

EMC의 기초

ver.A2

로옴 주식회사

EMC의 기초

1. EMC란?
2. 스펙트럼의 기초
3. 차동 모드와 공통 모드 노이즈
4. 크로스 토크
5. 스위칭 전원에서 발생하는 노이즈

EMC란

EMC (Electromagnetic Compatibility)

- 전자 양립성 (전자 적합성)
- 다른 전자 기기에 방해를 주지않고, 다른 기기로부터 방해를 받아도 본래의 성능을 유지하는 것.
- 양방의 성능을 양립시킬 필요성이 있다는 점에서 전자 양립성이라고 한다.
- 하기의 EMI와 EMS로 분류된다.

EMI (Electromagnetic Interference ; Emission)

- 전자 방해 (전자 간섭, 전자 장애)
- IC의 동작으로 인해 노이즈가 발생 (EMI)하여, 주변의 IC 및 시스템에 장애를 일으키는 것. 또는 그러한 전자파.
- EMI를 발생시키지 않는 회로 설계 필요.

EMS (Electromagnetic Susceptibility ; Immunity)

- 전자 감수성
- EMI의 영향에도 장애를 일으키지 않는 능력, 내성.
- EMI에 대한 내성이 있는 견고한 회로 설계가 필요.

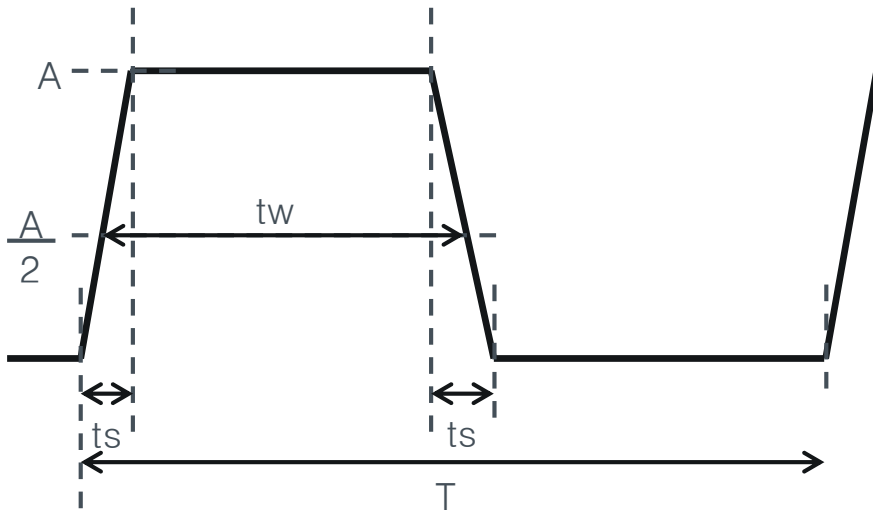
전도 노이즈 (Conducted Emission)

- 하니스 (Harness) 및 기판 배선을 경유하여 전해지는 노이즈

방사 / 복사 노이즈 (Radiated Emission)

- 공기 중에 방출 (방사)되는 노이즈

2. 스펙트럼의 기초

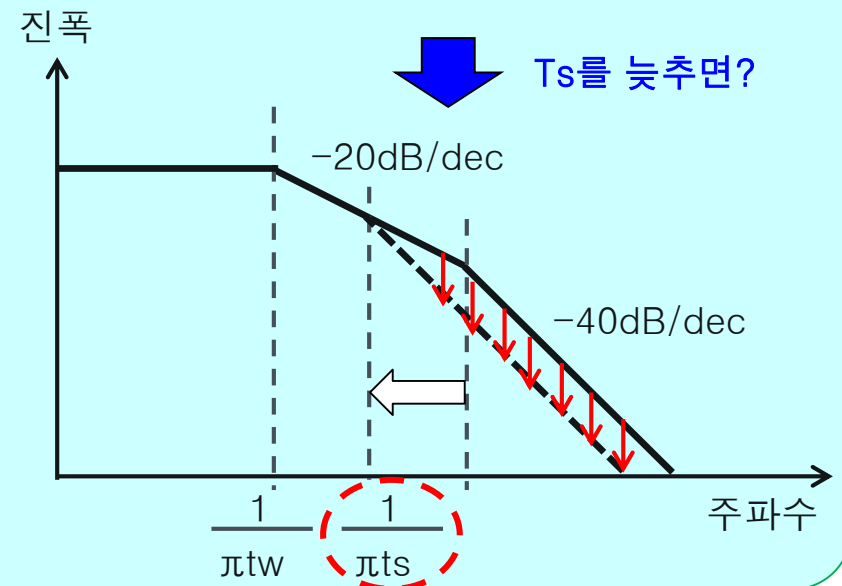
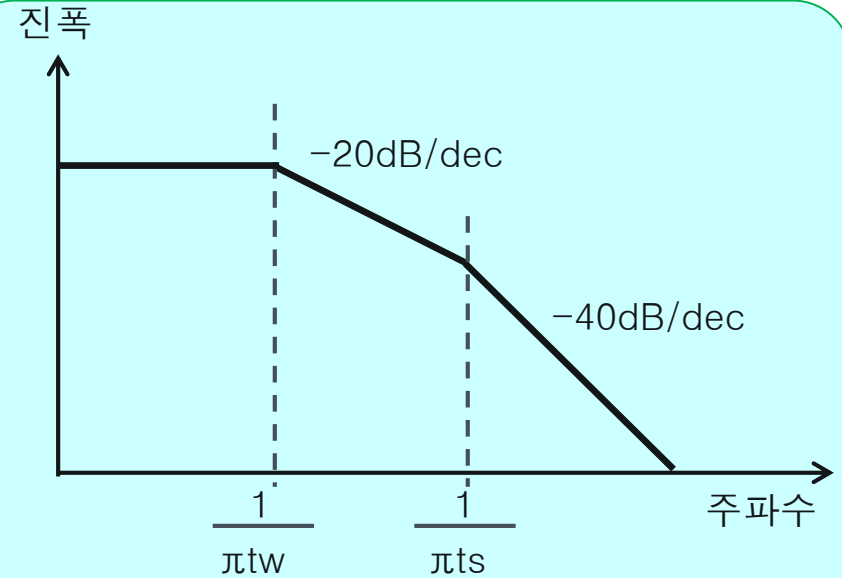


