



תורת החשמל

להנדסאים ולטכנאים – הנדסת חשמל

הנחיות לבחינה

- א. משך הבחינה :** ארבע שעות.
- ב. מבנה השאלון ומפתח הערכה :** בשאלון זה 10 שאלות, יש לענות על 5 שאלות. 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 הערות או תוספות כלשהן, לא בכתב יד ולא 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 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, יש לציין זאת במפורש במחברת הבחינה, ולבחור ערך מתאים שיאפשר להמשיך בפתרון השאלה. חובה להסביר ולנמק את הבחירה.

חל איסור מוחלט להוציא שאלון או מחברת בחינה מחדר הבחינה !

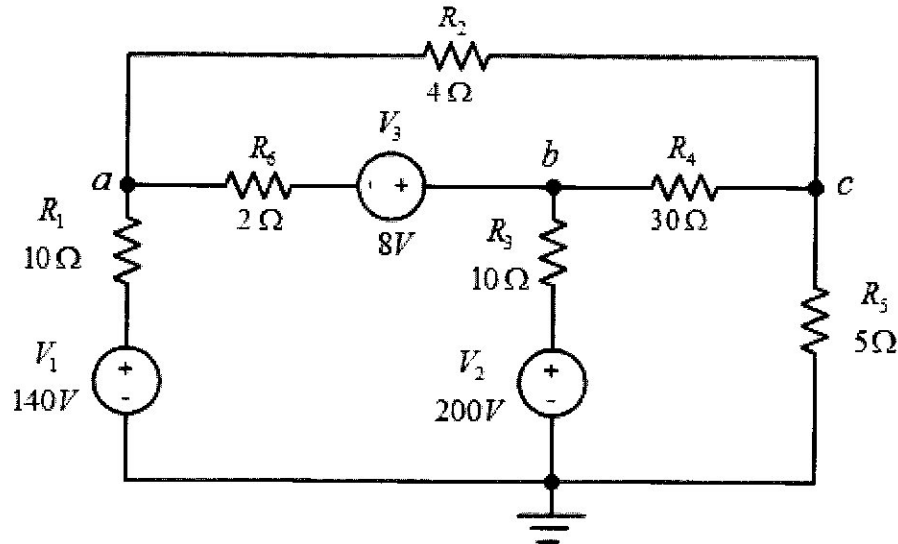
בהצלחה !

שאלות 10-1

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

שאלה 1

באיור לשאלה 1 מוצג מעגל חשמלי.



איור לשאלה 1

8 נק') א. חשבו את מתחי הצמתים המסומנים באיור (V_a, V_b, V_c) ביחס לאדמה.

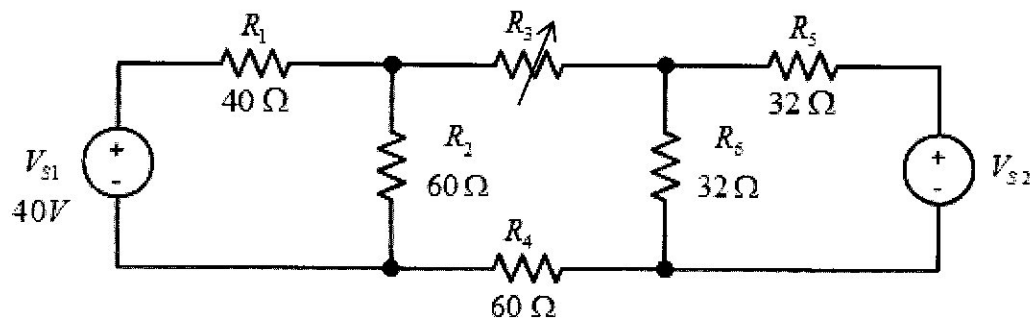
7 נק') ב. כמה הספק חשמלי מתפתח בכל אחד ממקורות האנרגיה?

5 נק') ג. עבור כ"א ממקורות האנרגיה:

איזה מקור מספק אנרגיה ואיזה מקור צורך אנרגיה? תשובה ללא נימוק לא תתקבל.

שאלה 2

באיור לשאלה 2 מוצג מעגל חשמלי. ערכו של מקור המתח V_{S2} לא נתון. הרכיב R_3 הוא נגד משתנה.



איור לשאלה 2

7 נק') א. מה צריך להיות ערך הנגד R_3 , כדי שיתפתח בו הספק מרבי?

