

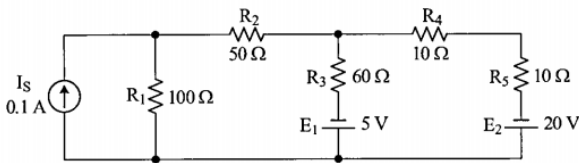
## תוכן העניינים:

2	תורת החשמל.....
2	בחינות מה"ט משנים קודמות.....
2	קיץ 2017 מועד ב.....
5	קיץ 2017 מועד א.....
7	קיץ 2016.....
10	חורף 2016.....
13	קיץ 2015.....
16	קיץ 2014.....
19	קיץ 2012.....
23	אביב 2012.....
27	אביב 2011.....
30	קיץ 2010.....

# תורת החשמל

## בחינות מה"ט משנים קודמות

### קיץ 2017 מועד ב

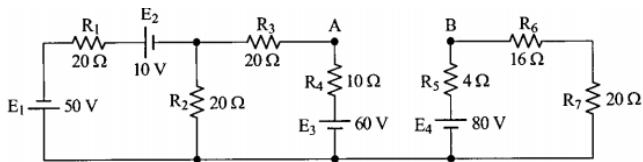


1) באיור לשאלה 1, מתואר מעגל חשמלי.

א. המר את מקור הזרם שבמעגל למקור מתח מתאים.

ב. חשב את ההספק המתפתח על  $R_3$ .

ג. חשב את ההספק הכולל המסופק למעגל.



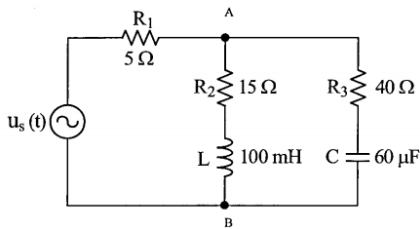
2) באיור לשאלה 2, מתואר מעגל חשמלי.

א. שרטט מעגל שקול תבנין המשתקף בין ההדקים A ו-B.

ב. חשב את ערכו של נגד עומס,  $R_L$ ,

שיש לחבר בין הנקודות A ו-B כך שיתפתח עליו הספק מקסימלי?

ג. חשב את ההספק שיתפתח על נגד העומס,  $R_L$ , שחישבת בסעיף קודם.



3) באיור לשאלה 3, מתואר מעגל חשמלי הפועל בזרם חילופין.

מתח המקור נתון על ידי הביטוי:  $u_s(t) = 100\sqrt{2} \cdot \sin(314t) \text{ V}$

א. חשב את ההיגב הקיבולי, את ההיגב ההשראתי

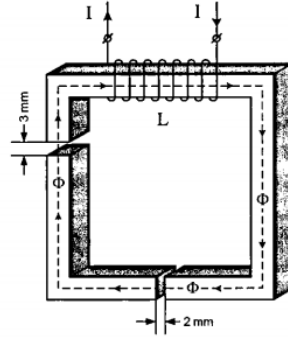
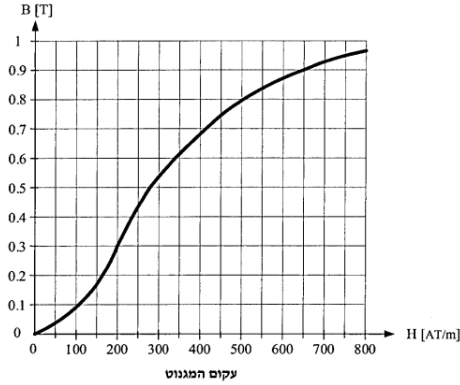
ואת העכבה הכוללת של המעגל.

ב. חשב את המתח בין ההדקים AB.

ג. חשב את ההספק המתפתח על הנגד  $R_1$ .

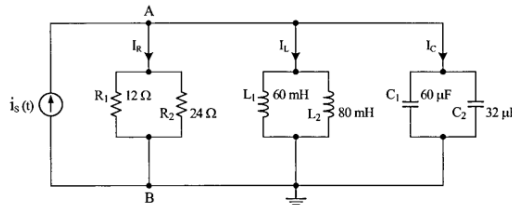
ד. חשב את ערכו של זרם של נגד  $R_2$ .

- 4) באיור לשאלה 4 מתואר מעגל מגנטי, שהשטף המגנטי בו הוא  $\phi = 20 \mu Wb$ . המעגל בנוי מליבה ריבועית בעלת אורך ממוצע כולל של  $100mm$  העשויה מחומר פרו מגנטי, שיש בו 2 חריצי אויר. החתך של הליבה הוא ריבועי ואורך כל צלע  $5mm$ , ומלופף עליו סליל עם 300 כריכות. עקום המגנטו של החומר הפרו מגנטי מצורף גם הוא.

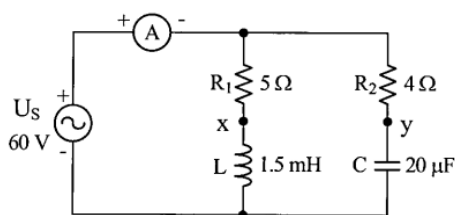


- חשב את גודל השדה המגנטי.
- חשב את עוצמת הזרם בסליל.
- חשב את המיאון המגנטי של כל אחד מרכיבי המעגל והכללי.

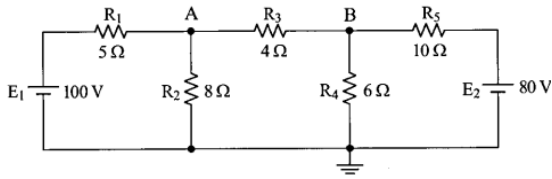
- 5) באיור לשאלה, מתואר מעגל חשמלי הפועל בזרם חילופין. מקור הזרם  $i_s(t) = \sqrt{2} \cdot 5 \sin(314t) A$ , נתון על ידי הביטוי:



- חשב את ההתנגדות השקולה  $R$ , את הקיבול השקול  $C$ , ואת ההשראות השקולה  $L$ .
- חשב את המתח בין הנקודות A ו-B במעגל,  $u_{AB}$  (רשום את תשובתך בהצגה מרוכבת).
- חשב את הזרמים  $I_C$ ,  $I_L$ ,  $I_R$  (רשום את תשובתך בהצגה מרוכבת).
- סרטט דיאגרמה פאזורית של הזרמים  $I_C$ ,  $I_L$ ,  $I_R$ ,  $I$  והמתח  $u_{AB}$ .



- 6) באיור לשאלה 6, מתואר מעגל חשמלי הפועל בזרם חילופין. נתון כי המעגל נמצא במצב תהודה. א. חשב את תדר התהודה של המעגל. ב. מהי קריאת מד הזרם? ג. מהו המתח בין ההדקים  $xy$ ?



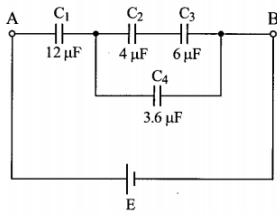
7) באיור לשאלה, מתואר מעגל חשמלי. פתור את התרגיל הבא בשיטת מתחי צמתים:

א. חשב את המתח בין הנקודות A ו-B

במעגל,  $u_{AB}$ .

ב. חשב את הזרם דרך הנגד  $R_4$ .

ג. חשב את הספק מקור מתח  $E_1$ .



8) באיור לשאלה, מתואר מעגל חשמלי הכולל חיבור קבלים

למקור מתח ישר בין ההדקים A ו-B.

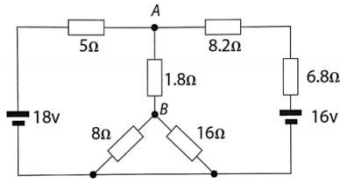
נתון כי המטען האגור בקבל  $C_3$  הוא  $10\mu c$ .

א. חשב את הקיבול השקול בין ההדקים AB.

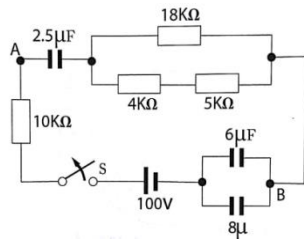
ב. חשב את המטען הכללי.

ג. חשב את ערכו של מקור המתח,  $E$ .

קיץ 2017 מועד א

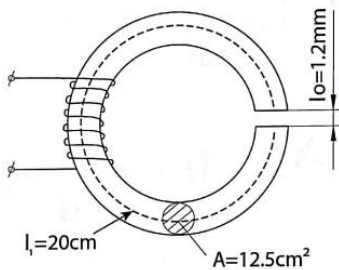


- 1) נתון מעגל חשמלי הפועל עם שני מקורות של מתח ישר כמתואר בסכמה שבציור:  
א. חשב את המתח בין A ו-B.  
ב. מהו ההספק הכולל שנצרך מהמעגל?



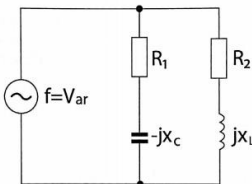
- 2) נתון מעגל, המחובר לנגדים ולקבלים, בסכמה שבשרטוט. למעגל הערכי מעבר עם סגירת המפסק S, קבע את הערכים הבאים:  
א. הזרם מיד ברגע  $t = 0^+$  עם סגירת המפסק S.  
ב. הזרם זמן רב אחרי סגירת המפסק S,  $t = \infty$ .  
ג. קבוע זמן הטעינה של המעגל  $\tau$ .

- 3) נתונה ליבה של מעגל מגנטי עליה מלופף סליל שיחובר למקור מתח. המעגל המגנטי הנתון, החתך שלו עגול ושטח החתך שלו 12.5 סמ"ר. על גבי הליבה מרווח האוויר של המעגל המגנטי שנתון בסכמה שבציור, ודרוש להעביר שטף מגנטי של  $800 \mu Wb$ .



- א. מהו המיאון של רווח האוויר שאורכו 1.2 מ"מ?  
ב. חשב את הכמ"מ שיש לפתח בסליל העירור על מנת לפתח את השטף המגנטי הנדרש במרווח האוויר (הנח חלחולת יחסית 100).  
ג. הסבר מדוע ליבות של אלקטרומגנטים מורכבות מלוחות דקים מהודקים ומבודדים של חומר פרומגנטי ולא מליבה מחומר מלא.

- 4) במעגל הנתון בסרטוט שבציור תדירות מתח המקור ניתנת לשינוי.  
 $R_2 = 60\Omega, R_1 = 30\Omega, L = 0.2H, C = 15\mu F$



- א. רשום ביטוי מתמטי לתנאי התהודה של המעגל.  
ב. חשב את תדר התהודה.  
ג. קבע את ערך העכבה הנראית על ידי המקור במצב תהודה של המעגל.

5) שלושה מקורות של מתח חילופין המאפיינים אות שהתקבל כתוצאה מבחירה של מרכיבים סינוסואידליים המרכיבים אות כדלקמן:

$$u_1(t) = 7.5 \sin 1000t \text{ [v]}, u_2(t) = 5 \sin 600t \text{ [v]}, u_3(t) = 3 \sin 300t \text{ [v]}$$

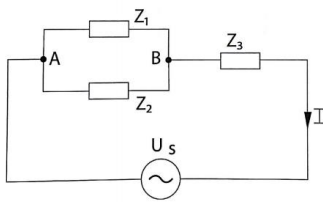
א. חשב את ערך האות הרגעי של המתח המשולב כעבור  $t_1 = 0.2 \text{ ms}$ .

ב. מה יהיה הזרם ברגע  $t_1$  המופעל על נגד בן  $50 \Omega$ ?

6) במעגל הנתון בסכמה שבשרטוט ידוע שמתח המקור הוא  $u_s(t) = 100 \sin \omega t \text{ [v]}$ ,

המתח בין הנקודות A ל B הוא  $u_{AB}(t) = 60 \sin(\omega t + 60^\circ) \text{ [v]}$ .

נתון שהזרם הכולל במעגל מפגר אחרי מתח המקור ב-  $20^\circ$ .



א. קבע את אופי המעגל (השארתי או קיבולי).

ב. חשב את המתח על פני העכבה  $Z_3$ .

