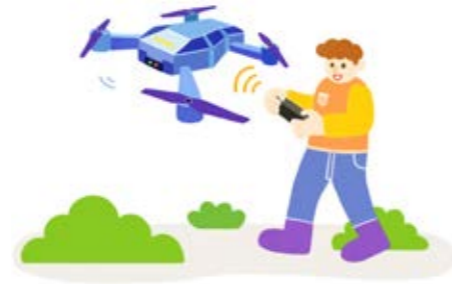


저항, 축전기, 인덕터

학습 목표 | 저항, 축전기, 인덕터를 활용하는 장치를 찾아 에너지 관점에서 설명할 수 있다.

드론은 조종 장치에서 보내는 특정 주파수의 전파 신호를 감지해 그 신호에 따라 비행한다. 드론에서 특정 주파수를 감지하는 원리는 무엇일까?



저항, 축전기, 인덕터

전자 기기를 작동하려면 회로에 전기 에너지를 공급하여 전류가 흐르도록 해야 한다. 전자 기기 내부에는 저항, 축전기, 인덕터 등 수많은 전자 소자가 들어 있다. 이들은 전자 회로에서 소자의 특성에 따른 역할을 수행하며, 전류와 전기 에너지를 조절해 전자 기기가 작동하게 한다.

그림 I-31의 디지털카메라 회로에서는 저항을 이용해 회로에 적절한 세기의 전류를 흐르게 하고, 축전기를 이용해 전기 에너지를 저장했다가 한꺼번에 플래시에 공급해 빛으로 방출한다. 인덕터는 전기 에너지를 자기 에너지로 전환하며, 인덕터에 전류가 차단되는 순간에는 큰 유도 기전력이 발생한다.

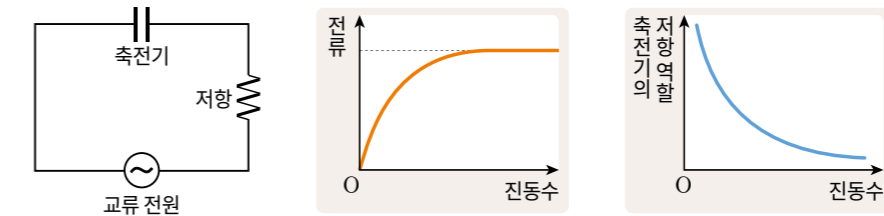


그림 I-31 디지털카메라 기판의 저항, 축전기, 인덕터

교류 회로에서 축전기와 인덕터의 특성

교류 전원에 저항만 연결한 회로에서는 교류의 진동수가 전류에 영향을 주지 않는다. 그러나 교류 회로에 인덕터나 축전기를 연결하면 교류의 진동수에 따라 회로에 흐르는 전류의 세기가 변한다. 이는 인덕터와 축전기가 교류 전원의 진동수에 따라 전류의 흐름을 방해하는 정도가 다르기 때문이다.

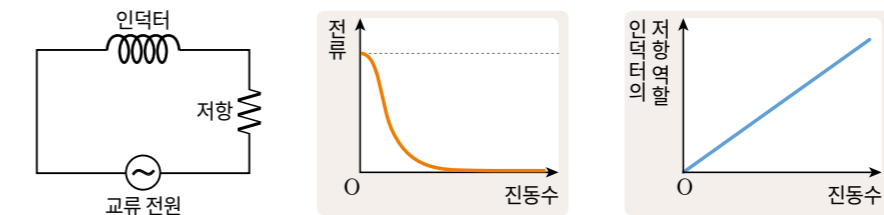
그림 I-32와 같이 축전기와 저항이 연결된 회로에서 교류의 진동수가 작으면 전류의 방향이 바뀌기 전에 축전기가 완전히 충전되어 전류가 흐르지 못한다. 따라서 축전기에서는 교류의 진동수가 클수록 전류가 잘 흐른다.



