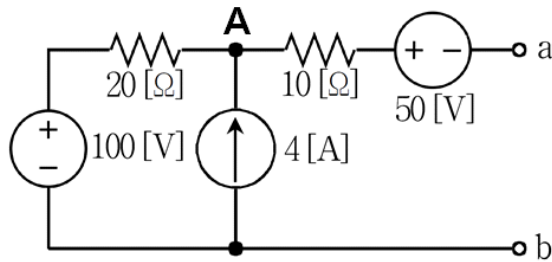


2017년 국가직 7급 회로이론 가책형 해설

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

1. 【정답】 ③



$$R_{Th} = 20 + 10 = 30 [\Omega]$$

a, b가 개방되어 있을 때 $\frac{V_A - 100}{20} = 4$, $V_A = 180 [V]$

$$V_{Th} = 180 - 50 = 130 [V]$$

따라서 테브난 등가회로로 표현한 것은 ③번이다.

2. 【정답】 ④

$$20[\Omega] - 10[\Omega] \text{ 저항에 흐르는 전류는 } 8 \times \frac{50}{80} = 5 [A]$$

$$20[\Omega] - 30[\Omega] \text{ 저항에 흐르는 전류는 } 8 \times \frac{30}{80} = 3 [A]$$

$$V_{ab} = -5 \times 20 - (-3 \times 20) = -40 [V]$$

3. 【정답】 ④

$$v_2(t) = -M \frac{di_1}{dt} = -M \cdot I_m \omega \cos(\omega t + 30^\circ)$$

$$v_2(t) = -\omega M I_m \sin\{90^\circ - (\omega t + 30^\circ)\} = -\omega M I_m \sin(-\omega t + 60^\circ)$$

$$v_2(t) = \omega M I_m \sin(\omega t - 60^\circ)$$

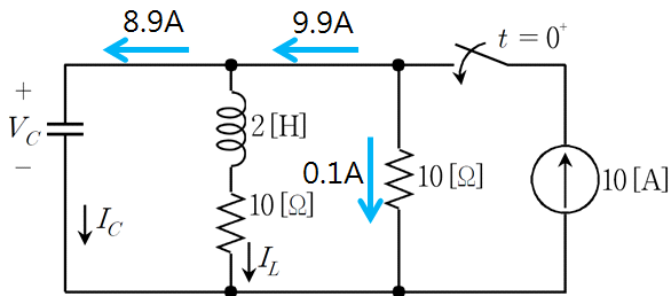
4. 【정답】 ①

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

$$H(s) = \frac{s+1}{Rs^2+(R+1)s+R+1}$$

전달함수의 특성방정식 : $s = -1 + j$ 에서 $s^2 + 2s + 1 = -1$, $s^2 + 2s + 2 = 0$
따라서 $R = 1 [\Omega]$

5. 【정답】 ②



스위치를 닫은 직후이므로 $10 [\Omega]$ 의 단독 저항에 흐르는 전류 $\frac{1}{10} = 0.1 [\text{A}]$,

$I_L(0^+) = I_L(0^-) = 1 [\text{A}]$ 이므로 $I_C(0^+) = 10 - 0.1 - 1 = 8.9 [\text{A}]$ 이다.

6. 【정답】 ④

$$\frac{3-0}{3} + \frac{2-0}{8} = \frac{0-V_o}{5}$$

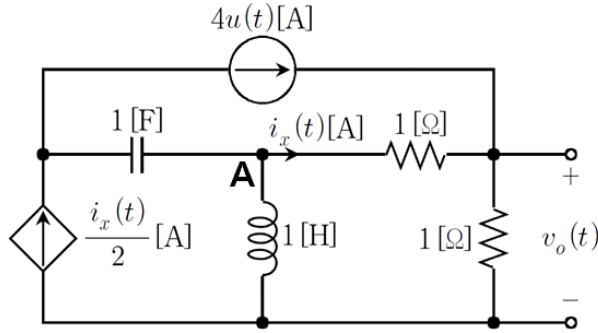
$$V_o = -\frac{25}{4} = -6.25 [\text{V}]$$

7. 【정답】 ④

$$\text{선전류 } I_l = \frac{100 \angle 0^\circ}{6+j8} = \frac{100 \angle 30^\circ}{10 \angle \tan^{-1}\left(\frac{4}{3}\right)} \text{이므로 선전류의 실효값은 } \frac{100}{10} = 10 [\text{A}]$$

