

מועד א קיץ תשע"ח – 2018

נספחים : חוברת עזר

תורת החשמל

הנדסאים וטכנאים מוסמכים במגמת הנדסת חשמל – שאלון מספר 90611 ו-93611

הנדסאים וטכנאים מוסמכים במגמת הנדסת אלקטרוניקה – שאלון מספר 90711 ו-93711

הנדסאים במגמת מכשור ובקרה – שאלון מספר 92023

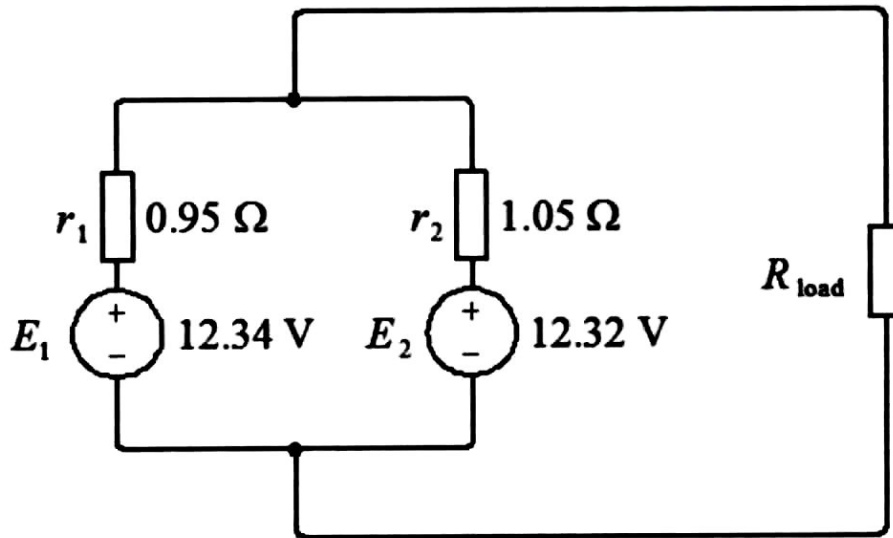
- משך הבחינה:** ארבע שעות.
- מבנה השאלון:** שמונה שאלות בשאלון.
- ומפתח הערכה:** עליך לבחור חמש שאלות בלבד ולכתוב את תשובותיך במחברת הבחינה.
- כל השאלות שוות בערך. עשרים נקודות לשאלה, ובסך הכול מאה נקודות.
- חומר עזר המותר לשימוש:**

- 1 מחשבון פשוט ללא תקשורת חיצונית.
 - 2 אסור להשתמש לא במחשב נייד ולא בטלפון נייד ולא בכל אמצעי דומה אחר.
 - 2 אסור להעביר בין הנבחנים לא חומר עזר ולא מחשבוני.
- הוראות כתיבת התשובות במחברת הבחינה:**
- 1 בעמוד הראשון של מחברת הבחינה יש לרשום את מספרי השאלות שעל מעריך הבחינה לבדוק ; כמות השאלות לא תעלה על זו הנדרשת!
 - 2 את התשובה על השאלות שבסעיפי השאלה, יש להתחיל בעמוד חדש.
 - 3 יש לרשום בבירור את מספר השאלה בראש העמוד.
 - 3 השימוש במחברת טיוטה אסור בהחלט! יש לסמן קו (אחד) על הכתוב שאינך רוצה שייבדק.
 - 4 אין לאחד סעיפים! את התשובה על כל אחד מסעיפי השאלה עליך לתת בנפרד ולפי סדר הופעתם בשאלון.
 - 5 – תשובה מלאה היא תשובה המנומקת בחישוב או במילים או באיור ובה דיון קצרצר.
 - תשובה מלאה על שאלת חישוב היא תשובה שבה מוצג הביטוי המתמטי לפיו ייעשה החישוב, הערכים מוצגים בביטוי, ותוצאת החישוב מוצגת באמצעות מספר ויחידות.
 - כל מספר המוצג בביטוי מתמטי, חייב להיות תוצאה של חישוב קודם או של נתון המופיע בגוף השאלה.
 - אין השימוש במחשבון פוטר מהצורך להציב את הערכים בביטוי המתמטי.
 - 6 תשובה שאינה מנומקת או שדרך הפתרון אינה מוצגת בה, **לא תזכה בניקוד כלל!**
 - 7 אם לדעתך חסר נתון או אם נתון כלשהו שגוי, מותר לך להניח הנחה סבירה ומנומקת שתאפשר לך לענות על השאלה.