ג. סרטט את התרשים הפאזורי של

המתחים במעגל ביחס לזרם המעגל.

7) נתון המעגל שבשרטוט, ערכי ההתנגדויות והעכבות נתונים באומים.

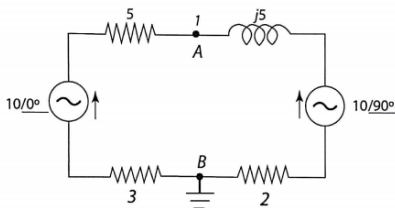
הצומת B היא נקודת ייחוס המחוברת לאדמה.

א. חשב את מתח הצומת  $V_{AB}$  בין הנקודות A ו-B.

ב. חשב את הזרם הזורם בעכבה  $Z_{AB} = (4.5 - j3) \Omega$ ,

שתחובר בין הדקי הצומת.

ג. חשב את הזווית שבין המתח לזרם בענף AB.



8) למערכת תלת פאזית RST (או ABC), בעלת שלושה מוליכים ומתח בין

הפאזות של  $240 \text{ v}$ , מחברים שני עומסים סימטריים.

עומס אחד מחובר במשולש ועומס אחד בחיבור כוכב.

העומס שמחובר במשולש בעל עכבות זהות של  $12 \angle 30^\circ \Omega$

והעומס שמחובר בכוכב הוא שלוש עכבות זהות  $5 \angle 45^\circ \Omega$ .

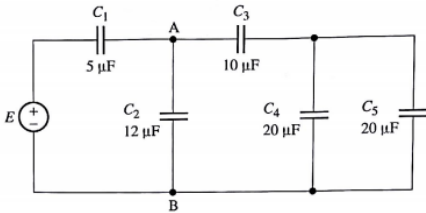
א. חשב את הזרם בכל פאזה של כל צרכן המחובר בכוכב.

ב. חשב את הזרם בכל פאזה של כל צרכן המחובר במשולש.

ג. חשב את הזרם בקו האספקה של שני הצרכנים.

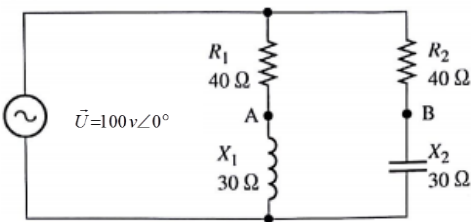
## ק"ץ 2016

1) באיור שלפניך מתואר מערך של חמישה קבלים ומקור מתח.



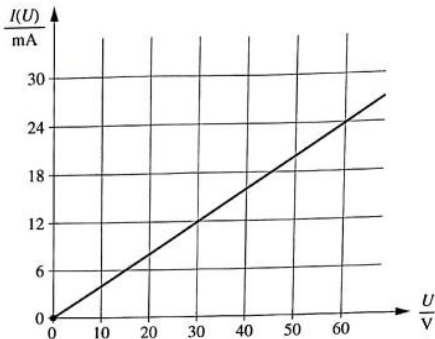
- המתח בין הנקודות A ו-B הוא  $50\text{V}$ .
- מה המתח שבין הדקי הקבל  $C_3$  ומה כמות המטען שבו?
  - מה גודל מתח המקור?
  - כמה אנרגיה אגורה במערך הקבלים?

2) באיור שלפניך מתואר מעגל חשמלי שבו

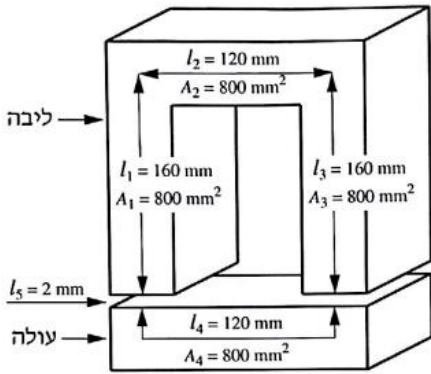


- מחוברים ארבעה רכיבים למקור מתח חילופין.
- על פי משפט תבנין: מהם ערכי מתח המקור והעכבה שבין הנקודות A ו-B של ענף השקול למעגל הנתון?
  - בין הנקודות A ו-B חובר נגד שערכו  $40\Omega$ . מהו ההספק בנגד?

3) ענה על הסעיפים הבאים:

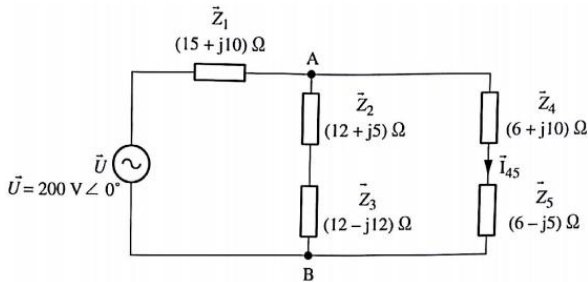


- באיור שלפניך נתון גרף המתאר את תלות הזרם דרך נגד במתח שבין הדקיו. מה התנגדות הנגד? חיברו את הנגד הזה למקור מתח חילופין:  $e(t) = \sqrt{2} \cdot 25 \cdot \sin(1000t)\text{V}$ . מה הביטוי של אות הזרם שבנגד כתלות בזמן? חיברו משרן בטור לנגד. השראות המשרן  $0.25\text{H}$  והתנגדותו זניחה. מה הביטוי של אות הזרם שבנגד כתלות בזמן?
- מהו קיבול הקבל שיש לחבר בטור לענף שבו הנגד והמשרן, כדי שהמעגל יהיה בתהודה?



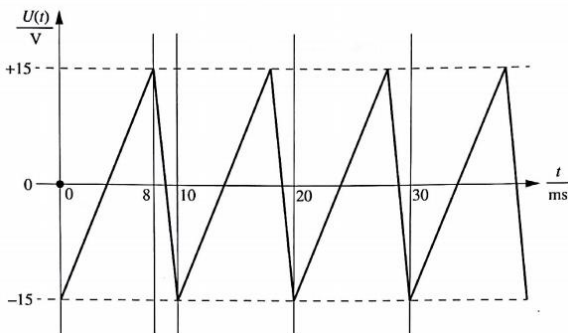
- 4 באיור שלפניך מתואר המבנה של אלקטרומגנט. על אחד העמודים (של הליבה) מותקן סליל (שאינו מופיע באיור) בעל 2000 כריכות. החומר הפרומגנטי שממנו עשויה הליבה בעל חדירות יחסית של  $\mu_r = 2500$ . החומר הפרומגנטי שממנו עשויה העולה (yoke) בעל חדירות יחסית של  $\mu_r = 500$ .

- כמה מיאון יש למעגל המגנטי הנתון?
- מה השראות האלקטרומגנט?
- מה סוג הזרם הדרוש (ישר, חילופין או אחר) ומה עוצמתו, כדי שבמרווחי האוויר תשרור צפיפות שטף קבועה של  $1.5T$ ?
- כמה אנרגיה אגורה בסליל, כאשר זרם דרכו הזרם שחושב בסעיף ג'?



- 5 באיור שלפניך מתואר מעגל חשמלי בעל מקור מתח חילופין אחד וחמש עכבות.

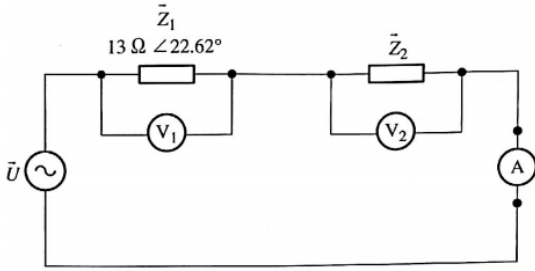
- מהם הגודל וזווית המופע של העכבה השקולה לארבע העכבות  $\vec{Z}_2, \vec{Z}_3, \vec{Z}_4, \vec{Z}_5$  יחד, בין ההדקים A ו-B?
- מהו הזרם המרוכב במקור המתח?
- מה הגודל של הזרם  $\vec{I}_{45}$ , ומה זווית המופע שלו ביחס למתח המקור?
- כמה הוא ההספק המורכב במקור המתח, וכמה הוא ההספק הממשי (הפעיל)?



- 6 הגרף שבאיור הוא אות מתח שנצפה בין הדקי נגד עומס שערכו  $50\Omega$ .

- מהו תדר האות המתואר באיור?
- מהו הערך המרבי של אות הזרם הזורם בנגד?
- מהו הערך הממוצע של אות הזרם הזורם בנגד?
- מהו ממוצע הספק החום המתפתח בנגד?





- (7) באיור שלפניך מתואר מעגל המכיל מקור מתח חילופין, שני עכבות, שני מדי מתח ומד זרם. הוריית מד המתח  $V_1$  היא  $65v$ . (זווית ייחוס המתח  $0^\circ$ ). הוריית מד המתח  $V_2$  היא  $85v$ .

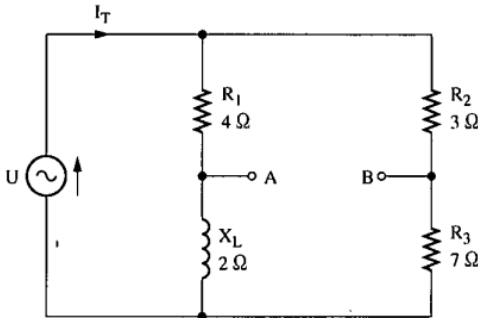
מתח זה מפגר אחר המתח הנמדד על ידי מד המתח  $V_1$  ב-  $84.55^\circ$ .

- מהי הוריית מד הזרם, ומהי זווית המופע של אותו זרם?
- מהו הערך המרוכב  $(a + jb)$  של העכבה  $\vec{Z}_2$ ?
- מהו הערך המרוכב  $(a + jb)$  של המתח  $\vec{U}$ ?
- מהו ההספק המרוכב  $(P_s + jQ_s)$  של מקור המתח?

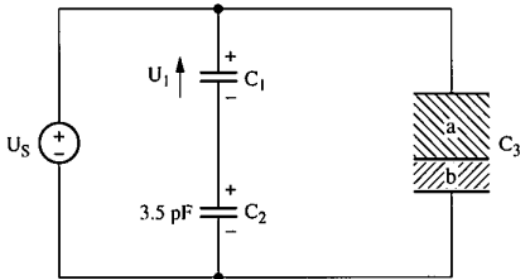
- (8) עומס של מפעל תעשייתי הניזון מרשת חד מופעית של  $50Hz$ ,  $231v$  כולל הצרכנים הבאים:

- צרכן מס' 1 בהספק נדמה  $10kVA$  ובגורם הספק  $0.8$  השראי.
- צרכן מס' 2 בהספק  $5kw$  ובגורם הספק  $0.7$  השראי.
- צרכן מס' 3 בהספק  $8kw$  ובגורם הספק  $0.6$  השראי.

- מה הגודל של שלושת מרכיבי ההספק (ממשי, היגבי ונדמה) שצורך המפעל כאשר כל הצרכנים פועלים? סרטט משולש הספקים, וציין עליו את שלושת ההספקים והזווית שבין ההספק הנדמה לבין ההספק הפעיל.
- כמה הספק היגבי קיבולי יש להוסיף כדי שהזווית שבין ההספק הנדמה לבין הפעיל תהיה שווה  $20^\circ$ ?
- מה קיבול הקבל הדרוש?



- (1) באיור לשאלה 1 נתון סרטוט של מעגל חשמלי. המתח היעיל בין נקודות A ו-B הוא  $40V$ .  
 א. חשב את הערך היעיל של מתח המקור  $U$ .  
 ב. חשב את הערך היעיל של הזרם  $I_T$ .

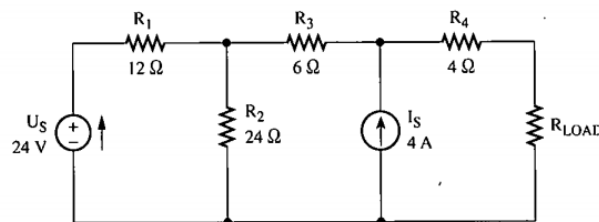


- (2) באיור לשאלה 2 מתוארת מערכת המורכבת מקבלי לוחות.

