



## תורת החשמל

הנדסאי וטכנאי הנדסת חשמל-אלקטרוניקה

הנדסאי וטכנאי הנדסת מכשור ובקרה

הוראות לנבחן:

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח הערכה: בשאלון 8 שאלות. יש לענות על 5 מתוך 8 השאלות, משקל כל שאלה 20 נקודות ובסך הכל 100 נקודות למבחן.

ג. חומר עזר המותר בשימוש: חוברת עזר בתורת החשמל, שבהוצאת מה"ט. מחשבון, למעט מחשב-נישא (מחשב-מחברת או דומה).

**אין (אסור) להעביר את חוברת העזר שבהוצאת מה"ט ומחשבוניו בין הנבחנים**

ד. הוראות נוספות: (1) יש להשאיר את הדף הראשון במחברת הבחינה ריק. בגמר הבחינה יש לרשום בעמוד זה את מספרי השאלות אותן ברצונך שמעריכי הבחינה יבדקו.

(2) יש להתחיל כל תשובה בראש עמוד חדש. יש להתחיל את הפתרון במשפט "פתרון שאלה X". כאשר X הוא מספר השאלה שבשאלון. אין למספר את עמודי מחברת הבחינה.

(3) יש להעביר קו אלכסוני על הדפים או חלקי השאלה אותם אין ברצונך שהמעריך יקרא.

(4) אם לדעתך חסר נתון או קיים נתון שגוי, עליך לציין זאת במפורש ולהניח הנחה סבירה ומנומקת שתאפשר לך להמשיך בפתרון השאלה.

(5) יש לרשום את התשובות בעט שחור או כחול בלבד. אסור להשתמש בנוזל תיקון.

בהצלחה

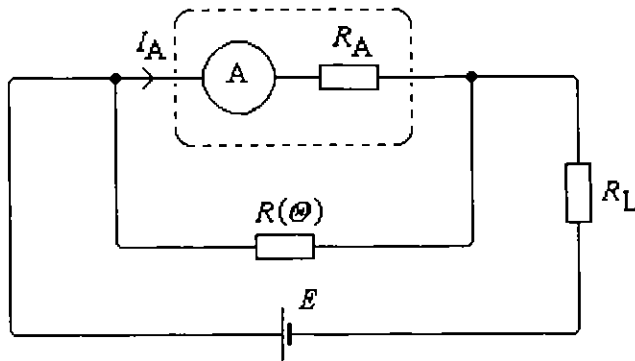
שאלה מספר 1

נגד שהתנגדות שלו תלויה בטמפרטורה  $R(\theta)$ , מחובר במקביל למד-זרם, בעל התנגדות פנימית  $R_A$ . שניהם מחוברים בטור לנגד עומס  $R_L$  ולמקור מתח-ישר  $E$ , כמתואר באיור.

התנגדות נגד העומס:  $R_L = 249 \Omega$ ; התנגדות-פנימית של מד הזרם:  $R_A = 2 \Omega$ ; מתח המקור:  $E = 120 \text{ V}$  זרם-ישר; בטמפרטורה של  $\theta_0 = 30^\circ\text{C}$  התנגדות הנגד  $R_0 = 2 \Omega$ ; מקדם שינוי הטמפרטורה:  $a = 0.08 \text{ } 1/^\circ\text{C}$ ; תלות ההתנגדות בטמפרטורה של הנגד נתונה בביטוי הבא:

$$R(\theta) = R_0(1 + a(\theta - \theta_0))$$

ההתנגדות הפנימית של מקור המתח קטנה מאוד ביחס להתנגדויות האחרות במעגל ולכן היא מוזנחת.



