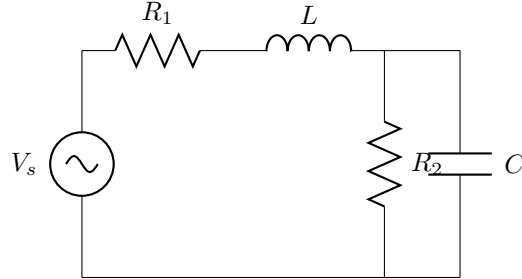


고급 문제 1

문제

아래 회로에서 교류 전압원 $V_s(t) = 100 \cos(1000t)$ [V] 이 공급된다. 각 소자의 값은 다음과 같다: $R_1 = 20 \Omega$, $L = 50 \text{ mH}$, $C = 100 \mu\text{F}$, $R_2 = 10 \Omega$

회로의 임피던스를 구하고, 전체 전류의 페이저 표현을 구하시오.



풀이 및 해설

- 각 소자의 임피던스를 계산한다. 주파수 $\omega = 1000 \text{ rad/s}$

$$Z_R = R_1 = 20 \Omega, \quad Z_L = j\omega L = j(1000)(0.05) = j50 \Omega, \quad Z_C = \frac{1}{j\omega C} = \frac{1}{j(1000)(100 \times 10^{-6})} = -j10 \Omega$$

- Z_C 와 R_2 는 병렬이므로, 병렬 임피던스를 먼저 계산:

$$\begin{aligned} Z_{C||R_2} &= \left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{Z_C} \right)^{-1} = \left(\frac{1}{10} + \frac{1}{-j10} \right)^{-1} \\ &= \left(\frac{1}{10} - \frac{j}{10} \right)^{-1} = \frac{10}{1-j} = \frac{10(1+j)}{(1-j)(1+j)} = \frac{10(1+j)}{2} = 5(1+j) \end{aligned}$$

- 전체 임피던스:

$$Z_{total} = R_1 + Z_L + Z_{C||R_2} = 20 + j50 + 5(1+j) = 25 + j55 \Omega$$

- 전류의 페이저:

$$\tilde{V}_s = 100 \angle 0^\circ, \quad \tilde{I} = \frac{\tilde{V}_s}{Z_{total}} = \frac{100 \angle 0^\circ}{25 + j55}$$

- 분모를 극형식으로 변환:

$$|Z| = \sqrt{25^2 + 55^2} = \sqrt{625 + 3025} = \sqrt{3650} \approx 60.42$$

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{55}{25} \right) \approx 65.56^\circ$$

$$\tilde{I} = \frac{100}{60.42} \angle -65.56^\circ \approx 1.655 \angle -65.56^\circ \text{ [A]}$$

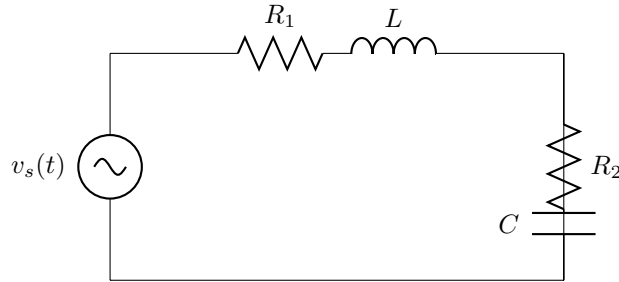
고급 문제 2

문제

다음 교류 회로에서 시간 영역 전압원 $v_s(t) = 150 \cos(1000t)$ [V]가 공급된다. 회로의 모든 요소는 선형이며, 다음과 같이 연결되어 있다. 회로에 흐르는 전류 $i(t)$ 를 구하라.

회로 요소: - R_1 : 저항 - R_2 : 저항 - L : 인덕터 - C : 커패시터

회로도에는 아래와 같다.



