

2010년 국가직 7급 회로이론 고책형 해설

01. ③	02. ①	03. ③	04. ①	05. ③	06. ④	07. ①	08. ④	09. ③	10. ②
11. ④	12. ①	13. ②	14. ②	15. ④	16. ②	17. ③	18. ①	19. ④	20. ①

1. 【정답】 ③

저항 R 과 커패시터의 등가 임피던스 $\frac{\frac{R}{sC}}{R + \frac{1}{sC}} = \frac{R}{sRC + 1}$

$$\frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \frac{\frac{R}{sRC + 1}}{sL + \frac{R}{sRC + 1}} = \frac{R}{s^2RLC + sL + R} = \frac{\frac{1}{LC}}{s^2 + s\frac{1}{RC} + \frac{1}{LC}}$$

$$A = \frac{1}{LC}, \quad B = \frac{1}{RC}, \quad C = \frac{1}{LC}$$

2. 【정답】 ①

$$\frac{V_1 - 10I_1}{10} = \frac{V_2}{1}, \quad 10I_1 = -I_2$$

$$V_1 = 10I_1 + 10V_2$$

$$A = \left. \frac{V_1}{V_2} \right|_{I_2=0} = \frac{10V_2}{V_2} = 10, \quad B = - \left. \frac{V_1}{I_2} \right|_{V_2=0} = - \frac{V_1}{-10I_1} = \frac{10}{-10} = 1$$

$$C = \left. \frac{I_1}{V_2} \right|_{I_2=0} = \frac{0}{V_2} = 0, \quad D = - \left. \frac{I_1}{I_2} \right|_{V_2=0} = - \frac{I_1}{-10I_1} = \frac{1}{10}$$

$$\begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 10 & 1 \\ 0 & \frac{1}{10} \end{bmatrix}$$

3. 【정답】 ③

$$a_n = \frac{2}{T} \left[\int_0^{T/5} 10 \cos n\omega_0 t \, dt + \int_{T/5}^T 0 \cdot \cos n\omega_0 t \, dt \right]$$

$$a_n = \frac{20}{T} \left[\frac{1}{n\omega_0} \sin n\omega_0 t \right]_0^{T/5} = \frac{20}{n\omega_0 T} \sin n\omega_0 \frac{T}{5} = \frac{10}{n\pi} \sin \left(n \cdot \frac{2\pi}{T} \cdot \frac{T}{5} \right) = \frac{10}{n\pi} \sin \frac{2n\pi}{5}$$

4. 【정답】 ①

$$V(s) = \frac{2s^2 + 4s + 14}{s^3 + 3s^2 + s + 3} = \frac{2(s^2 + 2s + 7)}{s^2(s+3) + (s+3)} = \frac{2(s^2 + 2s + 7)}{(s^2 + 1)(s+3)} = \frac{4}{s^2 + 1} + \frac{2}{s+3}$$

역변환하면

$$v(t) = 4\sin t + 2e^{-3t}$$

5. 【정답】 ③

$$\text{특성 임피던스 } Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}} = \sqrt{\frac{0.25 \times 10^{-6}}{100 \times 10^{-12}}} = \sqrt{2500} = 50$$

$$\text{반사계수 } \Gamma = \frac{Z_R - Z_0}{Z_R + Z_0} = \frac{200 - 50}{200 + 50} = \frac{150}{250} = \frac{3}{5} = 0.6$$

6. 【정답】 ④

$$z_{11} = \left. \frac{v_1}{i_1} \right|_{i_2=0} = \frac{Ri_1 + \frac{1}{sC}(1-K)i_1}{i_1} = R + \frac{1-K}{sC}, \quad z_{12} = \left. \frac{v_1}{i_2} \right|_{i_1=0} = \frac{\frac{1}{sC}i_2}{i_2} = \frac{1}{sC}$$

$$z_{21} = \left. \frac{v_2}{i_1} \right|_{i_2=0} = \frac{\frac{1}{sC}(1-K)i_1}{i_1} = \frac{1-K}{sC}, \quad z_{22} = \left. \frac{v_2}{i_2} \right|_{i_1=0} = \frac{\frac{1}{sC}i_2}{i_2} = \frac{1}{sC}$$

$$Z = \begin{pmatrix} R + \frac{1-K}{sC} & \frac{1}{sC} \\ \frac{1-K}{sC} & \frac{1}{sC} \end{pmatrix}$$

7. 【정답】 ①

$$H(j2) = \frac{j2 + 2}{(j2)^2 + j2 + 2} = \frac{2\sqrt{2} \angle 45^\circ}{2\sqrt{2} \angle 135^\circ} = 1 \angle -90^\circ$$