(가) 축전기와 저항 연결 회로 (나) 진동수에 따른 전류의 세기 (다) 축전기의 저항 역할

그림 I-32 축전기의 특성

그림 I-33과 같이 인덕터에 교류가 흐르면 내부 자기선속의 변화를 방해하는 방향으로 유도 기전력이 생겨 전류의 흐름을 방해한다. 교류의 진동수가 클수록 시간에 따른 자기선속의 변화가 크므로 유도 기전력도 크다. 따라서 인덕터는 교류 전원의 진동수가 클수록 전류가 잘 흐르지 못한다.



(가) 인덕터와 저항 연결 회로 (나) 진동수에 따른 전류의 세기 (다) 인덕터의 저항 역할

그림 I-33 인덕터의 특성

이처럼 교류 회로에서 축전기는 교류 전원의 진동수가 클수록 전류가 잘 흐르고, 인덕터는 교류 전원의 진동수가 작을수록 전류가 잘 흐른다.

스스로 확인

- 1 축전기와 저항이 연결된 회로에서는 교류의 진동수에 상관없이 일정한 세기의 전류가 흐른다. (○, ×)
- 2 교류 전원의 진동수가 클수록 인덕터에 흐르는 전류의 세기는 (작다, 크다).

연계 물리학

축전기의 충전과 방전에 대해 '전기와 자기' 단원에서 배웠다.

LC 회로와 에너지 전환

그림 I-34와 같이 축전기(C)와 인덕터(L)를 연결한 회로를 **LC 회로**라고 한다. 축전기는 전기장을 이용해 에너지를 저장하고 인덕터는 자기장을 이용해 에너지를 저장한다. 이 성질을 이용하면 진동하는 전류를 만들 수 있다.

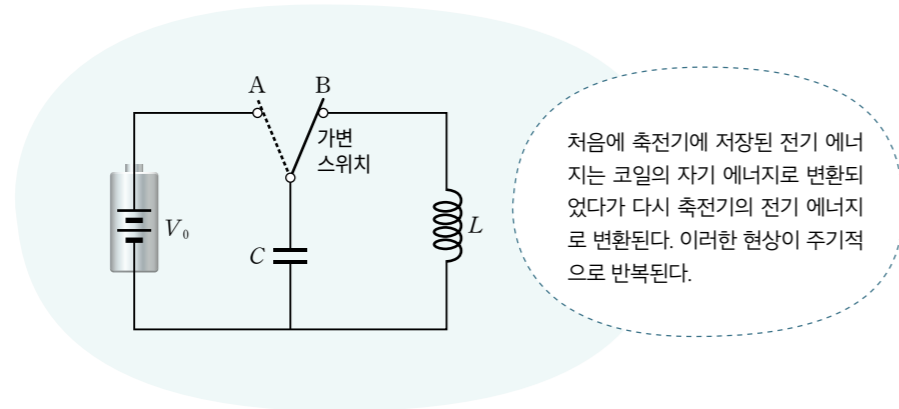


그림 I-34 LC 회로

다음 활동을 하면서 LC 회로에서 전류의 흐름을 살펴보자.

모의실험



디지털
해보기

탐구 능력 | 문제 해결 능력

모의실험으로 LC 회로의 전류 흐름 탐색하기

1. 인터넷에서 'LC 진동'으로 검색해 모의실험을 제공하는 누리집을 찾는다.
2. 모의실험을 실행해 축전기와 인덕터로 이루어진 회로에서 전하의 이동과 축전기, 인덕터에서 일어나는 변화를 관찰한다.

- 축전기가 최대로 충전된 순간, 전류의 세기는 어떻게 되는가?
- 인덕터 내부의 자기장이 최대가 되는 순간, 축전기에 충전된 전하량은 어떻게 되는가?

