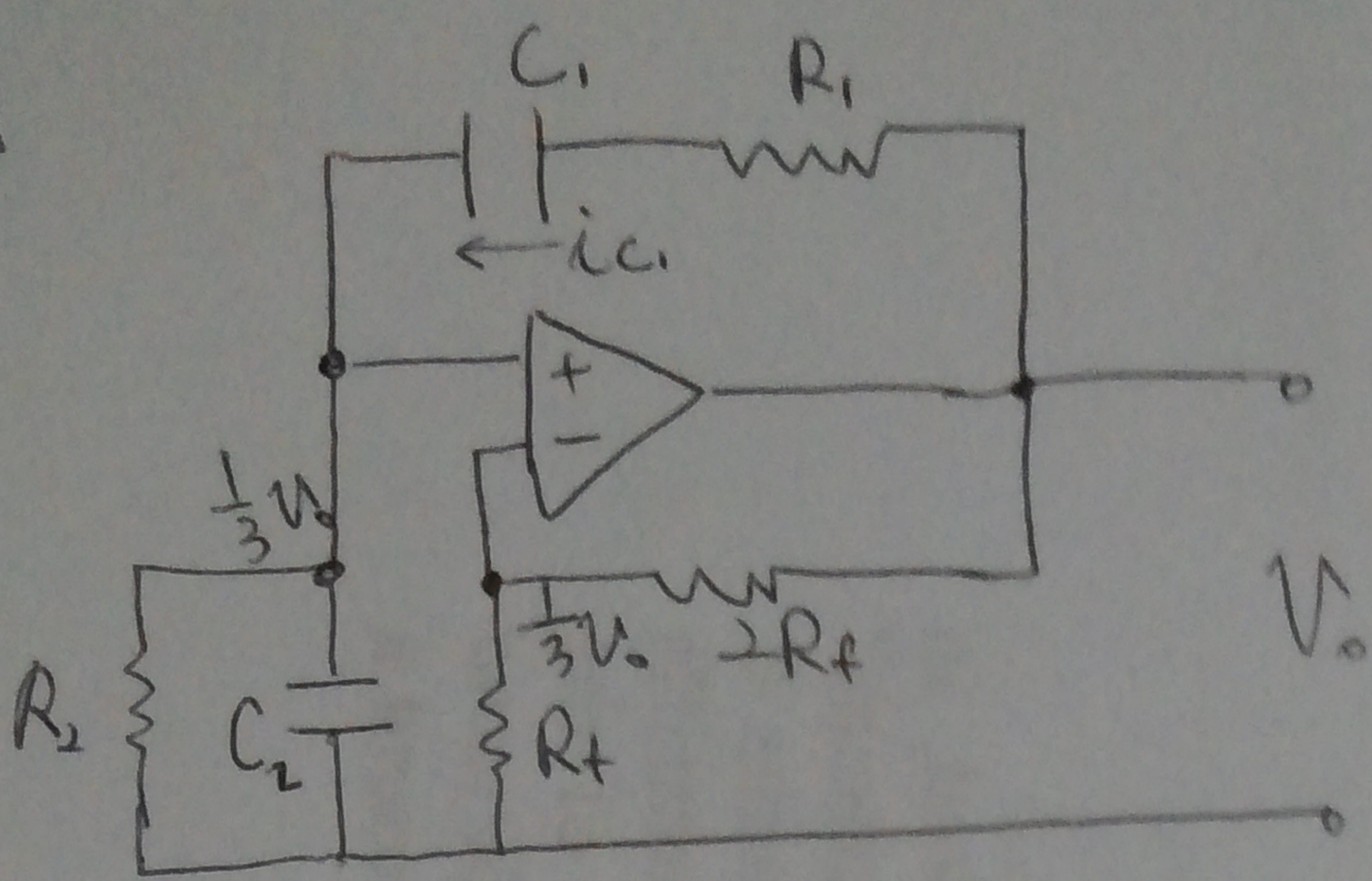
[1]



$C_1 = C_2 = C$

(a) $\frac{2}{3}v_o = i_{c_1}R_1 + v_{c_1} \Rightarrow \frac{2}{3}\frac{dv_o}{dt} = \frac{di_{c_1}}{dt}R_1 + \frac{dv_{c_1}}{dt}$ ⋯ ①

$i_{c_2} = \frac{\frac{1}{3}v_o}{R_2} + C_2\frac{dv_{c_2}}{dt} = \frac{v_o}{3R_2} + \frac{C}{3}\frac{dv_o}{dt}$ ⋯ ②

$\Rightarrow \frac{dv_{c_1}}{dt} = \frac{v_o}{3R_2C} + \frac{1}{3}\frac{dv_o}{dt}$ ⋯ ③

