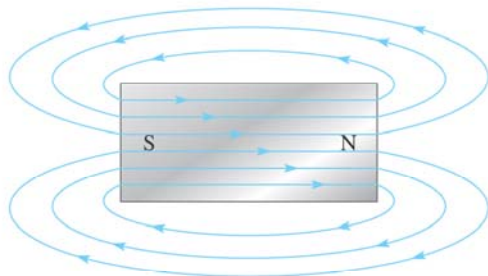


Inductance and Inductor

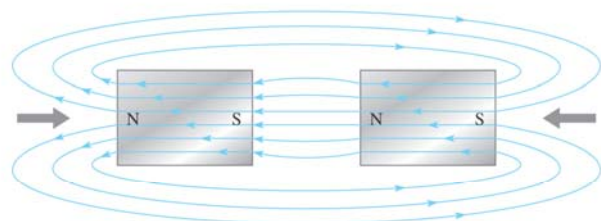
Jee-Hwan Ryu

School of Mechanical Engineering
Korea University of Technology and Education

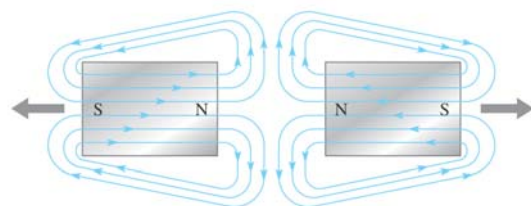
자기 (Magnetic Field)



Blue lines represent only a few of the many magnetic lines of force in the magnetic field.



(a) Unlike poles attract.



(b) Like poles repel.

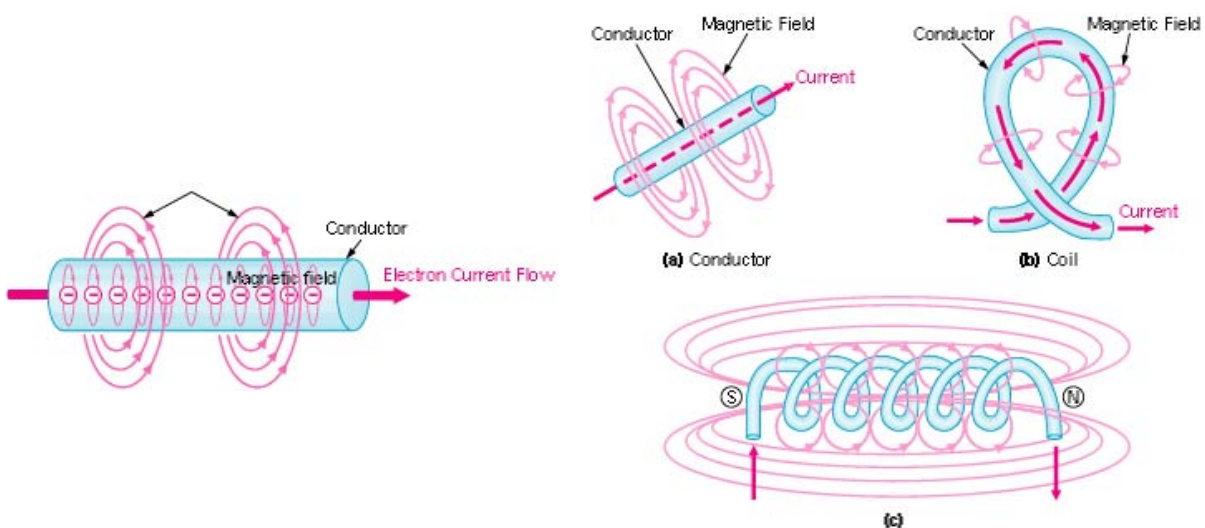
자속 및 자속밀도

- 자속 (Magnetic Flux)
 - 자석의 북극에서 남극으로 향하는 역선의 무리
 - 자계 내에서의 역선의 수로 결정
 - 자속의 단위: 웨버(weber; Wb), 주로 마이크로웨버 사용
 - 1 Wb: 10^8 개의 선
 - 기호: ϕ
- 자속밀도 (B)
 - 자계에 수직한 단위면적당 자속의 양
 - 단위: 테슬라(tesla; T)
 - 1 테슬라: 1평방미터당 1웨버(Wb/m^2)

$$B = \frac{\phi}{A}$$

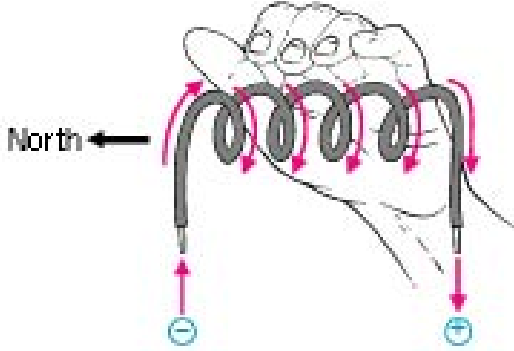
전자계 (Electromagnet Field)

