

자기유도 및 상호유도 중급 문제 20제 (문제, 풀이, 해설, 답)

1. 인덕터의 자기유도 전압이 $V_L = L \frac{dI}{dt}$ 일 때, 자기유도 계수 $L = 2 \text{ H}$, 전류가 $I = 3t^2$ (단위: A, t 는 초)일 경우, 시간 $t = 1$ 초에서 유도전압을 구하시오.

풀이 및 해설: 전류 함수 $I = 3t^2$ 의 시간에 따른 미분은

$$\frac{dI}{dt} = 6t$$

따라서 시간 $t = 1$ 초에서

$$\frac{dI}{dt} = 6 \times 1 = 6 \text{ A/s}$$

유도전압은

$$V_L = L \frac{dI}{dt} = 2 \times 6 = 12 \text{ V}$$

답: 12 V

2. 두 코일의 자기유도 계수가 각각 $L_1 = 3 \text{ H}$, $L_2 = 5 \text{ H}$ 이고, 결합 계수가 $k = 0.8$ 일 때, 상호유도 계수 M 을 구하시오.

풀이 및 해설: 상호유도 계수는

$$M = k\sqrt{L_1 L_2}$$

이므로

$$M = 0.8 \times \sqrt{3 \times 5} = 0.8 \times \sqrt{15} \approx 0.8 \times 3.873 = 3.098$$

단위는 헨리(H)이다.

답: $M \approx 3.10 \text{ H}$

3. 1차 코일 전류가 시간에 따라 $I_1 = 4 \sin(100t)$ (단위: A)로 변할 때, 상호유도 계수 $M = 2 \text{ H}$ 인 2차 코일에 유도되는 전압 $V_2(t)$ 의 식을 구하시오.

풀이 및 해설: 유도전압은

$$V_2 = M \frac{dI_1}{dt}$$

전류를 미분하면

$$\frac{dI_1}{dt} = 4 \times 100 \cos(100t) = 400 \cos(100t)$$

따라서

$$V_2 = 2 \times 400 \cos(100t) = 800 \cos(100t)$$

답: $V_2(t) = 800 \cos(100t) \text{ (V)}$

4. 상호유도 계수 M 과 결합 계수 k 의 관계식을 쓰고 설명하시오.

풀이 및 해설: 두 코일의 자기유도 계수를 각각 L_1 , L_2 라고 하면

$$M = k\sqrt{L_1 L_2}$$

여기서 k 는 두 코일 사이의 자기 결합 강도를 나타내며, 0에서 1 사이의 값을 가집니다. $k = 1$ 이면 완전 결합, $k = 0$ 이면 결합 없음이다.

답:

$$M = k\sqrt{L_1 L_2}$$

5. 인덕터의 전압과 전류 파형이 교류 회로에서 어떻게 위상이 다른지 설명하시오.

풀이 및 해설: 인덕터는 전류 변화에 저항하기 때문에, 전압이 전류보다 90도 앞서갑니다. 즉, 전압이 최대일 때 전류는 0에 가깝고, 전류가 최대일 때 전압은 0에 가깝습니다. 이는 인덕터의 임피던스가 $j\omega L$ 이기 때문입니다.

답: 전압이 전류보다 90도 앞선다

6. 상호유도에 영향을 미치는 요소 3가지를 쓰시오.

풀이 및 해설: 상호유도는 두 코일 사이의 자기장 전달 정도에 의존하며, 다음 요소들이 영향을 미칩니다.

1. 코일 간 거리 2. 코일 권선 방향과 위치 3. 코어 재질과 형태 (자성 재료 유무)

답: 거리, 권선 방향 및 위치, 코어 재질

7. 인덕터에 직류가 흐를 때 자기유도 전압이 0이 되는 이유를 설명하시오.

풀이 및 해설: 직류는 시간이 지나면서 일정한 전류를 유지하므로 전류 변화율이 0입니다.

$$\frac{dI}{dt} = 0$$

따라서 자기유도 전압

$$V_L = L \frac{dI}{dt} = 0$$

답: 전류 변화율이 0이므로 유도 전압이 0이다

8. 두 코일 사이 상호유도 전압이 음수가 되는 경우를 설명하시오.

풀이 및 해설: 상호유도 전압의 부호는 코일의 권선 방향과 자기장 방향에 따라 달라집니다. 두 코일 권선이 반대 방향으로 연결되면 유도전압이 음의 부호를 갖습니다. 이는 전압의 위상 반전을 의미합니다.

답: 권선 방향이 반대일 때 상호유도 전압의 부호가 음수가 된다

9. 인덕터에 저장되는 자기 에너지 W 를 자기유도 계수 L 과 전류 I 로 표현하시오.

풀이 및 해설: 인덕터에 저장된 자기 에너지는

$$W = \frac{1}{2}LI^2$$

답:

$$W = \frac{1}{2}LI^2$$

10. 자기유도에 의해 발생하는 유도전압이 일정 전류 흐름에 미치는 영향을 설명하시오.

