



מדינת ישראל
 משרד התעשייה, המסחר והתעסוקה
 האגף להכשרה ולפיתוח כוח אדם
 תחום הבחינות

נוסחאון בתורת החשמל

זרם ישר

1.1 כמות מטען

קולון [C] – Q כמות מטען
 אמפר [A] – I זרם
 שנייה [sec] – t זמן

$$Q = I \cdot t$$

1.2 שינוי התנגדות בטמפרטורה

התנגדות סופית – $R_{T2} = R_t$ [אום; Ω]

התנגדות התחלתית – $R_0 = R_{T1}$ [אום; Ω]

מקדם הטמפרטורה – α [$1/^\circ\text{C}$]

מעלות צלסיוס [°C] – ΔT הפרש טמפרטורה

$$R_t = R_0(1 + \alpha \Delta T)$$

$$R_{T2} = R_{T1}(1 + \alpha_{T1} \cdot \Delta T)$$

$$\Delta T = T_2 - T_1$$

1.3 חישוב התנגדות של מוליך

התנגדות – R [אום; Ω]

אום ממ"ר Ωmm^2

התנגדות סגולית – $\rho = \left[\frac{\Omega\text{mm}^2}{\text{m}} \right]$ מט

[מטר; m] – ℓ אורך המוליך

[ממ"ר; mm^2] – A שטח החתך

$$R = \rho \frac{\ell}{A}$$

הערה: הגדלים בנוסחא זו אינם מובעים במערכת M.K.S

1.4 מוליכות

[סימנס; S] – G מוליכות

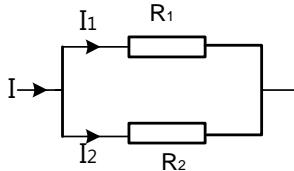
[mho] – מוליכות

$$G = \frac{1}{R}$$



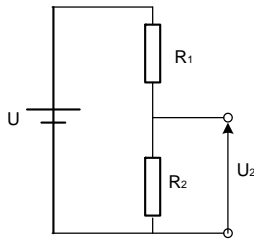
מדינת ישראל
 משרד התעשייה, המסחר והתעסוקה
 האגף להכשרה ולפיתוח כוח אדם
 תחום הבחינות

1.5 מחלק זרם



$$I_1 = I \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

1.6 מחלק מתח



$$U_2 = U \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

1.7 הספק בזרם ישר

[וואט: P [W] – הספק

[וולט: U [V] – מתח

[אמפר: I [A] – זרם

[אום: R [Ω] – התנגדות

[Wsec או J; וואט שנייה או ג'אול] – אנרגיה

[sec: t] – זמן

$$P = UI$$

$$P = I^2 R$$

$$W = Pt$$

$$P = \frac{U^2}{R}$$

1.8 חוק ג'אול

[קלוריה: Q [cal]; כמות חום

[גרם: m [gr]; מסה

[cal/g°C; °C] – חום סגולי

[°C] – שינוי טמפרטורה

– η נצילות

$$Q = m \cdot C \cdot \Delta T = 0.24 \cdot P \cdot t \cdot \eta = 0.24 \cdot R \cdot I^2 \cdot t \cdot \eta$$

$$1 \text{ cal} = 4.2 \text{ Joule}$$

$$\eta = \frac{m \cdot C \cdot \Delta T}{0.24 \cdot P \cdot t}$$



מדינת ישראל
 משרד התעשייה, המסחר והתעסוקה
 האגף להכשרה ולפיתוח כוח אדם
 תחום הבחינות

1.9 חיבור תאים בסוללה

n – מס' התאים המחוברים בטור בענף אחד

$$I = \frac{nE}{\frac{n}{m}r + R} \text{ : במעורב}$$

m – מס' הענפים המקבילים

E – כא"מ של תא אחד

$$I = \frac{E}{\frac{r}{m} + R} \text{ : במקביל}$$

r – ההתנגדות הפנימית של תא אחד

R – התנגדות הצרכן

$$I = \frac{nE}{nr + R} \text{ : בטור}$$

I – הזרם בצרכן

1.10 התנאי לאספקת זרם מירבי מסוללה

R [אוהם: Ω] – התנגדות הצרכן

$$\frac{n}{m}r = R$$

n – מספר התאים המחוברים בטור בענף מקבילי אחד
 m – מספר הענפים המקבילים

1.11 קיבול סוללה

[אמפר שעה; Ah] –Q קיבול סוללה
 [שעות; h] –t זמן

$$Q = I \cdot t$$



מדינת ישראל
 משרד התעשייה, המסחר והתעסוקה
 האגף להכשרה ולפיתוח כוח אדם
 תחום הבחינות

