

환류다이오드(Free Wheeling Diode)

다음은 환류다이오드에 대해 Wikipedia 백과사전에 나온 내용을 발췌한 것입니다

- (1) A **Free Wheeling Diode** is an electronic component used to prevent damage to switching devices by reversing load current induction.
- (2) When switching off an inductive load, the current cannot go to zero in zero time. There is some energy stored in the magnetic field. The coil produces a high voltage large enough to let the current continue to flow over the contact gap, producing a spark.
- (3) The spark can damage the contact and radiates unwanted radio waves. The free wheeling diode is connected anti-parallel (anode on minus) to the coil. Hence it doesn't conduct normally.
- (4) If the coil is switched off, the voltage across the coil reverses to maintain the current's direction. Now the diode carries the current until the energy is consumed by the coil's inner resistance.
- (5) This can be used for DC only. For AC use resistor/capacitor combinations or varistors.

위의 내용에 대해 보충 설명하겠습니다

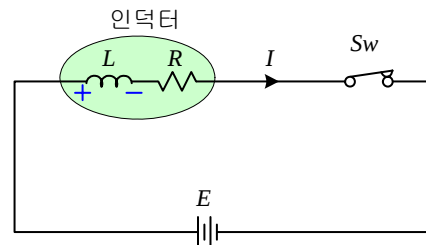
- ① 인덕터를 초전도 코일로 만들지 않은 이상 모든 인덕터에는 인덕턴스 성분과 더불어

$R = \rho \cdot \frac{\ell}{A}$ 로 계산되는 저항을 가지고 있습니다. 이

런 인덕턴스에 다음 그림과 같이 스위치가 On 되어 전류 I 가 흐르고 있을 때 인덕턴스에는

$E_L = \frac{1}{2} LI^2 [J]$ 의 에너지가 저장됩니다. 그리고 그

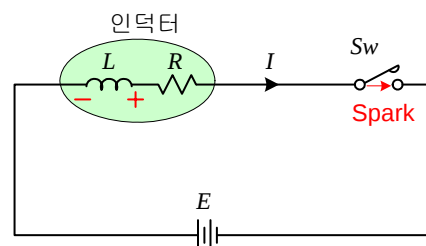
때 인덕턴스의 전압 극성은 그림에 표시한 $+$ $-$ 방향입니다



- ② 전류가 흐르던 상태에서 스위치가 Off 되면 인덕턴스에는 파라데이의 전자기유도법칙에 의

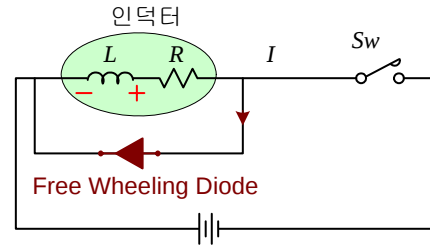
해서 $E_L = -L \frac{di}{dt} [V]$ 의 전압이 유기되는데 이 전압

은 dt 가 극히 짧은 시간이기 때문에 매우 크고 그 극성은 역기전력이기 때문에 원래 인덕턴스의 반대로 되어 그림의 $-+$ 로 반전되고, 이때 순간적으로 발생하는 역기전력(임펄스전압)은 매우 크기 때문에 스파크를 발생시켜서 스위치 접점을 손상시키고, 전자파를 발생시켜 노이즈로 작용합니다.

