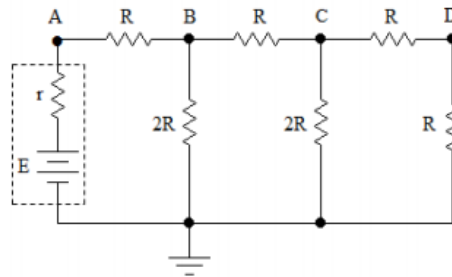


תרגיל 1 (מה"ט אביב 2019 מועד ב' - שאלה 1):

למקור מתח בעל התנגדות פנימית, r וכא"מ E , חוברה רשת נגדי סולם $R/2R$ ובסוף R , כמתואר באיור א' לשאלה 1:



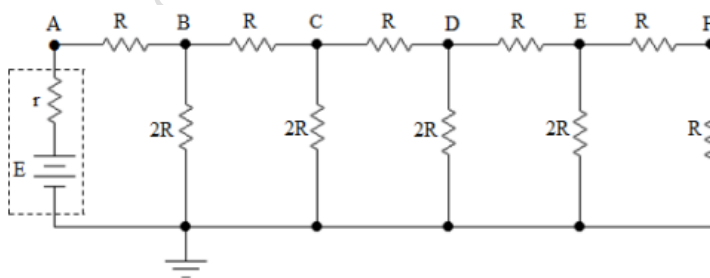
א. מהי ההתנגדות השקולה של רשת הנגדים בתלות הנגד R ?

נתונים: $E = 80V, r = 4\Omega$

ב. מהו ערכו של הנגד R להעברת הספק מרבי לרשת הנגדים?

ג. מהם המתחים המתקבלים בנקודות A, B, C ו- D ביחס לאדמה? (עבור ערך הנגד שנתקבל בסעיף ב).

ד. לרשת הנגדים הוסיפו חוליות נוספות, כמתואר באיור ב' לשאלה 1. האם ההספק, הנמסר לרשת הנגדים ממקור המתח, ישתנה? תשובה ללא נימוק לא תקבל.

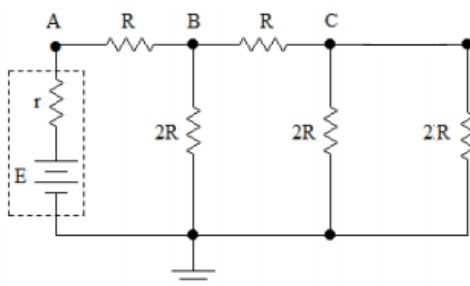


פתרון

א. הנגדים R ו- R מחוברים בטור, נחליף אותם בנגד שקול $2R$ לפי הנוסחה:

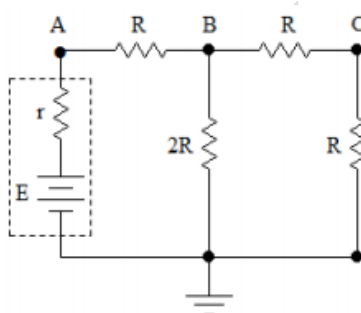
$$R + R = 2R$$

המעגל המתקבל



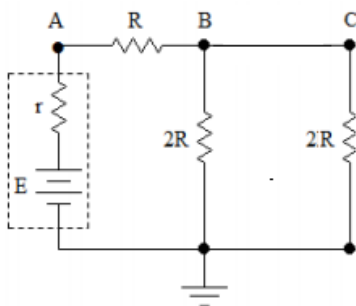
הנגדים $2R$ ו- $2R$ מחוברים במקביל, נחליף אותם בנגד שקול R לפי הנוסחה:

$$\frac{2R \cdot 2R}{2R + 2R} = \frac{4 \cdot R^2}{4R} = R$$



הנגדים R ו- R מחוברים בטור, נחליף אותם בנגד שקול $2R$ לפי הנוסחה:

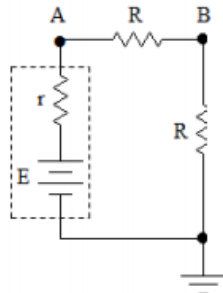
$$R + R = 2R$$



הנגדים $2R$ ו- $2R$ מחוברים במקביל, נחליף אותם בנגד שקול R לפי הנוסחה:

$$\frac{2R \cdot 2R}{2R + 2R} = \frac{4 \cdot R^2}{4R} = R$$

המעגל המתקבל



$$R_T = R + R = 2R$$

ב. התנאי לקבלת הספק מרבי: ההתנגדות הפנימית של הסוללה תהיה שווה להתנגדות השקולה של העומס.

