

회로 이론(Circuit Theory)

Final Exam. 2020년 6월 23일

이 름:

학 번:

학 년:

반: A , B

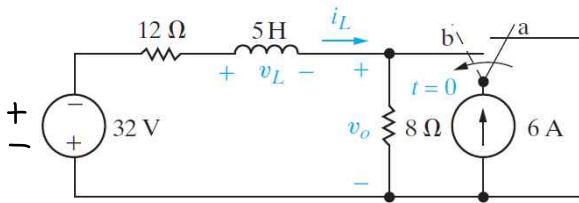
“나는 자랑스러운 국립인천대학생으로서 스스로의 존엄을 지키며 정직하게 시험에 응할 것을 확인합니다.”

서명 :

[문제 1] 다음 물음에 o, x로 답하시오. 단, 확실하지 않을 경우에는 빈칸으로 남기고 오답인 경우에는 해당되는 점수만큼 감점함. (10 점)

- (a) DC 전원으로 구성된 회로에서 인덕터는 정상상태에서 단락회로 역할을 하므로 인덕터에 에너지가 저장되지 않아 전류의 방향과 무관하다. (☐)
- (b) 유전율이 높은 강자성체를 코어로 사용하면 인덕터의 인덕턴스가 증가한다. (☐)
- (c) 직렬로 연결된 커패시터들의 양단에 걸리는 전압은 커패시터 각각의 용량에 비례하여 분배된다. (☒)
- (d) 고유응답(natural response)은 회로에 저장된 에너지가 독립전원이 없는 회로에서 방출될 때 존재하는 전압/전류 응답이다. (☒)
- (e) RLC 회로에서 임계제동은 감쇠하는 지수정현파 형태로 나타난다. (☒)

[문제 2] 다음 회로에서 스위치가 a의 위치에 오랜 기간 접촉해 있다가 $t=0$ 인 순간에 b의 위치로 전환 되었다. 아래 물음에 답하라. (35점)



(a) $t=0$ 일 때의 값 $v_L(0)$, $i_L(0)$, $v_o(0)$ 을 구하라.

(b) $t \rightarrow \infty$ 일 때에 $v_L(\infty)$, $i_L(\infty)$, $v_o(\infty)$

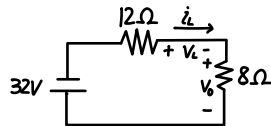
(c) $t \geq 0$ 일 때의 시상수 τ 를 구하라.

방향 X

(d) $i_L(t) = ?$

a) $t \leq 0$ 에서 $i_L(t)$, $v_o(t)$

스위치가 a에 오랫동안 있어, 정상상태 조건이 적용되어 인덕터가 단락회로 역할을 한다.

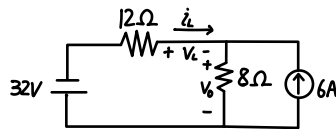


$$i_L(t) = \frac{32}{12+8} = 1.6 \text{ [A]}, t \leq 0$$

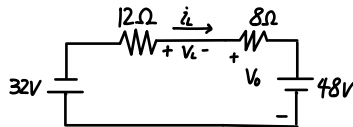
(a) $i_L(0^+) = i_L(0^-) = 1.6 \text{ [A]} \dots (1)$

$t > 0$

$t \rightarrow \infty$ 일 때, 스위치가 a에 오랫동안 있어, 정상상태 조건이 적용되어 인덕터가 단락회로 역할을 한다.



(b) $V_{\text{source}} = 6 \times 8 = 48 \text{ [V]}$



(b) $i_L(\infty) = \frac{32-48}{12+8} = \frac{-16}{20} = -0.8 \text{ [A]} \dots (2)$

(c) 시상수 $\tau = \frac{L}{R} = \frac{5 \times 10^{-3}}{8+12} = 2.5 \times 10^{-4} \dots (3)$

$i_L(t) = i_L(\infty) + (i_L(0^+) - i_L(\infty))e^{-t/\tau} \dots (4)$

(1), (2), (3), (4)를 연립하면

(d) $\therefore i_L(t) = -0.8 + 2.4e^{-4000t} \text{ [A]}, t \geq 0$

$$\begin{aligned} v_o(t) &= i_L(t)R_{8\Omega} + 48V \\ &= 8(-0.8 + 2.4e^{-4000t}) + 48 \\ &= 41.6 + 19.2e^{-4000t} \end{aligned}$$

(e) $\therefore v_o(t) = 41.6 + 19.2e^{-4000t} \text{ [V]}, t \geq 0$

b) $v_L(t) = L \frac{di_L(t)}{dt}$
 $= 5 \times 10^{-3} \times \frac{d}{dt} (-0.8 + 2.4e^{-4000t})$

