

BÀI 2. KHẢO SÁT TÍNH CHẤT DÒNG ĐIỆN, ĐIỆN ÁP CỦA MẠCH VÀ TÍNH CHẤT MẠCH RLC

1. Mục tiêu

Sinh viên hiểu được tính chất cơ bản của mạch điện về dòng điện, điện áp tuân theo định luật Kirchhoff, hiểu được tính chất của mạch RLC.

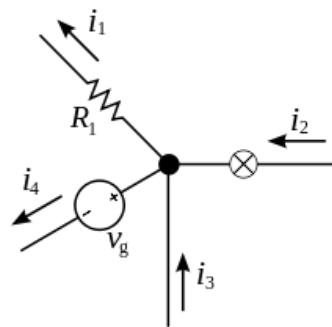
Biết cách xây dựng mạch khảo sát và kiểm tra tính đúng đắn của các tính chất về dòng điện, điện áp trong mạch, tính chất mạch RLC bằng công cụ mô phỏng.

2. Cơ sở lý thuyết

2.1. Khảo sát dòng điện, điện áp mạch điện theo định luật Kirchhoff

2.1.1. Tóm tắt định luật Kirchhoff

K1) Tổng giá trị đại số của dòng điện tại một nút trong một mạch điện là bằng không.



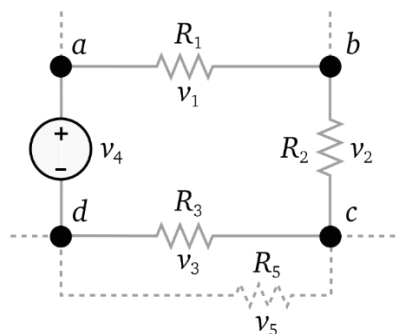
Hình 1. Minh họa dòng điện đến và đi từ 1 nút

$$\sum_{k=1}^N i_k = 0$$

Trong đó i_k là dòng điện đến và đi từ 1 nút (có tính chiều).

N là tổng số dòng điện tại 1 nút

K2) Tổng giá trị điện áp dọc theo một vòng bằng 0.



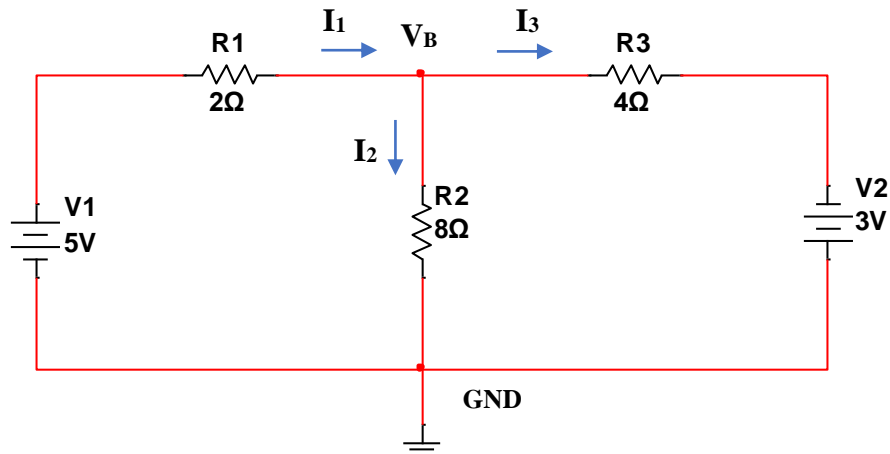
Hình 2. Điện áp dọc theo một vòng mạch

$$\sum_{k=1}^N V_k = 0$$

Trong Trong đó V_k là dòng điện thế của các điểm (có tính chiều).
 N là tổng số điện thế theo 1 vòng.

