

## Cách tính điện trở tương đương của đoạn mạch nối tiếp, mạch song song, mạch cầu

### A. Phương pháp & Ví dụ

- Mạch điện mắc nối tiếp các điện trở:  $R = R_1 + R_2 + \dots + R_n$



Các điện trở mắc nối tiếp

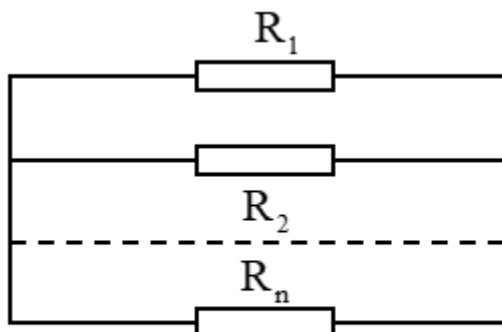
- Mạch điện mắc song song các điện trở:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

+ Nếu có 2 điện trở:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

+ Nếu có n - R<sub>0</sub> giống nhau:



$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_0} + \dots + \frac{1}{R_0} \Rightarrow R = \frac{R_0}{n}$$

Các điện trở mắc song song

- Mạch điện trở phức tạp có đoạn nối tắt (dây nối không điện trở) thì:

+ Đồng nhất các điểm cùng điện thế (chập mạch).

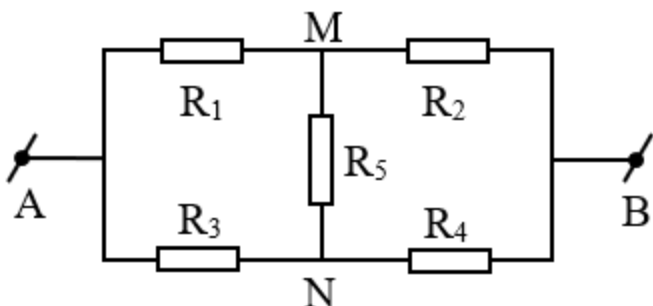
+ Vẽ lại sơ đồ lí thuyết và thực hiện tính toán theo sơ đồ.

- Trong trường hợp đoạn mạch có cấu tạo đối xứng, có thể lí luận dựa vào sự đối xứng để định các điểm đồng nhất về điện thế.

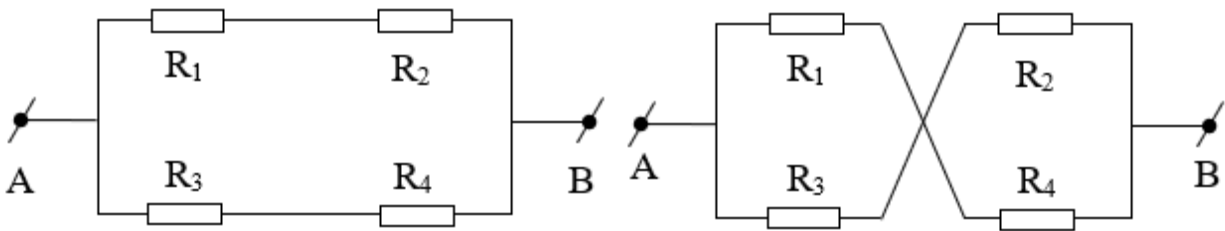
Trường hợp đặc biệt

$$I_5 = 0 \Rightarrow \frac{R_1}{R_3} = \frac{R_2}{R_4}$$

Mạch cầu cân bằng:



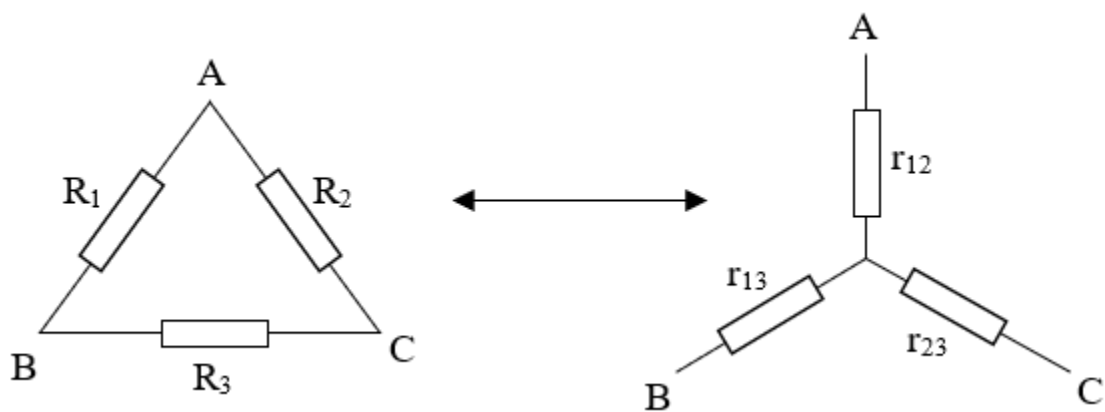
Ta bỏ  $R_5$  hoặc chập 2 điểm M và N lại và vẽ lại mạch như một trong 2 hình sau:



$$\frac{R_1}{R_3} \neq \frac{R_2}{R_4}$$

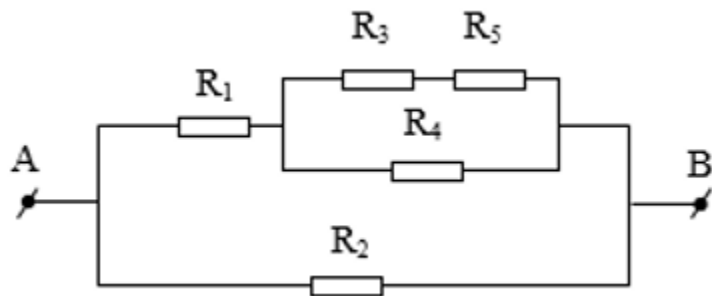
Mạch cầu không cân bằng:

Ta chuyển từ mạch tam giác sang mạch hình sao hoặc ngược lại.



Với:  $r_{12} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2 + R_3}$ ,  $r_{13} = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$ ,  $r_{23} = \frac{R_2 R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$

**Ví dụ 1:** Cho đoạn mạch điện như hình vẽ. Trong đó  $R_1 = 10\Omega$ ,  $R_2 = 6\Omega$ ,  $R_3 = 2\Omega$ ,  $R_4 = 2\Omega$ ,  $R_5 = 4\Omega$ . Tính điện trở tương đương của đoạn mạch đó.



**Hướng dẫn:**

+ Vì  $R_3$  và  $R_5$  mắc nối tiếp nên ta có:  $R_{35} = R_3 + R_5 = 6\Omega$

+ Vì  $R_4$  mắc song song với  $R_{35}$  nên:

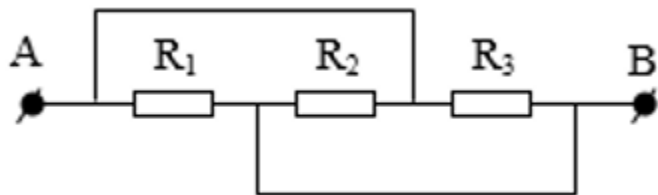
$$\frac{1}{R_{345}} = \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_{35}} \Rightarrow R_{345} = \frac{R_4 R_{35}}{R_4 + R_{35}} = 1,5\Omega$$

+ Vì  $R_1$  mắc nối tiếp với  $R_{345}$  nên:  $R_{1345} = R_1 + R_{345} = 10 + 1,5 = 11,5\Omega$

+ Vì  $R_2$  mắc song song với  $R_{1345}$  nên:

$$\frac{1}{R_{td}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_{1345}} \Rightarrow R_{td} = \frac{R_2 R_{1345}}{R_2 + R_{1345}} = 4\Omega$$

**Ví dụ 2:** Cho đoạn mạch điện như hình vẽ. Trong đó  $R_1 = 6\Omega$ ,  $R_2 = 2\Omega$ ,  $R_3 = 3\Omega$ . Tính điện trở tương đương của đoạn mạch đó.

