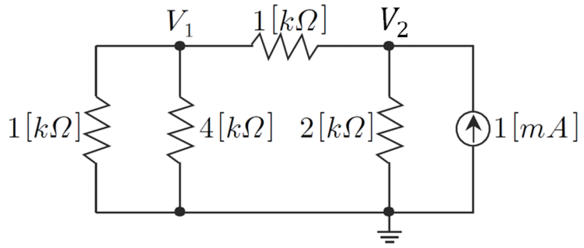
2007년 국가직 7급 회로이론 공책형 해설

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

1.【정답】①



$$\frac{V_2-V_1}{1}+\frac{V_2}{2}=1,\ -2V_1+3V_2=2,\ -V_1+\frac{3}{2}V_2=1$$

$$\frac{V_2-V_1}{1}=\frac{V_1}{4}+\frac{V_1}{1},\ 9V_1-4V_2=0,\ \frac{9}{4}V_1-V_2=0$$

문제에 주어진 보기의 행렬식의 형태로 볼 때 $\begin{pmatrix} a & -1 \\ -1 & b \end{pmatrix}\begin{pmatrix} V_1 \\ V_2 \end{pmatrix}=\begin{pmatrix} 0 \\ q \end{pmatrix}$의 꼴임을 알 수 있다.

$\begin{pmatrix} \frac{9}{4} & -1 \\ -1 & \frac{3}{2} \end{pmatrix}\begin{pmatrix} V_1 \\ V_2 \end{pmatrix}=\begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}$이므로 $V_1=\dfrac{\begin{vmatrix} 0 & -1 \\ 1 & \frac{3}{2} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 2\frac{1}{4} & -1 \\ -1 & \frac{3}{2} \end{vmatrix}}$이다.

2.【정답】②

R_2와 C의 등가 임피던스 $\dfrac{\frac{R_2}{sC}}{R_2+\frac{1}{sC}}=\dfrac{R_2}{sR_2C+1}$

$$\frac{V_o}{V_i}=\frac{\frac{R_2}{sR_2C+1}}{R_1+\frac{R_2}{sR_2C+1}}=\frac{R_2}{R_1(sR_2C+1)+R_2}=\frac{R_2}{sR_1R_2C+R_1+R_2}$$

① 이 회로의 전달함수는 $\left(\dfrac{R_2}{sCR_1R_2+R_1+R_2}\right)$이다.

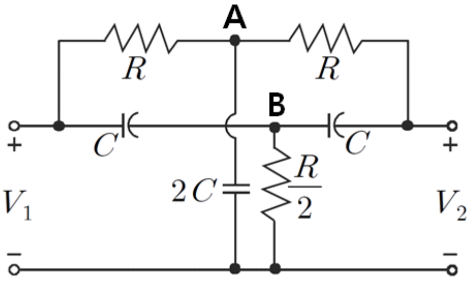
② 이 회로에 $1[\mathrm{V}]$의 DC 입력이 인가되면 정상상태에서의 출력 값은

$$\lim_{s\to 0}\frac{R_2}{sCR_1R_2+R_1+R_2}=\frac{R_2}{R_1+R_2}$$ 이다.

③ $$\frac{R_2}{sCR_1R_2+R_1+R_2}=\frac{\dfrac{R_2}{R_1+R_2}}{s\dfrac{R_1R_2}{R_{!}+R_2}C+1}$$ 이므로 이 회로의 시정수는 $\left(\dfrac{R_1R_2}{R_1+R_2}\right)C$이다.

④ 전달함수가 $\dfrac{K}{s+a}$의 꼴을 가지므로 이 회로는 저역통과필터(low pass filter)이다.