식 ②와 ③을 ①에 대입하여 정리하면

$R_1C\frac{d^2v_o}{dt^2} + \left(\frac{R_1}{R_2} - 1\right)\frac{dv_o}{dt} + \frac{1}{R_2C}v_o = 0$ ⋯ ④

식 ④를 유도 — 12점

식 ①, ②, ③ 각 2점

(b) $\frac{R_1}{R_2} - 1 = 0$ 이어야 하므로 $R_1 = R_2$

이 때 식 ④를 정리하면 $\frac{d^2v_o}{dt^2} + \frac{1}{R_1R_2C^2}v_o = 0$

$\therefore \omega_o = \sqrt{\frac{1}{R_1R_2C^2}}$

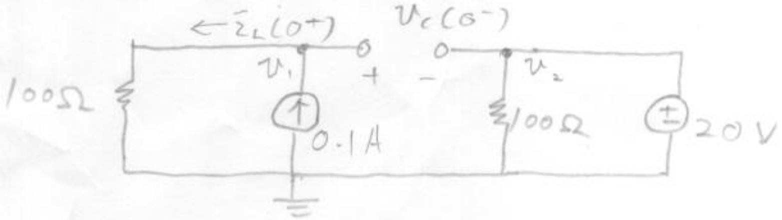
공진 조건 3점

각속도 3점

(c) $\omega_o = \sqrt{\frac{1}{10\times10^3 \times 10\times10^3 \times (10^{-6})^2}} = 100$ rad/s

2점

[2] $t < 0$

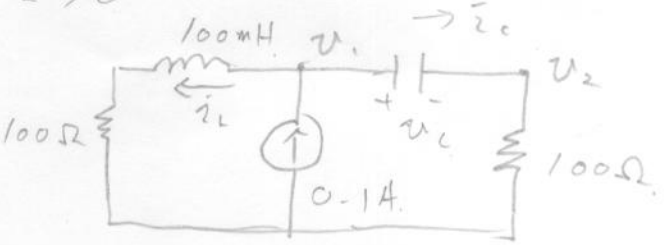


$v_1 = 10V \quad v_2 = 20V$

$v_c(0^-) = v_c(0^+) = v_1 - v_2 = \underline{-10V}$

$i_L(0^-) = i_L(0^+) = \underline{0.1A}$

$t > 0$



node1) $i_L + (-0.1) + C\frac{dv_c}{dt} = 0$ — ① $\left.\frac{dv_c}{dt}\right|_{0+} = \frac{-i_L(0^+) + 0.1}{C} = \underline{0}$

$i_c = 0.1 - i_L$

$v_1 = 100 i_L + L\frac{di_L}{dt} = \cancel{V_c + 100 i_c}$

$= V_c + 100(0.1 - i_L)$

$\Rightarrow \left.\frac{di_L}{dt}\right|_{0+} = \frac{1}{L}\left(\underset{-10}{V_c(0^+)} - 100\underset{0.1}{i_L(0^+)} + \cancel{100(0.1 - i_L(0^+))}\right)$ 10

$= \underline{-200}$

$V_c = V_1 - V_2$

$= 100 i_L + L\frac{di_L}{dt} - 100(0.1 - i_L)$

$= L\frac{di_L}{dt} + 200 i_L - 10$ — ②

① 에 ② 대입

$LC\frac{d^2 i}{dt^2} + 200C\frac{di_L}{dt} + i_L = 0.1$

$\lambda^2 + 2000\lambda + 200000 = 0$

$\lambda = -105.57, -1894.43$

$$i_L(t) = A e^{-105.57t} + B e^{-1894.43t} + C$$

$$C = 0.1$$

$$i_L(0^+) = A + B + 0.1 = 0.1 \qquad A = -B$$

$$\left.\frac{di_L}{dt}\right|_{0^+} = -105.57A - 1894.43B = -200$$

$$= -1783.86B = -200 \qquad \Rightarrow B = 0.112$$

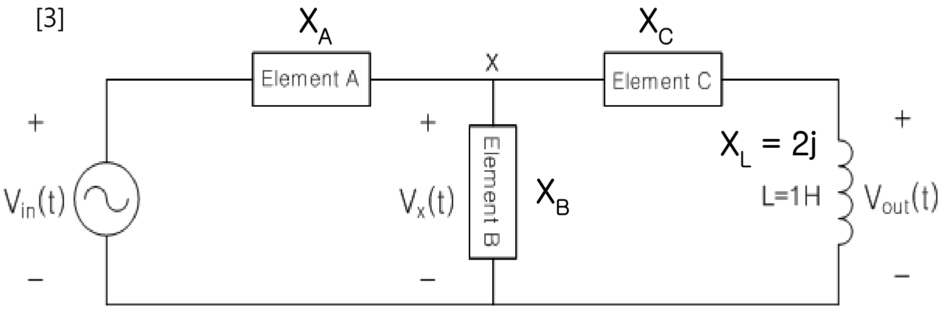
$$A = -0.112$$

$$i_L(t) = -0.112 e^{-105.57t} + 0.112 e^{-1894.43t} + 0.1 \text{ A}$$

$$V_1(t) = 100 i_L + L\frac{di_L}{dt}$$

$$= -10.02e^{-105.57t} - 10.02 e^{-1894.4t} + 10 \text{ V}$$

[3]