2. אלקטרוסטטיקה

2.1 שדה חשמלי

$$1C = 6.24 \cdot 10^{18} e$$

$$E = \frac{F}{q}$$

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon} \cdot \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

[קולון; C] – e מטען אלקטרון
 [ניוטון לקולון; N/C] – E עוצמת שדה חשמלי
 [ניוטון; N] – F כוח

[קולון; C] – q מטען

[מטר; m] – r מרחק בין מטענים

[פראד למטר; F/m] – ε קבוע דיאלקטרי

2.2 קיבול

$$\epsilon_0 = \frac{1}{36\pi \cdot 10^9} = 8.85 \cdot 10^{-12} \left[\frac{F}{m} \right]$$

$$\epsilon = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r$$

$$C = \frac{\epsilon A}{d}$$

$$C = \frac{Q}{U}$$

$$E = \frac{U}{d}$$

[מ"ר; m²] – A שטח החתך של לוח הקבל
 [קולון; C] – Q מטען הקבל
 [פראד למטר; F/m] – ε קבוע דיאלקטרי
 [פראד למטר; F/m] – ε₀ קבוע דיאלקטרי של הריק
 ε_r – קבוע דיאלקטרי יחסי
 [וולט; V] – U מתח
 [מטר; m] – d מרחק בין לוחות הקבל
 [פראד; F] – C קבול הקבל
 [v/m] – E עוצמת שדה חשמלי



מדינת ישראל
 משרד התעשייה, המסחר והתעסוקה
 האגף להכשרה ולפיתוח כוח אדם
 תחום הבחינות

2.3 האנרגיה האגורה בקבל

אנרגיה – W [Wsec J; ג'אול, שנייה, וואט]

$$W_c = \frac{1}{2} \cdot CU^2$$

$$W_c = \frac{QU}{2}$$

$$W_c = \frac{Q^2}{2C}$$

2.4 פוטנציאל חשמלי

[קולון; C] q – מטען נקודתי

$$U = \frac{W}{q}$$

[וולט U] – מתח חשמלי

[ג'אול J] – אנרגייה חשמלית

2.5 זרם חשמלי

[אמפר; A] I – עוצמת הזרם

$$I = \frac{Q}{t}$$

[קולון; C] Q – מטען

[שנייה; sec] t – זמן

$$J = \frac{I}{A}$$

[A/mm²] J – צפיפות הזרם

[mm²] A – שטח החתך



מדינת ישראל
 משרד התעשייה, המסחר והתעסוקה
 האגף להכשרה ולפיתוח כוח אדם
 תחום הבחינות

3. קבלים

3.1 קיבול הקבל

$$C = \frac{Q}{U}$$

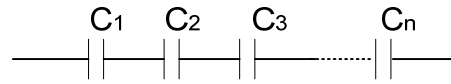
[פראד; C] – קיבול הקבל

[קולון; Q] – כמות המטען

[וולט; U] – המתח בין לוחות הקבל

3.2 חיבור קבלים בטור

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_n}$$



$$Q_T = Q_1 = Q_2 = Q_n$$

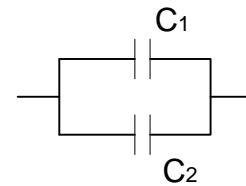
חיבור שני קבלים בטור

$$C_T = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

c_t – קיבול כולל

Q_t – מטען כולל

3.3 חיבור קבלים במקביל



$$C_T = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n$$



מדינת ישראל
 משרד התעשייה, המסחר והתעסוקה
 האגף להכשרה ולפיתוח כוח אדם
 תחום הבחינות

4. מגנטיות ואלקטרומגנטיות

4.1 עצמת שדה H

[אמפר; I] – עצמת הזרם

[מטר; r] – מרחק מהמוליך

$$H = \frac{I}{2\pi r}$$

[אמפר למטר; H] – עצמת השדה המגנטי סביב מוליך אין סופי
 [כריכות; N] – מספר כריכות

[מטר; l] – אורך מסלול מגנטי

$$\sum NI = \sum Hl$$

כח מגנטו מניע – כמ"מ M

$$M = I \cdot N$$

4.2 השראה מגנטית – צפיפות השטף

[וובר למ"ר; B] – השראה מגנטית, צפיפות שטף מגנט.

