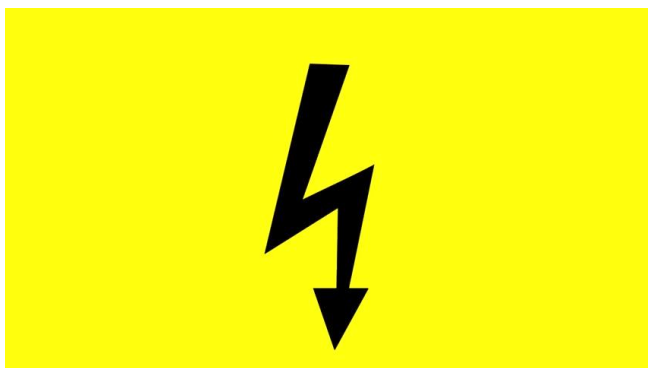
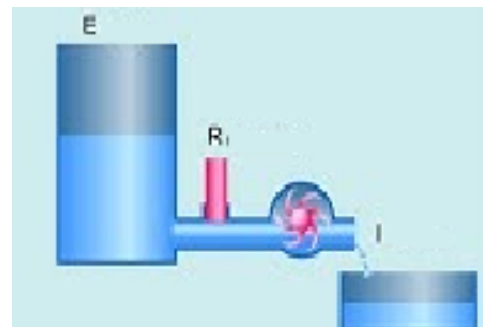




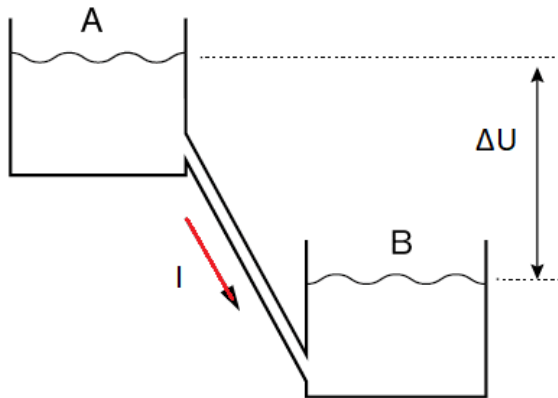
תורת החשמל - עקרונות



מושגים בסיסיים בחשמל

זרם חשמלי, מתח חשמלי ומקורות מתח

- זרם חשמלי - תנועה מכוונת של חלקיקים טעונים.
- עצמת הזרם החשמלי - כמות המטען החשמלי העובר ביחידת זמן דרך חתך של מוליך.
- את עצמת הזרם החשמלי מקובל לסמן באות I ויחידת המידה שלו היא אמפר $[A]$.
- מתח חשמלי - הפרש הפוטנציאלים בין שתי נקודות במרחב.
- מתח חשמלי נהוג לסמן באות U או V , ויחידת המידה שלו היא וולט $[V]$.



מושגים בסיסיים בחשמל

התנגדות חשמלית

- למוליך חשמלי, בעל שטח חתך אחיד, יש התנגדות חשמלית, R , למעבר זרם חשמלי דרכו.
- ההתנגדות החשמלית נמדדת ביחידות אום $[\Omega]$
- ההתנגדות החשמלית תלויה ב:
 - L - אורך המוליך, נמדד ביחידות $[m]$.
 - A - שטח החתך של המוליך, נמדד ביחידות $[mm^2]$.
 - ρ - ההתנגדות הסגולית של המוליך נמדדת ביחידות $\left[\frac{\Omega \cdot mm^2}{m} \right]$
- את ההתנגדות החשמלית אפשר לתאר באמצעות הנוסחה:

$$R = \rho \cdot \frac{l}{A}$$

מושגים בסיסיים בחשמל

התנגדות חשמלית – תרגיל דוגמה

● נתון תיל העשוי מאלומיניום (התנגדות סגולית $\rho = 0.027 \left[\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \right]$,

אורכו של התיל 1.5 km, וקוטרו 0.3 cm.

● חשבו את התנגדות התיל.

● פתרון :

$$l = 1.5 \text{ km} = 1500 \text{ m} \quad ; \quad \rho = 0.027 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$$

$$D = 0.3 \text{ cm} = 3 \text{ mm}$$

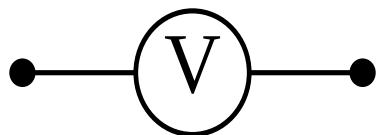
$$\Rightarrow A = \pi \cdot r^2 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{\pi \cdot 3^2}{4} = 7.07 \text{ mm}^2$$

$$\Rightarrow R = \rho \cdot \frac{l}{A} = 0.027 \cdot \frac{1500}{7.07} = 5.73 \Omega$$

מושגים בסיסיים בחשמל

מרכיבי המעגל החשמלי

מד-מתח



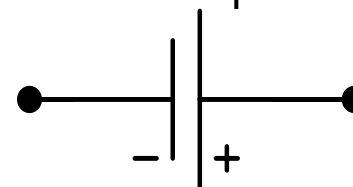
התנגדות



או



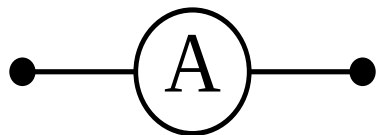
מקור מתח



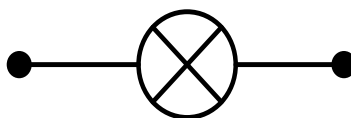
מוליך



מד-זרם



נורה



מפסק



מושגים בסיסיים בחשמל

חוק אום

● הגדרה:

עצמת הזרם דרך התנגדות במעגל מצויה ביחס ישר למפל המתח בין קצותיו, וביחס הפוך להתנגדותו.

● **תיאור מתמטי:**

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

כאשר:

● I – עצמת הזרם דרך הנגד, ביחידות אמפר [A]

● U – מתח חשמלי על הדקי הנגד, ביחידות וולט [V]

● R – התנגדות חשמלית, ביחידות [Ω]

● **מסקנות:**

● בעבור מתח קבוע, ככל שההתנגדות קטנה יותר, הזרם במעגל יהיה גדול יותר ולהפך.

