



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;  $\Omega$ ]

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

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

מעלות צלסיוס] –  $\Delta T$  [°C] 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;  $\Omega$ ]

אום ממ"ר  $\Omega\text{mm}^2$

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

[מטר; m] –  $\ell$  אורך המוליך

[ממ"ר;  $\text{mm}^2$ ] – 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

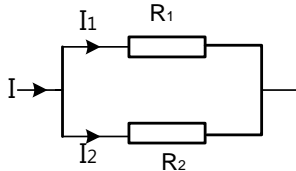
[mho] – מוהו: מוליכות

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



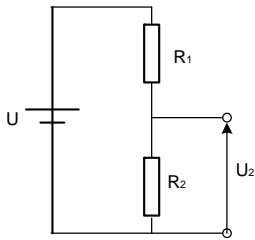
מדינת ישראל  
 משרד התעשייה, המסחר והתעסוקה  
 האגף להכשרה ולפיתוח כוח אדם  
 תחום הבחינות

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

[אוהם: R [Ω] – התנגדות

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

[שנייה: t [sec] – 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

[קלוריה לגרם ל C°; cal/g°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; m<sup>2</sup>] – A שטח החתך של לוח הקבל
- [קולון; C] – Q מטען הקבל
- [פראד למטר; F/m] – ε קבוע דיאלקטרי
- [פראד למטר; F/m] – ε<sub>0</sub> קבוע דיאלקטרי של הריק
- ε<sub>r</sub> 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/mm<sup>2</sup>] J – צפיפות הזרם

[mm<sup>2</sup>] A – שטח החתך



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

### 3. קבלים

#### 3.1 קיבול הקבל

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

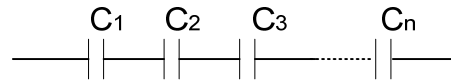
[פראד; C] – קיבול הקבל

[קולון; Q] – כמות המטען

[וולט; U] – המתח בין לוחות הקבל

#### 3.2 חיבור קבלים בטור

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



$$Q_T = Q_1 = Q_2 = Q_n$$

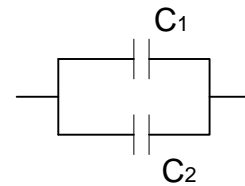
חיבור שני קבלים בטור

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

$c_t$  - 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;  $\mu_0$ ] – חדירות האוויר (ריק)

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

4.4

[אום שנייה / מטר;  $\mu$ ] – 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;  $\Phi$ (Wb) – שטף מגנטי]

[מ"ר;  $A$  [m<sup>2</sup>] – שטח החתך של הסליל – השטח הכלוא בלולאות הסליל

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

[וובר למ"ר;  $B$  [Wb/m<sup>2</sup>] – 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;  $\Phi$  [Vsec, wb] – שטף מגנטי

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

[אמפר כריכות לוובר;  $R_m$  [—] – 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

$\mu$  – 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/m<sup>2</sup>] – השראות השדה מגנטית  
 [אמפר;  $I$ ] – זרם  
 [ניוטון;  $F$ ] – כוח  
 [מטר;  $l$ ] – אורך התיל בשדה המגנטי  
 [מעלות;  $\alpha$ ] – 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/m<sup>2</sup>] – השראה מגנטית – צפיפות שטף מגנטי  
 [מטר;  $l$ ] – אורך התיל  
 [מטר לשנייה;  $V$ ] – 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;  $\Delta t$ ] – 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;  $\Phi$ ] – שטף מגנטי בסליל  
 [אמפר;  $I$ ] – הזרם בסליל

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

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

וובר;  $Wb$ ;  
 [—] – שינוי שטף  
 וולט שנייה  $Vsec$   
 [אמפר;  $\Delta I$ ] – שינויי בזרם.

