



## תורת החשמל

הנדסאי וטכנאי הנדסת חשמל-אלקטרוניקה

הנדסאי וטכנאי הנדסת מיכשור 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 חדף 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.

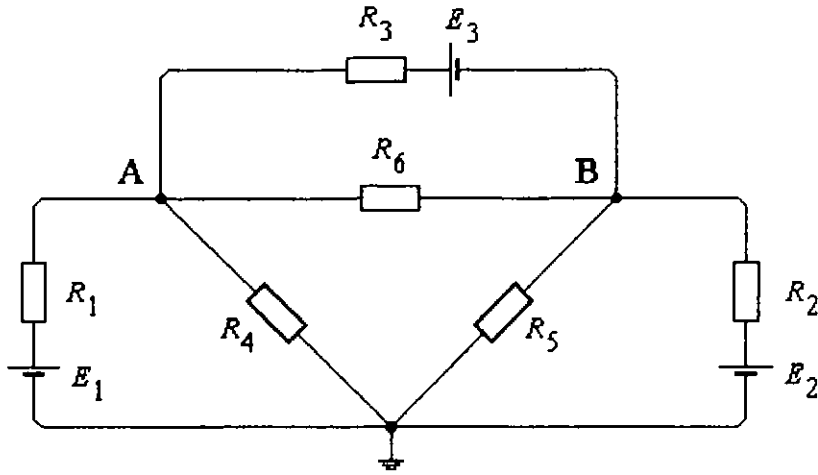
(5) יש לרשום את התשובות בעט שחור או כחול בלבד. אסור להשתמש בנוזל תיקון.

(6) יש לרשום את התשובות לפי הוראות תקן ישראלי 1000 – המערכת הבין-לאומית (מב"ל) של יחידות.

ב ה צ ל ח ה

שאלה מספר 1

באיור נתון מעגל חשמלי, הכולל מקורות מתח בורם-ישר והתנגדויות.



$$E_1 = 28 \text{ V} \quad E_2 = 15 \text{ V} \quad E_3 = 12 \text{ V}$$

$$R_1 = 1 \ \Omega \quad R_2 = 1.5 \ \Omega \quad R_3 = 2 \ \Omega$$

$$R_4 = 20 \ \Omega \quad R_5 = 25 \ \Omega \quad R_6 = 40 \ \Omega$$

א. {4 נקודות}

כמה משוואות קירכחוף, זרמים ומתחים, דרושות על מנת לחשב ישירות את הזרם בכל אחת מהתנגדויות שבמעגל?

כמה משוואות זרמי חוגים יש לנסח?  
כמה משוואות מתחי צמתים יש לנסח?

ב. {12 נקודות}

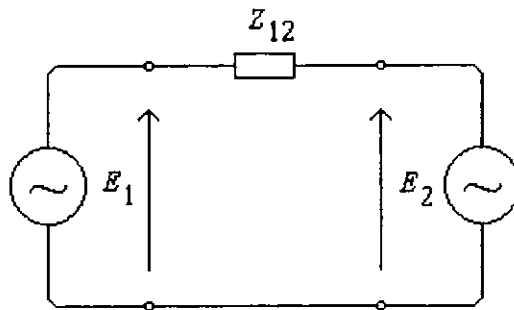
מהו המתח של צומת A ושל צומת B (ביחס לצומת הייחוס)?

ג. {4 נקודות}

מקור המתח  $E_3$  הוא מצבר (סוללה נטענת). האם המצבר נטען או נפרק? נמק את תשובתך בחישוב מתאים.

שאלה מספר 2

שני מקורות מתח חד-מופעיים בורם חילופים ועכבה מחוברים ביניהם כמתואר באיור.



$$E_1 = 38 \text{ V } \angle 0^\circ \quad E_2 = 38 \text{ V } \angle 10^\circ \quad f = 400 \text{ Hz}$$

$$Z_{12} = (6 + j8) \Omega$$

א. {6 נקודות}

מהו הזרם בעכבה  $Z_{12}$ ? את התשובה יש לתת בצורה פולרית ובצורה קרטזית.

