4. 인덕터와 커패시터

E-mail: hogijung@hanyang.ac.kr
http://web.yonsei.ac.kr/hgjung

4.1. 인덕터(inductor)

전선에 전류가 흐르면 자기장(magnetic field)이 만들어지며 이러한 자기장을 수학적으로 다루기 위하여 자기력선을 정의하였고 이 선은 전선을 중심으로 동심원을 그리는 것으로 정했다. 암페어의 오른 나사 법칙.

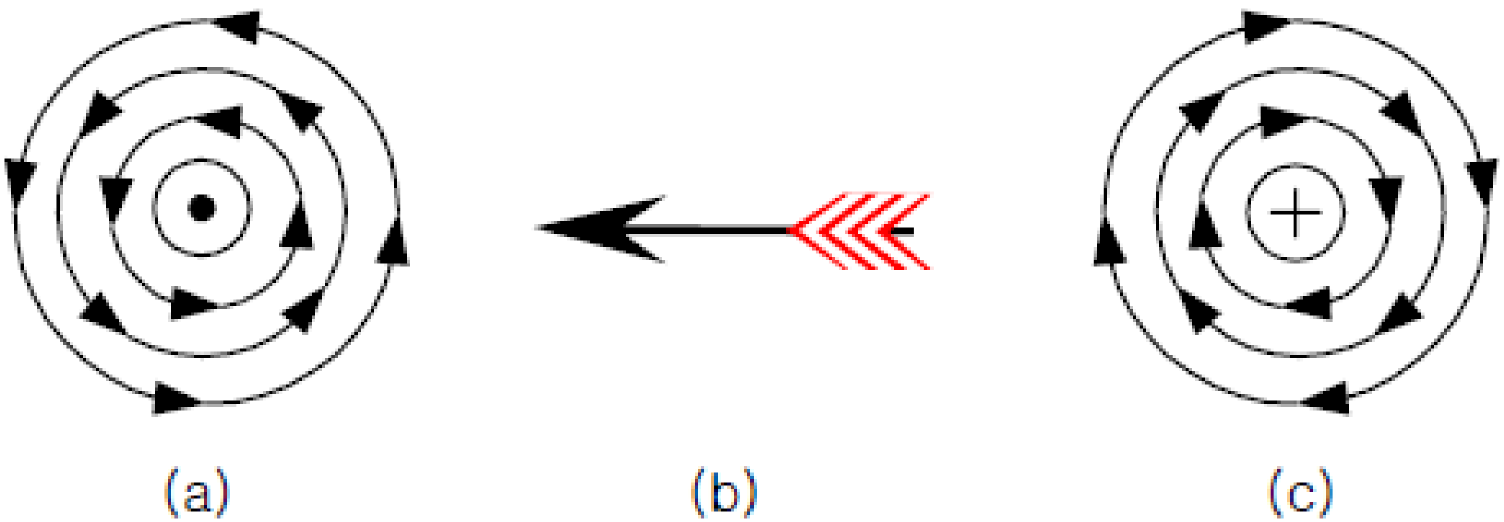


그림 4-1 전류와 자기력선의 방향

E-mail: hogijung@hanyang.ac.kr
http://web.yonsei.ac.kr/hgjung

4.1. 인덕터(inductor)

전류의 자기 작용을 효과적으로 나타나게 만든 소자를 인덕터 또는 간단히 코일(coil)이라 한다. 인덕터가 가지고 있는 성질을 인덕턴스(inductance)라 하며 이 값의 단위는 [H] (henry)를 사용한다.

인덕터는 구리선을 서로 단락되지 않게 용수철 형태로 조밀하게 감아서 만든다. 이 용수철의 내부의 빈 공간에는 자속이 잘 통과할 수 있는 투자율이 높은 재료를 사용하며, 변압기나 전동기에 사용되는 규소 강판이 대표적인 예이다.

원통형 기둥의 틀에 도선이 나선형으로 빽빽하게 감겨 있는 인덕터를 솔레노이드(solenoid)라 한다.

