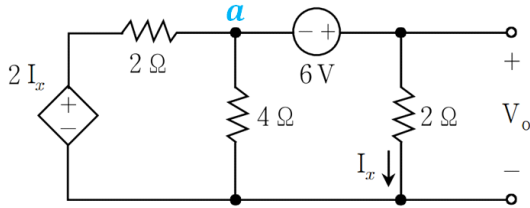


2011년 국가직 7급 회로이론 우책형 해설

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

1. 【정답】 ③



$$\text{Node a : } \frac{2I_x - V_a}{2} = \frac{V_a}{4} + \frac{V_a + 6}{2}$$

$$V_a = V_o - 6, \quad V_o = 2I_x \text{ 이므로 정리하면 } 3 = \frac{V_a}{4} + \frac{V_a + 6}{2}$$

$$V_a = 0 [\text{V}], \quad V_o = 6 [\text{V}]$$

2. 【정답】 ③

전달함수는 임펄스 응답의 라플라스 변환이므로

$$h(t) = (1-t)[u(t) - u(t-1)] = u(t) - tu(t) + (t-1)u(t-1) \text{에서}$$

$$H(s) = \frac{1}{s} - \frac{1}{s^2} + \frac{1}{s^2}e^{-s} = \frac{1}{s} \left(1 - \frac{1}{s} + \frac{1}{s}e^{-s} \right)$$

$$v_i(t) = u(t) - u(t-2), \quad V_i(s) = \frac{1}{s} - \frac{1}{s}e^{-2s} = \frac{1}{s}(1 - e^{-2s})$$

$$V_o(s) = \frac{1}{s} \left(1 - \frac{1}{s} + \frac{1}{s}e^{-s} \right) \cdot \frac{1}{s}(1 - e^{-2s})$$

$$V_o(s) = \frac{1}{s^2} \left(1 - \frac{1}{s} + \frac{1}{s}e^{-s} \right) (1 - e^{-2s})$$

$$V_o(s) = \left(\frac{1}{s^2} - \frac{1}{s^3} \right) + \frac{1}{s^3}e^{-s} - \left(\frac{1}{s^2} - \frac{1}{s^3} \right)e^{-2s} - \frac{1}{s^3}e^{-3s}$$

$$v_o(t) = \left(t - \frac{1}{2}t^2 \right) + \frac{1}{2}(t-1)^2u(t-1) - \left((t-2) - \frac{1}{2}(t-2)^2 \right)u(t-2) - \frac{1}{2}(t-3)^2u(t-3)$$

따라서 파형은 ③번이다.

$$(\text{간단히 } 0 \leq t < 1 \text{에서 } v_o(t) = t - \frac{1}{2}t^2 \text{이고, } 1 \leq t < 2 \text{에서 } v_o(t) = 0.5 \text{이므로 ③번으로}$$

추론할 수 있다.)

3. 【정답】 ①

$$X(s) = \frac{2}{s} - 1 \text{ 이므로 출력 } Y(s) = X(s)H(s) = \frac{2}{s+4} \left(\frac{2}{s} - 1 \right)$$

$$Y(s) = \frac{4}{s(s+4)} - \frac{2}{s+4} = \frac{1}{s} - \frac{1}{s+4} - \frac{2}{s+4}$$

$$Y(s) = \frac{1}{s} - \frac{3}{s+4} \text{ 이므로 역변환하면 } y(t) = u(t) - 3e^{-4t}u(t)$$

4. 【정답】 ③

입력이 교류이고, 출력이 직류이므로 입력의 위상각과 전달함수의 위상각이 반대가 된다.

따라서 전달함수는 $\frac{K}{s+a}$ 의 형태를 가져야 한다.

$$\textcircled{1} \quad \frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \frac{R}{R + \frac{1}{sC}} = \frac{RCs}{RCs + 1}$$

$$\textcircled{2} \quad \frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \frac{R}{sL + \frac{1}{sC} + R} = \frac{RCs}{LCs^2 + RCs + 1}$$

$$\textcircled{3} \quad \frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \frac{\frac{1}{sC}}{R + \frac{1}{sC}} = \frac{1}{RCs + 1}$$

$$\textcircled{4} \quad \frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \frac{sL + \frac{1}{sC}}{sL + \frac{1}{sC} + R} = \frac{LCs^2 + 1}{LCs^2 + RCs + 1}$$

따라서 미지의 선형회로로 가장 적합한 것은 ③번이다.