- 도체의 가운데로 전류가 흐를 때 도체 주위에서 발생하는 자계

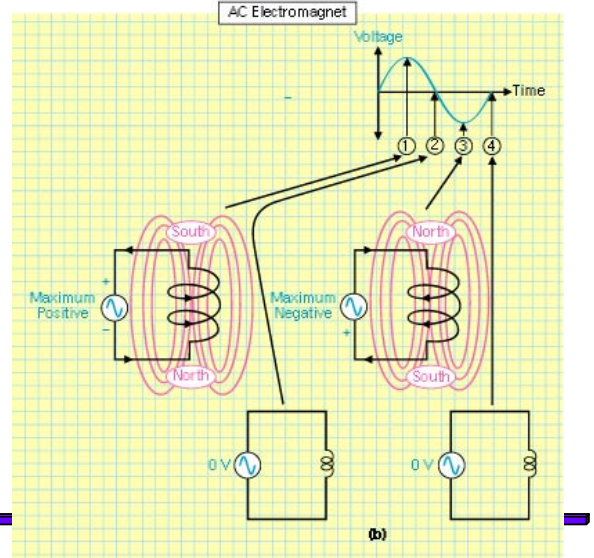
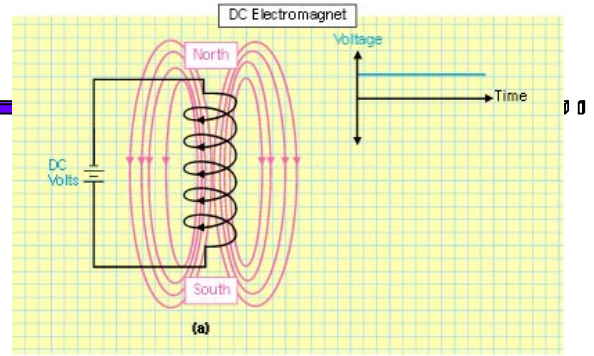


전자석 (Electromagnet)

- 연철이나 강철 코어에 코일을 감아 전류를 흘리면 그 주위에 강한 자계가 형성됨



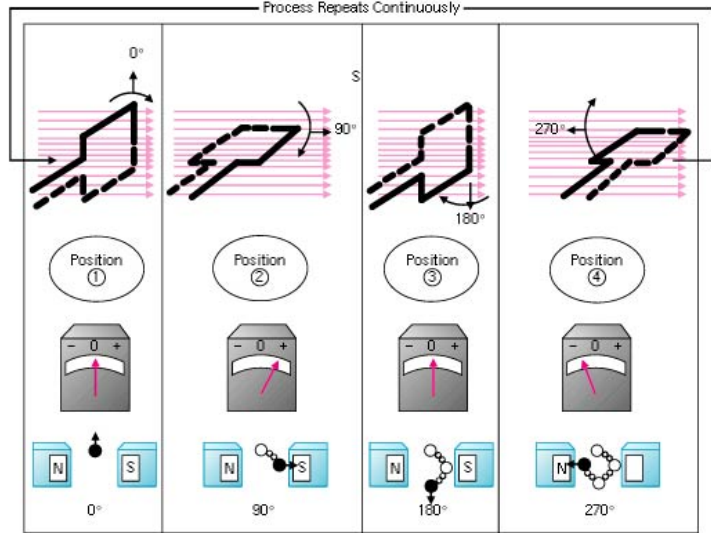
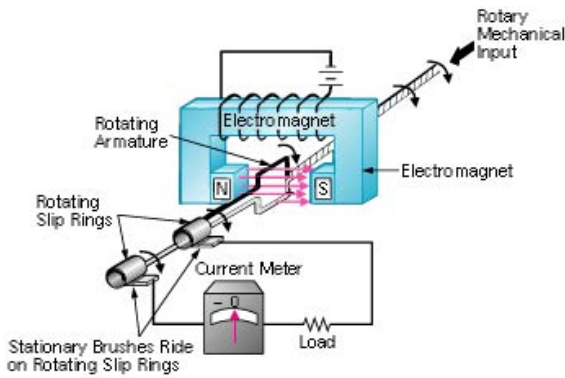
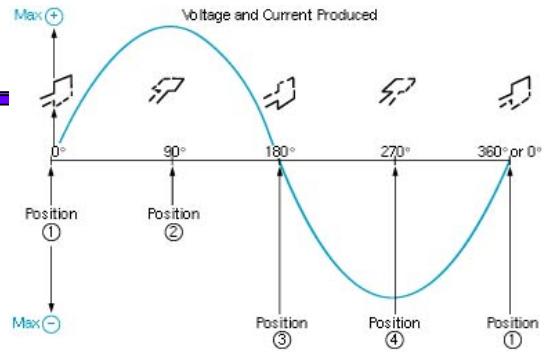
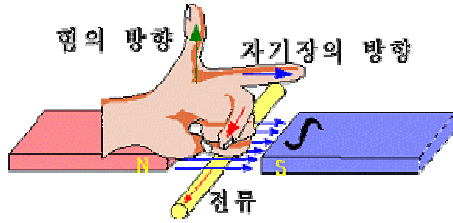
$$H = I \times \frac{N}{L}$$