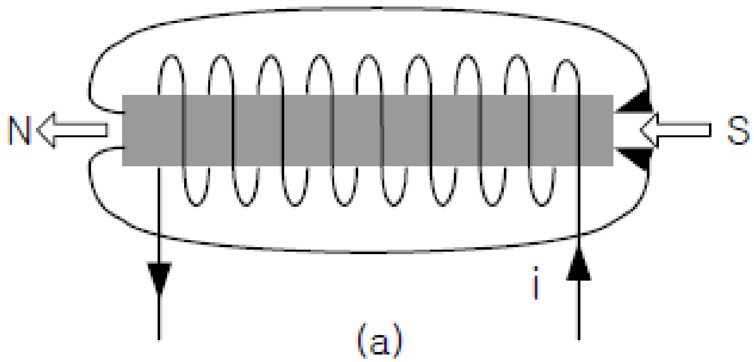


그림 4-3

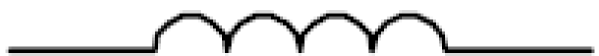
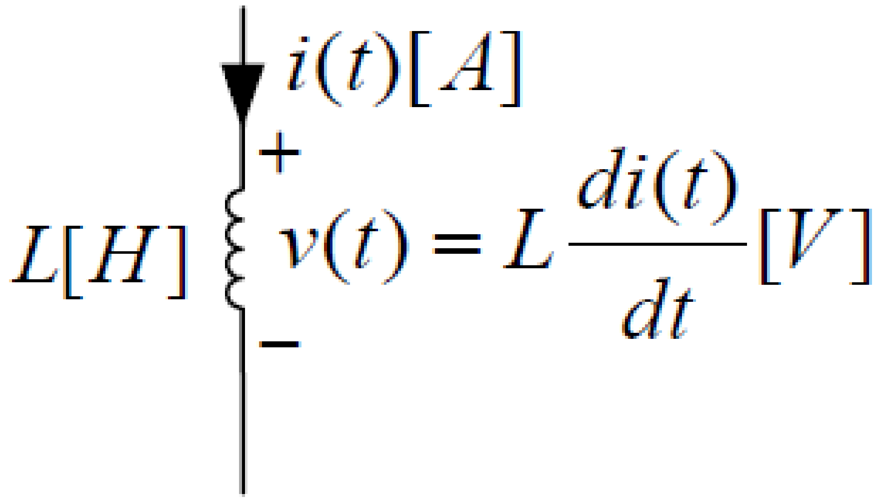


그림 4-2 인덕터의 회로 기호

E-mail: hogijung@hanyang.ac.kr
http://web.yonsei.ac.kr/hgjung

4.1. 인덕터(inductor)

<u>패러데이(**Faraday**) 법칙</u>: 인덕턴스 L[H]인 인덕터에 전류 i[A]가 흐르면 그 양단에 전압이 유도되며, 이 전압은 전류가 흐르는 것을 방해하기 때문에 역기전력 또는 유도 기전력이라 부른다.



(b)

그림 4-3

한양대학교 HANYANG UNIVERSITY
E-mail: hogijung@hanyang.ac.kr
http://web.yonsei.ac.kr/hgjung

4.2. di/dt의 의미

직류회로에서의 인덕터는 스위칭 되는 순서만 없다면 전선을 이상하게 꼬아 놓은 것에 불과하며 무시해도 된다.

[예제 4-2] 그림 4-4 회로에서 흐르는 전류 I[A]를 구하시오.