단, 각 소자의 수치는 다음과 같다.

$$R_1 = 40 \Omega, \quad R_2 = 20 \Omega, \quad L = 80 \text{ mH}, \quad C = 5 \mu\text{F}$$

풀이 및 해설

입력 전압 $v_s(t) = 150 \cos(1000t)$ 는 페이저 영역에서 다음과 같이 표현된다.

$$V_s = 150 \angle 0^\circ \text{ [V]}$$

$$\omega = 1000 \text{ rad/s}$$

각 소자의 임피던스는 다음과 같다:

$$Z_{R_1} = 40 \Omega, \quad Z_{R_2} = 20 \Omega$$

$$Z_L = j\omega L = j(1000)(0.08) = j80 \Omega$$

$$Z_C = \frac{1}{j\omega C} = \frac{1}{j(1000)(5 \times 10^{-6})} = -j200 \Omega$$

회로는 다음과 같은 구조이다: - R_1 과 L 이 직렬 연결 - 그 결과가 $R_2 \parallel C$ 와 직렬 연결됨

먼저 $R_1 + L$ 의 임피던스를 계산하면:

$$Z_{RL} = Z_{R_1} + Z_L = 40 + j80$$

다음으로 $R_2 \parallel C$ 의 병렬 임피던스를 구한다:

$$\begin{aligned} Z_{RC} &= \left(\frac{1}{Z_{R_2}} + \frac{1}{Z_C} \right)^{-1} = \left(\frac{1}{20} + \frac{1}{-j200} \right)^{-1} \\ &= \left(\frac{1}{20} - \frac{j}{200} \right)^{-1} = \frac{1}{\frac{1}{20} - \frac{j}{200}} = \frac{1}{0.05 - j0.005} \\ Z_{RC} &= \frac{1}{0.05 - j0.005} \cdot \frac{0.05 + j0.005}{0.05 + j0.005} = \frac{0.05 + j0.005}{0.002525} \end{aligned}$$

$$Z_{RC} \approx 19.8 + j1.98 \Omega$$

전체 임피던스는:

$$Z_{\text{total}} = Z_{RL} + Z_{RC} = (40 + j80) + (19.8 + j1.98) = 59.8 + j81.98 \Omega$$

이제 패이저 전류를 구하면:

$$I = \frac{V_s}{Z_{\text{total}}} = \frac{150 \angle 0^\circ}{59.8 + j81.98}$$

극형식으로 변환:

$$|Z| = \sqrt{59.8^2 + 81.98^2} \approx 101.6 \Omega$$

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{81.98}{59.8} \right) \approx 54.7^\circ$$

$$I = \frac{150}{101.6} \angle -54.7^\circ \approx 1.476 \angle -54.7^\circ \text{ A}$$

시간 영역의 전류는:

$$i(t) = 1.476 \cos(1000t - 54.7^\circ) \text{ [A]}$$

고급 문제 3

문제

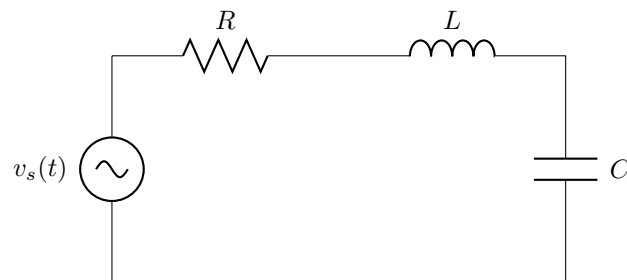
아래의 교류 회로에서 전압원

$$v_s(t) = 120 \cos(1000t) \text{ [V]}$$

가 인가되어 있다. 각 소자의 값은 다음과 같다:

$$R = 20 \Omega, \quad L = 50 \text{ mH}, \quad C = 10 \mu\text{F}$$

회로의 인가 전압과 각 소자에 흐르는 전류의 패이저 표현을 구하고, 전압원의 패이저 전류를 구하라.



풀이 및 해설

주파수는 $\omega = 1000 \text{ rad/s}$ 이므로,

$$Z_R = R = 20 \Omega, \quad Z_L = j\omega L = j50 \Omega, \quad Z_C = \frac{1}{j\omega C} = -j100 \Omega$$

총 임피던스는:

$$Z_{\text{total}} = Z_R + Z_L + Z_C = 20 + j50 - j100 = 20 - j50 \Omega$$

전압원의 패이저 표현은:

$$\tilde{V}_s = 120 \angle 0^\circ$$

전류 패이저는:

$$\tilde{I} = \frac{\tilde{V}_s}{Z_{\text{total}}} = \frac{120\angle 0^\circ}{20 - j50}$$