전자기 유도 (Electromagnetic Induction)

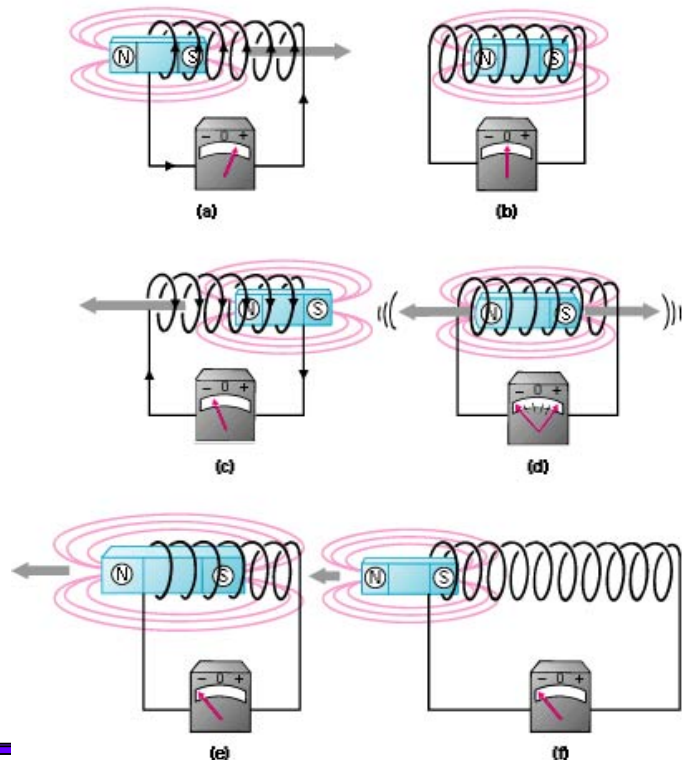
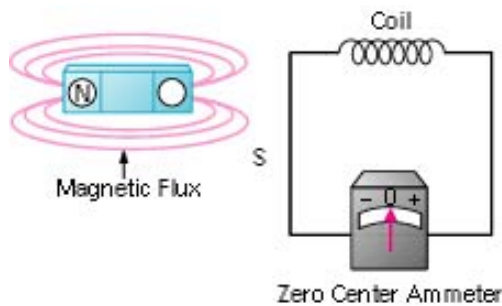
- 코일과 자력선 사이의 상대적인 움직임에 기인하여 발생하는 전압
- 자계 안에 있는 도체에 힘을 가하여 도체가 움직이면 도체가 자력선을 끊어 도체에 기전력이 발생하여 전류가 흐른다.
- 이러한 기전력을 유도 기전력, 전류를 유도 전류라 하며 이것을 전자기유도 작용이라 한다
- 코일의 내부에서 전자가 자장에 의해 코일의 한쪽 끝까지 당겨지는 것이다.
- 유도전압은 다음에 비례한다
 - 자장을 통과하는 도체의 속도
 - 자장의 자속밀도 또는 세기
 - 코일의 권선수