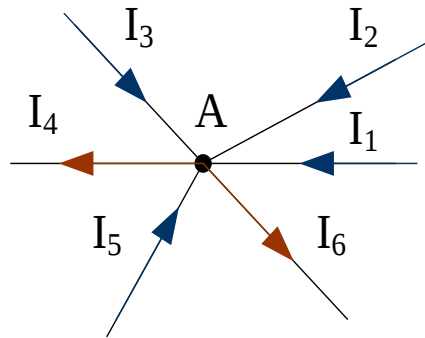
● בעבור התנגדות קבועה, ככל שהמתח גבוה יותר, עצמת הזרם במעגל תהיה גבוהה יותר.

חוק הזרמים של קירכהוף

KCL – Kirchhoff Current Law

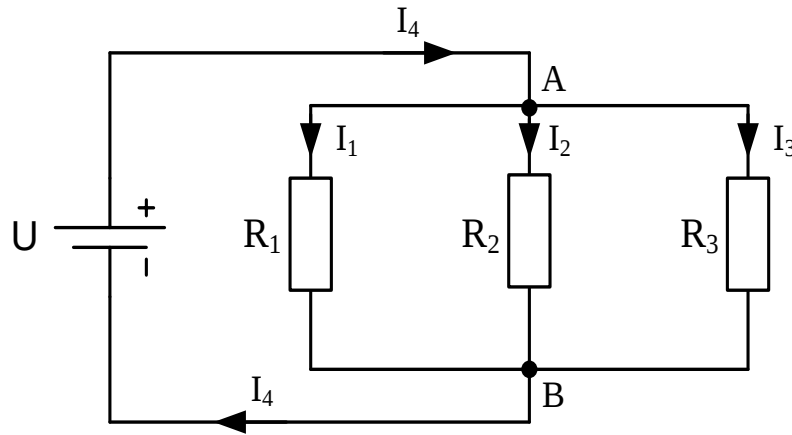
סכום הזרמים הנכנסים לצומת שווה לסכום הזרמים היוצאים ממנו.

לדוגמה:



$$\overbrace{I_1 + I_2 + I_3 + I_5}^{\text{זרמים נכנסים}} = \overbrace{I_4 + I_6}^{\text{זרמים יוצאים}}$$

מעגל חשמלי מקבילי – התנגדות שקולה



$$I_4 = I_1 + I_2 + I_3$$

$$I_4 = \frac{U}{R_{eq}}; \quad I_1 = \frac{U}{R_1}; \quad I_2 = \frac{U}{R_2}; \quad I_3 = \frac{U}{R_3}$$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

מקרים פרטיים:

$$R_{eq} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

2 נגדים במקביל

$$R_{eq} = \frac{R}{N}$$

N נגדים זהים במקביל

באופן כללי אפשר

לרשום:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

מעגל חשמלי טורי

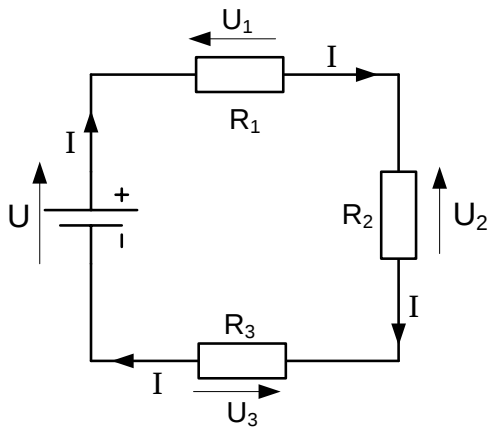
מהו מעגל טורי?

מעגל חשמלי הכולל חוג אחד בלבד.

במעגל טורי עצמת הזרם שווה על כל רכיבי המעגל

הגדרת חוק המתחים של קירכהוף בעבור מעגל טורי:

סכום מפלי המתח על כל הנגדים שווה למתח המקור



$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

$$U_1 = I \cdot R_1 ; U_2 = I \cdot R_2 ; U_3 = I \cdot R_3$$

$$U = I \cdot R_{eq}$$

ניתוח מעגל טורי

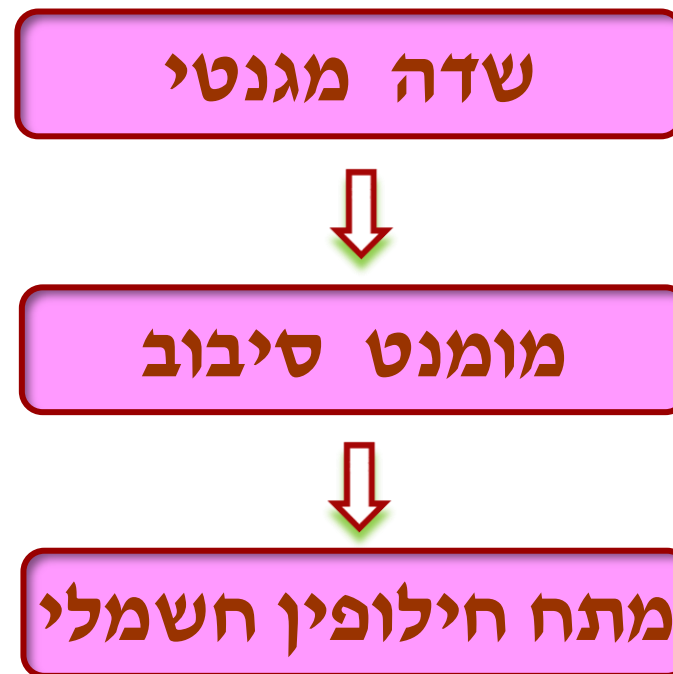
לפי חוק המתחים של קירכהוף:

