[연습문제]

<< 7.1 커패시터 >>

[7.1] 커패시터 선택시 고려해야 할 사항에 대하여 기술하여라.

[풀이]

[7.1] 커패시터는 사용목적에 따라 용량, 정격전압, 극성의 유무, 허용 오차, 온도 특성, 구입의 용이성과 가격, 장착성, 주파수 특성 등을 고려하여 선택한다.

[7.2] 4.7㎌ 커패시터에 걸리는 전압이 $10e^{-2t}$[V]일 때, 전류, 전력 및 에너지를 구하여라.

[풀이]

[7.2] 커패시터에 흐르는 전류는

$$\begin{aligned} i(t) &= 4.7\times 10^{-6}\frac{d10e^{-2t}}{dt} \\ &= -94\times 10^{-6}\times e^{-2t} \\ &= -94e^{-2t}\ [\mu\text{A}] \end{aligned}$$

이고, 전력은

$$\begin{aligned} p(t) &= 10e^{-2t}\times(-94)e^{-2t} \\ &= -940e^{-4t}\ [\text{mW}] \end{aligned}$$

커패시터에 저장된 에너지는

$$\begin{aligned} w(t) &= \frac{1}{2}\times 4.7\times 10^{-6}(10e^{-2t})^2 \\ &= 0.235e^{-4t}\ [\text{mJ}] \end{aligned}$$

이다.

[7.3] 10mF 커패시터에 그림 p7.3과 같은 파형의 전압이 공급되었다. 이 때 전류의 파형을 그려라.

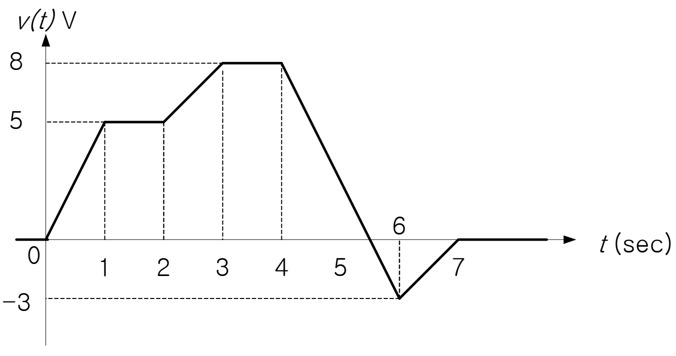

그림 p7.3

[풀이]

[7.3] $i(t) \;=\; 10\,\dfrac{dv}{dt}\,[\mathrm{mV}]$

$$= \begin{cases} 0mV,\ t < 0 \\ 50mV,\ 0 \le t < 1 \\ 0mV,\ 1 \le t < 2 \\ 30mV,\ 2 \le t < 3 \\ 0mV,\ 3 \le t < 4 \\ -55mV,\ 4 \le t < 6 \\ 15mV,\ 6 \le t < 7 \\ 0mV,\ 7 \le t \end{cases}$$

이고, 파형은 다음의 그림 s7.3과 같다.

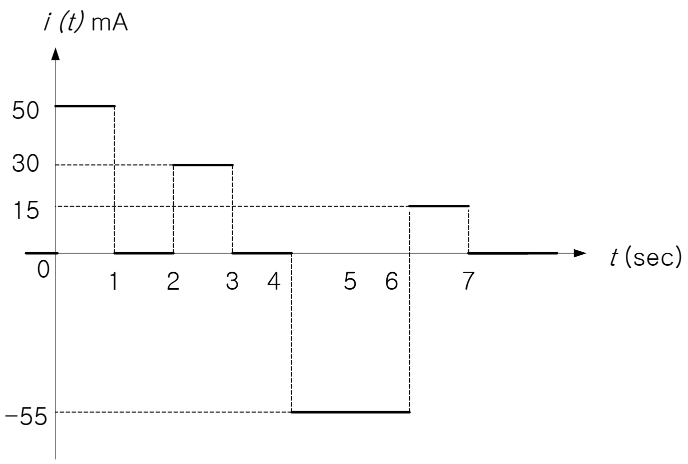

그림 s7.3

[7.4] 1000㎌ 커패시터에 그림 p7.4와 같은 파형의 전류가 공급되었다. $v(0) = 0[\mathrm{V}]$일 때, $t = 2$초에서와 $t = 8$초에서 커패시터에 걸리는 전압을 구하여라.

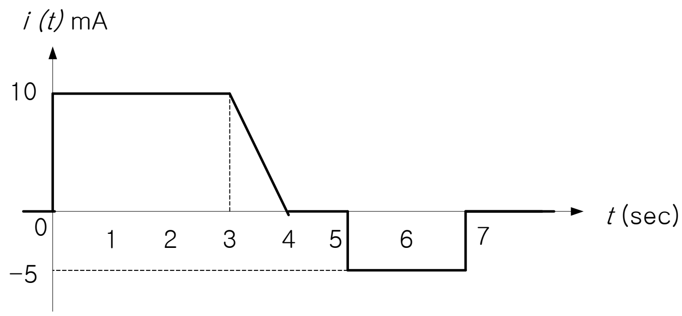

그림 p7.4

[풀이]

[7.4] $v(t) = \dfrac{1}{1000\times 10^{-6}}\displaystyle\int_0^t i(t)\,dt$ 에서,

$$v(2) = 10^3 \times 10 \times 2 \times 10^{-3} = 20[\mathrm{V}]$$이고,

$$v(8) = 10^3 \times (10 \times 3 + 10 \times 1 \times \frac{1}{2} - 5 \times 2) \times 10^{-3} = 25[\mathrm{V}]$$

이다.

[7.5] 그림 p7.5와 같이 커패시터에서 저항회로에 20mA의 전류를 공급하는 경우, 0.2초 동안에 커패시터에 걸리는 전압이 12V에서 10V로 감소되도록 하려면 커패시터의 용량 C를 몇 F로 하여야 하는 가?

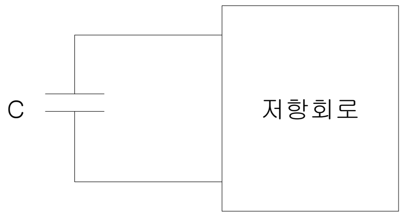

그림 p7.5

[풀이]

[7.5] $12 - 10 = \frac{1}{C} \times 20 \times 10^{-3} \times 0.2$ 에서

$$C = 2 \times 10^{-3}$$
$$= 2000\ [\mu\mathrm{F}]$$

이다.

[7.6] 그림 p7.6의 회로에서, 충분한 시간 동안 스위치를 개방시킨 다음 스위치를 닫았다. 스위치를 조작하는 순간을 $t = 0$이라고 할 때, 다음을 구하여라.

(1) $t = 0^-$에서의 v_c, i_1, i_2, i_3

(2) $t = 0^+$에서의 v_c, i_1, i_2, i_3

(3) $t = \infty$에서의 v_c, i_1, i_2, i_3

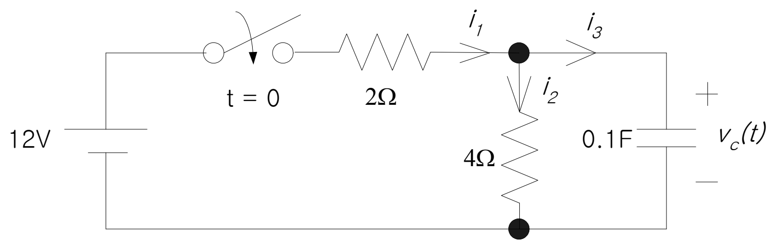

그림 p7.6

[풀이]

[7.6]

(1) 충분한 시간 동안 스위치가 개방되어 있었으므로 커패시터에 저장되었던 에너지는 모두 저항에서 소모되었다. 따라서, $t=0^-$에서 $v_c(0^-) = 0$[V], $i_1(0^-) = i_2(0^-) = i_3(0^-) = 0$[A]이다.

(2) $t > 0$에서 그림 p7.6 회로의 등가회로는 그림 s7.6-1의 회로와 같다. 커패시터의 양단전압은 연속적이므로 $v_c(0^+) = v_c(0^-) = 0$[V]이고, $i_2(0^+) = \dfrac{v_c(0^+)}{4} = 0$[A], $i_1(0^+) = \dfrac{12-0}{2} = 6$[A], $i_3 = i_1 = 6$[A]이다.