5. 【정답】 ①

단락회로이므로 $Z_L = \frac{V_L}{I_L} = 0$ 이고 반사계수 $\Gamma = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} = -1$ 이다.

$$Z(z) = \frac{V(z)}{I(z)} = \frac{V_0^+ [e^{-j\beta z} + \Gamma e^{j\beta z}]}{\frac{V_0^+}{Z_0} [e^{-j\beta z} - \Gamma e^{j\beta z}]} = Z_0 \frac{e^{-j\beta z} - e^{j\beta z}}{e^{-j\beta z} + e^{j\beta z}}$$

$$e^{j\beta z} = \cos \beta z + j \sin \beta z$$

$$e^{-j\beta z} = \cos \beta z - j \sin \beta z$$

$$\cos \beta z = \frac{e^{j\beta z} + e^{-j\beta z}}{2}, \quad \sin \beta z = \frac{e^{j\beta z} - e^{-j\beta z}}{2j} \text{ 이므로}$$

$$Z(z) = Z_0 \frac{e^{-j\beta z} - e^{j\beta z}}{e^{-j\beta z} + e^{j\beta z}} = Z_0 \frac{-2j \sin \beta z}{2 \cos \beta z}, \quad \frac{Z(z)}{j Z_0} = -\tan \beta z$$

여기서 주기 $\frac{\pi}{\beta} = \frac{\pi}{\frac{2\pi}{\lambda}} = \frac{\lambda}{2}$ 이므로 옳게 도기한 것은 ①번이다.

6. 【정답】 ①

$$I_1(s) = \frac{(1-A)V_2(s)}{1} + \frac{V_2(s)}{\frac{1}{2}} + \frac{V_2(s)}{\frac{1}{s}} + \frac{V_2(s)}{\frac{1}{2}s}$$

$$I_1(s) = (1-A)V_2(s) + 2V_2(s) + sV_2(s) + \frac{2}{s}V_2(s)$$

$$I_1(s) = \left(s + \frac{2}{s} + 3 - A\right)V_2(s)$$

$$\frac{V_2(s)}{I_1(s)} = \frac{1}{s + \frac{2}{s} + 3 - A} = \frac{s}{s^2 + (3-A)s + 2}$$

전달함수의 특성방정식의 계수가 모두 양수이어야 안정하므로
 $3 - A > 0, A < 3$

7. 【정답】 ②

$\omega < 4$ 일 때 기울기가 0이고 $\text{Gain} = 20$ [dB]이므로 10이 전달함수 분자에 들어간다.

$\omega = 4$ 일 때 기울기가 -20 이 되므로 $1 + \frac{s}{4}$ 가 전달함수의 분모에 들어간다.

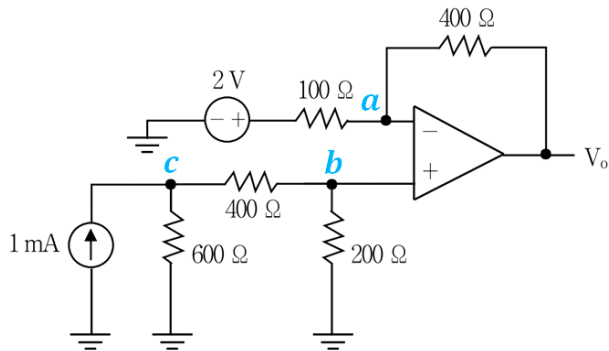
$\omega = 10$ 일 때 기울기가 0이 되므로 $1 + \frac{s}{10}$ 이 전달함수의 분자에 들어간다.

$\omega = 20$ 일 때 기울기가 $+20$ 이 되므로 $1 + \frac{s}{20}$ 이 전달함수의 분자에 들어간다.