$$r = R_T = 2R$$

$$r = 4 = 2R$$

$$4 = 2R$$

$$R = 2\Omega$$

ג. הזרם במעגל:

$$I_T = \frac{E}{r + R_T} = \frac{80}{4 + 4} = 10A$$

המתח בנקודה A

$$U_A = E - I_T \cdot r = 80 - 4 \cdot 10 = 40V$$

המתח בנקודה B

$$U_B = U_A - I \cdot R = 40 - 10 \cdot 2 = 20V$$

הזרם בנקודה B

$$I_B = \frac{U_B}{4} = \frac{20}{4} = 5A$$

$$I_{B,C} = I_T - I_B = 10 - 5 = 5A$$

$$U_{B,C} = I_{B,C} \cdot R = 5 \cdot 2 = 10V$$

$$U_B = U_{B,C} + U_C$$

המתח בנקודה C

$$U_C = U_B - U_{B,C} = 20 - 10 = 10V$$

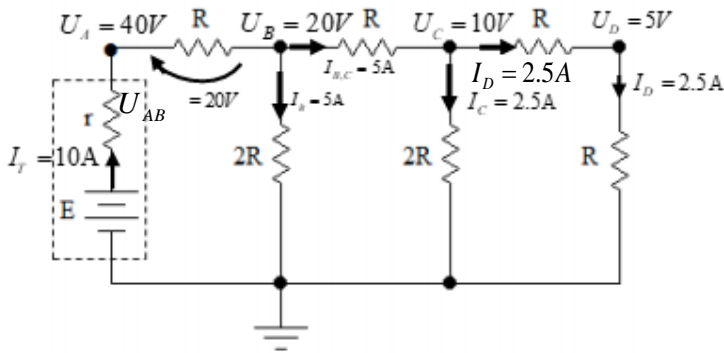
$$I_C = \frac{U_C}{4} = \frac{10}{4} = 2.5A$$

$$I_D = I_{BC} - I_C = 5 - 2.5 = 2.5A$$

המתח בנקודה D

$$U_D = I_D \cdot R_D = 2.5 \cdot 2 = 5V$$

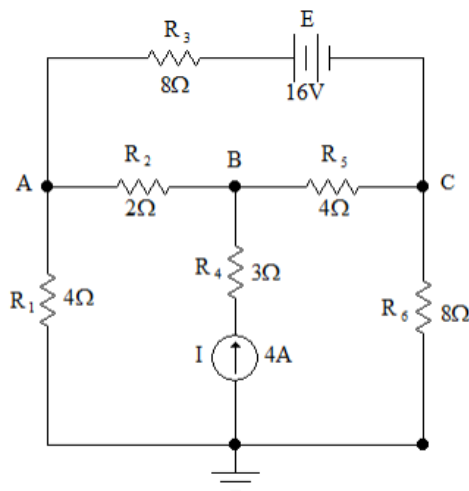
נסמן את הזרמים והמתחים שהתקבלו במעגל:



ד. הרשת סימטרית, ההתנגדות השקולה של המעגל $R_T = 2R$, נשארת ללא שינוי. המשמעות היא: ההתנגדות השקולה והזרם הכללי במעגל $I_T = 10A$ לא משתנים, ומכאן שגם ההספק לא משתנה.

תרגיל מספר 2 (מה"ט אביב 2019, מועד ב' - שאלה 2)

באיור לשאלה נתון מעגל חשמלי.



א. מהם המתחים המתקבלים בנקודות A, B ו-C ביחס לאדמה?

ב. מהו ההספק המתפתח במקור הזרם I?

ג. מהו ההספק המתפתח במקור המתח E?

ד. כמה אנרגיה נצרכת במעגל במשך שתי דקות?

פתרון

א. נכתוב את משוואות הזרמים לשלושת הצמתים U_A , U_B ו- U_C :

$$\frac{U_A}{R_1} + \frac{U_A - U_B}{R_2} + \frac{U_A - E - U_C}{R_3} = 0$$

$$\frac{U_B - U_A}{R_2} + \frac{U_B - U_C}{R_5} - I = 0$$

$$\frac{U_C - U_B}{R_5} + \frac{U_C + E - U_A}{R_3} + \frac{U_C}{R_6} = 0$$

נוציא את U_B, U_A ו- U_C כגורם משותף:

$$U_A \cdot \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right) - U_B \frac{1}{R_2} - U_C \frac{1}{R_3} = \frac{E}{R_3}$$

$$-U_A \frac{1}{R_2} + U_B \cdot \left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_5} \right) - U_C \frac{1}{R_5} = I$$

$$-U_A \frac{1}{R_3} - U_B \frac{1}{R_5} + U_C \cdot \left(\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_6} \right) = -\frac{E}{R_3}$$

נציב את הנתונים לתוך המשוואות:

$$U_A \cdot \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{2} + \frac{1}{8} \right) - U_B \frac{1}{2} - U_C \frac{1}{8} = \frac{16}{8}$$

$$-U_A \frac{1}{2} + U_B \cdot \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{4} \right) - U_C \frac{1}{4} = 4$$

$$-U_A \frac{1}{8} - U_B \frac{1}{4} + U_C \cdot \left(\frac{1}{8} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} \right) = -\frac{16}{8}$$

מפתרון המשוואות נקבל:

$$U_A = 12.444V \quad U_B = 16V \quad U_C = 7.111V$$

ב. נחשב תחילה את המתח במקור הזרם:

$$U_I = U_B + U_{R_4} = 16 + I \cdot R_4 = 16 + 4 \cdot 3 = 28V$$

ההספק המתפתח במקור הזרם:

$$P_I = I \cdot U_I = 4 \cdot 28 = 112W$$

ג. נחשב תחילה את הזרם במקור המתח

$$I_E = \frac{U_C + E - U_A}{R_3} = \frac{7.111 + 16 - 12.444}{8} = 1.333A$$

ההספק המתפתח במקור המתח:

$$P_E = I_E \cdot E = 1.333 \cdot 16 = 21.328W$$

ד. ההספק המיוצר במעגל

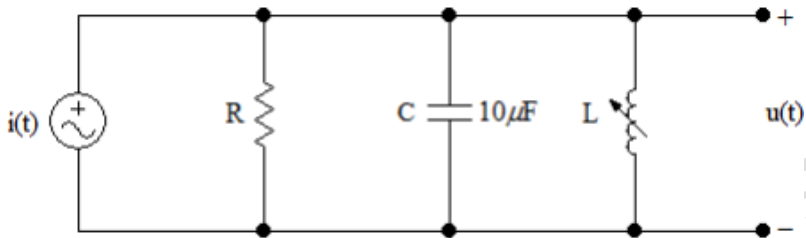
$$P_T = P_E + P_I = 21.333 + 112 = 133.333W$$