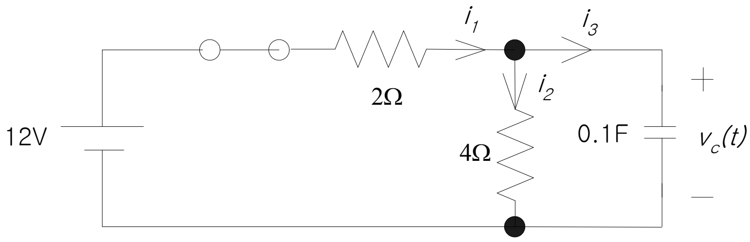

그림 s7.6-1 $t > 0$에서의 등가회로

(3) 그림 s7.6-1의 회로에서, 충분한 시간이 지나면 회로는 정상상태에 도달하고 이 때의 등가회로는 그림 s7.6-2와 같다. 그림 s7.6-2의 회로에서,

$$v_c(\infty) = 12 \times \frac{4}{2+4} = 8[\text{V}],$$

$$i_1(\infty) = i_2(\infty) = \frac{12}{6} = 2[\text{A}],$$

$$i_3(\infty) = 0[\text{A}]$$

이다.

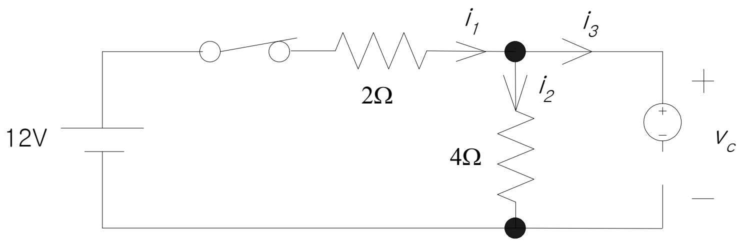

그림 s7.6-2 $t=\infty$에서의 등가회로

[7.7] 그림 p7.7의 회로에서, 충분한 시간 동안 스위치를 단락시킨 다음 스위치를 개방하였다. 스위치를 조작하는 순간을 $t=0$이라고 할 때, 다음을 구하여라.

(1) $t=0^-$에서의 v_c, i_1, i_2, i_3

(2) $t=0^+$에서의 v_c, i_1, i_2, i_3

(3) $t=\infty$에서의 v_c, i_1, i_2, i_3

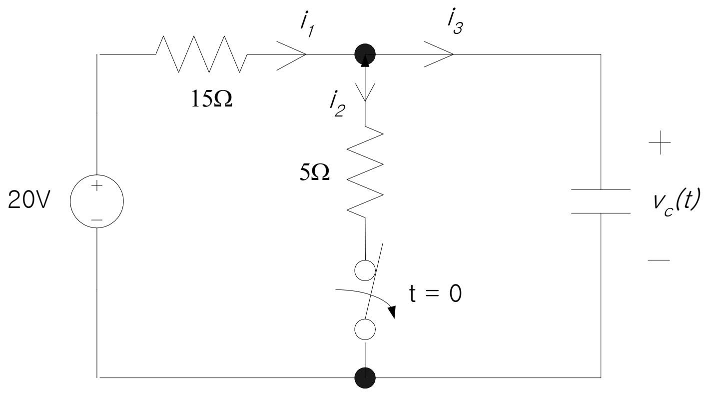

그림 p7.7

[풀이]

[7.7]

(1) 충분한 시간 동안 스위치가 단락되어 있었으므로 회로는 정상상태에 있다. 따라서, $t=0^-$에서의 등가회로는 그림 s7.7-1과 같고,

$$i_1(0^-) = i_2(0^-) = \frac{20}{15+5} = 1[\mathrm{A}],$$

$$i_3(0^-) = 0[\mathrm{A}],$$

$$v_c(0^-) = 20 \times \frac{5}{15+5} = 5[\mathrm{V}]$$

이다.

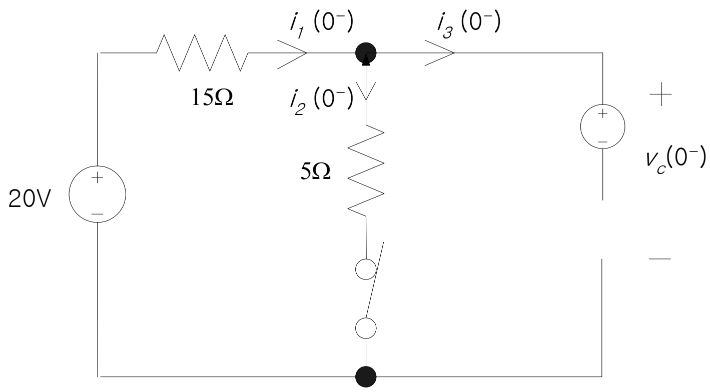

그림 s7.7-1 $t=0^-$에서의 등가회로는

(2) $t>0$에서 그림 p7.7 회로의 등가회로는 그림 s7.7-2의 회로와 같다. 커패시터의 양단전압은 연속적이므로 $v_c(0^+) = v_c(0^-) = 5[\mathrm{V}]$이고, $i_2(0^+) = 0[\mathrm{A}]$, $i_1(0^+) = i_3(0^+) = \frac{20-5}{15} = 1[\mathrm{A}]$이다.

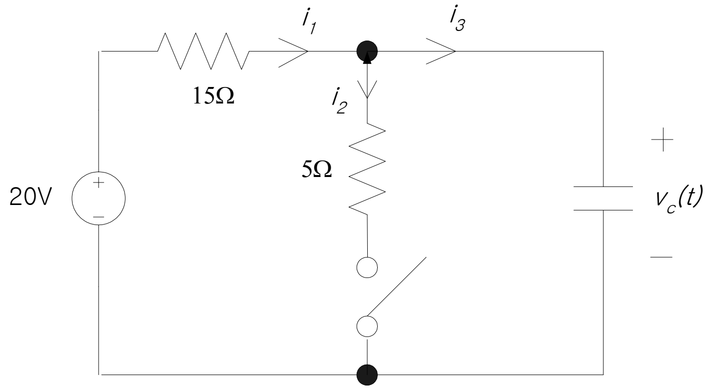

그림 s7.7-2 $t > 0$에서의 등가회로

(3) 그림 s7.7-2의 회로에서, 충분한 시간이 지나면 회로는 정상상태에 도달하고 이 때의 등가회로는 그림 s7.7-3과 같다. 그림 s7.7-3의 회로에서,

$$v_c(\infty) = 20[\mathrm{V}],$$

$$i_1(\infty) = i_2(\infty) = 0[\mathrm{A}],$$

$$i_3(\infty) = 0[\mathrm{A}]$$

이다.

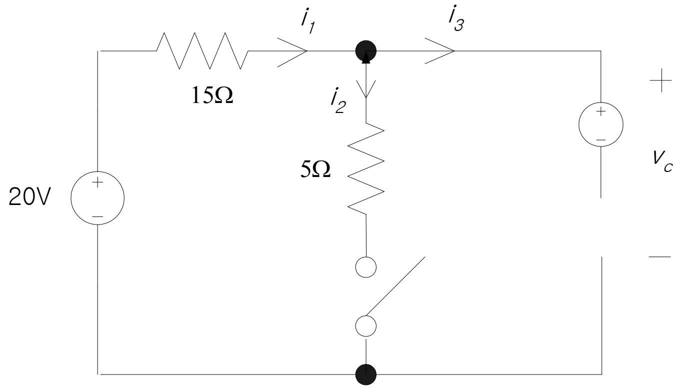

그림 s7.7-3 $t = \infty$에서의 등가회로

[7.8] 그림 p7.8의 회로에서, 충분한 시간 동안 스위치를 개방시킨 다음 스위치를 단락시켰다. 스위치를 조작하는 순간을 $t = 0$이라고 할 때, 다음을 구하여라.

(1) $t = 0^-$에서의 v_c , i_1 , i_2 , i_3

(2) $t = 0^+$에서의 v_c , i_1 , i_2 , i_3

(3) $t = \infty$에서의 v_c , i_1 , i_2 , i_3

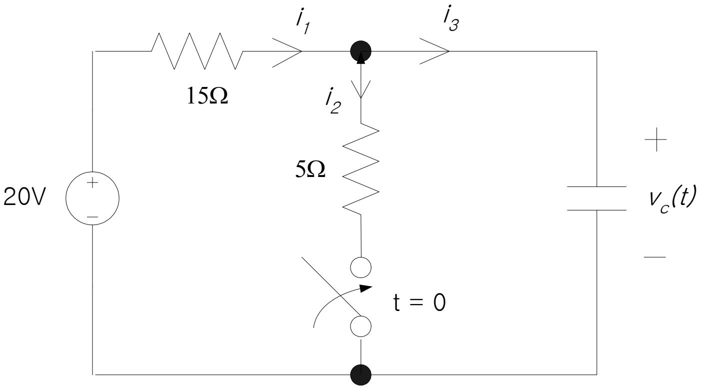

그림 p7.8

[풀이]

[7.8]

(1) 충분한 시간 동안 스위치가 개방되어 있었으므로 회로는 정상상태에 있고, $t=0^-$에서의 등가회로는 그림 s7.8-1과 같다. 따라서,

$$v_c(0^-) \;=\; 20[\mathrm{V}],\;\; i_1(0^-) = i_2(0^-) = i_3(0^-) = 0[\mathrm{A}]$$

이다.