2.1.2. Thực hiện khảo sát định luật Kirchhoff trên công cụ mô phỏng

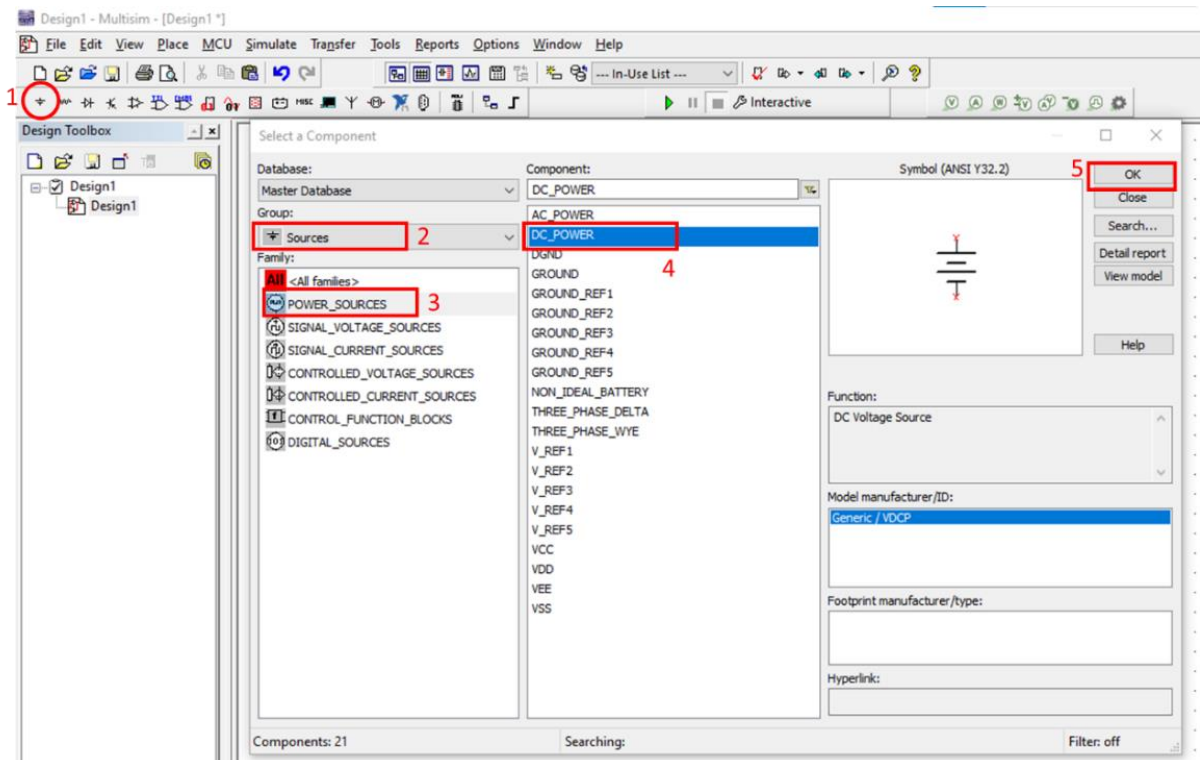
Kiểm tra tính đúng đắn của định luật Kirchhoff với mạch điện sau



Hình 3. Sơ đồ mạch cần khảo sát

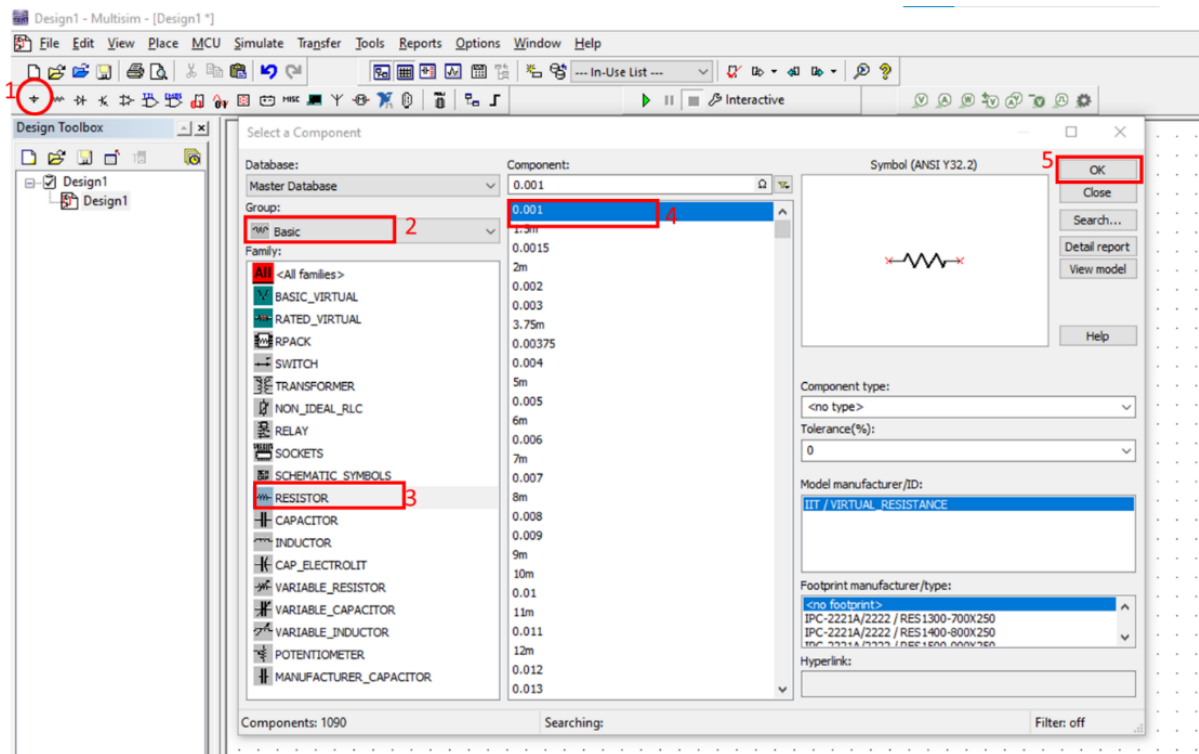
Bước 1. Xây dựng mạch trên công cụ mô phỏng Multisim