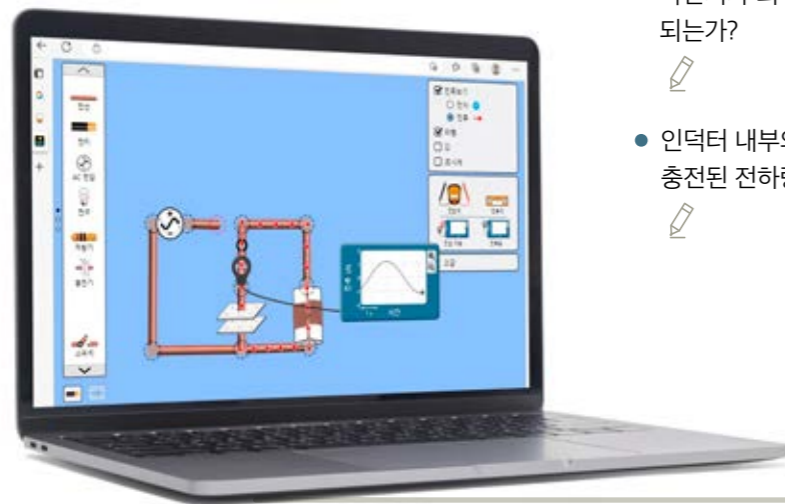


그림 I-35와 같이 충전된 축전기를 인덕터와 연결하면 축전기가 방전되며 회로에 전류가 흐르기 시작한다. 그러나 인덕터에서 생기는 유도 기전력 때문에 전류가 급격히 증가하지 못한다. 전류가 최대가 되면 인덕터 내부의 자기장 세기가 최대가 되고 축전기의 전위차는 0이 된다. 이때 축전기에 의한 전류는 0이 되지만 인덕터에서 자기선속의 감소를 방해하는 유도 기전력이 생겨 전류가 0이 되지 않고 계속 흐른다. 결국 축전기의 두 극판은 처음과는 반대 방향으로 충전된다. 처음과 반대 방향으로 충전된 축전기는 다시 방전되며, 처음과 반대 방향으로 전류가 흐른다. 이처럼 축전기가 방전과 충전을 반복하면서 축전기와 인덕터가 연결된 회로에는 전류 방향이 주기적으로 바뀌며 진동하는 전류가 흐른다.

이 과정에서 축전기에 저장된 전기 에너지는 인덕터에서 자기 에너지로 전환되고, 다시 전자기 유도에 의해 전기 에너지로 전환된다. 이상적인 회로라면 에너지 소모 없이 전류가 계속 진동하며 흐른다. 그러나 실제로는 도선의 저항이 있으므로 회로에 흐르는 전류가 점점 감소한다.