4.13 מומנט סיבובי הפועל על סליל הנמצא בשדה מגנטי

[מעלות, רדיאן;  $\alpha$ ] – 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;  $\Phi$ ] – שטף העובר דרך הסליל

4.14 חוק לנץ

המתח הנגדי הנוצר בסליל כתוצאה משינוי הזרם בו

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

[שנייה;  $\Delta t$ ] – זמן

[כריכות;  $N$ ] – מספר הכריכות

[אמפר;  $\Delta I$ ] – שינוי הזרם

[הנרי;  $L$ ] – השראות עצמית של סליל

4.15 השראות עצמית של הסליל

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

[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;  $\omega$ ] – מהירות זוויתית

[מטר;  $R$ ] – רדיוס הכריכה

[מ"שנייה;  $V$ ] – מהירות קווית

[סל"ד;  $n$ ] – מהירות סיבוב

[רדיאן;  $\theta$ ] – זווית בין מישור הכריכה לבין הניצב לקווי הכוח

[ניוטון מטר;  $T$ ] – מומנט הפועל על הכריכה

$$T = B \cdot I \cdot A \cdot \sin \theta$$

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

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

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

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

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

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

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

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

5.2

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

[שנייה;  $T$ ] – זמן המחזור (אורך הגל)

[שנייה;  $t$ ] – זמן

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

[הרץ, מחזורים לשנייה;  $f$ ] – תדירות

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

$$\omega = 2\pi f$$

$$Z = R \pm jX$$

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

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

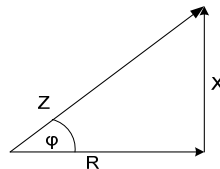
[אווהם;  $X_c$ ] – היגב קיבולי של הקבל

[אווהם;  $Z$ ] – עכבה

$$X = X_L - X_c$$

[אווהם;  $|Z|$ ] – ערך מוחלט של העכבה

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



[אווהם;  $X_L$ ] – היגב השראי

$$X_L = \omega L$$

[ $\Omega \cdot \text{sec}$ ];  $L$ ] – היגב השראות הסליל בהנרי

[אווהם;  $X_c$ ] – היגב קיבולי

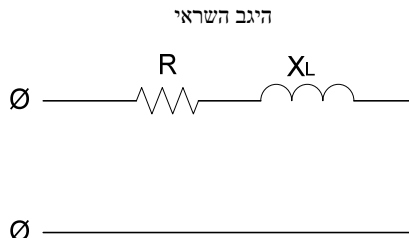
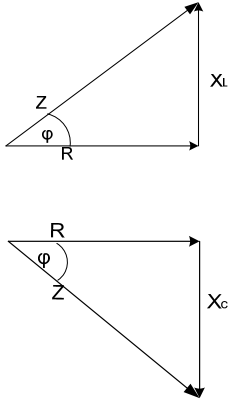
$$X_c = \frac{1}{\omega C}$$

[פרד;  $C$ ] – קיבול



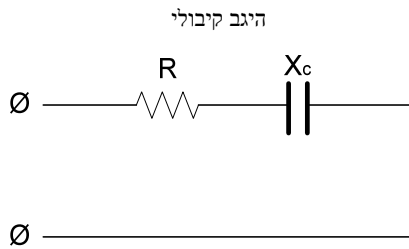
מדינת ישראל  
 משרד התעשייה, המסחר והתעסוקה  
 האגף להכשרה ולפיתוח כוח אדם  
 תחום הבחינות

5.3 זווית מופע  $\phi$  (במעגל טורי)



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

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



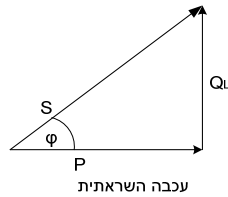
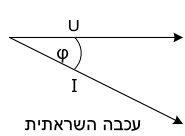
$$\cos \phi = \frac{R}{Z}$$

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]  $\phi$  – זווית המופע בין המתח לזרם

$$S = UI$$

$$P = UI \cos \phi$$

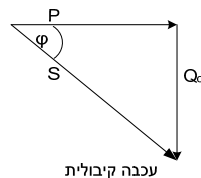
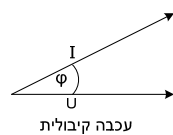


$$Q = UI \sin \phi$$

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

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

$$P = S \cos \phi$$



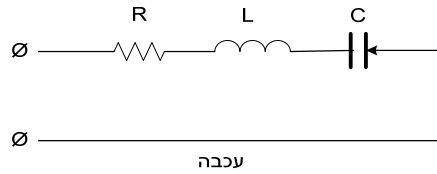
$$Q = S \sin \phi$$

$$S = P \pm jQ$$



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] –  $\varphi_2$  – זווית מופע אחרי השיפור

[מעלות, רדיאנים; deg, rad] –  $\varphi_1$  – זווית מופע לפני השיפור

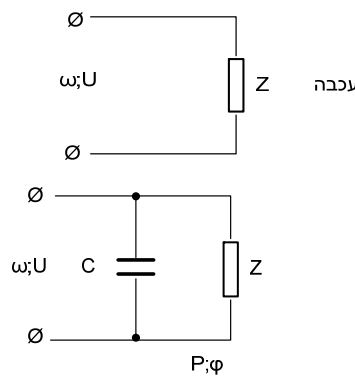
[וואט; W] – P – ההספק הממשי הנצרך ממקור המתח.