교류발전기의 원리



Korea University of Technology and Education

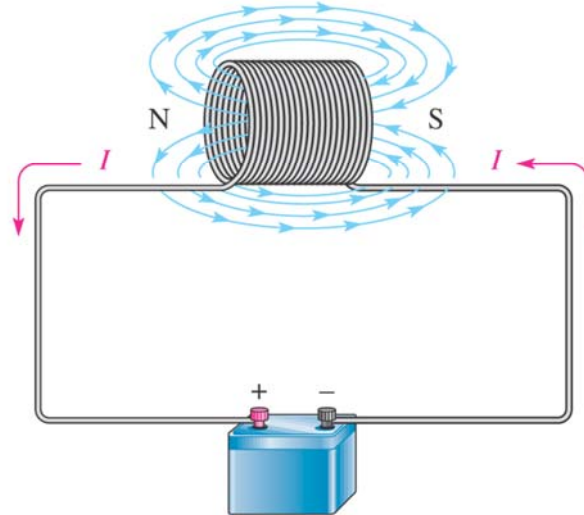
패러데이의 전자기 유도 발견



Korea University of Technology and Education

인덕터 (Inductor)

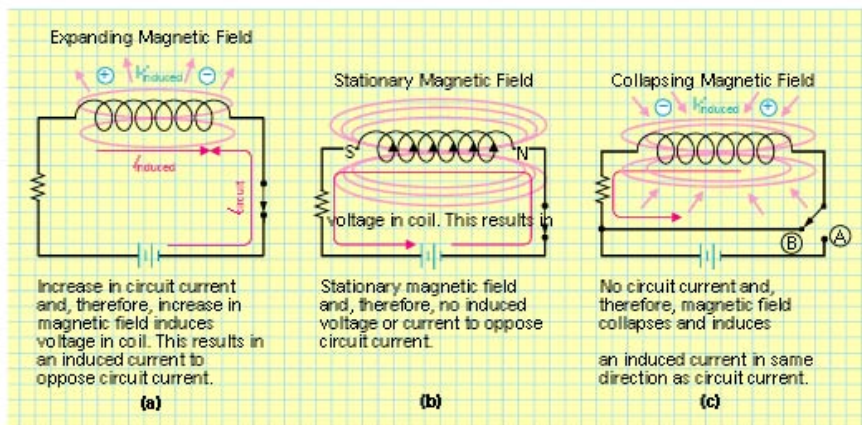
- 전자석과 인덕터는 같은 코일의 형태
- 인덕터의 목적: 전류의 변화를 방해



Korea University of Technology and Education

자기-인덕턴스 (self-inductance)

- 전류의 변화로 인해 자기장이 팽창하거나 축소될 때, 도체 내에 유도전압이 발생하는 성질



- 유도전압(induced voltage): 교류에 의해 인덕터 내에 발생하는 전압이고, 항상 인가전압의 극성과는 반대가 된다.

Korea University of Technology and Education

인덕턴스 (Inductance)

- 초당 1A의 전류변화가 1V의 유도전압을 발생시킬 때, 인덕터의 인덕턴스는 1H(헨리)가 된다.

$$V_{ind} = L \times \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

Korea University of Technology and Education

인덕턴스를 결정하는 요소

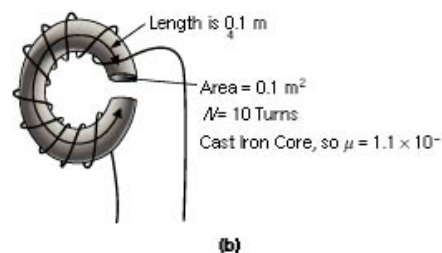
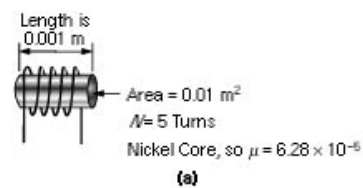
$$L = \frac{N^2 \times A \times \mu}{l}$$

N = 권선수

A = 단면적(m^2)