부하 임피던스의 크기 $\sqrt{5^2+5^2} = 5\sqrt{2}$ 이므로 부하전압의 실효값
 $10 \times 5\sqrt{2} = 50\sqrt{2} [\text{V}]$

8. 【정답】 ②



$$v_o(t) = (i_x(t) + 4u(t)) \cdot 1 = i_x(t) + 4u(t), \quad v_A(t) = v_o(t) + i_x(t) \cdot 1 = v_o(t) + i_x(t)$$

이때 1 [F]의 커패시터에 흐르는 전류는 $\frac{i_x(t)}{2} - 4u(t)$ (왼쪽에서 오른쪽)

1 [H]의 인덕터에 흐르는 전류는 $\frac{i_x(t)}{2} + 4u(t)$ (아래에서 위쪽)

1 [H] 인덕터에 옴의 법칙을 적용하면

$$\frac{0 - V_A}{s} = \frac{I_x}{2} + \frac{4}{s}, \quad -2V_A = sI_x + 8$$

$$I_x = V_o - \frac{4}{s}, \quad V_A = V_o + I_x = V_o + V_o - \frac{4}{s} = 2V_o - \frac{4}{s} \text{를 대입하면}$$

$$-2\left(2V_o - \frac{4}{s}\right) = s\left(V_o - \frac{4}{s}\right) + 8$$

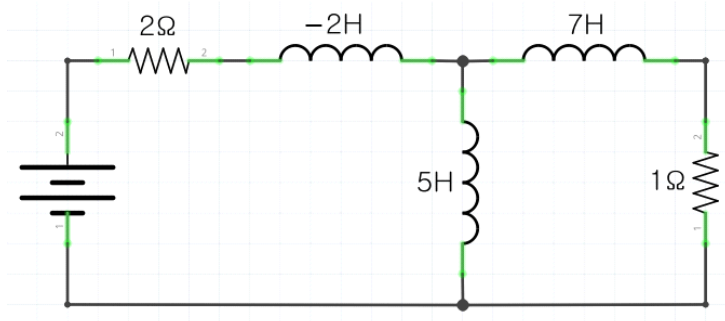
$$(s+4)V_o = \frac{8}{s} - 4, \quad V_o(s) = \frac{\frac{8}{s} - 4}{s+4} = \frac{8-4s}{s(s+4)} = \frac{-4(s-2)}{s(s+4)}$$

9. 【정답】 ②

$$\text{임피던스 } Z = \frac{\frac{10}{\sqrt{2}} \angle 10^\circ}{\frac{1}{\sqrt{2}} \angle 10^\circ} = 10 \angle 0^\circ \text{ 이므로 허수부는 없다. 따라서 회로는 공진하므로}$$

$$R = 10 [\Omega], \quad \omega L = \frac{1}{\omega C} \text{에서 } C = \frac{1}{\omega^2 L} = \frac{1}{20^2 \times 5 \times 10^{-3}} = \frac{1}{2} = 500 [\text{mF}]$$

10. 【정답】 ①



T형 등가회로를 그리면 다음과 같다.

$$\frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \frac{1}{7s+1} \frac{\frac{5s(7s+1)}{5s+7s+1}}{2-2s+\frac{5s(7s+1)}{5s+7s+1}} = \frac{1}{7s+1} \frac{5s(7s+1)}{(2-2s)(12s+1)+5s(7s+1)}$$

$$\frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \frac{5s}{11s^2+27s+2}$$

11. 【정답】 ④

4 [Ω]의 저항에 v_1 의 전압이 걸리므로 2 [Ω]의 저항에는 $\frac{v_1}{2}$ 의 전압이 걸린다.

$$\text{따라서 } v_A = v_1 + \frac{v_1}{2} = \frac{3}{2}v_1$$

$$\text{노드 A : } \frac{3v_1 - \frac{3}{2}v_1}{5} + 0.5 = \frac{\frac{v_1}{2}}{2}, \quad v_1 = -10 \text{ [V]}$$

$$v_A = \frac{3}{2}v_1 = \frac{3}{2} \times (-10) = -15 \text{ [V]}$$

12. 【정답】 ②

$$Z_{12} = \frac{V_1}{I_2} \bigg|_{I_1=0} = \frac{15 \times \frac{I_2}{2}}{I_2} = 7.5 \text{ [Ω]}$$

$$Z_{22} = \frac{V_2}{I_2} \bigg|_{I_1=0} = \frac{20 \times \frac{I_2}{2}}{I_2} = 10 \text{ [Ω]}$$

$$Z_{12} + Z_{22} = 7.5 + 10 = 17.5 \text{ [Ω]}$$

13. 【정답】 ③

$\omega \leq 1$ 일 때 $20\log|G(j\omega)| = 40$ 이므로 $\omega \leq 1$ 에서 $G(s) = 10^2$ 이다.