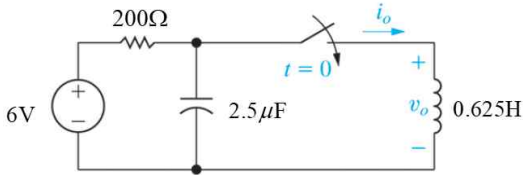
(f) $= -48e^{-4000t} \text{ [V]}, t \geq 0$

$\therefore v_L(0^+) = -48 \text{ [V]}$

$v_o(t) = 48 + 8i_L(0^+)$

$\therefore v_o(0^+) = 48 + (8 \times 1.6) = 60.8 \text{ [V]}$

[문제 3] 다음 회로에서 스위치가 오랜 기간 닫혀있다가 $t=0$ 인 순간에 닫혔다.
아래 물음에 답하라. (35점)



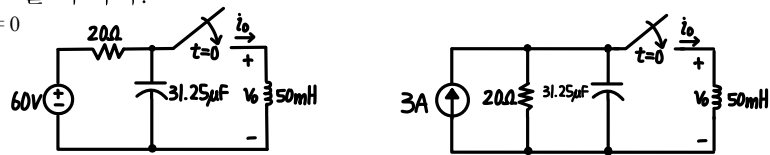
(a) $v_o(0)$, $i_o(0)$ 를 구하라.

(b) $v_o(\infty)$, $i_o(\infty)$ 를 구하라.

(c) $\left. \frac{dv_o(t)}{dt} \right|_{t=0}$, $\left. \frac{di_o(t)}{dt} \right|_{t=0}$ 를 구하라.

(d) $v_o(t) = ?$

(e) $i_o(t) = ?$



직렬 전압원 $\longleftrightarrow$ 병렬 전류원

$t=0$ 일 때까지, 커패시터에 충전된 전압은 60[V]이다.

① 초기값 $i_L(0)$, $i_L'(0)$

인덕터에는 전류가 급변하게 되지 않는다.

$$i_L(0) = 0$$

$V_L(t) = L \frac{di_L(t)}{dt}$ 에서 주어진 인덕터와 커패시터는 병렬

$$(c) \frac{di_L(0)}{dt} = \frac{V_L(0)}{L} = \frac{60}{L} = 1200 [A], \quad V_o(t) = L \frac{di_L(t)}{dt}, \quad V_o'(t) = L \frac{d^2 i_L(t)}{dt^2} \quad (d) \quad (cc)$$

② 회로방정식 KCL 이용

$$I = \frac{V_o(t)}{R} + C \frac{dV_o(t)}{dt} + \frac{1}{L} \int_0^t V_o(\tau) d\tau + I(0)$$

$$I = \frac{L}{R} \frac{di_L(t)}{dt} + CL \frac{d^2 i_L(t)}{dt^2} + i_L(t), \quad \frac{I}{LC} = \frac{d^2 i_L(t)}{dt^2} + \frac{1}{RC} \frac{di_L(t)}{dt} + \frac{1}{LC} i_L(t)$$

$$192 \times 10^4 = \frac{d^2 i_L(t)}{dt^2} + 1600 \frac{di_L(t)}{dt} + 64 \times 10^4 i_L(t)$$

강제응답

③ 강제함수 = 192×10^4

$$i_f(t) = A \text{ 라고 하면 } \frac{192 \times 10^4}{64 \times 10^4} = i_f(t) = 3 [A] (t \geq 0)$$

④ 고유응답

$$\text{특성방정식: } s^2 + 1600s + 64 \times 10^4 = 0, \quad s = \frac{-1600 \pm \sqrt{0}}{2} \Rightarrow \text{중근}$$

$$i_h(t) = A_1 e^{-800t} + A_2 t e^{-800t}$$

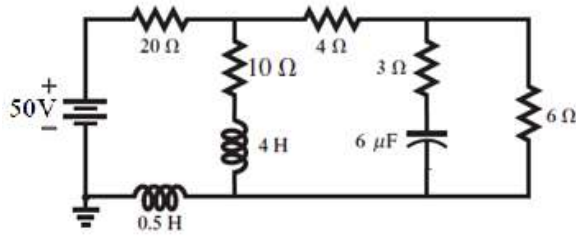
⑤ 완전응답

$$(i_L(t) = i_o(t)) = 3 + A_1 e^{-800t} + A_2 t e^{-800t}$$

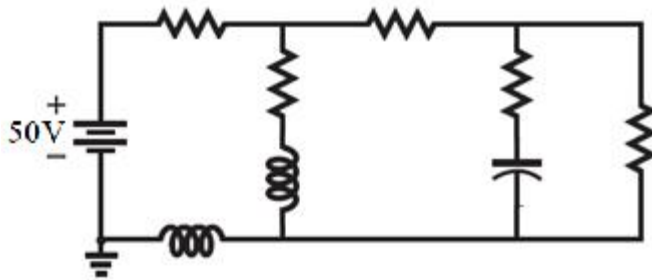
$$\text{초기값 대입: } i_o(0) = 3 + A_1 = 0, \quad i_o'(0) = 1200 \sim \Rightarrow \begin{cases} A_1 = -3 \\ A_2 = -1200 \end{cases}$$