שימוש בחוק אום:

$$\Rightarrow R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$$

מסקנה: ההתנגדות השקולה במעגל טורי שווה לסכום ההתנגדויות במעגל

אופן יצירת מתח חשמלי לזרם חילופין



מבנה הגנרטור

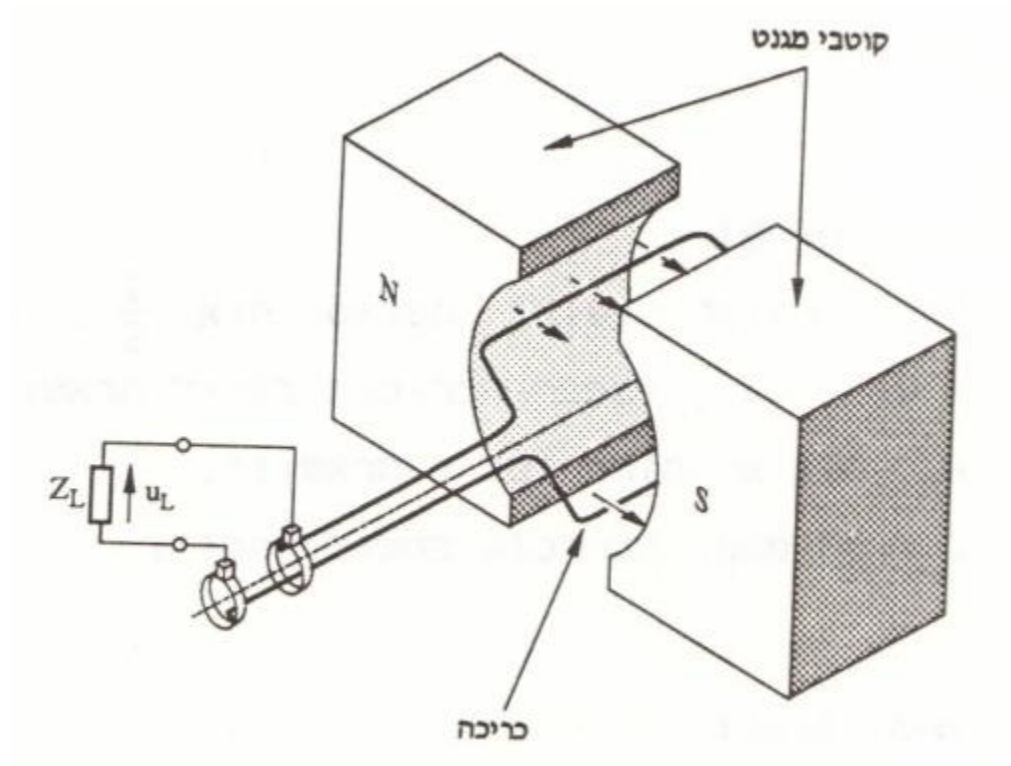
סטטור:

מיוצר בו שדה המגנטי

רוטור:

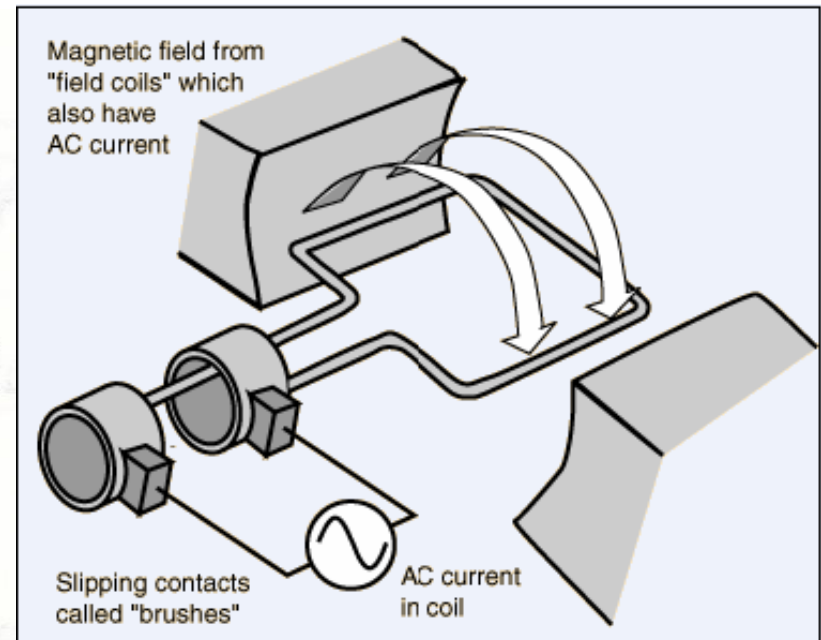
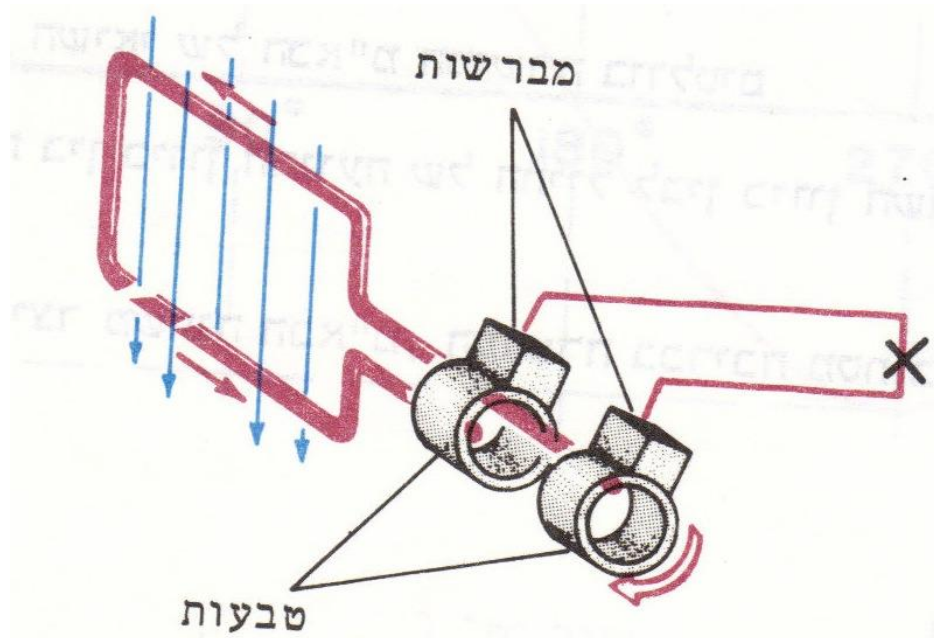
הכריכה המסתובבת בתוך