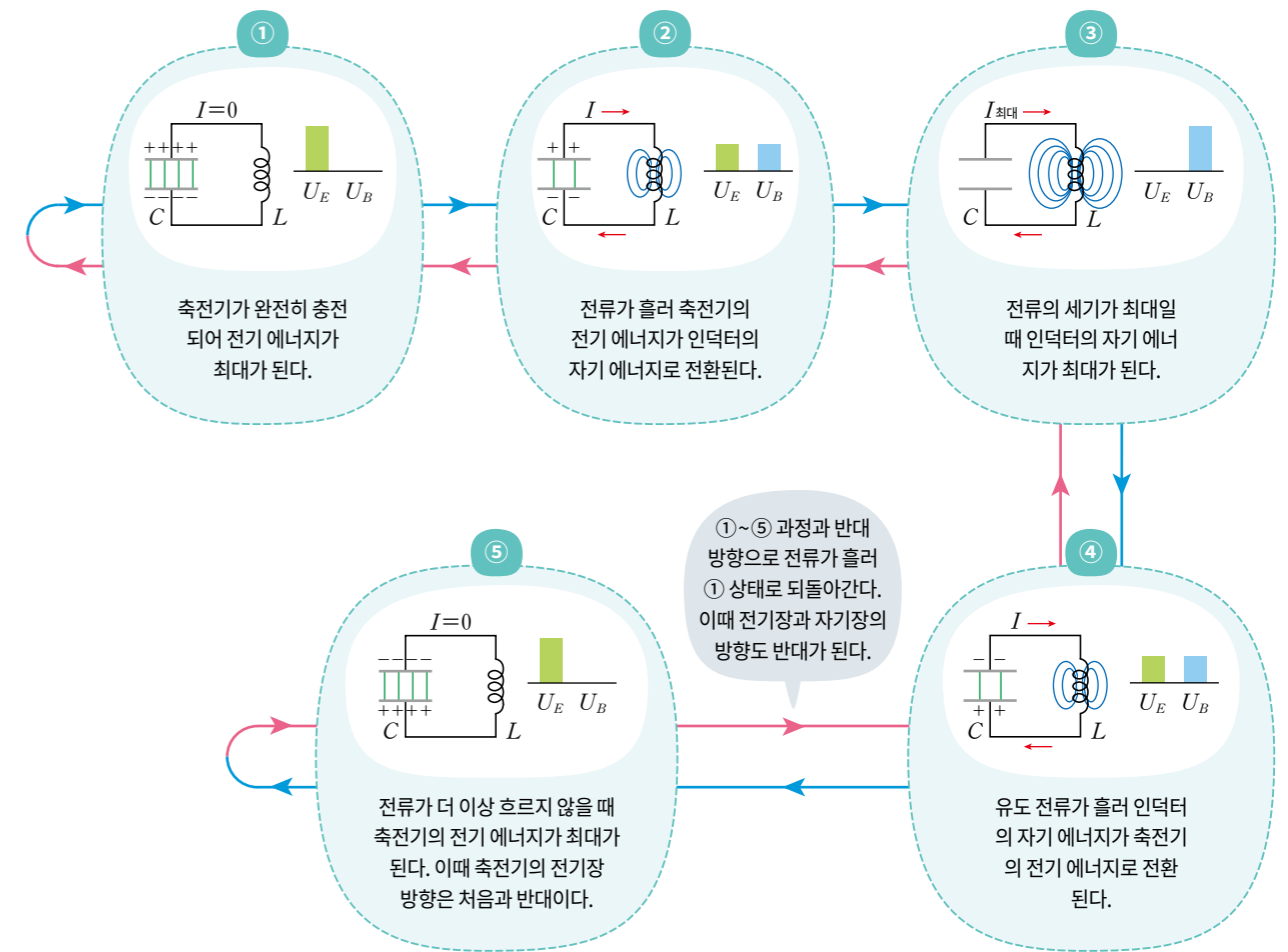


그림 I-35 LC 회로의 축전기에 저장된 전기 에너지 U_E , 인덕터에 저장된 자기 에너지 U_B 의 변화와 전류 흐름

모든 것을 이어주는 사물인터넷(IoT)

사물 인터넷(IoT, Internet of Things)은 주변의 전자 기기를 포함한 사물에 센서와 통신 기능을 내장해 인터넷으로 연결하는 기술이다. 즉, 사물 인터넷은 무선 통신을 통해 우리가 사용하는 기기와 장치를 하나의 네트워크로 연결하는 기술이다. 사물이 네트워크로 연결되면 인터넷을 통해 매우 많은 정보가 모이고, 이를 분석해 다시 연결된 사물들을 효율적으로 활용할 수 있는 방법을 제공할 수 있다. 예를 들어 가정에서는 스마트홈을 구축해 가전제품, 조명, 온도 조절 시스템, 보안 시스템 등을 제어할 수 있다. 또 버스 회사에서는 차량의 운행 정보를 실시간으로 점검하고 수집해 유지 보수나 서비스 개선에 활용할 수 있다.

사물 인터넷은 가정뿐만 아니라 지능형 농장, 제품 유통 관리, 개인과 사회의 건강 관리, 스마트 공장, 보안 기술, 전력 공급 및 관리 기술인 스마트 그리드 등 다양한 분야에 활용되고 있다. 사물 인터넷이 사람, 데이터, 사물 등 모든 것이 인터넷으로 연결되는 초연결을 기반으로 하여 모바일, 클라우드, 빅데이터, 스마트 기기 등과 융합하면 새로운 산업이 등장하고, 생산성과 효율성이 향상되며, 여러 사회 문제 해결 및 삶의 질 향상에도 기여할 것이다.