(a)

$$V_x \times \frac{2j}{X_c + 2j} = V_{out}$$

$$\frac{2j}{X_c + 2j} = \frac{V_{out}}{V_x} = \frac{1}{\sqrt{2}} \angle 45\,°$$

수식을 풀면 $X_c = 2$

∴ Element C : Resistor, 2Ω 부분점수 4점

$$V_{in} \times \frac{X_B \parallel (X_C + 2j)}{X_A + X_B \parallel (X_C + 2j)} = V_x$$

$$\frac{X_B \parallel (X_C + 2j)}{X_A + X_B \parallel (X_C + 2j)} = \frac{V_x}{V_{in}} = \frac{\sqrt{2}}{2} \angle -15\,°$$

$X_p = X_B \parallel (X_C + 2j)$, $\frac{\sqrt{2}}{2} \angle -15\,° = k$ 로 두고

$$\frac{X_p}{X_A + X_p} = k$$

역수를 취하면

$$\frac{1}{X_p} = \frac{1-k}{k} \times \frac{1}{X_A}$$

$$\frac{1}{X_p} = \frac{1}{X_B} + \frac{1}{2+2j} = \frac{1-k}{k} \times \frac{1}{X_A}$$

$$\frac{1}{X_B} + \frac{\sqrt{2}}{4} \angle -45\,° = \left(\frac{\sqrt{6}-\sqrt{2}}{2} \angle 45\,°\right) \times \frac{1}{X_A} \ (\bigstar)$$

$\angle \frac{1}{X_B}$는 0°, 90°, 또는 -90°의 값을 취할 수 있으므로 좌변에서 가능한 각도의 범위는 -90°~90°

$\angle \frac{1}{X_A}$도 역시 0°, 90°, 또는 -90°의 값 중 하나이므로 우변에서 가능한 각도는 45°, 135°, -45°

즉, 가능한 각도는 45°, -45°

① 양변 최종 값의 각도가 -45° 일 때,

$X_B \to \infty$ 이어야 하므로 역시 가능하지 않다.

② 양변 최종 값의 각도가 45° 일 때,

$\angle \frac{1}{X_A} = 0°$ 이어야 하고 $\angle \frac{1}{X_B} = 90°$ $(\angle X_B = -90°)$ 이어야 한다.

(★)에 대입해 실수부, 허수부를 나누어 계산하면

$\frac{1}{4} = \frac{1}{|X_A|} \times \frac{\sqrt{3}-1}{2}$, $X_A = 2 \times (\sqrt{3} - 1)$_

∴ Element A : Resistor, $2 \times (\sqrt{3} - 1)\Omega$ 부분점수 2점

$\frac{1}{|X_B|} - \frac{1}{4} = \frac{1}{|X_A|} \times \frac{\sqrt{3}-1}{2}$, $X_B = \frac{1}{2}$

$X_B = \frac{1}{2} = \frac{1}{wC} = \frac{1}{2C}$, C=$\frac{1}{4}$

∴ Element B : Capacitor, $\frac{1}{4}$ F 부분점수 2점

값은 틀렸지만 Element A와 B의 **종류**를 모두 맞춘 경우 부분점수 2점

(단, Element C는 값과 종류를 모두 맞추어야 함)

단위 안쓰면 -1점

(b)

$X_p = X_B \parallel (X_C + 2j) = \frac{\frac{4}{s} \times (2+s)}{\frac{4}{s} + 2 + s} = \frac{4(s+2)}{s^2+2s+4}$

$$H(s) = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{\frac{4(s+2)}{s^2+2s+4}}{2(\sqrt{3}-1) + \frac{4(s+2)}{s^2+2s+4}} \times \frac{s}{s+2} = \frac{4(s+2) \times s}{(1.464s^2 + 2.928s + 5.856) \times (s+2)}$$

$$= \frac{4(s^2+2s)}{1.464s^3 + 9.856s^2 + 27.712s + 27.712} = \frac{s}{0.366s^2 + 1.732s + 3.464}$$