ב. {10 נקודות}

מהם ההספקים – יעיל,  $P$ , עיוור,  $Q$ , ונדמה,  $S$  – שמספק מקור המתח  $E_1$ ?

ג. {4 נקודות}

מהו הרכיב החשמלי ומה גודלו שיש לחבר בטור לעכבה  $Z$  על מנת שהזרם דרך העכבה יהיה מרבי (מקסימום)?

שאלה מספר 3

The inductance and the resistance of a coil are 0.2 H and 1.3  $\Omega$ , respectively. The electric current in the coil changes linearly from 0 A to 2.5 A in 50 ms.

a. {10 points}

Calculate the induced voltage across the inductance, during the electric current change.

b. {10 points}

Calculate the voltage across the coil's terminals, when the current reaches 2.5 A.

### שאלה מספר 4

באיור מתואר תרשים עקרוני של שני סלילים המותקנים על ליבת (גרעין) חומר פרומגנטי. לגרעין הנתונים הבאים: אורך ממוצע (לא כולל את חריץ האויר):  $25\text{ cm}$ ; שטח חתך:  $4\text{ cm}^2$ ; אורך חריץ האויר:  $2\text{ mm}$ ; וחלחלות (פרמיאביליות) יחסית:  $3250$ .

הכיוון של הזרם בכל אחד מהסלילים הוא כמצוין באיור. כינויי הסלילים הוא ככינויי הזרמים.

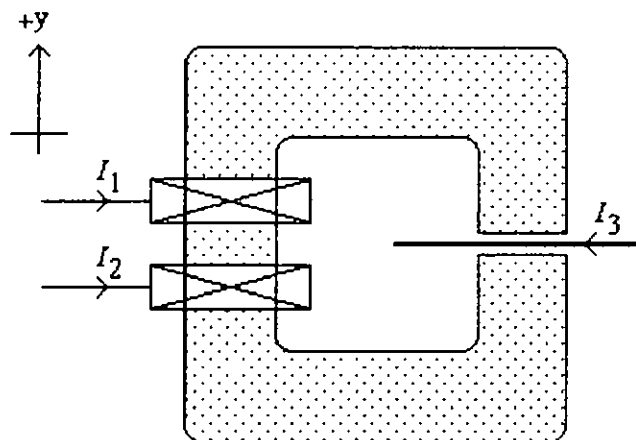
בסליל 1 יש  $230$  כריכות, ההתנגדות שלו  $13.5\ \Omega$  והוא מחובר למקור מתח ישר של  $9\text{ V}$ .

בסליל 2 יש  $180$  כריכות, הוא בנוי ממוליך נחושת שאורכו  $30\text{ m}$  ששטח החתך שלו  $0.15\text{ mm}^2$ . סליל זה מחובר

למקור מתח ישר של  $1.5\text{ V}$ . (ההתנגדות הסגולית של נחושת:  $\rho = 0.0175\frac{\Omega\text{mm}^2}{\text{m}}$ )

השטף שמקורו בזרם  $I_1$  שוטף, בעמוד עליו מותקן הסליל, בכיוון החיובי של ציר  $y$ .

השטף שמקורו בזרם  $I_2$  שוטף בכיוון ההפוך לשטף שמקורו  $I_1$ .



א. {6 נקודות}

מחו שיעור הזרמים בכל אחד מהסלילים?

ב. {6 נקודות}

מהו הגודל והכיוון של השטף המגנטי בחריץ האויר?

ג. {6 נקודות}

כמה השראות יש לסליל מספר 1?

ד. {2 נקודות}

לתוך חריץ האויר הכניסו מוליך נושא זרם  $I_3$ , כמוראה באיור. המוליך נמצא במישור הדי. מה יחיה כיוון הכח שיפעל על המוליך?