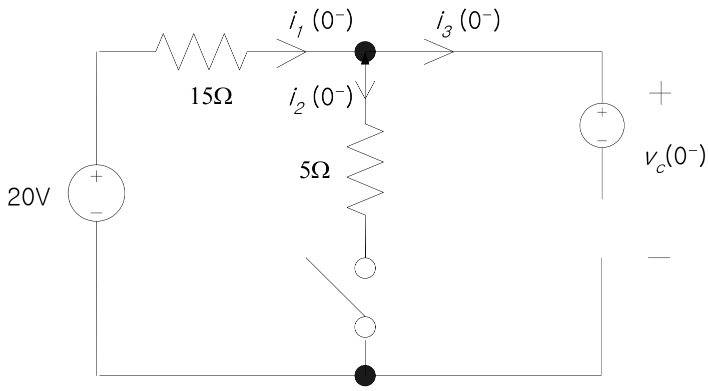

그림 s7.8-1 $t=0^-$에서의 등가회로

(2) $t>0$에서 그림 p7.8 회로의 등가회로는 그림 s7.8-2의 회로와 같다. 커패시터의 양단전압은 연속적이므로 $v_c(0^+) = v_c(0^-) = 20[\mathrm{V}]$이고, $i_2(0^+) = \dfrac{v_c(0^+)}{5} = 4[\mathrm{A}]$, $i_1(0^+) = \dfrac{20-20}{15} = 0[\mathrm{A}]$, $i_3 = -i_2 = -4[\mathrm{A}]$이다.

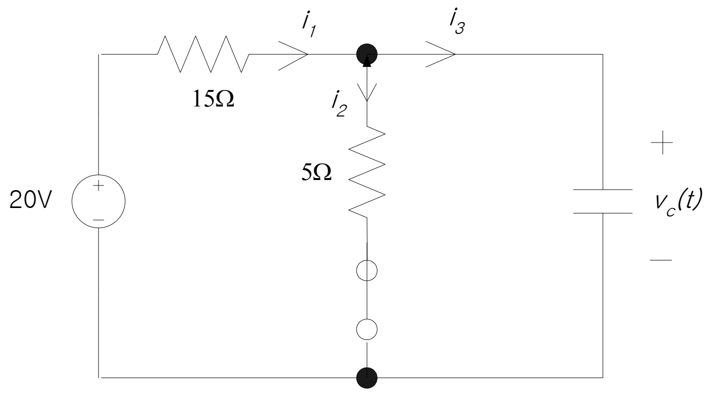

그림 s7.8-2 $t > 0$에서의 등가회로

(3) 그림 s7.8-2의 회로에서, 충분한 시간이 지나면 회로는 정상상태에 도달하고 이 때의 등가회로는 그림 s7.8-3과 같다. 그림 s7.8-3의 회로에서

$$v_c(\infty) = 20 \times \frac{5}{15+5} = 5[\mathrm{V}],$$

$$i_1(\infty) = i_2(\infty) = \frac{20}{15+5} = 1[\mathrm{A}] ,$$

$$i_3(\infty) = 0[\mathrm{A}]$$

이다.

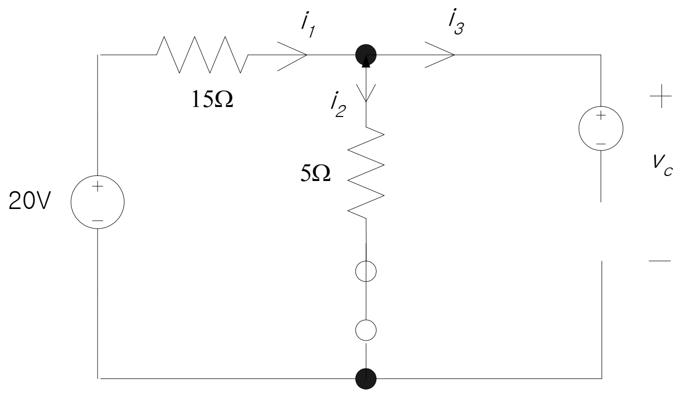

그림 s7.8-3 $t = \infty$에서의 등가회로

[7.9] 그림 p7.9의 회로에서, 충분한 시간 동안 스위치를 개방시킨 다음 스위치를 단락시켰다. 스위치를 조작하는 순간을 $t = 0$이라고 할 때, 다음을 구하여라.

(1) $v_c(0^-)$, $i_1(0^-)$, $i_2(0^-)$

(2) $v_c(0^+)$, $i_1(0^+)$, $i_2(0^+)$

(3) $v_c(\infty)$, $i_1(\infty)$, $i_2(\infty)$

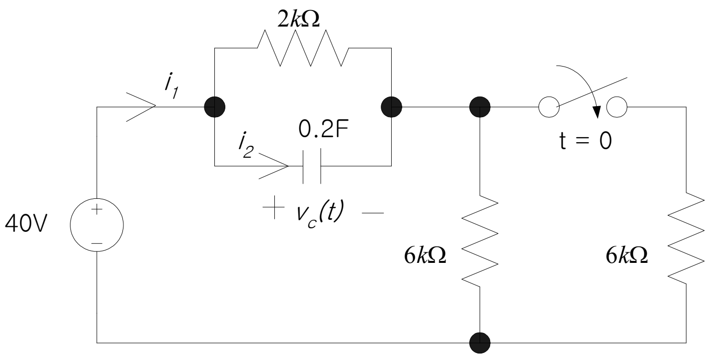

그림 p7.9

[풀이]

[7.9]

(1) 충분한 시간 동안 스위치가 개방되어 있었으므로 회로는 정상상태에 있고, $t=0^-$에서의 등가회로는 그림 s7.9-1과 같다. 따라서,

$$v_c(0^-) = 40\times\frac{2k}{2k+6k} = 10[\mathrm{V}],$$

$$i_1(0^-) = \frac{40}{8k} = 5[\mathrm{mA}],$$

$$i_2(0^-) = 0[\mathrm{mA}]$$

이다.

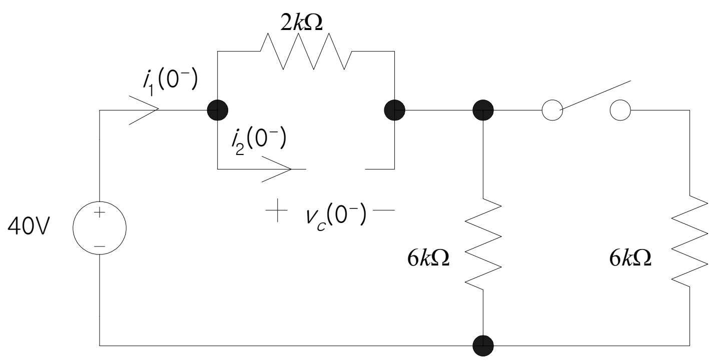

그림 s7.9-1 $t=0^-$에서의 등가회로

(2) $t>0$에서 그림p7.9 회로의 등가회로는 그림 s7.9-2의 회로와 같다. 커패시터의 양단전압은 연속적이므로 $v_c(0^+)=v_c(0^-)=10[\mathrm{V}]$이고, 2kΩ저항에 흐르는 전류는 $\frac{10}{2k}=5[\mathrm{mA}]$이다. 한편 $i_1(0^+)=\frac{40-10}{(6k//6k)}=10[\mathrm{mA}]$이므로 $i_2(0^+)=i_1(0^+)-5=5[\mathrm{mA}]$이다.