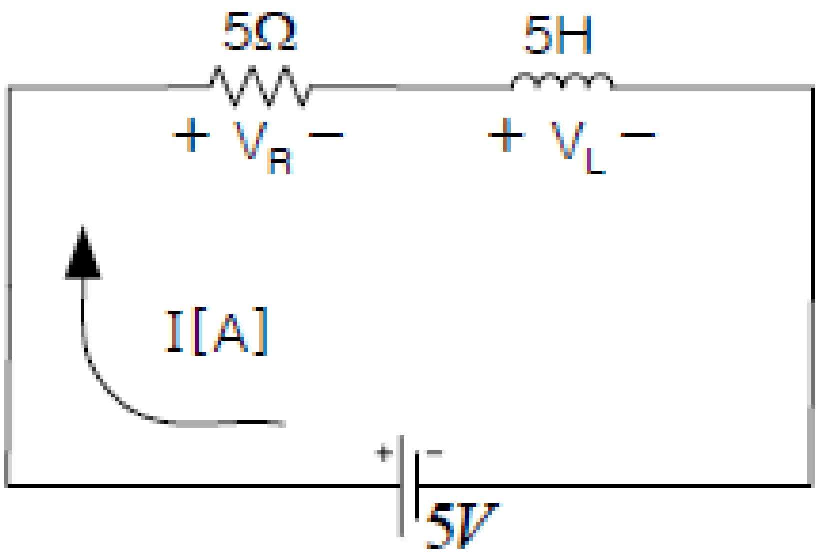


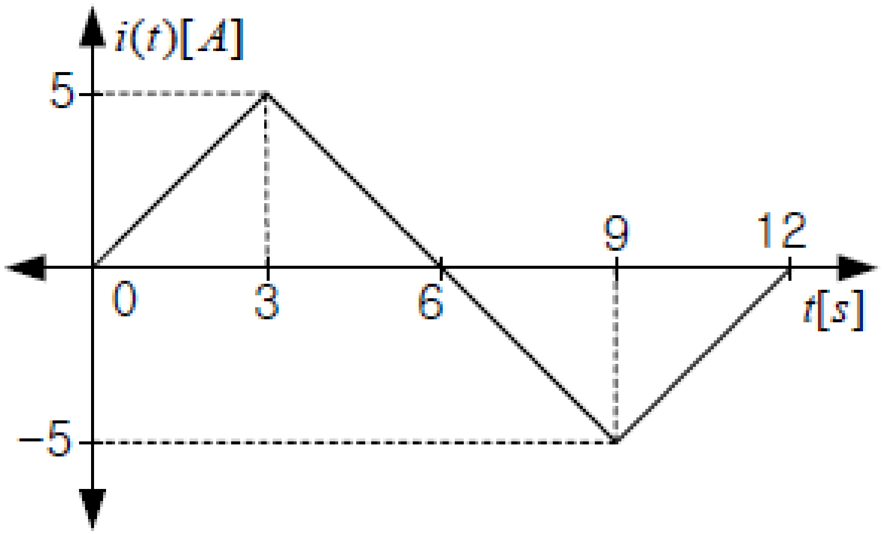
그림 4-4

$$5 = V_R + V_L = 5I + 5\frac{dI}{dt} = 5I$$

한양대학교 HANYANG UNIVERSITY
E-mail: hogijung@hanyang.ac.kr
http://web.yonsei.ac.kr/hgjung

4.2. di/dt의 의미

[예제 4-4] 그림 4-3(b)에서 인덕터가 $2[H]$이고, 여기에 그림 4-7 파형의 전류가 흐를 때 유도 기전력 $v[V]$를 구하시오.