האנרגיה הנצרכת במעגל במשך 2 דקות

$$W = P_T \cdot t = 133.33 \cdot 2 \cdot 60 = 15.999kJ$$

תרגיל 3 (מה"ט אביב 2019 מועד ב' שאלה 3)

באיור לשאלה 3 נתון מעגל חשמלי



המעגל חובר למקור זרם שביטוי: $i(t) = 5\sin(5000t) \text{ [A]}$

ביטוי המתח המתקבל במוצא: $u(t) = 40\sqrt{2}\sin(5000t + \frac{\pi}{4}) \text{ [V]}$

א. האם המעגל נמצא בתהודה? תשובה ללא נימוק לא תקבל.

ב. מהו ערך הנגד R?

ג. מהו ערך הסליל L, כדי שהמעגל יפעל בתהודה?

ד. מהו רוחב הסרט של המעגל (Band width, BW)?

ה. מהו המתח היעיל (האפקטיבי) המתקבל במוצא המעגל בתדרי מחצית ההספק?

פתרון

א. עכבת המעגל

$$Z_T = \frac{U_{eff}}{I_{eff}} = \frac{40\angle 45^\circ}{\frac{5}{\sqrt{2}}\angle 0^\circ} = 11.313\angle 45^\circ \Omega$$

כזכור, במצב תהודה זווית המופע שווה ל-0, ומכאן, שהמעגל לא נמצא במצב תהודה.

ב. עכבת המעגל הטורית בצורה קרטזית

$$Z_T = 11.313\angle 45^\circ = R_S + jX_S = 8 + j8\Omega$$

המעגל מקבילי, ולכן יש לחשב את ההתנגדות המקבילית.
המרת טורי מקבילי - לפי חוברת מה"ט (עמוד 17).

$$R_P = \frac{R_S^2 + X_S^2}{R_S} = \frac{8^2 + 8^2}{8} = 16\Omega$$

ג. נחשב תחילה את ההיגב הקיבולי

$$X_C = \frac{1}{\omega \cdot c} = \frac{1}{5000 \cdot 10 \cdot 10^{-6}} = 20\Omega$$

בתהודה ההיגב ההשראי X_L שווה להיגב הקיבולי X_C :

ומכאן:

$$X_L = X_C = 20\Omega$$

$$X_L = \omega_0 \cdot L$$

ערך הסליל:

$$L = \frac{X_L}{\omega_0} = \frac{20}{5000} = 4mH$$

ד. רוחב הסרט של המעגל

$$BW = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{1}{RC} = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{1}{16 \cdot 10 \cdot 10^{-6}} = 994.718Hz$$

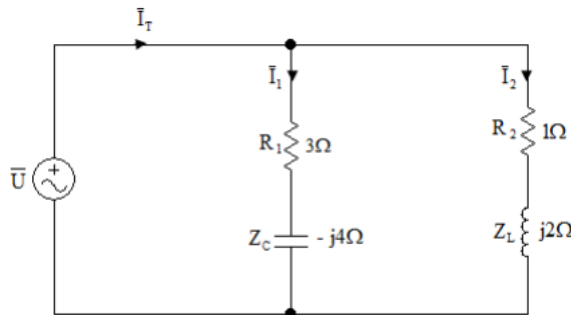
ה. המתח היעיל במוצא המעגל

המעגל מקבילי, ולכן מתח המוצא שווה למתח הכניסה.

$$U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{40\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 40\angle 45^\circ V$$

תרגיל 4 (מה"ט אביב 2019 מועד ב' שאלה 4)

באיור לשאלה נתון מעגל חשמלי.



נתון: תדירות מקור המתח היא $f = 50\text{Hz}$, וההספק, המתפור בנגד R_1 הוא 12 W , $\bar{I}_1 = |\bar{I}_1| \angle 0^\circ$.

א. מהו הגודל ומהי הזווית של מתח המקור \bar{U} ?

ב. מהו הגודל ומהי הזווית של הזרם \bar{I}_T ?

ג. מהם הגדלים של ההספק הפעיל, ההספק ההיגבי וההספק הנדמה של מקור המתח? סרטט את משולש הספקים, וציין עליו את שלושת ההספקים ואת הזווית שבין ההספק הפעיל להספק הנדמה.

ד. איזה רכיב, מהו ערכו והיכן יש לחברו במעגל (מבלי שהגודל והזווית של הזרם \bar{I}_1

ישתנו) לתיקון מקדם ההספק, ל-1?

