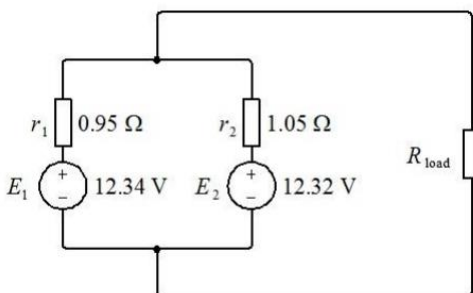


תרגיל 1 (מה"ט קיץ 2018 מועד א' -שאלה 1)

שני מקורות מתח מעשיים מחוברים זה אל זה במקביל ויחד הם יוצרים סוללה. עומס חשמלי מחובר אל הסוללה. באיור 1 נתון המעגל החשמלי של שני המקורות והעומס.



א כאשר התנגדות העומס גדולה מאוד מאוד (אין-סופית), מה המתח שבין הדקי הסוללה?

ב כשעוצמת הזרם שבמקור E_2 היא אפס אמפר, מה עוצמת הזרם במקור E_1 ?

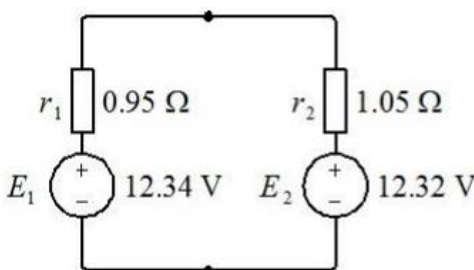
ג מה התחום של התנגדות העומס שבו שני המקורות יחד מזינים את העומס החשמלי?

ד במצב עבודה מסוים התנגדות העומס היא $R_{load} = r_1 + r_2 = 0.95 + 1.05 = 2 \Omega$.

האם במצב עבודה זה המעגל פועל בנקודת עבודה שבה העברת האנרגייה מהסוללה אל העומס נעשית בהספק מרבי?

פתרון

א. המעגל המתקבל



הזרם במעגל:

$$I = \frac{E_1 - E_2}{r_1 + r_2} = \frac{12.34 - 12.32}{0.95 + 1.05} = 0.01A$$

מתח ההדקים :

$$U = 12.34 - I \cdot r_1 = 12.34 - 0.01 \cdot 0.95 = 12.3305V$$

ב. עוצמת הזרם במקור

$$I = \frac{E_1 - E_2}{r_1} = \frac{12.34 - 12.32}{0.95} = 21.052mA$$

ג. לצורך הפתרון, ניעזר בסעיף ב' (לא זורם זרם במקור E_2)

$$R_{load} < \frac{E_2}{I} < \frac{12.32}{21.052 \cdot 10^{-3}} = 585.217\Omega$$

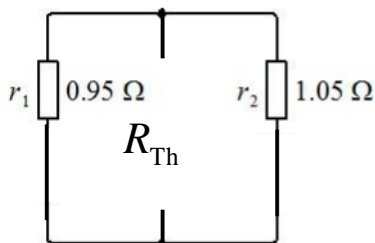
ומכאן :

$$0 < R_{load} < 585.217\Omega$$

ד. התנאי להעברת הספק מקסימלי :

$$R_{load} = R_{Th}$$

חישוב התנגדות R_{Th} - נקצר את מקורות המתח ונחשב את התנגדות הנתק



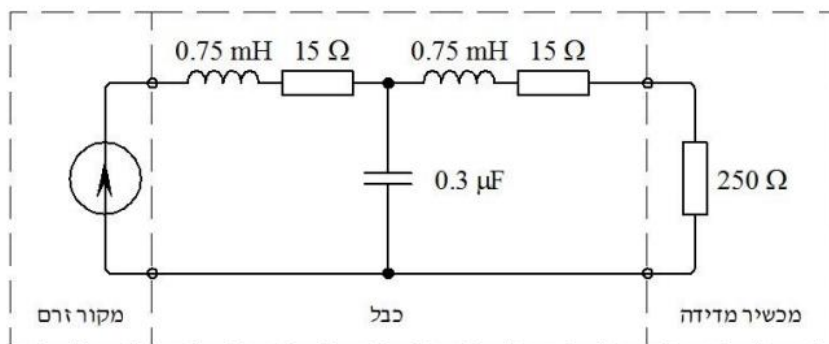
$$R_{Th} = \frac{r_1 \cdot r_2}{r_1 + r_2} = \frac{0.95 \cdot 1.05}{0.95 + 1.05} = 0.498\Omega$$

$$R_{load} \neq R_{Th}$$

המעגל לא פועל בנקודת העברת הספק מקסימלי

תרגיל 2 (מה"ט קיץ 2018 מועד א' - שאלה 2)

שלושה חלקים במערכת מדידה: מקור זרם; מכשיר מדידה המיוצג באמצעות התנגדות המבוא שלו; וכבל ארוך מאוד המחבר את מקור הזרם אל מכשיר המדידה. באיור 2 נתונים הערכים של איברי המעגל החשמלי המתאר את מערכת המדידה.