- Chọn nguồn DC và gán giá trị cố định cho nguồn



Hình 4. Chọn nguồn cấp một chiều DC

- Chọn điện trở và gán giá trị cho điện trở



Hình 5. Chọn linh kiện điện trở

- Kết nối các phần tử của mạch điện theo sơ đồ

Bước 2. Thực hiện tính toán giá trị dòng điện và điện thế của từng nhánh.

$$I_1 = I_2 + I_3$$

Từ đó ta rút ra:

$$V_B = \left(\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_3} \right) \times \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

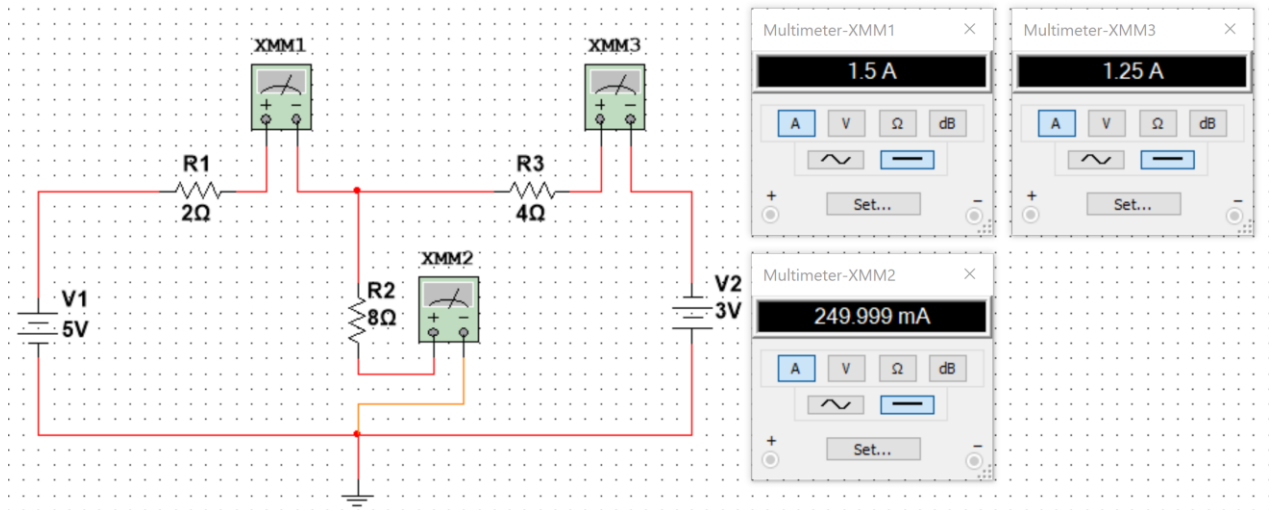
Với

$$R_1 = 2\Omega, R_2 = 8\Omega, R_3 = 4\Omega$$

$$V_1 = 5V, V_2 = -3V$$

$$\text{Ta có: } I_1 = 1.5A, I_2 = 1.25A, I_3 = 0.25A$$

Bước 3. Kết nối 3 đồng hồ đo để đo các thông cường độ dòng điện I_1, I_2, I_3