3. **【정답】 ④**



노드A : $\dfrac{V_1-V_A}{R}=\dfrac{V_A}{\dfrac{1}{sC}}+\dfrac{V_A-V_2}{R}$, 정리하면 $V_A=\dfrac{V_1+V_2}{2(sCR+1)}$

노드B : $\dfrac{V_1-V_B}{\dfrac{1}{sC}}=\dfrac{V_B}{\dfrac{R}{2}}+\dfrac{V_B-V_2}{\dfrac{1}{sC}}$, 정리하면 $V_B=\dfrac{sCR(V_1+V_2)}{2(sCR+1)}$

$\dfrac{V_A-V_2}{R}+\dfrac{V_B-V_2}{\dfrac{1}{sC}}=0$, 정리라면 $V_2=\dfrac{V_A+sCRV_B}{sCR+1}$

$V_2=\dfrac{V_A+sCRV_B}{sCR+1}$에 $V_A=\dfrac{V_1+V_2}{2(sCR+1)}$와 $V_B=\dfrac{sCR(V_1+V_2)}{2(sCR+1)}$를 대입하여 정리하면

$V_2=\dfrac{(1+(sCR)^2)(V_1+V_2)}{2(sCR+1)^2}$, 정리하면 $H(s)=\dfrac{V_2(s)}{V_1(s)}=\dfrac{(sCR)^2+1}{(sCR)^2+4sCR+1}$

$H(s)=\dfrac{s^2+\left(\dfrac{1}{CR}\right)^2}{s^2+\dfrac{4}{CR}s+\left(\dfrac{1}{CR}\right)^2}$의 형태를 가지므로 대역 저지 필터(BRF)이다.

http://wirebox.tistory.com

4. 【정답】 ②

$$h_{11}=\frac{V_1}{I_1}\bigg|_{V_2=0}=\frac{10I_1}{I_1}=10,\ h_{12}=\frac{V_1}{V_2}\bigg|_{I_1=0}=\frac{10I_1}{I_1}=1$$

$$h_{21}=\frac{I_2}{I_1}\bigg|_{V_2=0}=\frac{-I_1}{I_1}=-1,\ h_{22}=\frac{I_2}{V_2}\bigg|_{I_1=0}=\frac{\frac{V_2}{5}}{V_2}=0.2$$

5. 【정답】 ①

$$V_2=-I_2R$$

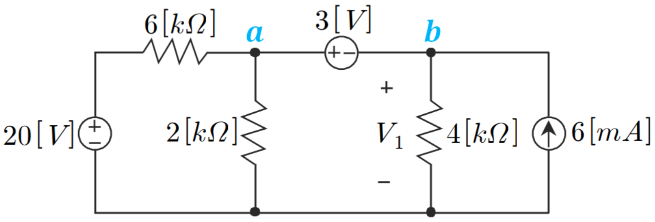
$$V_2=z_{21}I_1+z_{22}I_2=15I_1+25I_2=-I_2R$$

$$I_2=-\frac{15}{25+R}I_1$$

$$V_1=z_{11}I_1+z_{12}I_2=20I_1+15I_2=\left(20-\frac{15^2}{25+R}\right)I_1=V_s$$

$$\left(20-\frac{15^2}{25+R}\right)\cdot 2=25,\ R=5\,[\Omega]$$

6. 【정답】 ①



Node a : $\frac{20-V_a}{6}=\frac{V_a}{2}+i$

Node b : $i+6=\frac{V_a-3}{4}$

$$V_a=11\,[\mathrm{V}],\ i=-4\,[\mathrm{mA}]$$

$$V_1=V_a-3=11-3=8\,[\mathrm{V}]$$

7. 【정답】 ②

입력의 코사인 함수를 90° 만큼 평행이동하면 사인함수가 되므로 입력과 출력의 위상 차이는 -90° 이다. 따라서 $\angle H(j10^4\pi)=-90^\circ$ 이다.

$$\angle H(j\omega)=\tan^{-1}(-\omega RC)-\tan^{-1}(\omega RC)=-90^\circ$$

$$\tan^{-1}(\omega RC)=45^\circ,\ \omega RC=1$$

$$C = \frac{1}{\omega R} = \frac{1}{10^4 \pi \times 10^4} = \frac{10^{-8}}{\pi} = \frac{10}{\pi}\ [\mathrm{nF}]$$