이득 1, 위상변이 -90°

8. 【정답】 ④

$$s^2 + 6s + 10 = (s+3)^2 + 1 = 0$$

$$s = -3 \pm j$$

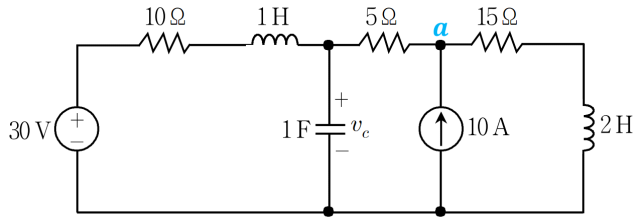
9. 【정답】 ③

$$V_o(s) = \frac{1}{2+s} \times \frac{1}{s+1} = \frac{1}{(s+1)(s+2)} = \frac{1}{s+1} - \frac{1}{s+2}$$

따라서 출력전압 $v_o(t) = (e^{-t} - e^{-2t})u(t)$

10. 【정답】 ②

직류정상상태에서 커패시터는 개방되어있고, 인덕터는 단락되어 있다고 생각할 수 있다.

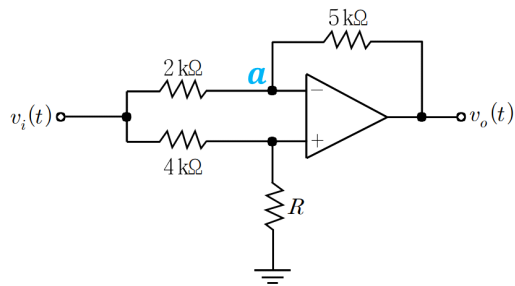


$$\text{Node } a : \frac{30 - V_a}{15} + 10 = \frac{V_a}{15}, \quad V_a = 90\text{V}$$

$$\text{따라서 } 10\Omega \text{ 저항을 흐르는 전류 } i = \frac{30 - 90}{15} = -4\text{A}$$

$$v_c = 30 - 10(-4) = 70\text{V}$$

11. 【정답】 ④



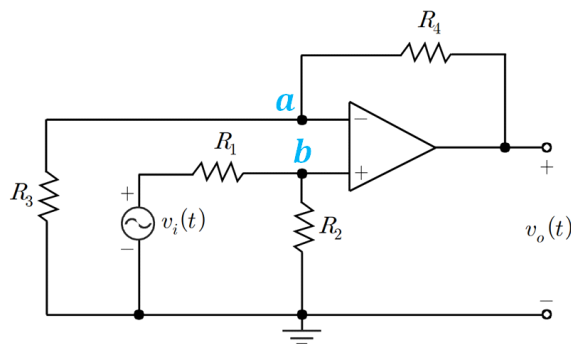
$$\frac{v_i - v_a}{4} = \frac{v_a}{R}, \quad \frac{v_i - v_a}{2} = \frac{v_a - v_o}{5}$$

$$v_o = 0 \text{ 이므로 } \frac{v_i - v_a}{2} = \frac{v_a}{5} \text{ 에서 } v_a = \frac{5}{7} v_i$$

$$\frac{v_i - v_a}{4} = \frac{v_a}{R} \text{ 식을 정리하면 } v_a = \frac{R}{R+4} v_i \text{ 이므로 } \frac{R}{R+4} = \frac{5}{7}$$

$$R = 10 [\text{k}\Omega]$$

12. 【정답】 ①



$$\text{Node a : } \frac{0 - v_a}{R_3} = \frac{v_a - v_o}{R_4}$$

$$\text{Node b : } \frac{v_i - v_a}{R_1} = \frac{v_a}{R_2}$$

$$v_a = \frac{R_2}{R_1 + R_2} v_i, \quad v_o = \frac{R_3 + R_4}{R_3} v_a$$

$$v_o = \frac{R_3 + R_4}{R_3} \times \frac{R_2}{R_1 + R_2} v_i = \frac{R_2}{R_3} v_i$$

$$\frac{v_o(t)}{v_i(t)} = \frac{R_2}{R_3} = \frac{R_2}{R_1}$$

13. 【정답】 ②

48V의 전압원을 왼쪽부터 차례대로 전류원과 전압원으로 번갈아가며 전원변환하면

$$I_N = 48 \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{48}{32} = \frac{3}{2} = 1.5 \text{ [mA]}$$

이때 병렬 저항은 $2[\text{k}\Omega]$ 이고 $1[\text{k}\Omega]$ 의 저항과 병렬 연결되어 있으므로

$$R_N = 2 \parallel 1 = \frac{2}{3} [\text{k}\Omega]$$

14. 【정답】 ②

RC 직렬회로의 시정수 RC 이고 RL 직렬회로의 시정수 $\frac{L}{R}$ 이므로 시정수가 같을 때 $i(t)$

의 지수부분이 사라져 일정한 값을 갖게 된다.