פתרון

א. נחשב תחילה את הזרם במעגל

$$P_1 = I_1^2 \cdot R_1$$

$$I_1 = \sqrt{\frac{P_1}{R_1}} = \sqrt{\frac{12}{3}} = 2 \angle 0^\circ \text{ A}$$

$$U_1 = I_1 \cdot Z_1 = I_1 \cdot (R_1 - jX_C) = 2 \angle 0^\circ \cdot (3 - j4) = 6 - j8 = 10 \angle -53.13^\circ \text{ V}$$

מעגל מקבילי, ולכן:

$$U = U_1 = U_2 = 10 \angle -53.13^\circ V$$

ב. נחשב תחילה את הזרם I_2

$$I_2 = \frac{U_2}{Z_2} = \frac{10 \angle -53.13^\circ}{1 + j2} = 4.472 \angle -116.564^\circ A$$

הזרם הכללי במעגל:

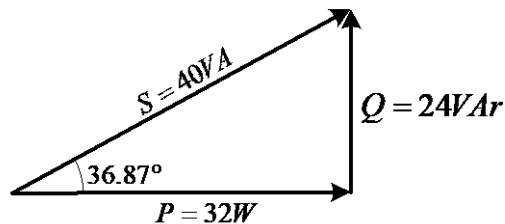
$$I_T = I_1 + I_2 = 2 \angle 0^\circ + 4.472 \angle -116.564^\circ = 4 \angle -90^\circ A$$

ג. ההספקים במעגל:

$$S_T = U_{eff} \cdot I_{Teff}^* = 10 \angle -53.13^\circ \cdot 4 \angle +90^\circ = 40 \angle 36.87^\circ VA$$

$$S_T = P + jQ = 40 \angle 36.87^\circ = 32 + j24 VA$$

משולש הספקים

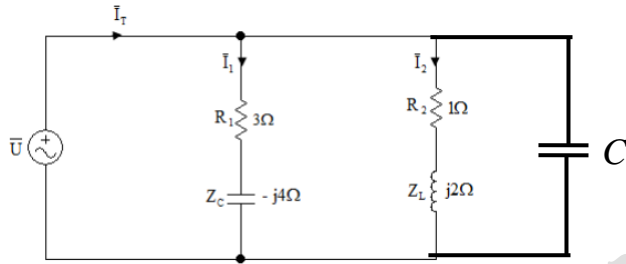


ד. יש לחבר קבל במקביל לעומס לצורך שיפור גורם ההספק.

חיבור קבל במקביל לא ישנה את מתח המעגל, ומכאן שהזרם I_1 יישאר

ללא שינוי.

המעגל המתקבל לאחר חיבור הקבל במקביל



הנוסחה לשיפור גורם ההספק

$$C = \frac{P_T}{\omega \cdot U^2} \cdot (\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2)$$

φ_2 - זווית המופע אחרי השיפור

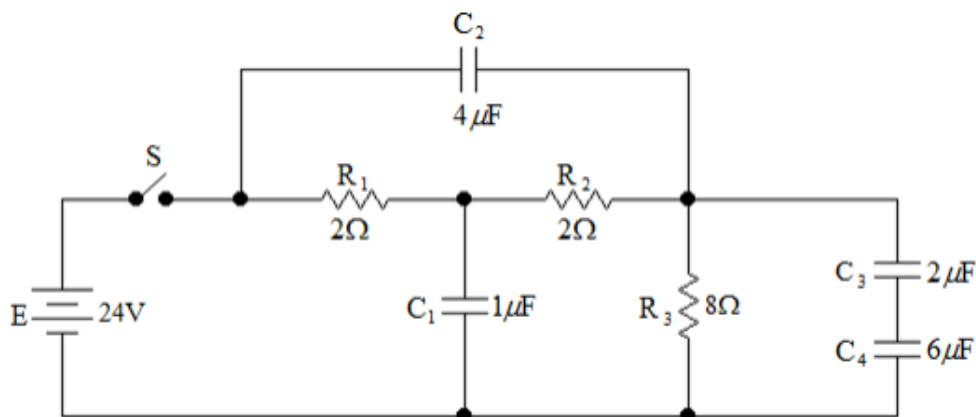
φ_1 - זווית המופע לפני השיפור

נציב:

$$C = \frac{32}{2\pi \cdot 50 \cdot 10^2} (\tan 36.87^\circ - \tan 0^\circ) = 763.946 \mu F$$

תרגיל 5 (מה"ט אביב 2019 שאלה 5)

באיור לשאלה מתואר מעגל חשמלי.



א. מהם הערכים של המתחים על הקבלים על זמן רב לאחר סגירת המתג S (כאשר כל תופעות המעבר חלפו)?

ב. כמה אנרגיה אגורה בקבל C_2 ?

ג. מנתקים את הקבל C_2 מהמעגל.

הכניסו לתוך הקבל C_2 חומר דיאלקטרי בעל קבוע יחסי, $\epsilon_r = 2$.

כמה אנרגיה הושקעה בהכנסת החומר הדיאלקטרי?