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

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

$\omega = 80$ 일 때 기울기가 -40 이 되므로 $\left(\frac{j\omega}{80} + 1\right)^2$ 이 전달함수의 분모에 들어간다.

$\omega = 100$ 일 때 기울기가 -20 이 되므로 $\frac{j\omega}{100} + 1$ 이 전달함수의 분자에 들어간다.

$$H(j\omega) = \frac{10^2(j\omega + 1)\left(\frac{j\omega}{100} + 1\right)}{\left(\frac{j\omega}{10} + 1\right)\left(\frac{j\omega}{80} + 1\right)^2} = \frac{10^2 \times 10 \times 80^2}{100} \frac{(j\omega + 1)(j\omega + 100)}{(j\omega + 10)(j\omega + 80)^2}$$

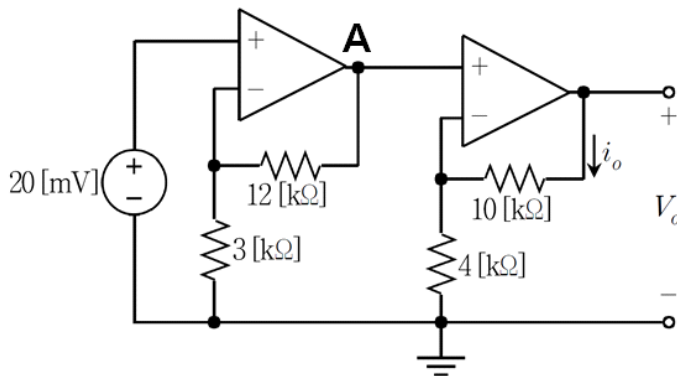
$$H(j\omega) = \frac{6.4 \times 10^4 (j\omega + 1)(j\omega + 100)}{(j\omega + 10)(j\omega + 80)^2}$$

14. 【정답】 ②

$\tau = RC = 10 \times 10^3 \times 10^{-3} = 10$ [s] 이므로 $v_C(t) = 10e^{-t/10}$ 이다.

따라서 $0 \leq t < 10$ [s] 에서 $v_o(t) = \frac{v_C(t)}{2} = 5e^{-t/10}$ [s] 이다.

15. 【정답】 ①



$$\frac{v_A - 20}{12} = \frac{20}{3}, \quad v_A = 100 \text{ [mV]}$$

$$i_o = \frac{100}{4} = 25 \text{ [}\mu\text{A]}$$

16. 【정답】 ①

$$H(s) = \frac{\frac{1}{sC}}{R + \frac{1}{sC}} = \frac{1}{RCs + 1} \text{ 이므로 차단주파수 } \frac{1}{RC} [\text{rad/s}] \text{ 이다.}$$

$$\frac{1}{R \times 10^{-6}} = 2\pi \times \frac{2}{\pi} \times 10^3, R = \frac{10^3}{4} = 250 [\Omega]$$

17. 【정답】 ①

병렬로 연결된 소자의 임피던스는 같으므로 이때 흐르는 전류를 I 라 하면 $I(s) = \frac{V_i(s)}{R + \frac{1}{sC}}$

$$V_o(s) = V_i(s) - \frac{V_i(s)}{R + \frac{1}{sC}} \cdot \frac{1}{sC} - \left(V_i(s) - \frac{V_i(s)}{R + \frac{1}{sC}} R \right)$$

$$V_o(s) = \left(\frac{CRs}{CRs + 1} - \frac{1}{CRs + 1} \right) V_i(s)$$

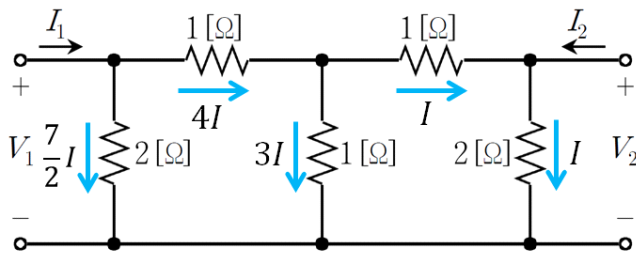
$$H(s) = \frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \frac{CRs - 1}{CRs + 1}$$