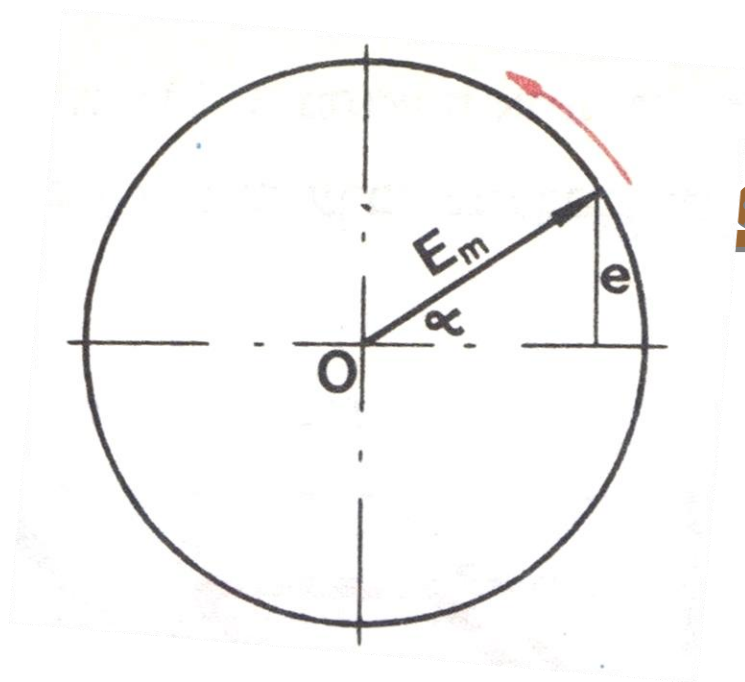
השדה המגנטי



עיקרון הפעולה

- ע"י חיתוך של הכריכה בתוך השדה המגנטי, מתקבל מתח חשמלי בין 2 הטבעות.
- מתח זה יוצג ע"י גל סינוס.



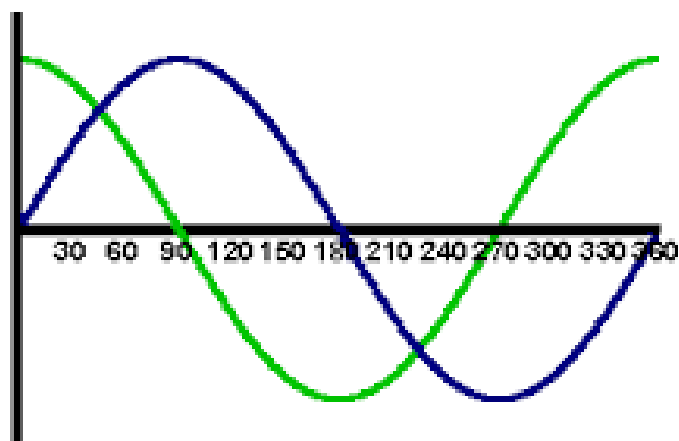
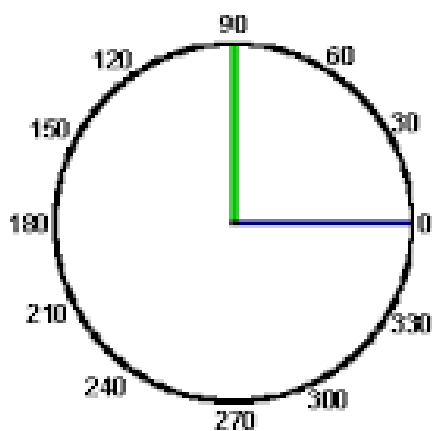


הגדרת הפ

● פאזור:

זהו מחוג זרם / מתח

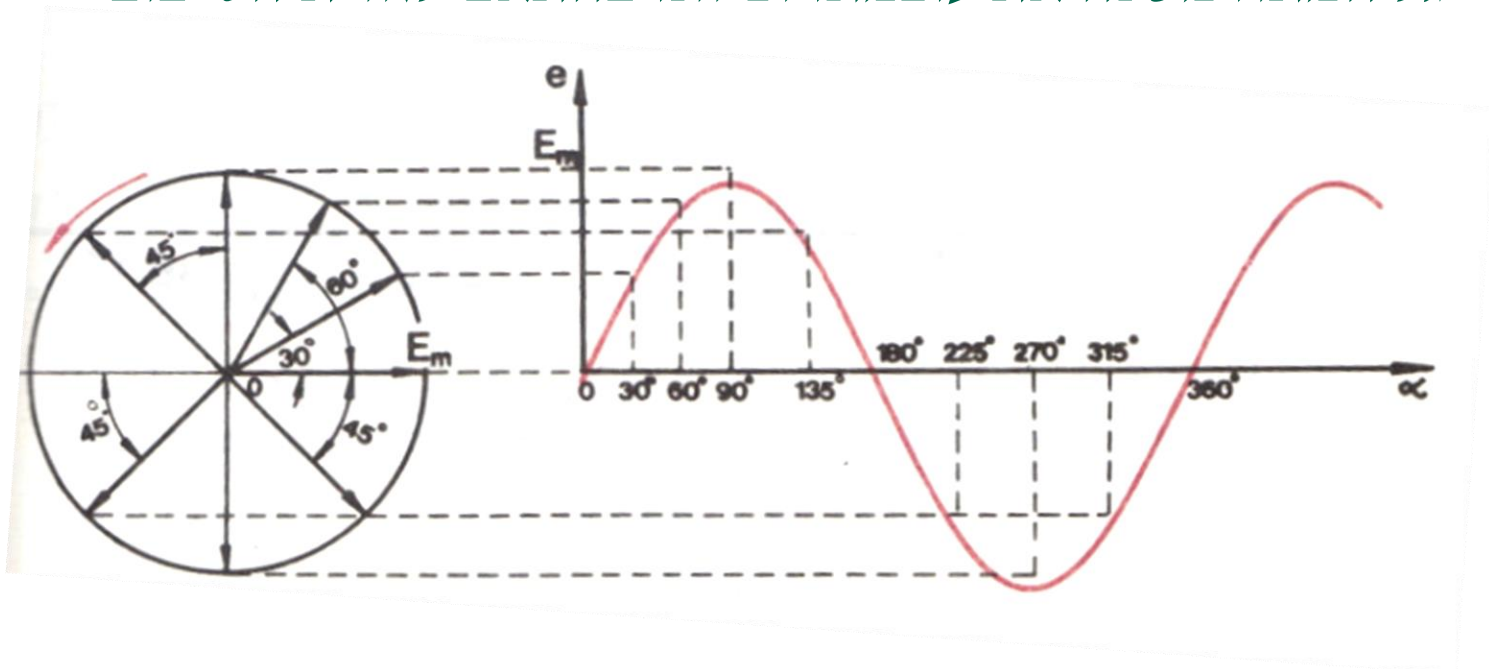
שמסתובב נגד כיוון השעון



מערכת חד פאזית

❖ ע"י סיבוב המחוג נקבל גל מתח סינוסואדלי

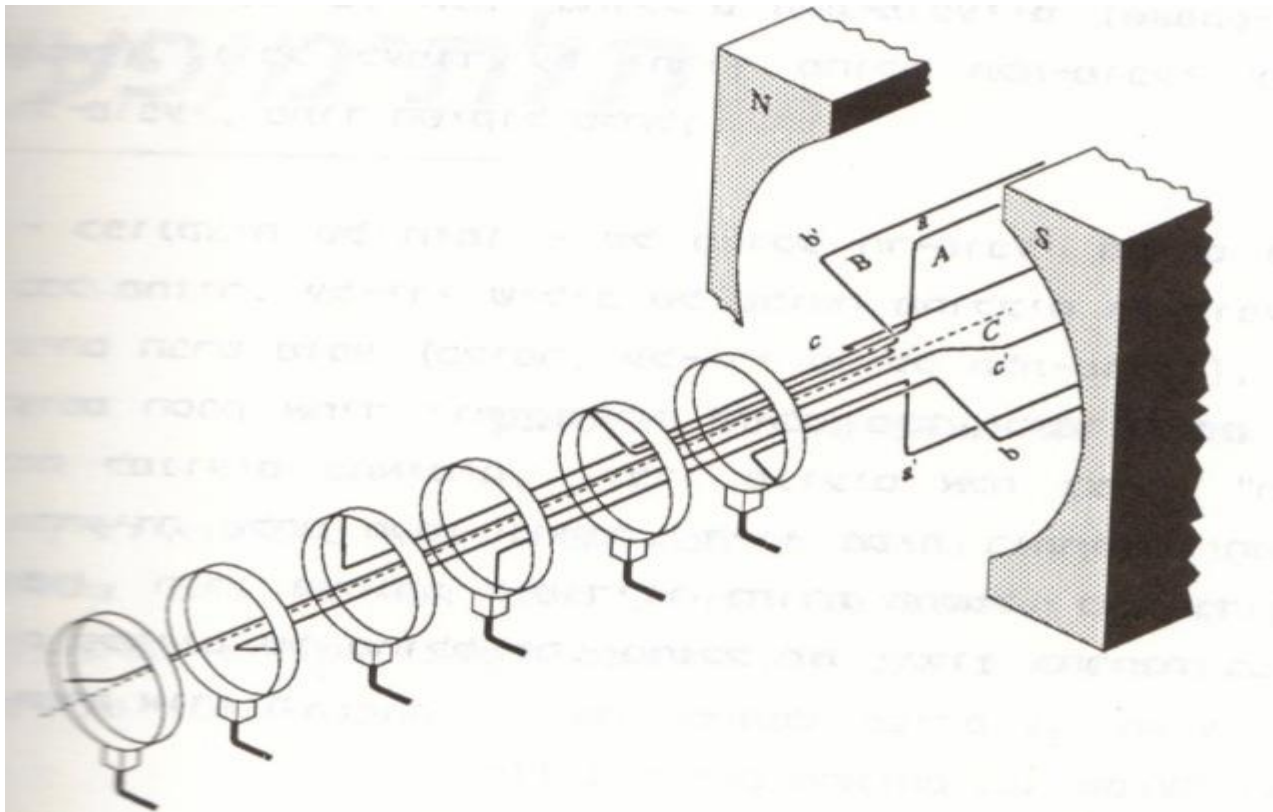
❖ גל המתח משנה את עוצמתו וכיוונו בהתאם לזווית הסיבוב



