

공진현상 초급 문제 20문항

문제 1 직렬 RLC 회로에서 $R = 10\Omega$, $L = 1\text{H}$, $C = 0.01\text{F}$ 일 때, 공진 각주파수 ω_0 를 구하시오.

풀이 및 해설 공진 각주파수는 다음과 같다.

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{1 \times 0.01}} = \frac{1}{0.1} = 10 \text{ rad/s}$$

정답 $\omega_0 = 10 \text{ rad/s}$

문제 2 문제 1에서 구한 공진 각주파수를 일반 주파수 f_0 [Hz]로 변환하시오.

풀이 및 해설

$$f_0 = \frac{\omega_0}{2\pi} = \frac{10}{2\pi} \approx 1.59 \text{ Hz}$$

정답 $f_0 \approx 1.59 \text{ Hz}$

문제 3 직렬 RLC 회로의 공진 주파수 식 $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$ 를 유도하시오.

풀이 및 해설 직렬 RLC 회로의 임피던스는

$$Z = R + j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)$$

공진 시 허수 성분이 0이 되어야 하므로,

$$\omega L = \frac{1}{\omega C} \Rightarrow \omega^2 = \frac{1}{LC} \Rightarrow \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

정답 $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$

문제 4 병렬 RLC 회로에서 $L = 0.5\text{H}$, $C = 0.02\text{F}$ 일 때, 공진 주파수 f_0 를 구하시오.

풀이 및 해설

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{0.5 \times 0.02}} = \frac{1}{\sqrt{0.01}} = 10$$

$$f_0 = \frac{10}{2\pi} \approx 1.59 \text{ Hz}$$

정답 $f_0 \approx 1.59 \text{ Hz}$

문제 5 직렬 RLC 회로의 임피던스 $Z = R + j(\omega L - 1/\omega C)$ 에 대해, $\omega = \omega_0$ 일 때 임피던스의 크기를 구하시오.

풀이 및 해설 공진 시 허수 성분은 0이므로

$$Z = R \Rightarrow |Z| = R$$

정답 $|Z| = R$

문제 6 직렬 공진 시 회로에서 전류가 최대가 되는 이유를 간단히 설명하시오.

풀이 및 해설 공진 시 허수 성분이 상쇄되어 임피던스가 최소인 $Z = R$ 이 되므로, 옴의 법칙에 따라 전류 $I = V/Z$ 가 최대가 된다.

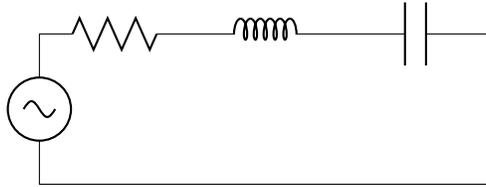
정답 임피던스가 최소가 되어 전류가 최대가 된다.

문제 7 병렬 공진 회로에서 임피던스가 최대가 되는 이유를 설명하시오.

풀이 및 해설 공진 시 인덕터와 커패시터 전류가 서로 상쇄되어 총 전류가 최소가 된다. 그 결과 인가 전류에 대한 임피던스는 최대가 된다.

정답 전류가 최소가 되어 임피던스가 최대가 된다.

문제 8 다음 회로에서 공진 주파수를 계산하시오.



소자값: $R = 20 \Omega$, $L = 0.2 \text{ H}$, $C = 80 \mu\text{F}$

풀이 및 해설

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{0.2 \times 80 \times 10^{-6}}} = \frac{1}{\sqrt{0.000016}} \approx 250 \text{ rad/s}$$

$$f_0 = \frac{250}{2\pi} \approx 39.79 \text{ Hz}$$

정답 $f_0 \approx 39.79 \text{ Hz}$

문제 9 품질 계수 Q 의 정의를 쓰고, $R = 5 \Omega$, $L = 1 \text{ H}$, $C = 0.04 \text{ F}$ 일 때 Q 를 구하시오.

풀이 및 해설 직렬 회로의 품질 계수는

$$Q = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{1}{5} \sqrt{\frac{1}{0.04}} = \frac{1}{5} \cdot 5 = 1$$

정답 $Q = 1$

문제 10 직렬 공진 회로에서 대역폭 B 는 f_0 와 Q 로 어떻게 표현되는가?