איור 2

א מהו אות המתח $u_{in,DC}(t)$ שבין הדקי מכשיר המדידה (התנגדות המבוא)

כאשר אות הזרם שמפיק במקור הזרם הוא $i_{DC}(t) = 14 \text{ mA}$?

ב מהו אות המתח $u_{in,AC}(t)$ שבין הדקי מכשיר המדידה

כאשר אות הזרם שמפיק מקור הזרם הוא $i_{AC}(t) = (2 \text{ mA})\sin(\omega t)$ ו- $\omega = 20 \text{ rad/s}$?

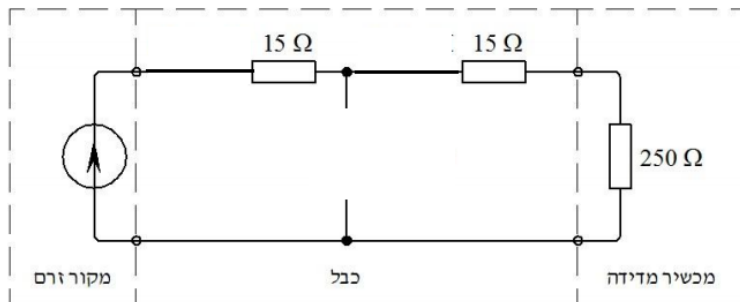
ג מהו אות המתח $u_{in}(t)$ שבין הדקי מכשיר המדידה

כאשר מקור הזרם מאלץ אות זרם שהוא סכום אותות הזרם שלעיל: $i(t) = i_{DC}(t) + i_{AC}(t)$?

ד מה תחום ההשתנות של אות המתח במבוא מכשיר המדידה?

פתרון

א. בסיום תופעות המעבר הקבל מהווים נתק והסלילים מהווים קצר.
נשרטט את המעגל המתקבל



$$U_{R=250\Omega} = U_{in.DC} = I_S \cdot R_L = 14 \cdot 10^{-3} \cdot 250 = 3.5V$$

ב. נחשב תחילה את ההיגבים שבמעגל.

ההיגב הקיבולי:

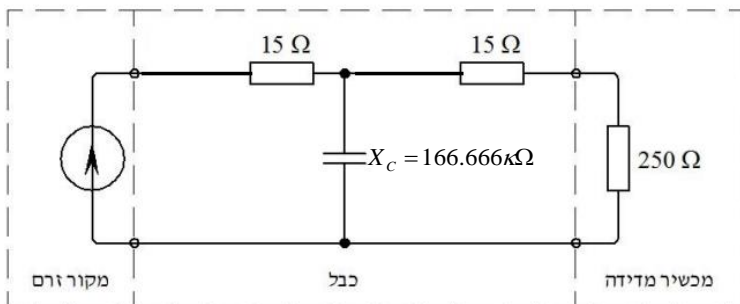
$$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C} = \frac{1}{20 \cdot 0.3 \cdot 10^{-6}} = 166.666 \mu\Omega$$

ההיגב ההשראי:

$$X_{L_2} = X_{L_2} = \omega \cdot L = 20 \cdot 0.75 \cdot 10^{-3} = 15m\Omega$$

ההיגב ההשראי קטן מאוד - אפשר להניח קצר.

המעגל המתקבל



את הזרם נחשב לפי שיטת מחלק זרם:

$$I_{R_L} = I_s \cdot \frac{X_C \angle -90^\circ}{R + R_L + X_C \angle -90^\circ}$$

$$I_{R_L} = 2 \cdot 10^{-3} \angle 0^\circ \cdot \frac{166.666 \cdot 10^3 \angle -90^\circ}{15 \angle 0^\circ + 250 \angle 0^\circ + 166.666 \cdot 10^3 \angle -90^\circ} = 2 \angle -0.091^\circ \text{ A}$$

$$U_{in(R_L=250\Omega)} = 2 \text{ m} \angle -0.091^\circ \cdot 250 = 0.5 \angle -0.091^\circ \text{ V}$$

המתח כפונקציה של הזמן

$$u_{in(R_L=250\Omega)}(t) = 0.5 \sin(20t - 0.091^\circ) \text{ V}$$

ג. סכום שני האותות

$$u_{in(R=250\Omega)}(t) = U_{DC} + U_{AC}$$

$$u_{in(R=250\Omega)}(t) = 3.5 + 0.5 \sin(20t - 0.091^\circ) \text{ V}$$

ד. תחום ההשתנות של אות המתח במבוא מכשיר המדידה:

המתח המינימלי

$$u_{in(R=250\Omega)}(t) = U_{DC} \pm U_{AC}$$

$$u_{in(\min)}(t) = 3.5 - 0.5 = 3 \text{ V}$$

המתח המקסימלי

$$u_{in(R=250\Omega)}(t) = U_{DC} + U_{AC}$$

$$u_{in(\max)}(t) = 3.5 + 0.5 = 4 \text{ V}$$

תרגיל 3 (מה"ט קיץ 2018 מועד א' -שאלה 3)

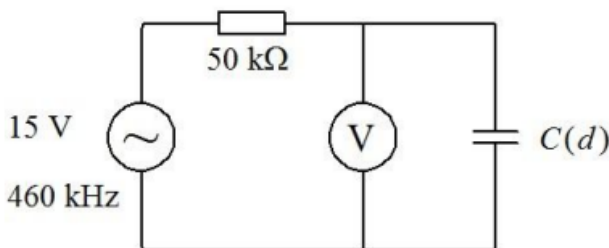
באיור 3 נתון תרשים החיבורים של קבל-לוחות ונגד ומד-מתח, אל מקור מתח חילופים סינוסואי

שטח לוחות הקבל הוא $7.5 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ וחומר הבידוד שבין לוחות הקבל הוא אוויר $\epsilon_{r,air} = 1$.

המרחק שבין לוחות הקבל משתנה בתחום $0 \text{ mm} \leq d \leq 20 \text{ mm}$.

עכבת מד המתח גבוהה מאוד מאוד ואין היא משפיעה על תוצאת המדידה כלל.

הוריית מד המתח היא הערך היעיל (ממוצע ריבועי) של אות המתח שבין הדקוי.



א מה תהיה הוריית מד המתח כאשר המרחק שבין הלוחות הוא 1.5 mm ?

ב מה עוצמת הזרם המרבית האפשרית במקור המתח?

ג בין לוחות הקבל שמו גוש חומר דיאלקטרי אלסטי הממלא את הנפח שבין לוחות הקבל.

הפרמיטיביות היחסית של חומר זה היא $\epsilon_{r,e} = 3.5$

מה תהיה הוריית מד המתח כאשר המרחק שבין הלוחות הוא 10 mm ?

ד אם יחליפו את מקור מתח החילופים במקור מתח ישר, האם הוריית מד המתח במצב מתמיד

תהיה תלויה במרחק שבין הלוחות?

פתרון

א. נחשב תחילה את קיבול הקבל

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r A}{d} = \frac{8.854 \cdot 10^{-12} \times 1 \times 7.5 \cdot 10^{-3}}{1.5 \cdot 10^{-3}} = 44.27 \cdot 10^{-12} \text{ F}$$

ההיגב הקיבולי

$$X_c = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2\pi \cdot 460 \cdot 10^3 \cdot 44.27 \cdot 10^{-12}} = 7815.428 \Omega$$

את המתח על הקבל נחשב לפי שיטת מחלק מתח

$$U_c = 15 \angle 0^\circ \cdot \frac{X_c \angle -90^\circ}{R \angle 0^\circ + X_c \angle -90^\circ} =$$

$$U_c = 15 \angle 0^\circ \cdot \frac{7815.428 \angle -90^\circ}{50 \cdot 10^3 \angle 0^\circ + 7815.428 \angle -90^\circ} = 2.316 \angle -81.116^\circ V$$

מד המתח יראה $U = 2.316V$

ב. עוצמת הזרם המרבית תתקבל כאשר היגב הקבל $X_c = 0 \Omega$ (קצר)

כזכור, היגב הקבל נתון בנוסחה הבאה

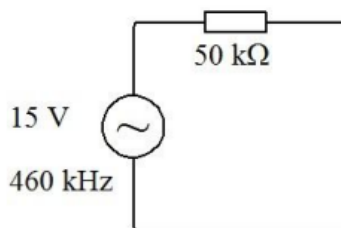
$$X_c = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C \uparrow}$$

מכאן, כאשר קיבול הקבל שואף ל- $C \rightarrow \infty$, נקבל $X_c = 0 \Omega$

מרחק בין לוחות הקבל משתנה $0 \leq d \leq 20mm$ (נתון בשאלה).