틀린 소자값으로 H(s)는 올바르게 구한 경우 부분점수 3점

소자값 없이 변수로 치환해서 구한 경우 부분점수 2점

s대신 jw로 표기한 경우 -1점

(c)

$$\frac{-V_{in}+V_x}{X_A}+C\frac{dV_x}{dt}+i_L=0$$

$V_x=V_L+X_c i_L=L\frac{di_L}{dt}+X_c i_L$ 대입하면

$$\frac{-V_{in}+L\frac{di_L}{dt}-X_c i_L}{X_A}+CL\frac{d^2 i_L}{dt^2}+CX_c\frac{di_L}{dt}+i_L=0$$

$$-V_{in}+L\frac{di_L}{dt}+X_c i_L+X_A CL\frac{d^2 i_L}{dt^2}+CX_A X_c\frac{di_L}{dt}+X_A i_L=0$$

$$V_{in}=L\frac{di_L}{dt}+X_c i_L+X_A CL\frac{d^2 i_L}{dt^2}+CX_A X_c\frac{di_L}{dt}+X_A i_L=0$$

$V_{out}=V_L=L\frac{di_L}{dt}$, $\frac{dV_{in}}{dt}=L\frac{d^2 i_L}{dt^2}+X_c\frac{di_L}{dt}+X_A CL\frac{d^3 i_L}{dt^3}+CX_A X_c\frac{d^2 i_L}{dt^2}+X_A\frac{di_L}{dt}$ 대입하면

$$\frac{dV_{in}}{dt}=L\frac{dV_{out}}{dt}+\frac{X_c}{L}V_{out}+X_A C\frac{d^2 V_{out}}{dt^2}+\frac{CX_A X_c}{L}\frac{dV_{out}}{dt}+\frac{X_A}{L}V_{out}$$

각 소자값을 대입해서 정리하면

$$\frac{dV_{in}}{dt}=\frac{dV_{out}}{dt}+2V_{out}+0.366\frac{d^2 V_{out}}{dt^2}+0.732\frac{dV_{out}}{dt}+1.464V_{out}$$

$$=3.464V_{out}+1.732\frac{dV_{out}}{dt}+0.366\frac{d^2 V_{out}}{dt^2}$$

또는

(b)에서 $(1.464s^3+9.856s^2+27.712s+27.712)\times V_{out}=4(s^2+2s)\times V_{in}$

$(1.464V_{out}'''+9.856V_{out}''+27.712V_{out}'+27.712)=4(V_{in}''+2V_{in}'')$

틀린 소자값으로 H(s)는 올바르게 구한 경우 부분점수 3점

소자값 없이 변수로 치환해서 구한 경우 부분점수 2점

s대신 jw로 표기한 경우 -1점

[4]

(a) (총 8점)

RC회로의 시정수: RC	(s)	(4점)
RL회로의 시정수: $\frac{L}{R}$	(s)	(4점)

과정에 대한 부분점수 없음

(b) (각 3점, 총 6점)

i) RC회로

$\mathrm{t} < 0$에서 $\mathrm{V_{out}}(t) = 0$ 이므로 $\mathrm{V_{out}}(0^{+}) = 0[\mathrm{V}]$ 이고 $\mathrm{V_{out}}(\infty) = V_{in}(\infty) = 1[\mathrm{V}]$ 이다.

주어진 회로에 대한 미분방정식을 세우면

$$\frac{\mathrm{dV_{out}}}{\mathrm{dt}} + \frac{\mathrm{V_{out}}}{\mathrm{RC}} = \frac{V_{in}}{RC}$$

위의 초기 조건과 $\mathrm{V_{in}}(t) = u(t)$를 이용하여 풀면

$$\mathrm{V_{out}}(t) = \begin{cases} V_{in}(t) \cdot \left(1 - \mathrm{e}^{-\frac{\mathrm{t}}{\mathrm{RC}}}\right) & t \geq 0 \\ 0 & t < 0 \end{cases}$$

$$= \begin{cases} 1 - \mathrm{e}^{-\frac{\mathrm{t}}{\mathrm{RC}}} & t \geq 0 \\ 0 & t < 0 \end{cases} \qquad [\mathrm{V}]$$

답이 맞으면 3점

$1 - \mathrm{e}^{-\frac{\mathrm{t}}{\mathrm{RC}}}$ 부분점수 1점

ii) RL회로

인덕터에 흐르는 전류를 i(t)라 하면

$\mathrm{t} < 0$에서 $\mathrm{i(t)} = 0$ 이므로

$\mathrm{i}(0^{+}) = 0[\mathrm{A}]$ 이고

$\mathrm{i}(\infty) = \frac{\mathrm{V_{in}}}{R} = \frac{1}{\mathrm{R}}[\mathrm{A}]$ 이다.