שאלה מספר 5

מקור מתח קבוע בתדר של 1 MHz פועל על משרן, (התנגדות המחוברת בטור להשראות), המחובר בטור עם קבל משתנה. הזרם מגיע לשיאו כאשר ערך הקבל 5 nF וקטן עד החצי כאשר הקיבול 6 nF.

א. {4 נקודות}

שרטט את המעגל החשמלי המתואר בשאלה.

ב. {10 נקודות}

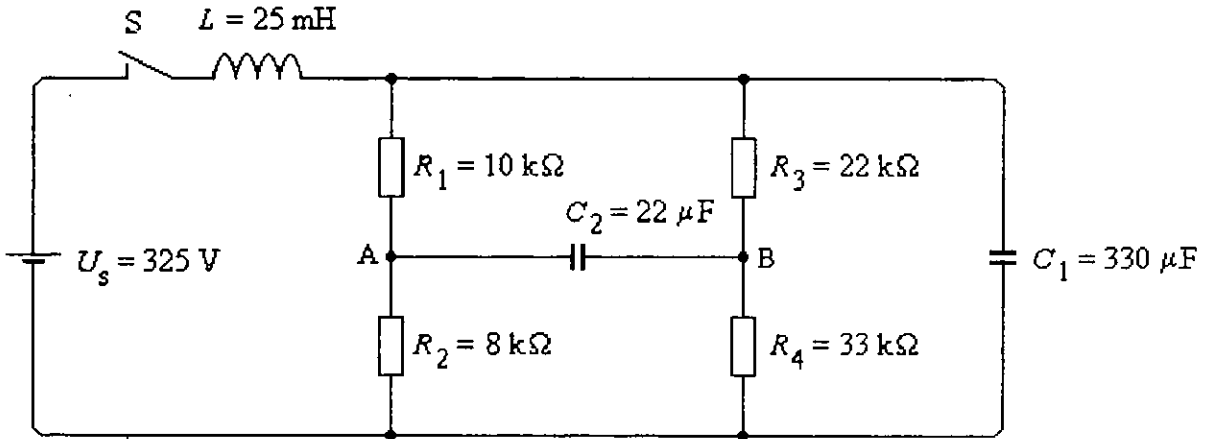
חשב את גודל ההתנגדות וההשראות של המשרן.

ג. {6 נקודות}

חשב את מקדם הטיב של המעגל.

שאלה מספר 6

באיור מתואר מעגל חשמלי הכולל מקור מתח ישר, מפסק, השראות, קבלים והתנגדויות.



א. {10 נקודות}

חשב את כמות המטען בכל אחד מהקבלים, זמן רב לאחר סגירת המפסק S.

ב. {5 נקודות}

חשב את כמות האנרגיה האגורה בכל אחד מהקבלים, זמן רב לאחר סגירת המפסק S.

ג. {5 נקודות}

חשב את כמות האנרגיה האגורה בסליל, זמן רב לאחר סגירת המפסק?

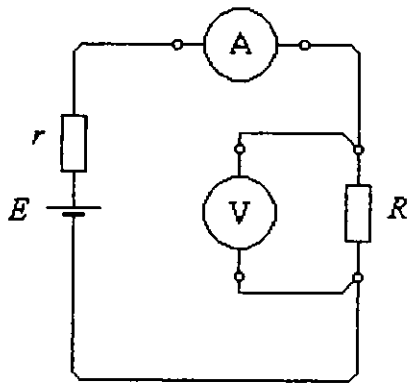
שאלה מספר 7

באיור מתוארות שתי צורות חיבור של מעגל המשמש למדידה עקיפה של התנגדות.