펄스 파형

우측 위 : 푸리에 (Fourier) 변환에 따른
이론상의 펄스 파형 스펙트럼

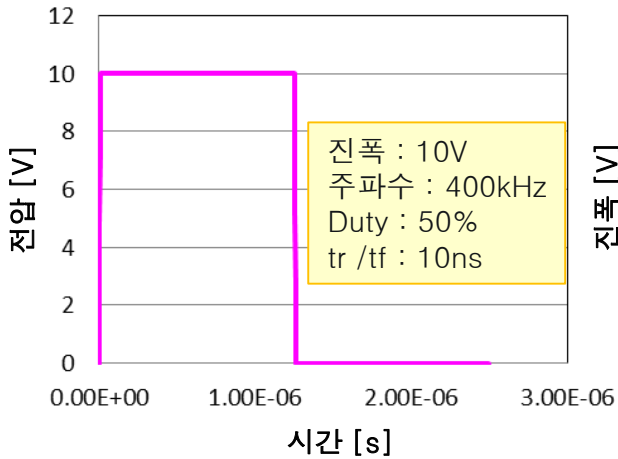
우측 아래 : T_s 를 느리게 했을 때 스펙트럼 추이

- T_s 를 늦추면, 스펙트럼이 낮아진다.
- 파라미터 (주파수 등)를 변경하여 스펙트럼의 상태를 계산하여 확인한다.