[volt] – U – מתח האספקה

[rad/sec] –  $\omega$  – מהירות זוויתית

$$\omega = 2\pi f$$

–  $Q_C$  – הספק ריאקטיבי ב-VAR

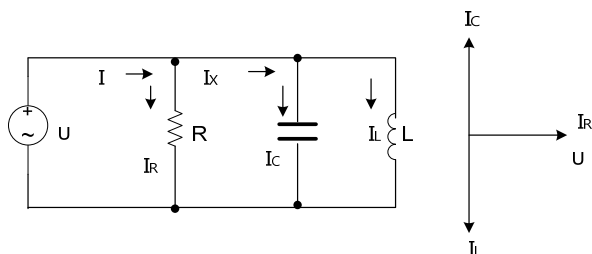


מעגל זרם חילופין מקבילי

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

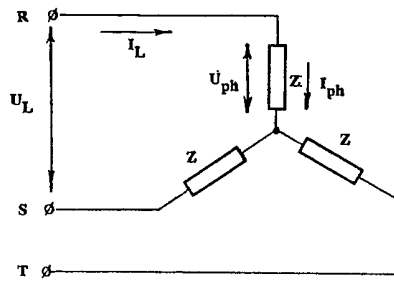
$$I_X = I_C - I_L$$

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





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  $I_L = I_{ph}$

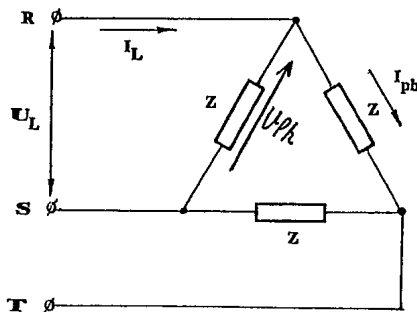
$$I_L = I_{ph}$$

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

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

[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

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

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

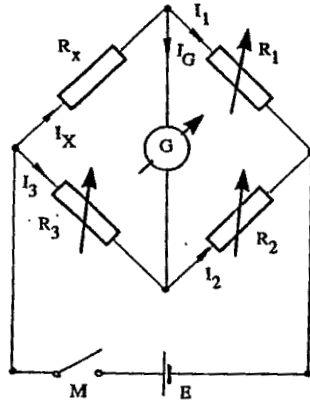
$$Q = \sqrt{3} \cdot U_L \cdot I_L \sin \varphi$$

[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

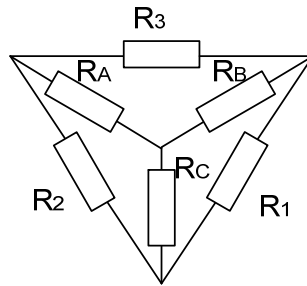
$$I_G = 0$$

$$I_x = I_1$$

$$I_3 = I_2$$

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

כוכב משולש (נוסחאות המרה)



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

משולש - כוכב

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

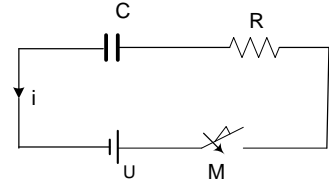


מדינת ישראל  
 משרד התעשייה, המסחר והתעסוקה  
 האגף להכשרה ולפיתוח כוח אדם  
 תחום הבחינות

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;  $U_0$ ] – 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; i<sub>0</sub> – הזרם בתחילת הטעינה (t = 0)]  
 [אמפר; i<sub>∞</sub> – הזרם בענף הטעינה (t = ∞)]