$$B = \mu H$$

[אום שנייה / מטר; μ_0] – חדירות האוויר (ריק)

$$\mu_0 = 4\pi 10^{-7} \frac{\Omega \text{sec}}{\text{m}}$$

4.4

[אום שנייה / מטר; μ] – חדירות (חלחלות) מגנטית

$$\mu = \mu_0 \mu_r$$



מדינת ישראל
 משרד התעשייה, המסחר והתעסוקה
 האגף להכשרה ולפיתוח כוח אדם
 תחום הבחינות

4.5 השטף המגנטי

$$\phi = B \cdot A$$

[וובר; Φ (Wb) – שטף מגנטי

[מ"ר; A [m²] – שטח החתך של הסליל – השטח הכלוא בלולאות הסליל

$$B = \frac{\phi}{A}$$

[וובר למ"ר; B [Wb/m²] – השראה מגנטית – צפיפות שטף מגנטי

4.6 עוצמת השדה המגנטי

$$H = \frac{N \cdot I}{l}$$

[אמפר כריכות; NI [AT] – כוח מגנטו-מניע

[מטר; l] – אורך מסלול מגנטי

[וולט שנייה, וובר; Φ [Vsec, wb] – שטף מגנטי

$$\phi = \frac{NI}{R_m}$$

[אמפר כריכות לוובר; R_m [$\frac{AT}{Wb}$] – מיאון (התנגדות מגנטית)

[אמפר כריכות למטר; H [AT/m] – עוצמת השדה

4.7 מיאון מגנטי (רלוקטנס)

$$R_m = \frac{l}{\mu A}$$

4.8 כוח בין מוליכים שדרכם עובר זרם

$$F = \frac{\mu l}{2\pi r} \cdot I_1 I_2$$

[מטר; r] – המרחק בין המוליכים

[אמפר; I] – זרם

[מטר; l] – אורך המוליך

[ניוטון; F] – הכח הפועל

μ – תדירות



מדינת ישראל
 משרד התעשייה, המסחר והתעסוקה
 האגף להכשרה ולפיתוח כוח אדם
 תחום הבחינות

4.9 כוח הפועל על תיל נושא זרם בשדה מגנטי

[וובר למ"ר; B [Wb/m²] – השראות השדה מגנטית

[אמפר; I – זרם

[ניוטון; F – כוח

[מטר; l – אורך התיל בשדה המגנטי

[מעלות; α – זווית בין המוליך לקווי הכח

$$F = BIl \sin \alpha$$

4.10 הכוח הפועל על מטען הנע במהירות V בשדה מגנטי

[מטר לשנייה; v [m/sec] – מהירות קווית

[קולון; q – מטען

$$F = B.q.V \sin \alpha = B.I.l \sin \alpha$$

4.11 המתח המושרה (כא"מ) בתיל הנע בשדה מגנטי

[וולט; e – מתח מושרה

[וובר למ"ר; B [Wb/m²] – השראה מגנטית – צפיפות שטף מגנטי

[מטר; l – אורך התיל

[מטר לשנייה; V [m/sec] – מהירות תנועת התיל

$$e = BlV \sin \alpha$$

חוק פרדיי

המתח המושרה בלולאת תיל בעלת N כריכות הנמצאת בשדה מגנטי משתנה עם הזמן.

[וובר; $\Delta\Phi$ – שינויי השטף המגנטי

[שנייה; Δt – שינויי בזמן

$$E = N \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

4.12 השראות עצמית של סליל

[הנרי; L – השראות עצמית של הסליל

[כריכות; N – מספר כריכות בסליל

[וובר; Φ – שטף מגנטי בסליל

[אמפר; I – הזרם בסליל

$$L = \frac{\phi}{I}$$

$$L = -N \frac{\Delta\phi}{\Delta I}$$

וובר; $\Delta\Phi$ – שינויי שטף

[—] וולט שנייה V_{sec}

[אמפר; ΔI – שינויי בזרם.