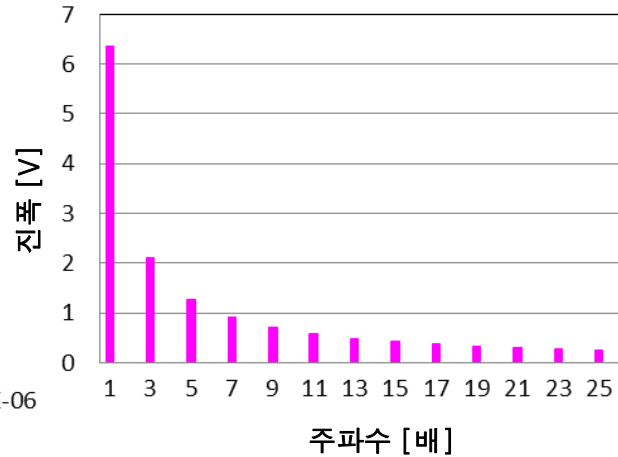


2. 스펙트럼의 기초

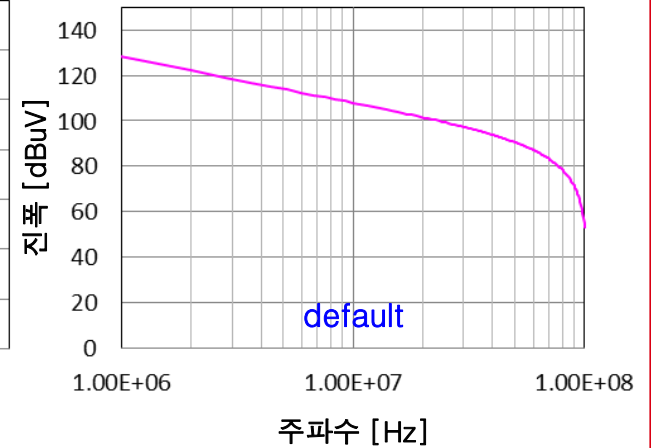
파형



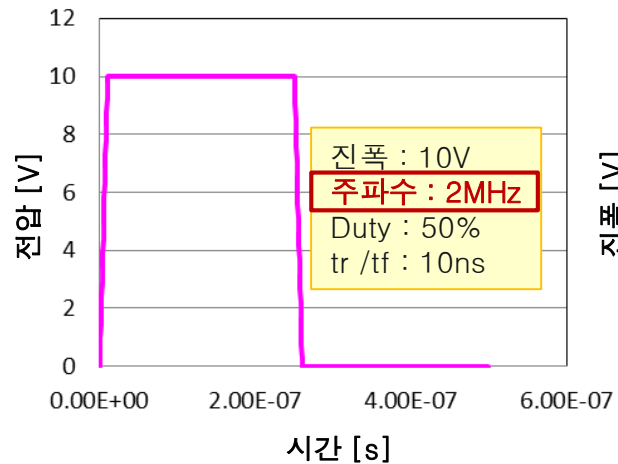
n차 고주파 - 진폭



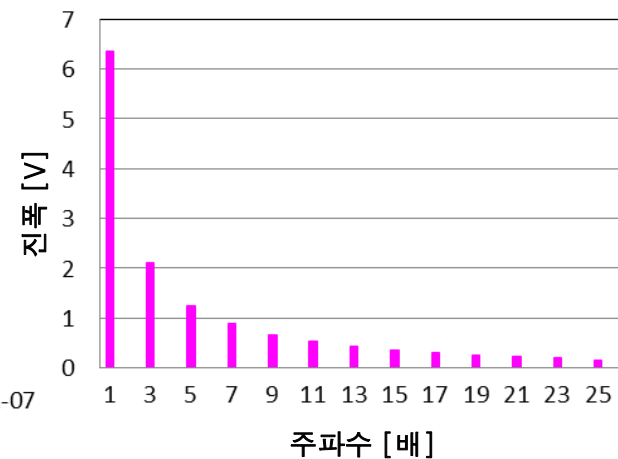
주파수 - 진폭 (dBuV)



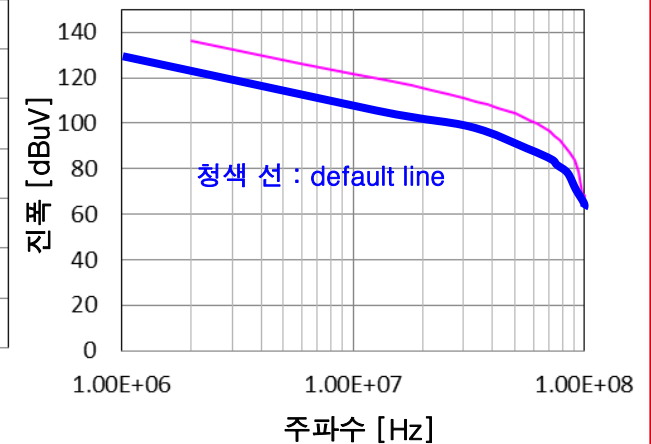
파형



n차 고주파 - 진폭

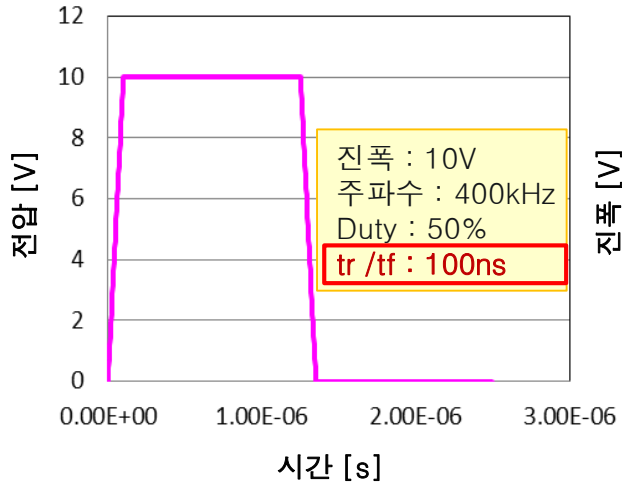


주파수 - 진폭 (dBuV)