8. **【정답】** ①

주파수 $\omega = 3\ [\mathrm{rad/s}]$이므로 주어진 소자들을 복소 임피던스로 변환하면

$\frac{1}{9}[\mathrm{F}]$: $\frac{1}{j \times 3 \times \frac{1}{9}} = -3j$, $2[\mathrm{H}]$: $6j$

Z_L에서 본 태브냉 등가저항 $R_{\mathrm{Th}} = 3 + \frac{(-3j)6j}{-3j+6j} = 3 - j6$

따라서 $Z_L = \overline{R_{\mathrm{Th}}} = 3 + j6$이므로 소비되는 평균 유효전력이 최대가 되는 Z_L은 $3\ [\Omega]$ 저항, $\frac{6}{3} = 2\ [\mathrm{H}]$ 인덕터가 직렬로 연결된 것이다.

9. **【정답】** ④

$$V_1(s) = (2+4s)I_1(s) - 2sI_2(s) = \frac{2}{s}$$

$$-2sI_1(s) + (4+4s)I_2(s) = 0$$

$$I_1(s) = \frac{4+4s}{2s}I_2(s) = \frac{2(1+s)}{s}I_2(s)$$

$$\left(\frac{4(1+2s)(1+s)}{s} - 2s\right)I_2(s) = \frac{2}{s}$$

$$I_2(s) = \frac{\frac{2}{s}}{\frac{4(1+2s)(1+s)}{s} - 2s} = \frac{2}{4(1+2s)(1+s) - 2s^2} = \frac{1}{3s^2 + 6s + 2}$$

10. **【정답】** ③

$$I_1 = \frac{V_2}{sL} + \frac{V_2}{\frac{1}{sC}} + \frac{V_2}{R_1} + \frac{V_2 - AV_2}{R_2}$$

$$I_1 = \left(\frac{1}{sL} + sC + \frac{1}{R_1} + \frac{1-A}{R_2}\right)V_2 = \left(\frac{1}{0.5s} + s + 2 + 1 - A\right)V_2$$

$$\frac{V_2}{I_1} = \frac{1}{\frac{1}{0.5s} + s + 3 - A} = \frac{s}{s^2 + (3-A)s + 2}$$

전달함수의 특성방정식의 계수가 모두 양수이어야 안정하므로

$3 - A > 0$, $A < 3$

문제에서 $A>0$이므로 $0<A<3$

11. **【정답】** ①
선형회로의 태브냉 전압을 V_T, 태브냉 등가 저항을 R_T라 하면

$$\frac{4}{4+R_T}V_T=8,\ \frac{1}{1+R_T}V_T=4$$

$$V_T=12\,[\mathrm{V}],\ R_T=2\,\mathrm{k\Omega}$$

$$\frac{10}{10+2}\times 12=10\,[\mathrm{V}]$$

12. **【정답】** ②
$\omega<2$일 때 기울기가 0이고 $\mathrm{Gain}=-20\,[\mathrm{dB}]$이므로 0.1이 전달함수 분자에 들어간다.

$\omega=2$일 때 기울기가 $+40$이 되므로 $\left(1+\frac{s}{2}\right)^2$가 전달함수의 분자에 들어간다.

$\omega=10$일 때 기울기가 $+20$이 되므로 $1+\frac{s}{10}$이 전달함수의 분모에 들어간다.

$\omega=100$일 때 기울기가 0이 되므로 $1+\frac{s}{100}$이 전달함수의 분모에 들어간다.

$$G(s)=\frac{0.1\left(1+\frac{s}{2}\right)^2}{\left(1+\frac{s}{10}\right)\left(1+\frac{s}{100}\right)}=\frac{25(s+2)^2}{(s+10)(s+100)}$$

13. **【정답】** ③
문제의 구형파는 기함수이므로 푸리에 계수 중 b_n만 구하면 된다.

$$b_n=\frac{2}{T_p}\left[\int_0^{T_p/2}\sin n\frac{2\pi}{T_p}tdt+\int_{T_p/2}^{T_p}-\sin n\frac{2\pi}{T_p}tdt\right]=\frac{2}{n\pi}(1-\cos n\pi)$$