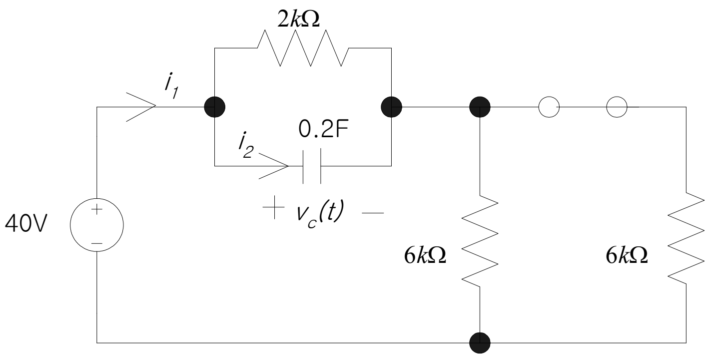

그림 s7.9-2 $t > 0$에서의 등가회로

(3) 그림 s7.8-2의 회로에서, $t = \infty$ 에서의 등가회로는 그림 s7.9-3과 같고,

$$v_c(\infty) = 40 \times \frac{2k}{2k+3k} = 16[\mathrm{V}],$$

$$i_1(\infty) = \frac{40}{2k+3k} = 8[\mathrm{mA}],$$

$$i_2(\infty) = 0[\mathrm{mA}]$$

이다.

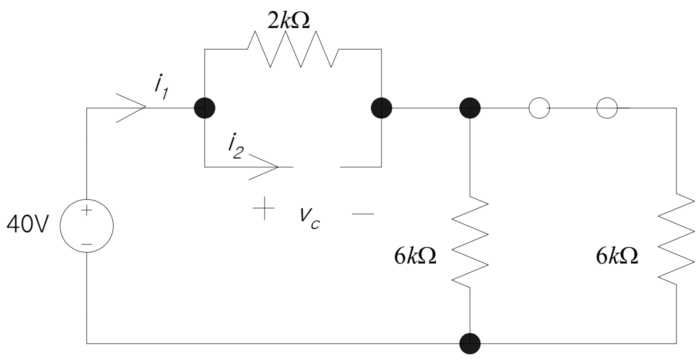

그림 s7.9-3 $t = \infty$에서의 등가회로

[7.10] 그림 p7.10의 회로에 대하여 다음 물음에 답하여라.

(1) 스위치를 충분한 시간동안 개방상태로 하였을 때, 각 커패시터에 걸리는 전압 v_1과 v_2를 구하여라.

(2) 스위치를 충분한 시간동안 단락상태로 하였을 때, 각 커패시터에 걸리는 전압 v_1과 v_2를 구하여라.

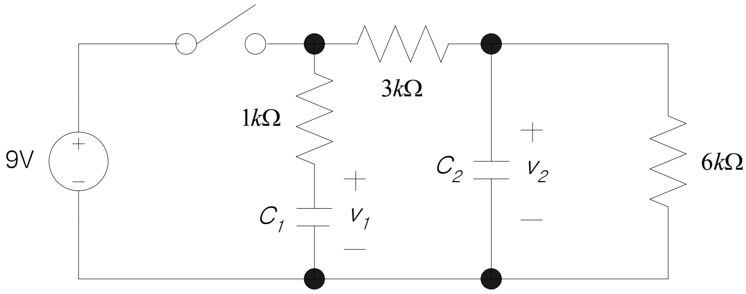

그림 p7.10

[풀이]
[7.10]
(1) 스위치를 충분한 시간 동안 개방상태로 하면 커패시터에 저장된 에너지가 저항들에서 소모되어 없어진다. 따라서, $v_1 = 0$[V], $v_2 = 0$[V]이다.
(2) 스위치를 충분한 시간동안 단락상태로 하면, 커패시터는 개방회로와 같으므로 $v_1 = 9$[V]이고, $v_2 = 9\times\dfrac{6}{3+6} = 6$[V]이다.

<< 7.2 **인덕터** >>
[7.11] 인덕터 선택시 고려해야 할 사항에 대하여 기술하여라.

[풀이]
[7.11] 인덕터를 구입할 경우에는 사용목적에 따라 용량, 정격전류와 내전압, 허용 오차, 구입의 용이성과 가격, 장착성, 주파수 특성, 온도 특성 등을 고려하여야 한다.

[7.12] 200mH 인덕터에 흐르는 전류가 $10te^{-4t}$[A]일 때, 전압, 전력 및 에너지를 구하여라.

[풀이]
[7.12] 인덕터에 걸리는 전압은

$$\begin{aligned} v(t) &= 0.2\times\frac{d10te^{-4t}}{dt} \\ &= 2(e^{-4t} - 4te^{-4t}) \\ &= 2e^{-4t}(1-4t)\ [\mathrm{V}] \end{aligned}$$

이고, 전력은

$$\begin{aligned} p(t) &= 10te^{-4t}\times 2e^{-4t}(1-4t) \\ &= 20te^{-8t}(1-4t)\ [\mathrm{W}] \end{aligned}$$

이며, 인덕터에 저장된 에너지는

$$w(t) = \frac{1}{2}\times 0.2\times(10te^{-4t})^2$$

$$= \quad 10\,t^2 e^{-8t} \text{ [J]}$$

이다.

[7.13] 0.1H 인덕터에 흐르는 전류의 파형이 그림 p7.13과 같을 때, 인덕터에 걸리는 전압을 구하여라.

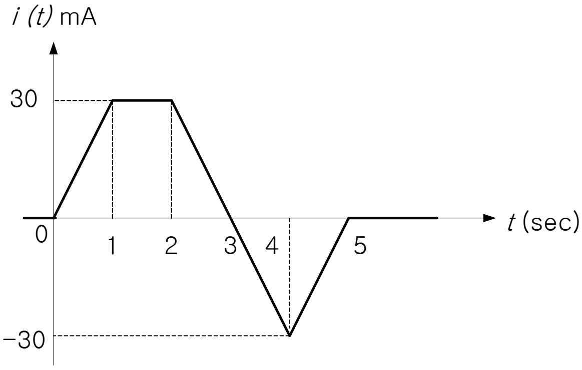

그림 p7.13

[풀이]

[7.13] $v(t) \;=\; 0.1\,\dfrac{di}{dt}\,[\mathrm{V}]$

$$= \begin{cases} 0mV, & t < 0 \\ 3mV, & 0 \le t < 1 \\ 0mV, & 1 \le t < 2 \\ -3mV, & 2 \le t < 4 \\ 3mV, & 4 \le t < 5 \\ 0mV, & 5 \le t \end{cases}$$

이고, 파형은 다음의 그림 s7.13과 같다.

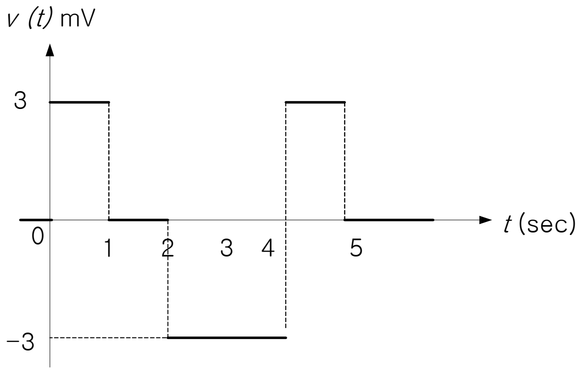

그림 s7.13

[7.14] 그림 p7.14의 회로에서, 충분한 시간 동안 스위치를 개방시킨 다음 $t = 0$에서 스위치

를 닫을 때, 다음을 구하여라.

(1) $i_1(0^-)$, $i_2(0^-)$, $i_3(0^-)$, $v_L(0^-)$

(2) $i_1(0^+)$, $i_2(0^+)$, $i_3(0^+)$, $v_L(0^+)$

(3) $i_1(\infty)$, $i_2(\infty)$, $i_3(\infty)$, $v_L(\infty)$

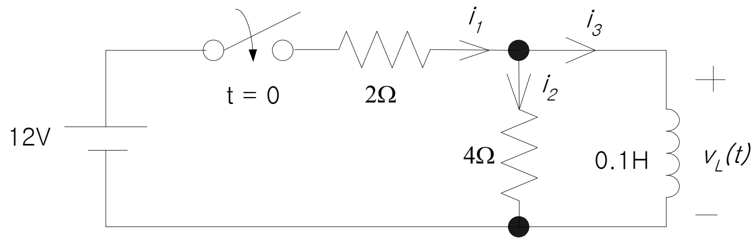

그림 p7.14

[풀이]

[7.14]

(1) 충분한 시간 동안 스위치가 개방되어 있었으므로 인덕터에 저장되었던 에너지는 모두 저항에서 소모되었다. 따라서, $t=0^-$에서 $i_1(0^-)=i_2(0^-)=i_3(0^-)=0$[A], $v_L(0^-) = 4\,i_2(0^-) = 0$[V]이다.

(2) $t=0^+$에서 그림 p7.14 회로의 등가회로는 그림 s7.14-a의 회로와 같다. 인덕터에 흐르는 전류는 연속적이므로, $i_3(0^+)=i_3(0^-)=0$[A], $i_1(0^+)=i_2(0^+)=\dfrac{12}{6}=2$[A], $v_L(0^+)=12\times\dfrac{4}{2+4}=8$[V]이다.