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r A}{d} = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r A}{0} \Rightarrow \infty$$

המעגל המתקבל



$$I_{max} = \frac{15}{50 \cdot 10^3} = 30mA$$

ג. קיבול הקבל

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r A}{d} = \frac{8.854 \cdot 10^{-12} \times 3.5 \times 7.5 \cdot 10^{-3}}{10 \cdot 10^{-3}} = 23.417 \cdot 10^{-12} F$$

ההיגב הקיבולי

$$X_c = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2\pi \cdot 460 \cdot 10^3 \cdot 23.417 \cdot 10^{-12}} = 14.886 \cdot 10^3 \Omega$$

את המתח על הקבל נחשב לפי שיטת מחלק מתח

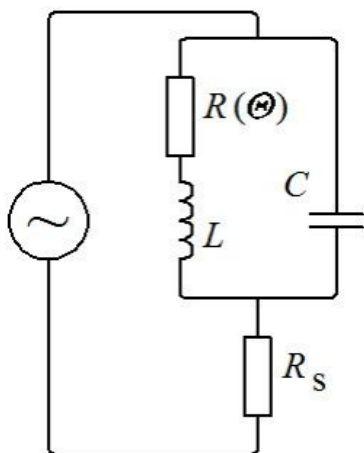
$$U_c = 15 \angle 0^\circ \cdot \frac{X_c \angle -90^\circ}{R \angle 0^\circ + X_c \angle -90^\circ} =$$

$$U_c = 15 \angle 0^\circ \cdot \frac{14.886 \cdot 10^3 \angle -90^\circ}{50 \cdot 10^3 \angle 0^\circ + 14.886 \cdot 10^3 \angle -90^\circ} = 4.28 \angle -73.42^\circ V$$

מד המתח יראה $U = 4.28V$

ד. בסיום תופעות המעבר, הקבל מהווה נתק. המשמעות היא: אין זרם במעגל, ולכן קריאת מד המתח לא תלויה במרחק שבין לוחות הקבל.

תרגיל 4 (מה"ט קיץ 2018 מועד א' - שאלה 4)



איור 4

ארבעה התקנים במערכת: נגד דגימת זרם R_s ; סליל; קבל; ונגד שהתנגדותו תלויה בטמפרטורה $R(\theta)$.
 ארבעת ההתקנים מחוברים אל מחולל אות מתח חילופים סינוסואידי כמתואר באיור 4.
 תנופת אות מתח המקור היא 38 V והתדר הזוויתי שלו הוא $40 \times 10^3\text{ rad/s}$
 קיבול הקבל הוא 66 nF והשראות הסליל היא 5.6 mH
 התנגדות נגד דגימת הזרם R_s היא 1Ω

א כמה צריכה להיות התנגדות הנגד $R(\theta)$ כדי שהמעגל יפעל בנקודת עבודה שבה הוא נמצא בתהודה?

ב בטמפרטורה של 25°C , התנגדות הנגד $R(\theta)$ היא 68Ω וקבוע הטמפרטורה שלו הוא $0.02 \frac{1}{^\circ\text{C}}$.

מה תהיה הטמפרטורה של הנגד $R(\theta)$ כאשר המעגל יהיה בתהודה?

ג כאשר המעגל בתהודה, כמה תהיה עוצמת הזרם (ערך יעיל) בנגד דגימת הזרם R_s ?

ד נגד דגימת הזרם הוא נגד הספק בעל כושר פיזור חום של 5 W .

האם כאשר המעגל בתהודה, הספק החום בנגד עומד במגבלת כושר פיזור החום שלו?

פתרון

א. התנגדות הנגד $R(\theta)$:

$$\omega_0^2 = \frac{1}{LC} - \frac{R(\theta)^2}{L^2}$$

נציב:

$$(40 \cdot 10^3)^2 = \frac{1}{5.6 \cdot 10^{-3} \cdot 66 \cdot 10^{-9}} - \frac{R(\theta)^2}{(5.6 \cdot 10^{-3})^2}$$

מפתרון המשוואה נקבל:

$$R_{(\Theta)} = 186.205 \Omega$$

ב. טמפרטורת הנגד $R_{(\Theta)}$:

$$R_{\Theta} = R_{\Theta_1} [1 + \alpha \cdot (\Theta - \Theta_1)]$$

נציב:

$$186.205 = 68 \cdot [1 + 0.02 \cdot (\Theta - 25)]$$

מפתרון המשוואה נקבל:

$$\Theta = 111.915^\circ C$$

ג. העכבה הכללית:

$$Z_T = \frac{Z_L \cdot Z_C}{Z_L + Z_C} + R_S$$

עכבת הסליל:

$$Z_L = R_{\Theta} + j\omega_0 \cdot L = 186.205 + j40 \cdot 10^3 \cdot 5.6 \cdot 10^{-3}$$

$$Z_L = (186.205 + j224) \Omega$$

עכבת הקבל:

$$Z_C = -j \frac{1}{\omega_0 \cdot C} = -j \frac{1}{40 \cdot 10^3 \cdot 66 \cdot 10^{-9}} = -j378.787 \Omega$$