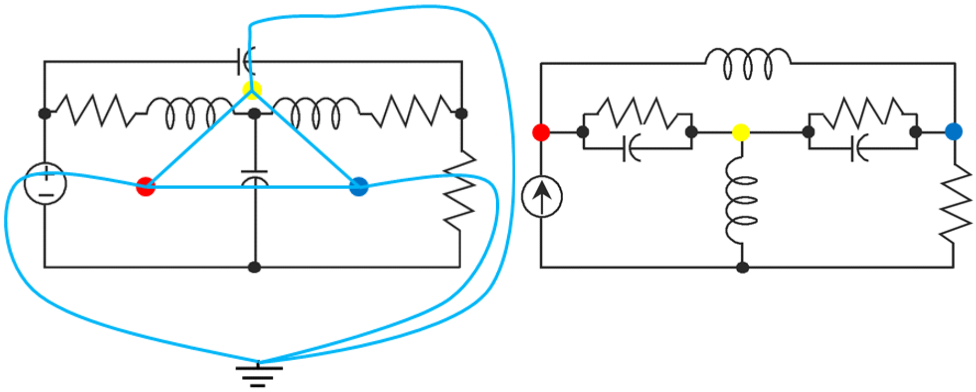
$$b_n=\begin{cases}0 & n\text{은 짝수}\\ \frac{4}{n\pi} & n\text{은 홀수}\end{cases}$$

$$f(t)=\frac{4}{\pi}\sin\frac{2\pi}{T_p}t+\frac{4}{3\pi}\sin\frac{6\pi}{T_p}t+\frac{4}{5\pi}\sin\frac{10\pi}{T_p}t+\cdots$$

$$f(t)=\frac{4}{\pi}\sin 2\pi f_pt+\frac{4}{3\pi}\sin 2\pi(3f_p)t+\frac{4}{5\pi}\sin 2\pi(5f_p)t+\cdots$$

따라서 여파기를 통과하는 사인파는 주파수가 f_p 인 사인파뿐이므로 이때 진폭은 이때 출력 파형의 진폭은 $\frac{4}{\pi}\fallingdotseq 1.27$이다. 따라서 보기 중 알맞은 것은 ③번이다.

14. 【정답】 ③



쌍대회로(Dual Circuit) 그리는 법

1. 회로의 각 망(Mesh)의 중심에 새로운 노드(Node)를 잡는다.
2. 회로의 밖에 기준 노드(Ground)를 잡는다.
3. 각 회로소자들이 지나가도록 각각의 노드 사이를 지나가는 선을 그린다.
4. 새로운 노드로부터 시작하여, 다른 노드를 지나가지 않고 회로소자를 지나가는 선은 기준 노드로 선이 이어지도록 한다.
5. 각 회로소자와 연결법를 쌍대 관계에 있는 것으로 변환한다.
   (전압원↔전류원, 직렬↔병렬, 저항↔컨덕턴스, 인덕터↔커패시터)
6. 그린 선을 바탕으로 쌍대회로(Dual Circuit)를 그린다.

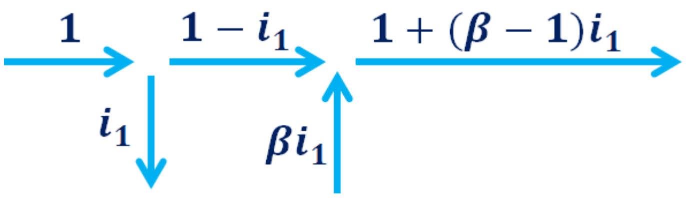
문제 회로의 쌍대회로를 그리면 ③번이 된다.

15. 【정답】 ③

$$I(s)=\frac{\frac{1}{s}}{10+\frac{1}{10^{-5}s}+10^{-3}s}=\frac{1}{10^{-3}s^2+10s+10^5}=\frac{10^3}{s^2+10^4s+10^8}$$

특성방정식의 판별식 $D=10^8-4\cdot10^8<0$이므로 공액복소근을 갖고 근의 실수부가 0보다 작으므로 ③번과 같은 형태를 갖는다.