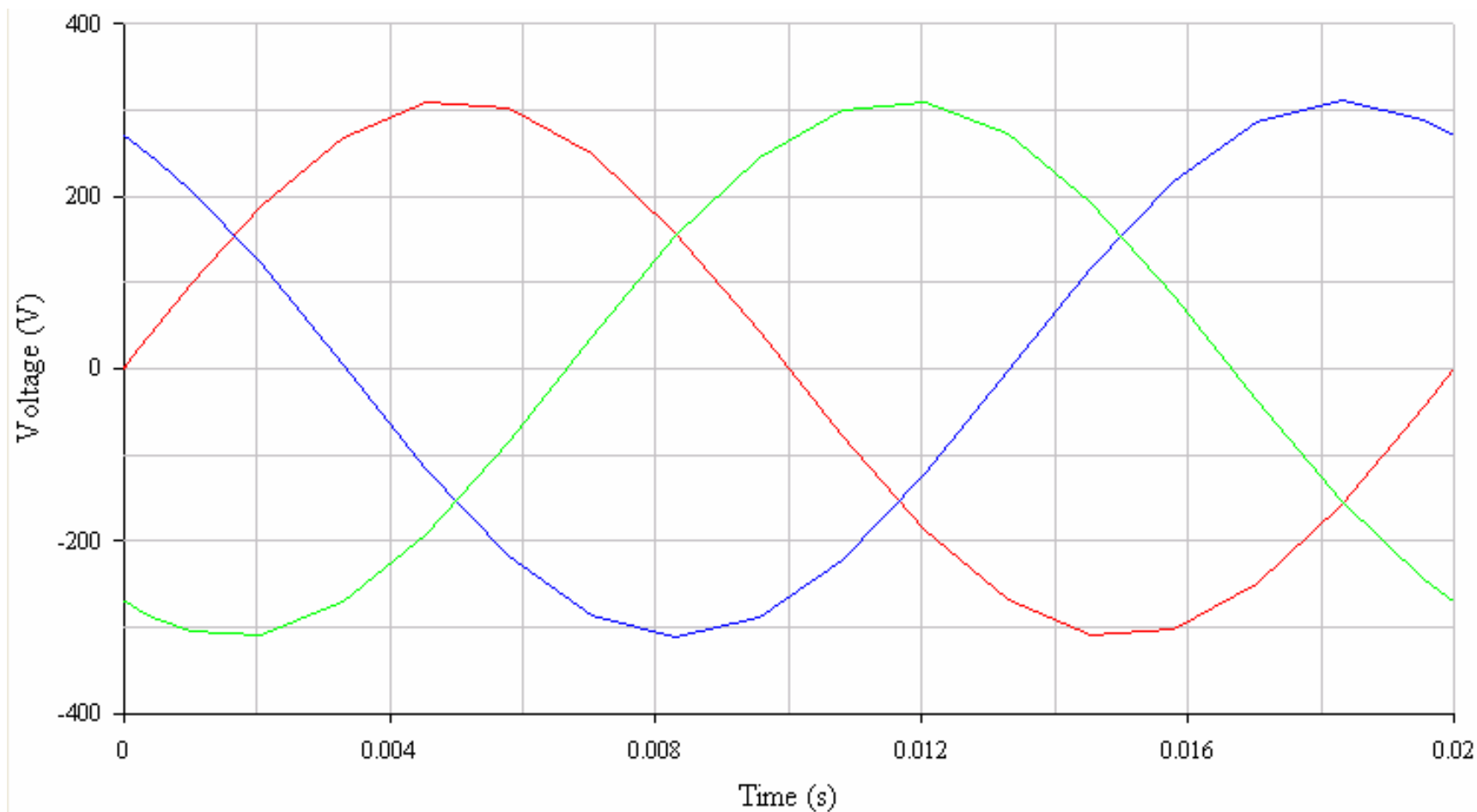
מערכת חד פאזית היא בעלת מחוג מסתובב אחד

מחולל תלת מופעי

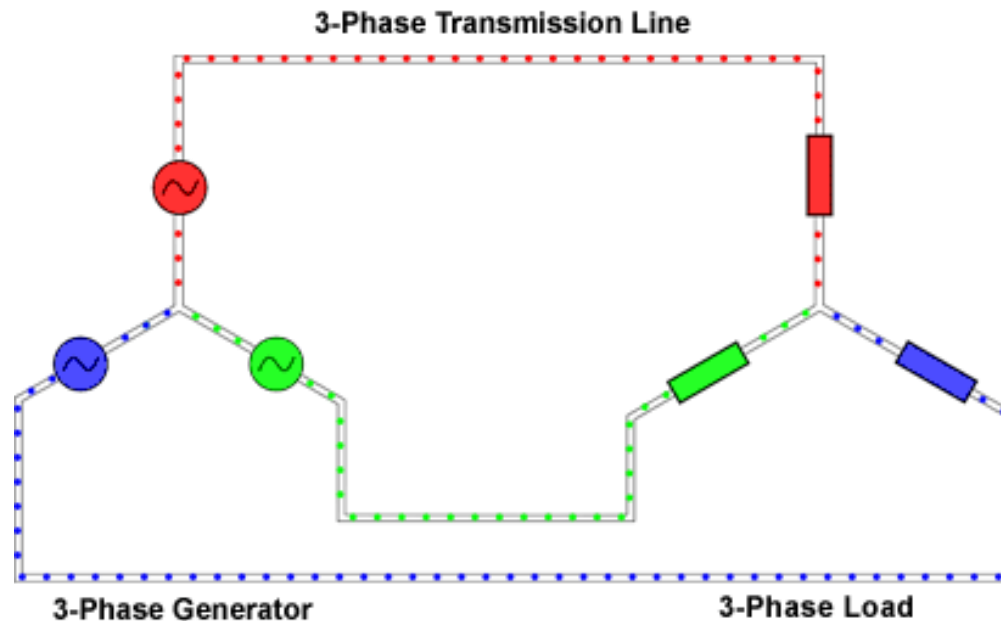
בנוי מ 3 סלילים נטויים בזווית 120 מעלות



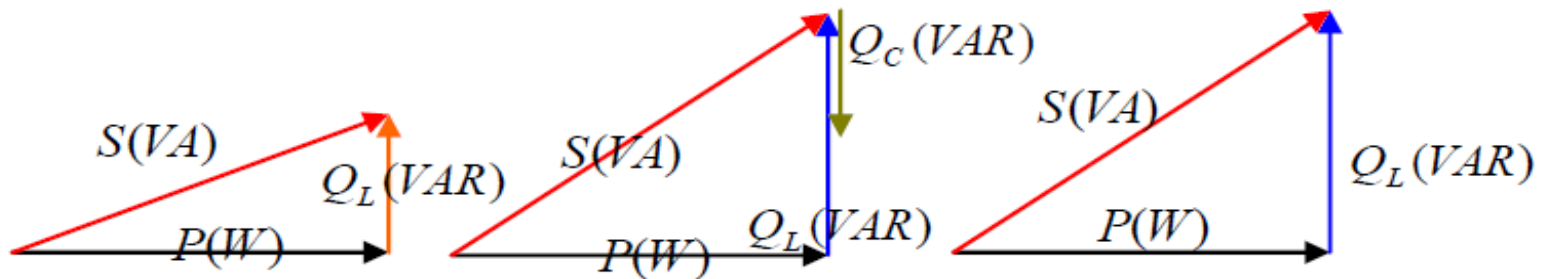