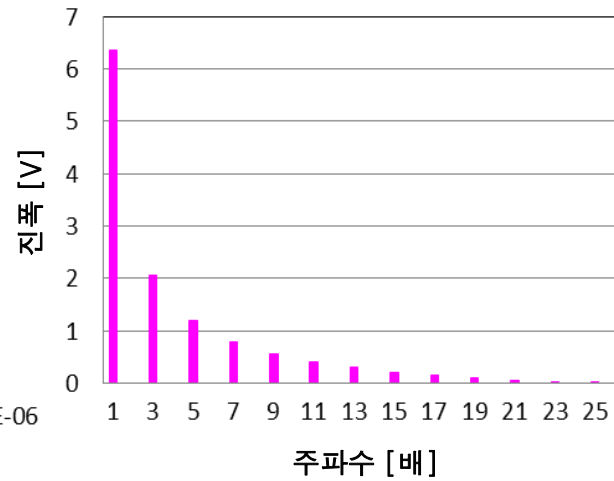


2. 스펙트럼의 기초

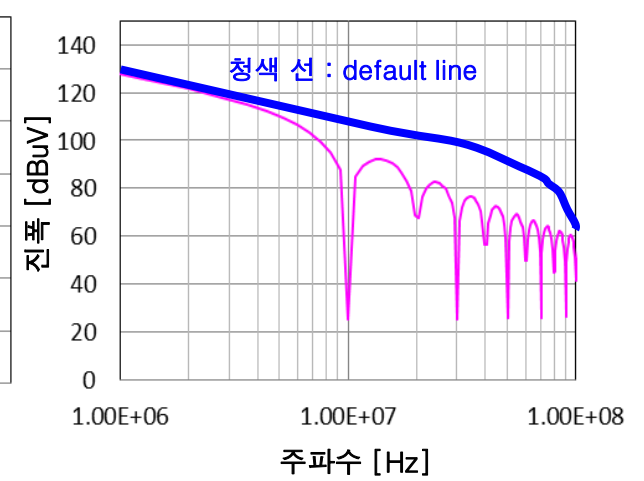
파형



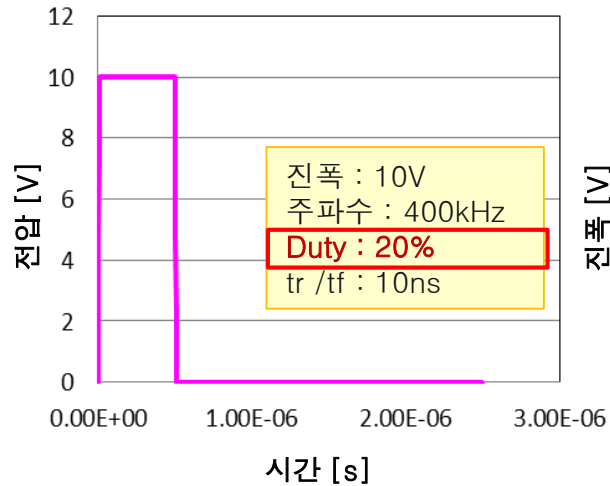
n차 고주파 - 진폭



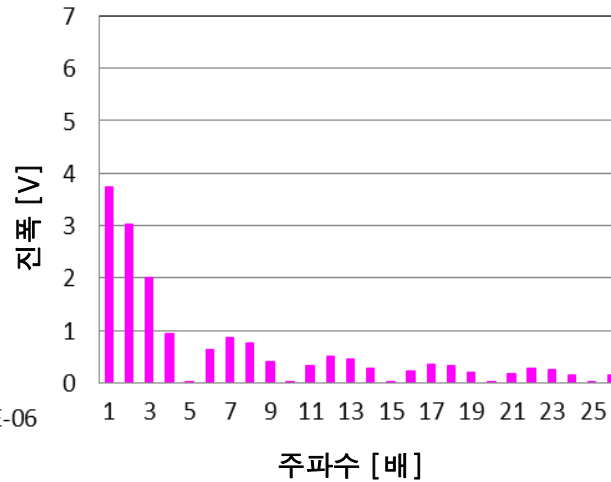
주파수 - 진폭 (dBuV)