$\omega = 50$ 일 때 기울기가 0이 되므로 $1 + \frac{s}{50}$ 이 전달함수의 분모에 들어간다.

$$G(s) = \frac{10\left(1 + \frac{s}{10}\right)\left(1 + \frac{s}{20}\right)}{\left(1 + \frac{s}{4}\right)\left(1 + \frac{s}{50}\right)} = \frac{10(s+10)(s+20)}{(s+4)(s+50)}$$

8. 【정답】 ①



$$\text{Node a : } \frac{2 - V_a}{100} = \frac{V_a - V_o}{400}$$

$$\text{Node b : } \frac{V_c - V_a}{400} = \frac{V_a}{200}, \text{ 정리하면 } V_c = 3V_a$$

$$\text{Node c : } 10^{-3} = \frac{V_c - V_a}{400} + \frac{V_c}{600}, V_a = 0.1 \text{ [V]}$$

$$V_o = 5V_a - 8 = 0.5 - 8 = -7.5 \text{ [V]}$$

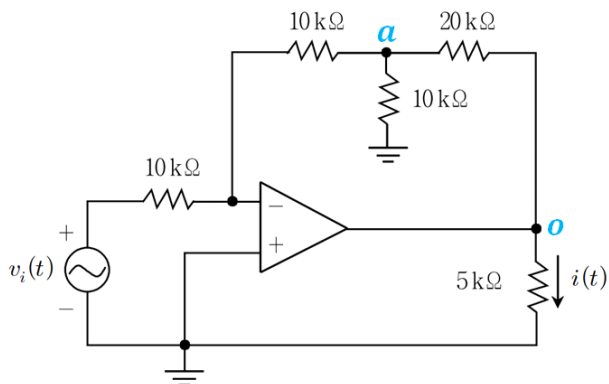
9. 【정답】 ④

$$h_{11} = \left. \frac{V_1}{I_1} \right|_{V_2=0} = \frac{2I_1}{I_1} = 2, h_{12} = \left. \frac{V_1}{V_2} \right|_{I_1=0} = \frac{0}{V_2} = 0$$

$$h_{21} = \left. \frac{I_2}{I_1} \right|_{V_2=0} = \frac{0}{I_1} = 0, h_{22} = \left. \frac{I_2}{V_2} \right|_{I_1=0} = \frac{\frac{V_2}{2}}{V_2} = 0.5$$

$$\begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} \\ h_{21} & h_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 0.5 \end{bmatrix}$$

10. 【정답】 ③



$$\frac{v_i - 0}{10} = \frac{0 - v_a}{10}, \quad v_a = -v_i$$

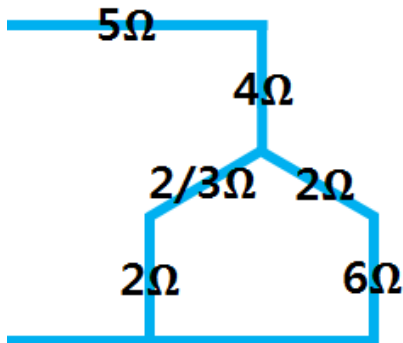
$$\text{Node a : } \frac{0 - v_a}{10} = \frac{v_a}{10} + \frac{v_a - v_o}{20}, \quad v_o = 5v_a$$

$$v_o = -5v_i = -10\cos 2t \text{ [V]}$$

$$i(t) = -\frac{10}{5}\cos 2t = -2\cos 2t \text{ [mA]}$$

11. 【정답】 ②

Y- Δ 변환을 이용하여 회로를 다음과 같이 변환한다.



$$\frac{6 \cdot 8}{27} = 4\Omega, \quad \frac{6 \cdot 3}{27} = \frac{2}{3}\Omega, \quad \frac{18 \cdot 3}{27} = 2\Omega$$

$$Z = 9 + \frac{\frac{8}{3} \cdot 8}{\frac{8}{3} + 8} = 9 + 2 = 11 \text{ [}\Omega\text{]}$$

12. 【정답】 ③

$$\textcircled{3} \text{ 투과계수 } T = \frac{Z_L - Z_o}{Z_L + Z_o}$$

13. 【정답】 ②

$t < 0$ 에서 2F 커패시터 양단의 전압을 v_c 라 하면

$$3 = \frac{v_c}{4} + \frac{v_c - 6}{2}, \quad v_c = 8 \text{ [V]} \text{ 이므로 } i_a(0) = \frac{8 - 6}{2} = 1 \text{ [A]} \text{ 이다.}$$

$t > 0$ 에서

$$V_L(s) = sI_a(s) - i_a(0) = sI_a(s) - 1$$

$$V_C(s) = \frac{I_a(s)}{2s} + \frac{v_c(0)}{s} = \frac{I_a(s)}{2s} - \frac{8}{s}$$