복소수 분모를 극형식으로 바꾸면,

$$|Z| = \sqrt{20^2 + 50^2} = \sqrt{2900} \approx 53.85, \quad \theta = \tan^{-1}\left(\frac{-50}{20}\right) \approx -68.2^\circ$$

따라서,

$$\tilde{I} \approx \frac{120}{53.85} \angle 68.2^\circ = 2.23 \angle 68.2^\circ \text{ A}$$

고급 문제 4

문제

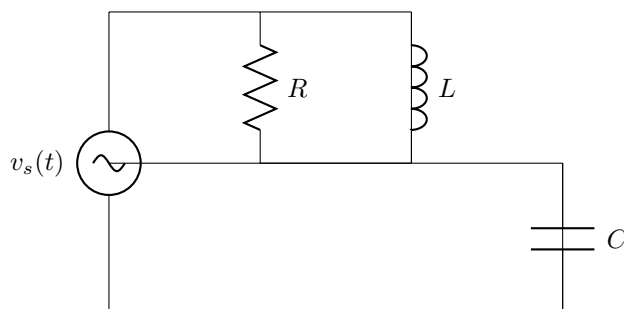
다음 병렬 RLC 회로에 주어진 교류 전압이 인가되었다:

$$v_s(t) = 150 \cos(500t) \quad [\text{V}]$$

회로의 소자는 다음과 같다:

$$R = 100 \Omega, \quad L = 200 \text{ mH}, \quad C = 20 \mu\text{F}$$

전체 전류의 페이저 값을 구하고, 위상각을 포함한 시간영역 표현으로도 나타내시오.



풀이 및 해설

$\omega = 500 \text{ rad/s}$ 이므로:

$$Z_R = 100, \quad Z_L = j\omega L = j100, \quad Z_C = -j\frac{1}{\omega C} = -j100$$

각각의 어드미턴스는:

$$Y_R = \frac{1}{100} = 0.01, \quad Y_L = -j0.01, \quad Y_C = j0.01$$

총 어드미턴스:

$$Y_{\text{total}} = 0.01 + j0.01 - j0.01 = 0.01 \text{ S}$$

전압의 페이저는 $\tilde{V}_s = 150\angle 0^\circ$

따라서 총 전류:

$$\tilde{I}_{\text{total}} = Y_{\text{total}} \cdot \tilde{V}_s = 0.01 \cdot 150\angle 0^\circ = 1.5\angle 0^\circ \text{ A}$$

시간영역 표현은:

$$i(t) = 1.5 \cos(500t) \text{ [A]}$$

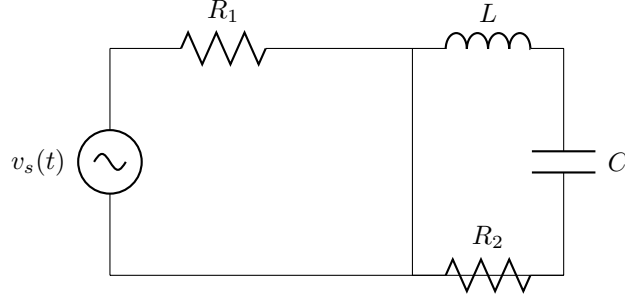
고급 문제 5

문제

다음 직병렬 혼합 회로에서 전압원 $v_s(t) = 50 \cos(2000t)$ [V] 가 인가된다. 각 소자는 다음과 같다:

$$R_1 = 10 \Omega, \quad R_2 = 40 \Omega, \quad L = 25 \text{ mH}, \quad C = 5 \mu\text{F}$$

회로 전체 임피던스를 구하고, 전체 전류의 크기와 위상을 페이저 형태로 구하라.



