

# מכינה להנדסה חשמל ומגנטיות בלבד

פרק 11 - חיבור נגדים וחוקי קירכהוף

תוכן העניינים

1. חיבור נגדים במעגל.....1
2. חוקי קירכהוף.....4
3. תרגילים נוספים.....5
4. מקור מתח לא אידיאלי.....7
5. נצילות במעגל החשמלי.....9

## חיבור נגדים במעגל

### שאלות



#### (1) דוגמה 1

חשב את הזרם במעגל הבא וחשב את ערך הפוטנציאל בין הנגדים (הנח שההדק השלילי נמצא בפוטנציאל אפס).



#### (2) דוגמה 2

חשב את הזרם במעגל הבא ומצא את המתח על כל נגד.

#### (3) דוגמה 3

סוללה עם כ"מ של 3V והתנגדות פנימית  $r = 2\Omega$  מחוברת לנגד  $R = 10\Omega$ .

א. סרטט איור של המעגל.

ב. מהו הזרם במעגל?

ג. מהו מתח ההדקים של הסוללה?



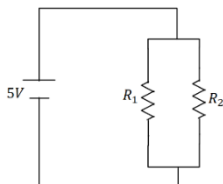
#### (4) דוגמה 4

במעגל הבא ישנו מקור מתח אידיאלי (ללא התנגדות פנימית) המחובר לנגד רגיל ונגד משתנה.

אורך הנגד המשתנה הוא 20 ס"מ והתנגדותו ליחידת

$$\text{אורך היא: } r = 2 \frac{\Omega}{\text{m}}$$

מהו הזרם במעגל ומהו המתח על כל נגד?



#### (5) דוגמה 5

במעגל הבא:  $R_2 = 2\Omega$ ,  $R_1 = 6\Omega$  מצא את הזרם במעגל

והזרם בכל נגד.



#### (6) דוגמה 6

במעגל הבא:  $R_3 = 4\Omega$ ,  $R_2 = 2\Omega$ ,  $R_1 = 1\Omega$  מצא את

הזרם במעגל והזרם בכל נגד.



**7 דוגמה 7** (7)

במעגל הבא:  $R_1 = 5\Omega$ ,  $R_2 = 3\Omega$  מצא את הזרם במעגל והזרם בכל נגד.



**8 דוגמה 8** (8)

במעגל הבא:  $R_1 = 4\Omega$ ,  $R_2 = 3\Omega$ ,  $R_3 = 1\Omega$  מצא את הזרם במעגל והזרם בכל נגד.



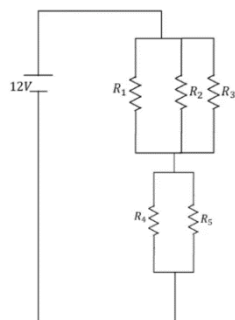
**9 דוגמה 9** (9)

מצא את כל הזרמים במעגל הבא:



**10 דוגמה 10** (10)

חשב את ההתנגדות השקולה של המעגל הבא בין שני ההדקים.



**11 חישוב הספק מעגל** (11)

נתון המעגל הבא  $R_3 = R_2 = R_1 = 6\Omega$ ,  $R_5 = R_4 = 8\Omega$ .

- מצאו את הזרם במעגל והזרם בכל נגד.
- חשבו את הספק המעגל והראו כי הוא שווה להספק הסוללה.
- מוסיפים נגד כלשהו המחובר בטור לסוללה. האם ההספק של המעגל יקטן, יגדל או לא ישתנה?

## תשובות סופיות

(1)  $I = 1A, V_3 = 3V$

(2)  $I = 2A, V_1 = 4V, V_2 = 6V, V_3 = 10V$

(3) א.  $I = 0.25A$  ב.  $V = 2.5V$



(4)  $I = 2A, V_r = 0.8V, V_R = 4V$

(5)  $I = \frac{10}{3}A, V_1 = \frac{5}{6}A, V_2 = \frac{5}{2}A$

(6)  $I = 24.5A, I_1 = 14A, I_2 = 7A, I_3 = 3.5A$

(7)  $I = 5.33A, I_1 = 2A, I_2 = \frac{10}{3}A$

(8)  $I = 5A, I_1 = 2.5A, I_2 = 2.5A$

(9)  $I = \frac{40}{11}A, I_1 = \frac{10}{11}A, I_2 = \frac{30}{11}A$

(10)  $R_T = \frac{66+24}{11}$

(11) א.  $I_T = 2A, I_1 = I_2 = I_3 = \frac{2}{3}A, I_4 = I_5 = 1A$  ב.  $24W$  ג. יקטן.

## חוקי קירכהוף:

### שאלות:

#### 1 קירכהוף תרגיל 1



- במעגל הבא התנגדות הנגדים ומתח המקורות נתונים באיור.  
 א. מצא את הזרמים במעגל.  
 ב. מצא את  $V_{AB}$  באמצעות שני מסלולים שונים.