4.13 מומנט סיבובי הפועל על סליל הנמצא בשדה מגנטי

[מעלות, רדיאן; α – זווית בין מישור הכריכה לבין

הניצב לקווי הכוח המגנטיים

[ניוטון מטר; T – מומנט סיבוב

[אמפר; I – הזרם הזורם בסליל

$$T = N\phi I \sin \alpha = NIAB \sin \alpha$$



מדינת ישראל
 משרד התעשייה, המסחר והתעסוקה
 האגף להכשרה ולפיתוח כוח אדם
 תחום הבחינות

[וובר; Φ] – שטף העובר דרך הסליל

4.14 חוק לנץ

המתח הנגדי הנוצר בסליל כתוצאה משינוי הזרם בו

$$E = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

[שנייה; Δt] – זמן

[כריכות; N] – מספר הכריכות

[אמפר; ΔI] – שינוי הזרם

[הנרי; L] – השראות עצמית של סליל

4.15 השראות עצמית של הסליל

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

AT

[אמפר כריכות לוובר; $\frac{AT}{wb}$] – R_m – מיאון

4.16 השראות הדדית

$$M = K \sqrt{L_1 L_2}$$

[הנרי; M] – מקדם ההשראה ההדדית

[K] – מקדם הצימוד

[מ"ר m^2] – A – שטח פני הכריכה

[רדיאן לשנייה; ω] – מהירות זוויתית

[מטר; R] – רדיוס הכריכה

$$E_{\max} = B.A.\omega$$

[מ"שנייה; V] – מהירות קווית

$$\omega = \frac{v}{R}$$

[סל"ד; n] – מהירות סיבוב

[רדיאן; θ] – זווית בין מישור הכריכה לבין הניצב לקווי הכוח

$$\omega = \frac{2\pi n}{60}$$

[ניוטון מטר; T] – מומנט הפועל על הכריכה

$$\omega = \frac{\theta}{t}$$

4.17 האנרגיה האגורה בסליל

$$W = \frac{1}{2} LI^2$$

[וואט שנייה, ג'אול; J או $W \text{ sec}$] – אנרגיה



מדינת ישראל
 משרד התעשייה, המסחר והתעסוקה
 האגף להכשרה ולפיתוח כוח אדם
 תחום הבחינות

5. זרם חילופין

5.1

[אמפר; i] – ערך רגעי של הזרם
 [רדיאן; α] – זווית
 [וולט; E_{\max}] – ערך מירבי של המתח
 [וולט; e] – ערך רגעי של המתח
 [אמפר; I_{eff}] – ערך יעיל של הזרם
 [אמפר; I_{\max}] – ערך מקסימלי של הזרם
 [וולט; U_{eff}] – ערך יעיל של המתח
 [וולט; U_{\max}] – ערך מירבי של המתח
 [רדיאן לשנייה; ω] – מהירות זוויתית

$$i = I_{\max} \sin(\omega t + \alpha)$$

$$e = E_{\max} \sin(\omega t + \alpha)$$

5.2

[שנייה; T] – זמן המחזור (אורך הגל)

$$T = \frac{1}{f}$$

[שנייה; t] – זמן

[הרץ, מחזורים לשנייה; f] – תדירות

$$I_{\text{eff}} = \frac{1}{\sqrt{2}} I_{\max}$$

$$U_{\text{eff}} = \frac{1}{\sqrt{2}} U_{\max}$$

$$\omega = 2\pi f$$

[אווהם; X] – היגב כולל של העכבה
 [אווהם; X_L] – היגב השראי של הסליל

$$Z = R \pm jX$$

[אווהם; X_c] – היגב קיבולי של הקבל

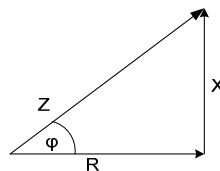
$$\text{tg } \phi = \frac{X}{R}$$

[אווהם; Z] – עכבה

[אווהם; $|Z|$] – ערך מוחלט של העכבה

$$X = X_L - X_c$$

$$|Z| = \sqrt{R^2 + X^2}$$



[אווהם; X_L] – היגב השראי
 [Hy; L] – השראות הסליל בהנרי

$$X_L = \omega L$$

[אווהם; X_c] – היגב קיבולי

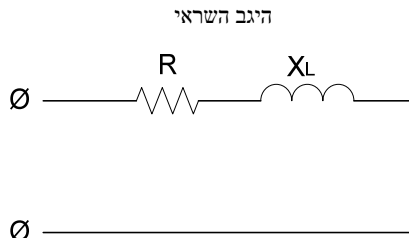
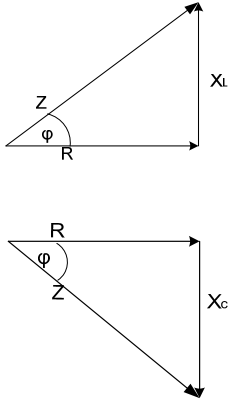
$$X_c = \frac{1}{\omega C}$$