풀이 및 해설

주파수 $\omega = 2000 \text{ rad/s}$

$$Z_L = j\omega L = j50, \quad Z_C = -j\frac{1}{\omega C} = -j100$$

R_2 와 병렬인 $Z_L + Z_C$ 는:

$$Z_{LC} = Z_L + Z_C = j50 - j100 = -j50$$

병렬 임피던스:

$$\begin{aligned} Z_{eq} &= \left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{Z_{LC}} \right)^{-1} = \left(\frac{1}{40} + \frac{1}{-j50} \right)^{-1} \\ &= (0.025 - j0.02)^{-1} \end{aligned}$$

분모의 크기와 위상:

$$|Y| = \sqrt{0.025^2 + 0.02^2} = 0.032, \quad \theta_Y = \tan^{-1} \left(\frac{-0.02}{0.025} \right) \approx -38.7^\circ$$

따라서 $Z_{eq} = \frac{1}{0.032} \angle 38.7^\circ \approx 31.25 \angle 38.7^\circ$

전체 임피던스:

$$Z_{\text{total}} = R_1 + Z_{eq} \approx 10 + 24.45 + j19.6 = 34.45 + j19.6$$

전압 페이저: $\tilde{V}_s = 50 \angle 0^\circ$

$$|\tilde{Z}_{\text{total}}| = \sqrt{34.45^2 + 19.6^2} \approx 39.6, \quad \theta = \tan^{-1} \left(\frac{19.6}{34.45} \right) \approx 29^\circ$$

$$\tilde{I} = \frac{50}{39.6} \angle -29^\circ = 1.26 \angle -29^\circ \text{ A}$$

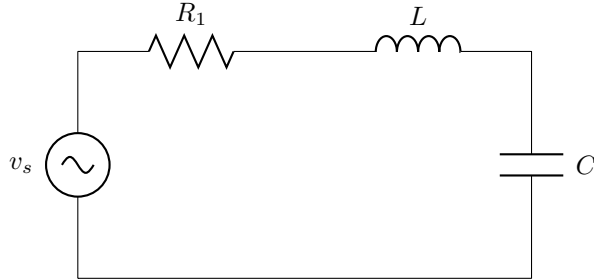
고급 문제 6

문제

아래 교류 회로에서 전압원 $v_s(t) = 220 \cos(1200t)$ [V] 가 인가된다. 각 소자의 값은 다음과 같다:

$$R_1 = 30 \Omega, \quad L = 60 \text{ mH}, \quad C = 15 \mu\text{F}$$

회로의 전체 임피던스를 구하고, 전류의 페이저 표현을 구하시오.



풀이 및 해설

주파수 $\omega = 1200 \text{ rad/s}$ 임피던스는 다음과 같다:

$$Z_R = 30 \Omega, \quad Z_L = j\omega L = j(1200)(0.06) = j72 \Omega, \quad Z_C = \frac{1}{j\omega C} = \frac{1}{j(1200)(15 \times 10^{-6})} = -j55.56 \Omega$$

전체 임피던스:

$$Z_{total} = Z_R + Z_L + Z_C = 30 + j72 - j55.56 = 30 + j16.44 \Omega$$

임피던스 크기와 위상각:

$$|Z| = \sqrt{30^2 + 16.44^2} \approx 34.4 \Omega, \quad \theta = \tan^{-1} \left(\frac{16.44}{30} \right) \approx 29.9^\circ$$

전압 페이저:

$$\tilde{V}_s = 220 \angle 0^\circ$$

전류 페이저:

$$\tilde{I} = \frac{220}{34.4} \angle -29.9^\circ \approx 6.4 \angle -29.9^\circ \text{ A}$$

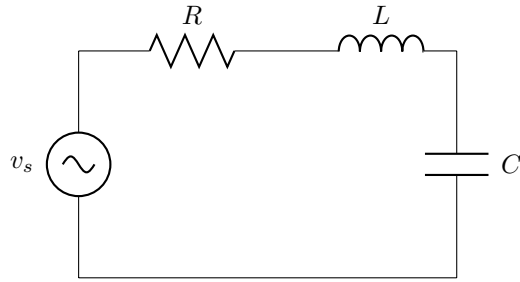
고급 문제 7

문제

아래 회로에서 전압원 $v_s(t) = 100 \cos(800t + 45^\circ)$ [V] 가 공급된다.
소자 값:

$$R = 25 \Omega, \quad L = 75 \text{ mH}, \quad C = 20 \mu\text{F}$$

회로에서 전류의 크기와 위상을 페이저로 구하시오.