$$0 < t < 3[s],\ i = \frac{5}{3}t,\ \ \frac{di}{dt} = \frac{5}{3}$$

$$\therefore v = \frac{10}{3}[V]$$

$$3 < t < 9[s],\ i = 10 - \frac{5}{3}t,\ \ \frac{di}{dt} = -\frac{5}{3}$$

$$\therefore v = -\frac{10}{3}[V]$$

$$9 < t < 12[s],\ \ i = \frac{5}{3}t - 20,\ \ \frac{di}{dt} = \frac{5}{3}$$

$$\therefore v = \frac{10}{3}[V]$$

한양대학교
HANYANG UNIVERSITY

E-mail: hogijung@hanyang.ac.kr
http://web.yonsei.ac.kr/hgjung

4.2. di/dt의 의미

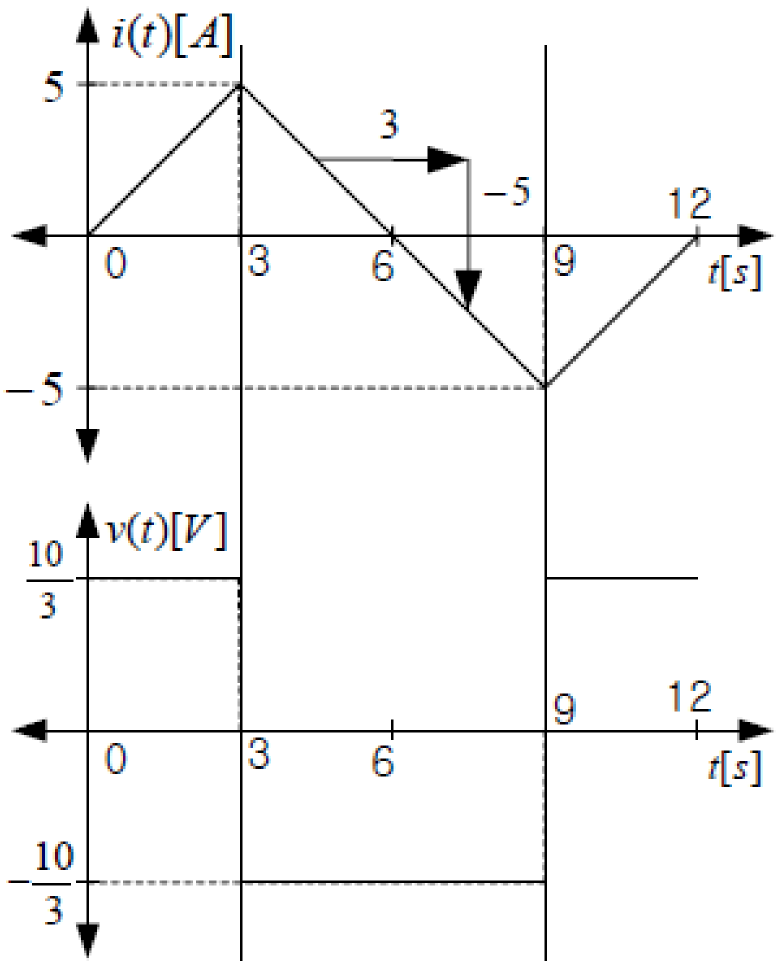


그림 4-9

E-mail: hogijung@hanyang.ac.kr
http://web.yonsei.ac.kr/hgjung

4.3. 미분식의 변환

$$v = L\frac{di}{dt}\,[V]$$

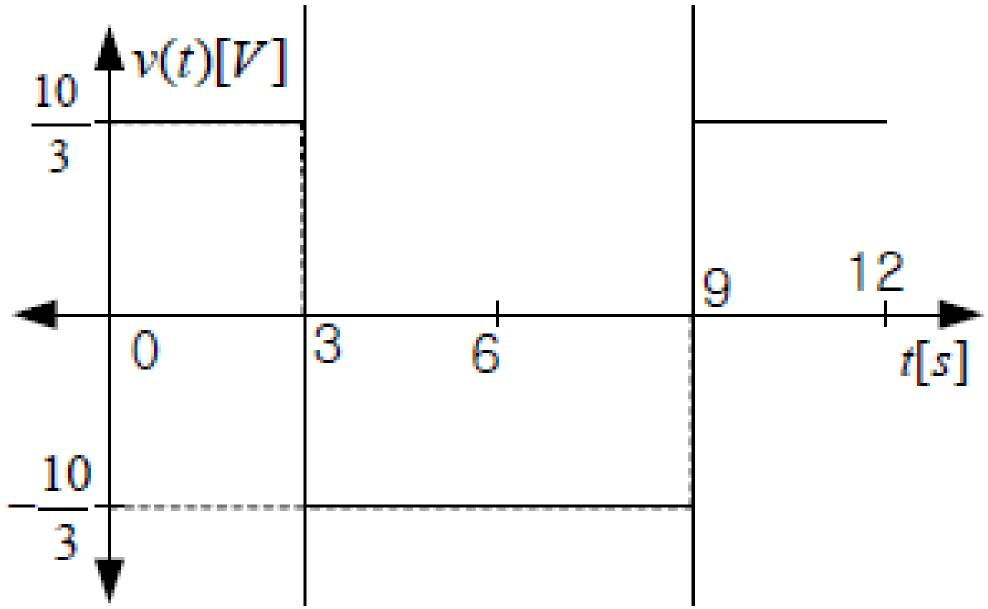
$$vdt = Ldi \;\rightarrow\; di = \frac{1}{L}vdt$$

$$\int di = i = \frac{1}{L}\int_{t_a}^{t} v\;\;dt + i(t_a)$$

E-mail: hogijung@hanyang.ac.kr
http://web.yonsei.ac.kr/hgjung

4.3. 미분식의 변환

[예제 4-5] 그림 4-9(예제 4-4의 전압 결과 파형)를 이용하여 전류 파형을 구하시오.



