

Định luật Ôm cho đoạn mạch nối tiếp và song song

A. Phương pháp & Ví dụ

$$I = \frac{U}{R}$$

Định luật ôm cho toàn mạch:

Mạch điện mắc nối tiếp các điện trở:

$$\begin{cases} R = R_1 + R_2 + \dots + R_n \\ I = I_1 = I_2 = \dots = I_n \\ U = U_1 + U_2 + \dots + U_n \end{cases}$$

Mạch điện mắc song song các điện trở:

$$\begin{cases} \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} \\ \begin{cases} I = I_1 + I_2 + \dots + I_n \\ U = U_1 = U_2 = \dots = U_n \end{cases} \end{cases}$$

Ví dụ 1: Hai điện trở R_1, R_2 mắc vào hiệu điện thế $U = 12V$. Lần đầu R_1, R_2 mắc song song, dòng điện mạch chính $I_s = 10A$. Lần sau R_1, R_2 mắc nối tiếp, dòng điện trong mạch $I_n = 2,4A$. Tìm R_1, R_2 .

Hướng dẫn:

Điện trở tương đương của đoạn mạch khi:

+ $[R_1 // R_2]$:

$$R_s = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{U}{I_s} \Rightarrow \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{12}{10} = 1,2 \quad (1)$$

+ $[R_1 \text{ nt } R_2]$:

$$R_n = R_1 + R_2 = \frac{U}{I_n} \Rightarrow R_1 + R_2 = \frac{12}{2,4} = 5 \quad (2)$$

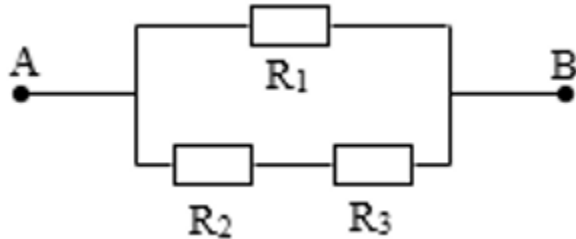
$$\begin{cases} R_1 + R_2 = 5 \\ R_1 R_2 = 6 \end{cases} \Rightarrow$$

Từ (1) và (2) ta có hệ:

R_1 và R_2 là nghiệm của phương trình:

$$x^2 - 5x + 6 = 0 \Rightarrow \begin{cases} R_1 = 3\Omega \\ R_2 = 2\Omega \end{cases} \text{ hoặc } \begin{cases} R_1 = 2\Omega \\ R_2 = 3\Omega \end{cases}$$

Ví dụ 2: Cho mạch điện như hình vẽ: $R_1 = 12\Omega$, $R_2 = 15\Omega$, $R_3 = 5\Omega$, cường độ qua mạch chính $I = 2A$. Tìm cường độ dòng điện qua từng điện trở.



Ta có: $R_{23} = R_2 + R_3 = 15 + 5 = 20\Omega$

$$\Rightarrow R_{AB} = \frac{R_1 R_{23}}{R_1 + R_{23}} = \frac{12 \cdot 20}{12 + 20} = 7,5\Omega$$

$$U_{AB} = I \cdot R_{AB} = 2 \cdot 7,5 = 15V.$$

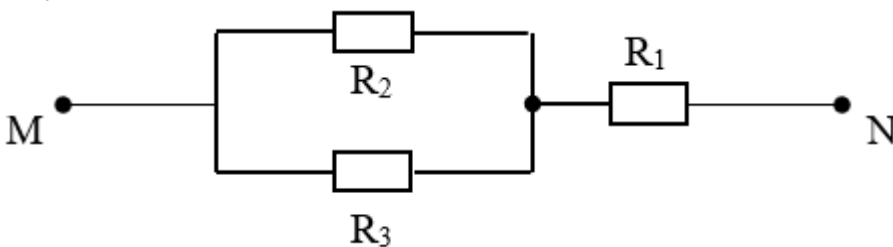
Cường độ dòng điện qua điện trở R_1 :

$$I_1 = \frac{U_{AB}}{R_1} = \frac{15}{12} = 1,25A$$

Cường độ dòng điện qua điện trở R_2 , R_3 :

$$I_2 = I_3 = \frac{U_{AB}}{R_{23}} = \frac{15}{20} = 0,75A$$

Ví dụ 3: Cho mạch điện như hình vẽ. Biết $U_{MN} = 18V$, cường độ dòng điện qua R_2 là $I_2 = 2A$. Tìm:



a) R_1 nếu $R_2 = 6\Omega$, $R_3 = 3\Omega$.

b) R_3 nếu $R_1 = 3\Omega$, $R_2 = 1\Omega$.

