

## תורת החשמל

### להנדסאים ולטכנאים – הנדסת חשמל

#### הנחיות לבחינה

- א. משך הבחינה : ארבע שעות.
- ב. מבנה השאלון ומפתח הערכה : בשאלון זה 8 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 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.
  5. אין צורך להעתיק את השאלה עצמה.
  6. טיוטה יש לכתוב במחברת הבחינה בלבד. יש לרשום את המילה "טיוטה" בראש העמוד ולהעביר קו על הכתוב כדי שלא ייבדק.
  7. אין לאחד סעיפים! לכל סעיף שבשאלה יש לתת תשובה נפרדת.
  8. תשובה מלאה לסעיף שאלה הכרוך בחישובים היא תשובה שבה מוצג הביטוי המתמטי שלפיו ייעשה החישוב, הערכים המוצגים בביטוי, ותוצאת החישוב מוצגת באמצעות מספר ויחידות.
  9. כל מספר המוצג בביטוי מתמטי חייב להיות תוצאה של חישוב קודם או נתון המופיע בגוף השאלה.
  10. אין השימוש במחשבון פוטר מהצורך להציג את הצבת הערכים בביטוי המתמטי.
  11. תשובה שאינה מנומקת או שאין דרך הפתרון מוצגת בה לא תזכה בניקוד כלל.
  12. 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.

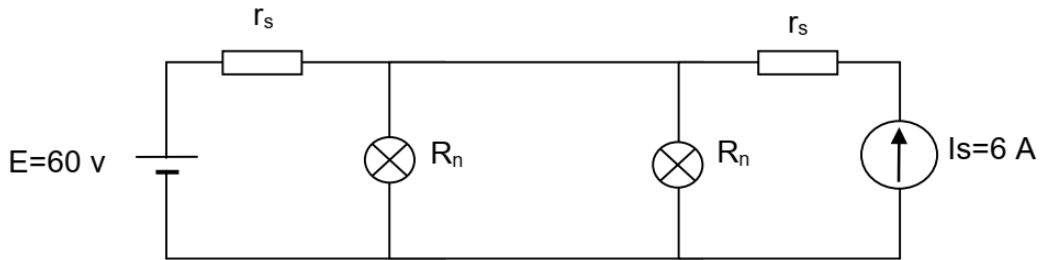
**חל איסור מוחלט להוציא שאלון או מחברת בחינה מחדר הבחינה!**

**בהצלחה!**

**שאלה 1**

במעגל שבאיור לשאלה 1 מחוברות שתי נורות להט זהות ( $R_n$ ) בעלות ערכים נקובים של  $40 \text{ V}/160 \text{ W}$ .  
 הערכים הנקובים נמדדו בטמפרטורה של  $20^\circ\text{C}$ .  
 מקדם הטמפרטורה של הנורות  $\alpha = 0.005 \text{ } 1/^\circ\text{C}$ .  
 מוליכי החשמל אינם אידאליים והם מיוצגים באמצעות ההתנגדות  $r_s$ .

אורך המוליך  $r_s$  הוא  $200 \text{ m}$ , שטח חתכו  $1 \text{ mm}^2$  וההתנגדות הסגולית היא  $0.02 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$ .

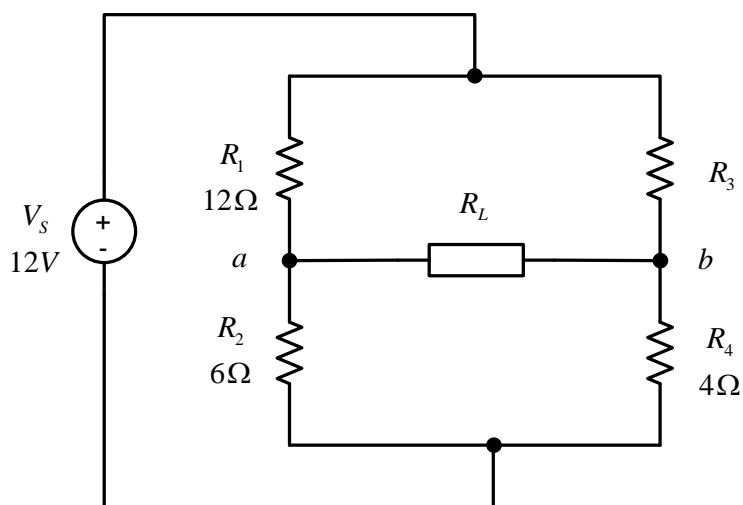


**איור לשאלה 1**

- א. (5 נק') חשבו את ההספק המתפתח במקור המתח. האם הוא צרכן אנרגיה או ספק אנרגיה? נמקו את תשובתכם.
- ב. (4 נק') מהו המתח בין ההדקים של מקור הזרם וכמה הספק הוא מספק למעגל?
- ג. (3 נק') כמה הספק צורכות הנורות החשמליות, כל אחת בנפרד ושתייהן יחד?
- ד. (3 נק') מהו שיעור נצילות המעגל (איזה חלק מההספק שמספקים המקורות מגיע לנוורות)?
- ה. (5 נק') הנורות מתחממות ל- $220^\circ\text{C}$ . חשבו את הזרם שעובר בכל נורה, האם מקור המתח מספק אנרגיה חשמלית למעגל במצב זה? תשובה ללא נימוק תידחה.