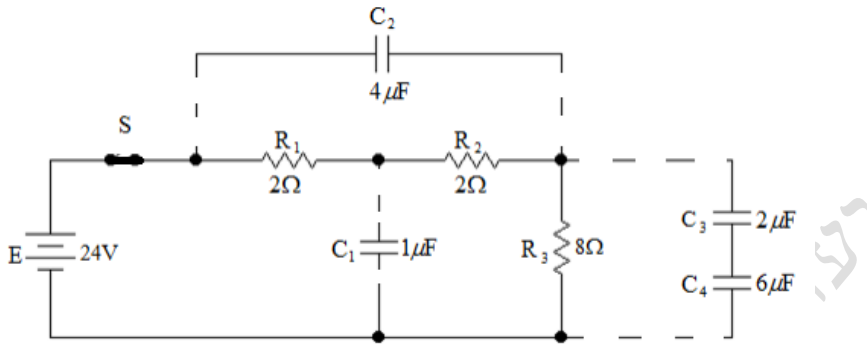
הנחייה: האנרגיה, שהושקעה בהכנסת החומר הדיאלקטרי, שווה להפרש האנרגיות האגורות בקבל. תחילה יש למצוא את האנרגיה האגורה בקבל, כאשר הוא מחובר במעגל, ולהפחית את האנרגיה האגורה בו, כאשר הוא מנותק מהמעגל.

פתרון

א. בסיום תופעת המעבר הקבלים מהווים **נתק**. והזרם דרכם שווה ל-

0A בשלב זה.

המעגל המתקבל:



מתקבל מעגל טורי

$$I_T = \frac{E}{R_T} = \frac{E}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{24}{2 + 2 + 8} = 2A$$

מפל המתח על הקבל C_1 שווה למפל המתח על הנגדים R_2 ו- R_3

$$U_{C_1} = U_{R_{23}} = I \cdot (R_2 + R_3) = 2 \cdot (2 + 8) = 20V$$

מפל המתח על הקבל C_2 שווה למפל המתח על הנגדים R_1 ו- R_2

$$U_{C_2} = U_{R_{1,2}} = I \cdot (R_1 + R_2) = 2 \cdot (2 + 2) = 8V$$

מפל המתח על הקבלים C_3 ו- C_4 שווה למפל המתח על הנגד R_3

$$U_{R_3} = I \cdot R_3 = 2 \cdot 8 = 16V$$

נחשב את המתח על הקבלים C_3 ו- C_4 בעזרת שיטת מחלק מתח על קבלים:

$$U_{C_3} = U_{R_3} \cdot \frac{C_4}{C_3 + C_4} = 16 \cdot \frac{6 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 10^{-6} + 6 \cdot 10^{-6}} = 12V$$

$$U_{C_4} = U_{R_3} \cdot \frac{C_3}{C_3 + C_4} = 16 \cdot \frac{2 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 10^{-6} + 6 \cdot 10^{-6}} = 4V$$

ב. האנרגיה האגורה בקבל C_2

$$W_{C_2} = \frac{C_2 \cdot U_2^2}{2} = \frac{4\mu \cdot 8^2}{2} = 128\mu J$$

ג. קיבול הקבל

$$C = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot A}{d}$$

בהנחה $\epsilon_r = 1$ (אוויר) של הקבל הקיים.

$\epsilon_r = 2$ (חדש), שאר הנתונים ללא שינוי. המשמעות היא:

ערך הקיבול החדש גדל פי-2

$$C_2^* = 2 \cdot C_2 = 2 \cdot 4\mu = 8\mu F$$

המטען לפני השינוי בקבל שווה למטען לאחר השינוי

$$Q_{C_2} = Q_{C_2}^* = U_2 \cdot C_2 = 8 \cdot 4 \cdot 10^{-6} = 32\mu c$$

המתח החדש בין לוחות הקבל

$$U_{C_2} = \frac{Q_{C_2}^*}{C_2^*} = \frac{32 \cdot 10^{-6}}{8 \cdot 10^{-6}} = 4V$$

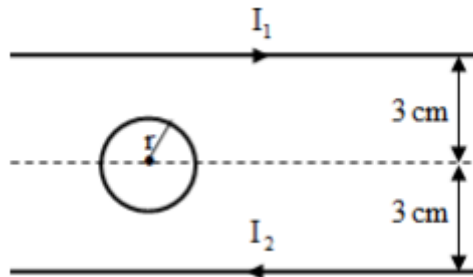
$$W_{C_2}^* = \frac{C_2^* \cdot U_2^{*2}}{2} = \frac{8\mu \cdot 4^2}{2} = 64\mu J$$

האנרגיה שהושקעה בהכנסת החומר הדיאלקטרי

$$\Delta W = W_{C_2} - W_{C_2}^* = 128\mu - 64\mu = 64\mu J$$

תרגיל 6 (מה"ט אביב 2019 שאלה 6 - מועד ב')

באיור לשאלה 6 מתוארים שני מוליכים ארוכים מאוד ("אין-סופיים") מקבילים זה לזה, והמרחק ביניהם הוא 6 cm. המוליכים נמצאים במישור הדרך ובמקביל לו. הזרמים במוליכים שווים ומנוגדים בכיוונם. במוליך 1 זורם זרם בעוצמה של $I_1 = 4A$ וכיוונו ימינה, ובמוליך 2 זורם זרם בעוצמה של $I_2 = 4A$ וכיוונו שמאלה. בין שני המוליכים, במרחק של 3 cm מכל אחד מהם, ממוקם מרכז של כריכה מעגלית, שרדיוסה הוא $r = 1\text{ cm}$, והיא נמצאת במישור הדרך ובמקביל לו.