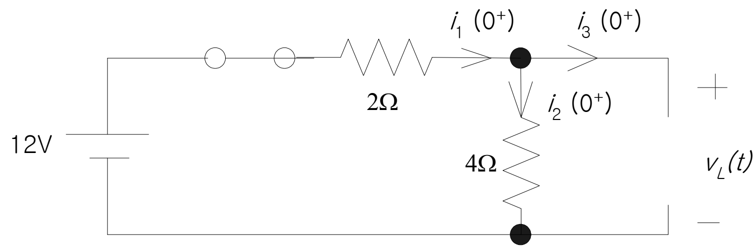

그림 s7.14-a $t=0^+$에서의 등가회로

(3) 그림 p7.14의 회로에서, $t=\infty$에서 회로는 정상상태에 도달하고 이 때의 등가회로는 그림 s7.14-b와 같으므로,

$$v_L(\infty) = 0[\mathrm{V}],$$

$$i_2(\infty)=0[\mathrm{A}],$$

$$i_1(\infty)=i_3(\infty) = \frac{12}{2} = 6[\mathrm{A}],$$

이다.

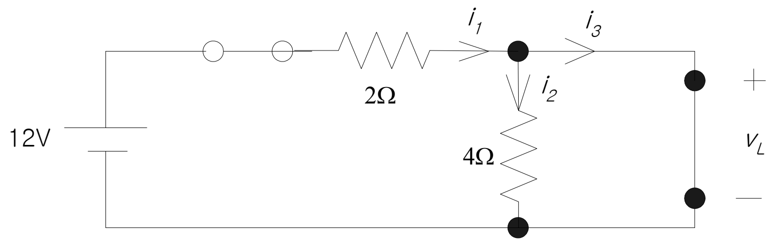

그림 s7.14-b $t = \infty$에서의 등가회로

[7.15] 그림 p7.15의 회로에서, 충분한 시간 동안 스위치를 닫은 다음 $t = 0$에서 스위치를 개방하였을 때, 다음을 구하여라.

(1) $i_1(0^-)$, $i_2(0^-)$, $i_3(0^-)$, $v_L(0^-)$

(2) $i_1(0^+)$, $i_2(0^+)$, $i_3(0^+)$, $v_L(0^+)$

(3) $i_1(\infty)$, $i_2(\infty)$, $i_3(\infty)$, $v_L(\infty)$

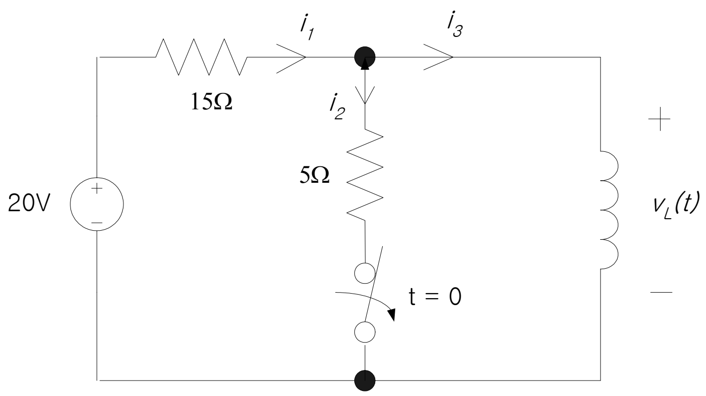

그림 p7.15

[풀이]

[7.15]

(1) 충분한 시간 동안 스위치가 닫혀있었으므로 회로는 정상상태에 있다. 따라서, $t = 0^-$에서의 등가회로는 그림 s7.15-a와 같고,

$$i_1(0^-) = i_3(0^-) = \frac{20}{15} = \frac{4}{3}\,[\text{A}],$$

$$i_2(0^-) = 0[\text{A}],$$

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

이다.

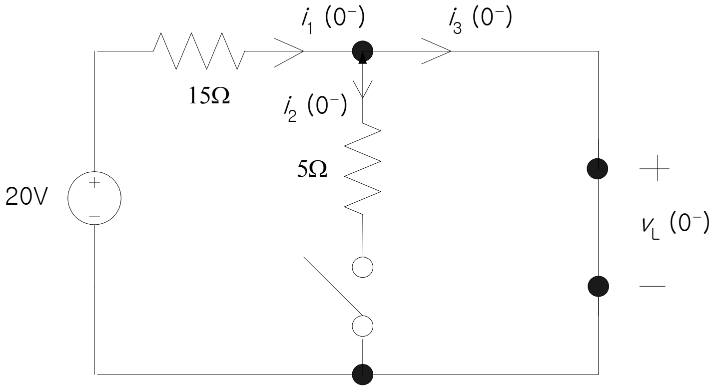

그림 s7.15-a　$t=0^-$에서의 등가회로는

(2) $t=0^+$에서 그림 p7.15 회로의 등가회로는 그림 s7.15-b의 회로와 같다. 인덕터에 흐르는 전류는 연속적이므로 $i_3(0^+)=i_3(0^-)=\frac{4}{3}$[A]이고, $i_2(0^+)=0$[A], $i_1(0^+)=i_3(0^+)=$
$\frac{4}{3}$[A], $v_L(0^+)=20-15\times i_1(0^+)=0$[V]이다.

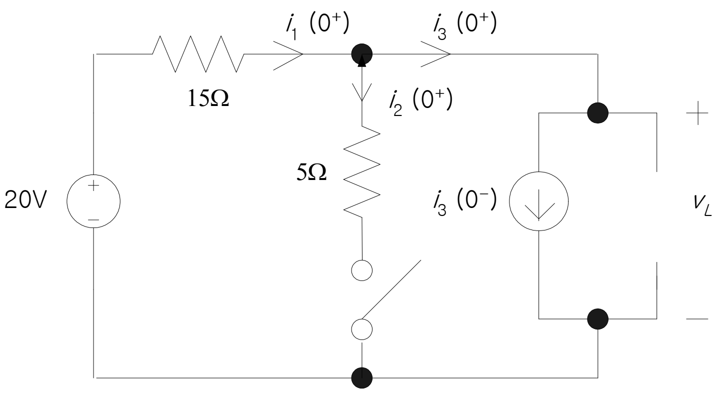

그림 s7.15-b　$t=0^+$에서의 등가회로

(3) 그림 p7.15의 회로에서, 충분한 시간이 지나면 회로는 정상상태에 도달하고 이 때의 등가회로는 그림 s7.15-c와 같고,

$$i_1(\infty)=i_3(\infty)\ =\ \frac{4}{3}[\mathrm{A}]\ ,$$

$$i_2(\infty)=0[\mathrm{A}],$$

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

이다.

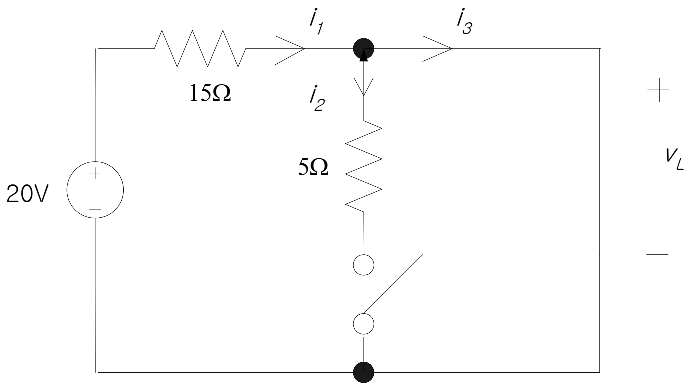

그림 s7.15-c $t = \infty$에서의 등가회로

[7.16] 그림 p7.16의 회로에서, 충분한 시간 동안 스위치를 개방시킨 다음 $t = 0$에서 스위치를 닫았을 때, 다음을 구하여라.