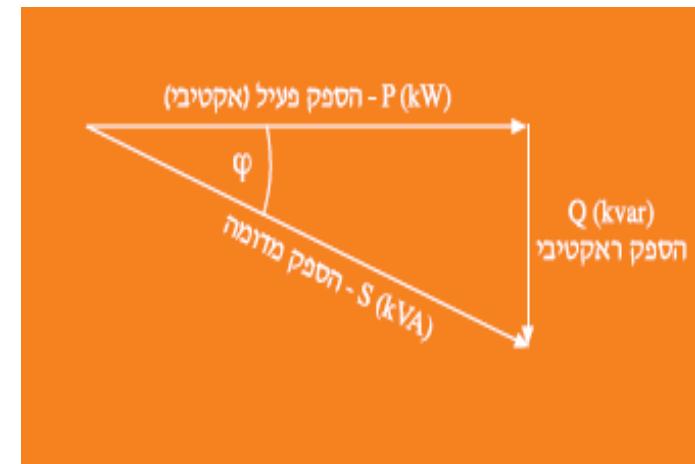
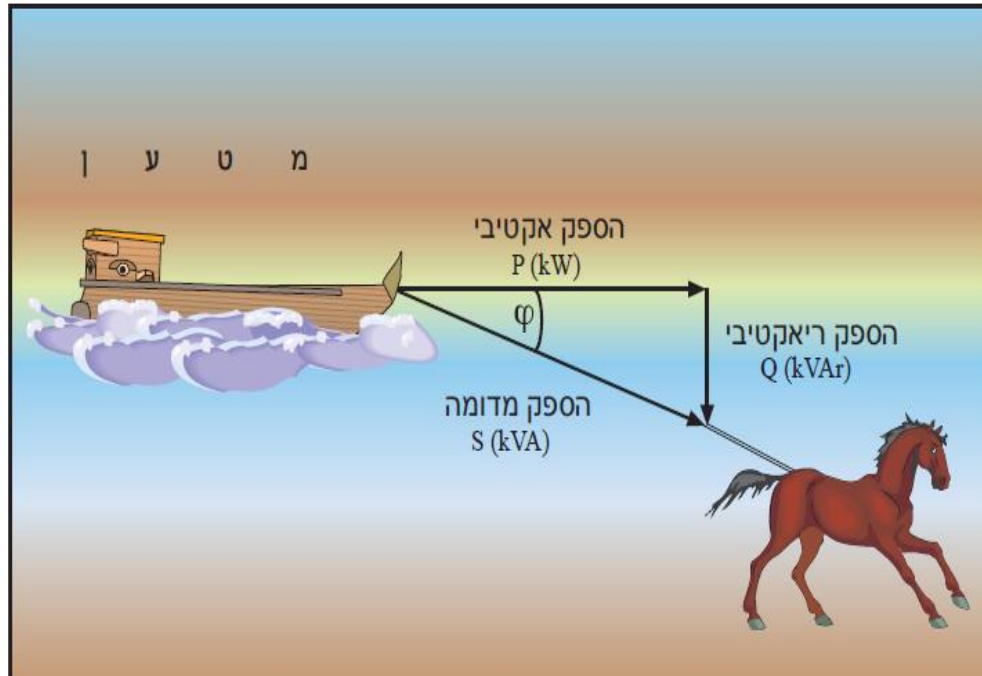
הצגה וקטורית של מערכת תלת פאזית



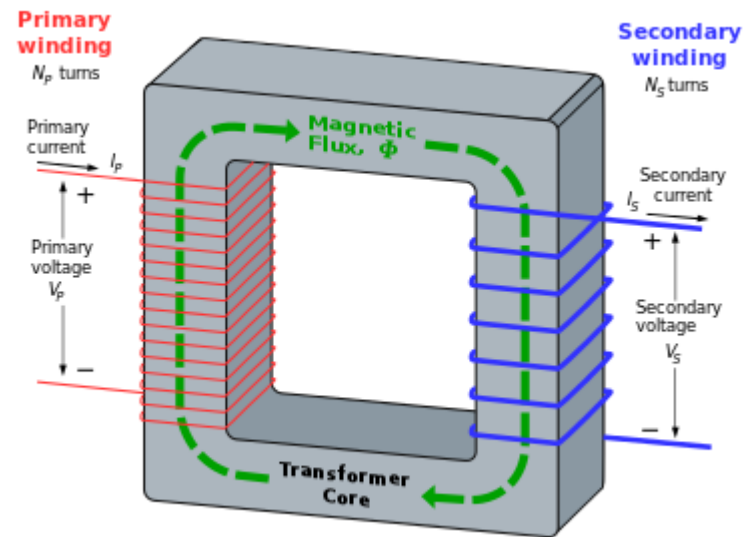
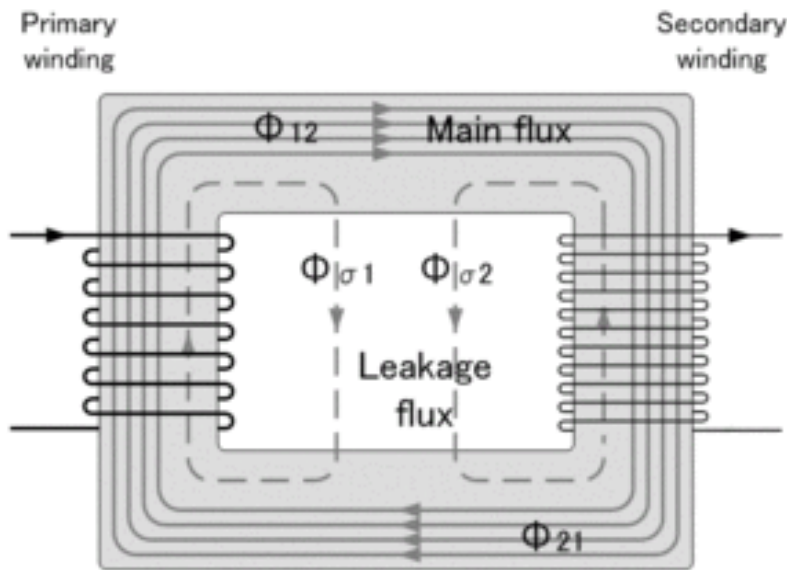
שיטות חיבור ברשת תלת פאזית