שטח הלוחות של הקבל  $C_1$  הוא  $A_1 = 150cm^2$ , עובי החומר הדיאלקטרי בין לוחותיו הוא  $d_1 = 50mm$  והפרמיטיביות היחסית שלו היא  $1.885$ .  
 בין הדקי הקבל  $C_1$  נמדד מתח  $U_1 = 140V$ .  
 הקבל  $C_3$  הינו קבל דו שכבתי שקיבולו הכולל הוא  $C_3 = 2.5pF$ .

- הפרמיטיביות היחסית של השכבה  $a$  היא  $2$ , ושל השכבה  $b$  היא  $3$ .  
 העובי של השכבה  $a$  גדול פי שניים מהעובי של השכבה  $b$ .  
 א. חשב את מתח המקור  $U_S$ .  
 ב. חשב את הקיבול השקול של המערכת  $C_T$ .  
 ג. כמה מטען חשמלי ( $Q_T$ ) אגור בשלושת הקבלים יחד?  
 ד. חשב את הקיבול של כל אחת משתי השכבות  $a, b$  בקבל  $C_3$ .

- (3) באיור לשאלה 3, הוא התנגדות העומס החשמלי של המעגל:

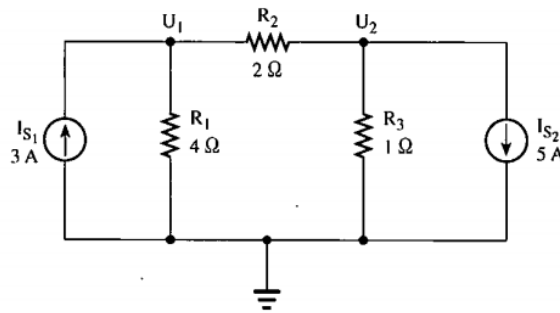


- א. מה התנגדות העומס שעבורה הספק העברת האנרגיה לעומס הוא מרבי?  
 ב. חשב את ההספק המרבי בעומס.  
 ג. מהם ערכי התנגדות העומס שעבורם הספק העומס הוא  $60\%$  ההספק המרבי?  
 ציין שני ערכים אפשריים.

- 4) לרשותך 72 תאים. הכוח האלקטרו מניע (כא"מ) של כל תא הוא  $E = 3v$ , התנגדותו הפנימית היא  $r = 0.24\Omega$ , וכמות המטען החשמלי שבו היא  $Q = 3.1 Ah$ . מהתאים האלו יש לבנות סוללה של תאים שתזין עומס חשמלי שהתנגדותו  $R = 1.1\Omega$ , כך שהספק העברת האנרגיה לעומס יהיה מרבי.
- מה מספר התאים שיש לחבר בטור וכמה ענפים יש לחבר במקביל?
  - חשב את גודל הזרם בעומס.
  - חשב את הספק העומס ואת הספק מקורות המתח שבסוללה.
  - חשב את נצילות המערכת.
  - כמה זמן תספק הסוללה אנרגיה לעומס? הנח שהכא"מ וההתנגדות הפנימית של כל תא – קבועים.

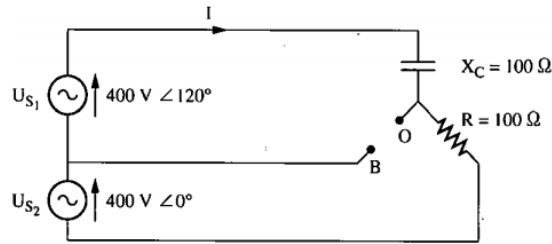
- 5) להלן פונקציית המתח אשר נמדדה על פני הדקיו של נגד שהתנגדותו  $R_{load} = 100\Omega$ :
- $$u(t) = 112v + (20v)\sin(3\omega t) + (15v)\sin(5\omega t)$$
- חשב את הערך היעיל של פונקציית המתח.
  - מה ההספק הפעיל בנגד?
  - מהו הערך הממוצע של פונקציית המתח?
  - מוסיפים אות מתח נוסף סינוסואידלי בתדר  $7\omega$ . מה צריכה להיות התנופה (אמפליטודה) של אות זה על מנת שהערך היעיל של פונקציית המתח הכוללת יהיה  $U_{RMS} = 120v$ ?

- 6) באיור לשאלה מספר 6 נתון סרטוט של מעגל חשמלי.

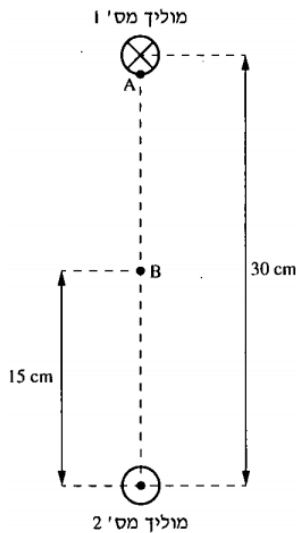


- חשב את המתחים  $U_1$ ,  $U_2$  (יחסית לארקה).
- חשב את ההספק בכל אחד מהנגדים שבמעגל:  $P_{R1}$ ,  $P_{R2}$ ,  $P_{R3}$ .
- חשב את ערכו של  $I_{S2}$  (גודל וכיוון), הדרוש לאיפוס הזרם בנגד  $R_2$  ( $I_{R2} = 0A$ ).

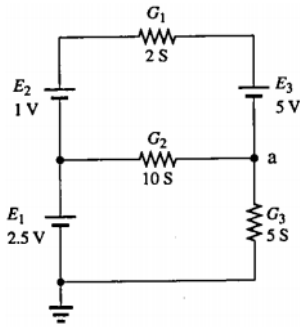
7) באיור לשאלה 7 קיים נתק במעגל (עכבה אין סופית) בין הנקודות O ו-B.



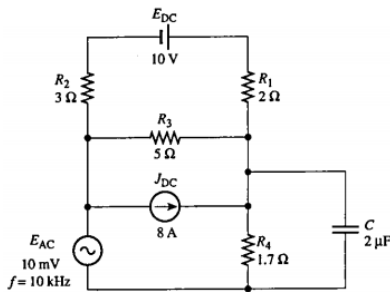
- א. חשב את הזרם המרוכב I.
- ב. חשב את המתח המרוכב  $V_{OB}$ .
- ג. חשב את ההספק המרוכב  $S = P + jQ$  [VA] במקור  $U_{S1}$ .



- 8) באיור לשאלה 8 מתואר החתך של שני מוליכים גליליים מקבילים שאורכם אינסופי, הנמצאים באוויר. בכל אחד מהמוליכים זורם זרם שגודלו 100A. מגמות זרימת הזרם שבמוליכים הפוכות זו לזו. שטח החתך של כל אחד מהמוליכים הוא  $S = 314.16 \text{ mm}^2$ . נוסחת עזר לשטח עיגול:  $S = \pi R^2$ ,  $R$  - רדיוס המוליך.
- א. חשב את עוצמת השדה המגנטי (H) הכולל בנקודה A על פני המעטפת של מוליך מס' 1.
  - ב. חשב את עוצמת השדה המגנטי (H) הכולל בנקודה B.
  - ג. חשב את הכוח ליחידת אורך הפועל על כל אחד מהמוליכים.

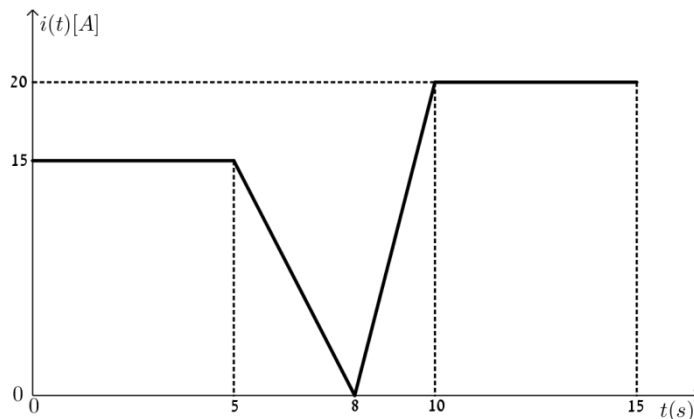


- 1) באיור לשאלה 1 נתון מעגל חשמלי הכולל שלושה מקורות מתח ושלוש מוליכויות. שים לב שהמוליכויות נתונות ביחידות סימנס. א. חשב את מתח הצומת  $a$  באמצעות שיטת מתחי הצמתים. ב. חשב את ההספק של מקור המתח  $E_1$ . ג. חשב את האנרגיה המופקת על ידי המקור  $E_3$  במשך שעת עבודה אחת.

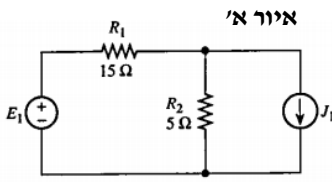


- 2) המעגל הנתון באיור לשאלה 2 כולל מקורות מתח וזרם, נגדים וקבל. א. חשב את המתח הממוצע (רכיב ז"י - DC) על הקבל  $C$ . ב. רשום ביטוי עבור רכיב הז"ח (AC) של המתח על הקבל  $C$ , כפונקציה של הזמן. ג. רשום ביטוי עבור המתח הכולל על הקבל  $C$ , כפונקציה של הזמן.

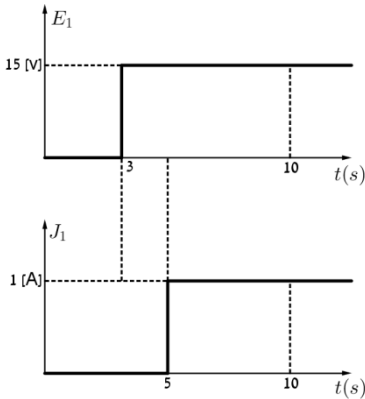
- 3) לגרעין עשוי חומר פרומגנטי שטח  $A_c = 9 \text{ cm}^2$  ומרווח אוויר שאורכו  $g$ . על הגרעין מלופפים שני סלילים: סליל A בעל 1000 כריכות וסליל B בעל 1500 כריכות. ההשראות של סליל A היא  $L_A = 0.5 \text{ H}$ . המיאון (רלקטנס) של חלקי הגרעין העשויים חומר פרומגנטי קטן מאוד (אפסי) בהשוואה למיאון מרווח האוויר. התנגדות הסלילים אפסית. א. חשב את אורך מרווח האוויר  $g$  של הגרעין. ב. חשב את ההשראות של סליל B. ג. בסליל A מוזרם זרם המתואר באיור לשאלה 3. חשב וסרטט את השתנות מתח ההדקים של סליל B בפרק הזמן שבין 0 לבין 15 שניות.



4) באיור א' לשאלה 4 מתואר מעגל חשמלי הכולל שני מקורות משתנים בזמן. אופן ההשתנות בזמן של המקורות מופיע באיור ב' לשאלה 4.



איור ב'

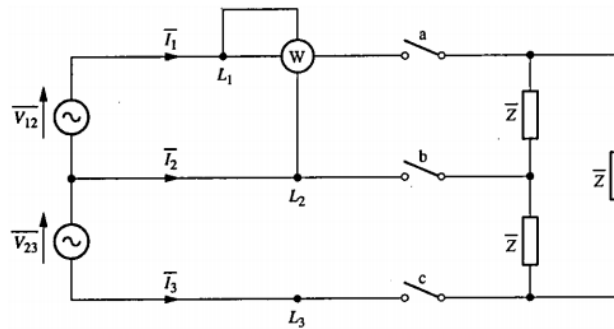


א. חשב וסרטט את אות המתח שבין הדקי הנגד  $R_2$  בפרק הזמן שבין 0 שניות לבין 10 שניות.

ב. חשב וסרטט את אות הזרם הזורם  $R_1$  בפרק הזמן שבין 0 שניות לבין 10 שניות.