[פרד; C] – קיבול



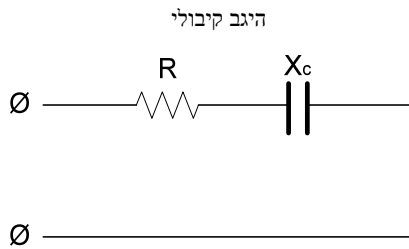
מדינת ישראל
 משרד התעשייה, המסחר והתעסוקה
 האגף להכשרה ולפיתוח כוח אדם
 תחום הבחינות

5.3 זווית מופע ϕ (במעגל טורי)



$$\operatorname{tg} \phi = \frac{X}{R}$$

$$\sin \phi = \frac{X}{Z}$$



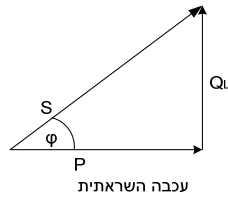
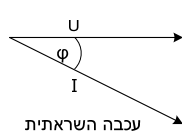
$$\cos \phi = \frac{R}{Z}$$

5.4 הספקים

[אמפר] I – זרם
 [וולט] U – מתח
 [וולט אמפר] S – הספק מדומה
 [וואט] P – הספק ממשי
 [וולט אמפר ראקטיבי] Q – הספק היגבי (ריאקטיבי)
 [רדיאן] ϕ – זווית המופע בין המתח לזרם

$$S = UI$$

$$P = UI \cos \phi$$

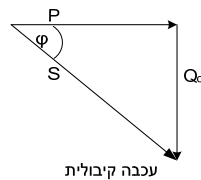
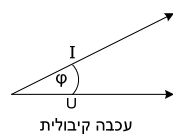


$$Q = UI \sin \phi$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$\operatorname{tg} \phi = \frac{Q}{P}$$

$$P = S \cos \phi$$



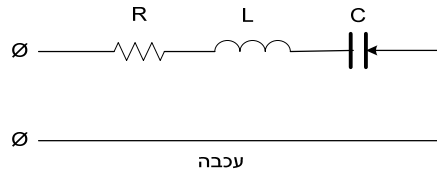
$$Q = S \sin \phi$$

$$S = P \pm jQ$$



מדינת ישראל
 משרד התעשייה, המסחר והתעסוקה
 האגף להכשרה ולפיתוח כוח אדם
 תחום הבחינות

5.6 מעגלי תהודה טורית



$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$Q_0 = \frac{\omega_0 L}{R}$$

$$BW = \frac{f_0}{Q_0}$$

$$\omega_0 = 2\pi f_0$$

[הרץ; Hz] – תדר התהודה

[רדיאן לשנייה; rad/sec] – מהירות זוויתית בתהודה

[אום; Ω] – התנגדות העכבה

[ללא יחידות] – Q_0 – גורם הטיב של המעגל בתהודה

[הנרי; H] – השראות העכבה

[פראד; F] – קיבול העכבה

[הרץ; Hz] – רוחב הפס

5.7 שיפור מקדם ההספק

$$C = \frac{P}{\omega U^2} (tg \varphi_1 - tg \varphi_2)$$

$$Q_C = P (tg \varphi_1 - tg \varphi_2)$$

$$Q_C = C \omega U^2$$

[פראד; F] – C – הקיבול המוסף במקביל לעכבה

[מעלות, רדיאנים; deg, rad] – φ_2 – זווית מופע אחרי השיפור

[מעלות, רדיאנים; deg, rad] – φ_1 – זווית מופע לפני השיפור

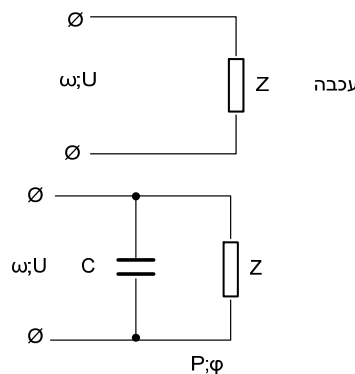
[וואט; W] – P – ההספק הממשי הנצרך ממקור המתח.