7 נק') ב. נתון שההספק המרבי המתפתח בנגד R_3 הוא 0.25W. מהם שני הערכים האפשריים של מקור המתח V_{S2} ?

6 נק') ג. משנים את ערכו של הנגד R_3 לערך של 10Ω. חשבו את ההספק המתפתח בנגד.

שאלה 3

כדי להפעיל מכשיר (עומס) חשמלי נדרש לבנות סוללה. הסוללה מיועדת להפעלת המכשיר בזרם של אמפר אחד למשך 12 שעות בזרם פריקה קבוע. התנגדותו החשמלית של המכשיר היא $14\ \Omega$.

לרשותכם עומדים תאים אלקטרו-כימיים זהים בעלי הנתונים הבאים: $E = 1.2\text{ V}$, $r = 0.2\ \Omega$, $Q = 2\text{ Ah}$

(10 נק') א. כמה ענפים יש לחבר במקביל וכמה תאים יש לחבר בטור בכל ענף?

(5 נק') ב. בענף מסוים התקצרו ארבעה תאים (כולל התנגדות פנימית).

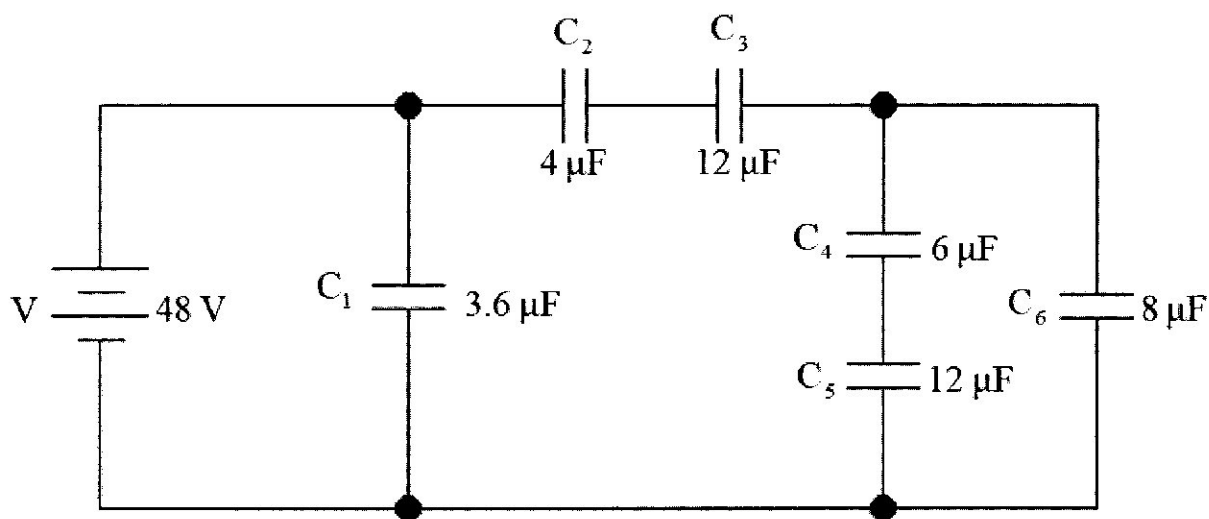
חשבו את הזרם שזורם דרך גג העומס $R_L = 14\ \Omega$.

(5 נק') ג. במהלך בניית הסוללה, בענף מסוים, חוברו בטעות שני תאים בקוטביות הפוכה.

חשבו את הזרם שזורם דרך גג העומס $R_L = 14\ \Omega$.

שאלה 4

באיור לשאלה 4 מוצג מעגל חשמלי.



איור לשאלה 4

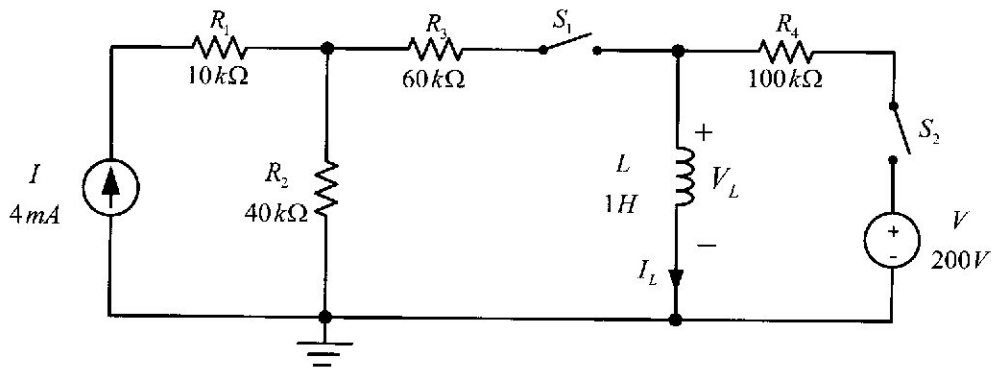
(5 נק') א. חשבו את הקיבולת השקולה של המעגל.