글쓰기

사물 인터넷을 활용한 소규모 농장이나 마을 교통 시스템을 고안해 보고, 이를 글로 써 보자.



RLC 회로와 공명 진동수

교류 전원에 저항(R), 인덕터(L), 축전기(C)를 연결한 것을 **RLC 회로**라고 하며, 교류 전원에서 공급된 전기 에너지는 주로 저항에서 소모된다. 그림 I-36의 (가)와 같이 저항, 인덕터, 축전기를 직렬로 연결하면, (나)와 같이 교류 전원의 진동수가 증가할수록 회로에 흐르는 전류의 세기가 증가하다가 특정 진동수에서 최대가 된 뒤 다시 감소한다. 이때 전류가 최대가 되는 특정 진동수 f_0 를 **공명 진동수**(공진 주파수)라고 하며, 인덕터와 축전기에 의해 결정된다.

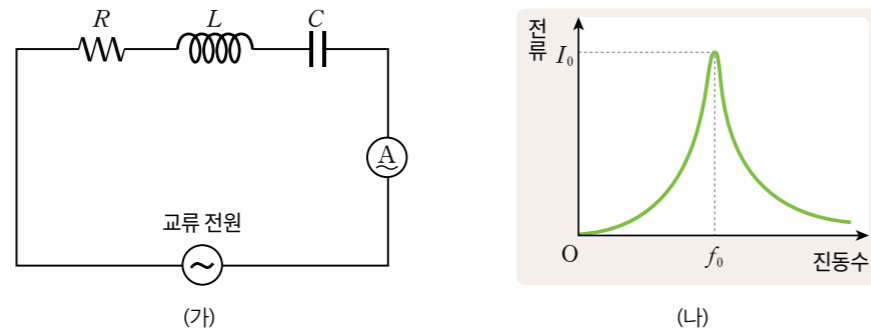


그림 I-36 RLC 회로와 진동수

전파의 수신

방송국에서는 채널(channel)에 따라 서로 다른 고유한 진동수의 전파를 내보낸다. 그림 I-37에서 라디오의 안테나는 이러한 다양한 전파를 수신해 여러 진동수의 교류를 동시에 발생시키는 전원 역할을 한다. 그러나 인덕터와 축전기가 병렬로 연결된 라디오 수신 회로에서 인덕터와 축전기에 의해 결정된 공명 진동수와 동일한 진동수를 갖는 전파만이 저항에 큰 전류를 흐르게 하여 연결된 이어폰이나 스피커에서 소리가 난다. 축전기와 인덕터가 포함된 회로의 공명 진동수를 바꾸면 특정 진동수의 전파만을 수신할 수 있다.

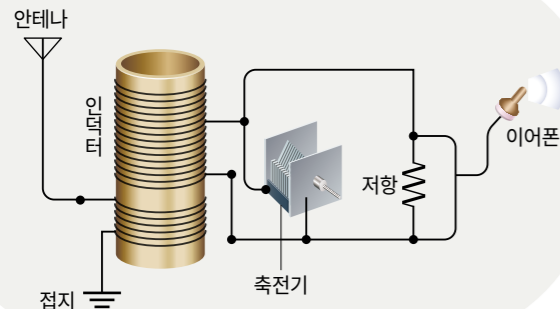


그림 I-37 전파 수신 회로

스스로 확인

- 1 LC 회로에서 인덕터는 전기장을 이용해 에너지를 저장한다. (○, ×)
- 2 저항, 축전기, 인덕터가 연결된 회로에서 교류 전원의 진동수가 공명 진동수일 때 회로에 흐르는 전류의 세기가 최소가 된다. (○, ×)

스스로 정리

공유 축전기와 인덕터를 의인화해 에너지를 주고받는 과정을 네 칸 만화로 그려 보고, 이를 공유 플랫폼에 공유해 보자.