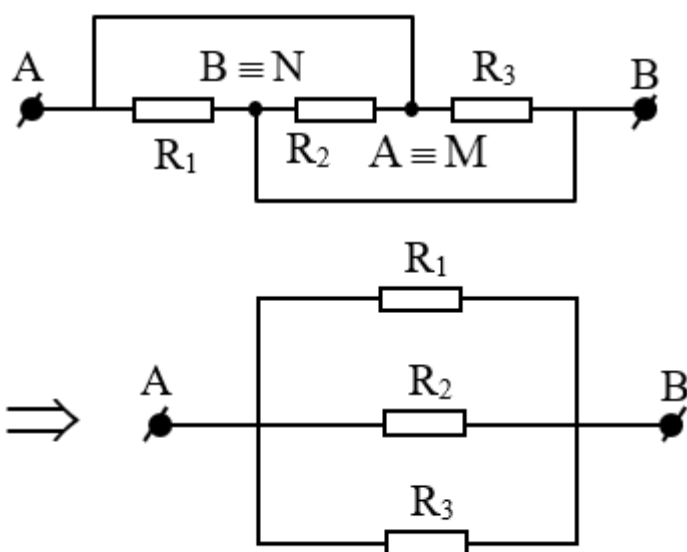


**Hướng dẫn:**

+ Gọi M là điểm nối giữa điện trở  $R_2$  và  $R_3$ . M và A nối trực tiếp với nhau nên M trùng với A.

+ Gọi N là điểm nối giữa điện trở  $R_1$  và  $R_2$ . N và B nối trực tiếp với nhau nên N trùng với B.

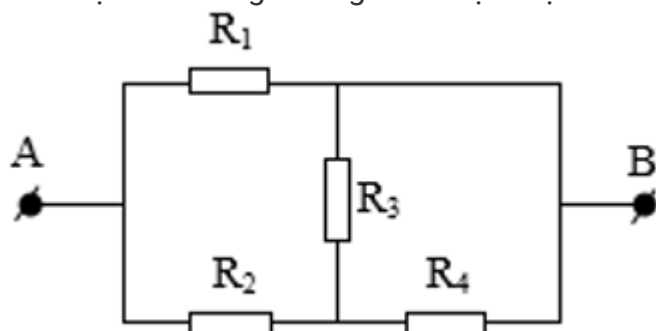
Mạch điện được vẽ lại như sau:



+ Vì  $(R_1 // R_2 // R_3)$  nên:

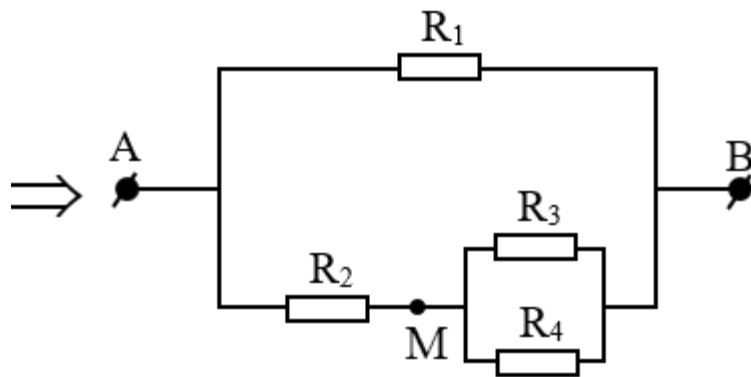
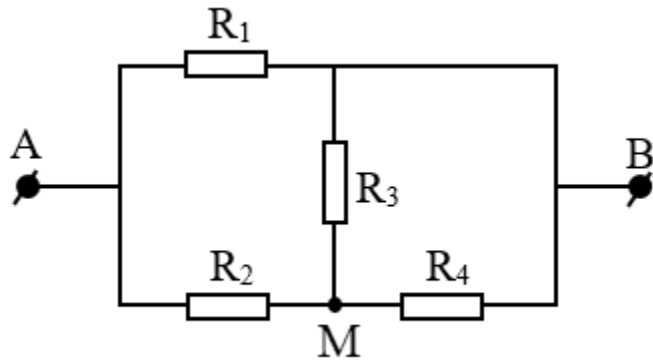
$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{6} + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} = 1 \Rightarrow R = 1\Omega$$