μ = 투자율

l = 코어의 길이



Korea University of Technology and Education

인덕터의 직 병렬연결

- 직렬연결

$$L_T = L_1 + L_2 + \dots$$

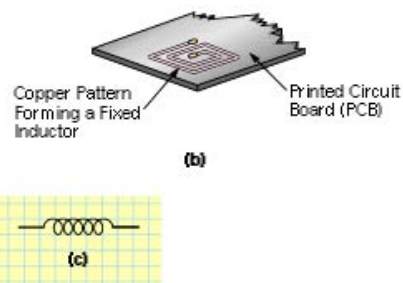
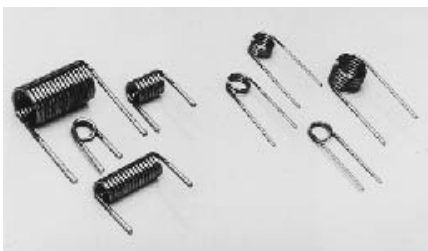
- 병렬연결

$$L_T = \frac{1}{1/L_1 + 1/L_2 + \dots}$$

Korea University of Technology and Education

고정값 인덕터-공기코어

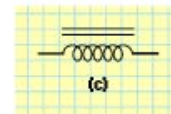
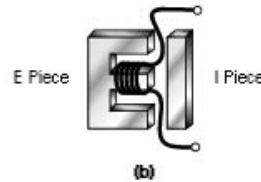
- 작은 인덕턴스 값
- 라디오, TV, 그리고 다른 고주파 장치에 사용



Korea University of Technology and Education

고정값 인덕터-철 코어

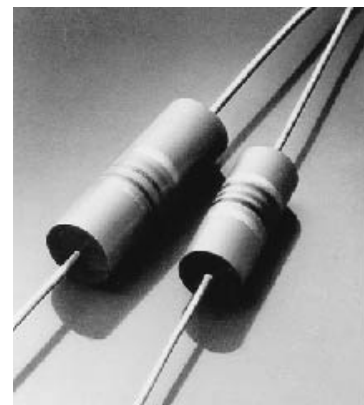
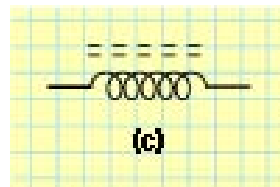
- 큰 투자율, 큰 인덕턴스 값
- 저주파 교류회로에 사용



Korea University of Technology and Education

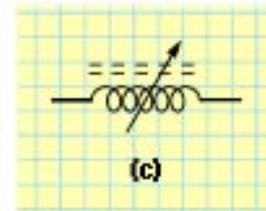
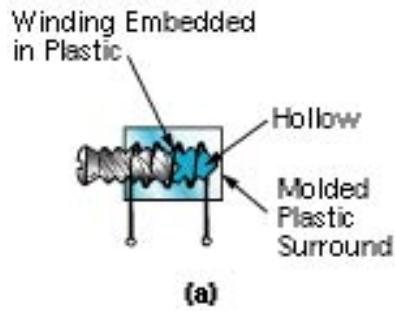
고정값 인덕터-페라이트 코어

- 분말 철 산화물과 세라믹의 화합물



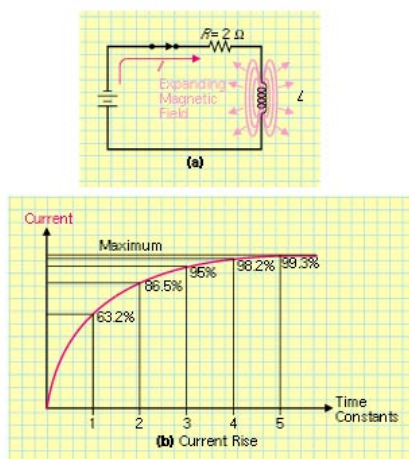
Korea University of Technology and Education

가변값 인덕터

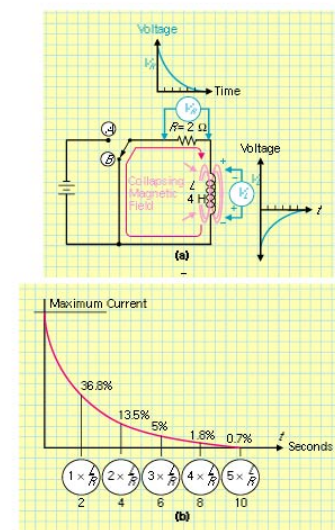


Korea University of Technology and Education

유도성 시정수



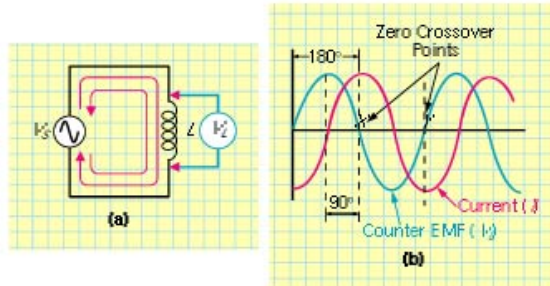
$$\tau = \frac{L}{R} \text{ sec}$$



Korea University of Technology and Education

역기전력과 전류의 위상차

- 역기전력은 회로전류와는 90deg의 위상차를 가진다.