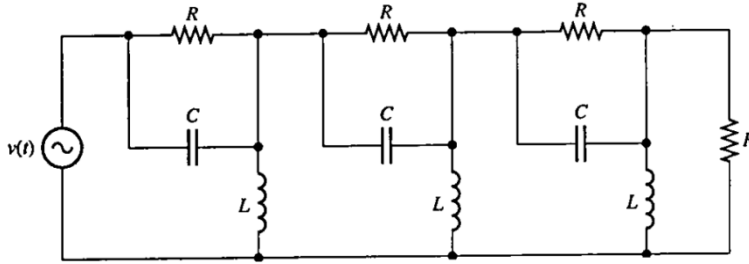
5) שני מקורות מתח חילופין מזינים 3 עכבות זהות, כפי שמתואר באיור לשאלה 5. מתחי המקורות הם:  $\bar{v}_{12} = 400\angle 0^\circ [v]$  ו-  $\bar{v}_{23} = 400\angle -120^\circ [v]$ . בכל עכבה התנגדות וקיבוליות.

מקדם ההספק של צריכת האנרגיה של כל עכבה הוא 0.86. כאשר שלושת המפסקים  $a, b, c$  סגורים, מד ההספק מראה  $400w$ .



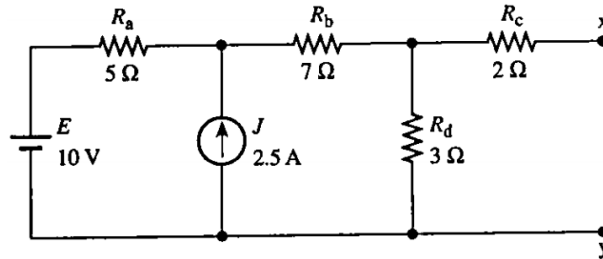
- חשב את עכבת העומס  $\bar{z}$  (מספר מרוכב).
- חשב את ההספק הכולל של 3 העכבות יחד.
- מהו ההספק הכולל של 3 העכבות ומהי קריאת מד ההספק כאשר המפסקים  $b$  ו-  $c$  פתוחים בו זמנית?

6) באיור לשאלה 6 מתואר מקור מתח המוגדר על ידי:  $v(t) = v_m \cos(\omega t + \alpha_0)$ .



- א. חשב את ערכו של  $R$  כפונקציה של  $L$  ו- $C$ , שיבטיח שהעכבה שרואה מקור המתח שווה  $R$ .
- ב. בתנאים של סעיף א', מהם ההספקים – הפעיל וההיגבי – של המקור?

7) באיור לשאלה 7 מתואר מעגל חשמלי הכולל מקור מתח, מקור זרם וארבעה נגדים.



- א. חשב את רכיבי המעגל השקול לפי משפט תבנין בין ההדקים  $x$  ו- $y$  וסרטט את המעגל השקול.
- ב. חשב את ההספק של מקור הזרם  $J$  כאשר בין ההדקים  $x$  ו- $y$  מחברים נגד של  $10\Omega$ .
- ג. במקום הנגד של  $10\Omega$ , מחברים בין ההדקים  $x$  ו- $y$  מצבר בעל התנגדות פנימית של  $1\Omega$ . מה צריך להיות הכא"מ של המצבר על מנת לגרום לכך שלא יזרום זרם דרך הנגד  $R_c$ ?

8) קבל אידיאלי שקיבולו  $1.5\mu F$  מחובר במקביל למשרן. השראות המשרן היא

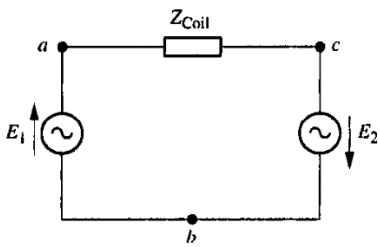
$2.5mH$  והתנגדותו בטמפרטורת החדר ( $20^\circ C$ ) היא  $2\Omega$ . מקדם השתנות

ההתנגדות בטמפרטורה הוא  $[1/^\circ C] 0.0044$ . המעגל הנתון מקבל הזנה

ממקור מתח חילופין שמתחו  $10V$ .

- א. חשב את תדר התהודה (ביחידות  $Hz$ ) של המעגל בטמפרטורת החדר.
- ב. חשב את תדר התהודה (ביחידות  $Hz$ ) של המעגל כאשר המשרן מוצמד לעצם שהטמפרטורה שלו היא  $100^\circ C$ .
- ג. חשב את הספק מקור המתח כאשר הוא מפיק תדר הזהה לתדר התהודה, בתנאים של סעיף א'.

- (1) באיור שלפניך מתואר מעגל חשמלי הכולל משרן (התנגדות והשראות מחוברים בטור) המוזן משני מקורות מתח בעלי אותה תדירות. המקורות מחוברים ביניהם בטור. נתוני מקורות המתח:  $E_1 = 40V \angle 75^\circ$ ,  $E_2 = 30V \angle -15^\circ$ .



להלן תוצאות המדידה במצב עבודה מסוים:

הספק המשרן:  $150W$ .

המתח בין ההדקים  $a$  ו- $b$  הוא:  $40V$ .

המתח בין ההדקים  $b$  ו- $c$  הוא:  $30V$ .

המתח בין ההדקים  $a$  ו- $c$  הוא:  $50V$ .

הזרם במעגל הוא:  $5A$ .

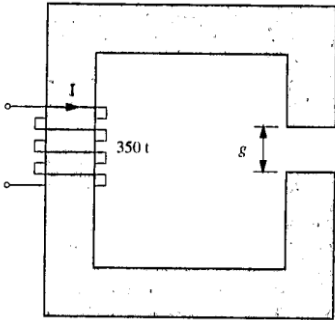
- חשב את עכבת המשרן, את התנגדותו ואת היגבו.
- חשב את הפרש המופע בין מתחי מקורות המתח.
- העתק את המעגל הנתון למחברת הבחינה, והוסיפו עליו מכשירי מדידה שיאפשרו מדידה של הספק המשרן ושל הזרם במעגל.
- מה תהיה ההורייה של מד-ההספק שנוסף בסעיף ג'?

- (2) מקור מתח  $e(t) = 100 \cos(3000 \cdot t) V$  מזין ענף טורי הכולל נגד  $300\Omega$ , קבל  $8\mu F$  וסליל  $20mH$ .

- חשב את ההספק הממוצע בנגד.
- חשב את המתח בין הדקי הקבל.
- חשב את תדר התהודה של המעגל.
- חשב את הפרש המופע בין מתח המקור לבין מפל המתח בקבל, כאשר תדר מתח המקור זהה לתדר התהודה.



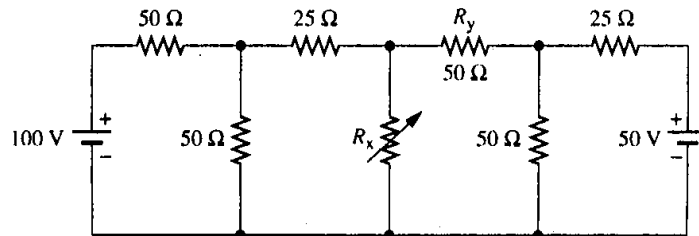
- 3) לאלקטרומגנט המתואר באיור להלן יש גרעין העשוי מחומר פרומגנטי בעל חלחלות יחסית 2000. האורך הממוצע של המסלול המגנטי הוא 120mm, ושטח החתך של הגרעין הוא  $100\text{mm}^2$ . בגרעין קיים חריץ אוויר שארכו  $g = 5\text{mm}$ . לסליל המלופף על הגרעין 350 כריכות וזרם בו זרם  $I_{DC} = 5\text{A}$ , כאשר הוא מוזן ממקור מתח ישר שגודלו  $V_{DC} = 50\text{V}$ .



- חשב את ההשראות של הסליל.
  - חשב את ההתנגדות של הסליל.
  - חשב את קבוע הזמן של האלקטרומגנט.
  - חשב את הזרם RMS בסליל, כאשר הוא מוזן במתח חילופין  $V_{RMS} = 100\text{V}$ , בתדר  $f = 1\text{kHz}$ . אות המתח כפונקציה של הזמן הוא בצורת סינוס.
- \* לסעיף ג': הנוסחה לחישוב קבוע זמן של האלקטרומגנט

$$\tau = \frac{L}{R} \quad \text{(התנגדות והשראות המחוברות בטור היא)}$$

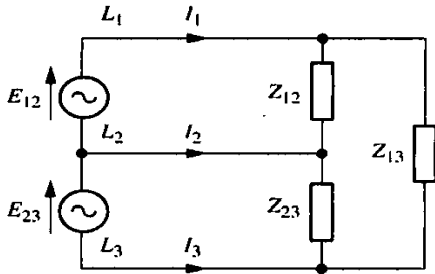
- 4) באיור להלן מתואר מעגל חשמלי הכולל 2 מקורות מתח ישר, נגד משתנה וכמה נגדים קבועים.



- מקצרים את הנגד  $R_x$ . חשב את הזרם בנגד  $R_y$ .
- חשב את ההספק בנגד  $R_y$ , כאשר הנגד  $R_x$  מהווה נתק.
- מה הגודל של  $R_x$  שיבטיח שההספק בנגד  $R_y$  יהיה שווה לאפס?

5) שני מקורות מתח חילופין הפועלים בתדירות 50Hz מזינים עומס הכולל שלוש עכבות המחוברות ביניהן בחיבור משולש.

מתחי המקורות הם:  $E_{12} = 400V \angle 0^\circ$  ו-  $E_{23} = 400V \angle -120^\circ$ .



באיור מתוארות העכבות המרכיבות את העומס:

$z_{12} = 20\Omega$ ,  $z_{23} = (10 - j5)\Omega$  ו-  $z_{13} = (15 + j10)\Omega$ .

א. חשב את הזרמים (המרוכבים)  $I_1, I_2, I_3$ ,

הזורמים במוליכי קו ההזנה.

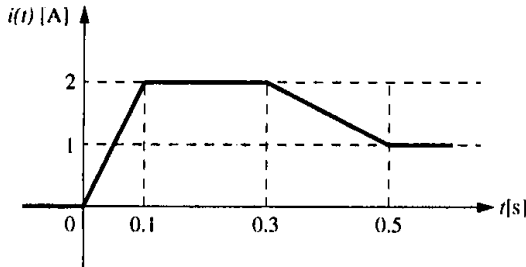
ב. חשב את ההספקים (המרוכבים)

של מקורות המתח.

ג. חשב את מקדם ההספק השקול של צריכת האנרגיה בעומס.

6) מקור זרם, שהאות שלו מתואר באיור להלן, מזין ענף הכולל סליל שהשראתו

2H בטור לנגד של  $10\Omega$ .



א. סרטט את המעגל המתואר בשאלה.

ב. חשב וסרטט את אות המתח של מקור הזרם.

ג. חשב את האנרגיה האגורה בסליל ברגעים:  $t = 0.2s$  ו-  $t = 0.6s$ .

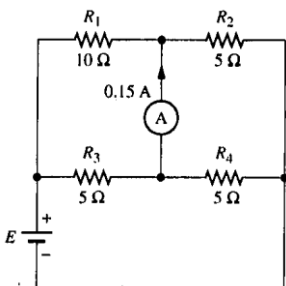
7) באיור להלן מתואר מעגל חשמלי הכולל מד-זרם חסר התנגדות פנימית.

מד-הזרם מורה על זרם של  $0.15A$ .

א. חשב את מתח המקור  $E$ .

ב. חשב את הספק המקור  $E$ .

ג. חשב את גודל הנגד  $R_1$  שיגרום לאיפוס קריאת מד-הזרם.



8) באיור להלן מתואר מעגל חשמלי שבו המתג סגור במשך זמן רב.

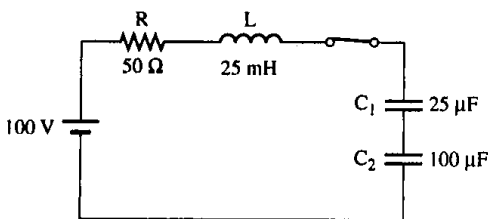
א. חשב את המתח בין הדקי הקבל  $C_1$ .

ב. חשב את המתח בין הדקי הקבל  $C_2$ .