$$(e) \therefore i_o(t) = 3 - 3e^{-800t} - 1200te^{-800t} [A], (t \geq 0)$$

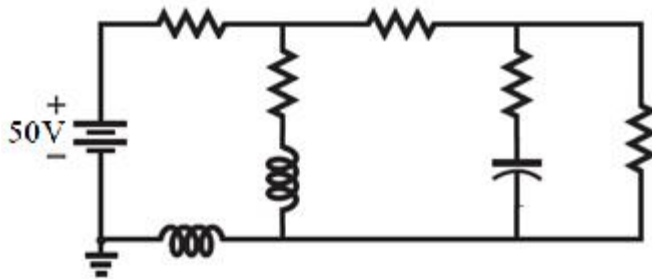
[문제 4] 다음 회로가 DC 정상상태에 있다. 아래 물음에 답하라. (20점)



(a) 각 소자에 대해서 전류의 방향과 전류 값을 아래 그림에 나타내라.



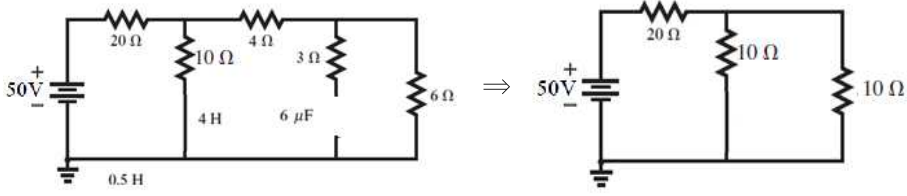
(b) 각 소자에 대해서 전압 값을 극성과 더불어 아래 그림에 나타내라.



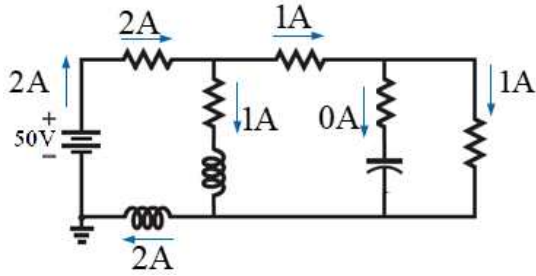
(c) 회로의 우측 중앙에 가로질러 있는 커패시터의 에너지를 구하라.

(d) 회로에 있는 두 인덕터의 에너지를 구하라.

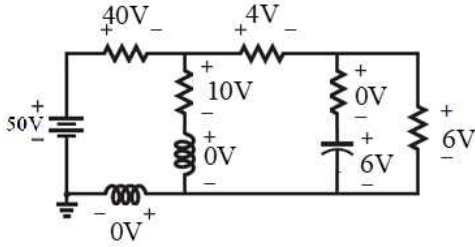
Sol. 정상상태에서 인덕터는 단락회로, 커패시터는 개방회로 역할을 함.



(a) $R_{eq} = 20 + 10 // 10 = 25 [\Omega]$ 따라서 $I_{50V} = \frac{50}{25} = 2 [A]$
 $I_{20\Omega} = 2 [A]$, $I_{10\Omega} = 1 [A]$, $I_{4\Omega} = 1 [A]$, $I_{3\Omega} = 0 [A]$, $I_{6\Omega} = 1 [A]$
 $I_{4H} = I_{10\Omega} = 1 [A]$, $I_{0.5H} = I_{50V} = 2 [A]$, $I_{6\mu F} = I_{3\Omega} = 0 [A]$



(b) $V_{20\Omega} = 20I_{20\Omega} = 40 [V]$, $V_{10\Omega} = 10I_{10\Omega} = 10 [V]$, $V_{4H} = 0 [V]$
 $V_{4\Omega} = 4I_{4\Omega} = 4 [V]$, $V_{3\Omega} = 0 [V]$, $V_{6\Omega} = 6I_{6\Omega} = 6 [V]$
 $V_{6\mu F} = V_{6\Omega} = 6 [V]$, $V_{0.5H} = 0 [V]$



(c) $\omega_c = \frac{1}{2} CV_{6\mu F}^2 = \frac{1}{2} (6 \times 10^{-6}) (6)^2 = 108 \times 10^{-6} = 108 [\mu J]$

(d) $\omega_{4H} = \frac{1}{2} L_{4H} I_{4H}^2 = \frac{1}{2} (4) (1)^2 = 2 [J]$

$\omega_{0.5H} = \frac{1}{2} L_{0.5H} I_{0.5H}^2 = \frac{1}{2} (0.5) (2)^2 = 1 [J]$