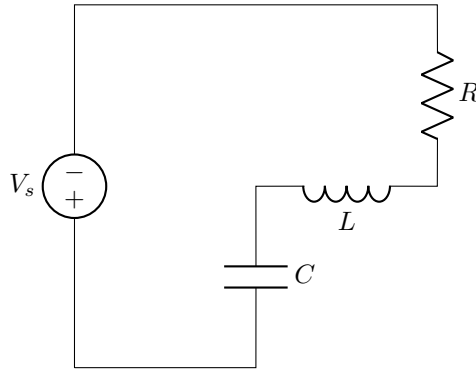


## 고급 문제 1



교류 전압원  $V_s = 220 \sin(2\pi 60t)$  [V], 저항  $R = 30 \Omega$ , 인덕터  $L = 100 \text{ mH}$ , 커패시터  $C = 50 \mu\text{F}$  일 때,  $t = 0.01$  초 동안 각 소자의 에너지를 구하시오.

풀이:

$$\omega = 2\pi \times 60 = 376.99 \text{ rad/s}$$

$$Z_R = 30 \Omega$$

$$Z_L = j\omega L = j37.7 \Omega$$

$$Z_C = \frac{1}{j\omega C} = -j53.05 \Omega$$

$$Z = R + Z_L + Z_C = 30 - j15.35 \Omega$$

$$|Z| = 33.7 \Omega, \quad I_m = \frac{220}{33.7} = 6.53 \text{ A}, \quad I_{\text{rms}} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 4.61 \text{ A}$$

$$P_R = \frac{1}{2} I_m^2 R = 639.5 \text{ W}, \quad W_R = P_R \times t = 6.395 \text{ J}$$

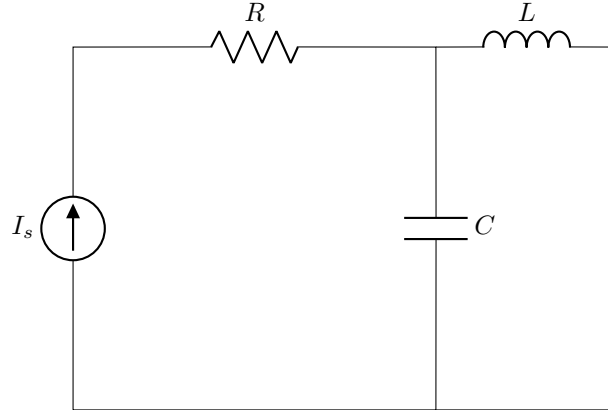
$$V_C = I_{\text{rms}} \times |Z_C| = 244.6 \text{ V}, \quad W_C = \frac{1}{2} C V_C^2 = 1.494 \text{ J}$$

$$W_L = \frac{1}{2} L I_{\text{rms}}^2 = 1.062 \text{ J}$$

답:

저항 소비 에너지 6.395 J, 커패시터 저장 에너지 1.494 J, 인덕터 저장 에너지 1.062 J

## 고급 문제 2



교류 전류원  $I_s = 5 \cos(2\pi 50t)$  [A], 저항  $R = 40 \Omega$ , 커패시터  $C = 60 \mu\text{F}$ , 인덕터  $L = 80 \text{ mH}$  일 때,  $t = 0.015$  초 동안 각 소자의 에너지를 구하시오.

풀이:

$$\omega = 314.16 \text{ rad/s}$$

$$Z_R = 40 \Omega, \quad Z_C = -j53.05 \Omega, \quad Z_L = j25.13 \Omega$$

$$Z_{LC} = \frac{Z_L Z_C}{Z_L + Z_C} = j47.73 \Omega$$

$$Z_{total} = Z_R + Z_{LC} = 40 + j47.73 \Omega, \quad |Z| = 62.17 \Omega$$

$$V_m = I_m \times |Z| = 310.85 \text{ V}, \quad I_{\text{rms}} = 3.54 \text{ A}$$

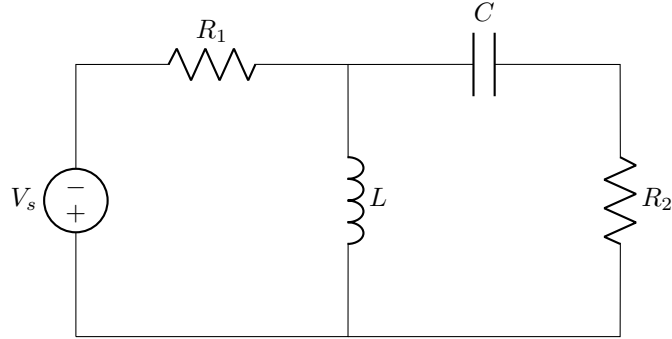
$$P_R = 500 \text{ W}, \quad W_R = 7.5 \text{ J}$$

$$V_C = 187.6 \text{ V}, \quad W_C = 1.058 \text{ J}, \quad W_L = 0.5 \text{ J}$$