(1) $i_1(0^-)$, $i_2(0^-)$, $i_3(0^-)$, $v_L(0^-)$

(2) $i_1(0^+)$, $i_2(0^+)$, $i_3(0^+)$, $v_L(0^+)$

(3) $i_1(\infty)$, $i_2(\infty)$, $i_3(\infty)$, $v_L(\infty)$

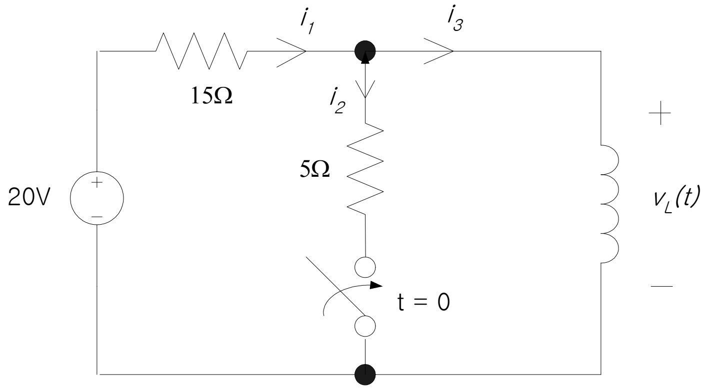

그림 p7.16

[풀이]

[7.16]

(1) 충분한 시간 동안 스위치가 개방되어 있었으므로 $t = 0^-$에서의 등가회로는 그림 s7.16-a와 같다. 따라서,

$$i_1(0^-) = i_3(0^-) = \frac{20}{15} = \frac{4}{3}\,[\mathrm{A}],$$

$$i_2(0^-) = 0[\mathrm{A}],$$

$$v_L(0^-) = 0[\mathrm{V}],$$

이다.

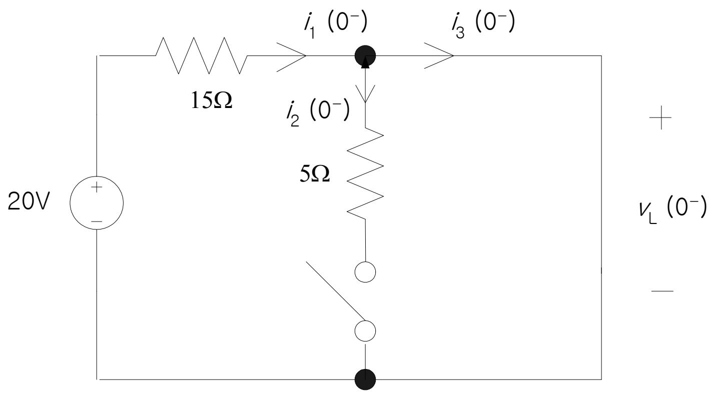

그림 s7.16-a $t = 0^-$에서의 등가회로

(2) $t = 0^+$에서 그림p7.16 회로의 등가회로는 그림 s7.16-b의 회로와 같다. 인덕터에 흐르는 전류는 연속적이므로 $i_3(0^+) = i_3(0^-) = \dfrac{4}{3}$[A]이고, 중첩의 정리에 의하여

$$i_1(0^+) = \frac{5}{5+15} \times i_3(0^+) + \frac{20}{20} = \frac{4}{3}[\mathrm{A}],$$

$$i_2(0^+) = -\frac{15}{5+15} \times i_3(0^+) + \frac{20}{20} = 0[\mathrm{A}],$$

$$v_L(0^+) = 5\,i_2(0^+) = 0[\mathrm{V}]$$

이다.

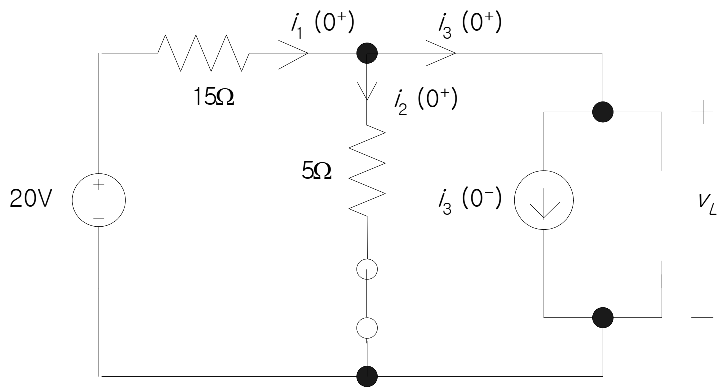

그림 s7.16-b $t = 0^+$에서의 등가회로

(3) 그림p7.16의 회로에서, $t = \infty$에서의 등가회로는 그림 s7.16-c와 같고,

$$i_1(\infty) = i_3(\infty) = \frac{20}{15} = \frac{4}{3}[\mathrm{A}],$$

$$i_2(\infty) = 0[\mathrm{A}],$$

$$v_L(\infty) = 0$$

이다.

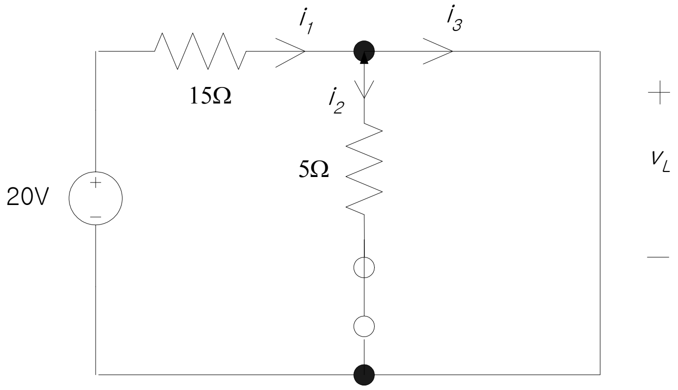

그림 s7.16-c $t=\infty$에서의 등가회로

[7.17] 그림 p7.17의 회로에서, 충분한 시간 동안 스위치를 개방시킨 다음 $t=0$에서 스위치를 닫았을 때, 다음을 구하여라.

(1) $i_1(0^-)$, $i_2(0^-)$, $v_L(0^-)$

(2) $i_1(0^+)$, $i_2(0^+)$, $v_L(0^+)$

(3) $i_1(\infty)$, $i_2(\infty)$, $v_L(\infty)$

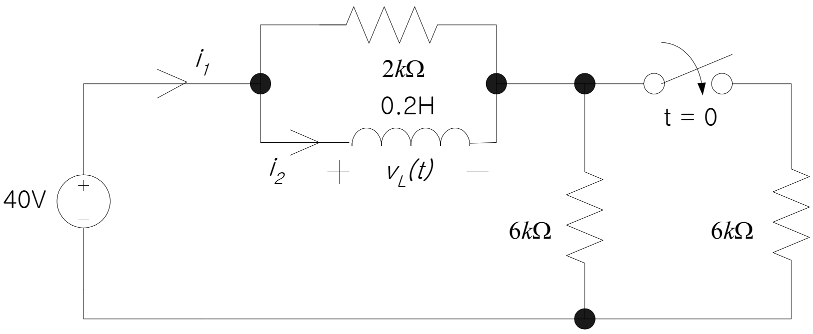

그림 p7.17

[풀이]

[7.17]

(1) 충분한 시간 동안 스위치가 개방되어 있었으므로 회로는 정상상태에 있고, $t=0^-$에서의 등가회로는 그림 s7.17-a와 같다. 따라서,

$$i_1(0^-) \;=\; i_2(0^-) \;=\; \frac{40}{6k} \;=\; \frac{20}{3}\,[\mathrm{mA}],$$

$$v_L(0^-) \;=\; 0[\mathrm{V}]$$

이다.

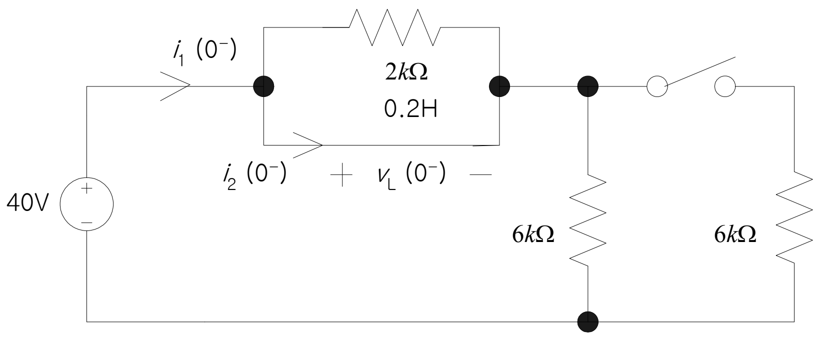

그림 s7.17-a $t = 0^-$에서의 등가회로

(2) $t = 0^+$에서 그림p7.17 회로의 등가회로는 그림 s7.17-b의 회로와 같고, 인덕터에 흐르는 전류는 연속적이므로 $i_2(0^+) = i_2(0^-) = \frac{20}{3}$[mA]이다.

중첩의 정리에 의하여,

$$i_1(0^+) = \frac{40}{2k+3k} + i_2(0^+) \times \frac{2k}{2k+3k} = \frac{23}{3}\,[\mathrm{mA}]$$

이고,

$$v_L(0^+) \;=\; 40 - 3k \times i_1(0^+) \;=\; 17[\mathrm{V}]$$

이다.