[volt] – U – מתח האספקה

[rad/sec] – ω – מהירות זוויתית

$$\omega = 2\pi f$$

– Q_C – הספק ריאקטיבי ב-VAR

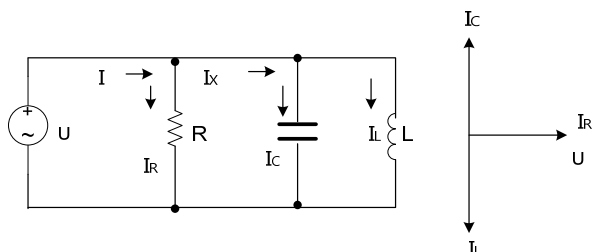


מעגל זרם חילופין מקבילי

$$I = \sqrt{I_R^2 + I_X^2}$$

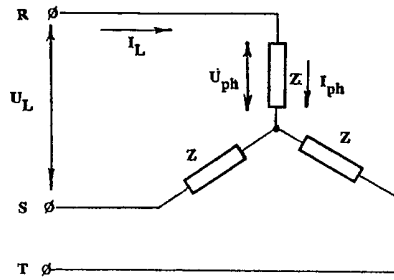
$$I_X = I_C - I_L$$

$$\cos \varphi = \frac{Z}{R} = \frac{I_R}{I_T}$$





מדינת ישראל
 משרד התעשייה, המסחר והתעסוקה
 האגף להכשרה ולפיתוח כוח אדם
 תחום הבחינות



[אמפר; I_L] – הזרם בקו האספקה

5.8 רשתות א
 עומס כוכ $I_L = I_{ph}$

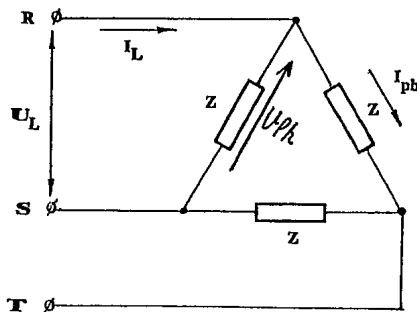
$$I_L = I_{ph}$$

$$U_L = \sqrt{3} \cdot U_{ph}$$

$$Z = \frac{UPH}{IPH}$$

[אמפר; I_{ph}] – הזרם המופעי בענף העומס
 [וולט; U_L] – המתח השלוב בין שתי פזות
 [וולט; U_{ph}] – המתח המופיע על ענף העומס

עומס משולש סימטרי



[וולט; U_{ph}] – מתח מופעי

$$I_L = \sqrt{3} \cdot I_{ph}$$

$$U_L = U_{ph}$$

הספק תלת מופעי

$$S = \sqrt{3} \cdot U_L \cdot I_L$$

$$P = \sqrt{3} \cdot U_L \cdot I_L \cos \varphi$$

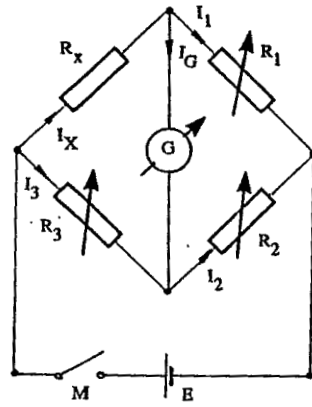
$$Q = \sqrt{3} \cdot U_L \cdot I_L \sin \varphi$$

[וולט אמפר; S] – הספק מדומה תלת מופעי
 [וואט; P] – הספק פעיל תלת מופעי
 [וולט אמפר ריאקטיבי; Q] – הספק היגבי תלת מופעי



מדינת ישראל
 משרד התעשייה, המסחר והתעסוקה
 האגף להכשרה ולפיתוח כוח אדם
 תחום הבחינות