풀이 및 해설

주파수:

$$\omega = 800 \text{ rad/s}$$

임피던스:

$$Z_R = 25 \Omega, \quad Z_L = j\omega L = j(800)(0.075) = j60 \Omega, \quad Z_C = \frac{1}{j\omega C} = \frac{1}{j(800)(20 \times 10^{-6})} = -j62.5 \Omega$$

전체 임피던스:

$$Z = 25 + j60 - j62.5 = 25 - j2.5 \Omega$$

크기와 위상:

$$|Z| = \sqrt{25^2 + (-2.5)^2} \approx 25.12 \Omega, \quad \theta = \tan^{-1} \left(\frac{-2.5}{25} \right) \approx -5.7^\circ$$

전압 페이저:

$$\tilde{V}_s = 100 \angle 45^\circ$$

전류 페이저:

$$\tilde{I} = \frac{100}{25.12} \angle (45^\circ + 5.7^\circ) = 3.98 \angle 50.7^\circ \text{ A}$$

고급 문제 8

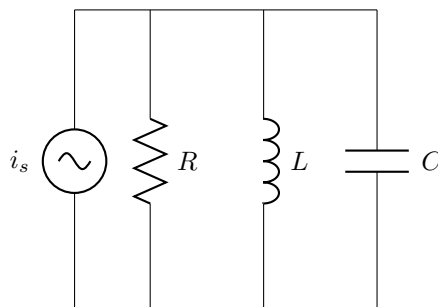
문제

다음 교류 회로에서 전류원의 페이저를 구하시오. 전류원과 저항, 인덕터, 커패시터가 병렬로 연결되어 있다.

$$i_s(t) = 5 \cos(600t + 30^\circ) \text{ A}$$

소자 값:

$$R = 10 \Omega, \quad L = 40 \text{ mH}, \quad C = 25 \mu\text{F}$$



풀이 및 해설
주파수:

$$\omega = 600 \text{ rad/s}$$

임피던스:

$$Z_R = 10 \Omega, \quad Z_L = j\omega L = j(600)(0.04) = j24 \Omega, \quad Z_C = \frac{1}{j\omega C} = \frac{1}{j(600)(25 \times 10^{-6})} = -j66.7 \Omega$$

어드미턴스:

$$Y_R = \frac{1}{10} = 0.1 \text{ S}, \quad Y_L = \frac{1}{j24} = -j0.0417 \text{ S}, \quad Y_C = j0.015 \text{ S}$$

전체 어드미턴스:

$$Y_{total} = 0.1 - j0.0417 + j0.015 = 0.1 - j0.0267 \text{ S}$$

크기 및 위상:

$$|Y| = \sqrt{0.1^2 + (-0.0267)^2} = 0.1035 \text{ S}, \quad \theta = \tan^{-1} \left(\frac{-0.0267}{0.1} \right) = -15^\circ$$

전류원 페이저:

$$\tilde{I}_s = 5 \angle 30^\circ \text{ A}$$

전압 페이저:

$$\tilde{V} = \frac{\tilde{I}_s}{Y_{total}} = \frac{5 \angle 30^\circ}{0.1035 \angle -15^\circ} = 48.3 \angle 45^\circ \text{ V}$$

고급 문제 9

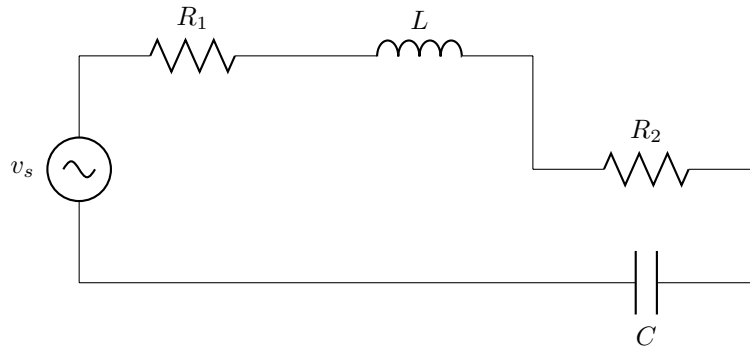
문제

아래 회로에서 전압원 $v_s(t) = 110 \cos(1000t)$ [V]가 공급된다.