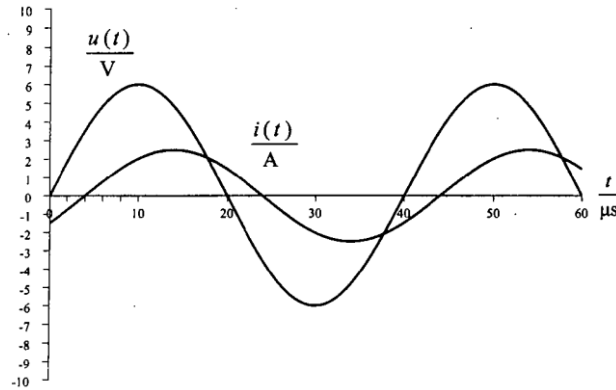
ג. חשב את האנרגיה האגורה בסליל  $L$ .

ד. האם צפויה תופעת מעבר בזמן

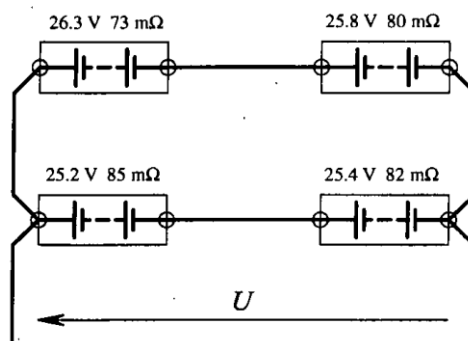
פתיחתו של המתג? נמק.



- 1) אות מתח החילופים ואות הזרם של עומס נצפו ונמדדו בו בזמן. תוצאות התצפית והמדדה מוצגות בגרף להלן:

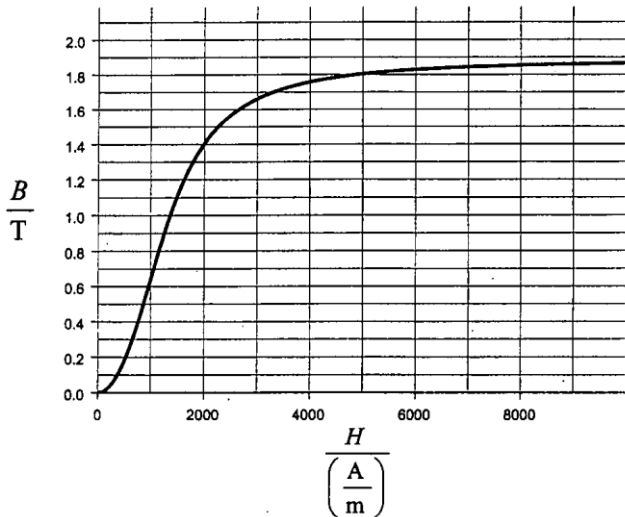


- א. מהו זמן המחזור של כל אחד משני האותות שבאיור?  
 ב. מהו הפרש המופע בין שני האותות שבאיור?  
 ברצוננו לתאר את העומס החשמלי באמצעות עכבה שבה התנגדות והיגב המחוברים זה לזה בחיבור טורי.  
 ג. מה הגודל של ההשראות או הקיבול שבעכבה?  
 ד. מה ההספק הרגעי המרבי בהתנגדות שבעכבה?
- 2) ארבעה מצברים מחוברים זה לזה בחיבור חשמלי - על-פי התרשים באיור - ויחד הם מהווים סוללת מצברים. נתון המתח הכתוב מעל לסמל של כל מצבר הוא הכוח האלקטרו-מניע (כא"מ) של המצבר, נתון ההתנגדות הוא ההתנגדות הפנימית של המצבר.



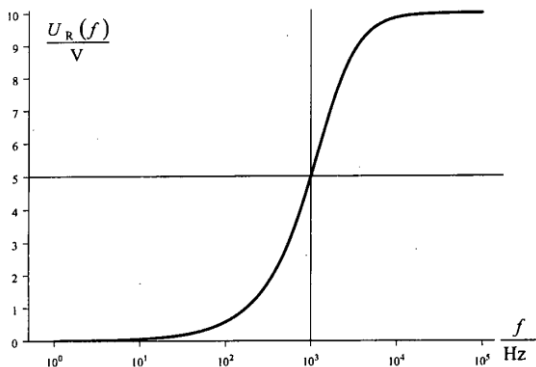
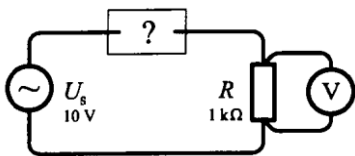
- א. כאשר אין עומס חשמלי חיצוני מחובר לסוללה, מהו הספק איבודי האנרגיה בסוללת המצברים?  
 ב. מה צריך להיות גודל המתח של מְטָעֵן סוללת המצברים, כדי שכל המצברים שבסוללה יהיו במצב טעינה?  
 ג. מה הגודל של התנגדות העומס החשמלי שיש לחבר אל הסוללה, כדי שכל המצברים שבסוללה יפעלו במצב של מקור אנרגיה?

- 3) סליל בנוי מ-180 כריכות של מוליך מבודד, הכריכות מלופפות על מסגרת מלבנית העשויה חומר פרומגנטי. אורך מסלול השטף המגנטי שבחומר הפרומגנטי הוא  $0.120\text{m}$ , ושטח החתך של המסלול הוא  $3 \cdot 10^{-4}\text{m}^2$ . במסגרת המלבנית, בניצב למסלול השטף המגנטי, יש חריץ אוויר שאורכו  $0.2\text{mm}$ . א. סרטט תרשים המתאר את הסליל לפי הפרטים לעיל. ציין על התרשים איזה חלק של הסליל תורם למיאון, ואיזה חלק תורם להתנגדות.



- כשזרם בסליל זרם-ישר שעצמתו  $3.0\text{A}$ , מדדו את השראות הסליל ומצאו שהגודל שלה  $27.6\text{mH}$ .
- ב. היכן על עקום המגנוט שבאיור, היתה נקודת העבודה  $(H_{WP}, B_{WP})$  של המעגל המגנטי בזמן המדידה? מה היה הגודל של החלחלות היחסית  $\mu_r$  של החומר הפרומגנטי בזמן מדידת השראות הסליל?
- ד. האם בזמן המדידה של השראות הסליל החומר הפרומגנטי היה ברוויה מגנטית?

- 4) מקור המתח שבאיור הוא מחולל-אות, המפיק מתח חילופים שעוצמתו קבועה ואת התדר שלו אפשר לשנות בתחום רחב. המלבן המסומן בסימן שאלה מציינ רכיב מסוים שתכונתו החשמלית יכולה להיות אחת משלוש: התנגדות, השראות או קיבול. אל הרכיב הזה חיברו נגד בטור, ואת שניהם חיברו למקור המתח, כמתואר בתרשים:



- מד-המתח המחבר חיבור מקבילי להדקי הנגד הוא מד-מתח להלכה – מד-מתח שהעכבה שלו גדולה מאוד ואין היא משפיעה כלל על תוצאות המדידה. בגרף שבאיור הבא מוצגות תוצאות המדידה של מד-המתח בתלות בתדר מקור המתח:
- א. מה התכונה החשמלית של הרכיב שבמלבן? תשובה שאינה מנומקת תיחשב כשגויה.
- ב. מה הגודל של התכונה החשמלית התנגדות, השראות או קיבול של הרכיב שבמלבן?

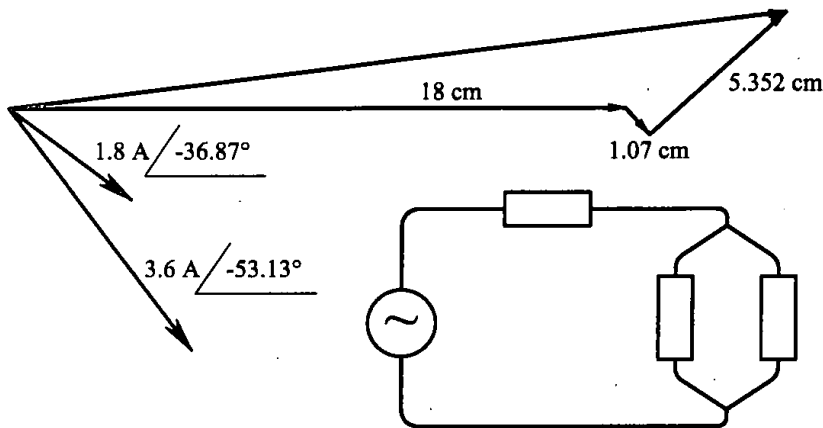
- 5) מעגל חשמלי בנוי משלושה נגדים ושני מקורות אנרגיה של זרם-ישר. כל אחד משני מקורות האנרגיה מיוצג באמצעות מקור מתח והתנגדות (פנימית) המחוברים זה אל זה חיבור טורי. אין במעגל התנגדויות המחוברות זו אל זו חיבור טורי. אחד הנגדים שבמעגל הוא העומס החשמלי, והתנגדותו  $R_{AB} = 8\Omega$ ; הוא מחובר בין צומת A לצומת B. להלן משוואות מתחי הצמתים של המעגל:

$$(0.645 \text{ S})U_A - (0.125 \text{ S})U_B = \frac{20\text{V}}{2\Omega}$$

$$-(0.125 \text{ S})U_A + (0.4 \text{ S})U_B = \frac{30\text{V}}{4\Omega}$$

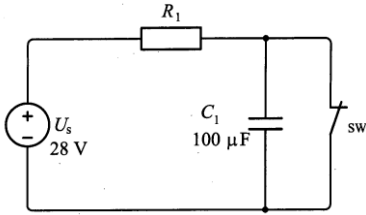
- א. כמה צמתים יש במעגל החשמלי?  
 ב. מהי עוצמת הזרם הזורם בעומס החשמלי, ומהי מגמת הזרימה שלו?  
 ג. מהו גודל המתח וההתנגדות הפנימית של כל אחד ממקורות האנרגיה?  
 ד. סרטט את תרשים החיבורים של המעגל החשמלי, וציין בסרטוט את הגודל של כל אחד מהנגדים שבמעגל.

- 6) שני מכשירים חשמליים ניזונים ממקור מתח חילופים אחד, לפי תרשים החיבורים שבאיור. העכבה שבין מקור המתח למכשירים היא עכבת מעגל הזינה. עוד נתונה דיאגרמת המחוגים (פאזורים) של המתחים והזרמים שבמעגל ההזנה של המכשירים. הזווית של כל אחד ממחוגי הזרם של המכשירים נמדדת מהקו האופקי (זה שמעליו כתוב 18cm). מחוגי המתחים נתונים ביחידות אורך; 1cm מייצג מתח שגודלו 10V.



- א. מהו גודל המתח שבין ההדקים של שני המכשירים?  
 ב. מהם נתוני העכבה שבין מקור המתח לשני המכשירים?  
 ג. מהו הגודל של מתח המקור?

- 7) ארבעה רכיבים במעגל שבאיור: מקור מתח, נגד, קבל ומתג. באופן רגיל המתג נמצא במצב מחובר (ON), כפי שמתואר באיור:  
א. מה המתח שבין הדקי הקבל במצב רגיל?