18. 【정답】 ④

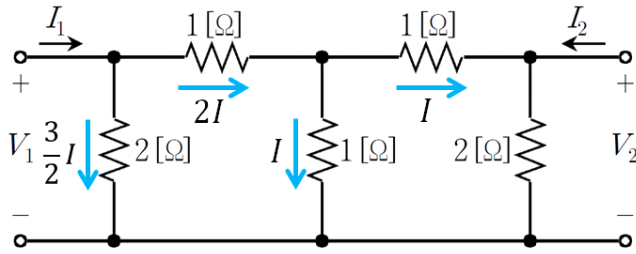
역률이 1이 되어야하므로 합성 어드미턴스의 허수부가 없어야 한다. 따라서 병렬로 연결한 소자의 어드미턴스는 $j0.2 [\text{S}]$ 이다.

따라서 소자는 '커패시터'이고 크기는 $0.2 [\text{F}]$ 이다.

19. 【정답】 ④



$$A = \frac{V_1}{V_2} \Big|_{I_2=0} = \frac{7I}{2I} = \frac{7}{2}, C = \frac{I_1}{V_2} \Big|_{I_2=0} = \frac{\left(\frac{7}{2} + 4\right)I}{2I} = \frac{15}{4}$$



$$B = -\left. \frac{V_1}{I_2} \right|_{V_2=0} = -\frac{3I}{-I} = 3, \quad D = -\left. \frac{I_1}{I_2} \right|_{V_2=0} = -\frac{\left(\frac{3}{2} + 2\right)I}{-I} = \frac{7}{2}$$

$$\begin{bmatrix} \frac{7}{2} & 3 \\ \frac{15}{4} & \frac{7}{2} \end{bmatrix}$$

20. 【정답】 ③

① 입력전압은 $v_i(t) = 9 - 9u(t - 0.5)$ 이므로 $V_i(s) = \frac{9}{s} - \frac{9}{s}e^{-0.5s} = \frac{9}{s}(1 - e^{-0.5s})$

② $R_1 = 6 \times 10^3 [\Omega]$, $R_2 = 4 \times 10^3 [\Omega]$, $R_3 = 8 \times 10^3 [\Omega]$, $C = 10^{-4} [F]$ 라 하면

$$Z(s) = R_1 + \frac{1}{sC} \parallel (R_2 + R_3) = R_1 + \frac{\frac{R_2 + R_3}{sC}}{\frac{1}{sC} + R_2 + R_3} = R_1 + \frac{R_2 + R_3}{(R_2 + R_3)Cs + 1}$$

$$H(s) = \frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \frac{R_3}{R_2 + R_3} \frac{\frac{R_2 + R_3}{(R_2 + R_3)Cs + 1}}{R_1 + \frac{R_2 + R_3}{(R_2 + R_3)Cs + 1}} = \frac{2}{3} \frac{R_2 + R_3}{(R_2 + R_3)R_1Cs + R_1 + R_2 + R_3}$$

$$H(s) = \frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \frac{2}{3} \frac{12}{12 \times 0.6s + 18} = \frac{2}{3} \frac{1}{0.6s + 1.5} = \frac{1}{1.5(0.6s + 1.5)} = \frac{1}{0.9(s + 2.5)}$$

③ 출력전압은 $V_o(s) = \frac{1}{0.9(s + 2.5)} \cdot \frac{9}{s}(1 - e^{-0.5s}) = \frac{10}{s(s + 2.5)}(1 - e^{-0.5s})$

$$V_o(s) = \left(\frac{4}{s} - \frac{4}{s + 2.5} \right) (1 - e^{-0.5s}) \text{이다.}$$

④ 출력전압은 $V_o(s) = \frac{4}{s} - \frac{4}{s}e^{-0.5s} - \frac{4}{s + 2.5} + \frac{4}{s + 2.5}e^{-0.5s}$ 이므로 역변환하면

$$V_o(s) = 4 - 4u(t - 0.5) - 4e^{-2.5t} + 4e^{-2.5(t - 0.5)}u(t - 0.5) \text{이다.}$$