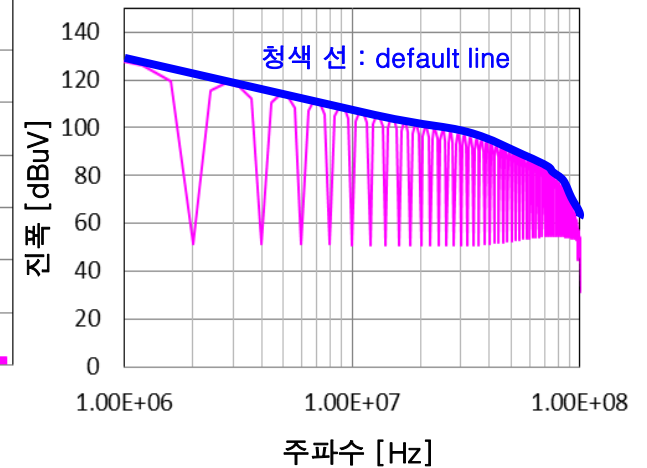
파형



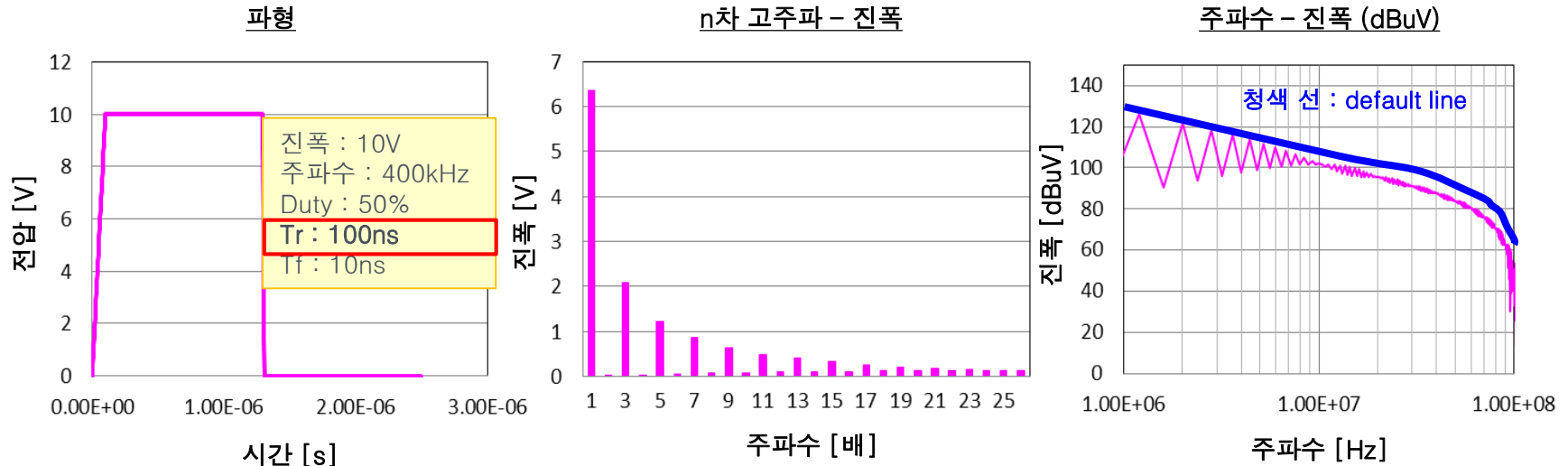
n차 고주파 - 진폭



주파수 - 진폭 (dBuV)



2. 스펙트럼의 기초



고주파화
turn-on / off 속도 저하
Duty 변경

⇒
⇒
⇒

전체적으로 스펙트럼 증가
저주파수에서 -40dB/dec 감쇠
짝수차 고주파가 발생하지만 스펙트럼의
피크에 영향 없음. 기본파는 낮아진다.

turn-on만 속도 저하

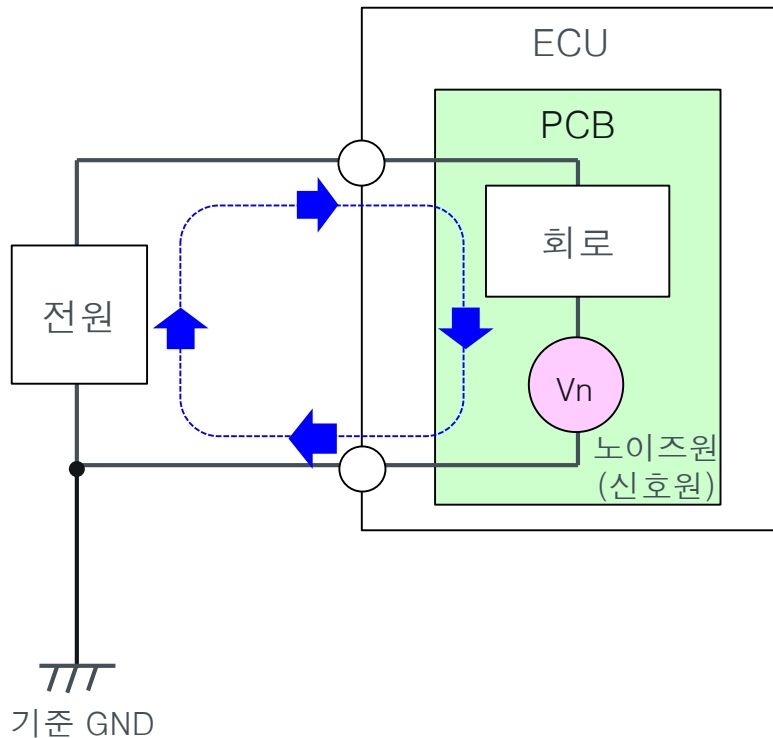
⇒

turn-on 성분이 저주파수에서 감쇠

- 주파수가 낮고, turn-on / off가 느릴수록 스펙트럼은 낮아진다.