풀이 및 해설: 유도전압은 전류 변화에 저항하는 방향으로 작용하여 급격한 전류 변화를 억제합니다. 이 때문에 인덕터는 전류를 부드럽게 변화시키고, 노이즈 감소 및 에너지 저장 역할을 합니다.

답: 급격한 전류 변화를 억제하고 전류 흐름을 부드럽게 한다

11. 상호유도 계수가 변할 때 회로 동작에 미치는 영향을 설명하시오.

풀이 및 해설: 상호유도 계수가 커지면 두 코일 사이의 에너지 전달 효율이 증가하고, 유도 전압도 커집니다. 작아지면 에너지 전달 효율과 유도 전압이 감소합니다. 결과적으로 회로의 전압 및 전류 특성에 큰 영향을 줍니다.

답: 상호유도 계수 증가 시 에너지 전달과 유도 전압이 커지고, 감소 시 줄어든다

12. 자기유도 계수 L 이 코일의 어떤 구조적 요소에 의해 달라지는지 설명하시오.

풀이 및 해설: 자기유도 계수는 다음 요소에 영향을 받는다. - 권선 수 (감은 횟수) - 코일 단면적 - 코일 길이 - 코어 재료의 자속 밀도 이들 요소가 자기장 형성과 결합에 영향을 준다.

답: 권선 수, 단면적, 길이, 코어 재질에 따라 달라진다

13. 변압기의 효율을 높이기 위한 자기유도 및 상호유도 설계 방법을 쓰시오.

풀이 및 해설: - 코일 간 거리를 최소화하여 결합 계수 k 를 높인다 - 고자기 투과율(core) 재질 사용 - 권선 배치를 최적화하여 누설 자기장 최소화 - 권선 저항 감소 및 절연 강화

답: 결합 계수 증가, 고투과율 코어 사용, 최적 권선 배치 및 저항 감소

14. 렌츠의 법칙이 자기유도 및 상호유도 회로에 주는 의미를 구체적으로 서술하시오.

풀이 및 해설: 렌츠의 법칙은 유도전압의 방향이 원인인 전류 변화를 저지하는 방향임을 말한다. 이는 자기유도 전압과 상호유도 전압 모두에 적용되어 전기 회로 내 에너지 보존과 안정성 확보에 핵심적 역할을 한다.

답: 유도전압은 전류 변화를 저지하는 방향으로 발생하여 에너지 보존과 회로 안정성을 보장한다

15. 인덕터 인덕턴스 측정 방법을 간단히 설명하시오.

풀이 및 해설: - 교류 임피던스 측정을 통해 인덕턴스를 계산 - LCR 미터 사용 - 공진회로에서 공진 주파수를 이용한 간접 측정

답: 교류 임피던스 측정, LCR 미터, 공진 주파수 이용

16. 두 코일의 상호유도 계수 M 이 변하는 상황 예를 들고 설명하시오.

풀이 및 해설: 예: 두 코일 사이 거리를 멀게 하거나 코어를 제거하면 상호유도 계수 M 이 감소한다. 반대로 코일을 가까이 붙이고 철심 코어를 삽입하면 M 이 증가한다.

답: 거리 증가나 코어 제거 시 감소, 거리 감소나 코어 삽입 시 증가

17. 인덕터 회로에서 전류 변화율이 클 때 발생하는 문제점은 무엇인가?

풀이 및 해설: 큰 전류 변화율은 높은 유도전압을 발생시켜 전기적 스트레스 및 스파이크를 유발한다. 이는 회로 소자 손상이나 노이즈를 일으킬 수 있다.

답: 전압 스파이크 발생, 소자 손상 및 노이즈 유발

18. 상호유도 전압을 이용한 무선 전력 전송 원리를 설명하시오.

풀이 및 해설: 무선 충전기는 송신 코일의 변화하는 자기장이 수신 코일에 유도전압을 발생시켜 전력을 비접촉 전달한다. 상호유도 계수가 높을수록 효율이 좋다.

답: 송신 코일의 변화 자기장이 수신 코일에 유도전압을 생성해 전력을 비접촉 전달함

19. 자기유도 계수 L 의 정의를 자기장 에너지 관점에서 서술하시오.

풀이 및 해설: 자기유도 계수 L 은 인덕터가 전류를 저장하는 자기 에너지와 관계있다. 에너지는

$$W = \frac{1}{2}LI^2$$

이므로, L 은 전류에 비례한 자기장 에너지 저장 능력을 나타낸다.

답: 전류에 비례하는 자기장 에너지 저장 능력을 나타낸다

20. 코일 권선의 방향이 상호유도에 미치는 영향을 설명하시오.

풀이 및 해설: 권선 방향이 같으면 상호유도 전압의 부호가 같고, 반대 방향이면 부호가 반대가 된다. 이는 유도전압의 위상과 극성에 영향을 준다.

답: 권선 방향에 따라 상호유도 전압의 부호와 위상이 달라진다