**Ví dụ 3:** Cho đoạn mạch điện như hình vẽ. Trong đó  $R_1 = 15\Omega$ ,  $R_2 = 10\Omega$ ,  $R_3 = 10\Omega$ ,  $R_4 = 10\Omega$ .  
Tính điện trở tương đương của đoạn mạch đó.



**Hướng dẫn:**

+ Gọi M là điểm nối giữa điện trở  $R_2$ ,  $R_3$  và  $R_4$ .  
Mạch điện được vẽ lại như sau:



+ Vì  $(R_3 // R_4)$  nên:

$$\frac{1}{R_{34}} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{10} + \frac{1}{10} \Rightarrow R_{34} = 5\Omega$$

+ Vì  $(R_2 \text{ nt } R_{34})$  nên:

+ Vì  $(R_1 // R_{234})$  nên:

$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_{234}} = \frac{1}{15} + \frac{1}{15} \Rightarrow R_{AB} = 7,5\Omega$$

**Ví dụ 4:** Ba điện trở  $R_1 = 1\Omega$ ,  $R_2 = 2\Omega$ ,  $R_3 = 3\Omega$ . Hỏi có bao nhiêu cách mắc các điện trở này với nhau? Tìm điện trở tương đương trong mỗi trường hợp.

**Hướng dẫn:**

Các cách mắc 3 điện trở  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  là:

- $[R_1 \text{ nt } R_2 \text{ nt } R_3]$ :  $R_{tđ} = R_1 + R_2 + R_3 = 1 + 2 + 3 = 6\Omega$ .
- $[R_1 // R_2 // R_3]$ :

$$\frac{1}{R_{td}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{11}{6}$$

$$\Rightarrow R_{td} = \frac{6}{11} \approx 0,55\Omega.$$

–  $[R_1 \text{ nt } (R_2 // R_3)]$ :

$$R_{td} = R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = 1 + \frac{2.3}{2+3} = 2,2\Omega$$

–  $[R_1 // (R_2 \text{ nt } R_3)]$ :

$$R_{td} = \frac{R_1(R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{1.(2+3)}{1+2+3} = \frac{5}{6} \approx 0,83\Omega.$$

–  $[R_2 \text{ nt } (R_1 // R_3)]$ :

$$R_{td} = R_2 + \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} = 2 + \frac{1.3}{1+3} = 2,75\Omega.$$

–  $[R_2 // (R_1 \text{ nt } R_3)]$ :

$$R_{td} = \frac{R_2(R_1 + R_3)}{R_2 + R_1 + R_3} = \frac{2.(1+3)}{2+1+3} \approx 1,33\Omega$$

–  $[R_3 \text{ nt } (R_1 // R_2)]$ :

$$R_{td} = R_3 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 3 + \frac{1.2}{1+2} \approx 3,67\Omega$$

–  $[R_3 // (R_1 \text{ nt } R_2)]$ :

$$R_{td} = \frac{R_3(R_1 + R_2)}{R_3 + R_1 + R_2} = \frac{3.(1+2)}{3+1+2} = 1,5\Omega$$

Vậy: Có 8 cách mắc 3 điện trở  $R_2, R_1, R_3$  như trên.

**Ví dụ 5:** Dây dẫn có điện trở  $R = 144 \Omega$ . Phải cắt dây ra bao nhiêu đoạn bằng nhau để khi mắc các đoạn đó song song nhau, điện trở tương đương là  $4\Omega$ ?