א. ( 5 נקודות )

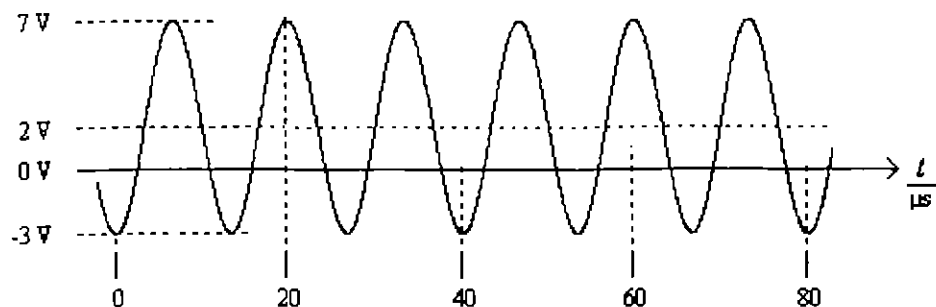
כמה תהיה קריאת מד הזרם בטמפרטורה  $\theta = \theta_0 = 30^\circ\text{C}$ ?

ב. ( 15 נקודות )

כמה תהיה הטמפרטורה בה שרוי הנגד כאשר קריאת מד הזרם  $I_A = 0.4 \text{ A}$ ?

## שאלה מספר 2

באיור מתואר אות מתח.



א. { 2 נקודות }

מאיזה מהאותות המקובלים - ישר-קבוע, סינוסואידלי, שן-משור, משולש, מרובע וכדומה - מורכב האות?

ב. { 4 נקודות }

האם האות מחזורי? אם התשובה "כן", מהו זמן המחזור של האות? אם התשובה "לא", יש לנמק.

ג. { 6 נקודות }

מהו גודלו של הערך הממוצע של אות המתח?

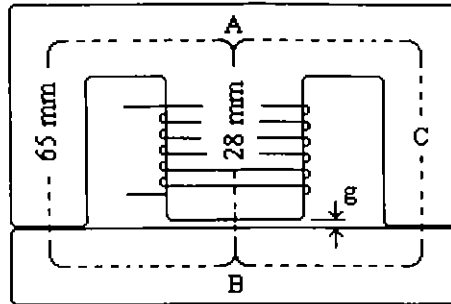
ד. { 8 נקודות }

מהו גודלו של הערך היעיל (אפקטיבי, RMS) של אות המתח?

שאלה מספר 3

משרן בנוי מחומר פרומגנטי, פריט (Ferrite), בעל חדירות יחסית:  $\mu_r = 1700$ , כמתואר באיור. בתחתית העמוד האמצעי יש חריץ אויר שאורכו  $0.25 \text{ mm}$ .

האורך של מסלול השטף המגנטי דרך העמוד האמצעי A-B הוא  $28 \text{ mm}$ , ושטח החתך של המסלול  $430 \text{ mm}^2$ .  
 האורך של מסלול השטף המגנטי דרך העמודים הצדדיים A-C-B הוא  $65 \text{ mm}$ , ושטח החתך של המסלול  $238 \text{ mm}^2$ .  
 בסליל, המותקן על העמוד האמצעי, 35 כריכות והוא עשוי מוליך נחושת מבודד בעל שטח-חתך של  $0.3 \text{ mm}^2$ .



א. { 14 נקודות }

כמה השראות יש למשרן ?

אין להתחשב באורך חריץ האויר בחישוב המאון של העמוד האמצעי.

ב. { 6 נקודות }

צפיפות השטף המגנטי המרבית המותרת בפריט - עמוד אמצעי ועמודים צדדיים - היא  $B_{sat} = 0.3 \text{ T}$ .  
 מהי עצמת הזרם המרבית המותרת בסליל?