**שאלה 2**

באיור לשאלה 2 מוצג מעגל חשמלי:

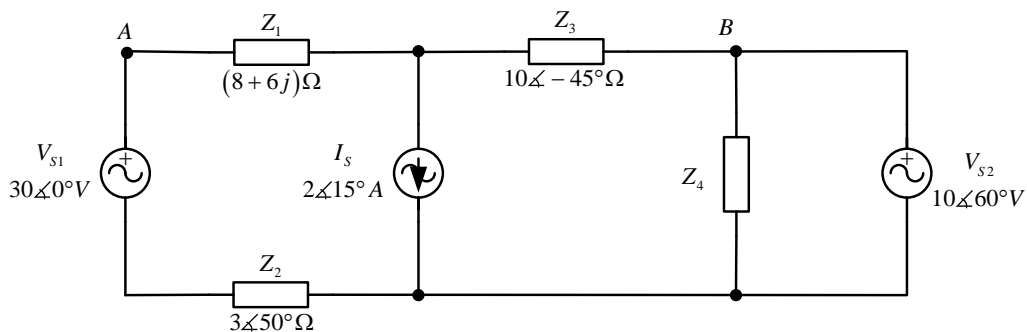


איור לשאלה 2

- (4 נק') א. מהו ערכו של נגד  $R_3$  עבורו לא יזרום זרם דרך נגד העומס?
- (10 נק') ב. סרטטו את מעגל התמורה של תבנית עבור הנגד  $R_L$  המחובר בין הנקודות  $a$  ו- $b$ , כאשר  $R_3 = 12\Omega$ .
- (3 נק') ג. מה צריך להיות ערכו של נגד העומס  $R_L$  כדי להעביר אליו הספק מרבי?
- (3 נק') ד. חשבו את ההספק המרבי המתפתח בעומס.

**שאלה 3**

באיור לשאלה 3 מוצג מעגל חשמלי:



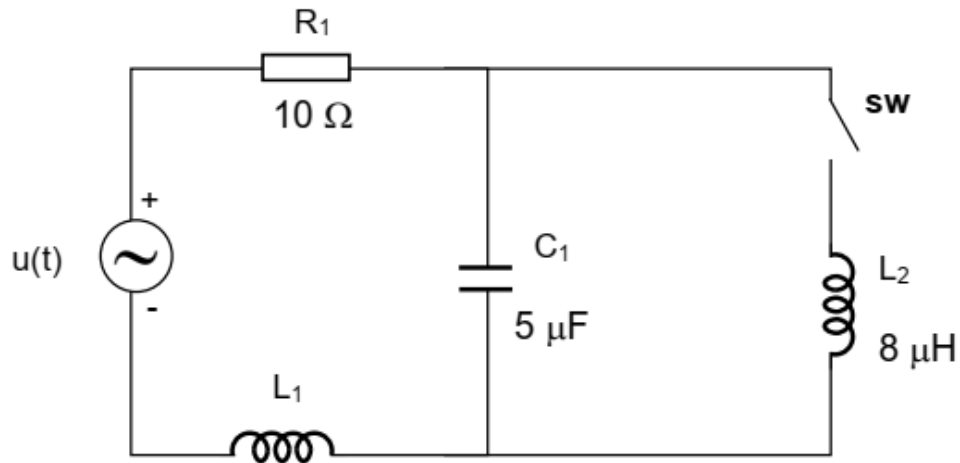
**איור לשאלה 3**

נתון שהספק הנדמה המתפתח בעכבה  $Z_4$  הוא  $20 \angle 30^\circ \text{VA}$ .

- א. (4 נק') חשבו את ערך העכבה  $Z_4$  והציגו אותה בהצגה פולארית (גודל וזווית מופע).
- ב. (8 נק') חשבו את ההספק הפעיל המתפתח במקור הזרם  $I_S$ . האם הוא מתפקד כספק אנרגיה או כצרכן אנרגיה?
- ג. (4 נק') חשבו את ההספק הפעיל המתפתח במקור המתח  $V_{S1}$ . האם הוא מתפקד כספק אנרגיה או כצרכן אנרגיה?
- ד. (4 נק') חשבו את המתח בין הנקודות A ו-B.

**שאלה 4**

באיור לשאלה 4 מוצג מעגל חשמלי הפועל בזרם חילופין.