답:

저항 소비 에너지 7.5 J, 커패시터 저장 에너지 1.058 J, 인덕터 저장 에너지 0.5 J

### 고급 문제 3



직류 전압원  $V_s = 100 \text{ V}$ , 저항  $R_1 = 20 \Omega$ ,  $R_2 = 40 \Omega$ , 인덕터  $L = 50 \text{ mH}$ , 커패시터  $C = 100 \mu\text{F}$  일 때, 회로가 정상 상태에 도달한 후 각 소자의 저장 또는 소비 에너지를 구하시오.

**풀이:**

직류 정상 상태에서 인덕터는 단락, 커패시터는 단선으로 취급합니다.

$$I = \frac{V_s}{R_1 + R_2} = \frac{100}{60} = 1.67 \text{ A}$$

$$P_{R1} = I^2 R_1 = 55.6 \text{ W}, \quad P_{R2} = I^2 R_2 = 111.1 \text{ W}$$

인덕터 저장 에너지:

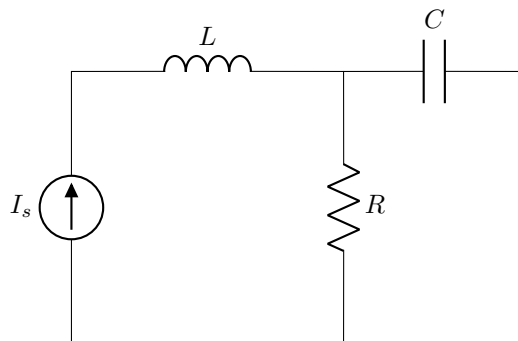
$$W_L = \frac{1}{2} L I^2 = 0.5 \times 0.05 \times 1.67^2 = 0.07 \text{ J}$$

커패시터 저장 에너지는 0 (직류 정상 상태)

**답:**

$R_1$  소비 전력 55.6 W,  $R_2$  소비 전력 111.1 W, 인덕터 저장 에너지 0.07 J, 커패시터 저장 에너지 0 J

### 고급 문제 4



교류 전류원  $I_s = 4 \sin(2\pi 100t) \text{ [A]}$ , 저항  $R = 25 \Omega$ , 인덕터  $L = 150 \text{ mH}$ , 커패시터  $C = 30 \mu\text{F}$  일 때,  $t = 0.02$  초 동안 각 소자의 에너지를 구하시오.

**풀이:**

$$\omega = 2\pi \times 100 = 628.32 \text{ rad/s}$$

$$Z_R = 25 \Omega, \quad Z_L = j94.25 \Omega, \quad Z_C = -j53.05 \Omega$$

$$Z_{LC} = \frac{Z_L Z_C}{Z_L + Z_C} = j130.7 \Omega$$

$$Z_{total} = Z_R + Z_{LC} = 25 + j130.7 \Omega, \quad |Z| = 133.2 \Omega$$

$$V_m = I_m \times |Z| = 4 \times 133.2 = 532.8 V, \quad I_{\text{rms}} = \frac{4}{\sqrt{2}} = 2.83 A$$

$$P_R = 0.5 \times 4^2 \times 25 = 200 W, \quad W_R = 4 J$$

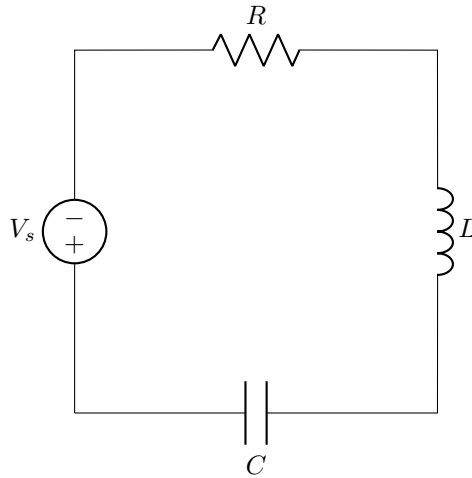
$$V_C = 2.83 \times 53.05 = 150.2 V, \quad W_C = 0.5 \times 30 \times 10^{-6} \times 150.2^2 = 0.339 J$$

$$W_L = 0.5 \times 0.15 \times 2.83^2 = 0.601 J$$

답:

저항 소비 에너지 4 J, 커패시터 저장 에너지 0.339 J, 인덕터 저장 에너지 0.601 J

## 고급 문제 5



직류 전압원  $V_s = 50 V$ , 저항  $R = 20 \Omega$ , 인덕터  $L = 200 \text{ mH}$ , 커패시터  $C = 100 \mu\text{F}$  일 때, 스위치가 닫힌 후 정상 상태에서 각 소자의 에너지를 구하시오.