Hướng dẫn:

a) Hiệu điện thế giữa hai đầu R_2 : $U_2 = I_2 \cdot R_2 = 2 \cdot 6 = 12V$.

$$I_3 = \frac{U_2}{R_3} = \frac{12}{3} = 4A$$

Cường độ dòng điện qua R_3 :

Cường độ dòng điện qua R_1 : $I_1 = I_2 + I_3 = 2 + 4 = 6A$.

Hiệu điện thế giữa hai đầu R_1 : $U_1 = U_{MN} - U_2 = 18 - 12 = 6V$.

$$R_1 = \frac{U_1}{I_1} = \frac{6}{6} = 1\Omega$$

Điện trở của R_1 :

b) Hiệu điện thế giữa hai đầu R_2 : $U_2 = I_2 \cdot R_2 = 2 \cdot 1 = 2V$.

Hiệu điện thế giữa hai đầu R_1 : $U_1 = U_{MN} - U_2 = 18 - 2 = 16V$.

$$I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{16}{3} A$$

Cường độ dòng điện qua R_1 :

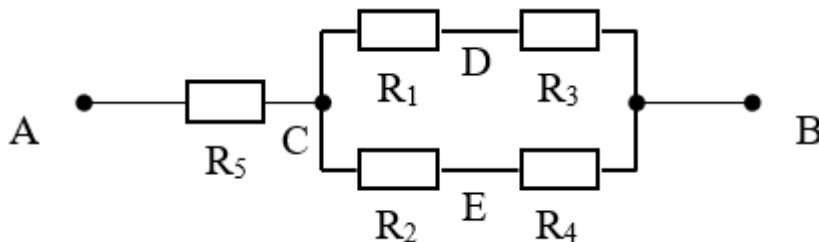
Cường độ dòng điện qua R_3 :

$$I_3 = I_1 - I_2 = \frac{16}{3} - 2 = \frac{10}{3} A$$

$$R_3 = \frac{U_3}{I_3} = \frac{2}{\frac{10}{3}} = 0,6\Omega$$

Điện trở của R_3 :

Ví dụ 4: Cho đoạn mạch như hình vẽ: $R_1 = R_3 = 3\Omega$, $R_2 = 2\Omega$, $R_4 = 1\Omega$, $R_5 = 4\Omega$, cường độ qua mạch chính $I = 3A$. Tìm:



a) U_{AB} .

b) Hiệu điện thế hai đầu mỗi điện trở.

c) U_{AD} , U_{ED} .

d) Nối D, E bằng tụ điện $C = 2\mu F$. Tìm điện tích của tụ.

Hướng dẫn:

a) $R_{13} = R_1 + R_3 = 3 + 3 = 6\Omega$;

$R_{24} = R_2 + R_4 = 2 + 1 = 3\Omega$;

$$R_{CB} = \frac{R_{13} \cdot R_{24}}{R_{13} + R_{24}} = \frac{6 \cdot 3}{6 + 3} = 2\Omega$$

$$R_{AB} = R_5 + R_{CB} = 4 + 2 = 6\Omega \rightarrow U_{AB} = I \cdot R_{AB} = 3 \cdot 6 = 18V.$$