העכבה הכללית:

$$Z_T = \frac{(186.205 + j224) \cdot (-j378.787)}{(186.205 + j224) + (-j378.787)} + 1$$

$$Z_T = 456.671 \angle 0^\circ \Omega$$

הזרם הכללי:

$$I_{eff} = \frac{V_{eff}}{Z_T} = \frac{u_{max}/\sqrt{2}}{Z_T} = \frac{38}{\sqrt{2} \cdot 456.671} = 58.54mA$$

ד. הספק המתפתח בנגד דגימת הזרם R_S :

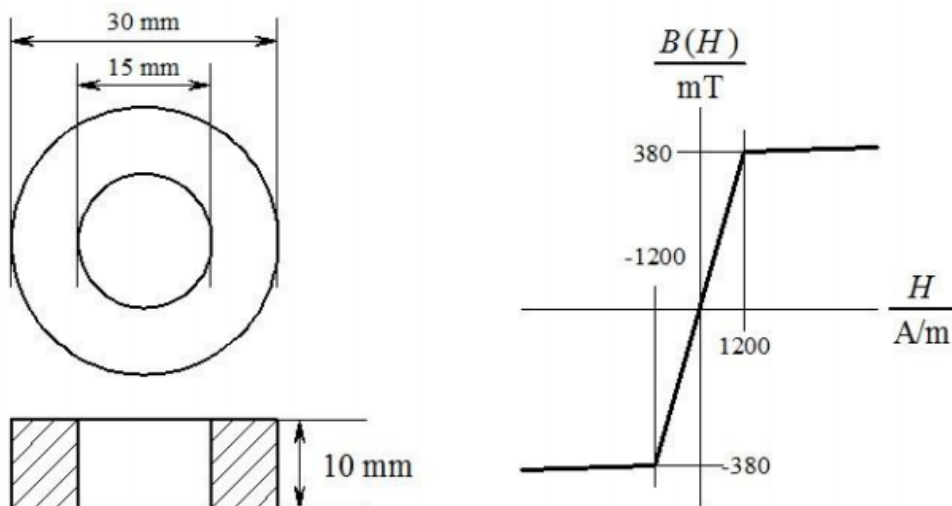
$$P_{R_S} = I_S^2 \cdot R_S = (58.54 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 1 = 3.427mW$$

מגבלת ההספק 5W (נתון בשאלה)

ומכאן שנגד הדגימה עומד במגבלת כושר פיזור החום.

תרגיל 5 (מה"ט קיץ 2018 מועד א' - שאלה 5)

המידות הגיאומטריות של טבעת העשויה חומר פרומגנטי וקירוב גס של עקום המגנטט שלו, נתונים באיור 5.



איור 5

- א כאשר החומר הפרומגנטי אינו ברוויה מגנטית, כמה הוא המיאון של הטבעת?
את האורך הממוצע של מסלול השטף המגנטי בטבעת יש לחשב לפי הקוטר הממוצע שלה.
- ב מוליך מלופף מספר פעמים על הטבעת דרך החור שבה – סליל. בסליל זורם זרם ישר. מה הכוח המגנטו-מוטורי (כמ"מ) שיביא את החומר הפרומגנטי לסף רוויה מגנטית?
- ג השראות הסליל היא 0.327 mH והתנגדותו היא 0.08Ω . כמה פעמים מלופף המוליך על הטבעת?
- ד כאשר החומר הפרומגנטי נמצא על סף רוויה מגנטית, כמה אנרגייה מגנטית אגורה בסליל?
תזכורת: שטח מלבן שאורך צלעותיו a ו- b הוא $A = ab$; והיקף מעגל בקוטר d הוא $l = \pi d$

פתרון

א. קוטר הטבעת:

$$D = 30\text{mm} - 2 \cdot \frac{7.5\text{mm}}{2} = 22.5\text{mm} = 22.5 \cdot 10^{-3}\text{m}$$

האורך הממוצע:

$$\ell = \pi \cdot D = \pi \cdot 22.5 \cdot 10^{-3}\text{m}$$

שטח החתך:

$$A = 10\text{mm} \cdot 7.5\text{mm} = 75\text{mm}^2 = 75 \cdot 10^{-6}\text{m}^2$$

החדירות (חלחלות) המגנטית (קריאה מגרף השאלה):

$$\mu = \frac{\Delta B}{\Delta H} = \frac{380 - 0}{1200 - 0} = 0.3166 \frac{\text{H}}{\text{m}}$$