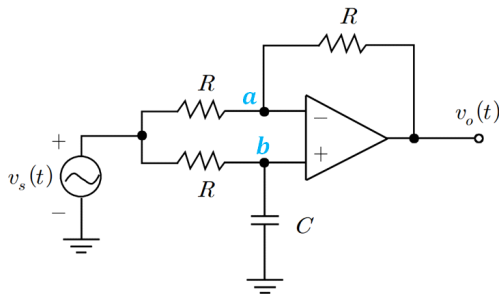
$$V_R(s) = \frac{2 \times 2}{2+2} I_a(s) = I_a(s)$$

$$-V_L - V_C - V_R - \frac{6}{s} = 0, \quad V_L + V_C + V_R = -\frac{6}{s}$$

$$sI_a - 1 + \frac{I_a}{2s} - \frac{8}{s} + I_a = -\frac{6}{s}$$

$$\left(s + 1 + \frac{1}{2s}\right) I_a = 1 + \frac{2}{s}, \quad I_a(s) = \frac{1 + \frac{2}{s}}{s + 1 + \frac{1}{2s}} = \frac{2(s+2)}{2s^2 + 2s + 1}$$

14. 【정답】 ①



$$\text{Node a : } \frac{V_s - V_a}{R} = \frac{V_a - V_o}{R}$$

$$\text{Node b : } \frac{V_s - V_a}{R} = \frac{V_a}{\frac{1}{sC}}, \quad \text{정리하면 } V_s = (1 + sCR) V_a$$

$$V_o = 2V_a - V_s = (1 - sCR) V_a$$

$$V_o = (1 - sCR) \times \frac{V_s}{1 + sCR}, \quad \frac{V_o(s)}{V_s(s)} = \frac{1 - sRC}{1 + sRC}$$

$$H(j\omega) = \frac{1 - j\omega CR}{1 + j\omega CR} = \frac{\sqrt{1^2 + (\omega CR)^2} \angle \tan^{-1}(-\omega CR)}{\sqrt{1^2 + (\omega CR)^2} \angle \tan^{-1}(\omega CR)} = 1 \angle -2\tan^{-1}(\omega CR)$$

$$|H(j\omega)| = 1, \quad \theta = -2\tan^{-1}(\omega CR)$$

15. 【정답】 ②

주파수 $\omega = 4 \text{ [rad/s]}$ 이므로 주어진 소자들을 복소 임피던스로 변환하면

$$\frac{1}{8} \text{ F} : \frac{1}{j \times 4 \times \frac{1}{8}} = -2j, \quad 1 \text{ H} : 4j, \quad \frac{1}{4} \text{ H} : j$$

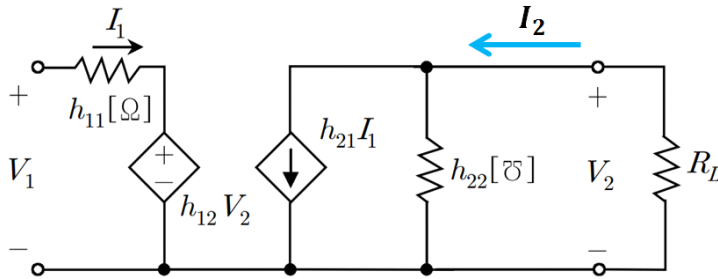
저항 R 에서 본 테브넬 저항과 전압을 구하면

$$R_{\text{Th}} = \frac{(-2j)(4j)}{-2j+4j} + j = -3j, \quad V_{\text{Th}} = \frac{4j}{-2j+4j} \text{ V} = 2 \text{ V [V]}$$

따라서 전류 $I = \frac{2 \text{ V}}{R-3j}$ 이므로 피크값이 4 [A] 가 되기 위해서는 $\frac{20}{\sqrt{R^2+9}} = 4$ 이어야 한

다. $R^2 = 16, R = 4 \text{ [\Omega]}$

16. 【정답】 ①



$$V_1 = h_{11}I_1 + h_{12}V_2$$

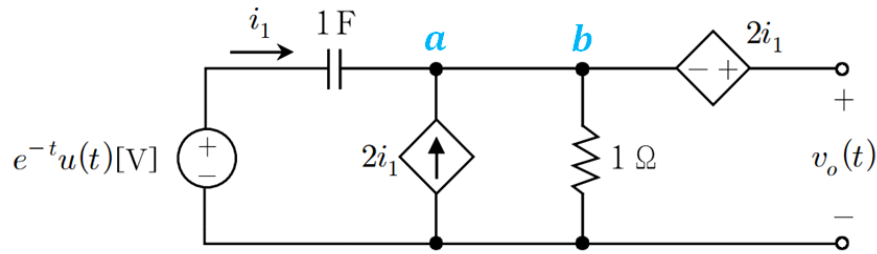
$$I_2 = -\frac{V_2}{R_L}, \quad V_2 = \frac{I_2 - h_{21}I_1}{h_{22}}$$