소자 값:

$$R_1 = 20 \Omega, \quad R_2 = 30 \Omega, \quad L = 40 \text{ mH}, \quad C = 15 \mu\text{F}$$

R_2 와 C 는 병렬로 연결되어 있고, 이것과 L 이 직렬, 그 결과가 R_1 과 직렬이다. 전체 임피던스와 전류 페이저를 구하라.



풀이 및 해설
주파수:

$$\omega = 1000 \text{ rad/s}$$

임피던스 계산:

$$Z_L = j\omega L = j(1000)(0.04) = j40 \Omega, \quad Z_C = \frac{1}{j\omega C} = \frac{1}{j(1000)(15 \times 10^{-6})} = -j66.67 \Omega$$

병렬 임피던스 R_2 와 C 는 다음과 같다:

$$\begin{aligned} Z_{R_2||C} &= \left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{Z_C} \right)^{-1} = \left(\frac{1}{30} + \frac{1}{-j66.67} \right)^{-1} \\ &= (0.0333 - j0.015)^{-1} = \frac{1}{0.0333 - j0.015} \end{aligned}$$

복소수 분모의 크기와 위상:

$$|Y| = \sqrt{0.0333^2 + 0.015^2} = 0.0364, \quad \theta = \tan^{-1} \left(\frac{-0.015}{0.0333} \right) = -24.6^\circ$$

따라서 병렬 임피던스는:

$$Z_{R_2||C} = \frac{1}{0.0364} \angle 24.6^\circ = 27.47 \angle 24.6^\circ = 24.8 + j11.43 \Omega$$

전체 임피던스는:

$$Z_{total} = R_1 + Z_L + Z_{R_2||C} = 20 + j0 + j40 + 24.8 + j11.43 = 44.8 + j51.43 \Omega$$

크기와 위상:

$$|Z_{total}| = \sqrt{44.8^2 + 51.43^2} \approx 68.0 \Omega, \quad \theta = \tan^{-1} \left(\frac{51.43}{44.8} \right) \approx 49.3^\circ$$

전압 페이저:

$$\tilde{V}_s = 110 \angle 0^\circ$$

전류 페이저:

$$\tilde{I} = \frac{110}{68.0} \angle -49.3^\circ = 1.62 \angle -49.3^\circ \text{ A}$$

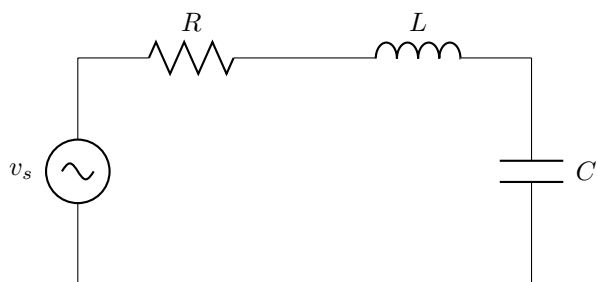
고급 문제 10

문제

다음 회로에서 전압원 $v_s(t) = 120 \cos(1500t + 30^\circ)$ [V]가 공급된다.
소자 값:

$$R = 50 \Omega, \quad L = 100 \text{ mH}, \quad C = 10 \mu\text{F}$$

회로에서 전류의 페이저 표현과 전류 크기를 구하시오.



풀이 및 해설
주파수:

$$\omega = 1500 \text{ rad/s}$$

임피던스:

$$Z_R = 50 \Omega, \quad Z_L = j\omega L = j(1500)(0.1) = j150 \Omega, \quad Z_C = \frac{1}{j\omega C} = \frac{1}{j(1500)(10 \times 10^{-6})} = -j66.67 \Omega$$

전체 임피던스:

$$Z_{total} = 50 + j150 - j66.67 = 50 + j83.33 \Omega$$

크기와 위상:

$$|Z| = \sqrt{50^2 + 83.33^2} \approx 97.7 \Omega, \quad \theta = \tan^{-1} \left(\frac{83.33}{50} \right) \approx 59.0^\circ$$

전압 페이저:

$$\tilde{V}_s = 120 \angle 30^\circ$$

전류 페이저:

$$\tilde{I} = \frac{120}{97.7} \angle (30^\circ - 59.0^\circ) = 1.23 \angle -29.0^\circ \text{ A}$$