#### שאלה מספר 4

- בין שני הדקים, A ו-B, של רשת - המורכבת ממקורות-מתח, מקורות-זרם, התנגדויות, השראויות וקבלים - עשו מספר מדידות, כמפורט להלן:
- 1) באמצעות משקף-תנודות (Oscilloscope) ראו שאות המתח בין שני ההדקים הוא סינוסי בעל תדירות של 1500 Hz.
  - 2) באמצעות מד-מתח-חילופים מתאים, בין שני ההדקים מדדו מתח של 57 V.
  - 3) לשני ההדקים חיברו עומס בעל התנגדות והיגב הניתנים לשינוי. החיבור נעשה דרך מד-הספק. שינו את העומס בתחום רחב של התנגדויות והיגבים, בעלי אופי השראי וקיבולי. כאשר עכבת העומס הייתה  $Z_L = (19.2 + j23.5) \Omega$  קריאת מד ההספק הייתה מרבית.

א. { 8 נקודות }

על סמך מדידות אלו, מהו הגדלים - מתח, התנגדות, השראות או קיבוליות - המגדירים את המעגל השקול לפי תבנית (Thevenin) של הרשת?

ב. { 8 נקודות }

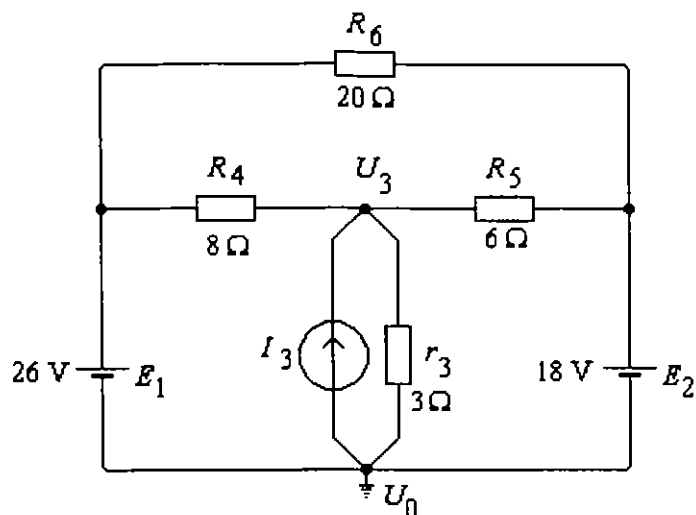
כמה הספק  $P$  (W), כמה הספק-היגבי  $Q$  (Var) וכמה הספק-נדמה  $S$  (VA) צרך העומס כאשר קריאת מד ההספק הייתה מרבית?

ג. { 4 נקודות }

מהו גורם ההספק של העומס במצב של הספק מרבי?

Given an electric direct-current circuit, as shown in the figure.

$$E_1 = 26 \text{ V} \quad E_2 = 18 \text{ V} \quad r_3 = 3 \Omega \quad R_4 = 8 \Omega \quad R_5 = 6 \Omega \quad R_6 = 20 \Omega$$



a. {14 point}

How much should be the magnitude of the source current  $I_3$  (A) such that the voltage difference  $U_3 - U_0$  will be 16 V?

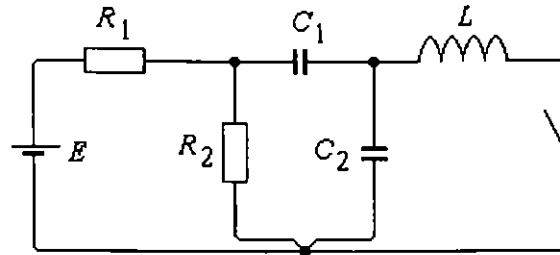
b. {6 point}

How much power is consumed by resistor  $R_6$ ?

### שאלה מספר 6

שני קבלים, סליל, שתי התנגדויות ומתג (switch), מחוברים למקור מתח-ישר במעגל המתואר באיור.

$$E = 24 \text{ V} \quad R_1 = 100 \ \Omega \quad R_2 = 500 \ \Omega \quad C_1 = 10 \ \mu\text{F} \quad C_2 = 15 \ \mu\text{F} \quad L = 20 \text{ mH}$$



א. { 10 נקודות }

כמה אנרגיה אגורה בכל אחד מהקבלים ובסליל, זמן רב לאחר שהמתג הפסיק את הזרם בסליל: המתג נמצא במצב מופסק (off).