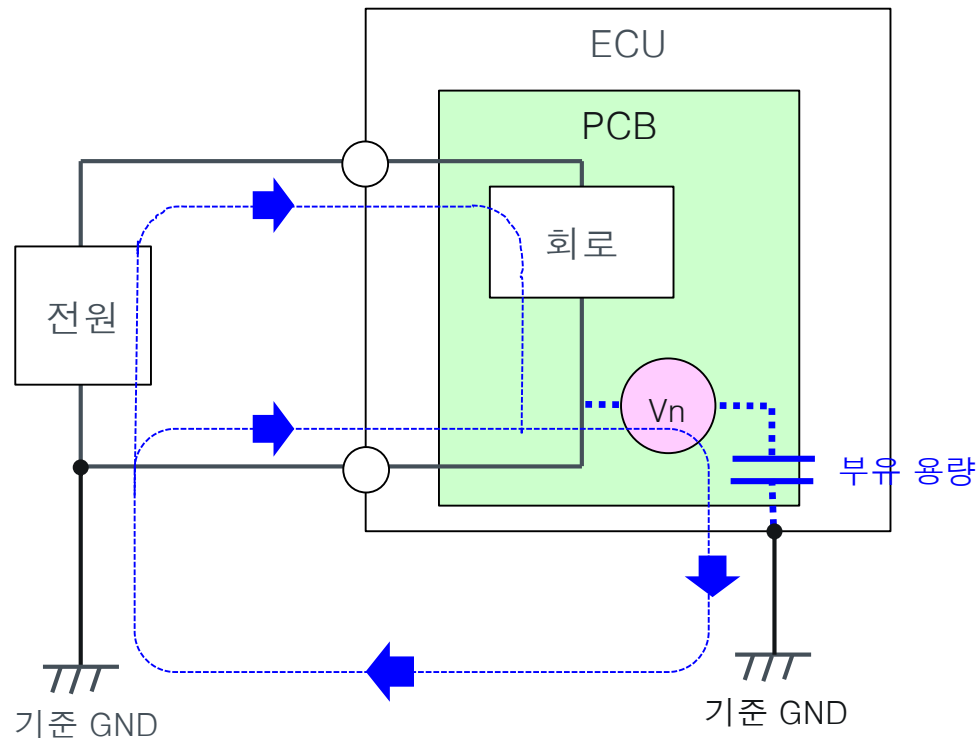
3. 차동 모드와 공통 모드 노이즈

차동 (노멀) 모드 노이즈



- 전원 전류와 동일한 경로로 노이즈 전류가 흐르는 모드
- 전원 라인 간에 노이즈 전압이 발생

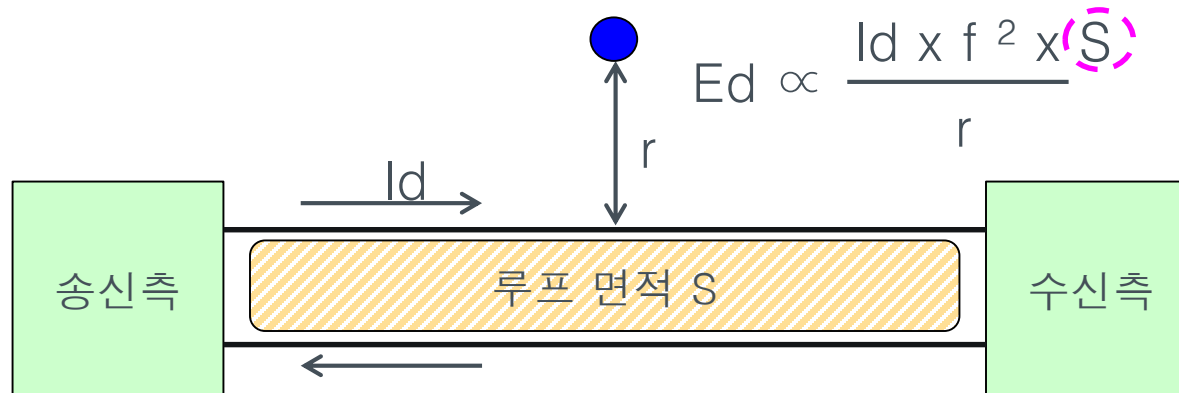
공통 모드 노이즈



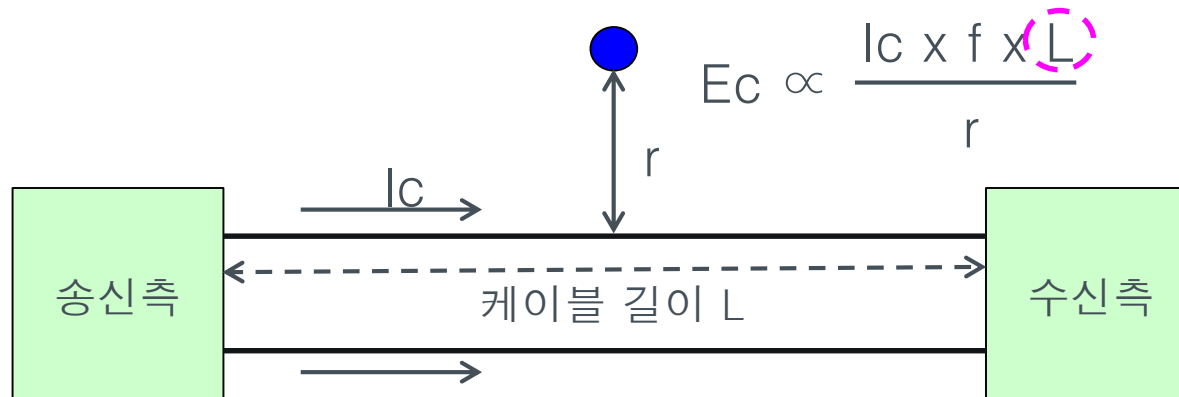
- 전원 라인 간에는 노이즈 전압이 발생하지 않음
- 전원 라인과 기준 GND 간에 노이즈 전압이 발생
- 전원의 +측, -측에서 같은 방향으로 노이즈가 흐름