$$b) U_5 = I \cdot R_5 = 3 \cdot 4 = 12V.$$

$$U_{CB} = I \cdot R_{CB} = 3 \cdot 2 = 6V$$

$$\rightarrow I_1 = I_3 = \frac{U_{CB}}{R_{13}} = \frac{6}{6} = 1A$$

$$\rightarrow U_1 = I_1 R_1 = 1 \cdot 3 = 3V;$$

$$U_3 = I_3 \cdot R_3 = 1 \cdot 3 = 3V.$$

$$I_2 = I_4 = \frac{U_{CB}}{R_{24}} = \frac{6}{3} = 2A$$

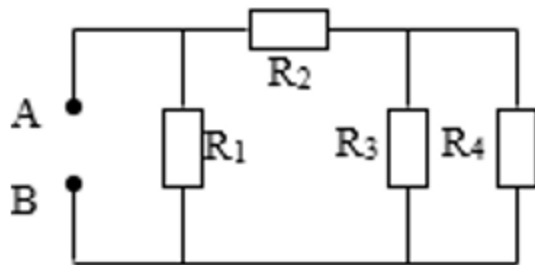
$$\rightarrow U_2 = I_2 \cdot R_2 = 2 \cdot 2 = 4V; U_4 = I_4 \cdot R_4 = 2 \cdot 1 = 2V.$$

$$c) U_{AD} = U_{AC} + U_{CD} = U_5 + U_1 = 12 + 3 = 15V.$$

$$U_{ED} = U_{EB} + U_{BD} = U_4 - U_3 = 2 - 3 = -1V.$$

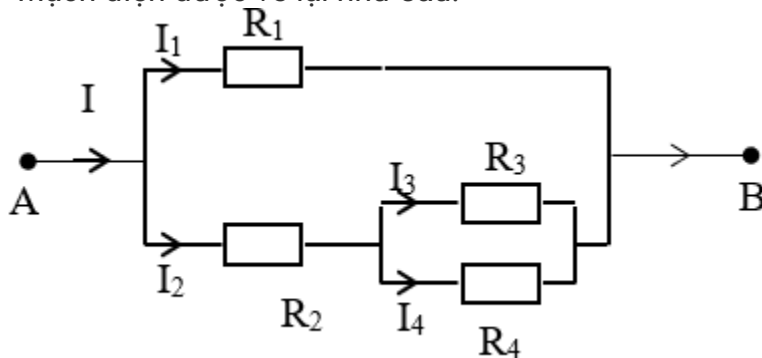
$$d) Q = CU = 2 \cdot 10^{-6} \cdot 1 = 2 \cdot 10^{-6} C.$$

Ví dụ 5: Cho đoạn mạch như hình vẽ: $R_1 = 36\Omega$, $R_2 = 12\Omega$, $R_3 = 10\Omega$, $R_4 = 30\Omega$, $U_{AB} = 54V$. Tìm cường độ dòng điện qua từng điện trở.



Hướng dẫn:

Mạch điện được vẽ lại như sau:



$$I_1 = \frac{U_{AB}}{R_1} = \frac{54}{36} = 1,5A$$

Cường độ dòng điện qua R_1 :

$$R_{34} = \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} = \frac{20 \cdot 30}{20 + 30} = 12\Omega$$

Cường độ dòng điện qua R_2 :

$$I_2 = \frac{U_{AB}}{R_{234}} = \frac{U_{AB}}{R_2 + R_{34}} = \frac{54}{12 + 12} = 2,25A$$

Hiệu điện thế giữa hai đầu điện trở R_3 và R_4 : $U_{34} = U_3 = U_4 = I_2 \cdot R_{34} = 2,25 \cdot 12 = 27V$.

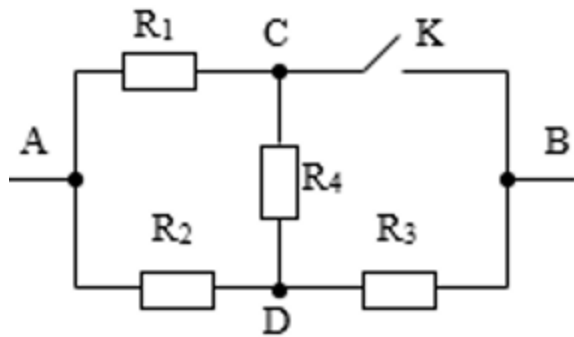
$$I_3 = \frac{U_3}{R_3} = \frac{27}{20} = 1,35A$$