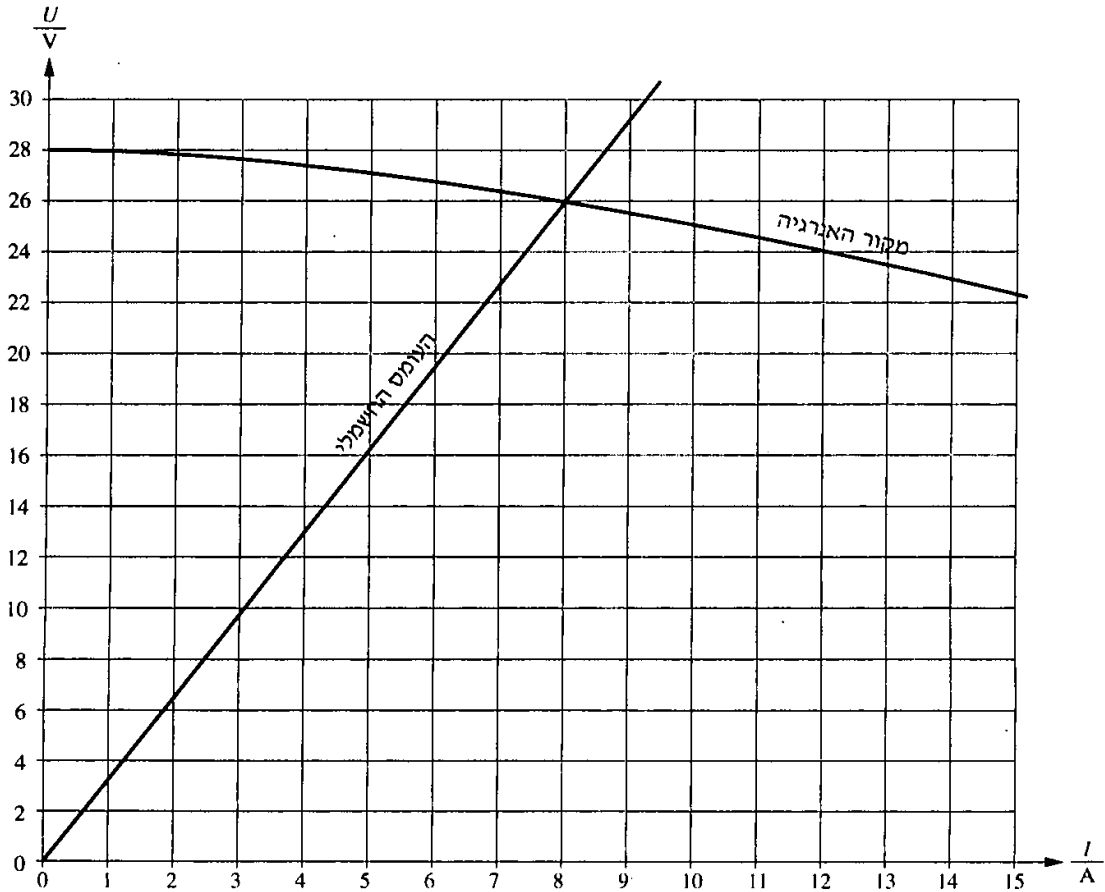


- דרוש שברגע העברת המתג למצב פתוח (OFF), זרם הטעינה של הקבל יהיה  $0.5A$ .  
ב. מה צריך להיות גודל התנגדות הנגד  $R_1$  כדי למלא את הדרישה?  
ג. כמה זמן יש לחכות, מרגע העברת המתג למצב פתוח, ועד שהמתח שבין הדקי הקבל יהיה  $20V$ ?  
ד. מה יהיה הגודל של זרם טעינת הקבל ברגע שהמתח שבין הדקי הקבל יהיה  $20V$ ?

- 8) עומס השראי ועומס התנגדוטי מחוברים זה אל זה חיבור מקבילי, ומוזנים ממקור מתח  $230V, 50Hz$ .  
נתוני העומס ההשראי:  $1700W, 230V$ , וגורם הספק  $0.85$ .  
נתוני העומס ההתנגדוטי:  $2500W, 230V$ .  
א. מהי עוצמת הזרם הזורם במקור המתח?  
ב. מה הגודל של העומס הקיבולי שיש לחבר במקביל לשני העומסים, כדי שהזרם במקור המתח יהיה הזרם המזערי האפשרי?  
את התשובה יש לתת ביחידות הספק וביחידות קיבול.  
ג. האם המעגל שבו שלושת העומסים מחוברים יחד - מעגל המחובר למקור המתח - יהיה בתהודה?

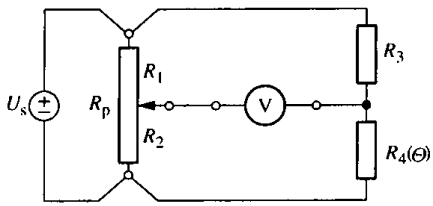
אביב 2012

1) עומס חשמלי מחובר למקור אנרגיה של זרם ישר. קו העבודה של העומס החשמלי וקו העבודה של מקור האנרגיה מסורטטים באיור להלן:



- א. מה התנגדות העומס בנקודת העבודה המשותפת למקור ולעומס?
- ב. מה הספק העומס בנקודת העבודה הזאת?
- ג. מה ההתנגדות הפנימית של מקור האנרגיה בנקודת העבודה הזאת?
- ד. מהי נצילות העברת האנרגיה מהמקור לעומס?

2) באיור להלן נתון תרשים החיבורים של מעגל מדידה עקיפה של טמפרטורה.



מקור המתח שבמעגל המדידה הוא ספק כוח מיוצב, ומתחו קבוע:  $U_s = 13.2V$ .

ההתנגדות הפנימית של מד-המתח גדולה מאוד, והשפעתה על המדידה אינה מורגשת כלל.

התנגדות הפוטנציומטר  $R_p = 1200\Omega$

וההתנגדות  $R_3 = 200\Omega$  הן קבועות ובלתי תלויות בטמפרטורה.

התנגדות הנגד  $R_4$  תלויה בטמפרטורה, והתלות נתונה במשוואה:

$$R_4(\Theta) = R_4(\Theta_a) [1 + \alpha_\Theta (\Theta - \Theta_a)]; \alpha_\Theta = 0.006 \frac{1}{^\circ C}$$

בטמפרטורה  $\Theta_a = 20^\circ C$ , ההתנגדות היא  $R_4(\Theta_a) = 130\Omega$ .

א. כאשר טמפרטורת הנגד  $R_4$  שווה ל- $20^\circ C$ , הוריית מד-המתח  $0V$ .

חשב את הערך של יחס ההתנגדויות  $\frac{R_2}{R_p}$ .

ב. הצמידו את הנגד  $R_4$  אל גוף שהטמפרטורה שלו היא  $70^\circ C$ . מהי התנגדותו בטמפרטורה זו?

ג. מד המתח הוא מד ספרתי, שפצג שלו ארבע ספרות בלבד.

הוא מורה את המתח באחת משלוש היחידות ההנדסיות:  $\mu V$ ,  $mV$ ,  $V$ .

מד המתח בנוי כך שהמספר המופיע בצג שלו אינו מתחיל בספרה אפס.

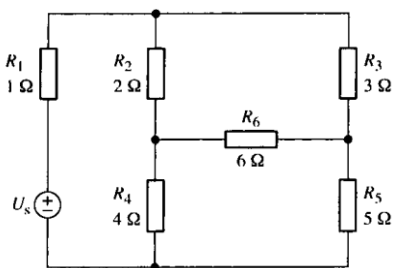
מה תהיה הוריית מד-המתח הספרתי כשהנגד  $R_4$  צמוד לגוף שהטמפרטורה שלו

היא  $70^\circ C$ , כאשר יחס ההתנגדויות של הפוטנציומטר הוא כמו שחישבת בסעיף א'?

3) באיור להלן נתון תרשים החיבורים של שישה נגדים ומקור-מתח ישר.

א. הנגדים  $R_2$ ,  $R_6$ ,  $R_3$  מחוברים בחיבור משולש.

מה הגודל של כל אחד מהנגדים בחיבור הכוכב השקול?



ב. על פי תשובתך בסעיף א', מהו יחס הזרמים  $\frac{I_{R_4}}{I_{R_5}}$ ?

ג. מה צריך להיות גודלו של מתח-המקור  $U_s$ ,

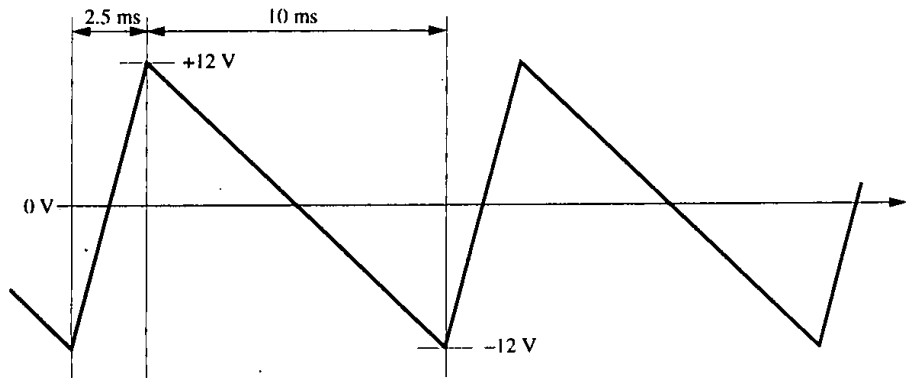
כדי שבנגד  $R_4$  יזרום זרם שגודלו  $4A$ ?



4) משרן (Inductor) בנוי מטבעת סגורה של חומר פרומגנטי, שעליה מלופפות 30 כריכות של מוליך נחושת מבוּדָד. אורך מסלול השטף המגנטי שבטבעת הוא 90mm, ושטח החתך שלו  $65\text{mm}^2$ . החדירות היחסית (Permeability) של החומר שממנו עשויה הטבעת היא  $\mu_r = 2000$ . אורך מוליך הנחושת שבמשרן הוא 1.1m, ושטח החתך שלו  $0.75\text{mm}^2$ . ההתנגדות הסגולית של הנחושת -  $0.018 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$ . במוליך המשרן זורם זרם שגודלו 2A.

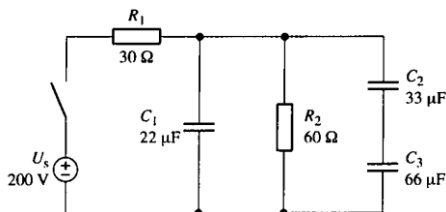
- חשב את הספק איבודי האנרגיה במוליך המשרן.
- כמה אנרגיה אגורה בשדה המגנטי שבמשרן?
- כמה שטף מגנטי שוטף בטבעת החומר הפרומגנטי.

5) באיור להלן נתון גרף של אות מתח שנצפה ונמדד בין שני ההדקים של נגד עומס שהתנגדותו  $75\Omega$ :



- מהו תדר האות שמתואר באיור?
- מהו הערך המרבי של הזרם הזורם בנגד העומס?
- מהו ממוצע ההספק בנגד?
- מהו מכשיר המדידה שבאמצעותו נצפה האות המתואר באיור?

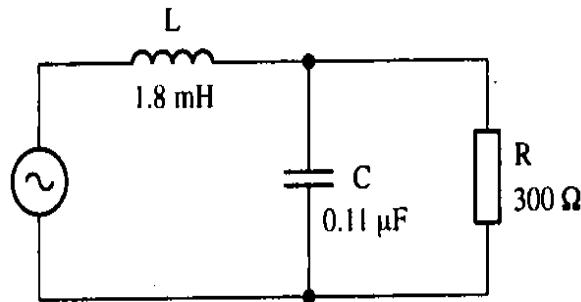
6) באיור להלן נתון תרשים החיבורים של שלושה קבלים, שני נגדים ומתג, המחוברים למקור-מתח ישר.



- כמה זמן, מרגע העברת המתג למצב מחובר יש להמתין עד שתחלוף תופעת המעבר של טעינת הקבלים?
- כמה אנרגיה אגורה בכל אחד מהקבלים כשהמתג נמצא במצב מחובר במשך הרבה מאוד זמן?
- לאחר שחלפה תופעת המעבר של טעינת הקבלים, מהו הספק איבודי האנרגיה בשני הנגדים יחדיו?
- כמה זמן מרגע העברת המתג למצב מופסק יש להמתין עד שתחלוף תופעת המעבר של פריקת הקבלים?

- 7) עומס חשמלי קבוע, שהספקו  $4.5\text{kW}$ , מחובר למקור-מתח  $230\text{V}$ ,  $50\text{Hz}$ . גודלו של זרם העומס  $21.74\text{A}$ , והוא מפגר אחר אות המתח.
- א. מהו גודל זווית המופע שבין אות-הזרם לבין אות-המתח שבעומס?  
 ב. חשב את גודל ההתנגדות ואת גודל ההיגב המחוברים זה לזה בטור, בעכבה השקולה לעומס החשמלי.  
 ג. חיברו עומס היגבי במקביל להדקי העומס החשמלי. עכשיו גודלו של הזרם הזורם במקור המתח הוא  $20\text{A}$ , ועדיין הוא מפגר אחר אות-המתח. חשב את גודל ההיגב ואת אופיו.