주어진 회로에 대한 미분방정식을 세우면

$$\mathrm{V_{in}} = \mathrm{Ri} + \mathrm{L}\frac{\mathrm{di}}{\mathrm{dt}}$$

위의 초기 조건을 이용하여 풀면

$$\mathrm{i(t)} = \begin{cases} \frac{1}{R}\left(1 - e^{-\frac{t}{\frac{L}{R}}}\right) & t \geq 0 \\ 0 & t < 0 \end{cases} \qquad [\mathrm{A}]$$

$\mathrm{V_{out}} = V_{in} - Ri,\ \mathrm{V_{in}}(t) = u(t)$이므로

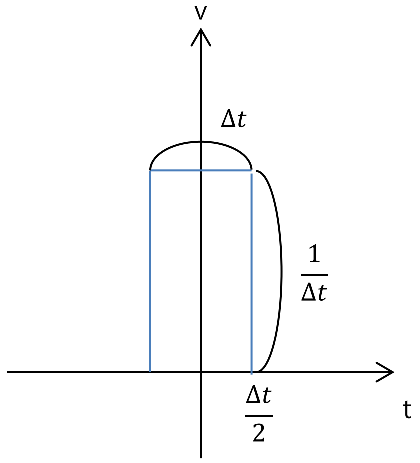
$$\mathrm{V_{out}} = \begin{cases} e^{-\frac{t}{\frac{L}{R}}} & t \geq 0 \\ 0 & t < 0 \end{cases} \qquad [\mathrm{V}]$$

답이 맞으면 3점

$e^{-\frac{t}{\frac{L}{R}}}$ 부분점수 1점

(c) (각 3점, 총 6점)

i) RC회로



초기 조건을 구하기 위해 왼쪽과 같은 input을 고려한다.

$$\mathrm{V_{out}}(t) = \frac{1}{\Delta t}\left(1 - \mathrm{e}^{-\frac{\mathrm{t}+\frac{\Delta \mathrm{t}}{2}}{\mathrm{RC}}}\right) \qquad \left(\frac{\Delta \mathrm{t}}{2} > \mathrm{t} \geq -\frac{\Delta \mathrm{t}}{2}\right)$$

$$\mathrm{V_{out}}\left(\frac{\Delta t}{2}\right) = \frac{1}{\Delta t}\left(1 - \mathrm{e}^{-\frac{\Delta t}{\mathrm{RC}}}\right)$$

Impulse function은 $\Delta \mathrm{t} \rightarrow 0$,

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \mathrm{V_{out}}\left(\frac{\Delta t}{2}\right) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{1}{\Delta t}\left(1 - \mathrm{e}^{-\frac{\Delta \mathrm{t}}{\mathrm{RC}}}\right) = \frac{1}{\mathrm{RC}}$$

$\therefore \mathrm{V_{out}}(0^+) = \frac{1}{RC}$[V] 부분점수 1점

(다른 풀이 방법을 이용해도 값이 같으면 부분점수)

$\mathrm{V_{out}}(\infty) = 0$ [V]

(b)에서의 미분방정식을 위 조건에 대해 해를 구하면

$$\mathrm{V_{out}}(t) = \begin{cases} \frac{1}{RC} \cdot e^{-\frac{t}{RC}} & t \geq 0 \\ 0 & t < 0 \end{cases} \quad \text{[V]}$$

답이 맞으면 3점

(라플라스 변환 등 다른 방법으로 논리가 적절하고 답이 맞으면 3점)

($\mathrm{V_{out}}(t) = \frac{1}{RC} \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$ 부분점수 2점)

ii) RL회로

i)과 같은 방식으로 (b) ii)에서 $\mathrm{i}(0^+)$를 구하면

$\mathrm{i}(0^+) = \frac{R}{\mathrm{L}}$ [A] 이고 부분점수 1점

(다른 풀이 방법을 이용해도 값이 같으면 부분점수)

$\mathrm{i}(\infty) = 0$ [A]

위의 조건에 대해서 i에 대한 미분방정식의 해를 구하면

$$\mathrm{i(t)} = \frac{1}{\mathrm{L}} \cdot e^{-\frac{t}{\frac{L}{R}}} \mathrm{u(t)} \qquad \text{[A]}$$

위의 i(t)를 이용해 $\mathrm{V_{out}}(t)$를 구하면

$$\mathrm{V_{out}}(t) = V_{in}(t) - R \cdot i(t)$$

$= \delta(t) - \frac{R}{L} \cdot e^{-\frac{t}{\frac{L}{R}}} \cdot u(t)$ [V] 답이 맞으면 3점

(라플라스 변환 등 다른 방법으로 논리가 적절하고 답이 맞으면 3점)

($V_{out}(t) = -\frac{R}{L} \cdot e^{-\frac{t}{\frac{L}{R}}}$ 부분점수 2점)

[1]

(a) [각 1점=총 4점]

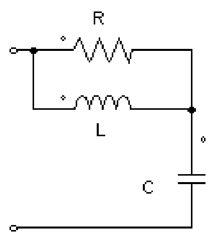
Resonance: resonant frequency에서는 impedance나 admittance의 phase가 0이 되고 회로에 공급되는 reactive power가 0이 된다.

