

## שיעור 4

### מטרה

התלמיד\סטודנט יכיר ויבדיל בין הצורת הקיימות במעגל בעל חיבור כוכב וחיבור משולש ואיך לבצע המרה בין החיבורים.

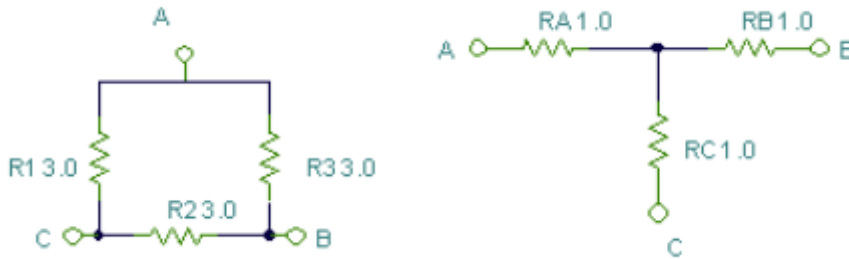
### מושגים עיקריים

- המרת משולש לכוכב
- המרת כוכב למשולש
- גשר וויטסטון

### חומר נלמד

#### המרת כוכב למשולש

ישנם מעגלים אשר הנגדים אינם בטור ואינם במקביל, עבור אותם מעגלים יש צורך להפעיל המרה מצורת מעגל אחת לצורה אחרת, המרת משולש לכוכב:



ההמרה מתבצעת על פי הנוסחאות הבאות:

$$R_A = \frac{R_1 * R_3}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{3 * 3}{3 + 3 + 3} = 1$$

$$R_B = \frac{R_2 * R_3}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{3 * 3}{3 + 3 + 3} = 1$$

$$R_C = \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{3 * 3}{3 + 3 + 3} = 1$$

ניתן להציג נוסחאות אלה בצורה יותר נוחה ע"י חישוב התנגדות כוללת  $R_d$ :

$$R_d = R_1 + R_2 + R_3$$

הנוסחאות:

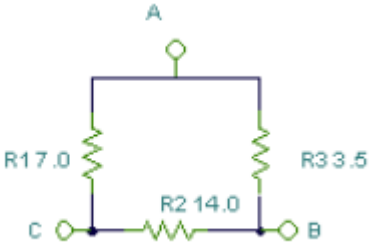
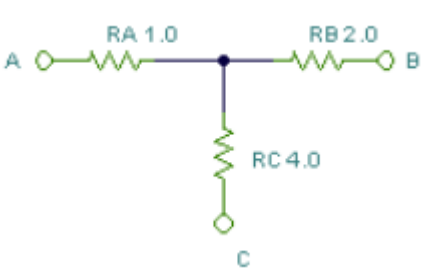
$$R_A = (R_1 * R_3) / R_d$$

$$R_B = (R_2 * R_3) / R_d$$

$$R_C = (R_1 * R_2) / R_d$$

## המרת משולש לכוכב

על מנת להמיר חזרה ממשולש לכוכב:



נוכל להעזר בנוסחאות הבאות:

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

$$R_2 = \frac{R_A R_B + R_A R_C + R_B R_C}{R_A}$$

$$R_3 = \frac{R_A R_B + R_A R_C + R_B R_C}{R_C}$$

או בצורה יותר נוחה נחשב את המוליכות הכוללת  $G_y$  כאילו הנגדים  $R_A$ ,  $R_B$  ו- $R_C$  מחוברים במקביל.