$0<t<3,\ i=\frac{1}{2}\int_0^t \frac{10}{3}dt+i(0)=\frac{5}{3}t[A]$

$$3<t<9,\ i=\frac{1}{2}\int_3^t\left(-\frac{10}{3}\right)dt+i(3)$$
$$=-\frac{5}{3}(t-3)+\frac{5}{3}\times(3)$$
$$=-\frac{5}{3}t+10[A]$$

$$9<t<12,\ i=\frac{1}{2}\int_9^t\frac{10}{3}dt+i(9)$$
$$=\frac{5}{3}(t-9)+\left\{-\frac{5}{3}\times(9)+10\right\}$$
$$=\frac{5}{3}t-20[A]$$

E-mail: hogijung@hanyang.ac.kr
http://web.yonsei.ac.kr/hgjung

4.4. 미분을 이용한 전류, 전력의 정의

$$i = \frac{dq}{dt}[A]$$

$$q(t) = \int_{t_a}^{t} i dt + q(t_a)[C]$$

$$p = \frac{dw}{dt}[W]$$

$$w(t) = \int_{t_a}^{t} p dt + w(t_a)[J]$$

E-mail: hogijung@hanyang.ac.kr
http://web.yonsei.ac.kr/hgjung

4.4. 미분을 이용한 전류, 전력의 정의

[예제 4-6] 회로의 임의 단면을 통과하는 전하의 크기가 $q(t) = 3t^2 + 5e^{-2t}[C]$으로 정의 된다면 이 경우 회로에 흐르는 전류 $[A]$는 얼마인가?

$$i(t) = \frac{dq(t)}{dt} = 6t - 10e^{-2t}[A]$$가 된다.

[예제 4-7] 인덕턴스 $L[H]$인 인덕터에 $i(t) = \sqrt{2}I\sin\omega t[A]$가 흐른다면 인덕터 양단에 유도되는 기전력 $[V]$은 얼마인가?

$$v(t) = L\frac{di(t)}{dt} = \sqrt{2}\,\omega LI\cos\omega t[V]$$

E-mail: hogijung@hanyang.ac.kr
http://web.yonsei.ac.kr/hgjung

4.5. 커패시터

<u>커패시터(Capacitor)</u>: 두 개의 금속판 사이에 절연 재료로 만들어진 유전체를 샌드위치 처럼 끼워놓은 회로 소자. 커패시터는 콘덴서(condenser)라 부르기도 하며, 회로에서는 전하를 저장하는 역할을 한다.

인덕터가 전류에 의한 자기장을 만드는 것과 비슷하게 커패시터는 유전체를 통하여 전기장을 만든다.