#### 2 קירכהוף תרגיל 2



- במעגל הבא התנגדות הנגדים ומתח המקורות נתונים באיור.  
 א. מצא את הזרמים במעגל.  
 ב. מצא את  $V_{AB}$ .

#### 3 דוגמה

מה יראה כל אמפרמטר במעגל הבא בהנחה שהם אידיאליים?



### תשובות סופיות:

א.  $I_1 = 0.67A$ ,  $I_2 \approx 1.46A$ ,  $I_3 \approx 0.79A$     ב.  $V_{AB} = 12.49V$     (1)

א.  $I_1 = 0.08A$ ,  $I_2 \approx 1.69A$ ,  $I_3 \approx -1.61A$     ב.  $V_{AB} = -3.79V$     (2)

$A_1 = \frac{20}{3}A$ ,  $A_2 = 5A$     (3)

## תרגילים נוספים:

### שאלות:

#### 1 תרגיל (1)



במעגל הבא נתונים ההתנגדות של כל נגד ומתח המקור:  $V_0 = 31V$ ,  $R_1 = 2\Omega$ ,  $R_2 = 3\Omega$ ,  $R_3 = 5\Omega$ .  
 א. מצא את ההתנגדות השקולה של המעגל.  
 ב. מצא את הזרם העובר בסוללה.  
 חשב את הזרם והמתח על כל אחד מהנגדים.

#### 2 תרגיל (2)

נתונים שלושה נגדים זהים עם התנגדות ידועה  $R$ .  
 מצא את כל האפשרויות השונות לחבר את הנגדים.  
 מצא את ההתנגדות השקולה של כל אפשרות.

#### 3 תרגיל (3)



חשב את הזרם והמתח בכל נגד במעגל הבא:

#### 4 תרגיל (4)



מצא את ההתנגדות השקולה של המעגל בין שני ההדקים:

#### 5 תרגיל (5)



במעגל הבא (תרשים 1) כל מכשירי המדידה אידיאליים  $\epsilon = 5V$ ,  $R = 2\Omega$ , התנגדות הנגד המשתנה היא 8 אוהם. כאשר הגררר  $P$  נמצאת בנקודה הכי שמאלית של הנגד המשתנה מדידת האמפרמטר היא  $0.2A$  והוולטמטר  $V_1 = 4V$ .



א. מהי ההתנגדות הפנימית של הסוללה ומהי התנגדות הנורה?  
 ב. מהי נצילות המעגל במצב הנתון?

ג. משנים את מיקום הגררה בצורה רציפה, האם הנצילות תגדל/תקטן/לא תשתנה?

מחברים את הקצה השני של הנגד המשתנה כפי שנראה בתרשים 2 כאשר הגררה נשארת בקצה השמאלי של הנגד.

ד. האם הספק הסוללה גדל/קטן או לא השתנה? נמק ללא חישוב.

ה. באיזה מעגל הנורה מאירה בעוצה חזקה יותר? הסבר ללא חישוב.

### תשובות סופיות:

$$\text{א. } R_T = \frac{31}{5} \Omega \quad \text{ב. } V_3 = 25V, V_{1,2} = 6V, I_1 = 3A, I_2 = 2A \quad (1)$$

$$1) \text{ } \begin{array}{c} R \\ | \\ \text{---} \\ | \\ R \\ | \\ \text{---} \\ | \\ R \end{array} \quad , \quad R_{T_1} = 3R, R_{T_2} = \frac{3}{2}R, R_{T_3} = \frac{R}{3} \quad (2)$$



$$I_1 = 2A, I_2 = 4A, I_3 = 9A, V_1 = 2V, V_2 = 8V, V_3 = 27V \quad (3)$$

$$R_T = \frac{169}{204} + 4 \quad (4)$$

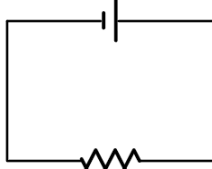
$$\text{א. התנגדות פנימית: } r = 5\Omega, \text{ התנגדות הנורה: } R = 18\Omega \quad (5)$$

ב.  $n = 72\%$       ג. תקטן.      ד. גדל.      ה. ראה סרטון.

## מקור מתח לא אידיאלי:

### שאלות:

סוללה לא אידיאלית



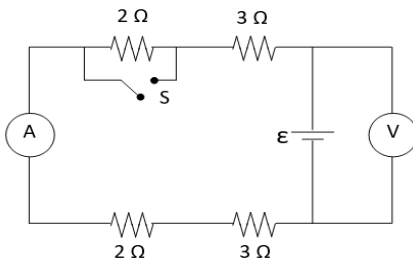
$10\Omega$

#### (1) דוגמה 1

- המעגל הבא מורכב מסוללה לא אידיאלית המחוברת לנגד של  $10$  אוהם. ההתנגדות הפנימית של הסוללה היא  $1$  אוהם. במעגל זורם זרם של  $2$  אמפר.
- א. מהו הכא"מ של הסוללה?  
 ב. מהו מתח ההדקים שמספקת הסוללה במעגל?