3. 차동 모드와 공통 모드 노이즈

차동 모드 노이즈로 인한 방사

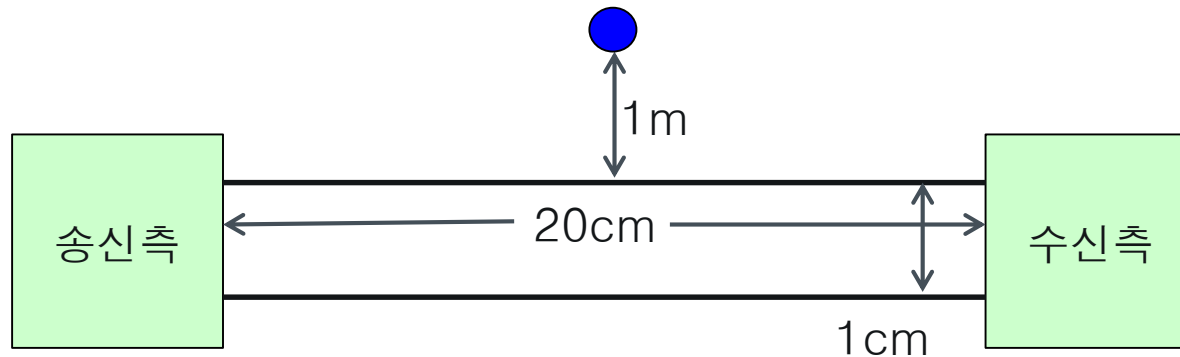


공통 모드 노이즈로 인한 방사



* : 식의 출처 - 상세 해설 EMC 공학 실천 노이즈 저감 기법 저자 Henry W. Otto 도쿄전기대학 출판국

3. 차동 모드와 공통 모드 노이즈



※하기 자주 사용되는 근사식 사용

차동 모드 노이즈

주파수 100MHz의 차동 모드 노이즈 전류
1 μ A가 루프 면적 20cm²에 흐르고 있다고 가정 했을 때
1m 거리 지점 (90도)에서 전계 강도 값은,

$$E_d = 1.316 \times 10^{-14} \times \frac{I_d \times f^2 \times S}{r}$$

$$= 1.316 \times 10^{-14} \times \frac{1\mu A \times (100\text{MHz})^2 \times (0.2 \times 0.01)}{1}$$

$$= 0.26\mu V/m$$

공통 모드 노이즈

주파수 100MHz의 공통 모드 노이즈 전류
1 μ A가 20cm의 케이블에 흐르고 있다고 가정 했을 때
1m 거리 지점 (90도)에서 전계 강도 값은,

$$E_c = 1.257 \times 10^{-6} \times \frac{I_c \times f \times L}{r}$$

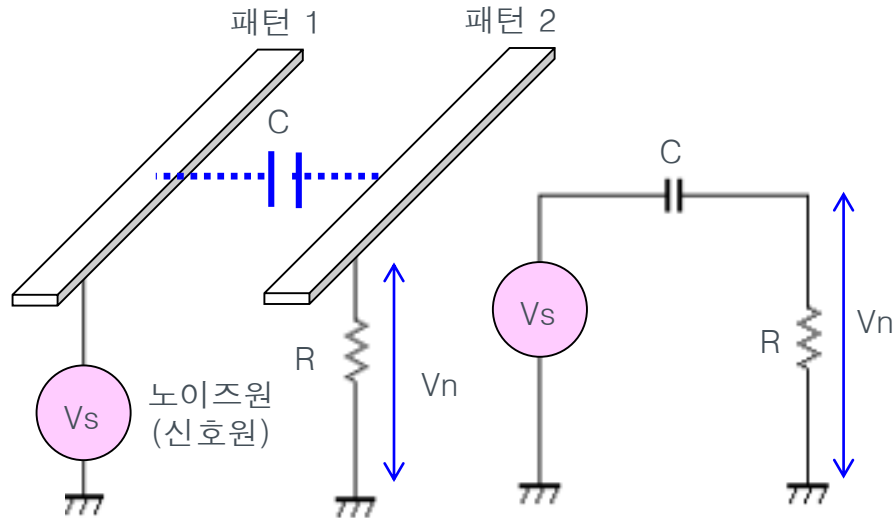
$$= 1.257 \times 10^{-6} \times \frac{1\mu A \times 100\text{MHz} \times 0.2}{1}$$

$$= 25.1\mu V/m$$

- 동일 노이즈 전류치에서도 공통 모드 노이즈의 영향이 크다. (상기 예에서는 96배)
- 하니스를 꼬인 선으로 하면 면적 S는 작아지고 차동 모드 노이즈는 감소한다.
- 공통 모드 노이즈에는 면적 S가 영향을 미치지 않는다.