Cường độ dòng điện qua R_3 :

$$I_4 = \frac{U_4}{R_4} = \frac{27}{30} = 0,9A$$

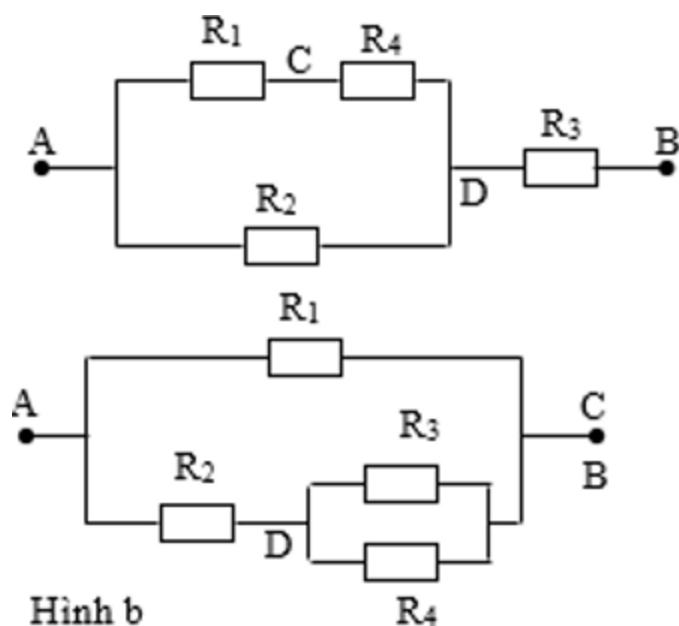
Cường độ dòng điện qua R_4 :

Ví dụ 6: Cho mạch điện như hình vẽ: $R_1 = R_3 = 45\Omega$, $R_2 = 90\Omega$, $U_{AB} = 90V$. Khi K mở hoặc đóng, cường độ dòng điện qua R_4 là như nhau. Tính R_4 và hiệu điện thế hai đầu R_4 .



Hướng dẫn:

– Khi K đóng, mạch điện được vẽ như hình a; khi K mở, mạch điện được vẽ như hình b:



Hình b

– Khi K đóng, ta có:

$$I_2 = \frac{U_{AB}}{R_2 + R_{34}} ; U_{34} = I_2 R_{34}$$

$$I_4 = \frac{U_{34}}{R_4} = \frac{I_2 R_{34}}{R_4} = \frac{U_{AB} \cdot R_{34}}{(R_2 + R_{34}) R_4}$$

$$\rightarrow I_4 = \frac{90 \cdot \frac{45R_4}{45 + R_4}}{R_4(90 + \frac{45R_4}{45 + R_4})} = \frac{90}{3R_4 + 90} = \frac{30}{R_4 + 30} \quad (1)$$

$$I_3 = \frac{U_{AB}}{R_3 + R_{124}} ; U_{AD} = I_3 R_{124}$$

– Khi K mở, ta có:

$$I_4 = \frac{U_{AD}}{R_{14}} = \frac{I_3 R_{124}}{R_{14}} = \frac{U_{AB} \cdot R_{124}}{R_{14}(R_3 + R_{124})}$$

$$\rightarrow I_4 = \frac{90 \cdot \frac{90(45 + R_4)}{90 + 45 + R_4}}{(45 + R_4)(45 + \frac{90(45 + R_4)}{90 + 45 + R_4})} = \frac{90^2}{135R_4 + 10125} \quad (2)$$

$$\frac{30}{R_4 + 30} = \frac{90^2}{135R_4 + 10125}$$

- Từ (1) và (2), ta có:

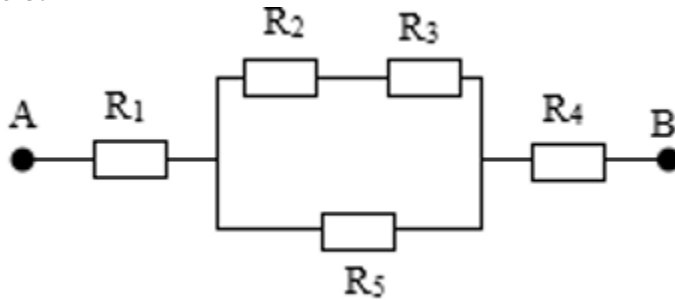
$$\Leftrightarrow 902R_4 + 243000 = 4050R_4 + 303750 \Leftrightarrow 4050R_4 = 60750 \Rightarrow R_4 = 15\Omega.$$