Quality factor: resonant frequency 근처에서 주파수에 따라 impedance의 크기가 변하는 정도를 나타낸다. Q-factor가 클수록 impedance의 크기가 급격하게 변한다.

Bandwidth: resonant frequency에 비해서 power가 1/2이하로 떨어지지 않는 frequency의 대역폭

Damping ratio: damping은 resonance나 oscillation을 억제하는 것을 뜻한다. 일반적으로 damping ratio가 크면 resonance가 일어나는 크기가 작거나 어떤 disturbance에 대한 system의 oscillation이 빠르게 멈춘다.

(b) [총 6점]



위 회로의 admittance를 구하면 다음과 같다.

$$Y(s)=\frac{sC(\frac{1}{R}+\frac{1}{sL})}{sC+\frac{1}{R}+\frac{1}{sL}}=\frac{sC(1+s\frac{L}{R})}{s^2LC+s\frac{L}{R}+1}$$ [1점]

그리고 $s=j\omega$ 를 대입하면, $Y(s)\big|_{s=j\omega}=\dfrac{j\omega C(1+j\omega\frac{L}{R})}{(1-\omega^2LC)+j\omega\frac{L}{R}}=\dfrac{-\omega^2\frac{LC}{R}+j\omega C}{(1-\omega^2LC)+j\omega\frac{L}{R}}$ 이다.

Resonant frequency ω_o 에서는 $\angle Y(s)\big|_{s=j\omega}=0^\circ$ 이므로 $\omega=\omega_o$ 일 때 아래의 식을 만족해야 한다.

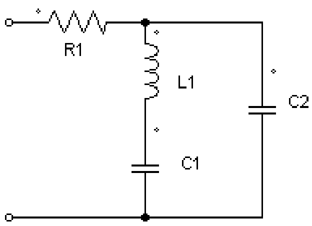
$$\frac{\omega_o C}{-\omega_o{}^2\frac{LC}{R}}=\frac{\omega_o\frac{L}{R}}{1-\omega_o{}^2LC}$$

$$(LC - \frac{L^2}{R^2})\omega_o^2 = 1$$

따라서 $\omega_o > 0$ 인 해를 택하면, resonant frequency $\omega_o = \dfrac{1}{\sqrt{LC - \frac{L^2}{R^2}}}$ 이다. [3점]

Resonance가 일어나기 위한 조건: $LC - \dfrac{L^2}{R^2} > 0$ [2점]

(c) [총 4점]



위 회로의 admittance를 구하면 다음과 같다.

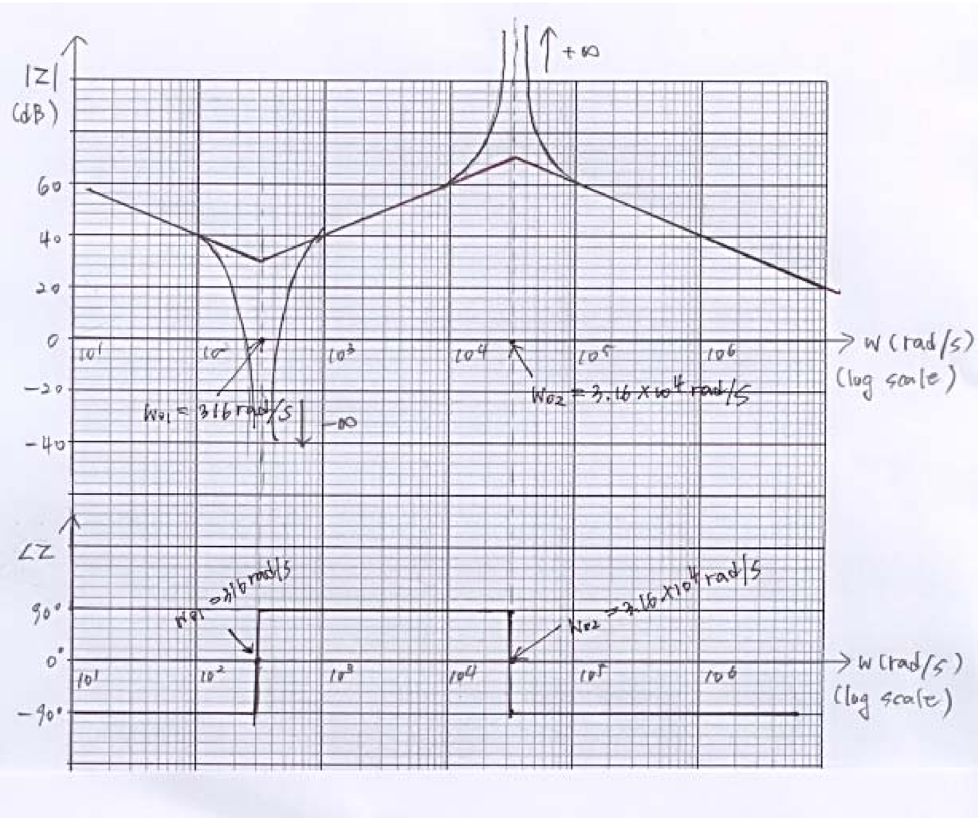
$$Y(s) = \frac{\frac{1}{R_1}(sC_2 + \frac{sC_1}{s^2L_1C_1+1})}{\frac{1}{R_1} + sC_2 + \frac{sC_1}{s^2L_1C_1+1}} = \frac{s^3L_1C_1C_2 + s(C_1+C_2)}{s^3R_1L_1C_1C_2 + s^2L_1C_1 + sR_1(C_1+C_2)+1}$$ [1점]