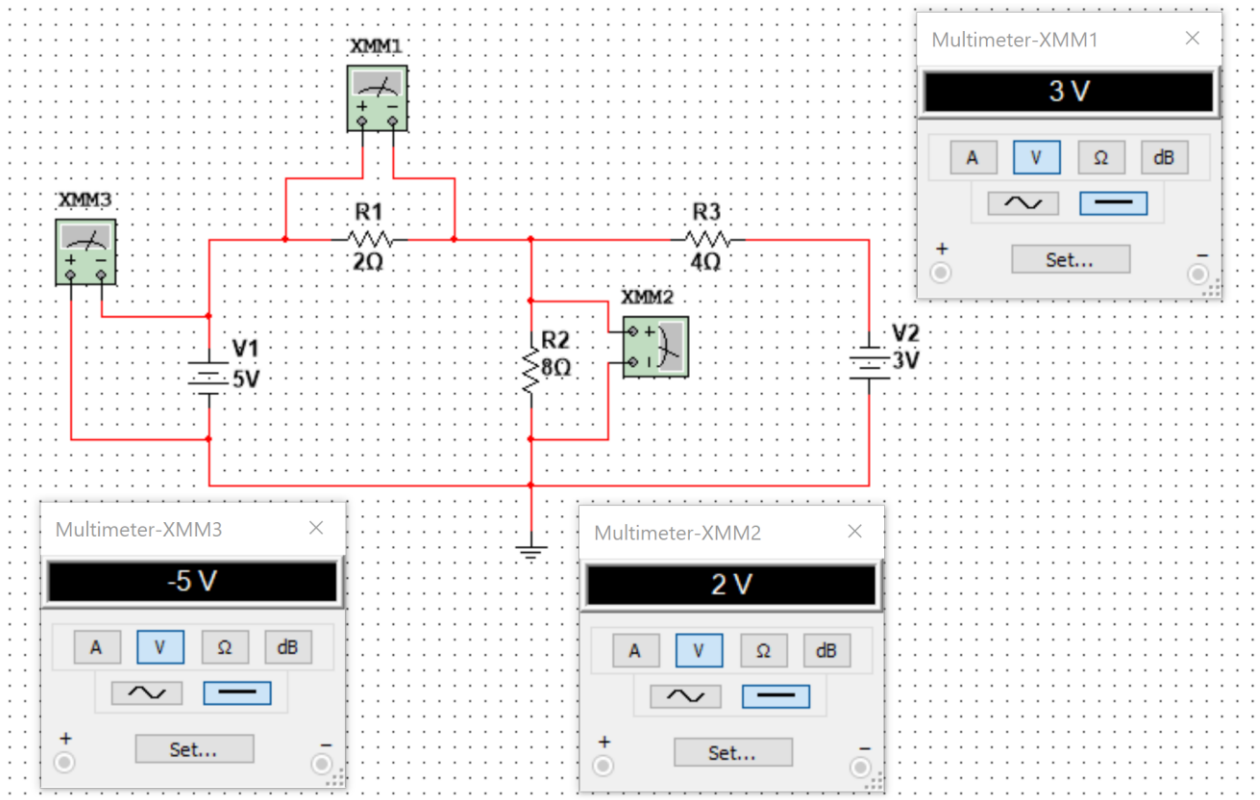


Hình 6. Kết nối các đồng hồ đo cường độ dòng điện và quan sát kết quả

Thực hiện chạy mô phỏng mạch (bấm Run), xem kết quả từ các đồng hồ đo. Kiểm tra lại kết quả theo tính toán lý thuyết

$$I_1 = I_2 + I_3$$

Bước 4. Kết nối với 3 đồng hồ đo để đo các thông số điện áp của vòng mạch (V1, R1, R2)



Hình 7. Kết nối các đồng hồ đo điện áp và quan sát kết quả

Thực hiện chạy mô phỏng mạch, hiển thị giá trị đo từ 3 đồng hồ. Kiểm tra lại kết quả theo lý thuyết

$$V_1 = V_{R1} + V_{R2}$$

2.2. Khảo sát tính chất mạch RLC

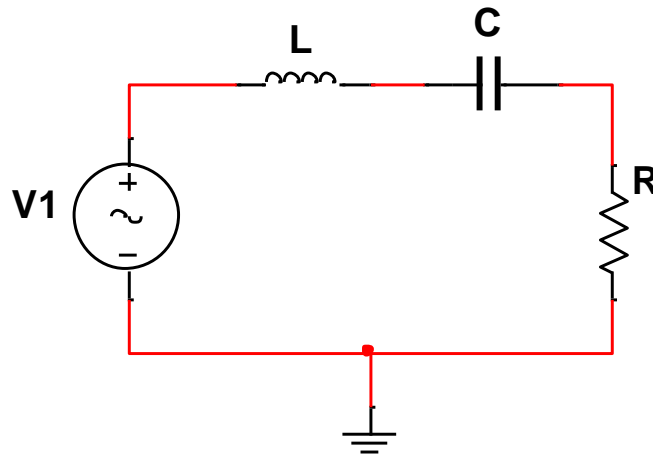
Mục tiêu:

- Tính toán pha và biên độ từ đồ thị trên Oscilloscope
- Quan sát ảnh hưởng của tần số đối với biên độ của U_R, U_L, U_C