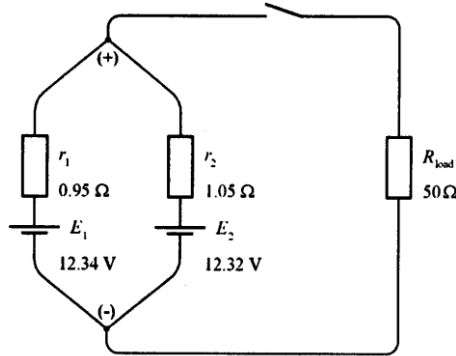
- 8) באיור להלן מתוארים נגד עומס, קבל וסליל, המחוברים למחולל זרם חילופין:



- א. תדר אות מתח החילופין שמפיק המחולל הוא  $11.311\text{kHz}$ . האם המעגל שבאיור נמצא בתהודה?  
 ב. כאשר מחולל האות מפיק מתח שהתדר שלו הוא  $0\text{Hz}$  (אפס), האם המעגל שבאיור נמצא בתהודה?

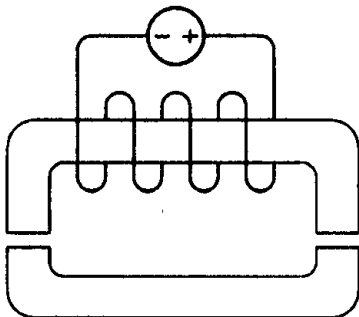
אביב 2011

- 1) שני מקורות מתח ישר מחוברים זה אל זה במקביל, כמתואר באיור, ויחד יוצרים סוללה. נגד העומס  $R_{load}$  מחובר אל הסוללה באמצעות מתג.



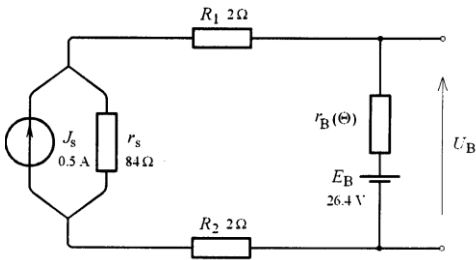
- א. כשנגד העומס  $R_{load}$  לא מחובר לסוללה, מה המתח שבין ההדקים של הסוללה?  
 ב. כשנגד העומס מחובר לסוללה, כמה זרם יזרום דרכו?  
 ג. כשנגד העומס מחובר לסוללה, מי מבין שני מקורות המתח מספק את האנרגיה?  
 ד. האם המעגל פועל בנקודת עבודה שבה העברת האנרגיה מהמקורות אל נגד העומס נעשית בהספק מרבי?

- 2) אלקטרומגנט בנוי משני חלקים העשויים מחומר פרומגנטי שהחדירות היחסית שלו  $\mu_r = 2100$ . האורך של מסלול השטף המגנטי בשני החלקים הפרומגנטיים יחד  $0.154\text{m}$ . שטח החתך של כל אחד משני החלקים הפרומגנטיים  $38 \times 10^{-6}\text{m}^2$ , והוא אחיד לכל אורך מסלול השטף המגנטי. האורך של כל אחד מחריצי האוויר  $0.14 \times 10^{-3}\text{m}$ . בסליל של האלקטרומגנט יש 90 כריכות והוא עשוי מוליך נחושת. אורך המוליך  $67\text{m}$ ; שטח החתך שלו  $0.2\text{mm}^2$ ; וההתנגדות הסגולית של הנחושת  $0.0175 \frac{\Omega\text{mm}^2}{\text{m}}$ .



- הסליל מחובר למקור מתח ישר שהמתח שלו  $5\text{V}$ .
- א. מה עצמת הזרם בסליל של האלקטרומגנט?  
 ב. מה המיאון של המעגל המגנטי של האלקטרומגנט?  
 ג. מה צפיפות השטף המגנטי שבחריצי האוויר?  
 ד. כמה אנרגיה אגורה באלקטרומגנט?  
 ה. מה ההספק של איבודי האנרגיה בסליל?

3) מצבר B מחובר למקור זרם ישר כדי לטעון אותו באנרגיה.



מעגל התמורה של המטען והמצבר נתון באיור להלן.

כשטמפרטורת המצבר  $\Theta_a = 20^\circ\text{C}$ ,

התנגדותו הפנימית  $r_B(\Theta_a = 20^\circ\text{C}) = 1.5\ \Omega$ .

ההתנגדות הפנימית של המצבר תלויה

בטמפרטורה שלו לפי קו ישר ששיפועו  $\alpha_\Theta = 0.08 \frac{1}{^\circ\text{C}}$ .

המצבר נמצא בחדר שבו טמפרטורת האוויר,

טמפרטורת הסביבה:  $\Theta_a = 20^\circ\text{C}$ .

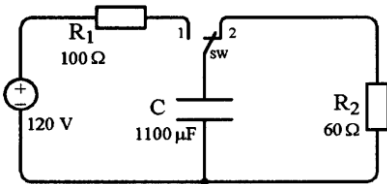
הטמפרטורה של המצבר כשהוא במצב טעינה  $\Theta_2 = 60^\circ\text{C}$ .

א. כמה זרם זורם במצבר כשהוא במצב טעינה?

ב. כמה זמן יש לטעון את המצבר ב-  $2.25\text{A} \cdot \text{h}$ ?

ג. מה הספק מקור הזרם והספק טעינת המצבר, ומה נצילות תהליך הטעינה?

ד. מה גורם לעלייה בטמפרטורה של המצבר בשעת הטעינה?



4) להלן תרשים מעגל חשמלי שבו

מקור מתח ישר, שני נגדים, קבל

ומתג מחליף מגע.

א. כשהמתג נמצא במצב 1,

מה קבוע הזמן לטעינת הקבל באנרגיה?

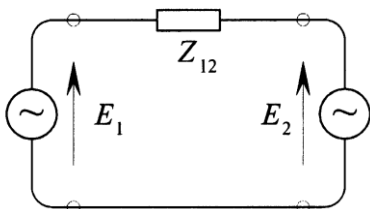
לאחר שהמתג היה במצב 2 זמן ארוך מאוד, העבירו את המתג למצב 1.

ב. כמה זמן יש לחכות עד שהמתח בין הדקי הקבל יהיה  $87\text{V}$ ?

כשהמתח בין הדקי הקבל  $87\text{V}$  מעבירים את המתג למצב 2.

ג. מה קבוע הזמן לפריקת האנרגיה החשמלית האגורה בקבל?

ד. כמה זרם יזרום בנגד  $R_2$  ברגע העברת המתג למצב 2?



5) שני מקורות מתח חילופים מחוברים זה לזה,

כמתואר באיור, באמצעות קו שעכבתו  $Z_{12} = (2 + j7)\ \Omega$ .

נתון:  $E_1 = 42\text{V} \angle 0^\circ$ ,  $E_2 = 40\text{V} \angle 10^\circ$ .

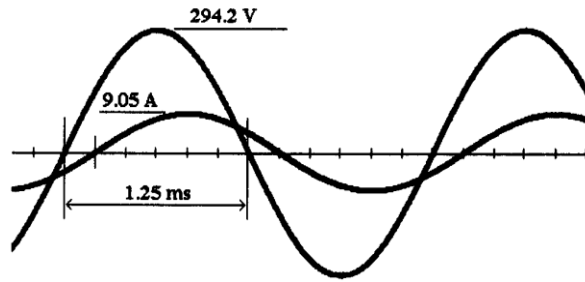
א. מה עוצמת הזרם בעכבה ומה כיוונו?

ב. מה ההספק של איבודי האנרגיה בעכבה?

ג. מה ההספק המרוכב  $S = P + jQ$  בכל אחד ממקורות המתח?

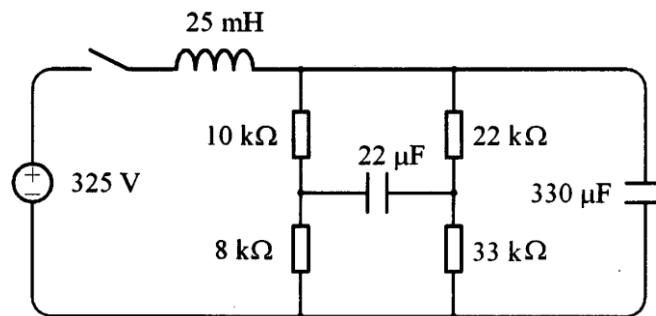
ד. על פי מאזן ההספקים שבמעגל, מי מהמקורות ספק האנרגיה?

6) באיור שלפניך נתונים הגרפים של אות זרם ואות מתח חילופים המחוברים לעומס.



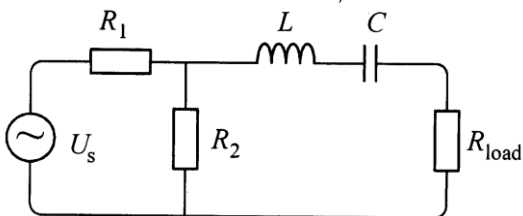
- מה הוא התדר של כל אחד מהאותות?
- מה הוא הפרש הפאזה שבין שני האותות?
- האם העכבה שמחוברת בין שני האותות היא קיבולית או השראתית?
- מצא את הספק העומס.

7) מקור המתח שבמעגל להלן הוא מקור מתח ישר. העבירו את המתח למצב מחובר (ON), וחיכו עד שכל תופעות המעבר יחלפו.



- כמה אנרגיה אגורה בסליל?
- מה המטען החשמלי שבכל אחד מהקבלים?
- כמה אנרגיה אגורה בכל אחד מהקבלים?

8) מקור המתח שבמעגל החשמלי להלן הוא מקור מתח חילופים, שהתדר שלו משתנה בין 30Hz לבין 20kHz.



$$R_{load} = 300\Omega$$

$$C = 2.2\text{nF}$$

$$L = 50\text{mH}$$

$$R_1 = 50\Omega, R_2 = 300\Omega$$

- באיזה תדר  $f$  (Hz) עוצמת הזרם שיזרום בעומס  $R_{load}$  תהיה מרבית?
- מה רוחב הסרט  $BW$  (Hz) של המעגל?
- האם יתכן מצב שבו המעגל שבאיור יהיה בתהודה?
- כשמתח מקור האנרגיה  $U_s = 12\text{V}$ , מה ההספק המרבי האפשרי בעומס  $R_{load}$ ?

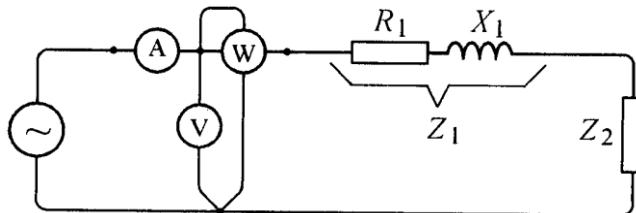
## ק"ץ 2010

- (1) במעגל המורכב מנגדים יש מקור מתח ישר אחד. שיעור הכוח האלקטרומניע של מקור המתח  $18V$ . הוריית מד הזרם המחובר למקור המתח  $4.32mA$ . התנגדות מד הזרם  $400\Omega$ .  
 א. אם מד הזרם הוא מד-זרם להלכה – כזה שהתנגדותו אפס – מה תהיה הורייתו?  
 ב. האם המדידה של מד-זרם להלכה מדויקת יותר מהמדידה של מד-זרם שהתנגדותו אינה אפס? חובה לנמק את התשובה בקיצור נמרץ.

- (2) קבל, משרן ומכשיר מחולל-אות מחוברים זה אל זה בטור. המכשיר מסוגל להפיק אות-משולש או אות-סינוס או אות-מרובע. קיבול הקבל  $0.1\mu F$ . כדי למצוא את הנתונים החשמליים של המשרן, מדדו את אות המתח שמפיק המכשיר ואת אות הזרם שבו והביעו אותם בביטויים האלה:  

$$e(t) = (2V)\sin(3.77 \times 10^4 t) , i(t) = (11.4mA)\sin(3.77 \times 10^4 t + 1.4rad)$$
  
 א. מה סוג האות שהפיק המכשיר?  
 ב. מה ההתנגדות וההשראות המחוברות זו אל זו בטור, השקילות למשרן?  
 ג. מה תדר התהודה של המעגל (תדר זוויתי), ומה מקדם הטיב שלו בתדר התהודה?  
 ד. האם בנקודת העבודה שבה בוצעה המדידה היה מעגל המדידה בתהודה?