$$\rightarrow I_4 = \frac{30}{15 + 30} = \frac{2}{3} \text{ A}$$

$$\rightarrow U_4 = I_4 R_4 = \frac{2}{3} \cdot 15 = 10 \text{ V}.$$

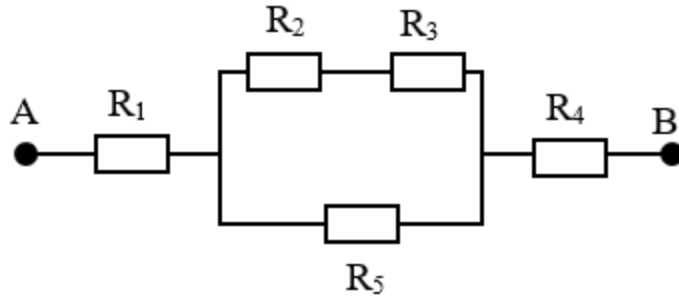
B. Bài tập

Bài 1: Cho mạch điện như hình vẽ. Trong đó $R_1 = R_2 = 4 \Omega$; $R_3 = 6 \Omega$; $R_4 = 3 \Omega$; $R_5 = 10 \Omega$; $U_{AB} = 24 \text{ V}$. Tính điện trở tương đương của đoạn mạch AB và cường độ dòng điện qua từng điện trở.



Lời giải:

- Phân tích đoạn mạch: R_1 nt $((R_2$ nt $R_3) // R_5)$ nt R_4 .



$$R_{23} = R_2 + R_3 = 10 \, \Omega$$

$$\rightarrow R_{235} = \frac{R_{23} R_5}{R_{23} + R_5} = 5 \, \Omega$$

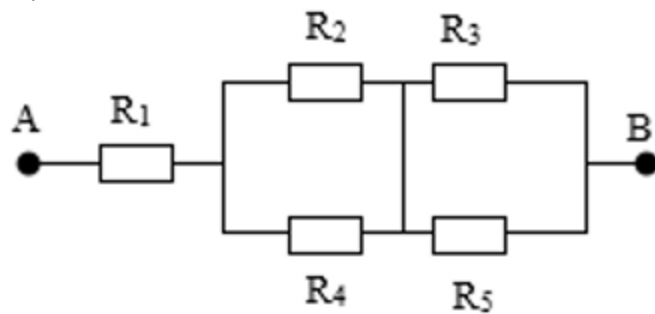
$$\rightarrow R = R_1 + R_{235} + R_4 = 12 \, \Omega$$

$$\rightarrow I = I_1 = I_{235} = I_4 = \frac{U_{AB}}{R} = 2 \, \text{A}$$

Với: $U_{235} = U_{23} = U_5 = I_{235} \cdot R_{235} = 10 \, \text{V}$ nên:

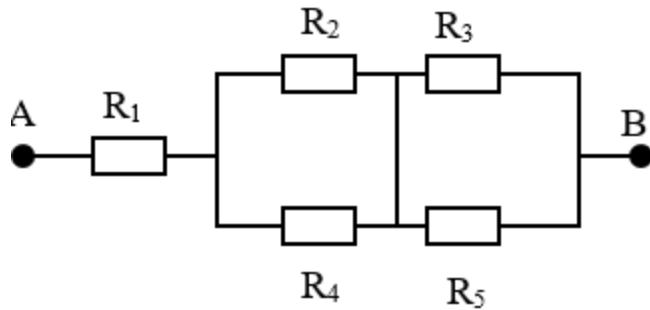
$$I_5 = \frac{U_5}{R_5} = 1 \, \text{A}; I_{23} = I_2 = I_3 = \frac{U_{23}}{R_{23}} = 1 \, \text{A}.$$

Bài 2: Cho mạch điện như hình vẽ. Trong đó $R_1 = 2,4 \, \Omega$; $R_3 = 4 \, \Omega$; $R_2 = 14 \, \Omega$; $R_4 = R_5 = 6 \, \Omega$; $I_3 = 2 \, \text{A}$. Tính điện trở tương đương của đoạn mạch AB và hiệu điện thế giữa hai đầu các điện trở.