$s = j\omega$ 를 대입하면, $Y(s)\big|_{s=j\omega} = \dfrac{j\omega((C_1+C_2)-\omega^2L_1C_1C_2)}{(1-\omega^2L_1C_1) + j\omega R_1((C_1+C_2)-\omega^2L_1C_1C_2)}$ 이다.

이때 $C_2 >> C_1$ 이면, $Y(s)\big|_{s=j\omega} \approx \dfrac{j\omega C_2(1-\omega^2L_1C_1)}{(1-\omega^2L_1C_1) + j\omega R_1C_2(1-\omega^2L_1C_1)} = \dfrac{j\omega C_2}{1+j\omega R_1C_2}$ 가 되어 resonance가 일어나지 않는다. [3점]

(d) [총 6점]

$C_1 >> C_2$ 이고 $R_1 = 0\Omega$ 일 때 impedance는 $Z(s) = \dfrac{1}{Y(s)} = \dfrac{s^2L_1C_1+1}{sC_1(s^2L_1C_2+1)}$ 이고 bode plot은 다음과 같다.



[4점]

Gain plot, phase plot 각 2점씩

특이점, 기울기 등 중요한 정보가 없으면 1점 감점

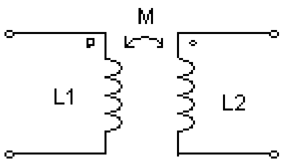
Q=∞인 것을 고려하지 않은 경우 1점 감점

Resonant frequency에서 impedance의 phase, $\angle Z(s)\big|_{s=j\omega}$ 가 0° 를 crossing하므로 위의 bode plot에서 resonant frequency를 아래와 같이 찾을 수 있다.

$$\omega_{o1} = \frac{1}{\sqrt{L_1C_1}}, \quad \omega_{o2} \approx \frac{1}{\sqrt{L_1C_2}} (C_1 >> C_2 \text{ 일 때})$$

따라서 주어진 값을 대입하면, $\omega_{o1} = 3.16\times10^2\,\text{rad/s}, \quad \omega_{o2} = 3.16\times10^4\,\text{rad/s}$ 이다. [각 1점=2점]

[2]



(a) [3점]

k : Coupling coefficient

Perfect coupling 상황에서는 두 권선이 같은 core에 대칭적으로 감겨 있으며 누설 자속이 없어, 다음 조건이 성립하게 된다.

$$k = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}} = \frac{c_M}{\sqrt{c_1 c_2}} = 1$$

조건을 올바르게 서술한 경우 3점

(b) [6점]

(a)에서 구한 조건을 이용하자.

- Inductance M

$$M = \sqrt{L_1 L_2} = 2[H]$$

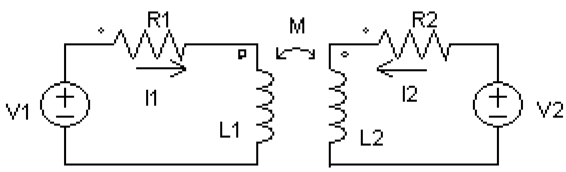
답이 맞은 경우 3점

- Turn ratio

$$\frac{N_2}{N_1} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}} = 20$$

답이 맞은 경우 3점

(c) [3점]



R1=1ohm, L1=2H, M=1H, L2=3H, R2=2ohm, V1=u(t) [V], V2=u(t)[V], I1(0-)=1A, and I2(0-)=0A.

$t \geq 0$

Primary: $1 = R_1 i_1 + L_1 \frac{di_1}{dt} + M \frac{di_2}{dt} = i_1 + 2\frac{di_1}{dt} + \frac{di_2}{dt}$