ב. { 5 נקודות }

מחברים את הסליל למעגל: מעבירים את המתג למצב מחובר (on). מהו גודל המתח השורר בין הדקי כל אחד מהקבלים, לאחר זמן רב ?

ג. { 5 נקודות }

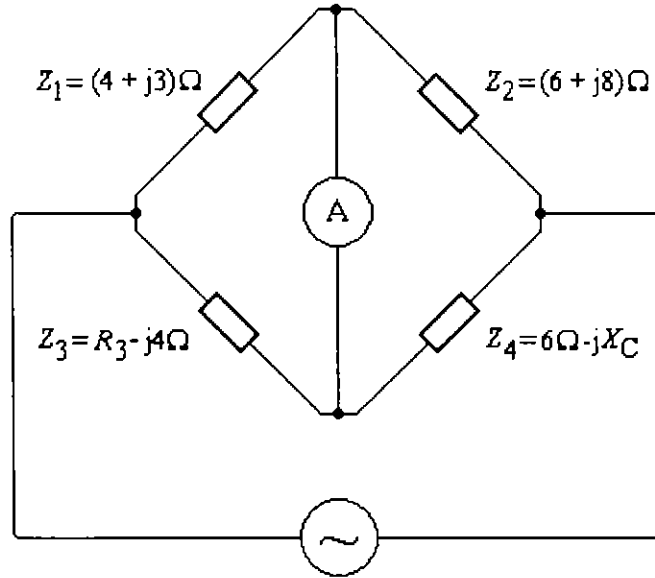
כמה אנרגיה אגורה בסליל ובכל אחד מהקבלים, לאחר שתופעת המעבר, בעקבות חיבור הסליל, הסתיימה.

שאלה מספר 7

המעגל שבאיור מורכב מארבע עכבות, המחוברות בגשר, מד-זרם ומקור מתח-חילופים הפועל בתדירות קבועה.

לשתי עכבות,  $Z_1$  ו- $Z_2$ , ערך קבוע. בעכבה  $Z_3$  ניתן לשנות את ההתנגדות  $R_3$ . בעכבה  $Z_4$  ניתן לשנות את ההיגב הקיבולי  $X_C$ .

$$Z_1 = (4 + j3) \Omega \quad Z_2 = (6 + j8) \Omega \quad X_3 = -4 \Omega \quad R_4 = 6 \Omega$$



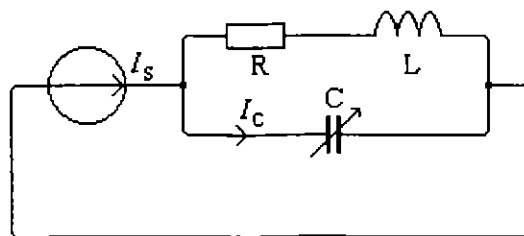
א. ( 20 נקודות )

עבור אלו ערכים של התנגדות  $R_3$  והיגב קיבולי  $X_C$ , הגשר יהיה מאוזן? (לא יזרום זרם דרך מד הזרם).

שאלה מספר 8

באיור מתואר מעגל חשמלי בעל מקור זרם-חילופים המפיק זרם של 7 A בתדירות של 150 Hz.

גודל ההשראות במעגל  $35 \mu\text{H}$  וגודל ההתנגדות  $2.6 \text{ m}\Omega$ . גודל הקבל ניתן לשינוי לכל ערך רצוי.



א. ( 14 נקודות )

איזה גודל קבל  $C$ , ביחידות של F, דרוש על מנת שהמעגל יהיה בתהודה?

ב. ( 6 נקודות )

מה יהיה גודלו של הזרם בקבל כאשר המעגל נמצא בתהודה?

**בהצלחה**