(10 נק') ב. חשבו את המתח על כל קבל ואת המטען האגור בו.

(5 נק') ג. חשבו את האנרגיה האגורה במעגל.

שאלה 5

באיור לשאלה 5 מוצג מעגל חשמלי:



איור לשאלה 5

המפסקים S_1 ו- S_2 פתוחים זמן רב ואין אנרגיה אגורה במעגל.

(10 נק') א. מפסק S_1 נסגר בזמן $t=0$.

חשבו את המתח על הדקי הסליל מיד לאחר סגירת המפסק $V_L(0^+)$ ואת הזרם דרך הסליל במצב המתמיד.

(10 נק') ב. בתום תופעות המעבר שלאחר סגירת מפסק S_1 , מפסק S_2 נסגר.

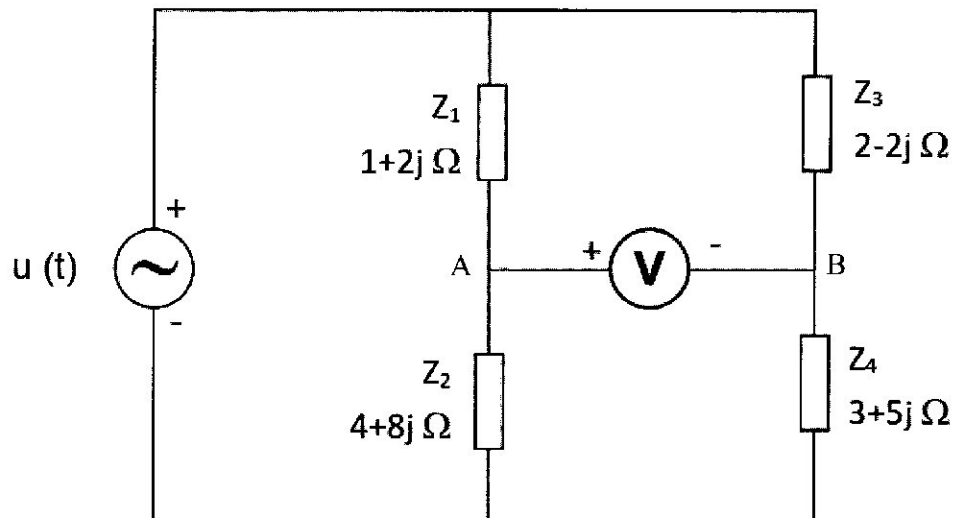
חשבו את המתח על הדקי הסליל מיד לאחר סגירת מפסק S_2 ואת הזרם דרך הסליל במצב המתמיד.

שאלה 6

באיור לשאלה 6 מוצג מעגל חשמלי.

$$u(t) = 200 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin\left(1000t + \frac{\pi}{6}\right) \text{ [V]}$$

בין הנקודות A-B חובר מד מתח אידיאלי.