אסור בהחלט להוציא מחדר הבחינה לא את טופס השאלון ולא את מחברת הבחינה

שאלה 1

שני מקורות מתח מעשיים מחוברים זה אל זה במקביל ויחד הם יוצרים סוללה.
עומס חשמלי מחובר אל הסוללה. באיור 1 נתון המעגל החשמלי של שני המקורות והעומס.

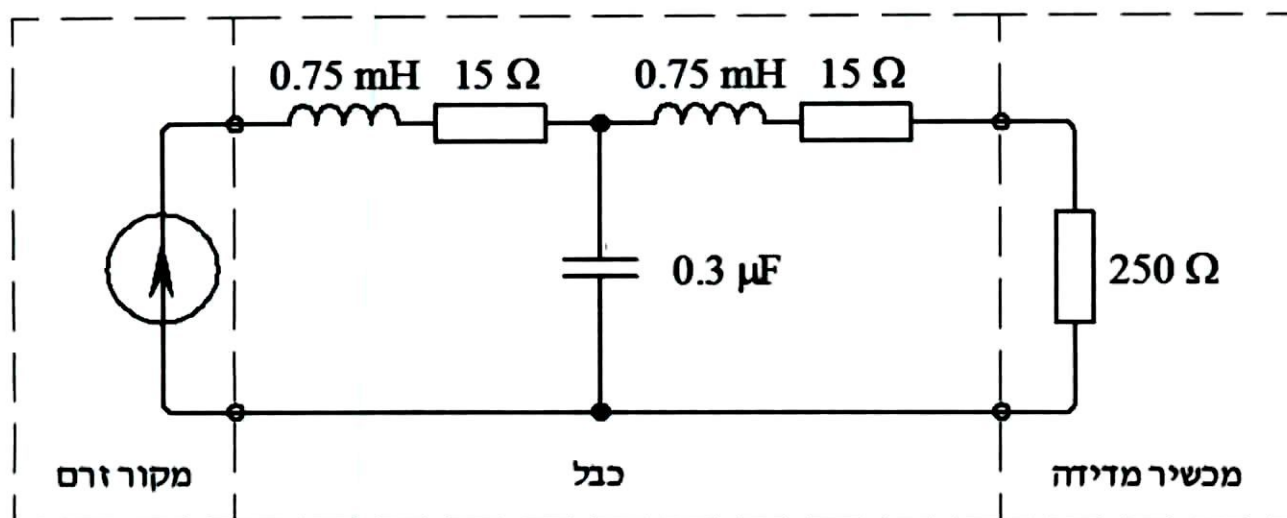


איור 1

- 5 נק' א כאשר התנגדות העומס גדולה מאוד מאוד (אין-סופית), מה המתח שבין הדקי הסוללה?
- 5 נק' ב כשעוצמת הזרם שבמקור E_2 היא אפס אמפר, מה עוצמת הזרם במקור E_1 ?
- 5 נק' ג מה התחום של התנגדות העומס שבו שני המקורות יחד מזינים את העומס החשמלי?
- 5 נק' ד במצב עבודה מסוים התנגדות העומס היא $R_{load} = r_1 + r_2 = 0.95 + 1.05 = 2\Omega$. האם במצב עבודה זה המעגל פועל בנקודת עבודה שבה העברת האנרגיה מהסוללה אל העומס נעשית בהספק מרבי?

שאלה 2

שלושה חלקים במערכת מדידה: מקור זרם; מכשיר מדידה המיוצג באמצעות התנגדות המבוא שלו; וכבל ארוך מאוד המחבר את מקור הזרם אל מכשיר המדידה. באורך 2 נתונים הערכים של איברי המעגל החשמלי המתאר את מערכת המדידה.