**איור לשאלה 4**

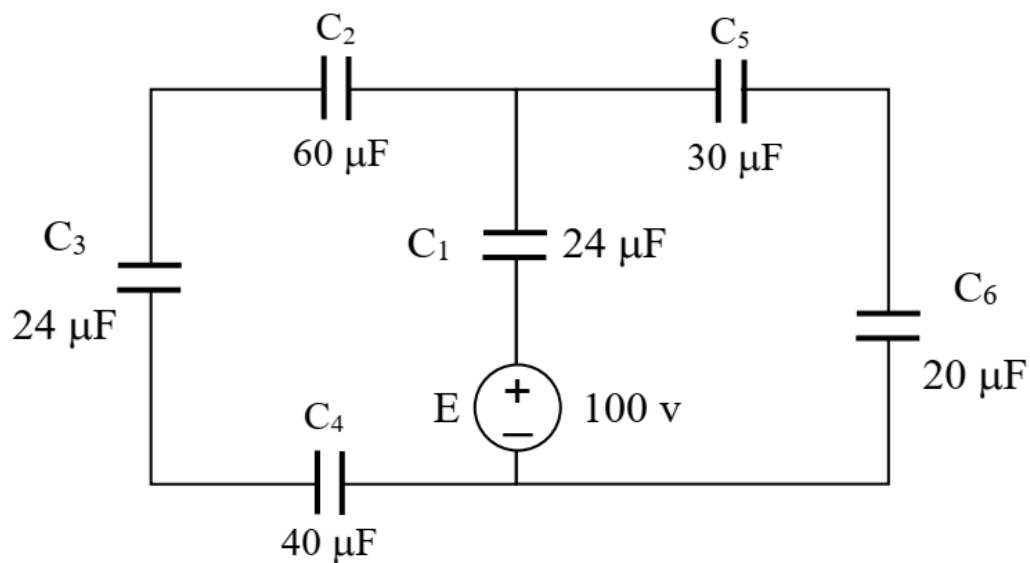
מתח המקור נתון בביטוי:  $u(t) = 100 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin\left(1000t + \frac{\pi}{6}\right)$  [V]

המתג נמצא במצב מנותק (Off) המקור מספק במצב זה זרם בעוצמה מרבית.

- א. (6 נק') חשבו את ערך ההשראות  $L_1$  ואת הזרם המרבי במעגל.
- ב. (6 נק') חשבו את רוחב הסרט BW של המעגל ואת תדירויות מחצית ההספק ביחידות (Hz).
- ג. (3 נק') סוגרים את המתג, מעבירים אותו למצב מחובר (On).  
באיזו תדירות של המקור יעבור דרכו זרם בעוצמה מזערית?
- ד. (5 נק') מהו הזרם המזערי הזורם דרך המקור? כמה מתח שורר על הקבל במצב זה?

**שאלה 5**

באיור לשאלה 5 מוצג מעגל חשמלי:

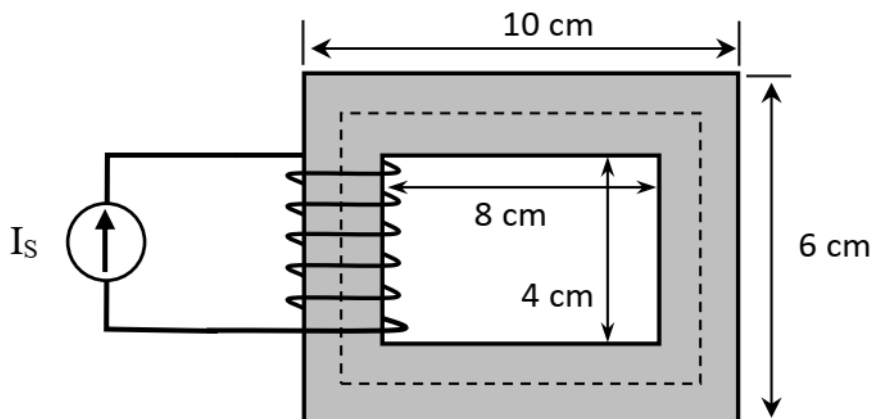


**איור לשאלה 5**

- א. (5 נק') חשבו את הקיבולת השקולה "המשתקפת" למקור המתח E.
- ב. (10 נק') חשבו את המתח על כל קבל ואת המטען האגור בו.
- ג. (5 נק') חשבו את האנרגיה הכוללת האגורה במעגל.

**שאלה 6**

באיור לשאלה 6 מוצג מעגל מגנטי וממדיו:



**איור לשאלה 6**

שטח החתך של הליבה הוא  $40 \text{ mm}^2$ . השטף המגנטי בליבה הוא  $200 \mu\text{Wb}$  וניתן להניח שהוא עובר במרכז הליבה (לאורך ההיקף הממוצע של הליבה).