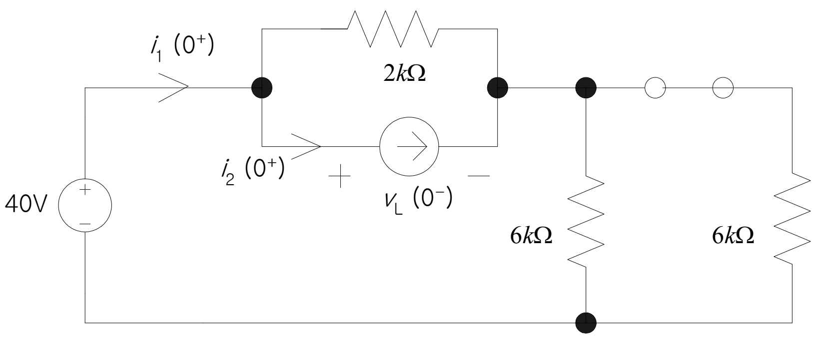

그림 s7.17-b $t = 0^+$에서의 등가회로

(3) 그림 p7.17의 회로에서, $t = \infty$에서의 등가회로는 그림 s7.17-c와 같고,

$$i_1(\infty) \;=\; i_2(\infty) \;=\; \frac{40}{3k} \;=\; \frac{40}{3}\,[\mathrm{mA}]\;,$$

$$v_L(\infty) \;=\; 0[\mathrm{V}]$$

이다.

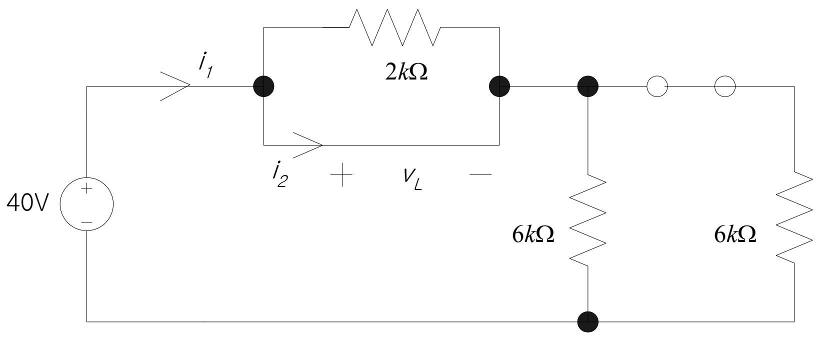

그림 s7.17-c $t = \infty$에서의 등가회로

[7.18] 그림 p7.18의 회로에 대하여 다음 물음에 답하여라.

(1) 스위치를 충분한 시간동안 개방상태로 하였을 때, 각 인덕터에 흐르는 전류 i_1과 i_2를 구하여라.

(2) 스위치를 충분한 시간동안 단락상태로 하였을 때, 각 인덕터에 흐르는 전류 i_1과 i_2를 구하여라.

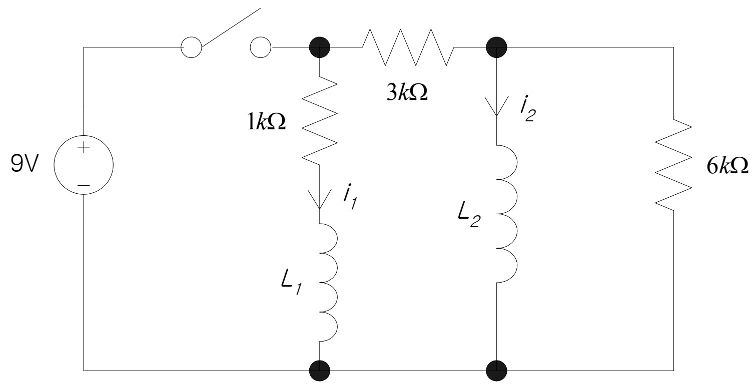

그림 p7.18

[풀이]

[7.18]

(1) 스위치를 충분한 시간 동안 개방상태로 하면 인덕터에 저장된 에너지가 저항들에서 소모되어 없어진다. 따라서, $i_1 = 0$[A], $i_2 = 0$[A]이다.

(2) 스위치를 충분한 시간동안 단락상태로 하면, 인덕터는 단락회로와 같으므로

$i_1 = \dfrac{9}{1k} = 9$[mA]이고, $i_2 = \dfrac{9}{3k} = 3$[mA]이다.

<< 7.3 커패시터의 직렬ㆍ병렬 연결 >>

[7.19] 그림 p7.19의 회로들에서, 단자 a, b에서의 등가 커패시턴스 C_{eq}를 구하여라.

(1) (2)

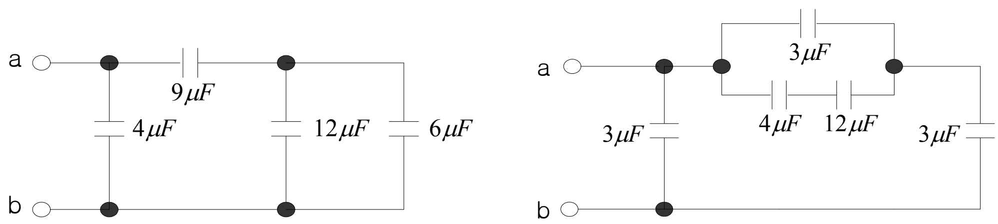

그림 p7.19

[풀이]

[7.19]

(1) 병렬로 연결된 12μF와 6μF의 등가 커패시턴스는 18μF이고, 직렬로 연결된 9μF와 18μF의 등가 커패시턴스는 $\frac{9\times 18}{9+18}=6[\mu F]$ 이므로 단자 a, b에서 본 등가 커패시턴스 C_{eq}는

$$C_{eq} \;=\; 4+6 \;=\; 10[\mu F]$$

이다.

(2) 직렬로 연결된 4μF와 12μF의 등가 커패시턴스는 $\frac{4\times 12}{4+112}=3[\mu F]$이고, 병렬로 연결된 3μF와 3μF의 등가 커패시턴스는 6μF이며, 직렬로 연결된 6μF와 3μF의 등가 커패시턴스는 2μF이므로 단자 a, b에서 본 등가 커패시턴스 C_{eq}는

$$C_{eq} \;=\; 3+2 \;=\; 5[\mu F]$$

이다.

[7.20] 그림 p7.20의 회로에서, 커패시터들의 초기 전압이 0V이다. 두 개의 커패시터가 직렬로 연결된 경우 전압분배의 법칙을 유도하여라.

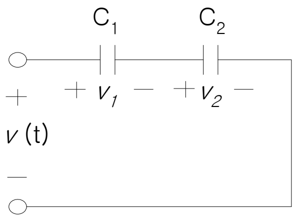

그림 p7.20

[풀이]

[7.20] 각각의 커패시터에 걸리는 전압은

$$v_j \;=\; \frac{1}{C_j}\int_{t_0}^{t} i(\tau)\,d\tau \;+\; v_j(t_0), \qquad i=1,2$$

이고, 모든 커패시터의 초기 전압이 0V일 때에는, 위의 식으로부터 각각의 커패시터에 걸리는 전압의 비는

$$v_1 : v_2 \;=\; \frac{1}{C_1} : \frac{1}{C_2}$$

이고, $v(t) = v_1(t) + v_2(t)$이므로 각각의 커패시터에 걸리는 전압은

$$v_1(t) = \frac{\frac{1}{C_1}}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}} v(t) = \frac{C_2}{C_1 + C_2} v(t),$$

$$v_2(t) = \frac{\frac{1}{C_2}}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}} v(t) = \frac{C_1}{C_1 + C_2} v(t)$$

이다. 그러나 모든 커패시터의 초기 전압이 0V가 아닐 때에는 위의 식은 성립하지 않는다.

[7.21] 그림 p7.21와 같이 두 개의 커패시터가 병렬로 연결된 경우 전류분류의 법칙을 유도하여라.

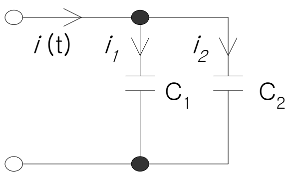

그림 p7.21

[풀이]

[7.21] 커패시터에 $v(t)$의 전압이 인가될 때, 흐르는 전류는 $i(t) = C\frac{dv(t)}{dt}$ 이므로

$$i_1 : i_2 = C_1 : C_2$$

이고, $i(t) = i_1(t) + i_2(t)$이므로 각각의 커패시터에 흐르는 전류는

$$i_1(t) = \frac{C_1}{C_1 + C_2} i(t),$$

$$i_2(t) = \frac{C_2}{C_1 + C_2} i(t)$$

이다.