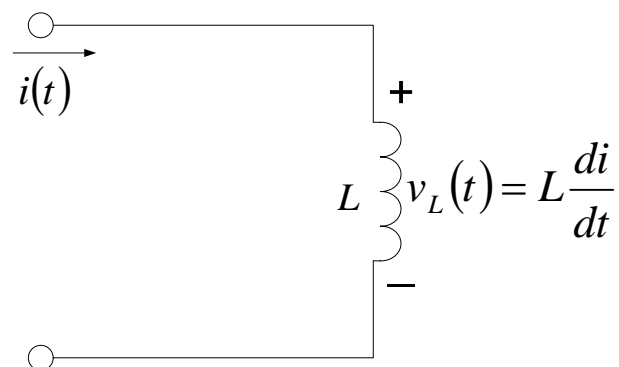


Korea University of Technology and Education

I-V Relation for Inductor

$$v_L(t) = L \frac{di_L}{dt}$$

$$1 \text{ H} = 1 \text{ V} \cdot \text{s/A}$$



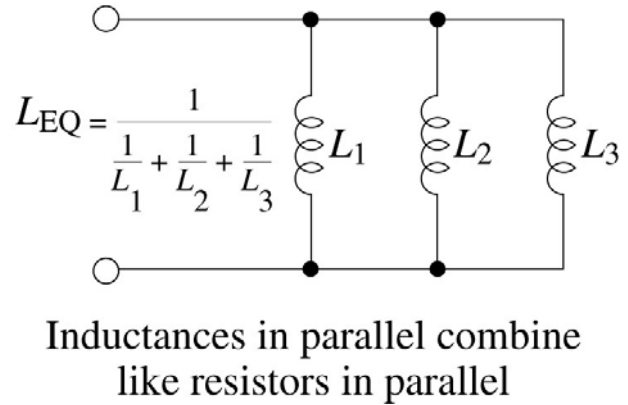
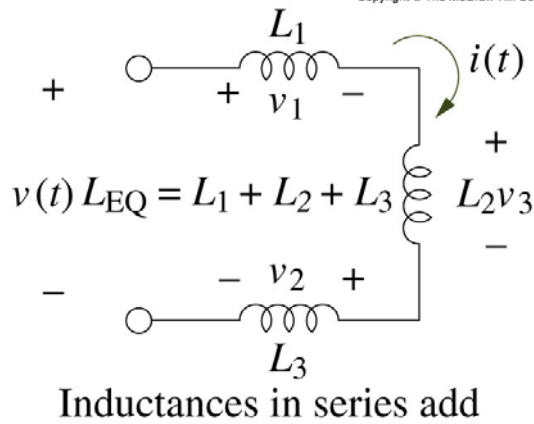
$$i_L(t) = \frac{1}{L} \int_{-\infty}^t v_L d\tau$$

$$i_L(t) = \frac{1}{L} \int_0^t v_L d\tau + I_o \quad t > t_0$$

Korea University of Technology and Education

회로에서 인덕턴스의 결합

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



Korea University of Technology and Education

전류로부터 인덕터 전압을 계산

$$i_L(t) = \begin{cases} 0 \text{ mA} & t < 1\text{ms} \\ -\frac{0.1}{4} + \frac{0.1}{4}t \text{ mA} & 1 \leq t < 5\text{ms} \\ 0.1 \text{ mA} & 5 \leq t < 9\text{ms} \\ 13 \times \left(\frac{0.1}{4} - \frac{0.1}{4}t \right) \text{ mA} & 9 \leq t < 13\text{ms} \\ 0 \text{ mA} & 13\text{ms} \leq t \end{cases}$$

$$L = 10\text{H}$$

Korea University of Technology and Education

인덕터에서의 에너지 저장

$$P_L(t) = i_L(t)v_L(t) = i_L(t)L \frac{di_L(t)}{dt} = \frac{d}{dt} \left[\frac{1}{2} Li_L^2(t) \right]$$

$$\begin{aligned} W_L(t) &= \int P_L(\tau) d\tau = \int \frac{d}{d\tau} \left[\frac{1}{2} Li_L^2(\tau) \right] d\tau \\ &= \frac{1}{2} Li_L^2(t) \end{aligned}$$