גשר ויטסטון



הזרמים בגשר מאוזן

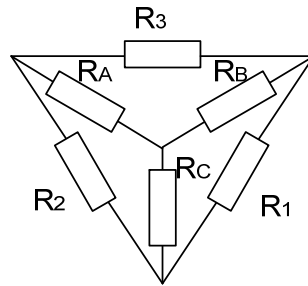
$$I_G = 0$$

$$I_x = I_1$$

$$I_3 = I_2$$

$$R_x = R_3 \cdot \frac{R_1}{R_2}$$

כוכב משולש (נוסחאות המרה)



$$R_1 = \frac{R_A R_B + R_B R_C + R_C R_A}{R_A}$$

משולש - כוכב

$$R_A = \frac{R_2 R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$

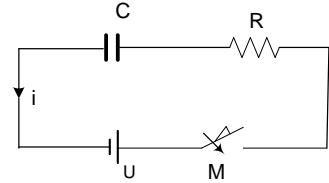


מדינת ישראל
 משרד התעשייה, המסחר והתעסוקה
 האגף להכשרה ולפיתוח כוח אדם
 תחום הבחינות

תופעות מעבר במעגלי זרם ישר

א) טעינת קבל

[וולט; U] – מתח המקור
 [אום; R] – ההתנגדות דרכה נטען הקבל
 [אמפר; i] – עוצמת זרם הטעינה
 [אמפר; I] – עוצמת הזרם ברגע התחלת הטעינה



[וולט; U_c] – המתח על הקבל
 [sec] – זמן, מרגע סגירת המפסק
 [פרד; C] – קיבול הקבל
 [וולט; U₀] – המתח על הקבל ברגע סגירת המפסק
 $U_0 = 0$
 $t = 0$

$$U_c = U \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right)$$



מדינת ישראל
 משרד התעשייה, המסחר והתעסוקה
 האגף להכשרה ולפיתוח כוח אדם
 תחום הבחינות

עוצמת זרם הטעינה

$$i = \frac{U}{R} \cdot e^{-\frac{t}{Rc}} = I e^{-\frac{t}{Rc}}$$

2.7183) e – בסיס הלוגריתמוס הטבעי

[שנייה; t – זמן]
 [אמפר; i – זרם הטעינה]
 [אמפר; i₀ – הזרם בתחילת הטעינה (t = 0)]
 [אמפר; i_∞ – הזרם בענף הטעינה (t = ∞)]

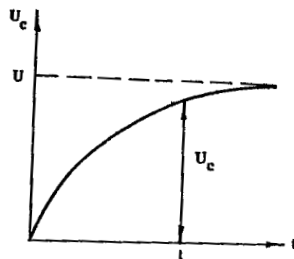
$$i = \frac{U}{R}$$

$$i = 0$$

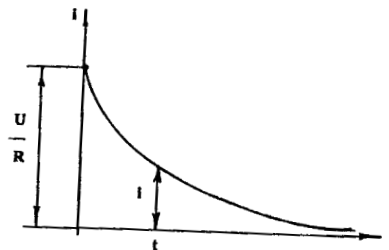
$$t = \infty$$

[שנייה; τ – קבוע הזמן]

$$\tau = Rc$$

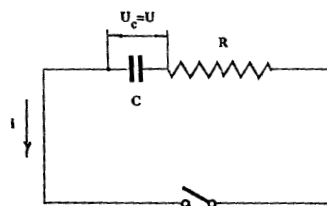


המתח על הקבל (U_c)



זרם הטעינה (i)

(ב) פריקת קבל



$$U_c = U \cdot e^{-\frac{t}{Rc}}$$

$$t = 0 \text{ ברגע}$$

$$U_c = U$$

[אמפר; i – עוצמת זרם הפריקה]
 [וולט; U_c – מתח על פני הקבל בזמן הפריקה]
 [וולט; U – מתח ההתחלתי על פני הקבל (t=0)]
 [שניות; t – זמן מרגע סגירת המפסק]
 [אמפר; I – הזרם ברגע t=0 (ברגע סגירת המפסק)]