איור 2

- 4 נק' א מהו אות המתח $u_{in,DC}(t)$ שבין הדקי מכשיר המדידה (התנגדות המבוא) כאשר אות הזרם שמפיק מקור הזרם הוא $i_{DC}(t) = 14 \text{ mA}$?
- 8 נק' ב מהו אות המתח $u_{in,AC}(t)$ שבין הדקי מכשיר המדידה כאשר אות הזרם שמפיק מקור הזרם הוא $i_{AC}(t) = (2 \text{ mA})\sin(\omega t)$ ו- $\omega = 20 \text{ rad/s}$?
- 4 נק' ג מהו אות המתח $u_{in}(t)$ שבין הדקי מכשיר המדידה כאשר מקור הזרם מאלץ אות זרם שהוא סכום אותות הזרם שלעיל: $i(t) = i_{DC}(t) + i_{AC}(t)$?
- 4 נק' ד מה תחום ההשתנות של אות המתח במבוא מכשיר המדידה?

שאלה 3

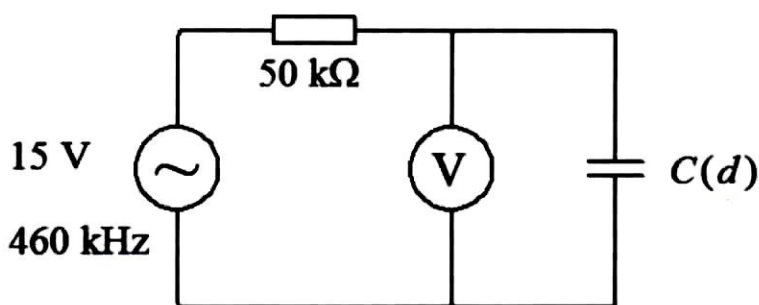
באיור 3 נתון תרשים החיבורים של קבל-לוחות ונגד ומד-מתח, אל מקור מתח חילופים סינוסואידי.

שטח לוחות הקבל הוא $7.5 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ וחומר הבידוד שבין לוחות הקבל הוא אוויר $\epsilon_{r, \text{air}} = 1$.

המרחק שבין לוחות הקבל משתנה בתחום $0 \text{ mm} \leq d \leq 20 \text{ mm}$.

עכבת מד המתח גבוהה מאוד ואין היא משפיעה על תוצאת המדידה כלל.

הוריית מד המתח היא הערך היעיל (ממוצע ריבועי) של אות המתח שבין הדקיו.



איור 3

7 נק' א מה תהיה הוריית מד המתח כאשר המרחק שבין הלוחות הוא 1.5 mm ?

3 נק' ב מה עוצמת הזרם המרבית האפשרית במקור המתח?

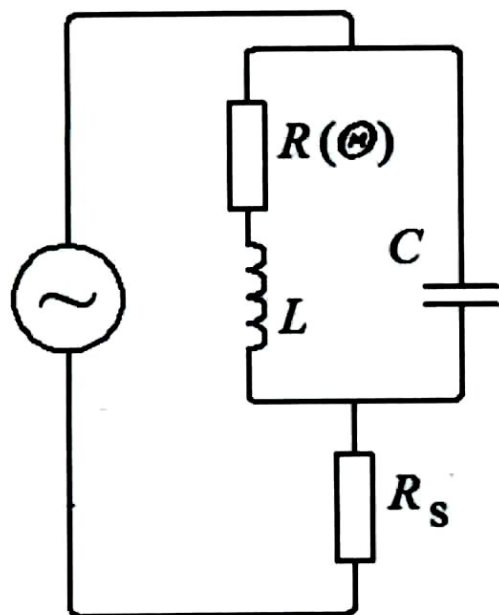
7 נק' ג בין לוחות הקבל שמו גוש חומר דיאלקטרי אלסטי הממלא את הנפח שבין לוחות הקבל.

הפרמיטיביות היחסית של חומר זה היא $\epsilon_{r, c} = 3.5$

מה תהיה הוריית מד המתח כאשר המרחק שבין הלוחות הוא 10 mm ?

3 נק' ד אם יחליפו את מקור מתח החילופים במקור מתח ישר, האם הוריית מד המתח במצב מתמיד תהיה תלויה במרחק שבין הלוחות?

שאלה 4



איור 4

ארבעה התקנים במערכת: נגד דגימת זרם R_s ; סליל; קבל; ונגד שהתנגדותו תלויה בטמפרטורה $R(\theta)$.
ארבעת ההתקנים מחוברים אל מחולל אות מתח חילופים סינוסואידי כמתואר באיור 4.