**Hướng dẫn:**

Điện trở của mỗi đoạn dây sau khi cắt là:

$$R_0 = \frac{R}{n}$$

Điện trở tương đương của n đoạn dây giống nhau mắc // :

$$R_{td} = \frac{R_0}{n} = \frac{R}{n^2} \Rightarrow n = \sqrt{\frac{R}{R_{td}}} = \sqrt{\frac{144}{4}} = 6.$$

**Ví dụ 6:** Có hai loại điện trở  $R_1 = 3\Omega$ ,  $R_2 = 5\Omega$ . Hỏi phải cần mỗi loại mấy cái để khi ghép nối tiếp, chúng có điện trở tương đương là  $55\Omega$ ?

**Hướng dẫn:**

Gọi x là số điện trở  $R_1$ , y là số điện trở  $R_2$  cần dùng: x, y nguyên, dương.

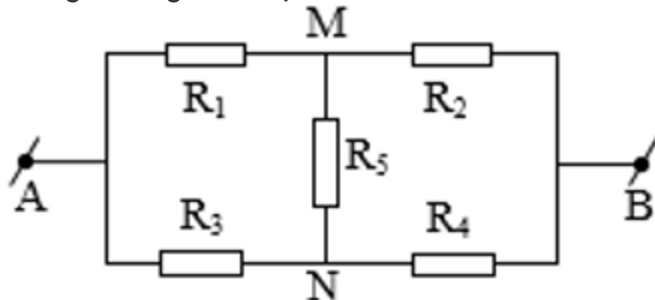
– Điện trở tương đương khi hệ ghép nối tiếp:

$$R_{td} = 3x + 5y = 55 \Rightarrow y = \frac{55 - 3x}{5} = 11 - 0,6x$$

– Vì y nguyên, dương nên:  $11 - 0,6x \geq x \Rightarrow x \leq 18,3$ .

- $x = 0 \Rightarrow y = 11$ : mạch gồm 11 điện trở  $R_2$  ghép nối tiếp.
- $x = 5 \Rightarrow y = 8$ : mạch gồm 5 điện trở  $R_1$  và 8 điện trở  $R_2$  ghép nối tiếp.
- $x = 10 \Rightarrow y = 5$ : mạch gồm 10 điện trở  $R_1$  và 5 điện trở  $R_2$  ghép nối tiếp.
- $x = 15 \Rightarrow y = 2$ : mạch gồm 15 điện trở  $R_1$  và 2 điện trở  $R_2$  ghép nối tiếp.

**Ví dụ 7:** Cho mạch điện như hình vẽ. Biết  $R_1 = R_3 = 2\Omega$ ,  $R_2 = R_5 = 4\Omega$ ,  $R_4 = 5\Omega$ . Tính điện trở tương đương của mạch.