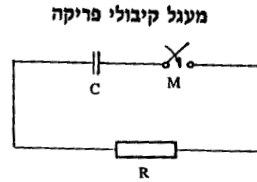
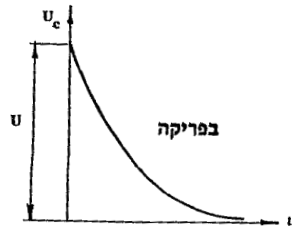
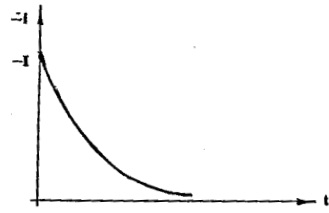
שינוי הזרם: בזמן הפריקה

$$i = \frac{U}{R}$$

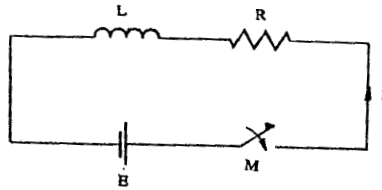
$$i = -I \cdot e^{-\frac{t}{Rc}}$$



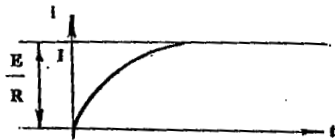
מדינת ישראל
 משרד התעשייה, המסחר והתעסוקה
 האגף להכשרה ולפיתוח כוח אדם
 תחום הבחינות



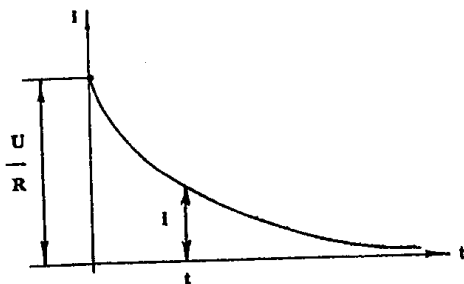
ג) מעגל השראי – עליית הזרם



קבוע הזמן - $\tau = \frac{L}{R}$



$$I = \frac{E}{R} \left(1 - e^{-\frac{R}{L}t}\right)$$



$$I = \left(\frac{E}{R} e^{-\frac{R}{L}t}\right)$$



מדינת ישראל
 משרד התעשייה, המסחר והתעסוקה
 האגף להכשרה ולפיתוח כוח אדם
 תחום הבחינות

נספח - יחידות מידה

IK = $10^3 \rightarrow$ EXP 3
 IM = $10^6 \rightarrow$ EXP 6
 IG = $10^9 \rightarrow$ EXP 9
 IT = $10^{12} \rightarrow$ EXP 12

lm = $10^{-3} \rightarrow$ EXP -3
 lμ = $10^{-6} \rightarrow$ EXP -6
 lη = $10^{-9} \rightarrow$ EXP -9
 lp = $10^{-12} \rightarrow$ EXP -12

המרת יחידות

| | | | |
|---------------|--|---------------------|-----------|
| מילימטר | (mm) \rightarrow (m) | מטר EXP 3 | 10^{-3} |
| מילימטר מרובע | (mm ²) \rightarrow (m ²) | מטר מרובע EXP 6 | 10^{-6} |
| סנטימטר | (cm) \rightarrow (m) | מטר EXP 2 | 10^{-2} |
| סנטימטר מרובע | (cm ²) \rightarrow (m ²) | מטר מרובע EXP 4 | 10^{-4} |
| מטר | (m) \rightarrow (mm) | מילימטר EXP 3 | 10^3 |
| מטר מרובע | (m ²) \rightarrow (mm ²) | מילימטר מרובע EXP 6 | 10^6 |
| מטר | (m) \rightarrow (cm) | סנטימטר EXP 2 | 10^2 |
| מטר מרובע | (m ²) \rightarrow (cm ²) | סנטימטר מרובע EXP 4 | 10^4 |

מעגל

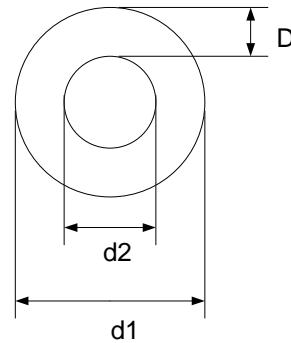
d1 – קוטר חיצוני
 d2 – קוטר פנימי
 d – קוטר ממוצע
 D – קוטר החתך
 A – שטח חתך
 I – הקף ממוצע

$$d = \frac{d1 + d2}{2}$$

$$D = \frac{d1 - d2}{2}$$

$$I = \pi d$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$



$a \cdot x^2 + b \cdot x + c = 0$: צורה כללית של משוואה ריבועית:

$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4 \cdot a \cdot c}}{2 \cdot a}$: נוסחה לפתרון משוואה ריבועית:

* * *



מדינת ישראל
משרד התעשייה, המסחר והתעסוקה
האגף להכשרה ולפיתוח כוח אדם
תחום הבחינות