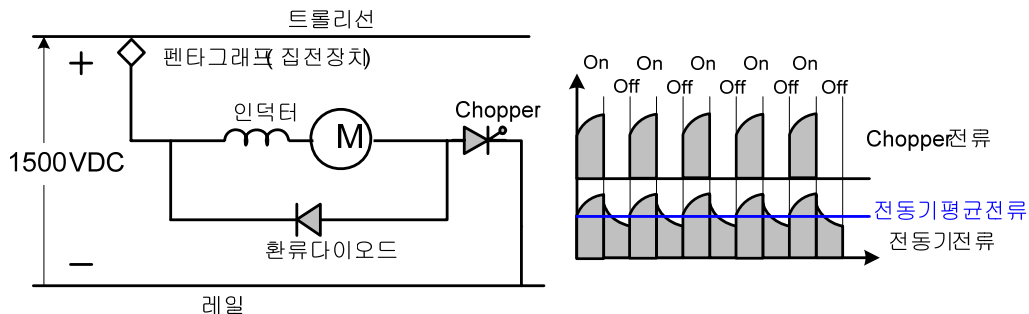


- ③ 이때 발생하는 임펄스 전압의 크기는 일반적으로 전원전압보다도 수십~수천배가 됩니다. 예를들어 자동차에는 12VDC 전원밖에 없는데 스파크 플러그에 가해지는 30,000V의 전압도 이런 인덕턴스에 흐르는 전류를 단속함으로써 발생시키는 것입니다

- ④ 인덕턴스가 전원에서 Off 될 때 발생하는 장애를 방지하기 위해서 그림과 같이 인덕터와 병렬로 (전원에 대해서 역방향으로) 다이오드를 접속하면 역기전력에 의해 발생하는 전압에 의해서 흐르는 전류는 스위치로 흐르지 않고 이 다이오드를 통해 인덕터에 환류되어 인덕터의 내부저항에서 에너지가 소비되어 버릴 것이므로 스위치에서의 스파크나 노이즈가 발생하는 것을 방지할 수가 있게 되는데 이런 목적으로 사용된 다이오드를 환류다이오드라고 합니다



- ⑤ 교류에서는 다이오드를 사용할 수 없으므로 저항과 정전용량을 병용하거나 Varistor (Variable Resistor) 를 사용합니다. 베리스터를 쓰는 경우 낮은 전압(전원전압)에서는 저항치가 크고 고전압(역기전력)에서는 저항치가 작아지는 것을 사용하면 앞의 환류다이오드와 유사한 특성을 가지게 할 수가 있습니다. 저항과 정전용량을 병용해도 유사한 특성을 구현할 수가 있습니다
- ⑥ 환류다이오드의 이런 특성은 직류전기철도의 속도제어에서 Chopper 제어로도 사용됩니다. 다음 그림에서 전류를 On-Off 하는 장치로는 Chopper 를 사용하는데 이는 하나의 GTO(Gate Turn Off) 사이리스터입니다. 초퍼가 On 되어 있는 동안에는 트롤리션으로부터 즉 전원으로부터 전류를 공급받아 전동기 M 이 구동되고, 초퍼가 Off 된 순간에는 인덕터에 발생하는 역기전력에 의해서 인덕터에 저장되었던 에너지가 전동기에 공급되도록 하는 것입니다.



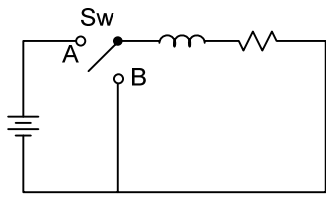
결국 전동기에 가해지는 실제 전류는 초퍼의 On-Off 시간 즉 $\frac{T_{ON}}{T_{ON} + T_{OFF}}$ 에 비례해서 변

화시킬 수가 있으므로 이를 이용해 전동기 회전속도를 조정합니다

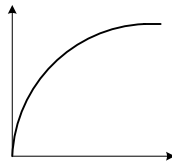
- ⑦ 위의 오른쪽 그림에서 초퍼에 흐르는 전류와 초퍼가 Off 되었을 때 흐르는 전류는 R-L 직렬회로의 과도현상에서 흐르는 전류와 같습니다. 다음 그림1에서 $t=0$ 의 순간에 스위치가 접점A에 투입되면 회로에는 $i(t) = \frac{E}{R} \left(1 - e^{-\frac{R}{L}t} \right)$ 의 전류가 흘러서 그림2와 같은 곡선을

그리게 되고, 스위치가 A→B 로 절체되면 인덕터에는 $i(t) = \frac{E}{R} e^{-\frac{R}{L}t}$ 의 전류가 흘러서 그

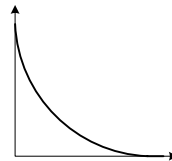
림3과 같은 곡선이 될 것입니다



<그림1>



<그림2>



<그림3>