א. מהו הגודל ומהו הכיוון של הזרם בכריכה המעגלית, שיביא לאיפוס השדה המגנטי במרכז הכריכה?

השדה המגנטי במרכז כריכה מעגלית הנושאת זרם נתון בביטוי: $B = \frac{\mu_0 I}{2r}$

ב. מוציאים את הכריכה המעגלית.

מה הגודל ומהו הכיוון של הכוח ליחידת אורך, הפועל בין שני המוליכים?

פתרון

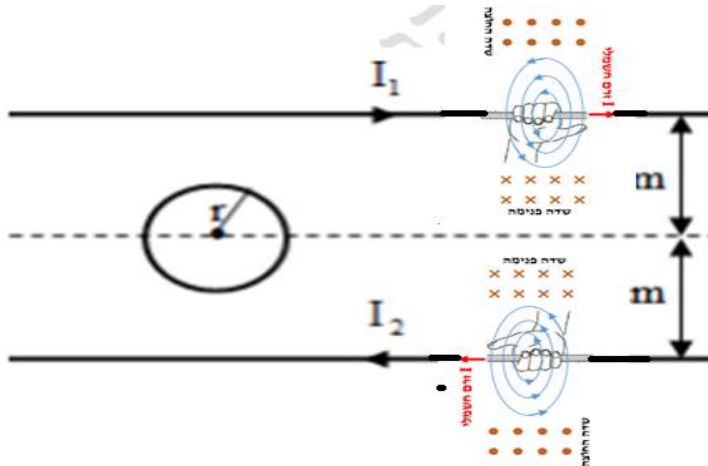
א. השדה המגנטי במרכז הכריכה כתוצאה מהזרם I_1

$$B_{I_1} = \frac{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot I_1}{2\pi \cdot r} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 1 \cdot 4}{2\pi \cdot 3 \cdot 10^{-2}} = 22.666 \cdot 10^{-6} T$$

השדה המגנטי במרכז הכריכה כתוצאה מהזרם I_2

$$B_{I_2} = \frac{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot I_2}{2\pi \cdot r} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 1 \cdot 4}{2\pi \cdot 3 \cdot 10^{-2}} = 22.666 \cdot 10^{-6} T$$

את כיוון השדה המגנטי נקבע לפי כלל היד הימנית - נניח את יד ימין כך שהאצבעות סוגרות על התיל נושא הזרם והאגודל מופנה בכיוון הזרם, האצבעות יראו את כיוון השדה המגנטי שנוצר על ידי הזרם.



כיוון שני השדות המגנטיים הנוצרים משני המוליכים במרכז הכריכה "פנימה" ולכן נחבר בניהם

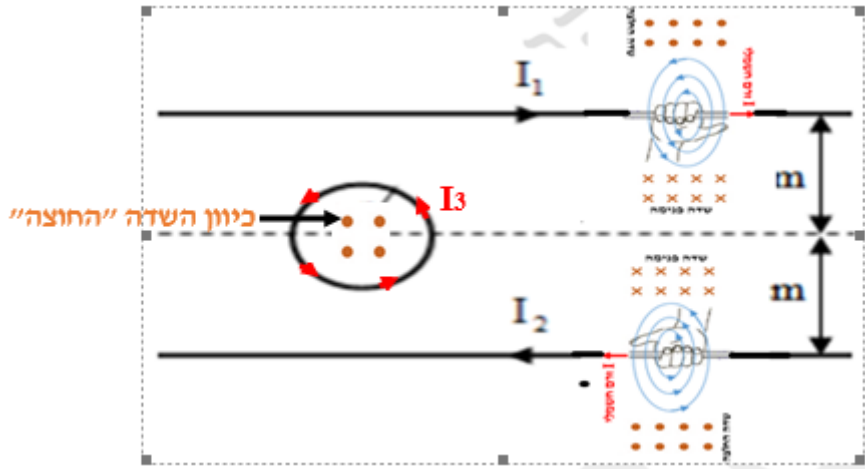
$$B_3 = B_{I_1} + B_{I_2} = 22.666 \cdot 10^{-6} + 22.666 \cdot 10^{-6} = 53.332 \mu T$$

לצורך איפוס השדה המגנטי במרכז הכריכה, נדרש שהשדה המגנטי של הכריכה המעגלי יהיה בכיוון ההפוך של השדות $B_{I_1} + B_{I_2} = 53.332 \mu T$, כלומר: "החוצה מהדף".

$$B_3 = \frac{\mu_0 \cdot I_3}{2 \cdot r}$$

$$I_3 = \frac{B_3 \cdot 2 \cdot r}{\mu_0} = \frac{53.332 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 1 \cdot 10^{-2}}{4\pi \cdot 10^{-7}} = 0.848 A$$

לפי כלל הבורג, השדה המגנטי מחוץ לדף ולכן כיוון הזרם נגד כיוון השעון.



ב. הכוח בין שני מולכים מקבילים נושאי זרם

$$F = \frac{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot I_1 \cdot I_2}{2\pi \cdot r}$$

נציב:

$$F = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 1 \cdot 4 \cdot 4}{2\pi \cdot (3 \cdot 10^{-2} + 3 \cdot 10^{-2})} = 53.33 \cdot 10^{-6} \frac{N}{m}$$

הזרמים בכיוונים מנוגדים, מכאן ששני המולכים דוחים זה את זה.