$$G_y = 1/R_A + 1/R_B + 1/R_C$$

הנוסחאות:

$$R_1 = R_B * R_C * G_y$$

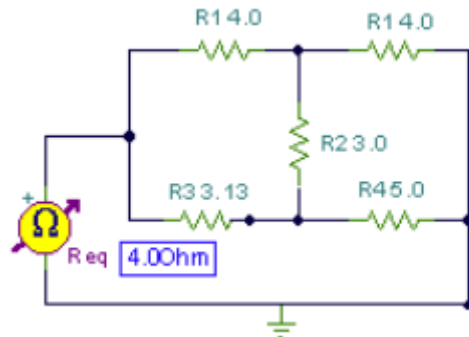
$$R_2 = R_A * R_C * G_y$$

$$R_3 = R_A * R_B * G_y$$

## תרגול

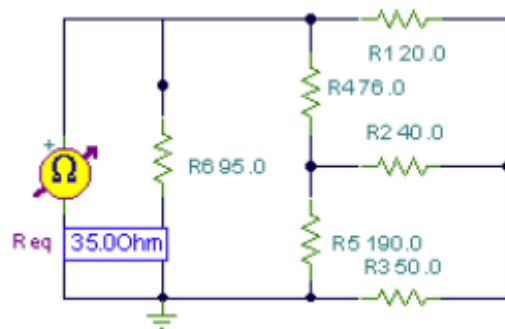
### ניסוי 1:

במעגל גשר וויטסטון הבא, מצא את משוואת ההתנגדות הכוללת של המעגל:



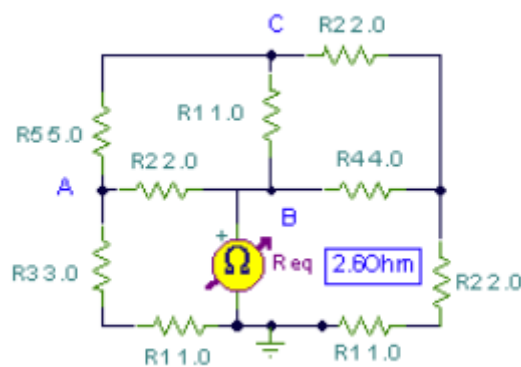
### ניסוי 2:

מצא את משוואת ההתנגדות הכוללת של המעגל הבא:



### ניסוי 3:

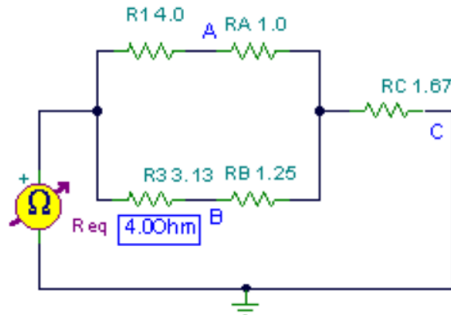
מצא את משוואת ההתנגדות הכוללת של המעגל הבא:



## פתרונות

### ניסוי 1:

תחילה נבצע המרת משולש, בשביל לקבל את הנגדים Ra, Rb ו-Rc:



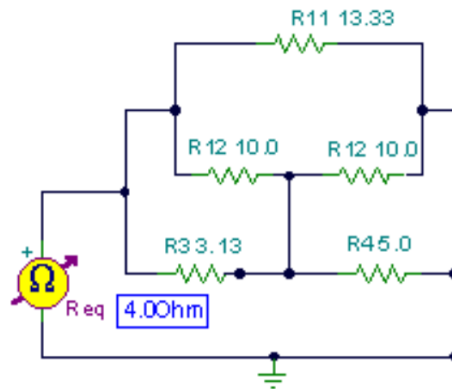
$$R_A = \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2 + R_4} = \frac{4 * 3}{12} = 1 \Omega,$$

$$R_B = \frac{R_4 * R_2}{R_1 + R_2 + R_4} = \frac{3 * 5}{12} = 1.25 \Omega,$$

$$R_C = \frac{R_1 * R_4}{R_1 + R_2 + R_4} = \frac{4 * 5}{12} = 1.66 \Omega$$

$$R_{eq} = R_C + (R_1 + R_A) * (R_3 + R_B) / (R_1 + R_3 + R_A + R_B) = 1.66 + \frac{5 * 4.38}{5 + 4.38} = 4 \Omega$$

עכשיו בעזרת המפענח של טינה נעשה הפעם המרת כוכב:



{ TINA Interpreter }

Gy:=1/R1+1/R1+1/R2;