- (3) שלושה מכשירי מדידה מחוברים במעגל שבאיור: מד-זרם, מד-מתח ומד-הספק. עכבה  $Z_1$  מיוצגת באמצעות התנגדות  $R_1$  והיגב השראי שגודלו  $20\Omega$ , המחוברים זה לזה בטור. עכבה  $Z_2$  מיוצגת באמצעות התנגדות שגודלה  $30\Omega$  והיגב שאין גודלו ואופיו ידוע, המחוברים זה אל זה בטור. בנקודת עבודה מסוימת של המעגל, הוריית מכשירי המדידה  $2A, 260V, 200W$ .



- א. מה גודלה של ההתנגדות  $R_1$  שבעכבה  $Z_1$ ?  
 ב. מה גודלו של ההיגב  $X_2$  שבעכבה  $Z_2$  ומה אופיו?  
 ג. מה התשובה הנכונה, האחרת והאפשרית, על סעיף ב'?

4) ליבת אלקטרומגנט עשויה חומר פרומגנטי שעקום המגנט שלו  $B(H)$  נתון

באיור להלן. לליבה צורת טבעת ובה חריץ אוויר שאורכו  $l_g = 2 \times 10^{-3} \text{ m}$ .

אורך המסלול של השטף המגנטי שחומר הפרומגנטי  $l_1 = 0.150 \text{ m}$ , ושטח

החתך של מסלול השטף בחומר ובחריץ אוויר  $1.6 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ .

כשבמוליכי הסליל של האלקטרומגנט זרם ישר שעצמתו  $6 \text{ A}$ , בליבה

ובחריץ האוויר שוטף שטף מגנטי שגודלו  $-0.288 \text{ mWb}$  נקודת העבודה של

מעגל המגנטי של האלקטרומגנט.

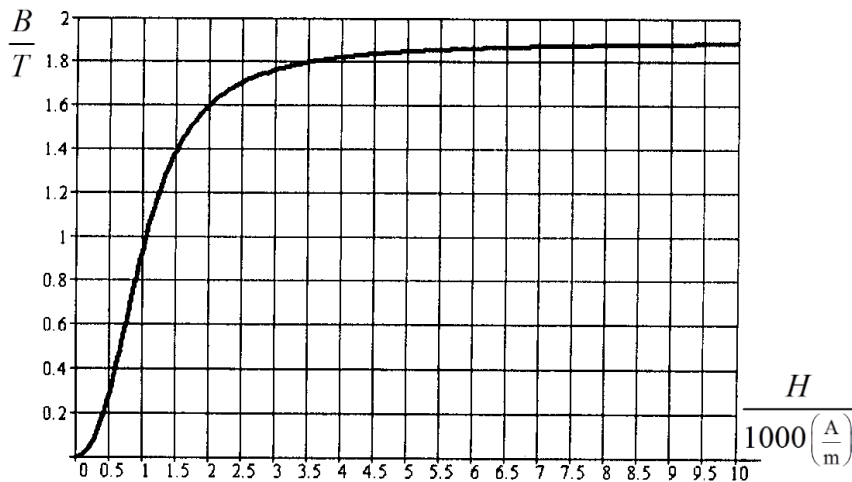
א. מה החלחולת המגנטית היחסית  $\mu_r$  של החומר הפרומגנטי בנקודת

העבודה המוגדרת לעיל?

ב. מה המיאון של המעגל המגנטי של האלקטרומגנט?

ג. כמה כריכות יש בסליל האלקטרומגנט?

ד. כמה אנרגיה אגורה בסליל בנקודת העבודה המוגדרת לעיל?



5) המעגל שבאיור משמש למדידה עקיפה של טמפרטורה באמצעות הנגד  $R_\Theta$

שאופיין הטמפרטורה שלו הוא קו ישר.

בטמפרטורה של  $\Theta_t = 20^\circ \text{ C}$ , התנגדות הנגד  $R_\Theta = 160 \Omega$ ,

ושיפוע הקו, מקדם השתנות ההתנגדות

עקב שינוי הטמפרטורה  $\alpha_\Theta = 0.22 \frac{1}{^\circ \text{ C}}$ .

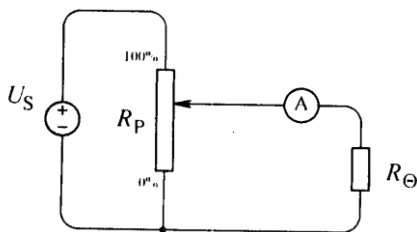
התנגדות הנגד  $R_p = 330 \Omega$  ולו שלושה הדקים:

שניים קבועים ומקומם בקצוות הנגד;

ואחד מחובר למגעת החלקה שיכולה לנוע לאורך הנגד (הזחלון, החץ שבאיור).

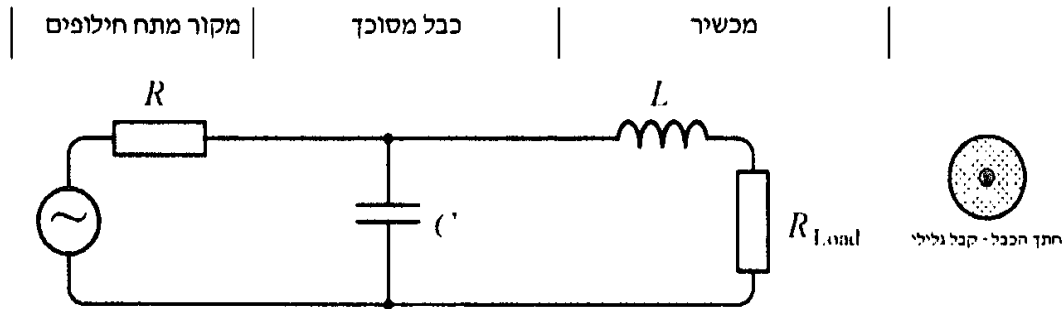
הנגד משמש מחלק-מתח בר-שינוי שבו אפשר לשנות את יחס ההתנגדויות,

בלי לשנות את סכומם. מתח מקור האנרגיה שבמעגל  $28 \text{ V}$ .



התנגדות מד הזרם קטנה מאוד ולכן אינה נתונה.  
השרו את הנגד  $R_{\theta}$  בנוזל שהטמפרטורה שלו  $\Theta_t = 20^{\circ}\text{C}$ ,  
וקבעו את מגעת ההחלקה במקום שבו הוריית מד הזרם  $50\text{mA}$ .  
במקום זה זרם שעצמתו  $106.4\text{mA}$  עבר במקור המתח של המעגל.  
א. מה מקום מגעת ההחלקה, באחוזים, מגודל הנגד  $R_p$ ?  
ב. מה הוריית מד הזרם כשהנגד  $R_{\theta}$  שרוי בנוזל שהטמפרטורה שלו  $65^{\circ}\text{C}$ ?

6) מכשיר שמעגל הכניסה שלו מיוצג באמצעות התנגדות  $R_{\text{Load}} = 75\Omega$   
והשראות  $L = 2\mu\text{H}$  המחוברות זו לזו בטור, מחובר אל מקור מתח חילופים  
באמצעות כבל מסוכך. מתח המקור  $3\text{V}$  ותדירותו  $500\text{kHz}$  והתנגדות המוצא  
שלו  $R = 75\Omega$ .



מבחינת המעגל החשמלי, הכבל שקיל לקבל גלילי: קוטר הגליל החיצוני של  
הקבל  $6\text{mm}$ ; קוטר הגליל הפנימי  $5\text{mm}$ ; אורכו  $25\text{m}$ ; והפרמטיביות היחסית  
של חומר הבידוד שבין הגלילים  $\epsilon_r = 5.2$ .

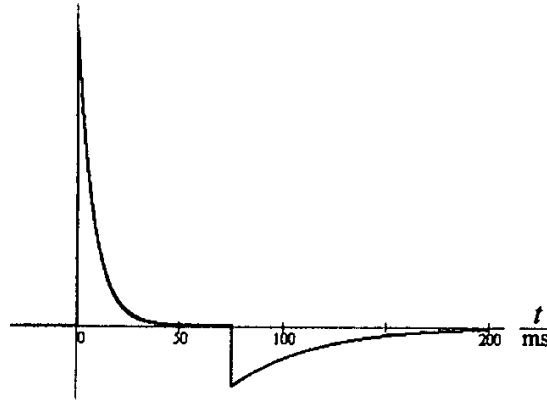
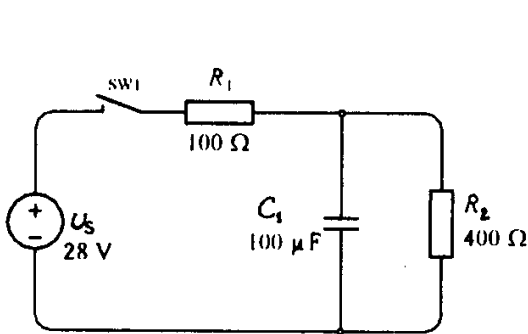
- א. מה הזרם, גודל וזווית, במקור המתח?
- ב. מה ההספק המרוכב  $S = P + jQ$  שבמקור המתח?
- ג. מה ההספק המכשיר  $P_{\text{Load}}$ ?
- ד. האם המעגל פועל בנקודת עבודה שבה האנרגיה עוברת מהמקור אל  
המכשיר בהספק מרבי? חובה לסמוך את התשובה באמצעות מספרים.



7) חמישה רכיבים במעגל שבאיור שבצד שמאל:

מקור מתח ישר  $U_S$ , מתג SW1, נגד  $R_1$ , קבל  $C_1$  ונגד  $R_2$ .

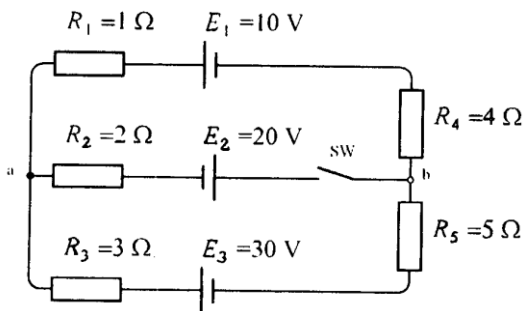
לאחר שהמתג SW1 היה במצב מופסק (OFF) הרבה מאוד זמן, העבירו אותו למצב מחובר (ON) לזמן קצוב, ובסיומו החזירו אותו למצב מופסק.



באיור הימני נתון אות חשמלי - זרם או מתח - שנמדד באחד מרכיבי המעגל בשעה שהפעולות המתוארות לעיל הוצאו אל הפועל.

- מה האות שנמדד? באיזה רכיב הוא נמדד?  
ומתי החזירו את המתג למצב מופסק?
- מה קבוע הזמן ומה תנאי ההתחלה של כל אחת משתי תופעות המעבר המתוארות באיור האות החשמלי?
- בעיצומה של איזו תופעת עבר נמצא האות שבאיור בזמן  $t = 100\text{ms}$  ומה גודלו בזמן הזה? הזמן שבאיור הוא זמן התצפית באות.  
בביטויים שבחוברת העזר, רגע ההתחלה של כל אחת משתי תופעות המעבר הוא  $t = 0\text{s}$ .
- כמה אנרגיה הועברה לנגד  $R_2$  מהרגע שבו החזירו את המתג למצב מופסק ועד בכלל?

8) תשעה רכיבים במעגל שבאיור: שלושה מקורות מתח, חמישה נגדים ומתג.



- מה הזרם בכל אחד ממקורות המתח כשהמתג SW נמצא במצב מופסק (OFF)?
- מה הזרם בכל אחד ממקורות המתח כשהמתג נמצא במצב מחובר (ON)?
- מה ההספק בכל הנגדים יחד ומה מאזן ההספקים במעגל?