

일차 및 이차 회로의 과도응답 초급 문제 (20문제)

1. RC 회로에 계단 전압이 인가되었을 때 커패시터의 전압 $v_C(t)$ 의 수식을 구하시오.

풀이: 계단 전압 V 가 RC 직렬 회로에 인가될 경우, 커패시터 전압은 다음과 같다:

$$v_C(t) = V \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right)$$

해설: RC 회로의 과도응답은 지수 함수 형태로 증가하며, 시간이 충분히 흐르면 최종 전압에 도달한다.

정답:

$$v_C(t) = V \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right)$$

2. RL 회로에서 시간 상수 τ 의 정의를 쓰시오.

풀이: RL 회로의 시간 상수는 다음과 같다:

$$\tau = \frac{L}{R}$$

해설: 시간 상수는 전류가 최종값의 약 63.2%에 도달하는 데 걸리는 시간으로, 인덕턴스 대비 저항의 비율로 결정된다.

정답:

$$\tau = \frac{L}{R}$$

3. RC 회로에서 $t = \tau$ 일 때 커패시터 전압은 전체 전압의 약 몇 퍼센트인가?

풀이:

$$v_C(\tau) = V (1 - e^{-1}) \approx V(1 - 0.3679) \approx 0.6321V$$

해설: RC 회로의 시정수 τ 는 커패시터가 전체 전압의 약 63.2%에 도달하는 시간이다.

정답: 약 63.2%

4. RL 회로에 전압 V 가 인가될 때 인덕터 전류 $i_L(t)$ 의 수식을 쓰시오.

풀이:

$$i_L(t) = \frac{V}{R} \left(1 - e^{-\frac{t}{L/R}} \right)$$

해설: 전류는 처음에는 0이지만 시간이 지나며 점점 증가하여 최종값인 $\frac{V}{R}$ 에 도달한다.

정답:

$$i_L(t) = \frac{V}{R} \left(1 - e^{-\frac{t}{L/R}} \right)$$

5. RLC 회로에서 감쇠비 ζ 의 수식을 쓰시오.

풀이:

$$\zeta = \frac{R}{2} \sqrt{\frac{C}{L}}$$

해설: 감쇠비는 과도응답의 형태(진동 여부)를 결정하는 중요한 매개변수이다.

정답:

$$\zeta = \frac{R}{2} \sqrt{\frac{C}{L}}$$

6. 감쇠비 $\zeta < 1$ 일 때 과도응답 형태는?

풀이:

$$\zeta < 1 \Rightarrow \text{Underdamped (저감쇠)}$$

해설: 저감쇠 상태에서는 진동을 동반한 응답이 나타난다.

정답: 저감쇠 (Underdamped)

7. $\zeta = 1$ 일 때 과도응답은 어떤 특성을 가지는가?

풀이: 임계감쇠 상태로, 진동 없이 가장 빠르게 안정화된다.

해설: 임계감쇠는 진동을 없애면서도 빠르게 응답하는 가장 효율적인 상태다.

정답: 진동 없이 가장 빠른 수렴 (임계감쇠)

8. $\zeta > 1$ 일 때 과도응답의 형태는?

풀이: 과감쇠 상태로 진동은 없으며 느리게 수렴한다.

해설: 저항이 너무 커서 에너지가 급격히 소멸되며, 응답 속도는 느려진다.

정답: 과감쇠 (Overdamped)

9. 시정수 τ 가 작을수록 응답 특성은 어떻게 되는가?

풀이: 응답 속도가 빨라진다.

해설: 시간 상수가 작다는 것은 회로가 빠르게 정상 상태에 도달함을 의미한다.

정답: 응답 속도가 빠름

10. $\tau = RC$ 인 회로에서 R 값을 2배로 하면 τ 는 어떻게 변하는가?

풀이:

$$\tau' = 2RC$$

해설: 시정수는 저항에 비례하므로, 저항이 두 배가 되면 시정수도 두 배가 된다.

정답: 두 배 증가함

11. 인덕터 전류는 회로에서 왜 연속적으로 변하는가?

풀이: 전류 변화율은 유한해야 하며, 인덕터는 급격한 전류 변화에 저항한다.

해설: 인덕터 내부의 에너지 저장 특성으로 인해 전류는 연속적이다.

정답: 인덕터는 급격한 전류 변화를 방지함

12. 커패시터 전압이 불연속적일 수 없는 이유는?

풀이: 전압 변화율이 무한하려면 무한한 전류가 필요하므로 불가능하다.

해설: 커패시터 전압은 시간에 대해 연속적으로 변화한다.

정답: 무한한 전류가 필요하므로 불연속적 변화는 불가능

13. RLC 직렬 회로에서 고유진동수 ω_0 를 구하는 공식은?

풀이:

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

해설: 고유진동수는 회로의 자연 진동 특성을 나타낸다.

정답:

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

14. 감쇠진동 주파수 ω_d 의 정의는?

풀이:

$$\omega_d = \omega_0 \sqrt{1 - \zeta^2}$$

해설: 진동이 발생하는 주파수는 감쇠비에 따라 달라진다.

정답:

$$\omega_d = \omega_0 \sqrt{1 - \zeta^2}$$

15. 커패시터가 전하를 저장하는 기본 원리는?

풀이: 전압에 따라 전하가 축적된다.

해설: 전기장에 의해 도체판 사이에 전하가 저장된다.

정답: 전압에 비례한 전하 저장

16. 인덕터가 에너지를 저장하는 물리적 형식은?

풀이: 자기장 에너지

해설: 전류가 흐르며 형성되는 자기장에 에너지가 저장된다.

정답: 자기장

17. RC 회로에서 전압이 최종값의 99%에 도달하는 시간은 대략 몇 τ 인가?

풀이: 약 5τ

해설: 지수 응답 특성상 5τ 에서 약 99.3

정답: 약 5τ

18. RLC 회로에서 저항이 작으면 어떤 과도응답 특성이 나타나는가?

풀이: 진동이 심해짐 (저감쇠)

해설: 저항이 작으면 감쇠비가 낮아지고, 진동이 발생한다.

정답: 저감쇠 (Underdamped)

19. RLC 회로에서 커패시턴스를 크게 하면 감쇠비는 어떻게 되는가?

풀이:

$$\zeta = \frac{R}{2} \sqrt{\frac{C}{L}} \Rightarrow \text{증가}$$

해설: 감쇠비는 \sqrt{C} 에 비례하므로 커패시턴스 증가 시 증가함.

정답: 증가함

20. 인덕턴스를 줄이면 고유진동수는 어떻게 되는가?

풀이:

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \Rightarrow \text{증가}$$

해설: 인덕턴스가 작을수록 고유진동수는 커진다.

정답: 증가함