2.2.1. Cơ sở lý thuyết

Cho mạch RLC nối tiếp với 1 nguồn xoay chiều có tần số f được mô hình như sau:

$$U = U_0 \cos(2\pi ft)$$



Hình 8. Sơ đồ mạch RLC cần khảo sát

Công thức tính trở kháng:

Trở kháng cuộn cảm L:

$$Z_L = 2\pi fL$$

Trở kháng tụ điện C:

$$Z_C = \frac{1}{2\pi fC}$$

Khi đó các hiệu điện thế rơi trên từng thành phần R, L, C sẽ được xác định như sau

$$U_R = IR \text{ cùng pha với } I \text{ với } I = \frac{U}{Z} \text{ và}$$

$$\text{độ lệch pha với } U \text{ được xác định bởi } \tan(\phi) = \frac{Z_L - Z_C}{R}$$

$$U_L = IZ_L \text{ sớm pha với } I \text{ góc } 90^\circ$$

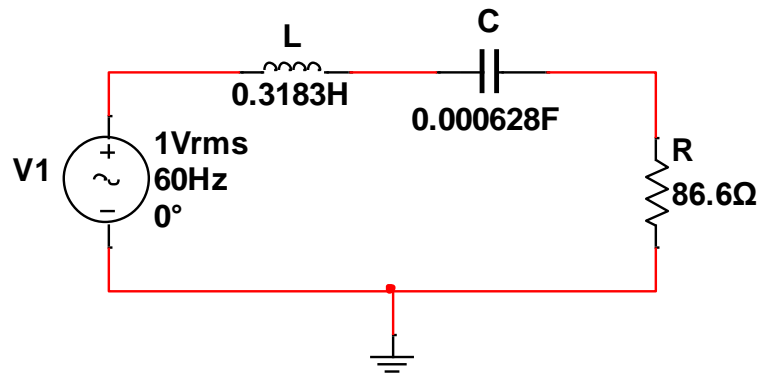
$$U_C = IZ_C \text{ trễ pha với } I \text{ góc } 90^\circ$$

2.2.2. Thực hiện khảo sát mạch RLC trên công cụ mô phỏng

Bước 1. Xây dựng mạch điện RLC như sơ đồ trên hình 8 và thiết lập tham số cho các linh kiện

Thiết lập các giá trị R, L, C như sau:

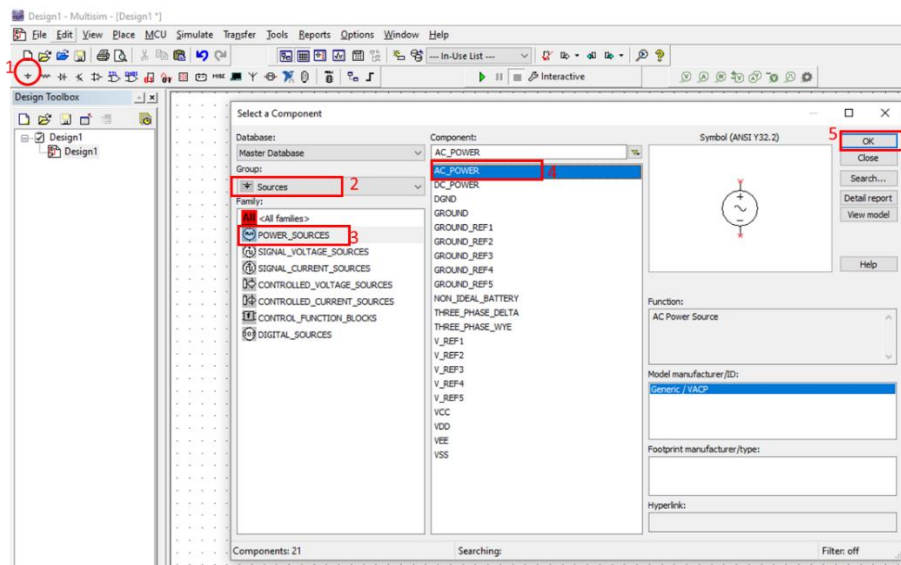
$$R = 50\sqrt{3} \text{ } (\Omega), \quad L = \frac{1}{\pi} \text{ } (H), \quad C = 10^{-3}\pi/5 \text{ } (F)$$