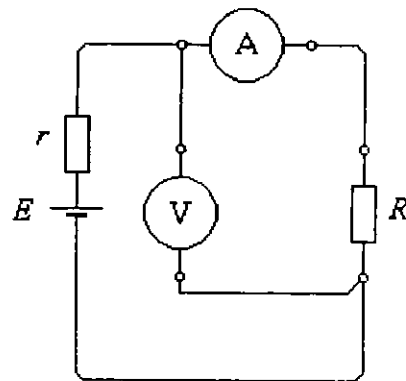
מתח המקור  $E = 20 \text{ V}$  והתנגדותו הפנימית  $r = 0.5 \Omega$ .

ההתנגדות הפנימית של מד הזרם  $R_A = 0.2 \Omega$  וההתנגדות הפנימית של מד המתח  $R_V = 50 \text{ k}\Omega$ .  
 שים לב! ההתנגדויות הפנימיות של מכשירי המדידה אינן מוראות בתרשימים, אבל הן קיימות במעגל ועליך להתחשב בהן.

כדי להשוות בין השיטות חיברו נגד שהתנגדותו של ידועה בדיוק מאוד גבוה וערכה  $R = 80 \Omega$ .



(A)



(B)

א. {8 נקודות}

מה תהיה קריאת מד הזרם ומד המתח בשיטת חיבור (A)? מה תהיה תוצאת חישוב ההתנגדות בשיטה זאת? (קריאת מד המתח לחלק לקריאת מד הזרם).

ב. {8 נקודות}

מה תהיה קריאת מד הזרם ומד המתח בשיטת חיבור (B)? מה תהיה תוצאת חישוב ההתנגדות בשיטה זאת? (קריאת מד המתח לחלק לקריאת מד הזרם).

ג. {4 נקודות}

על סמך ידיעת הערך של ההתנגדות  $R$ , מה תהיה השגיאה היחסית של המדידה בכל אחת מהשיטות:

$$e_{\%} = 100 \frac{R - R_x}{R}$$

כאשר,

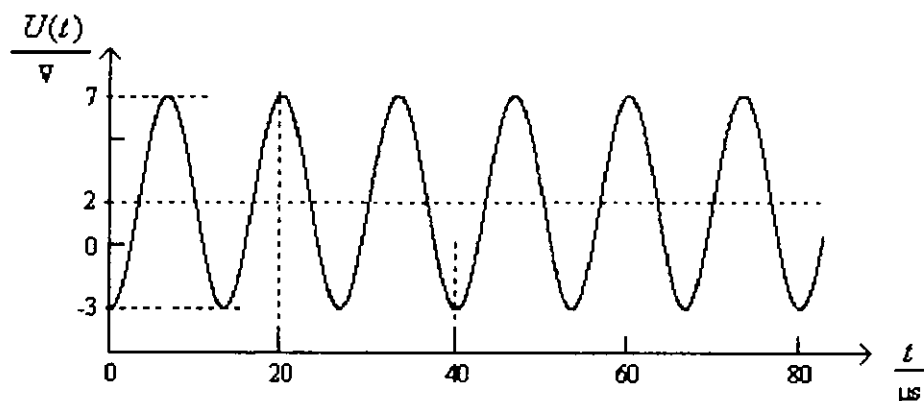
$e_{\%}$  השגיאה היחסית באחוזים;

$R$  הערך הידוע של ההתנגדות;

$R_x$  הערך המחושב של ההתנגדות, קריאת מד המתח לחלק בקריאת מד הזרם.

שאלה מספר 8

באיור מתואר אות מתח שהתלת שלו בזמן נתונה בביטוי הבא:  $U(t) = A + B \sin(\omega t - \phi)$



א. {2 נקודות}

חשב את זמן המחזור של האות, את התדירות שלו.

ב. {6 נקודות}

חשב את כל הפרמטרים  $(A, B, \omega, \phi)$  המתארים אותו במשוואה לעיל.

ג. {6 נקודות}

חשב את הערך הממוצע של אות המתח.

ד. {6 נקודות}

חשב את הערך היעיל (RMS) של אות המתח.

ב ה צ ל ח ה !