풀이:

직류 정상 상태에서 인덕터는 단락, 커패시터는 단선

$$I = \frac{V_s}{R} = \frac{50}{20} = 2.5 A$$

$$P_R = I^2 R = 125 W$$

인덕터 저장 에너지:

$$W_L = \frac{1}{2} L I^2 = 0.5 \times 0.2 \times 2.5^2 = 0.625 J$$

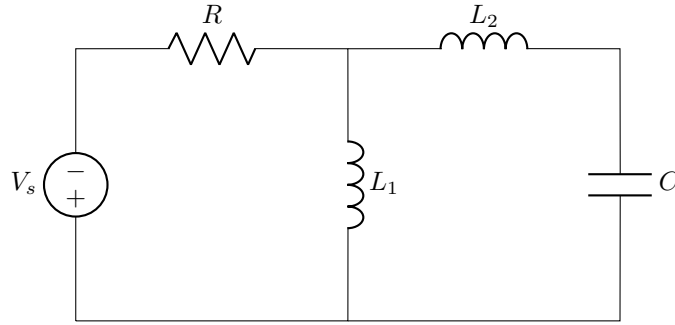
커패시터 저장 에너지: 커패시터는 충전되어 전압  $V_s$ 와 같으므로

$$W_C = \frac{1}{2}CV_s^2 = 0.5 \times 100 \times 10^{-6} \times 50^2 = 0.125 \text{ J}$$

답:

저항 소비 전력 125 W, 인덕터 저장 에너지 0.625 J, 커패시터 저장 에너지 0.125 J

## 고급 문제 6



교류 전압원  $V_s = 150 \cos(2\pi 50t)$  [V], 저항  $R = 20 \Omega$ , 인덕터  $L_1 = 100 \text{ mH}$ ,  $L_2 = 200 \text{ mH}$ , 커패시터  $C = 80 \mu\text{F}$  일 때,  $t = 0.02$  초 동안 각 소자의 저장 또는 소비 에너지를 구하시오.

풀이:

$$\omega = 2\pi \times 50 = 314.16 \text{ rad/s}$$

$$Z_R = 20 \Omega, \quad Z_{L1} = j31.42 \Omega, \quad Z_{L2} = j62.83 \Omega, \quad Z_C = -j39.79 \Omega$$

$$Z_{total} = R + Z_{L1} + Z_{L2} + Z_C = 20 + j(31.42 + 62.83 - 39.79) = 20 + j54.46 \Omega$$

$$|Z| = \sqrt{20^2 + 54.46^2} = 58.99 \Omega, \quad I_{\text{rms}} = \frac{150}{\sqrt{2} \times 58.99} = 1.8 \text{ A}$$

$$W_R = I^2 R t = 1.8^2 \times 20 \times 0.02 = 1.296 \text{ J}$$

$$W_{L1} = \frac{1}{2} L_1 I^2 = 0.5 \times 0.1 \times 1.8^2 = 0.162 \text{ J}$$

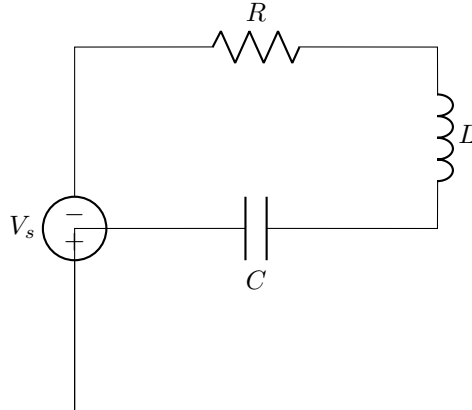
$$W_{L2} = \frac{1}{2} L_2 I^2 = 0.5 \times 0.2 \times 1.8^2 = 0.324 \text{ J}$$

$$V_C = I \times |Z_C| = 1.8 \times 39.79 = 71.62 \text{ V}, \quad W_C = 0.5 \times 80 \times 10^{-6} \times 71.62^2 = 0.205 \text{ J}$$

답:

저항 소비 에너지 1.296 J,  $L_1$  저장 에너지 0.162 J,  $L_2$  저장 에너지 0.324 J, 커패시터 저장 에너지 0.205 J

## 고급 문제 7



전압원  $V_s = 300 \cos(2\pi 60t)$  [V], 저항  $R = 50 \Omega$ , 인덕터  $L = 150 \text{ mH}$ , 커패시터  $C = 60 \mu\text{F}$  일 때,  $t = 0.01$  초 동안 각 소자의 에너지를 구하시오.