Hình 9. Mạch RLC với các tham số được thiết lập

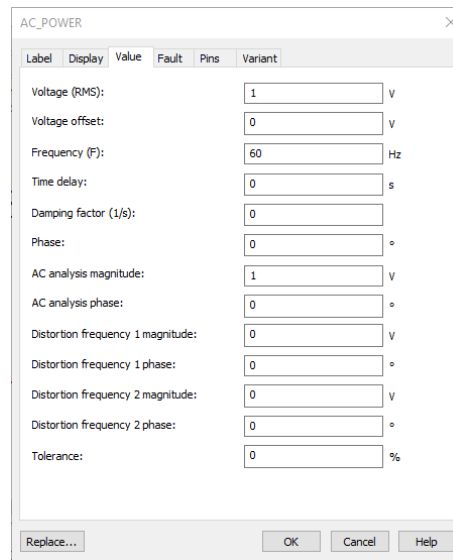
Cụ thể:

- Chọn nguồn AC dạng sin với biên độ 1V, tần số 60 Hz



Hình 10. Chọn nguồn xoay chiều AC

Lựa chọn các tham số cho nguồn AC như sau:



Hình 11. Thiết lập tham số cho nguồn AC

- Chọn và gán các giá trị cho các linh kiện điện trở R (Resistor), cuộn cảm L (Inductor), tụ điện C (Capacitor)

Bước 2. Tính toán các giá trị hiệu điện thế U_R, U_L, U_C theo lý thuyết

$$Z_L = 2\pi fL = 100\Omega, \quad Z_C = \frac{1}{2\pi fC} = 50\Omega$$

$$U_R = IR \text{ với } I = U/Z \text{ và } \tan(\phi) = \frac{Z_L - Z_C}{R}$$

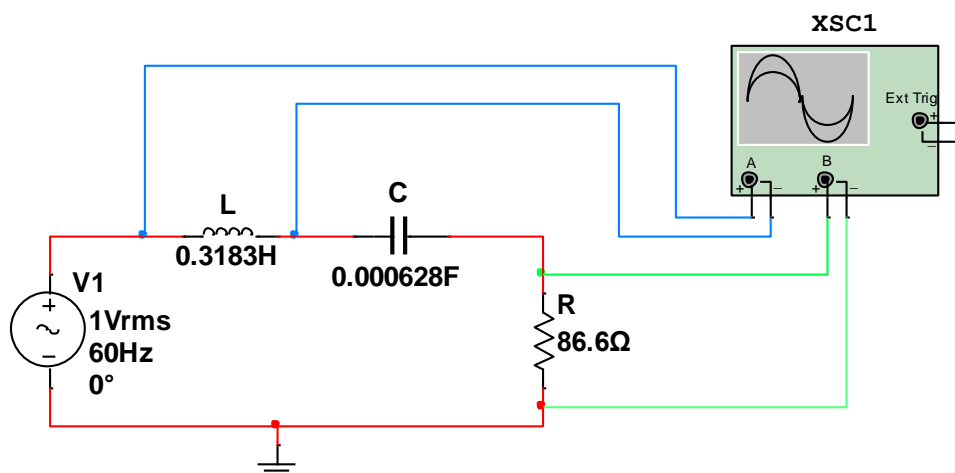
$$U_L = IZ_L$$

$$U_C = IZ_C$$

Bước 3: Kết nối Oscilloscope như hình dưới để quan sát các tín hiệu điện áp

Sử dụng kênh A (channel A) đo hiệu điện thế 2 đầu cuộn cảm U_L

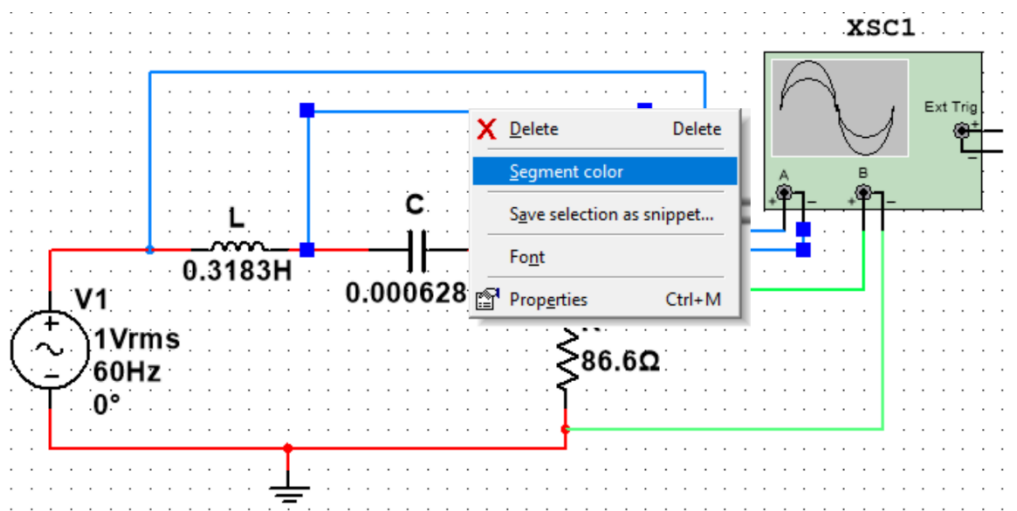
Sử dụng kênh B (channel B) đo hiệu điện thế 2 đầu điện trở U_R