המיאון של הטבעת:

$$R_m = \frac{\ell}{\underbrace{\mu_0 \cdot \mu_r}_{\mu} \cdot A} = \frac{22.5 \cdot \pi \cdot 10^{-3}}{\underbrace{0.3166 \cdot 10^{-3}}_{\mu} \cdot 75 \cdot 10^{-6}} = 2.976 \cdot 10^6 \frac{1}{\text{H}}$$

ב. השטף המגנטי ברוויה:

$$\phi_{sat} = B_{sat} \cdot A$$

$$\phi_{sat} = 380 \cdot 10^{-3} \cdot 75 \cdot 10^{-6} = 28.5 \cdot 10^{-6}\text{wb}$$

הכוח המגנטו מוטורי (כמ"מ):

$$F = \phi_{sat} \cdot R_m = 28.5 \cdot 10^{-6} \cdot 2.976 \cdot 10^6 = 84.816\text{AT}$$

ג. כמות הפעמים שהמוליך מלוּפף על הטבעת:

$$L = \frac{N^2}{R_m}$$

$$N = \sqrt{L \cdot R_m}$$

$$N = \sqrt{0.327 \cdot 10^{-3} \cdot 2.976 \cdot 10^6} = 31.195$$

$$N = 32T$$

ד. מציאת הזרם:

$$F = N \cdot I$$

מכאן:

$$I = \frac{F}{N} = \frac{84.84}{32} = 2.651A$$

האנרגיה המגנטית האגורה בסליל:

$$W_L = \frac{I^2 \cdot L}{2} = \frac{2.651^2 \cdot 0.327 \cdot 10^{-3}}{2} = 1.149 \cdot 10^{-3} J$$

תרגיל 6 (מה"ט קיץ 2018 מועד א' -שאלה 6)

באיור 6 נתון האופייין החשמלי של מקור מתח ישר מעשי.

א כמה היא ההתנגדות הפנימית של מקור המתח?

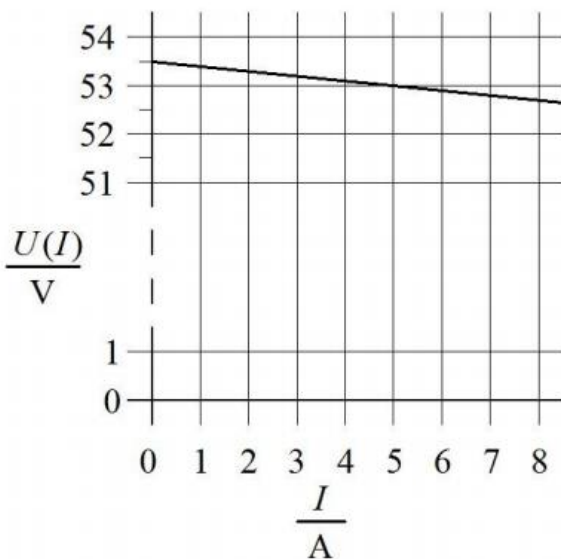
ב מה הערך הממוצע של אות המתח שבין הדקי המקור וכמה הוא הערך היעיל שלו, כאשר עוצמת הזרם הזורם במקור היא אפס אמפר (0A)?

אל הדקי מקור המתח מחוברים שני מכשירים שונים.

צריכת האנרגייה של מכשיר אחד נעשית בזרם קבוע של 2.7 A וצריכת האנרגייה של המכשיר האחר נעשית בזרם קבוע של 4.8 A.

ג מה הספק צריכת האנרגייה של שני המכשירים יחד כאשר הם מחוברים אל מקור המתח?

ד כמה היא נצילות העברת האנרגייה מהמקור אל המכשירים?



פתרון

א. ההתנגדות הפנימית של מקור המתח

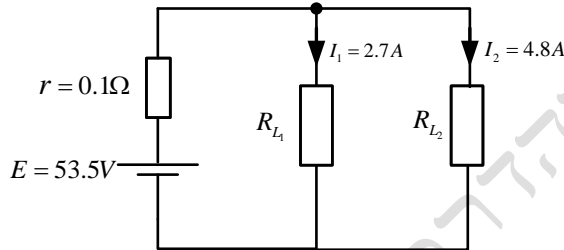
$$r = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{53.5 - 52.5}{5 - 0} = 0.1 \Omega$$

ב. ערך המתח היעיל והממוצע:

קריאה מגרף השאלה $\leftarrow U = 53.5V$.

המתח היעיל שווה למתח הממוצע.