풀이 및 해설 대역폭 공식은 다음과 같다.

$$B = \frac{f_0}{Q}$$

정답 $B = f_0/Q$

문제 11 $Q = 10$, $f_0 = 1000 \text{ Hz}$ 인 회로의 대역폭 B 를 구하시오.

풀이 및 해설 대역폭 공식에 대입하여 계산하면,

$$B = \frac{f_0}{Q} = \frac{1000}{10} = 100 \text{ Hz}$$

정답 $B = 100 \text{ Hz}$

문제 12 $L = 0.25 \text{ H}$, $C = 100 \mu\text{F}$ 일 때, 공진 주파수 f_0 를 구하시오.

풀이 및 해설

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{0.25 \times 100 \times 10^{-6}}} = \frac{1}{\sqrt{0.000025}} = 200 \text{ rad/s}$$

$$f_0 = \frac{200}{2\pi} \approx 31.83 \text{ Hz}$$

정답 $f_0 \approx 31.83 \text{ Hz}$

문제 13 직렬 RLC 회로에서 R 이 증가하면 Q 는 어떻게 되는가?

풀이 및 해설 직렬 회로의 $Q = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$ 이므로, R 이 증가하면 Q 는 감소한다.

정답 Q 는 감소한다.

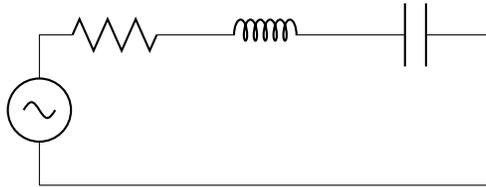
문제 14 $L = 0.5 \text{ H}$, $C = 50 \mu\text{F}$ 일 때, $Q = 5$ 를 얻기 위한 R 은 얼마인가?

풀이 및 해설 공식: $Q = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$

$$R = \frac{1}{Q} \sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{1}{5} \sqrt{\frac{0.5}{50 \times 10^{-6}}} = \frac{1}{5} \sqrt{10000} = \frac{1}{5} \cdot 100 = 20 \Omega$$

정답 $R = 20 \Omega$

문제 15 다음 회로의 공진 주파수를 계산하시오.



소자값: $R = 10 \Omega$, $L = 0.1 \text{ H}$, $C = 250 \mu\text{F}$

풀이 및 해설

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{0.1 \cdot 250 \cdot 10^{-6}}} = \frac{1}{\sqrt{0.000025}} = 200 \text{ rad/s}$$

$$f_0 = \frac{200}{2\pi} \approx 31.83 \text{ Hz}$$

정답 $f_0 \approx 31.83 \text{ Hz}$

문제 16 공진 상태에서 리액턴스 성분이 어떻게 되는가?

풀이 및 해설 공진 시 $\omega L = 1/(\omega C)$ 이므로, 리액턴스 성분은 서로 상쇄되어 순허수 성분은 0이 된다.

정답 리액턴스가 서로 상쇄되어 전체 리액턴스는 0이 된다.

문제 17 전류가 최대가 되는 주파수와 그 이유를 설명하시오.

풀이 및 해설 전류가 최대가 되는 주파수는 공진 주파수이며, 임피던스가 최소($Z = R$)이기 때문에 전류 $I = V/Z$ 가 최대가 된다.

정답 공진 주파수에서 전류가 최대가 된다. 이유: 임피던스 최소.

문제 18 공진 회로가 무선 주파수 선택에 어떻게 활용되는가?

풀이 및 해설 공진 회로는 특정 주파수에서만 큰 반응을 보이므로, 신호 필터링에 사용된다. 원하는 주파수만 통과시키는 데 유용하다.

정답 원하는 주파수의 신호만 선택적으로 통과시키는 데 사용됨.

문제 19 $Q = 2$, $f_0 = 500 \text{ Hz}$ 일 때, 대역폭 B 는?

풀이 및 해설

$$B = \frac{f_0}{Q} = \frac{500}{2} = 250 \text{ Hz}$$

정답 $B = 250 \text{ Hz}$

문제 20 다음 중 공진 조건을 가장 잘 설명하는 것은? (1) $Z = 0$ 일 때 (2) Z 의 허수 성분이 0일 때 (3) 전압이 최대일 때 (4) 전류가 0일 때

풀이 및 해설 공진은 임피던스의 허수 성분이 0이 되어 리액턴스가 상쇄되는 상태이다. 전류는 최대이지만, 그것이 공진의 정의는 아니다.

정답 (2) Z 의 허수 성분이 0일 때