Hình 12. Kết nối Oscilloscope kênh A đo U_L , kênh B đo U_R

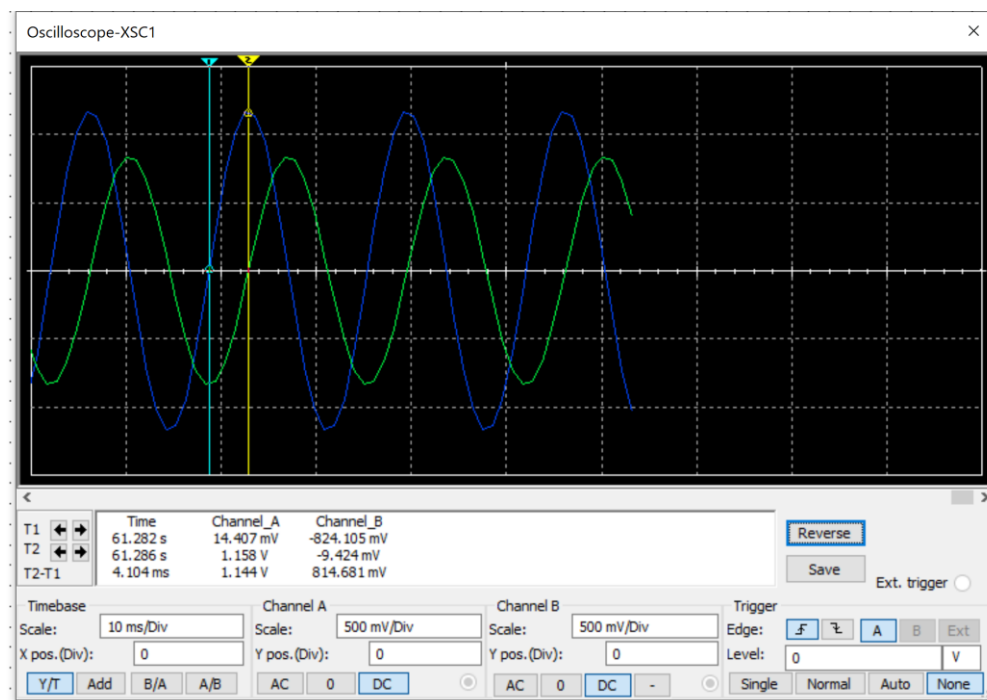
Lưu ý: Có thể đổi màu dây dẫn để khi quan sát tín hiệu đo sẽ hiển thị theo màu tương ứng.

Bấm chuột phải vào dây dẫn, chọn Segment Color và đổi màu theo ý muốn.



Hình 13. Đổi màu dây dẫn cho phép quan sát đồ thị tín hiệu với màu sắc tương ứng

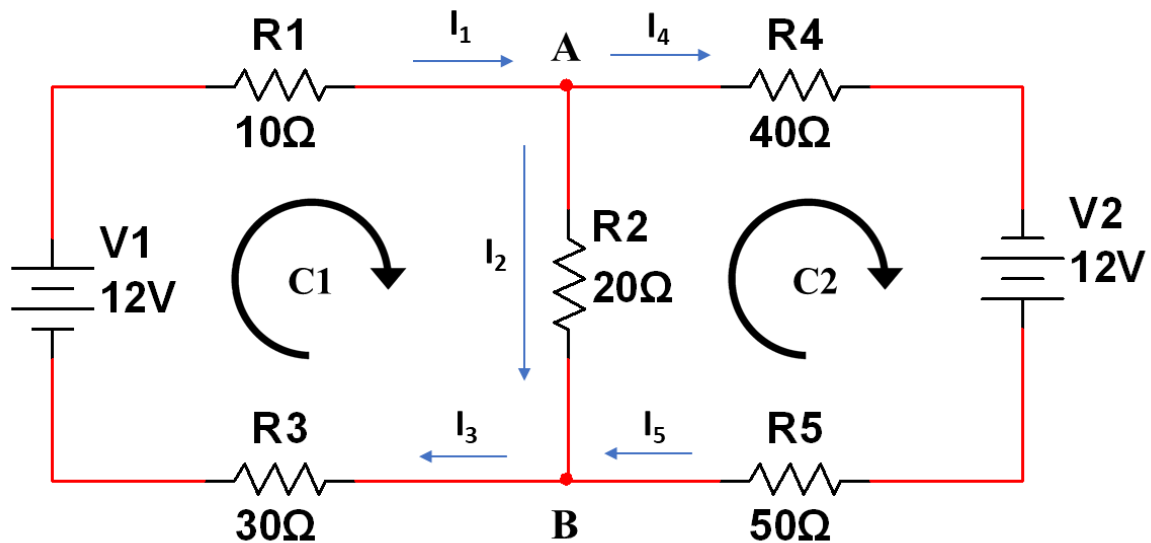
Bước 4. Chạy mô phỏng (bấm Run), mở Oscilloscope, quan sát và phân tích kết quả:



Tiến hành quan sát, phân tích dạng sóng tín hiệu trên Oscilloscope, so sánh độ lệch pha tín hiệu U_L , U_R . Rút ra nhận xét.

3. Bài thực hành

Bài 1. Khảo sát tính chất dòng điện, điện áp mạch theo định luật Kirchhoff



Yêu cầu:

- Thiết kế mạch điện theo sơ đồ trên, thiết lập giá trị cho các nguồn cấp và điện trở như trên sơ đồ
- Thực hiện khảo sát định luật Kirchhoff về dòng điện tại nút mạch A.
Sử dụng đồng hồ Multimeter hoặc Probe để đo các giá trị cường độ dòng điện.
Chạy mô phỏng, quan sát kết quả đo được và trình bày theo bảng sau:
Khảo sát cường độ dòng điện qua nút A

I_1	I_2	I_4	Kiểm tra theo định luật Kirchhoff

- Thực hiện khảo sát định luật Kirchhoff về dòng điện tại nút mạch B.
Sử dụng đồng hồ Multimeter hoặc Probe để đo các giá trị cường độ dòng điện.
Chạy mô phỏng, quan sát kết quả đo được và trình bày theo bảng sau:
Khảo sát cường độ dòng điện qua nút B

I_2	I_3	I_5	Kiểm tra theo định luật Kirchhoff

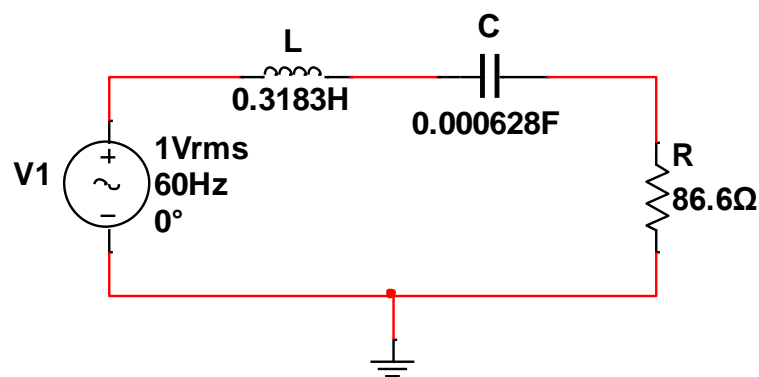
- Thực hiện khảo sát định luật Kirchhoff về điện áp của vòng mạch C1
Sử dụng đồng hồ Multimeter hoặc Probe để đo các giá trị hiệu điện thế trên R1, R2, R3. Chạy mô phỏng, quan sát kết quả đo được và trình bày theo bảng sau:

V_1	V_{R1}	V_{R2}	V_{R3}	Kiểm tra theo định luật Kirchhoff

- e) Thực hiện khảo sát định luật Kirchhoff về điện áp của vòng mạch C2
Sử dụng đồng hồ Multimeter hoặc Probe để đo các giá trị hiệu điện thế trên R2, R4, R5. Chạy mô phỏng, quan sát kết quả đo được và trình bày theo bảng sau:

V_2	V_{R2}	V_{R4}	V_{R5}	Kiểm tra theo định luật Kirchhoff

Bài 2. Khảo sát tính chất mạch RLC



Yêu cầu:

- Thiết kế mạch RLC theo sơ đồ trên (như hình 9). Thiết lập giá trị các đại lượng R, L, C như trong phần cơ sở lý thuyết 2.2
- Tính toán lý thuyết và kiểm tra độ lệch pha giữa U và U_R trên mô phỏng (Cần kiểm tra tại ít nhất 2 điểm khác nhau trên Oscilloscope)
- Xác định f_{MAX} tại đó biên độ của U_R là lớn nhất
- Tính toán lý thuyết và kiểm tra trên mô phỏng biên độ của U_R tại các điểm $\frac{1}{10}f_{MAX}$, f_{MAX} , $1000f_{MAX}$