#### (2) דוגמה 2

- מחברים סוללה לא אידיאלית לנגד של  $10$  אוהם ומודדים את הזרם במעגל. המדידה מראה כי הזרם הוא  $2$  אמפר. לאחר מכן מנתקים את הסוללה מהנגד ומחברים אותה לנגד של  $6$  אוהם.
- מודדים שוב את הזרם במעגל ורואים כי הזרם השתנה ל- $3$  אמפר.
- א. מצא את הכא"מ וההתנגדות הפנימית של הסוללה.  
 ב. מצא את מתח ההדקים של הסוללה בכל אחד מהחיבורים.



#### (3) מעגל עם סוללה לא אידיאלית

- המעגל שבתרשים מכיל ארבעה נגדים, מד מתח ומד זרם אידיאליים, סוללה (לא אידיאלית) ומפסק. קריאת האמפרמטר נרשמה פעמיים, כאשר המפסק פתוח וכאשר המפסק סגור.
- אחת הקריאות הייתה  $1.5A$  והאחרת הייתה  $1.8A$ .
- א. האם הזרם הגבוה יותר נמדד כאשר המפסק היה פתוח או כאשר הוא היה סגור? נמק/י!  
 ב. מה הוראת מד המתח בשני מצבי המפסק? פרטי/י חישוביך!  
 ג. חשבי/י את הכא"מ ואת ההתנגדות הפנימית של הסוללה  
 ד. מה היו מראים אותם שני מכשירי מדידה אילו היו מחברים את מד המתח במקום מד הזרם ולהפך? נמק!

### תשובות סופיות:

- (1) א.  $\varepsilon = 22V$       ב.  $V = 20V$
- (2) א.  $\varepsilon = 24V$ ,  $r = 21\Omega$       ב.  $V_1 = 20V$ ,  $V_2 = 18V$
- (3) א. ככל שההתנגדות השקולה נמוכה יותר, הזרם יהיה גבוה יותר.  
 לכן, הזרם הגבוה יהיה כאשר המפסק סגור.  
 ב. סגור:  $V_{AB} = 14.4V$ , פתוח:  $V_{AB} = 15V$ .  
 ג.  $\varepsilon = 18V$ ,  $r = 2\Omega$ .  
 ד. האמפרמטר:  $I = 9A$ , הוולטמטר:  $V = 0$ .

## נצילות במעגל החשמלי:

### שאלות:

#### (1) דוגמה נצילות

במעגל הבא נתונה התנגדות הנגד, התנגדות הנורה והמתח של

$$V = 5V, R_1 = 3\Omega, R_2 = 5\Omega$$

- מהו הזרם בנורה ומהו הזרם בסוללה?
- מהו ההספק המתפתח בנורה ומהו ההספק של הסוללה?
- מהי הנצילות של המעגל?
- מהו אחוז ההספק שהולך לאיבוד במעגל?

#### (2) מנוע של משאבה

מנוע של משאבה עובד במתח של 220V ובזרם של 10A.

- מהי כמות המים שניתן לשאוב במשך דקה מבאר בעומק 30m? הנח שהנצילות של המנוע היא 100 אחוז.
- חזור על סעיף א' אם נצילות המנוע היא 40 אחוז.

#### (3) מנוע של מכונית

למנוע של מכונית יש הספק מרבי של 100 כוח סוס. המכונית מתחילה לנסוע ממנוחה ומסתה 1 טון.

- מהי המהירות המרבית אליה יכולה להגיע המכונית לאחר 10 שניות? הנח שנצילות המנוע היא 100 אחוז ומצא את התשובה בקמ"ש.
- חזור על סעיף א' אם נצילות המנוע היא 30 אחוז.
- חזור על סעיף א' וב' ובדוק כמה חום נוצר במשך 10 השניות, ביחידות של קלוריות.

**תשובות סופיות:**

(1) א. בנורה:  $I = 1A$ , בסוללה:  $I = \frac{8}{3}A$ .

ב. בנורה:  $\rho = 5W$ , בסוללה:  $\rho = \frac{40}{3}W$ .

ג.  $\eta = 37.5\%$       ד.  $62.5\%$

(2) א.  $V = 440\text{Litter}$       ב.  $V = 176\text{Litter}$

(3) א.  $v \approx 139 \frac{\text{km}}{\text{hr}}$       ב.  $v = 76.2 \frac{\text{km}}{\text{hr}}$       ג.  $Q = 124,333\text{cal.}$