תרגיל 7 (מה"ט אביב 2019 מועד ב' - שאלה 7)

באיור לשאלה 7 נתון מעגל מגנטי. המעגל בנוי מליבה פרומגנטית בעלת שטח חתך אחיד ומחריץ אוויר. על הליבה מלופפים שני סלילים, L_1 ו- L_2 . סליל L_1 מחובר למקור זרם ישר, I_1 . נתוני המעגל הם:

חדירות (פרמיאביליות) יחסית של הליבה: $\mu_r = 3000$

האורך הממוצע של המסלול המגנטי בליבה (ללא חריץ אוויר): $l_{ave} = 300 \text{ mm}$

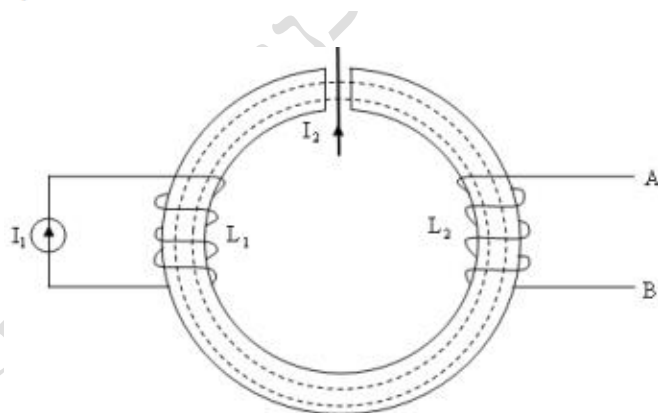
אורך חריץ האוויר: $l_0 = 2 \text{ mm}$

שטח החתך של הליבה: $A = 900 (\text{mm})^2$

מספר הכריכות של הסליל L_1 : $N_1 = 400$

מספר הכריכות של הסליל L_2 : $N_2 = 600$

מקור זרם ישר I_1 : $I_1 = 1 \text{ A}$



א. מהו המתח המושרה בין ההדקים של הסליל L_2 , V_{AB} ? תשובה ללא נימוק לא תתקבל.

ב. מהו הגודל ומהו הכיוון של השטף המגנטי?

ג. מהן עוצמות השדה המגנטי בליבה ובחריץ האוויר?

ד. לתוך חריץ האוויר הכניסו מוליך נושא זרם, I_2 , כמתואר באיור. המוליך נמצא במקביל למישור הדף. מהו כיוון הכוח שיפעל על המוליך? תשובה ללא נימוק לא תתקבל.

ה. מהו הגודל ומהו הכיוון של מקור הזרם, שיש לחבר בין הנקודות AB, לביטול הכוח הפועל על המוליך?

פתרון

א. הכא"מ המושרה בסליל כתוצאה משינוי הזרם החשמלי הזורם בכריכות

$$E = -N \frac{d\phi}{dt}$$

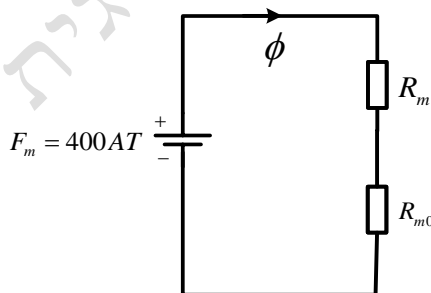
מקור הזרם קבוע $I_1 = 1A$ (זרם ישר). המשמעות היא: קצב השינוי של השטף המגנטי דרך המעגל החשמלי הינו:

$$\frac{d\phi}{dt} = 0$$

ומכאן:

$$V_{AB} = E = 0V$$

ב. המעגל החשמלי אנלוגי למעגל המגנטי:



המיאון של הליבה:

$$R_m = \frac{L_{ave}}{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot A} = \frac{300 \cdot 10^{-3}}{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 3000 \cdot 900 \cdot 10^{-6}} = 88419.412 \frac{1}{H}$$

המיאון של חריץ האוויר

$$R_{m_0} = \frac{L_0}{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot A} = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 1 \cdot 900 \cdot 10^{-6}} = 1.768 \cdot 10^6 \frac{1}{H}$$

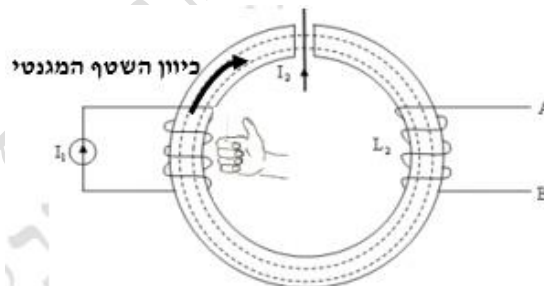
המיאון הכללי של המעגל המגנטי:

$$R_{mT} = R_m + R_{m_0} = 88419.412 + 1.768 \cdot 10^6 = 1.856 \cdot 10^6 \frac{1}{H}$$

השטף המגנטי:

$$\phi = \frac{F_m}{R_m} = \frac{N_1 \cdot I_1}{R_m} = \frac{400 \cdot 1}{1.856 \cdot 10^6} = 215.517 \mu wb$$

כיוון השדה המגנטי נקבע לפי כלל היד הימנית - נניח את יד ימין כך שהאצבעות סוגרות על התיל נושא הזרם. האצבעות יראו את כיוון הזרם והאגודל את כיוון השטף המגנטי.