תנופת אות מתח המקור היא 38 V והתדר הזוויתי שלו הוא $40 \times 10^3\text{ rad/s}$

קיבול הקבל הוא 66 nF והשראות הסליל היא 5.6 mH

התנגדות נגד דגימת הזרם R_s היא $1\ \Omega$

5 נק' א כמה צריכה להיות התנגדות הנגד $R(\theta)$ כדי שהמעגל יפעל בנקודת עבודה שבה הוא נמצא בתהודה?

5 נק' ב בטמפרטורה של 25°C , התנגדות הנגד $R(\theta)$ היא $68\ \Omega$ וקבוע הטמפרטורה שלו הוא $0.02\ \frac{1}{^\circ\text{C}}$.

מה תהיה הטמפרטורה של הנגד $R(\theta)$ כאשר המעגל יהיה בתהודה?

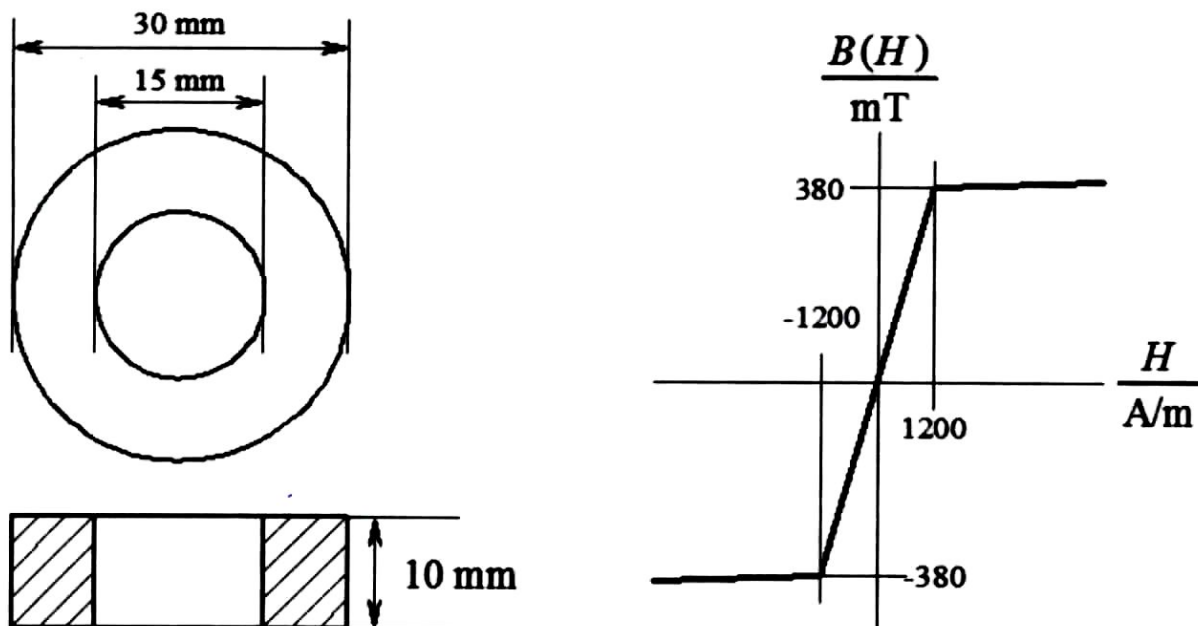
5 נק' ג כאשר המעגל בתהודה, כמה תהיה עוצמת הזרם (ערך יעיל) בנגד דגימת הזרם R_s ?

5 נק' ד נגד דגימת הזרם הוא נגד הספק בעל כושר פיזור חום של 5 W .

האם כאשר המעגל בתהודה, הספק החום בנגד עומד במגבלת כושר פיזור החום שלו?

שאלה 5

המידות הגיאומטריות של טבעת העשויה חומר פרומגנטי וקירוב גס של עקום המגנט שלו, נתונים באיור 5.