$$RC = \frac{L}{R}, \quad C = \frac{L}{R^2} = \frac{10 \times 10^{-3}}{10^2} = 10^{-4} = 100 [\mu\text{F}]$$

15. 【정답】 ④

단자 a-b에 테스트 전압원 v_T 를 연결하고, 이때 회로로 전달하는 전류를 i_T 라 하면

$$i_T = \frac{v_T}{4} - 4i_x - i_x$$

$$i_x = -\frac{v_T}{4}$$

$$i_T = \frac{3v_T}{2}, \quad R_{TH} = \frac{v_T}{i_T} = \frac{2}{3} [\Omega]$$

16. 【정답】 ②

$$v(t) = 10\sin\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right) = 10\cos\left(\frac{\pi}{2} - \left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right)\right) = 10\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{6}\right), \quad V = 10\angle -\frac{\pi}{6}$$

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{10\angle -\frac{\pi}{6}}{10 + j10} = \frac{10\angle -\frac{\pi}{6}}{10\angle \frac{\pi}{4}} = 1\angle -\frac{5\pi}{12} = 1\angle -75^\circ$$

따라서 페이저도(phasor diagram)로 나타낸 것으로 옳은 것은 ②번이다.

17. 【정답】 ③

$t < 0$ 의 정상상태에서 $v(0^-) = 12 \times \frac{3}{6+3} = 4$ [V] 이고, $t = 0$ 에서 스위치를 닫으면 커패

시터는 방전을 시작하므로 미분방정식을 세우면

$$10^{-4} \frac{dv}{dt} = -\frac{v}{6000} - \frac{v}{3000} = -\frac{v}{2000}$$

$$0.2 \frac{dv}{dt} + v = 0, \quad v(t) = 4e^{-t/0.2} \text{ [V]}$$

$$i(t) = \frac{4e^{-t/0.2}}{3} = \frac{4}{3}e^{-5t} \text{ [mA]}$$

18. 【정답】 ①

$t < 0$ 의 정상상태에서 $v(0^-) = 0$ [V] 이다,

$$R_2 \text{와 } C \text{의 등가저항 } \frac{\frac{R_2}{sC}}{R_2 + \frac{1}{sC}} = \frac{R_2}{sR_2C + 1} \text{ 이고, 키르히호프법칙을 적용하면}$$

$$\frac{V(s)}{E(s)} = \frac{\frac{R_2}{sR_2C + 1}}{R_1 + \frac{R_2}{sR_2C + 1}} = \frac{R_2}{sR_1R_2C + R_1 + R_2}, \quad E(s) = \frac{E}{s}$$

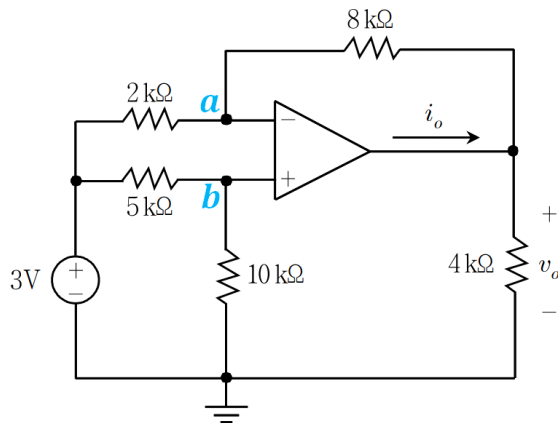
$$V(s) = \frac{E}{s} \cdot \frac{\frac{R_2}{R_1 + R_2}}{s \frac{R_1R_2C}{R_1 + R_2} + 1} \text{ 이므로 역변환하면 } v(t) = \frac{R_2E}{R_1 + R_2} (1 - e^{-t/((R_1//R_2)C)})$$

19. 【정답】 ④

역률(power factor)이 1이므로 전압과 전류의 위상은 같다. 따라서 등가임피던스의 허수부가 없어야 한다.

$$Z = j2L + 3 + \frac{1}{j4} = 3 + j\left(2L - \frac{1}{4}\right) \text{에서 } 2L = \frac{1}{4}, L = \frac{1}{8} [\text{H}]$$

20. 【정답】 ①



$$\text{Node a : } \frac{3 - v_a}{2} = \frac{v_a - v_o}{8}$$

$$\text{Node b : } \frac{3 - v_a}{5} = \frac{v_a}{10}$$

$$v_a = 2 [\text{V}], v_o = -2 [\text{V}]$$

$$\frac{2 - (-2)}{8} + i_o = \frac{-2}{4}$$

$$i_o = -1 [\text{mA}]$$