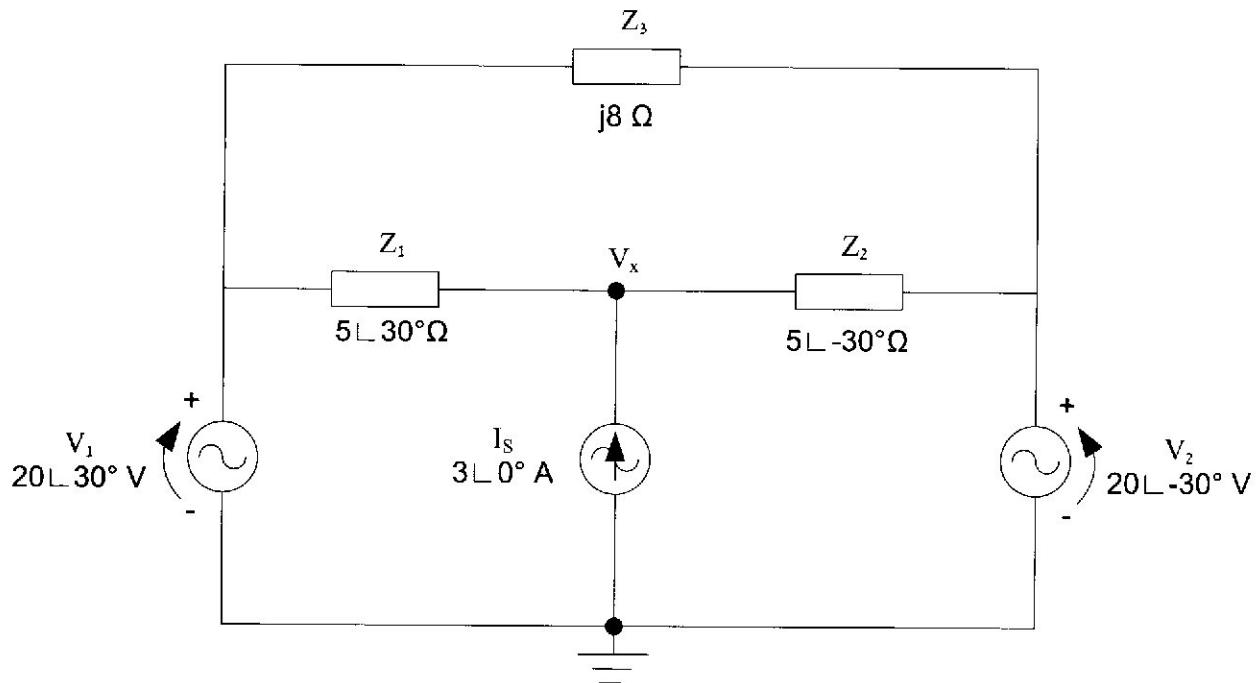


איור לשאלה 6

- (7 נק') א. מהי הוריית מד המתח המחובר בין הנקודות A ו-B במעגל?
- (5 נק') ב. מהי עכבת המעגל, אופיו וגורם ההספק שלו?
- (5 נק') ג. חשבו את ההספק הפעיל P , את ההספק ההיגבי Q ואת ההספק הנדמה S המתפתחים במקור המתח $u(t)$ וסרטטו את משולש ההספקים.
- (3 נק') ד. מה צריך להיות ערך העכבה Z_4 כדי שהוריית מד המתח תהיה אפס?

שאלה 7

באיור לשאלה 7 מוצג מעגל חשמלי:



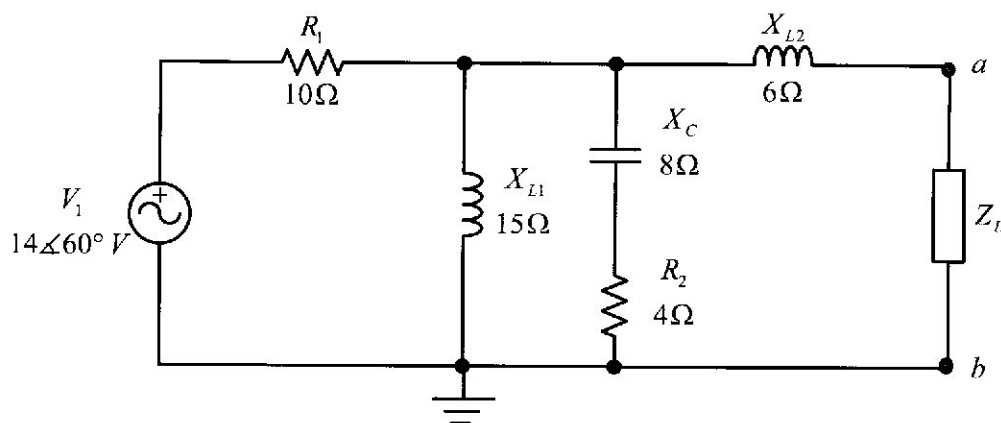
איור לשאלה 7

12 נק') א. חשבו את המתח V_x ביחס לאדמה.

8 נק') ב. חשבו את ההספק הפעיל P , את ההספק ההיגבי Q ואת ההספק הנדמה S המתפתחים במקור המתח V_1 .