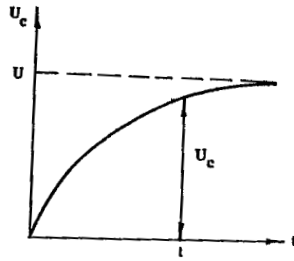
$$i = \frac{U}{R}$$

$$i = 0$$

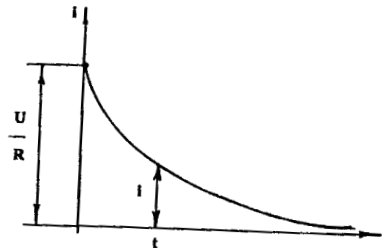
$$t = \infty$$

[שנייה; τ – קבוע הזמן]

$$\tau = Rc$$

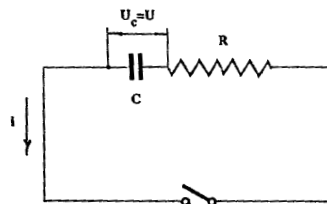


המתח על הקבל (U<sub>c</sub>)



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<sub>c</sub> – 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)]

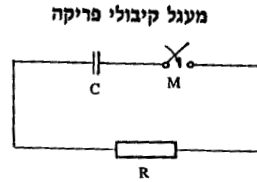
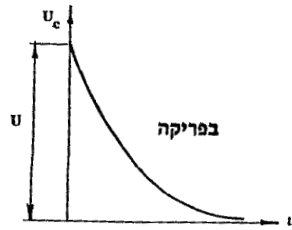
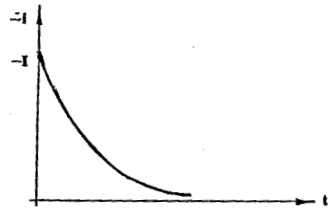
שינוי הזרם: בזמן הפריקה

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

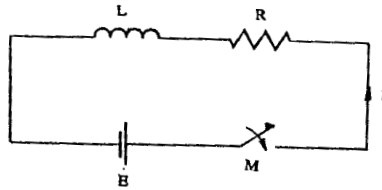
$$i = -I \cdot e^{-\frac{t}{Rc}}$$



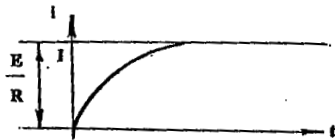
מדינת ישראל  
 משרד התעשייה, המסחר והתעסוקה  
 האגף להכשרה ולפיתוח כוח אדם  
 תחום הבחינות



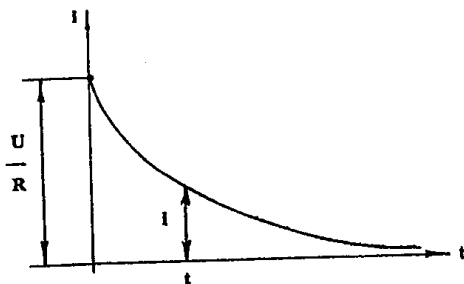
ג) מעגל השראי – עליית הזרם



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 =  $10^3$  → EXP 3  
 IM =  $10^6$  → EXP 6  
 IG =  $10^9$  → EXP 9  
 IT =  $10^{12}$  → EXP 12

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

**המרת יחידות**

מילימטר	(mm) → (m)	מטר EXP 3	$10^{-3}$
מילימטר מרובע	(mm <sup>2</sup> ) → (m <sup>2</sup> )	מטר מרובע EXP 6	$10^{-6}$
סנטימטר	(cm) → (m)	מטר EXP 2	$10^{-2}$
סנטימטר מרובע	(cm <sup>2</sup> ) → (m <sup>2</sup> )	מטר מרובע EXP 4	$10^{-4}$
מטר	(m) → (mm)	מילימטר EXP 3	$10^3$
מטר מרובע	(m <sup>2</sup> ) → (mm <sup>2</sup> )	מילימטר מרובע EXP 6	$10^6$
מטר	(m) → (cm)	סנטימטר EXP 2	$10^2$
מטר מרובע	(m <sup>2</sup> ) → (cm <sup>2</sup> )	סנטימטר מרובע EXP 4	$10^4$

**מעגל**

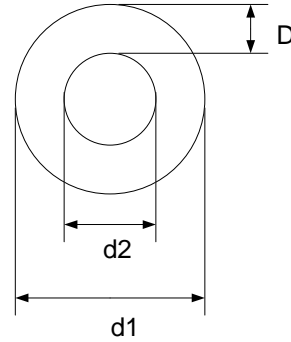
d1 – קוטר חיצוני  
 d2 – קוטר פנימי  
 d – קוטר ממוצע  
 D – קוטר החתך  
 A – שטח חתך  
 I – הקף ממוצע

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

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

$$I = \pi d$$

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



$a \cdot x^2 + b \cdot x + c = 0$  : 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**