Secondary: $1 = R_2 i_2 + L_2 \frac{di_2}{dt} + M \frac{di_1}{dt} = 2i_2 + 3\frac{di_2}{dt} + \frac{di_1}{dt}$ 부분점수 1점

$$\frac{di_1}{dt} = -\frac{3}{5} i_1 + \frac{2}{5} i_2 + \frac{2}{5} \qquad (1)$$

$$\frac{di_2}{dt} = \frac{1}{5} i_1 - \frac{4}{5} i_2 + \frac{1}{5} \qquad (2)$$

(1) + (2)

$$\frac{d}{dt}(i_1 + i_2) = -\frac{2}{5}\left(i_1 + i_2 - \frac{3}{2}\right)$$

$$\therefore\ i_1 + i_2 - \frac{3}{2} = Ae^{-\frac{2}{5}t}$$

$$t = 0;\quad i_1(0) + i_2(0) - \frac{3}{2} = 0 + 0 - \frac{3}{2} = -\frac{3}{2} = A$$

$$\therefore\ i_1 + i_2 = \frac{3}{2}\left(1 - e^{-\frac{2}{5}t}\right)$$

(1) – 2*(2)

$$\frac{d}{dt}(i_1 - 2i_2) = -1 \times (i_1 - 2i_2)$$

$$\therefore i_1 - 2i_2 = \mathrm{B}e^{-t}$$

$$t = 0;\quad i_1(0) - 2i_2(0) = 0 = B$$

$$\therefore\ i_1 - 2i_2 = 0$$

$$\therefore\ i_{2,f}(t) = \frac{1}{2}\left(1 - e^{-\frac{2}{5}t}\right)u(t)\ [\mathrm{A}]$$

답이 맞은 경우 3점

(Laplace 변환 풀이)

$$\frac{1}{s} = (1+2s)I_1 + sI_2$$

$$\frac{1}{s} = (2+3s)I_2 + sI_1$$ 부분점수 1점

$$I_2 = \frac{1}{s(5s+2)} = \frac{1}{2}\frac{1}{s} - \frac{5}{2}\frac{1}{5s+2}$$

$$\therefore\ i_{2,f}(t) = \frac{1}{2}\left(1 - e^{-\frac{2}{5}t}\right)u(t)\ [\mathrm{A}]$$ 답이 맞은 경우 3점

(d) Find the complete response of I2. (5 points)

- Natural response

Primary: $0 = R_1 i_1 + L_1\frac{di_1}{dt} + M\frac{di_2}{dt} = i_1 + 2\frac{di_1}{dt} + \frac{di_2}{dt}$

Secondary: $0 = R_2 i_2 + L_2\frac{di_2}{dt} + M\frac{di_1}{dt} = 2i_2 + 3\frac{di_2}{dt} + \frac{di_1}{dt}$ 부분점수 1점

$$\frac{di_1}{dt} = -\frac{3}{5}i_1 + \frac{2}{5}i_2 \qquad (3)$$

$$\frac{di_2}{dt} = \frac{1}{5}i_1 - \frac{4}{5}i_2 \qquad (4)$$

(3) + (4)

$$\frac{d}{dt}(i_1 + i_2) = -\frac{2}{5}(i_1 + i_2)$$

$$\therefore i_1 + i_2 = Ce^{-\frac{2}{5}t}$$

$$t = 0; \qquad i_1(0) + i_2(0) = 1 + 0 = 1 = C$$

$$\therefore i_1 + i_2 = e^{-\frac{2}{5}t}$$

(3) – 2*(4)

$$\frac{d}{dt}(i_1 - 2i_2) = -1 \times (i_1 - 2i_2)$$
$$\therefore i_1 - 2i_2 = De^{-t}$$

$$t = 0; \quad i_1(0) - 2i_2(0) = 1 = D$$

$$\therefore i_1 - 2i_2 = e^{-t}$$

$$\therefore i_{2,n}(t) = (-\frac{1}{3}e^{-t} + \frac{1}{3}e^{-\frac{2}{5}t})u(t) \text{ [A]}$$ 부분점수 3점

(Laplace 변환 풀이)

$$0 = I_1 + 2(sI_1 - 1) + sI_2$$
$$0 = (2 + 3s)I_2 + (sI_1 - 1)$$
부분점수 1점

$$I_2 = \frac{1}{(s+1)(5s+2)} = -\frac{1}{3}\frac{1}{s+1} + \frac{5}{3}\frac{1}{5s+2}$$

$$\therefore i_{2,n}(t) = (-\frac{1}{3}e^{-t} + \frac{1}{3}e^{-\frac{2}{5}t})u(t) \text{ [A]}$$ 부분점수 3점

- Complete response

$$\therefore i_2(t) = i_{2,f}(t) + i_{2,n}(t) = (\frac{1}{2} - \frac{1}{3}e^{-t} - \frac{1}{6}e^{-\frac{2}{5}t})u(t) \quad \text{[A]}$$ 답이 맞은 경우 5점

(e) Find the power transferred to V2. (3 points)

$$P_{V2}(t) = -1 \times i_2(t) \times V_2(t) = (-\frac{1}{2} + \frac{1}{3}e^{-t} + \frac{1}{6}e^{-\frac{2}{5}t})u(t) \quad \text{[W]}$$ 답이 맞은 경우 3점