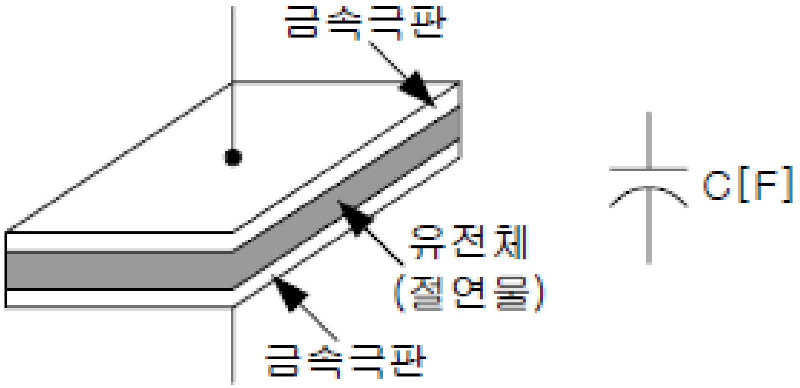


그림 4-10

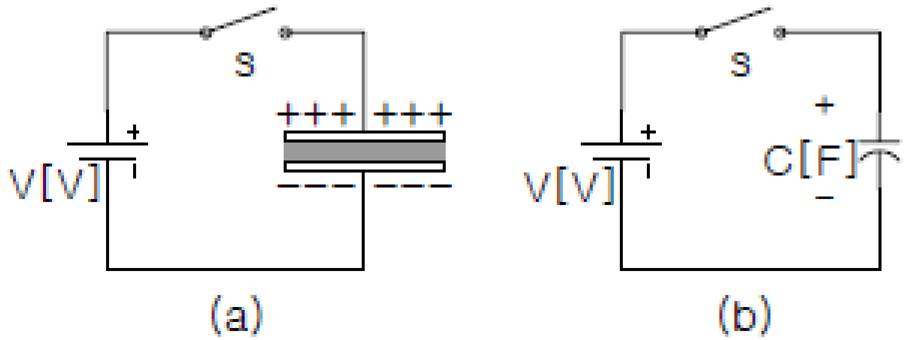


그림 4-11

E-mail: hogijung@hanyang.ac.kr
http://web.yonsei.ac.kr/hgjung

4.5. 커패시터

일반적인 커패시터의 용량 C는 극판의 면적 A 및 유전체의 비유전률 ε_r에 비례하고 극판 사이의 간격 d에 반비례한다. (ε_0는 진공의 유전률)

$$C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{A}{d} = \epsilon \frac{A}{d} [F]$$

커패시터에 축전되는 전하는 커패시터에 걸어준 전압의 크기에 비례한다.

$$Q = CV [C]$$

한양대학교
HANYANG UNIVERSITY

E-mail: hogijung@hanyang.ac.kr
http://web.yonsei.ac.kr/hgjung

4.5. 커패시터

$$i = \frac{dq}{dt} = \frac{d(Cv)}{dt} = C\frac{dv}{dt}[A]$$

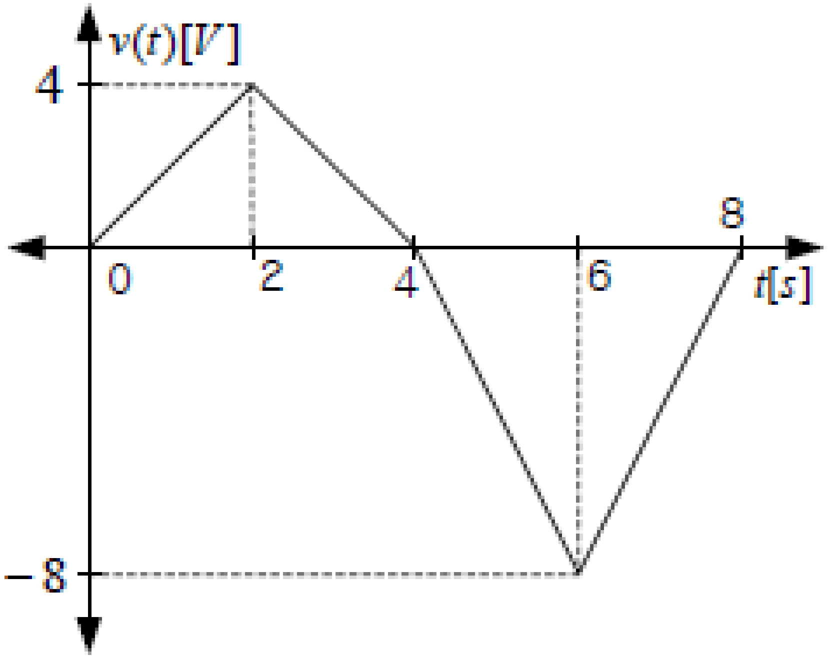
$$idt = Cdv \rightarrow dv = \frac{1}{C}idt$$

$$\int dv = v = \frac{1}{C}\int_{t_a}^{t} idt + v(t_a)$$

E-mail: hogijung@hanyang.ac.kr
http://web.yonsei.ac.kr/hgjung

4.5. 커패시터

[예제 4-9] 그림 4-12에서 $C=2[F]$일 때, 그림 4-13 파형의 전압이 가해졌다고 한다. 커패시터에 흐르는 전류 $[A]$를 구하시오.