Gy=[833.33m];

R11:=R1\*R1\*Gy;

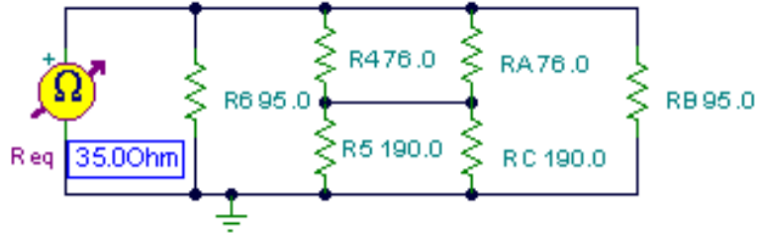
R12:=R1\*R2\*Gy;

Rt:=Replus(R11, (Replus(R12, R3)+Replus(R12, R4)));

Rt=[4.00];

## ניסוי 2:

נבצע המרת משולש בעזרת המפענח של טינה:



{ TINA Interpreter }

Gy:=1/R1+1/R2+1/R3;

Gy=[95m];

Ra:=R1\*R2\*Gy;

Rb:=R1\*R3\*Gy;

Rc:=R2\*R3\*Gy;

Rt:=Replus(Replus(R6, Rb), (Replus(R4, Ra) + Replus(R5,Rc)));

Ra=[76];

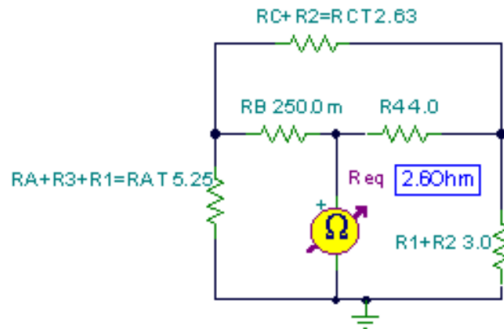
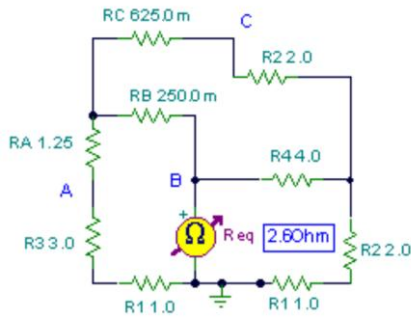
Rb=[95];

Rc=[190];

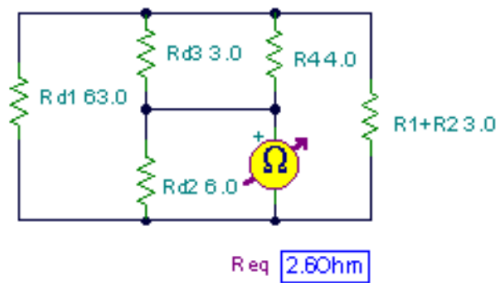
Rt=[35];

### ניסוי 3:

נתחיל בהמרת משולש:



ולאחר מכן נבצע המרת כוכב:



{ TINA Interpreter }

$$R_d := R_1 + R_2 + R_5;$$

$$R_d = [8]$$

$$R_c := R_1 * R_5 / R_d;$$

$$R_b := R_1 * R_2 / R_d;$$

$$R_a := R_2 * R_5 / R_d;$$

$$R_{AT} := R_1 + R_3 + R_a;$$

$$R_{CT} := R_2 + R_c;$$

$$G_y := 1 / R_{AT} + 1 / R_b + 1 / R_{CT};$$

$$R_{d2} := R_B * R_{AT} * G_y;$$

$$R_{d3} := R_b * R_{CT} * G_y;$$

$$R_{d1} := R_{CT} * R_{AT} * G_y;$$

$$R_t := \text{Replus}(R_{d2}, \text{Replus}(R_4, R_{d3}) + \text{Replus}(R_{d1}, (R_1 + R_2)));$$

$$R_t = [2.5967]$$