- 4 נק' ב. מה ערכו של העומס שיש לחבר בין נקודות a ו-b כדי שיתפתח בו הספק מרבי?
- 4 נק' ג. מהו ההספק המרבי המתפתח בעומס?

שאלה 7

נתון מעגל לזרם ישר, כמוצג באיור לשאלה 7. המפסק SW היה פתוח במשך זמן רב.



איור לשאלה 7

- 5 נק' א. מהו ההספק המתפתח על כל אחד מהנגדים?
 5 נק' ב. מהו המטען האגור בכל אחד מהקבלים?
 5 נק' ג. מהי האנרגיה האגורה במעגל?
 5 נק' ד. סוגרים את המפסק SW. האם תשתנה האנרגיה האגורה במעגל? אם כן, חשב מהי. אם לא, הסבר מדוע.

שאלה 8

באיור לשאלה 8 מוצגת טבעת שעליה מלופף סליל בעל 180 ליפופים ודרכו זורם זרם של $I = 0.4 \text{ A}$. הטבעת כוללת חריץ אוויר שאורכו $l_A = 2 \text{ mm}$. ליבת הטבעת היא אלקטרומגנט והיא עשויה מחומר

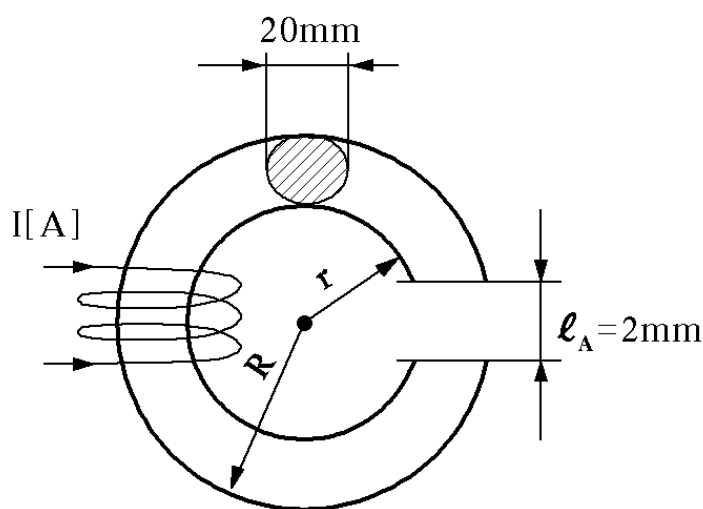
פרומגנטי בעל חדירות יחסית של $\mu_r = 1400$.

נתון: הרדיוס הפנימי של הטבעת: $r = 40 \text{ mm}$.

הרדיוס החיצוני של הטבעת: $R = 60 \text{ mm}$.

קוטר חתך הטבעת: $D = 20 \text{ mm}$.

הנחיה: האורך הממוצע של המסלול המגנטי כולל חריץ האוויר ישווה ל- $l_{av} = 2 \cdot \pi \cdot \frac{R+r}{2}$.



איור לשאלה 8

4 נק') א. שרטט מעגל חשמלי אנלוגי למעגל המגנטי של הטבעת.

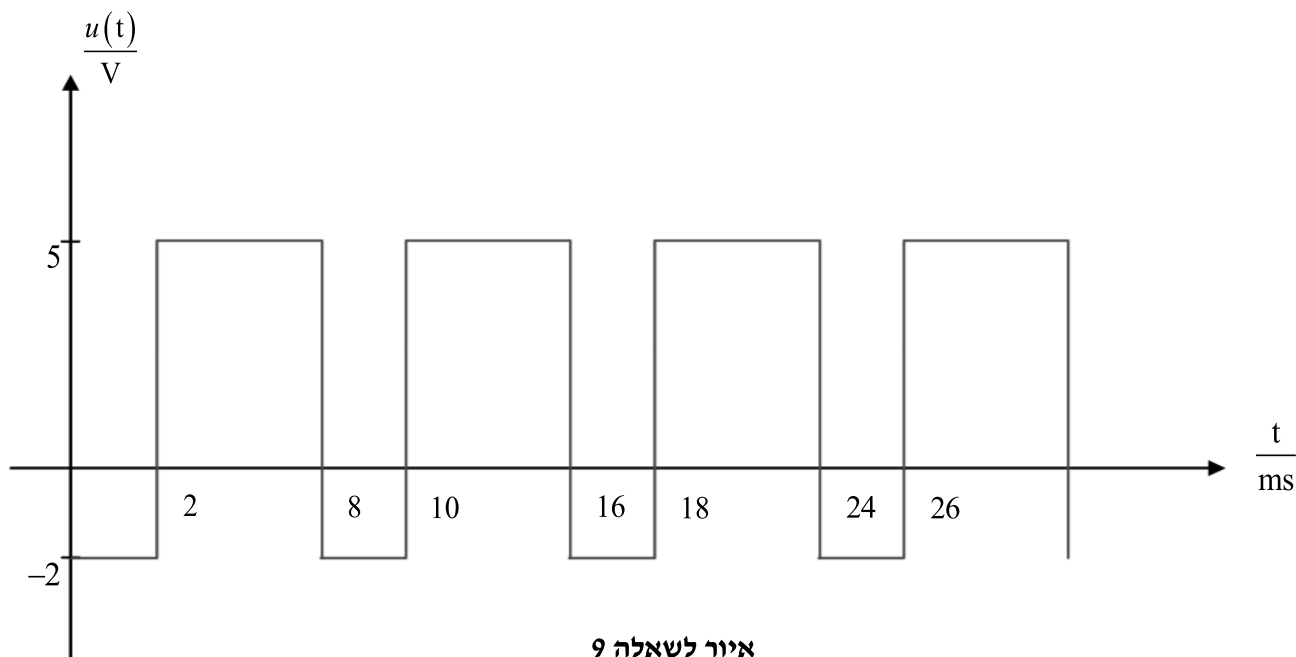
10 נק') ב. מהי ערכה של ההשראה המגנטית B בחריץ האוויר ובליבה?

6 נק') ג. מה ערכו של הכוח F הפועל על המוליך (אינו מופיע באיור) אשר בניצב לשטף המגנטי במרכז

החריץ ושדרכו זורם זרם של 1.4 A ?

שאלה 9

צרכן התנגדותי, בעל התנגדות חשמלית שערכה 10Ω , מחובר בין הדקיו של מקור מתח חילופין. באיור לשאלה 9 מוצג אות המתח הנמדד בין הדקי הצרכן.



איור לשאלה 9

2 נק') א. מהי תדירותו של אות המתח?

6 נק') ב. מהו ערכו הממוצע של המטען החשמלי העובר דרך הצרכן?

הנחיה: ערכו הממוצע של המטען החשמלי ישווה ל- $Q_{av} = I_{av} \cdot T$

6 נק') ג. מהו ההספק הממוצע המתפתח בצרכן?

6 נק') ד. מחליפים את אות המתח הנתון באות המתואר באמצעות המשוואה $u(t) = A + B \sin(\omega t)$ [V]

מהם הערכים של A, B, ω כך שהמטען החשמלי וההספק הממוצע, כפי שחושבו בסעיפים

הקודמים, יישארו ללא שינוי?

בהצלחה!

© כל הזכויות שמורות למה"ט