שאלה 8

באיור לשאלה 8 מוצג מעגל חשמלי:



איור לשאלה 8

10 נק') א. סרטטו את מעגל התמורה של תבנית עבור העכבה Z_L המחוברת בין הנקודות a ו- b .

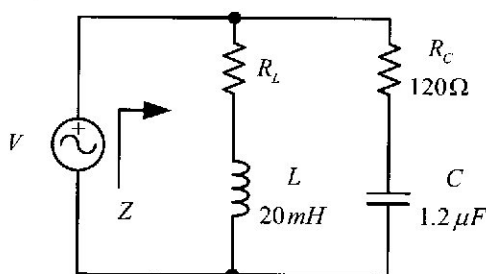
4 נק') ב. מה צריך להיות ערך העכבה Z_L שעבורה יתפתח בה הספק פעיל P מרבי, ומהו ערך ההספק?

6 נק') ג. מקצרים את הנקודות a ו- b באמצעות תיל חסר התנגדות. חשבו את ההספק הפעיל P , את ההספק

ההיגבי Q ואת ההספק הנדמה S המתפתחים במקור המתח V_1 .

שאלה 9

באיור לשאלה 9 מוצג מעגל חשמלי:



איור לשאלה 9

הנגד R_L תלוי בטמפרטורה.

נתון: $\alpha = 0.012 \frac{1}{^\circ C}$, $R_L(20^\circ C) = 60 \Omega$, תדר מקור המתח: $f = 400 \text{ Hz}$.

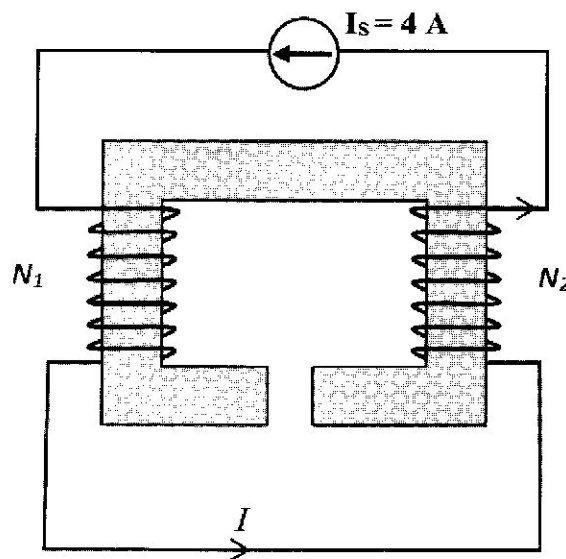
4 נק') א. חשבו את ההתנגדות האופיינית R_0 של המעגל בטמפרטורה של $20^\circ C$.

8 נק') ב. חשבו את ערכו של הנגד R_L כדי שהמעגל יפעל בתהודה.

8 נק') ג. חשבו את הטמפרטורה שבה המעגל פועל בתהודה.

שאלה 10

באיור לשאלה 10 מוצגים שני סלילים הכרוכים על אותו גרעין פרומגנטי. הגרעין כולל במסלולו חריץ אוויר. האורך הממוצע של מסלול השטף הוא 400 mm ושטח החתך של הליבה הוא 2 cm^2 . אורך חריץ האוויר הוא $g = 0.8 \text{ mm}$. החדירות היחסית של הגרעין היא $\mu_r = 3000$. בסליל 1 יש 500 כריכות והתנגדותו 3Ω . בסליל 2 יש 300 כריכות והוא בנוי ממוליך נחושת שאורכו 100 m ושטח החתך שלו 0.6 mm^2 . ההתנגדות הסגולית של נחושת: $\rho = 0.018 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$. שני הסלילים מחוברים זה לזה והם מוזנים ממקור זרם שעוצמתו $I_s = 4 \text{ A}$.



איור לשאלה 10

- 9 נק') א. מהי ההשראות של כל סליל?
 3 נק') ב. מהו הכיוון של השטף שיוצר כל סליל? נמקו את התשובה.
 5 נק') ג. סרטטו מעגל חשמלי אנלוגי המתאר את המעגל המגנטי וחשבו את השטף בליבה.
 3 נק') ד. מהי ההשראות ההדדית בין הסלילים? נתון מקדם צימוד מלא $k=1$.

בהצלחה!

© כל הזכויות שמורות למה"ט