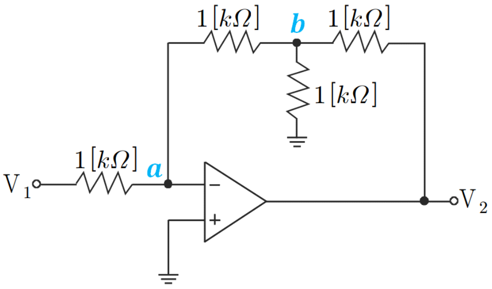
16. 【정답】 ②



$$3i_1=2(1+(\beta-1)i_1)$$

$i_1 = \dfrac{2}{5-2\beta}$이므로 $\beta = 2$일 때 최댓값 $i_1 = 2\,[\mathrm{A}]$를 갖는다.

17. **【정답】** ④



$V_a = 0$

$\dfrac{V_1}{1} = \dfrac{0-V_b}{1}$, $V_1 = -V_b$

$\dfrac{0-V_b}{1} = \dfrac{V_b}{1} + \dfrac{V_b - V_2}{1}$

$V_1 = -2V_1 - V_2$, $\dfrac{V_2}{V_1} = -3$

18. **【정답】** ④

$\dfrac{V_s - V_0}{2s} + I_s = \dfrac{V_0}{2}$

$(s+1)V_0 = V_s + 2sI_s$

$(s+1)V_0 = \dfrac{10}{s} + 2s \cdot \dfrac{1}{s} = \dfrac{10}{s} + 2$

$V_0(s) = \dfrac{\dfrac{10}{s}+2}{s+1} = \dfrac{2s+10}{s(s+1)} = \dfrac{10}{s} + \dfrac{-8}{s+1}$

$v_0(t) = (10 - 8e^{-t})u(t)$

19. **【정답】** ②

주파수 $\omega = 1000\,[\mathrm{rad/s}]$이므로 주어진 소자들을 복소 임피던스로 변환하면

$50\,[\mathrm{mF}]$: $50 \times 10^{-3} \times 10^{3} = 50j$, $20\,[\mu\mathrm{F}]$: $\dfrac{1}{1000 \times 20 \times 10^{-6} j} = -50j$

따라서 전체 임피던스 $Z = 50j + R - 50j = R$이므로 전류와 전압의 위상은 같다.

$I_s = \dfrac{1}{R} \angle 0$로 나타내면

$$V_L = \left(50\angle\frac{\pi}{2}\right)\left(\frac{1}{R}\angle 0^\circ\right) = \frac{50}{R}\angle\frac{\pi}{2}$$

$$V_R = (R\angle 0)\left(\frac{1}{R}\angle 0\right) = 1\angle 0$$

$$V_C = \left(50\angle -\frac{\pi}{2}\right)\left(\frac{1}{R}\angle 0\right) = \frac{50}{R}\angle -\frac{\pi}{2}$$

$$V_x = \frac{50}{R}\angle\frac{\pi}{2} + 1\angle 0,\ \ V_y = 1\angle 0 + \frac{50}{R}\angle -\frac{\pi}{2}$$

① $R=0[\Omega]$일 때, $V_x = \infty\angle\frac{\pi}{2}$, $V_y = \infty\angle -\frac{\pi}{2}$이므로 V_x와 V_y의 위상은 π만큼 차이가 난다.

② $R=50[\Omega]$일 때, $V_x = 1+j$, $V_y = 1-j$이므로 V_x와 V_y의 위상은 $\pi/2$만큼 차이가 난다.

③ $R=\infty[\Omega]$일 때, $V_x = 1\angle 0$, $V_y = 1\angle 0$이므로 V_x와 V_y의 위상은 동일하다.

20. 【정답】 ②

② 안정하고 선형인 회로에서 전달함수를 구할 때 초기조건은 0으로 가정하고 구한다.
따라서 초기조건이 필요하지 않다.