ג. עוצמת השדה המגנטי

$$B = \frac{\phi}{A} = \frac{215.517 \cdot 10^{-6}}{900 \cdot 10^{-6}} = 0.239 T$$

עוצמת השדה המגנטי של הליבה

$$H_{fe} = \frac{B}{\mu_0 \cdot \mu_r} = \frac{0.239}{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 3000} = 63.396 \frac{A}{m}$$

עוצמת השדה המגנטי של חריץ האוויר

$$H_0 = \frac{B}{\mu_0} = \frac{0.239}{4\pi \cdot 10^{-7}} = 190.19 \cdot 10^3 \frac{A}{m}$$

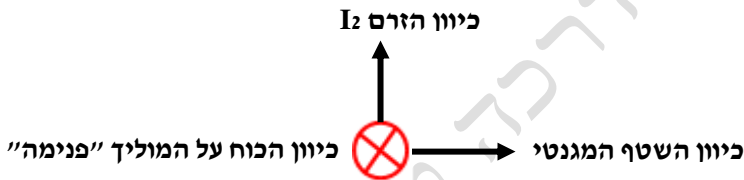
ד. כיוון הכוח שיפעל על המוליך

לפי כלל יד ימין השני:

האגודל - את כיוון הזרם

האצבעות - את כיוון השטף

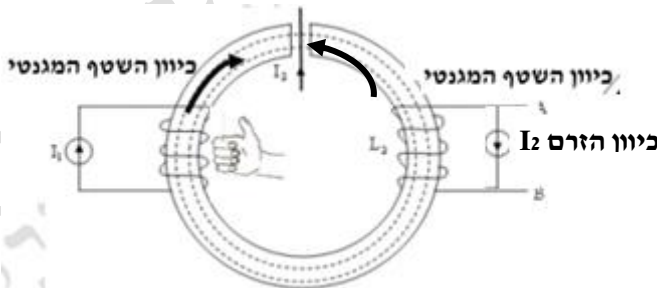
כף היד - מראה את כיוון הכוח.



ה. לצורך ביטול הכוח על המוליך, יש לאפס את השטף בליבה.

המשמעות היא: לייצר שטף בסליל השני, בכיוון ההפוך לשטף שמייצר

הסליל הראשון. כלומר, שטף בכיוון ההפוך לכיוון השעון.



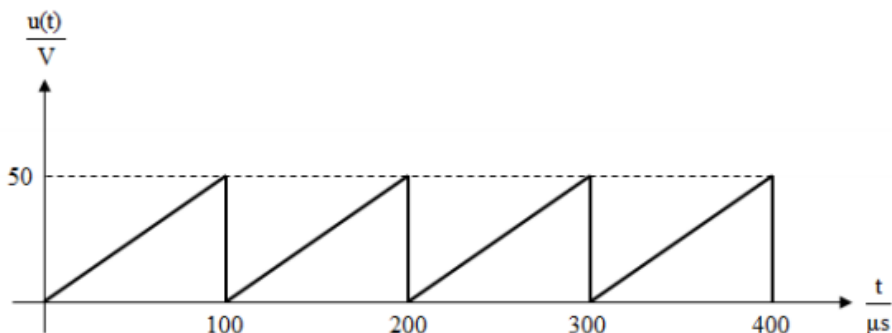
$$F_{m1} = F_{m2}$$

$$N_1 \cdot I_1 = N_2 \cdot I_2$$

$$I_2 = \frac{N_1 \cdot I_1}{N_2} = \frac{400 \cdot 1}{600} = 0.0667 A$$

תרגיל 8 (מה"ט אביב 2019 מועד ב' – שאלה 8)

באיור 8 מתואר גל מתח, המתקבל על מסך משקף תנודות (אוסצילוסקופ) בין ההדקים של נגד שערכו 5Ω .



א. מהו ערך תדר האות, המופיע באיור?

ב. מהו הערך הממוצע של אות הזרם, הזורם בנגד?

ג. מהו הערך היעיל (האפקטיבי) של אות הזרם, הזורם בנגד?

ד. מהו ממוצע הספק החום, המתפתח בנגד?

פתרון

א. זמן המחזור:

$$T = 100 \mu\text{sec}$$

תדר האות:

$$F = \frac{1}{T} = \frac{1}{100 \cdot 10^{-6}} = 10 \text{ kHz}$$

ב. מתח הממוצע של אות שן מסור ניתן לחשב באופן מידי לפי חוברת

הנוסחאות של מה"ט:

$$U_{av} = \frac{H_{\max}}{2} = \frac{50}{2} = 25 \text{ V}$$

ערך אות הזרם הממוצע:

$$I_{av} = \frac{U_{av}}{R} = \frac{25}{5} = 5A$$

ג. ניתן לחשב באופן מיידי לפי חוברת הנוסחאות של מה"ט:

$$U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{3}} = \frac{50}{\sqrt{3}} = 28.867V$$

$$I_{eff} = \frac{U_{eff}}{R} = \frac{28.867}{5} = 5.773A$$

ד. ההספק הממוצע שמעביר המקור לנגד:

$$P_{av} = U_{eff} \cdot I_{eff} = 28.867 \cdot 5.773 = 166.678W$$