Lời giải:

$$R_1 \text{ nt } (R_2 // R_4) \text{ nt } (R_3 // R_5).$$



Ta có:

$$R_{24} = \frac{R_2 R_4}{R_2 + R_4} = 4,2 \, \Omega;$$

$$R_{35} = \frac{R_3 R_5}{R_3 + R_5} = 2,4 \, \Omega$$

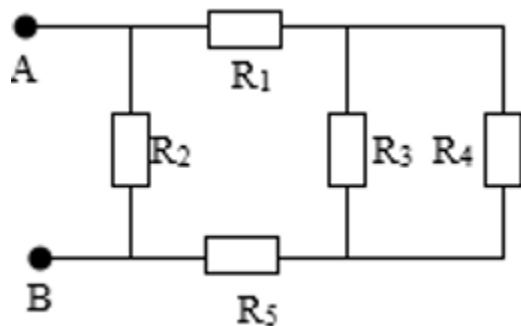
$$\rightarrow R = R_1 + R_{24} + R_{35} = 9 \, \Omega \rightarrow U_5 = U_3 = U_{35} = I_3 \cdot R_3 = 8 \, \text{V}$$

$$I_{35} = I_{24} = I_1 = I = \frac{U_{35}}{R_{35}} = \frac{10}{3} \, \text{A}$$

- Với

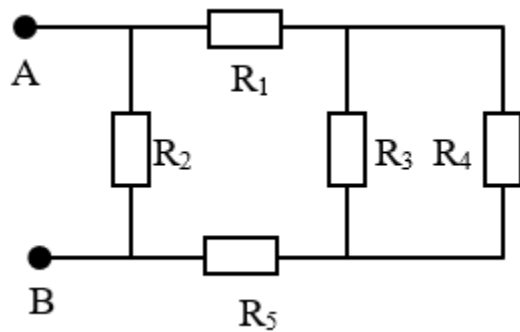
$$\text{nên: } U_{24} = U_2 = U_4 = I_{24} \cdot R_{24} = 14 \, \text{V}, U_1 = I_1 \cdot R_1 = 8 \, \text{V}.$$

Bài 3: Cho mạch điện như hình vẽ. Trong đó $R_1 = R_3 = R_5 = 3 \, \Omega$; $R_2 = 8 \, \Omega$; $R_4 = 6 \, \Omega$; $U_5 = 6 \, \text{V}$. Tính điện trở tương đương của đoạn mạch AB và cường độ dòng điện chạy qua từng điện trở.



Lời giải:

$$(R_1 \text{ nt } (R_3 // R_4) \text{ nt } R_5) // R_2$$



$$R_{34} = \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} = 2 \Omega;$$

$$R_{1345} = R_1 + R_{34} + R_5 = 8 \Omega$$

$$\rightarrow R = \frac{R_2 R_{1345}}{R_2 + R_{1345}} = 4 \Omega$$

$$I_5 = I_{34} = I_1 = I_{1345} = \frac{U_5}{R_5} = 2 \text{ A}$$

$$\text{Mặt khác: } U_{34} = U_3 = U_4 = I_{34} \cdot R_{34} = 4 \text{ V}; U_{1345} = U_2 = U_{AB} = I_{1345} \cdot R_{1345} = 16 \text{ V}$$

Nên:

$$I_3 = \frac{U_3}{R_3} = \frac{4}{3} \text{ A}; I_4 = \frac{U_4}{R_4} = \frac{2}{3} \text{ A}; I_2 = \frac{U_2}{R_2} = 2 \text{ A}.$$

Bài 4: Hai điện trở $R_1 = 6\Omega$, $R_2 = 4\Omega$ chịu được cường độ dòng điện tối đa là 1A và 1,2A. Hỏi bộ hai điện trở chịu được cường độ tối đa là bao nhiêu nếu chúng mắc:

- Nối tiếp.
- Song song.