ג. המעגל המתקבל:



הזרם הכללי במעגל:

$$I_T = I_1 + I_2 = 2.7 + 4.8 = 7.5A$$

ההספק המיוצר ע"י הסוללה:

$$P_E = P_L + P_r$$

הספק שנצרך ע"י הצרכן:

$$P_L = P_E - P_r = I_T \cdot E - I_T^2 \cdot r = \underbrace{7.5 \cdot 53.5}_{P_E} - \underbrace{7.5^2 \cdot 0.1}_{P_r} = 395.625W$$

ד. נצילות המעגל

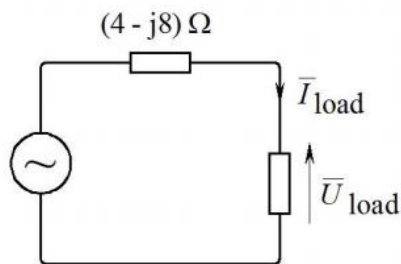
$$\eta_{\%} = \frac{P_L}{P_E} \cdot 100 = \frac{395.625}{7.5 \cdot 53.5} \cdot 100 = 98.598\%$$

$$P_{av} = I_{eff}^2 \cdot R = 0.228^2 \cdot 20 = 1.658W$$

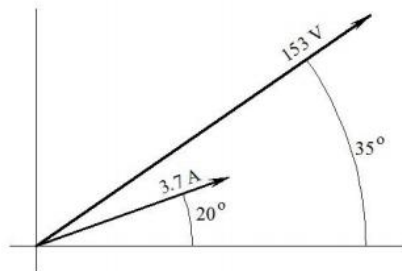
תרגיל 7 (מה"ט קיץ 2018 מועד א' -שאלה 7)

עומס חשמל load ומקור מתח חילופים סינוסואידי ועכבה, מחוברים זה לזה כמתואר במעגל שבאיור 7.1.

דיאגרמת מחוגי הזרם והמתח הזרם בעומס נתונה באיור 7.2.



איור 7.1



איור 7.2

א. מה הגודל של כל אחת משלוש הצלעות במשולש ההספקים של העומס?

ב. מה הגודל של מתח המקור?

ג. מה הזווית (במעלות) של מחוג מתח המקור?

ד. מה אופי מקדם ההספק במקור האנרגייה?

ה. מה הגודל של זווית הפישוק שבין מחוג מתח המקור למחוג מתח העומס?

פתרון

א. ההספק המדומה

$$S_T = U_{eff} \cdot I_{eff}^* = 153 \angle 35^\circ \cdot 3.7 \angle -20^\circ = 566.1 \angle 15^\circ$$

$$S_T = P_T \pm jQ_T = 546.81 + j146.517$$

ב. מתח המקור

$$U_T = I_L \cdot Z_1 + U_{Load}$$

$$U_T = 3.7 \angle 20^\circ \cdot (4 - j8) + 153 \angle 35^\circ = 162.893 \angle 23.52^\circ V$$

ג. זווית מקור המתח

$$\varphi = 23.519^\circ$$

ד. בדרך א'

אופי השראי - המתח מקדים את הזרם

$$\varphi = \varphi_{U_T} - \varphi_I = 23.519^\circ - 20^\circ = 3.52^\circ$$

בדרך ב'

ע"י חישוב עכבת המעגל

$$Z = \frac{U}{I} = \frac{162.893 \angle 23.52^\circ}{3.7 \angle 20^\circ} = 44.025 \angle 3.52^\circ \Omega$$

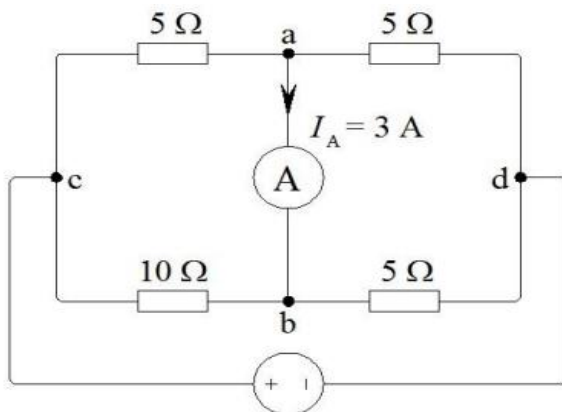
הזווית של עכבת חיובית ומכאן שאופי המעגל השראי

ה. גודל הזווית שבין מקור המתח למתח העומס

$$\Delta\varphi = \varphi_{U_T} - \varphi_{U_L} = 23.519^\circ - 35^\circ = -11.481^\circ$$

תרגיל 8 (מה"ט קיץ 2018 - מועד א' - שאלה 8)

מקור האנרגייה שבמעגל החשמלי שבאיור 8, הוא מקור מתח ישר שגודלו לא-ידוע. במצב עבודה מסוים, הגודל של ההתנגדויות נתון באיור. במצב עבודה זה, בין נקודה a לנקודה b, חיברו מד זרם ישר שהתנגדותו אפסית. עוצמת הזרם שנמדדה ומגמת הזרם נתונים באיור.