$0<t<2,\ \dfrac{dv}{dt}=\dfrac{4-0}{2-0}=2$
$\therefore i=2\times 2=4[A]$

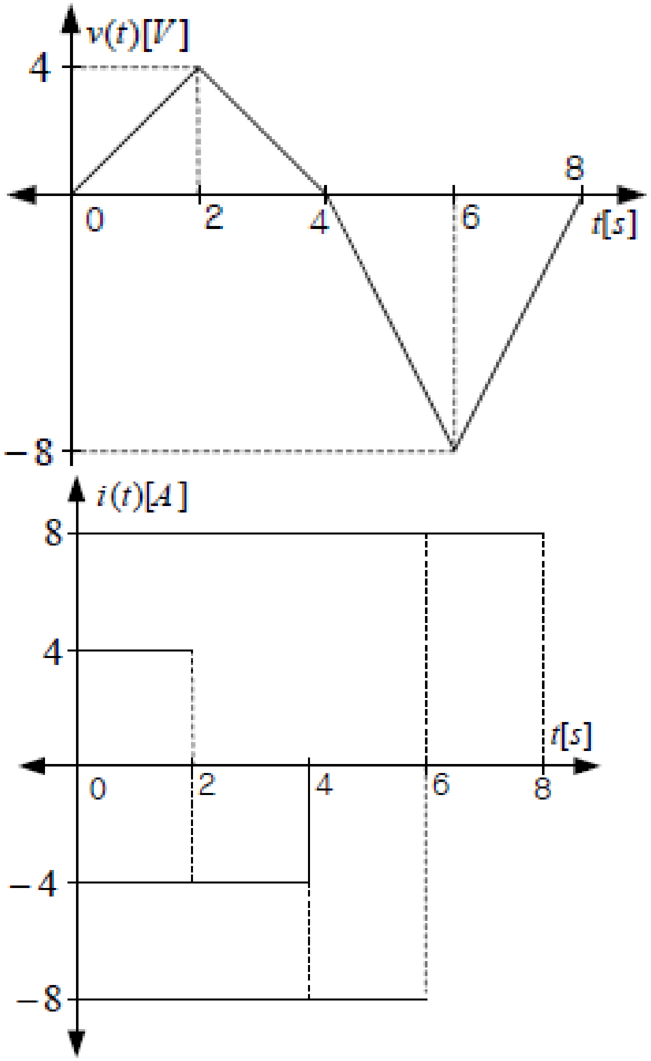
$2<t<4,\ \dfrac{dv}{dt}=\dfrac{0-4}{4-2}=-2$
$\therefore i=2\times(-2)=-4[A]$

$4<t<6,\ \dfrac{dv}{dt}=\dfrac{-8-0}{6-4}=-4$
$\therefore i=2\times(-4)=-8[A]$

$6<t<8,\ \dfrac{dv}{dt}=\dfrac{0-(-8)}{8-6}=4$
$\therefore i=2\times 4=8[A]$

E-mail: hogijung@hanyang.ac.kr
http://web.yonsei.ac.kr/hgjung

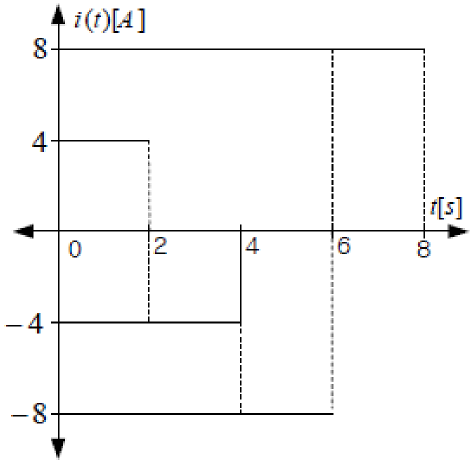
4.5. 커패시터



E-mail: hogijung@hanyang.ac.kr
http://web.yonsei.ac.kr/hgjung

4.5. 커패시터

[예제 4-10] 그림 4-12 회로에 그림 4-14와 같은 전류가 흐를 때 전압[V]을 구하시오.



$$0 < t < 2,\ \ v(t) = \frac{1}{2}\int_0^t 4dt + v(0) = 2t\,[V]$$

$$2 < t < 4,\ \ v(t) = \frac{1}{2}\int_2^t (-4)dt + v(2) = -2t + 8\,[V]$$

$$4 < t < 6,\ \ v(t) = \frac{1}{2}\int_4^t (-8)dt + v(4) = -4t + 16\,[V]$$

$$6 < t < 8,\ \ v(t) = \frac{1}{2}\int_6^t 8dt + v(6) = 4t - 32\,[V]$$

E-mail: hogijung@hanyang.ac.kr
http://web.yonsei.ac.kr/hgjung