$$V_2 = \frac{1}{h_{22}} \left(-\frac{V_2}{R_L} - h_{21}I_1 \right), \quad \left(1 + \frac{1}{h_{22}R_L} \right) V_2 = -\frac{h_{21}}{h_{22}} I_1$$

$$V_2 = \frac{-h_{21}R_L}{1+h_{22}R_L} I_1, \quad V_1 = h_{11}I_1 - \frac{h_{12}h_{21}R_L}{1+h_{22}R_L} I_1$$

$$Z_i = \frac{V_1}{I_1} = h_{11} - \frac{h_{12}h_{21}R_L}{1+h_{22}R_L}$$

17. 【정답】 ④



$$V_a = V_b = V_o - 2I_1$$

$$\mathcal{L}(e^{-t}u(t)) = \frac{1}{s+1}$$

$$\frac{\frac{1}{s+1} - (V_o - 2I_1)}{\frac{1}{s}} = I_1, \text{ Node b에서 } \frac{V_o - 2I_1}{1} = 3I_1$$

$$V_o = 5I_1, \quad \frac{s}{s+1} - 3sI_1 = I_1$$

$$I_1 = \frac{s}{(3s+1)(s+1)} = \frac{-0.5}{3s+1} + \frac{0.5}{s+1}$$

$$\text{역변환하면 } i_1(t) = -\frac{1}{6}e^{-\frac{t}{3}} + \frac{1}{2}e^{-t}$$

$$v_o(t) = 5i_1(t) = \frac{5}{2}e^{-t} - \frac{5}{6}e^{-\frac{t}{3}} \text{ [V]}$$

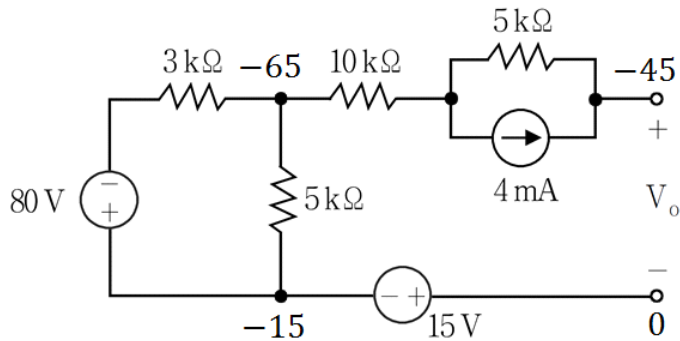
18. 【정답】 ②

$$i_L(0^+) = 0 \text{ [A]}, \quad i_C(0^+) = \frac{10}{20} = 0.5 \text{ [A]}$$

$$i_L(\infty) = \frac{10}{20} = 0.5 \text{ [A]}, \quad i_C(\infty) = 0 \text{ [A]}$$

$$i_L(0^+) + i_C(0^+) + i_L(\infty) + i_C(\infty) = 0 + 0.5 + 0.5 + 0 = 1 \text{ [A]}$$

19. 【정답】 ②



그림의 노드에 전위를 표시하면 다음과 같다.

$5\text{k}\Omega - 4\text{mA}$ 의 병렬연결을 전원변환하면 $5 \times 4 = 20\text{V}$ 의 전압이 직렬로 연결된 것이므로 $V_o = 0 - 15 - 50 + 20 = -45 [\text{V}]$

20. 【정답】 ②

$\omega_1 = \frac{1}{R_2 C_2}$, $\omega_2 = \frac{1}{R_1 C_1}$ 인 경우 $G_m = 20 \log \frac{R_2 C_1}{R_2 C_2} = 20 \log \frac{C_1}{C_2} [\text{dB}]$ 이므로

$\omega_1 = \frac{1}{R_1 C_1}$, $\omega_2 = \frac{1}{R_2 C_2}$ 이다. 이때 $G_m = 20 \log \frac{R_2 C_1}{R_1 C_1} = 20 \log \frac{R_2}{R_1} [\text{dB}]$ 이다.

$$R_1 C_1 \omega_1 = 1, R_2 C_2 \omega_2 = 1, 20 \log \frac{R_2}{R_1} = G_m$$