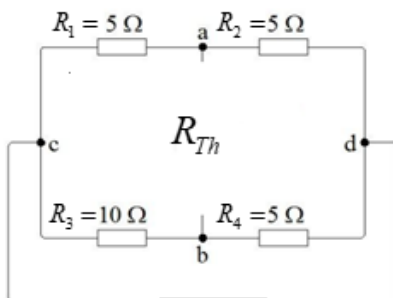


- א האם במצב העבודה המתואר לעיל, הגשר שבאיור מאוזן? אין צורך בחישוב; התשובה: כן או לא, אינה תשובה כלל.
- ב על פי משפט תבנין, מה ההתנגדות $R_{Thevenin}$ של המעגל, ההתנגדות שבין נקודה a לנקודה b, ומה מעגל התמורה לפיו היא מחושבת?
- ג על פי משפט תבנין, מה המתח $U_{Thevenin}$ שבין נקודה a לנקודה b (המתח כאשר אין מד הזרם מחובר במעגל)?
- ד בידיעת המתח $U_{Thevenin}$, מה גודל מתח המקור?

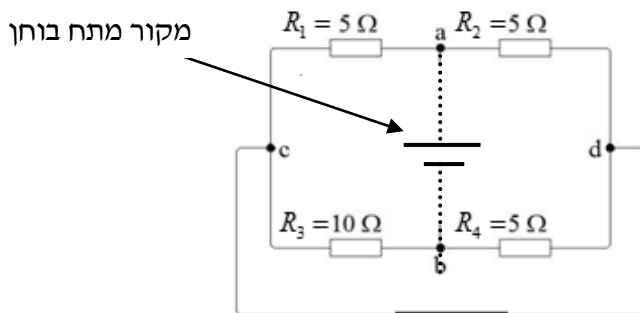
פתרון

- א. זורם דרך מד הזרם. המשמעות היא: הגשר לא מאוזן
- ב. חישוב התנגדות R_{Th} .

נקצר את מקור המתח ונחשב את התנגדות הנתק מצד ההדקים a ו-b



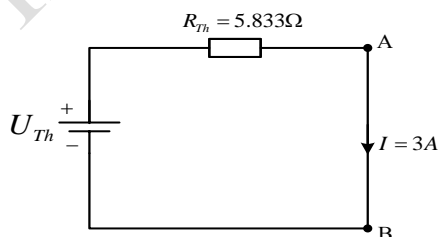
לצורך הבנת החישוב נוסיף מקור מתח בוחן – ניתן להבין את חיבור הנגדים לפי פיצול הזרם.



$$R_{Th} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} + \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4} = \frac{5 \cdot 5}{5 + 5} + \frac{10 \cdot 5}{10 + 5} = 5.833\Omega$$

ג. בניית מעגל תמורה, המעגל כולל את המתח U_{Th} והתנגדות R_{Th}

והענף המקוצר



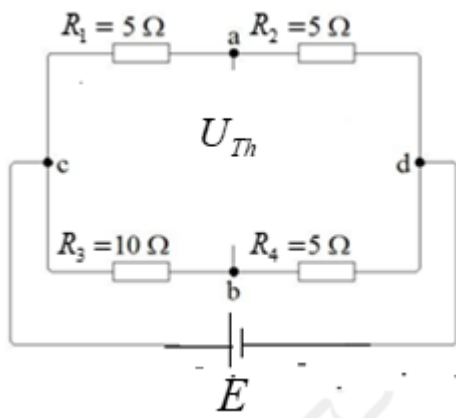
$$I = \frac{U_{Th}}{R_{Th}}$$

$$U_{Th} = I \cdot R_{Th}$$

$$U_{Th} = 3 \cdot 5.833 = 17.5V$$

ד. לצורך חישוב מתח המקור נחזור למעגל תבנית

מחזירים את מקור המתח E , את המתח שבין הנקודות a ו- b , זהו למעשה U_{Th} חשבנו בסעיף קודם.



$$U_{Th} = U_a - U_b$$

נחשב את U_a לפי שיטת מחלק מתח

$$U_a = E \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2} = E \cdot \frac{5}{5 + 5} = E \cdot \frac{5}{10} = \frac{E}{2}$$

נחשב את U_b לפי שיטת מחלק מתח

$$U_b = E \cdot \frac{R_4}{R_3 + R_4} = E \cdot \frac{5}{10 + 5} = E \cdot \frac{5}{15} = \frac{E}{3}$$

$$U_{Th} = U_A - U_B$$

נציב:

$$17.5 = \frac{E}{2} - \frac{E}{3}$$

מפתרון המשוואה נקבל:

$$E = 105V$$