[7.22] 그림 p7.22의 회로에서 각 커패시터의 양단 전압을 구하여라. 단, 모든 커패시터의 초기 전압은 0V이다.

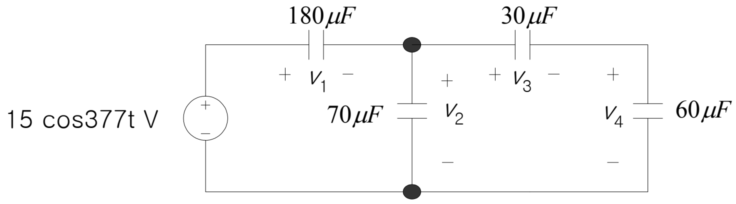

그림 p7.22

[풀이]

[7.22] 직렬로 연결된 30㎌와 60㎌의 등가 커패시턴스는 $\frac{30 \times 60}{30+60} = 20$[㎌]이고

병렬로 연결된 70㎌와 20㎌의 등가 커패시턴스는 90㎌이며, 커패시터가 직렬로 연결된 경우 각각의 커패시터에 걸리는 전압은 커패시턴스의 값에 반비례하므로

$$v_1 = \frac{\frac{1}{180}}{\frac{1}{180}+\frac{1}{90}} \times 15\cos 377t = 5\cos 377t \text{ [V]},$$

$$v_2 = \frac{\frac{1}{90}}{\frac{1}{180}+\frac{1}{90}} \times 15\cos 377t = 10\cos 377t \text{ [V]}$$

이다. 또한

$$v_3 = \frac{\frac{1}{30}}{\frac{1}{30}+\frac{1}{60}} \times v_2 = \frac{20}{3}\cos 377t \text{ [V]},$$

$$v_4 = \frac{\frac{1}{60}}{\frac{1}{30}+\frac{1}{60}} \times v_2 = \frac{10}{3}\cos 377t \text{ [V]}$$

이다.

<< 7.4 인덕터의 직렬·병렬 연결 >>

[7.23] 그림 p7.23의 회로들에서, 단자 a, b에서의 등가 인덕턴스 L_{eq}를 구하여라.

(1) (2)

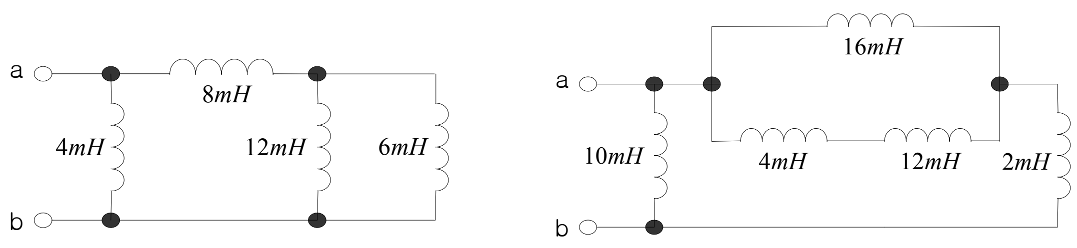

그림 p7.23

[풀이]

[7.23]

(1) 병렬로 연결된 12mH와 6mH의 등가 인덕턴스는 $\frac{12 \times 6}{12+6} = 4$[mH]이므로 단자 a, b에서 본 등가 인덕턴스 L_{eq}는

$$L_{eq} = \frac{4 \times 12}{4+12} = 3\text{[mH]}$$

이다.

(2) 단자 a, b에서 본 등가 인덕턴스 L_{eq}는

$$L_{eq} = \frac{10 \times 10}{10+10} = 5[\mathrm{mH}]$$

이다.

[7.24]] 그림 p7.24의 회로에서와 같이 두 개의 인덕터가 직렬로 연결된 경우 전압분배의 법칙을 유도하여라.

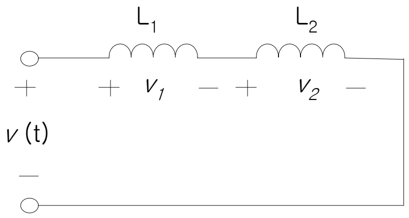

그림 p7.24

[풀이]
[7.24] 각각의 인덕터에 걸리는 전압은

$$v_j = L_j \frac{di(t)}{dt}, \qquad i = 1, 2$$

이므로 각각의 인덕터에 걸리는 전압의 비는

$$v_1 : v_2 = L_1 : L_2$$

이고, $v(t) = v_1(t) + v_2(t)$이므로 각각의 인덕터에 걸리는 전압은

$$v_1(t) = \frac{L_1}{L_1 + L_2} v(t),$$

$$v_2(t) = \frac{L_2}{L_1 + L_2} v(t)$$

이다.

[7.25] 그림 p7.25와 같이 두 개의 인덕터가 병렬로 연결된 경우 전류분류의 법칙을 유도하여라. 단, 인덕터의 초기 전류는 0A라고 가정한다.

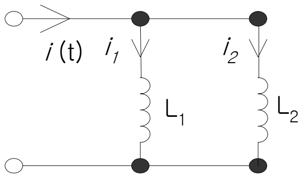

그림 p7.25

[풀이]

[7.25] 인덕터에 $v(t)$의 전압이 인가될 때, 흐르는 전류는 $i(t) = \frac{1}{L}\int_0^t v(\tau)\,d\tau + i(0)$ 이므로 인덕터의 초기 전류가 0A이면

$$i_1 : i_2 = \frac{1}{L_1} : \frac{1}{L_2}$$

이고, $i(t) = i_1(t) + i_2(t)$이므로 각각의 인덕터에 흐르는 전류는

$$i_1(t) = \frac{\frac{1}{L_1}}{\frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2}} i(t) = \frac{L_2}{L_1 + L_2} i(t),$$

$$i_2(t) = \frac{\frac{1}{L_2}}{\frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2}} i(t) = \frac{L_1}{L_1 + L_2} i(t)$$

이다.

[7.26] 그림 p7.26의 회로에서, $i(t) = 15\sin 20t + 1$[A], $i_1(0) = 0.2$[A]일 때, 다음을 구하여라.

(1) $v(t)$, $v_1(t)$, $v_2(t)$

(2) $i_1(t)$, $i_2(t)$

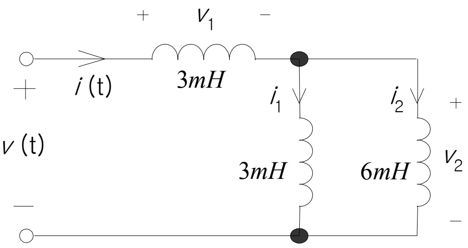

그림 p7.26

[풀이]

[7.26]

(1) 병렬로 연결된 3mH와 6mH의 등가 인덕턴스는 $\frac{3\times 6}{3+6} = 2$[mH]이고, 단자에서 본 등가 인덕턴스는 $3 + 2 = 5$[mH]이다. 따라서,

$$\begin{aligned} v(t) &= 5\times 10^{-3}\frac{d(15\sin 20t + 1)}{dt} \\ &= 1.5\cos 20t \text{ [V]} \end{aligned}$$

이고,

$$\begin{aligned} v_1(t) &= 3\times 10^{-3}\frac{d(15\sin 20t + 1)}{dt} \\ &= 0.9\cos 20t \text{ [V]} \end{aligned}$$

이고,

$$\begin{aligned} v_2 &= v(t) - v_1(t) \\ &= 0.6\cos 20t \text{ [V]} \end{aligned}$$

이다.

(2)
$$\begin{aligned} i_1(t) &= \frac{1}{3\times 10^{-3}}\int_0^t v_2(\tau)d\tau + i_1(0) \\ &= \frac{1}{3\times 10^{-3}}\times 0.6\times\frac{1}{20}\sin 20\tau\,\Big|_0^t + 0.2 \\ &= 10\sin 20t + 0.2 \text{ [A]} \end{aligned}$$

이다. $i(0) = 1$[A]이므로 $i_2(0) = i(0) - i_1(0) = 1 - 0.2 = 0.8$[A]이다. 따라서,

$$\begin{aligned} i_2(t) &= \frac{1}{6\times 10^{-3}}\int_0^t v_2(\tau)d\tau + i_2(0) \\ &= \frac{1}{6\times 10^{-3}}\times 0.6\times\frac{1}{20}\sin 20\tau\,\Big|_0^t + 0.8 \\ &= 5\sin 20t + 0.8 \text{ [A]} \end{aligned}$$

이다.