풀이:

$$\omega = 2\pi \cdot 60 = 376.99 \text{ rad/s}$$

$$Z_R = 50 \Omega, \quad Z_L = j56.55 \Omega, \quad Z_C = -j44.25 \Omega$$

$$Z = 50 + j12.3 \Omega, \quad |Z| = 51.49 \Omega$$

$$I = \frac{300}{51.49\sqrt{2}} = 4.12 \text{ A}$$

$$W_R = I^2 R t = 4.12^2 \times 50 \times 0.01 = 8.49 \text{ J}$$

$$W_L = \frac{1}{2} L I^2 = 0.5 \times 0.15 \times 4.12^2 = 1.27 \text{ J}$$

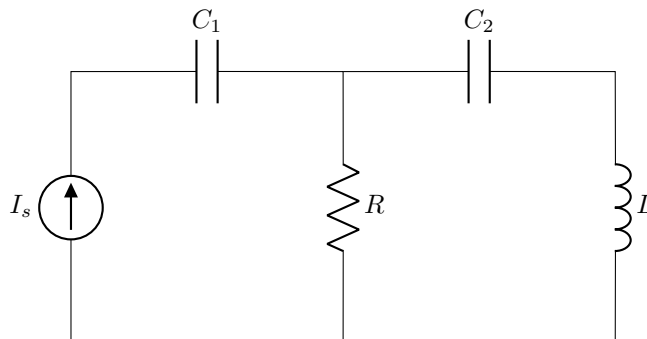
$$V_C = 4.12 \times 44.25 = 182.4 \text{ V}$$

$$W_C = 0.5 \times 60 \times 10^{-6} \times 182.4^2 = 0.998 \text{ J}$$

답:

저항 소비 에너지 8.49 J, 인덕터 저장 에너지 1.27 J, 커패시터 저장 에너지 0.998 J

## 고급 문제 8



전류원  $I_s = 6 \sin(2\pi 120t)$  [A], 저항  $R = 30 \Omega$ , 커패시터  $C_1 = 40 \mu\text{F}$ ,  $C_2 = 60 \mu\text{F}$ , 인덕터  $L = 100 \text{ mH}$  일 때,  $t = 0.01$  초 동안의 각 소자의 에너지를 구하시오.

풀이:

$$\omega = 2\pi \cdot 120 = 753.98 \text{ rad/s}$$

$$Z_R = 30 \Omega, \quad Z_{C1} = -j33.17 \Omega, \quad Z_{C2} = -j22.11 \Omega, \quad Z_L = j75.4 \Omega$$

$$Z_{C2L} = \frac{Z_{C2} \cdot Z_L}{Z_{C2} + Z_L} = j56.12 \Omega$$

$$Z_{total} = Z_R + Z_{C1} + Z_{C2L} = 30 + j22.95 \Omega, \quad |Z| = 37.7 \Omega$$

$$V_m = 6 \times 37.7 = 226.2 \text{ V}, \quad I = \frac{6}{\sqrt{2}} = 4.24 \text{ A}$$

$$W_R = I^2 R t = 4.24^2 \times 30 \times 0.01 = 5.39 \text{ J}$$

$$V_{C1} = 4.24 \times 33.17 = 140.8 \text{ V}, \quad W_{C1} = 0.5 \times 40 \times 10^{-6} \times 140.8^2 = 0.397 \text{ J}$$

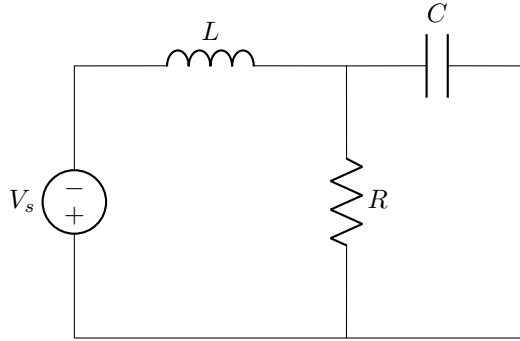
$$V_{C2} = 4.24 \times 22.11 = 93.8 \text{ V}, \quad W_{C2} = 0.5 \times 60 \times 10^{-6} \times 93.8^2 = 0.264 \text{ J}$$

$$W_L = 0.5 \times 0.1 \times 4.24^2 = 0.899 \text{ J}$$

답:

저항 소비 에너지 5.39 J,  $C_1$  저장 에너지 0.397 J,  $C_2$  저장 에너지 0.264 J, 인덕터 저장 에너지 0.899 J

## 고급 문제 9



전압원  $V_s = 200 \sin(2\pi 100t)$  [V], 저항  $R = 60 \Omega$ , 인덕터  $L = 120 \text{ mH}$ , 커패시터  $C = 40 \mu\text{F}$  일 때,  $t = 0.015$  초 동안 각 소자의 에너지를 구하시오.

풀이:

$$\omega = 2\pi \cdot 100 = 628.32 \text{ rad/s}$$

$$Z_L = j75.4 \Omega, \quad Z_C = -j39.79 \Omega$$

$$Z_{LC} = \frac{Z_L Z_C}{Z_L + Z_C} = j94.23 \Omega$$

$$Z = 60 + j94.23 \Omega, \quad |Z| = 112.0 \Omega$$

$$I = \frac{200}{\sqrt{2} \times 112.0} = 1.26 \text{ A}$$

$$W_R = I^2 R t = 1.26^2 \times 60 \times 0.015 = 1.43 \text{ J}$$

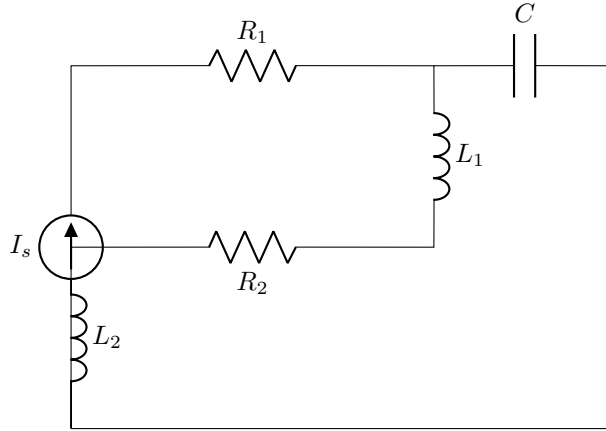
$$W_L = 0.5 \times 0.12 \times 1.26^2 = 0.095 \text{ J}$$

$$V_C = 1.26 \times 39.79 = 50.17 \text{ V}, \quad W_C = 0.5 \times 40 \times 10^{-6} \times 50.17^2 = 0.050 \text{ J}$$

답:

저항 소비 에너지 1.43 J, 인덕터 저장 에너지 0.095 J, 커패시터 저장 에너지 0.050 J

## 고급 문제 10



전류원  $I_s = 3 \cos(2\pi 60t)$  [A],  $R_1 = 20 \Omega$ ,  $R_2 = 30 \Omega$ ,  $L_1 = 80 \text{ mH}$ ,  $L_2 = 120 \text{ mH}$ , 커패시터  $C = 100 \mu\text{F}$  일 때,  $t = 0.02$  초 동안의 각 소자 에너지를 구하시오.

풀이:

$$\omega = 2\pi \cdot 60 = 376.99 \text{ rad/s}$$

$$I_{\text{rms}} = \frac{3}{\sqrt{2}} = 2.12 \text{ A}$$

$$W_{R1} = 2.12^2 \times 20 \times 0.02 = 1.80 \text{ J} \quad W_{R2} = 2.12^2 \times 30 \times 0.02 = 2.70 \text{ J}$$

$$W_{L1} = 0.5 \times 0.08 \times 2.12^2 = 0.179 \text{ J}, \quad W_{L2} = 0.5 \times 0.12 \times 2.12^2 = 0.268 \text{ J}$$

$$V_C = I_{\text{rms}} \times \frac{1}{\omega C} = 2.12 \times \frac{1}{376.99 \times 100 \times 10^{-6}} = 56.2 \text{ V}$$

$$W_C = 0.5 \times 100 \times 10^{-6} \times 56.2^2 = 0.158 \text{ J}$$

답:

$R_1$  소비 에너지 1.80 J,  $R_2$  소비 에너지 2.70 J,  $L_1$  저장 에너지 0.179 J,  $L_2$  저장 에너지 0.268 J, 커패시터 저장 에너지 0.158 J