

## שיעור 8

### מטרה

התלמיד\סטודנט יכיר ויישם שיטת סופרפוזיציה.

### מושגים עיקריים

- שיטת סופרפוזיציה

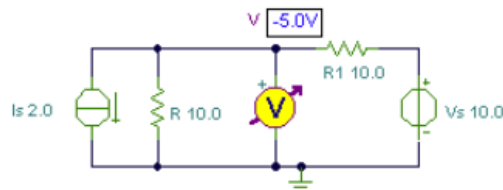
### חומר נלמד

#### שיטת סופרפוזיציה

משפט ההרכבה (סופרפוזיציה) מהווה כלי חזק בניתוח מעגלים חשמליים הניזונים מכמה מקורות מתח או זרם. הוא מציין כשכאשר במעגל חשמלי קיימים כמה מקורות מתח או זרם, יש לחשב כל מקור בנפרד, כלומר עבור כל מקור נשרטט מעגל ששאר המקורות האחרים מהווים נתק או קצר:

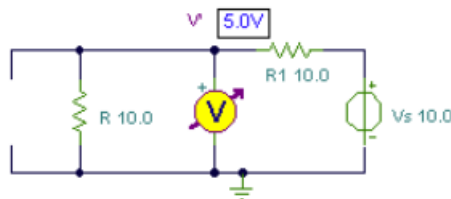
- אם מדובר על **מקור מתח**, הוא מהווה **קצר**.
  - אם מדובר על **מקור זרם**, הוא מהווה **נתק**.
- סכום המקורות שווה לסכום המתח והזרם הפועלים על רכיבי המעגל.  
**לדוג':**

נמצא את משוואת המתח של נגד R במעגל הבא:



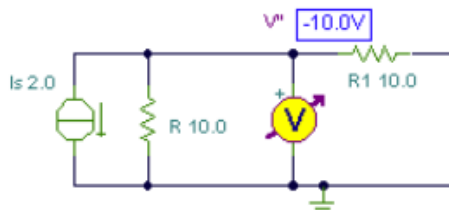
ראשית **ננתק** את מקור Is ונמצא את המתח שמקור Vs מפיק בעזרת מחלק מתח:

$$V' = V_S * R / (R+R_1) = 10*10/(10+10) = 5 \text{ V}$$



לאחר מכן **נקצר** את מקור Vs ונמצא את המתח שמקור Is מפיק, מהיות והוא בכיוון הופכי הוא יהיה שלילי:

$$V'' = -I_S * R * R_1 / (R+R_1) = -2*10*10/(10+10) = -10 \text{ V}$$



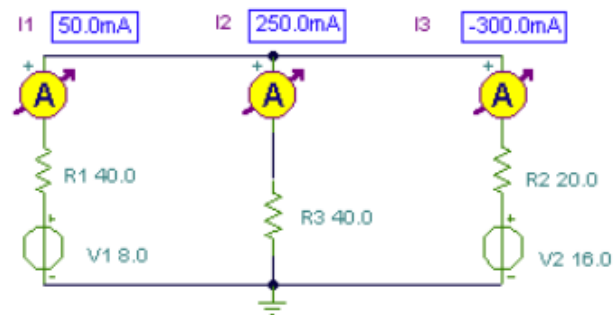
המתח של נגד R הוא סכום המתחים של המקורות:

$$V = V' + V'' = 5 + (-10) = -5 \text{ V}$$

## תרגול

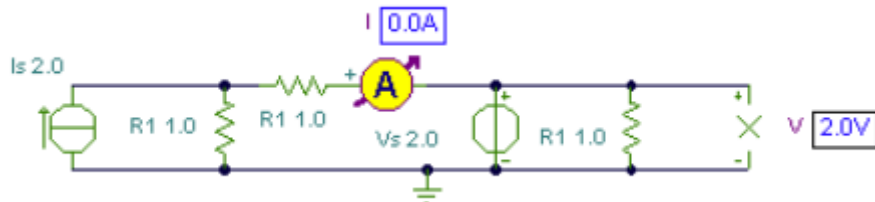
### ניסוי 1:

מצאו את משוואות הזרם במעגל הבא:



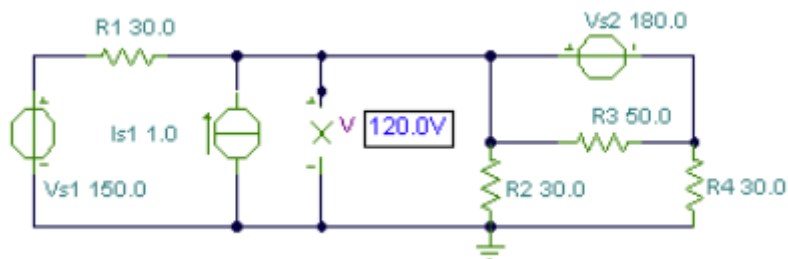
### ניסוי 2:

מצאו את משוואות המתח של  $V$  ואת משוואת הזרם של  $I$  במעגל הבא:



### ניסוי 3:

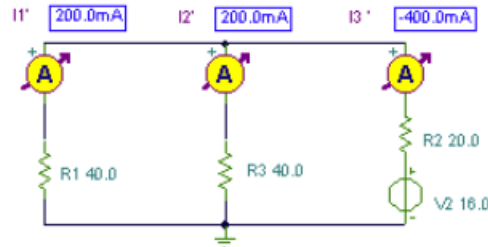
מצאו את משוואות המתח של  $V$  במעגל הבא:



## פתרונות

### ניסוי 1:

בשלב הראשון נקצר את מקור V1 ונקבל את המעגל הבא:



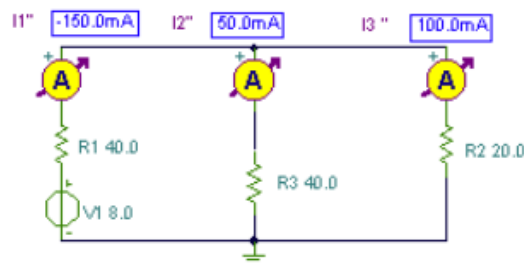
כעת נוכל לחשב את הזרמים עבור המעגל:

$$I_1' = V_2 * \frac{R_1 * R_3}{R_1 + R_3} \frac{1}{R_2 + \frac{R_1 * R_3}{R_1 + R_3}} \frac{1}{R_1} = 16 * \frac{40 * 40}{40 + 40} \frac{1}{20 + \frac{40 * 40}{40 + 40}} \frac{1}{40} = \frac{16 * 20}{40 * 40} = 0.2A;$$

$$I_2' = V_2 * \frac{R_1 * R_3}{R_1 + R_3} \frac{1}{R_2 + \frac{R_1 * R_3}{R_1 + R_3}} \frac{1}{R_3} = 16 * \frac{40 * 40}{40 + 40} \frac{1}{20 + \frac{40 * 40}{40 + 40}} \frac{1}{40} = 0.2A$$

$$I_3' = V_2 * \frac{1}{R_2 + \frac{R_1 * R_3}{R_1 + R_3}} = 16 * \frac{1}{20 + \frac{40 * 40}{40 + 40}} = 0.4A$$

בשלב השני נקצר את מקור 2V ונקבל את המעגל הבא:



כעת נוכל לחשב את הזרמים של המעגל:

$$I_1'' = V_1 * \frac{1}{R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}} = \frac{8}{40 + \frac{20 * 40}{20 + 40}} = 0.15A$$

$$I_2'' = V_1 * \frac{\frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}}{R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}} \frac{1}{R_3} = \frac{8}{40 + \frac{20 * 40}{20 + 40}} \frac{20 * 40}{20 + 40} \frac{1}{40} = 0.05A$$

$$I_3'' = V_1 * \frac{\frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}}{R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}} \frac{1}{R_2} = \frac{8}{40 + \frac{20 * 40}{20 + 40}} \frac{20 * 40}{20} = 0.1A$$

לבסוף התוצאה תהיה הסכום של הזרמים של שני המקורות:

$$I_1 = I_1' + I_1'' = 200 - 150 = 50 \text{ mA} \quad I_2 = I_2' + I_2'' = 200 + 50 = 250 \text{ mA}$$