איור 5

- 5 נק' א כאשר החומר הפרומגנטי אינו ברוויה מגנטית, כמה הוא המיאון של הטבעת?
את האורך הממוצע של מסלול השטף המגנטי בטבעת יש לחשב לפי הקוטר הממוצע שלה.
- 5 נק' ב מוליך מלופף מספר פעמים על הטבעת דרך החור שבה – סליל. בסליל זורם זרם ישר.
מה הכוח המגנטו-מוטורי (כמ"מ) שיביא את החומר הפרומגנטי לסף רוויה מגנטית?
- 5 נק' ג השראות הסליל היא 0.327 mH והתנגדותו היא 0.08Ω .
כמה פעמים מלופף המוליך על הטבעת?
- 5 נק' ד כאשר החומר הפרומגנטי נמצא על סף רוויה מגנטית, כמה אנרגייה מגנטית אגורה בסליל?

תזכורת: שטח מלבן שאורך צלעותיו a ו- b הוא $A = ab$; והיקף מעגל בקוטר d הוא $l = \pi d$.

שאלה 6

באיור 6 נתון האופיין החשמלי של מקור מתח ישר מעשי.

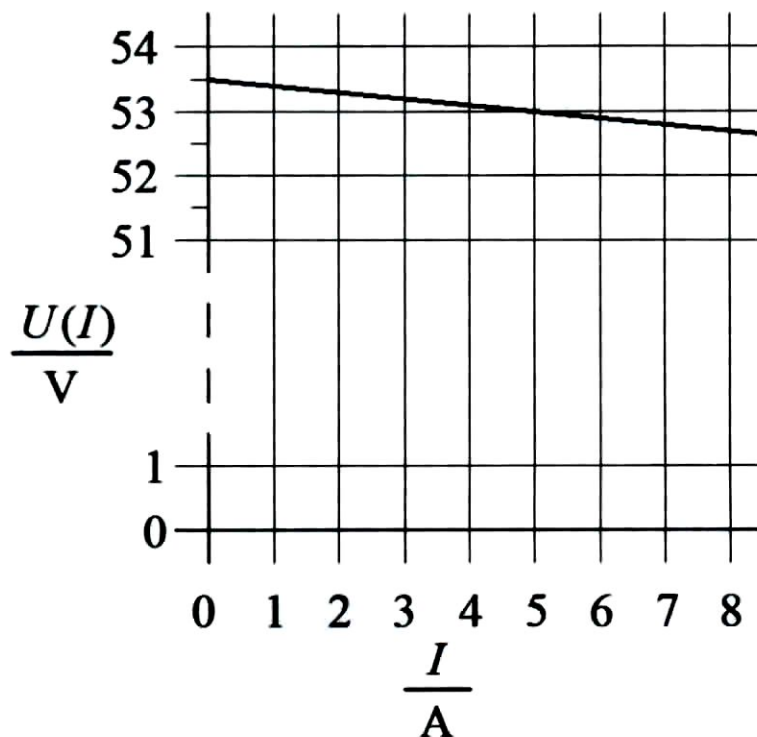
5 נק' א כמה היא ההתנגדות הפנימית של מקור המתח?

5 נק' ב מה הערך הממוצע של אות המתח שבין הדקי המקור וכמה הוא הערך היעיל שלו, כאשר עוצמת הזרם הזורם במקור היא אפס אמפר (0 A)?

אל הדקי מקור המתח מחוברים שני מכשירים שונים.
צריכת האנרגייה של מכשיר אחד נעשית בזרם קבוע של 2.7 A וצריכת האנרגייה של המכשיר האחר נעשית בזרם קבוע של 4.8 A .

5 נק' ג מה הספק צריכת האנרגייה של שני המכשירים יחד כאשר הם מחוברים אל מקור המתח?

5 נק' ד כמה היא נצילות העברת האנרגייה מהמקור אל המכשירים?

