

מעבדה בפיזיקה - רקע תיאורטי

פרק 3 - השראות ומעגלי RL

תוכן העניינים

1. השראות עצמית.....1

השראות עצמית:

רקע:

ההשראות ברכיב:

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

ההשראות היא תכונה שתלויה רק במבנה ולכן היא בד"כ קבועה.

חישוב השראות לפי הגדרה:

1. נניח שזורם זרם I ברכיב.
2. נחשב את השדה המגנטי הנוצר מהזרם בתוך הרכיב.
3. נחשב את השטף המגנטי ברכיב.
4. נציב בנוסחה של ההשראות והזרם יצטמצם.

השראות של סליל:

$$L = \frac{\mu_0 \pi a^2 N^2}{l}$$

כאשר N מספר הליפופים הכולל, l אורך הסליל ו- a רדיוס טבעת.

כא"מ ברכיב עם השראות L :

$$\varepsilon = -L\dot{I}$$

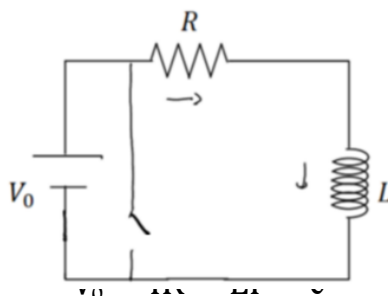
המתח על סליל (משרן) במעגל:

$$V_L = L\dot{I}$$

הצד הגבוה הוא בנקודה שבה נכנס הזרם לסליל.

מעגלי RL:

טעינה:

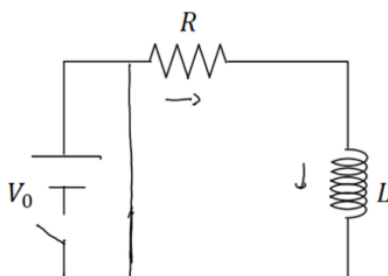


$$I(t) = \frac{V_0}{R} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$$

$$\tau = \frac{L}{R}$$

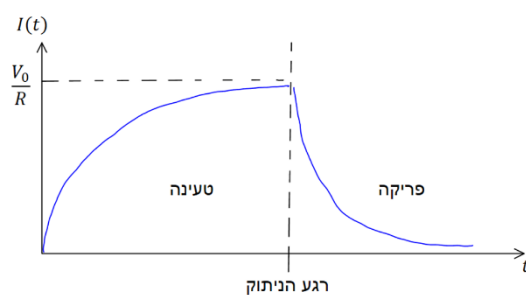
סליל (משרן) בהתחלה מתנהג כמו נתק ולאחר זמן רב כמו קצר.

פריקה:



$$-IR - L\dot{I} = 0$$

$$I(t) = \frac{V_0}{R} e^{-\frac{t}{\tau}}$$



חיבור סלילים (משרנים) במעגל הוא כמו חיבור נגדים :

בטור :

$$L_T = L_1 + L_2 + \dots$$

$$V_T = V_1 + V_2 + \dots$$

$$I_T = I_1 = I_2 = \dots$$

במקביל :

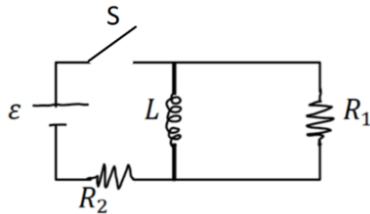
$$\frac{1}{L_T} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \dots$$

$$V_T = V_1 = V_2 = \dots$$

$$I_T = I_1 + I_2 + \dots$$

שאלות:

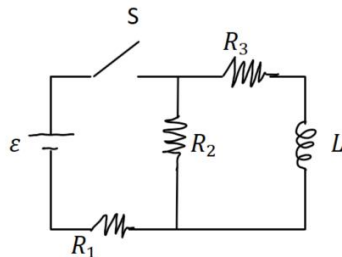
(1) תרגיל 1 ב-RL



במעגל הבא המפסק סגור זמן רב, התנגדות הנגדים והשראות הסליל נתונה.