$$I_3 = I_3' + I_3'' = -400 + 100 = -300 \text{ mA}$$

{ TINA Interpreter }

$$I_{11} := V_2 * R_1 * R_3 / (R_1 + R_3) / (R_2 + R_1 * R_3 / (R_1 + R_3)) / R_1;$$

$$I_{21} := V_2 * R_1 * R_3 / (R_1 + R_3) / (R_2 + R_1 * R_3 / (R_1 + R_3)) / R_3;$$

$$I_{31} := -V_2 / (R_2 + R_1 * R_3 / (R_1 + R_3));$$

$$I_{12} := -V_1 / (R_1 + R_2 * R_3 / (R_2 + R_3));$$

$$I_{22} := V_1 * R_2 / (R_2 + R_3) / (R_1 + R_2 * R_3 / (R_2 + R_3));$$

$$I_{32} := V_1 * R_3 / (R_2 + R_3) / (R_1 + R_2 * R_3 / (R_2 + R_3));$$

$$I_1 := I_{11} + I_{12};$$

$$I_1 = [50m]$$

$$I_2 := I_{21} + I_{22};$$

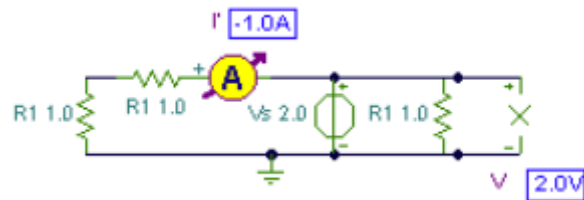
$$I_2 = [250m]$$

$$I_3 := I_{31} + I_{32};$$

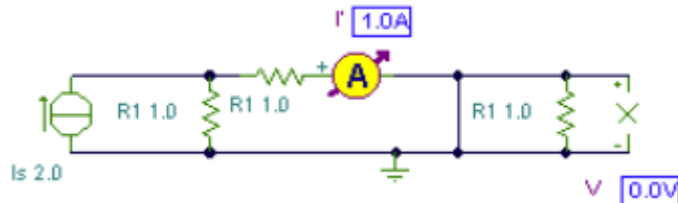
$$I_3 = [-300m]$$

**ניסוי 2:**

שלב ראשון:



שלב שני:



{ TINA Interpreter }

$$I_1 := I_s * R_1 / (R_1 + R_1);$$

$$I_2 := -V_s / (R_1 + R_1)$$

$$I := I_1 + I_2;$$

$$I = [0]$$

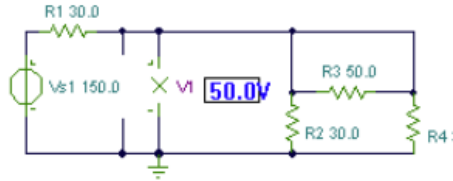
$$V_1 := 0;$$

$$V_2 := V_s;$$

$$V := V_1 + V_2;$$

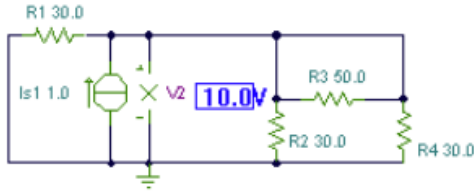
$$V = [2]$$

**ניסוי 3:**  
שלב ראשון:



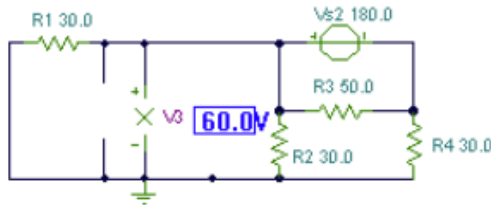
$$V_1 = V_{s1} * \frac{\frac{R_2 * R_4}{R_2 + R_4}}{R_1 + \frac{R_2 * R_4}{R_2 + R_4}} = 150 * \frac{\frac{30 * 30}{30 + 30}}{30 + \frac{30 * 30}{30 + 30}} = 50V;$$

שלב שני:



$$V_2 = I_{s1} * \frac{\frac{R_2 * R_4}{R_2 + R_4}}{R_1 + \frac{R_2 * R_4}{R_2 + R_4}} = 1 * \frac{\frac{30 * 30}{30 + 30}}{30 + \frac{30 * 30}{30 + 30}} = 10V;$$

שלב שלישי:



$$V_3 = V_{s2} * \frac{\frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2}}{R_4 + \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2}} = 180 * \frac{\frac{30 * 30}{30 + 30}}{30 + \frac{30 * 30}{30 + 30}} = 180 * \frac{15}{45} = 60V$$

התוצאה:

$$V = V_1 + V_2 + V_3 = 50 + 10 + 60 = 120 V$$

{ TINA Interpreter }

$$V1:=Vs1*R2*R4/(R2+R4)/(R1+R2*R4/(R2+R4));$$

$$V1=[50]$$

$$V2:=Is1*R2*R4*R1/(R2+R4)/(R1+R2*R4/(R2+R4));$$

$$V2=[10]$$

$$V3:=Vs2*R1*R2/(R1+R2)/(R4+R1*R2/(R1+R2));$$

$$V3=[60]$$

$$V:=V1+V2+V3;$$

$$V=[120]$$