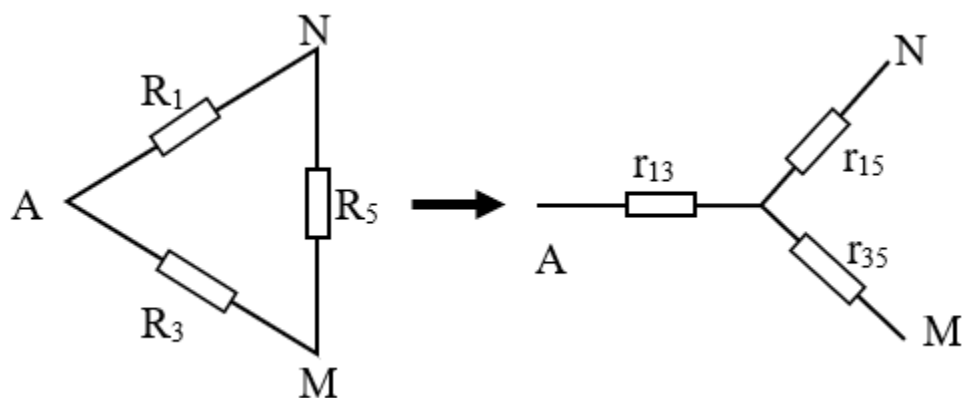


**Hướng dẫn:**

$$\frac{R_1}{R_2} \neq \frac{R_3}{R_4} \Rightarrow$$

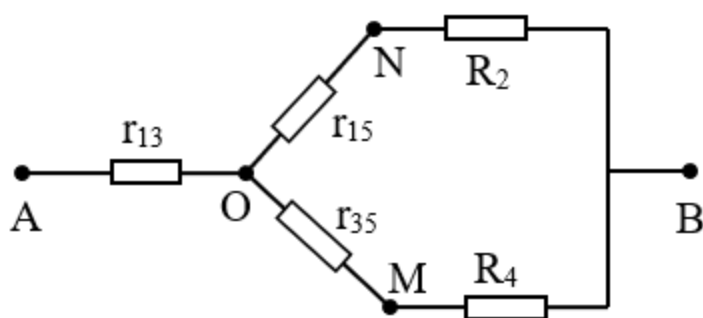
+ Ta có: mạch cầu không cân bằng.

+ Trước tiên ta chuyển mạch có dạng tam giác AMN thành mạch hình sao.



$$\begin{cases} r_{13} = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3 + R_5} = 0,5 \Omega \\ r_{15} = \frac{R_1 R_5}{R_1 + R_3 + R_5} = 1 \Omega \\ r_{35} = \frac{R_3 R_5}{R_1 + R_3 + R_5} = 1 \Omega \end{cases}$$

Với:



+ Mạch điện được vẽ lại đầy đủ hình.

Ta có:

$$\begin{cases} R_{152} = r_{15} + R_2 = 1 + 4 = 5 \Omega \\ R_{354} = r_{35} + R_4 = 1 + 5 = 6 \Omega \end{cases}$$

$$R_{OB} = \frac{R_{152} R_{354}}{R_{152} + R_{354}} = \frac{30}{11} \Omega$$

+ Lại có:

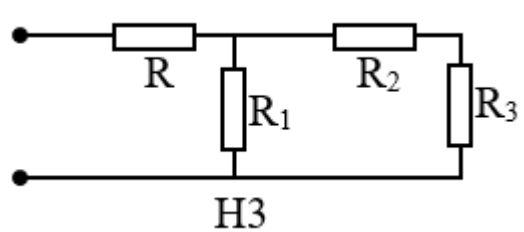
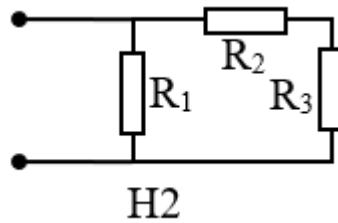
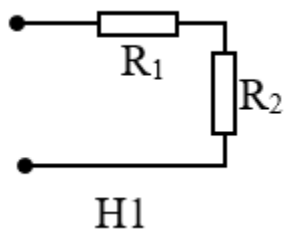
+ Vậy điện trở tương đương của mạch là:

$$R_{AB} = r_{13} + R_{OB} = \frac{71}{22} \Omega \approx 3,2 \Omega$$



## B. Bài tập

**Bài 1.** Tính điện trở tương đương của những đoạn mạch điện hình bên, biết rằng các điện trở đều bằng nhau và bằng  $R = 12\Omega$



### Lời giải:

a) Hình 1: Vì  $R_1$  và  $R_2$  mắc nối tiếp nên ta có:  $R_{td} = R_1 + R_2 = 24\Omega$

b) Hình 2: Vì  $R_2$  và  $R_3$  mắc nối tiếp nên ta có:  $R_{23} = R_2 + R_3 = 24\Omega$

+ Vì  $R_1$  mắc song song với  $R_{23}$  nên:

$$\frac{1}{R_{td}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_{23}} \Rightarrow R_{td} = \frac{R_1 R_{23}}{R_1 + R_{23}} = 8\Omega$$

c) Hình 3 : Vì  $R_2$  và  $R_3$  mắc nối tiếp nên ta có:  $R_{23} = R_2 + R_3 = 24\Omega$

+ Vì  $R_1$  mắc song song với  $R_{23}$  nên:

$$\frac{1}{R_{1-23}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_{23}} \Rightarrow R_{1-23} = \frac{R_1 R_{23}}{R_1 + R_{23}} = 8\Omega$$

+ Vì  $R$  mắc nối tiếp với  $R_{1-23}$  nên:  $R_{td} = R + R_{1-23} = 12 + 8 = 20\Omega$

**Bài 2.** Hai dây dẫn, khi mắc nối tiếp có điện trở lớn gấp 6,25 lần khi mắc song song. Tính tỉ số điện trở của hai dây.