Lời giải:

- Hai điện trở mắc nối tiếp

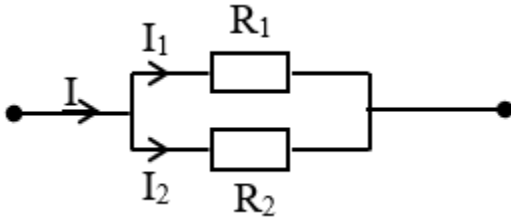


$$\begin{cases} I \leq I_1 \\ I \leq I_2 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} I \leq 1\text{A} \\ I \leq 1,2\text{A} \end{cases}$$

Khi R_1 mắc nối tiếp với R_2 :

Vậy: Bộ hai điện trở mắc nối tiếp chịu được cường độ dòng điện tối đa là $I_{\max} = 1\text{A}$.

- Hai điện trở mắc song song



$$I = I_1 + I_2 = I_1 + \frac{R_1 I_1}{R_2} = \frac{R_1 + R_2}{R_2} I_1$$

– Khi R_1 mắc song song với R_2 :

$$\Rightarrow I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I = \frac{4}{6 + 4} I = 0,4I \leq 1 \quad (1)$$

$$\text{và } I_2 = I - I_1 = 0,6I \quad (2)$$

$$\begin{cases} I \leq 2,5A \\ I \leq 2A \end{cases}$$

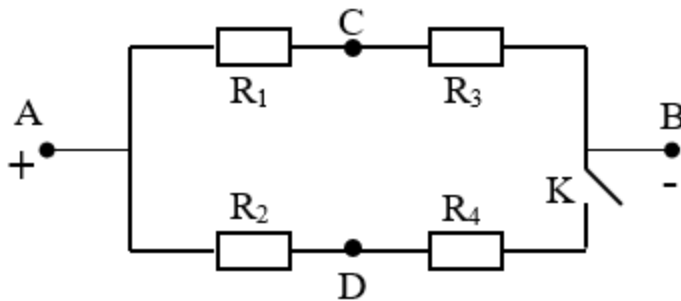
– Từ (1) và (2) suy ra:

Vậy: Bộ hai điện trở mắc song song chịu được cường độ dòng điện tối đa là $I_{\max} = 2A$.

Bài 5: Cho mạch điện như hình vẽ: $U = 12V$, $R_2 = 3\Omega$, $R_3 = 5\Omega$.

a) Khi K mở, hiệu điện thế giữa C, D là 2V. Tìm R_1 .

b) Khi K đóng, hiệu điện thế giữa C, D là 1V. Tìm R_4 .



Lời giải:

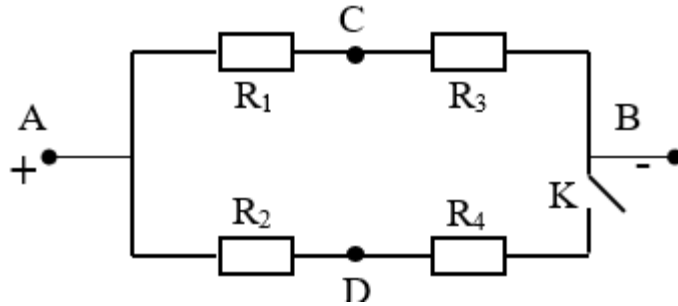
a) Khi K mở:

Ta có: $U_{CD} = U_{CA} + U_{AD} = -U_1 + U_2$

$$\Rightarrow U_1 = IR_1 = \frac{U}{R_1 + R_3} \cdot R_1$$

$$\Leftrightarrow 2 = \frac{12 \cdot R_1}{R_1 + 5} \Leftrightarrow 2R_1 + 10 = 12R_1$$

$$\Leftrightarrow 10 R_1 = 10 \Rightarrow R_1 = 1\Omega.$$



b) Khi K đóng. Ta có: $U_{CD} = U_{CB} + U_{BD} = U_3 - U_4$

$$U_3 = \frac{U}{R_1 + R_3} \cdot R_3 = \frac{12}{1 + 5} \cdot 5 = 10V;$$

$$U_4 = \frac{U}{R_2 + R_4} \cdot R_4 = \frac{12}{3 + R_4} \cdot R_4.$$

Ta có:

$$+ U_{CD} = 10 - \frac{12}{3 + R_4} \cdot R_4 = 1$$

$$12R_4 = 9(R_4 + 3) \Rightarrow R_4 = 9\Omega$$

$$+ U_{CD} = 10 - \frac{12}{3 + R_4} \cdot R_4 = -1$$

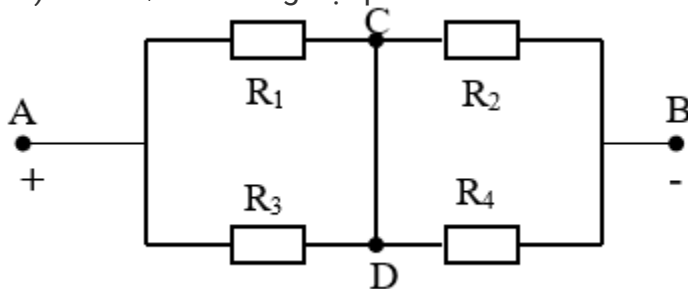
$$12R_4 = 11 \cdot (R_4 + 3) \Rightarrow R_4 = 33\Omega$$

Bài 6: Cho mạch điện như hình vẽ.

$U_{AB} = 75V$, $R_2 = 2R_1 = 6\Omega$, $R_3 = 9\Omega$.

a) Cho $R_4 = 2\Omega$. Tính cường độ qua CD.

b) Tính R_4 khi cường độ qua CD là 0.

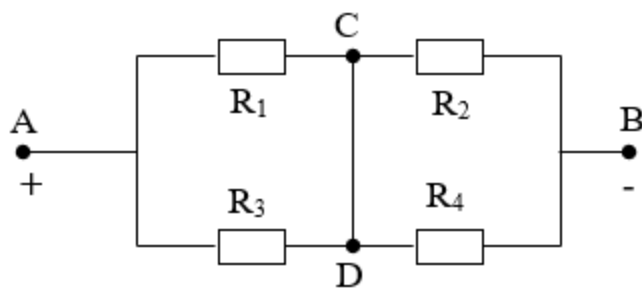


Lời giải:

$$R_{AB} = R_{13} + R_{24} = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} + \frac{R_2 R_4}{R_2 + R_4}$$

$$= \frac{3 \cdot 9}{3 + 9} + \frac{6 R_4}{6 + R_4} = 2,25 + \frac{6 R_4}{6 + R_4}$$

$$I = \frac{U_{AB}}{R_{AB}} = \frac{75}{2,25 + \frac{6 R_4}{6 + R_4}}$$



$$U_{AC} = I \cdot R_{13} \Rightarrow$$

$$U_{AC} = \frac{75}{2,25 + \frac{6 R_4}{6 + R_4}} \cdot 2,25 = \frac{168,75 \cdot (6 + R_4)}{13,5 + 8,25 R_4}$$

$$I_1 = \frac{U_{AC}}{R_1}$$

$$\Rightarrow I_1 = \frac{168,75 \cdot (6 + R_4)}{13,5 + 8,25 R_4} \cdot \frac{1}{3} = \frac{56,25 \cdot (R_4 + 6)}{13,5 + 8,25 R_4}$$

$$U_{CB} = U_{AB} - U_{AC}$$

$$\Rightarrow U_{CB} = 75 - \frac{168,75 \cdot (6 + R_4)}{13,5 + 8,25 R_4} = \frac{450 R_4}{8,25 R_4 + 13,5}$$

$$I_2 = \frac{U_{CB}}{R_2} \Rightarrow I_2 = \frac{450 R_4}{6 \cdot (8,25 R_4 + 13,5)} = \frac{75 R_4}{8,25 R_4 + 13,5}$$

$$I_1 = \frac{56,25.(2 + 6)}{8,25.2 + 13,5} = 15A;$$

$$I_2 = \frac{75.2}{8,25.2 + 13,5} = 10A.$$

a) Ta có:

$$\Rightarrow R_4 = \frac{R_2 R_3}{R_1} = \frac{6.9}{3} = 18\Omega.$$

Tại C: $I_1 = I_2 + I_{CD} \Rightarrow I_{CD} = I_1 - I_2 = 15 - 10 = 5A.$

b) Khi $I_{CD} = 0$: Lúc đó mạch cầu cân bằng nên: $R_1.R_4 = R_2.R_3$

$$I_1 = \frac{U_{AC}}{R_1}$$