לסליל המותקן על הליבה יש 100 ליפופים והשראות  $L=5\text{mH}$ .

3 נק' א. חשבו את המיאון המגנטי של הליבה.

5 נק' ב. חשבו את עוצמת מקור הזרם  $I_s$ .

6 נק' ג. מהי החדירות המגנטית היחסית,  $\mu_r$ , של החומר הפרומגנטי של הליבה?

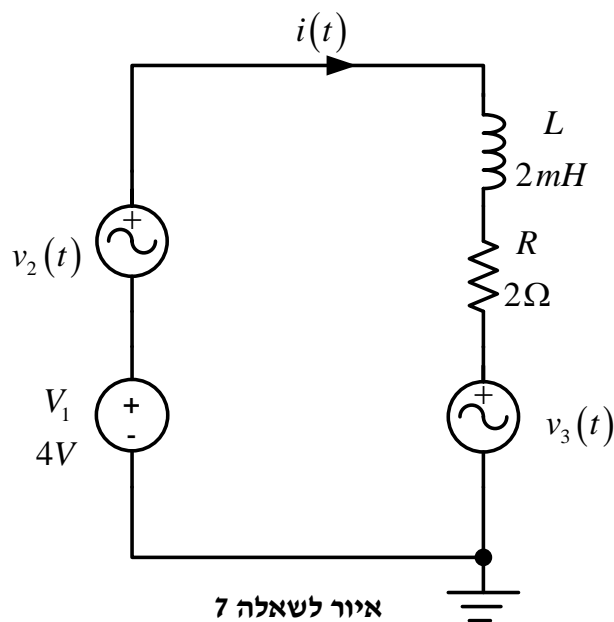
3 נק' ד. ההספק של מקור הזרם הוא  $16\text{W}$ . מהי ההתנגדות של המוליך ממנו עשוי הסליל?

3 נק' ה. על הליבה מלפפים סליל נוסף. מקדם הצימוד בין הסלילים הוא  $k=1$  וההשראות ההדדית בין

הסלילים היא  $10\text{mH}$ . חשבו מהי השראותו של הסליל הנוסף וכמה ליפופים יש לו.

**שאלה 7**

באיור לשאלה 7 מוצג מעגל חשמלי:



אותות המבוא למעגל הם:

$$v_2(t) = 8 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(1000 \cdot t + 60^\circ) \text{ V}$$

$$v_3(t) = 15 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(2000 \cdot t + 170^\circ) \text{ V}$$

(14 נק') א. הציגו ביטוי לזרם  $i(t)$ .

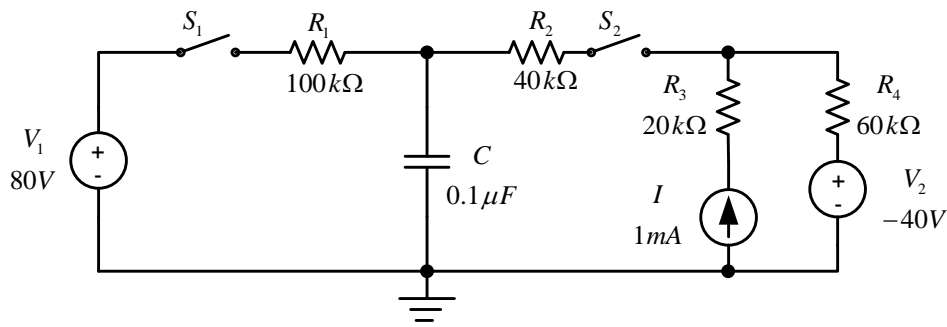
(4 נק') ב. חשבו את הערך היעיל של הזרם  $I_{rms}$ .

(2 נק') ג. כמה הספק ממוצע מתפתח בנגד  $R$ ?



**שאלה 8**

באיור לשאלה 8 מוצג מעגל חשמלי:



**איור לשאלה 8**

בזמן  $t = 0^-$  כל המפסקים פתוחים ואין אנרגיה אגורה במעגל.  
 (10 נק') א. מפסק  $S_2$  נסגר בזמן  $t = 0$ . חשבו את:

1. הזרם התחלתי שעובר דרך הקבל  $I_C(0^+)$ .
2. המתח על הדקי הקבל במצב מתמיד  $V_C(\infty)$ .
3. המטען האגור בקבל במצב מתמיד  $Q_C(\infty)$ .

(10 נק') ב. בתום תופעות המעבר שלאחר סגירת מפסק  $S_2$  המפסק  $S_1$  נסגר. חשבו את:

1. הזרם שעובר דרך הקבל מיד לאחר סגירת המפסק.
2. המתח על הדקי הקבל במצב מתמיד.
3. האנרגיה האגורה בקבל במצב המתמיד.

**בהצלחה!**

© כל הזכויות שמורות למה"ט