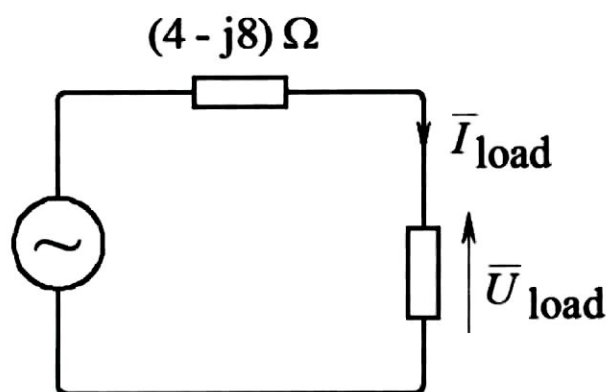


איור 6

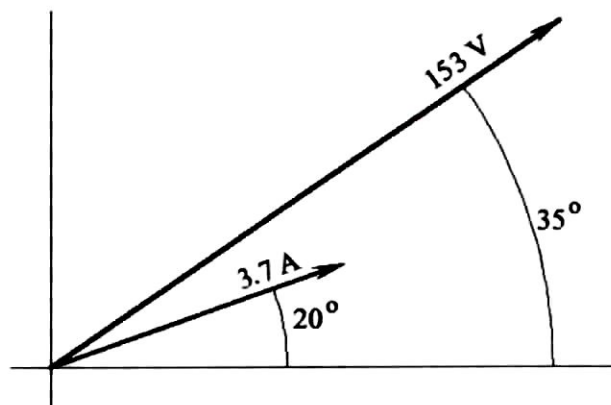
שאלה 7

עומס חשמל load ומקור מתח חילופים סינוסואידי ועכבה, מחוברים זה לזה כמתואר במעגל שבאיור 7.1.

דיאגרמת מחוגי הזרם והמתח בעומס נתונה באיור 7.2.



איור 7.1



איור 7.2

10 נק' א מה הגודל של כל אחת משלוש הצלעות במשולש ההספקים של העומס?

4 נק' ב מה הגודל של מתח המקור?

2 נק' ג מה הזווית (במעלות) של מחוג מתח המקור?

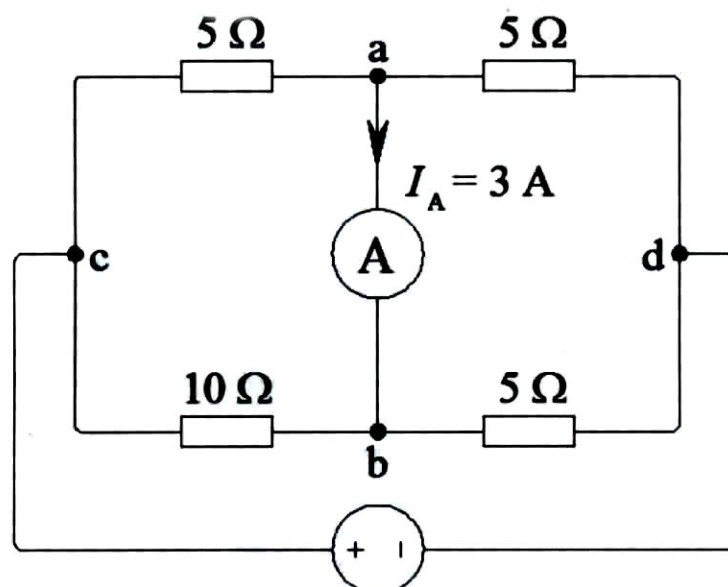
2 נק' ד מה אופי מקדם ההספק במקור האנרגיה?

2 נק' ה מה הגודל של זווית הפישוק שבין מחוג מתח המקור למחוג מתח העומס?

שאלה 8

מקור האנרגייה שבמעגל החשמלי שבאיור 8, הוא מקור מתח ישר שגודלו לא-ידוע. במצב עבודה מסוים, הגודל של ההתנגדויות נתון באיור. במצב עבודה זה, בין נקודה a לנקודה b, חיברו מד זרם ישר שהתנגדותו אפסית. עוצמת הזרם שנמדדה ומגמת הזרם נתונים באיור.

- 4 נק' א האם במצב העבודה המתואר לעיל, הגשר שבאיור מאוזן? אין צורך בחישוב; התשובה: כן או לא, אינה תשובה כלל.
- 7 נק' ב על פי משפט תבנין, מה ההתנגדות R_{Thevenin} של המעגל, ההתנגדות שבין נקודה a לנקודה b, ומה מעגל התמורה לפיו היא מחושבת?
- 3 נק' ג על פי משפט תבנין, מה המתח U_{Thevenin} שבין נקודה a לנקודה b (המתח כאשר אין מד הזרם מחובר במעגל)?
- 6 נק' ד בדיעת המתח U_{Thevenin} , מה גודל מתח המקור?



איור 8

בהצלחה

הורד מהאתר של מתי דוד
matidavid.com