- מצאו את הזרם בכל נגד ואת הזרם בסליל.
- פותחים את המפסק, מהו הזרם ברגע פתיחת המפסק ולאחר זמן רב?
- מהו הזרם כתלות בזמן לאחר פתיחת המפסק?

(2) תרגיל 2 ב-RL

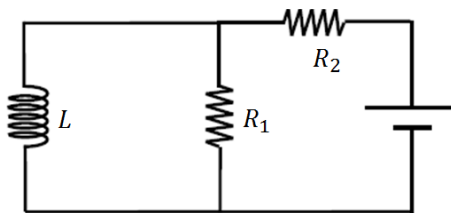


במעגל הבא מתקיים:

$$\varepsilon = 5V, R_1 = 100\Omega, R_2 = 200\Omega, R_3 = 300\Omega, L = 30mH$$

- מה המתח שמייצר הסליל עם סגירת המפסק?
- מה הזרם בכל נגד לאחר זמן רב?
- מהו קבוע הזמן של המעגל?

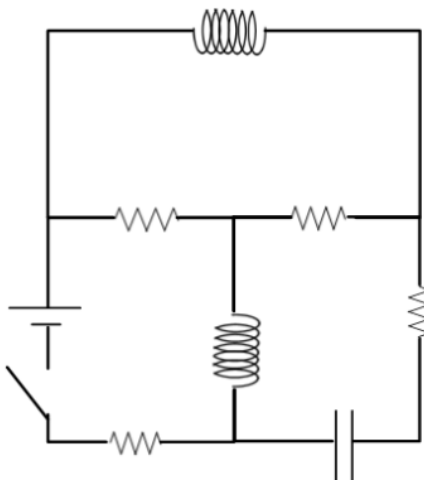
(3) תרגיל 3 ב-RL



במעגל הבא נתון כא"מ המקור, התנגדות הנגדים והשראות הסליל.

מצאו את הזרם בסליל כפונקציה של הזמן אם ε נתון שהזרם בו שווה לאפס ב- $t=0$.

(4) תרגיל 4 ב-RL



במעגל הבא התנגדות כל הנגדים היא R ומתח הסוללה הוא V (R ו-V נתונים).

- מצאו את הזרם בסוללה ברגע סגירת המתג (הניחו שהקבל אינו טעון ואין זרמים במעגל לפני סגירת המתג).
- מצאו את הזרם בסוללה ובסלילים לאחר זמן רב. מהו המתח על הקבל?
- חזרו על סעיפים א ו-ב אם במקום כל סליל היה קבל ובמקום הקבל היה סליל.

תשובות סופיות:

$$(1) \quad I_L = I_2 = \frac{\varepsilon}{R_2}, \quad I_1 = 0 \quad \text{א.} \quad \text{ב.} \quad I_L(0) = I_1 = \frac{\varepsilon}{R_2}, \quad I_L(\infty) = 0$$

$$\text{ג.} \quad I(t) = \frac{\varepsilon}{R_2} e^{-\frac{t}{\frac{R_1}{L}}}$$

$$(2) \quad V_L = 3.3V \quad \text{א.} \quad \text{ב.} \quad I_1 = 22.7\text{mA}, \quad I_2 = 13.6\text{mA}, \quad I_3 = 9.09\text{mA}$$

$$\text{ג.} \quad \tau = 81.7\mu s$$

$$(3) \quad I_3(t) = \frac{\varepsilon}{R_2} \left(1 - e^{-\frac{RT}{L}t} \right)$$

$$(4) \quad \text{א.} \quad \frac{V}{4R}$$

$$\text{ב. סוללה:} \quad I = \frac{2V}{3R}, \quad \text{סליל עליון:} \quad I = \frac{V}{3R}, \quad \text{סליל תחתון:} \quad I = \frac{2V}{3R}, \quad \text{קבל:} \quad V = \frac{V}{3}$$

$$\text{ג. א:} \quad I = \frac{2V}{3R}, \quad \text{ב: סוללה:} \quad I = \frac{V}{4R}, \quad \text{סליל:} \quad I = \frac{V}{4R}, \quad \text{קבל עליון:} \quad V = \frac{V}{2},$$

$$\text{קבל תחתון:} \quad V = \frac{V}{2}$$