### Lời giải:

$$R_1 + R_2 = 6,25 \cdot \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$\Leftrightarrow (R_1 + R_2)^2 - 6,25 R_1 R_2 = 0$$

Ta có:

$$\Leftrightarrow R_1^2 + 2R_1R_2 + R_2^2 - 6,25R_1R_2 = 0$$

$$\Leftrightarrow R_1^2 - 4,25R_1R_2 + R_2^2 = 0$$

$$\Leftrightarrow (R_1 - 2,125R_2)^2 = (1,875R_2)^2$$

$$\Leftrightarrow R_1 - 2,125R_2 = 1,875R_2$$

$$\Rightarrow R_1 = 4R_2 \quad (\text{loại giá trị âm}) \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = 4.$$

**Bài 3.** Có hai loại điện trở  $5\Omega$  và  $7\Omega$ . Tìm số điện trở mỗi loại sao cho khi ghép nối tiếp ta được điện trở tổng cộng là  $95\Omega$  với số điện trở nhỏ nhất.

**Lời giải:**

Gọi  $x$  và  $y$  lần lượt là số điện trở loại  $5\Omega$  và  $7\Omega$  (với  $x$  và  $y$  là các số nguyên không âm)

$$\Rightarrow x = 19 - \frac{7}{5}y$$

+ Theo đề ra ta có:  $5x + 7y = 95$

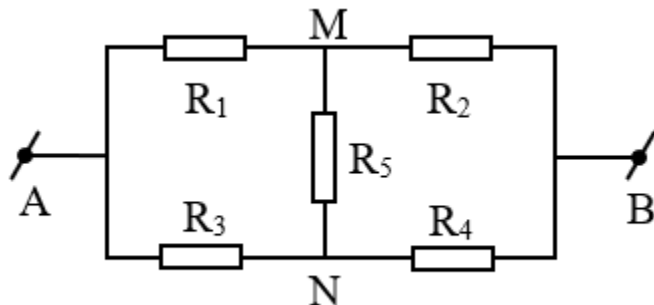
$$19 - \frac{7}{5}y$$

+ Vì  $x \geq 0 \Rightarrow \Rightarrow y \leq 13,6(*)$

+ Để  $x$  là số nguyên không âm thì  $y$  phải là bội của 5 hoặc  $y = 0$  và thỏa mãn điều kiện (\*). Vậy:  $y = 0$  thì  $x = 19$ ; hoặc  $y = 5$  thì  $x = 12$ ; hoặc  $y = 10$  thì  $x = 5$

Vì tổng số điện trở nhỏ nhất nên chọn  $x = 5$  và  $y = 10$ . Vậy phải cần ít nhất 5 điện trở loại  $5\Omega$  và 10 điện trở loại  $7\Omega$ .

**Bài 4.** Cho mạch điện như hình vẽ. Biết  $R_1 = R_3 = 2\Omega$ ,  $R_2 = R_5 = 4\Omega$ ,  $R_4 = 4\Omega$ . Tính điện trở tương đương của mạch



**Lời giải:**

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4} = 0,5 \Rightarrow$$

Ta có: mạch cầu cân bằng nên dòng điện qua R5 bằng 0 nên bỏ đoạn R5 đi ta có mạch  $(R_1 \text{ nt } R_2) // (R_3 \text{ nt } R_4)$ .

Ta có:  $R_{12} = R_1 + R_2 = 2 + 4 = 6$ ,  $R_{34} = R_3 + R_4 = 2 + 4 = 6$

Vậy điện trở tương đương của mạch:

$$R = \frac{R_{12} R_{34}}{R_{12} + R_{34}} = \frac{6 \cdot 6}{6 + 6} = 3\Omega$$