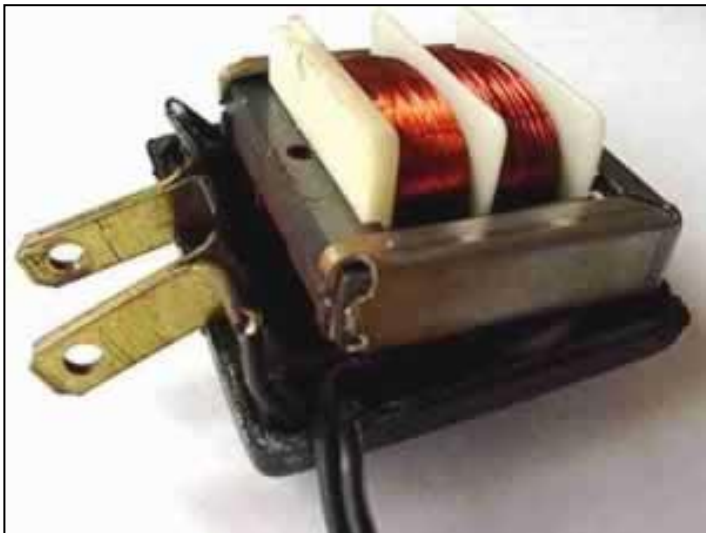
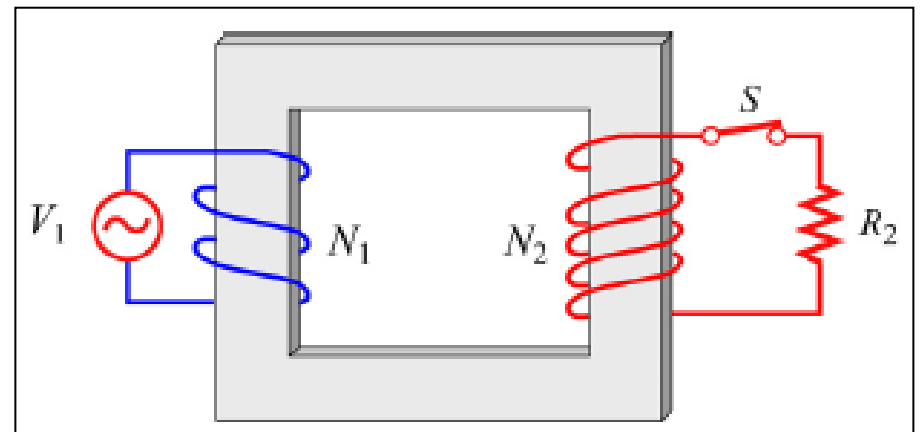
מקדם ההספק



שנאים



שנאי מתח



$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

שנאי מדידה



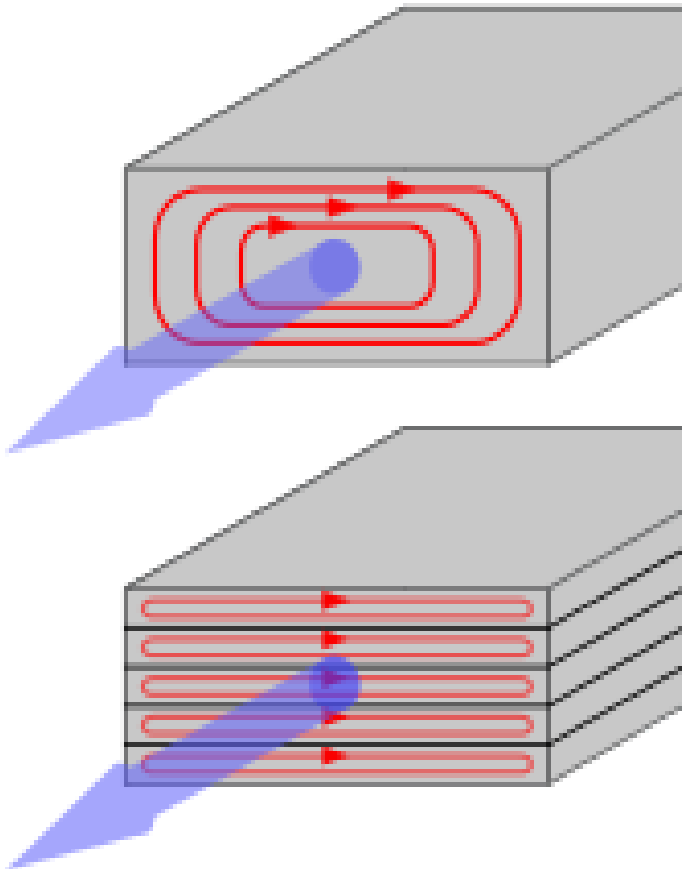
- שנאי מתח וזרם המיועדים למדידת מתחים וזרמים בערכים גבוהים ובמתחים

מטרה:

- להמיר את הזרם לזרם נמוך יותר ובכך נשתמש בחיווט בעל שטח חתך קטן יותר

אסור לחבר זרם למערכת כאשר שנאי הזרם "יושב" על הקו ללא חיבור/קיצור של שני קצוות השנאי, אם לא נבצע פעולה זו נגרום לשריפת הסליל הפנימי של שנאי הזרם.

eddy-current losses - זרמי מערבולת



- שנאי בנוי גוש אחד בו קיימים הפסדים וחימום יתר

- שנאי בנוי מפחיות מבודדות לקה להקטנת הפסדים והקטנת חימום