4. 크로스 토크

용량 결합 (정전 결합)



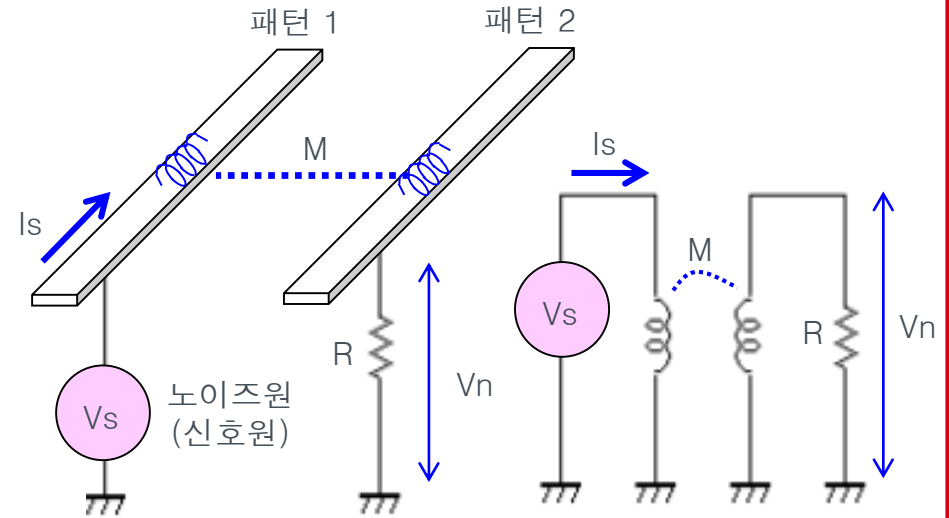
이미지

등가 회로

- 패턴 간의 부유 용량에 따른 용량 결합의 이미지
- 패턴 1측에 발생된 노이즈가 용량 결합으로 인해 GND 간에 발생하는 전압 V_n 은 ;

$$V_n = j\omega R C V_s$$

유도 결합 (전자 결합)



이미지

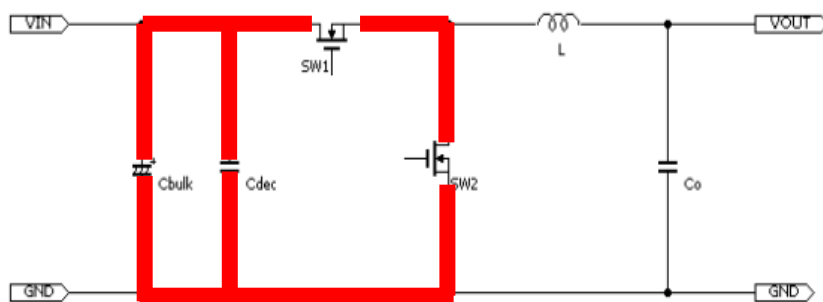
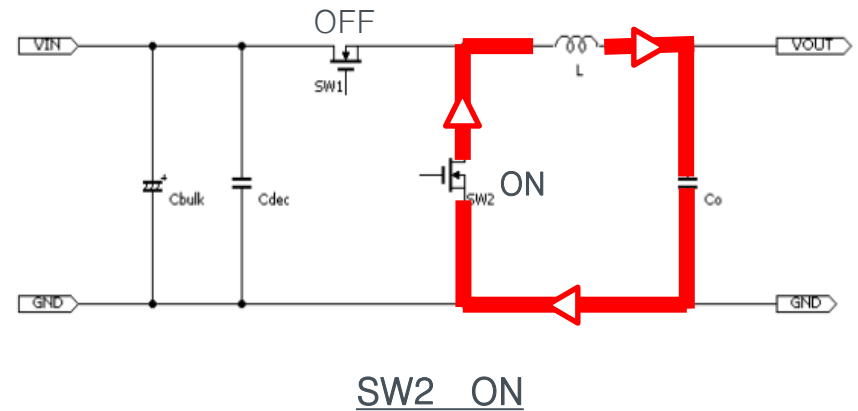
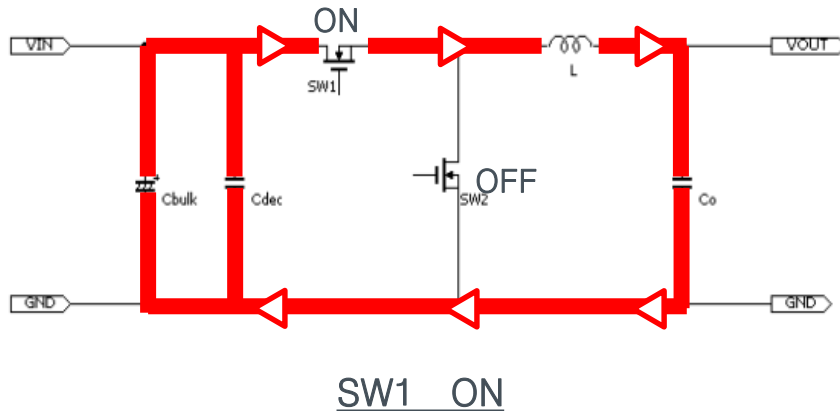
등가 회로

- 패턴 간의 상호 인덕턴스에 따른 유도 결합의 이미지
- 패턴 1측에 발생된 노이즈가 용량 결합으로 인해 GND 간에 발생하는 전압 V_n 은 ;

$$V_n = j\omega M I_s$$

고주파-패턴 간의 거리가 가깝고 수신측 Hi 임피던스 조건에서 크로스 토크는 증가한다.

5. 스위칭 전원에서 발생하는 노이즈

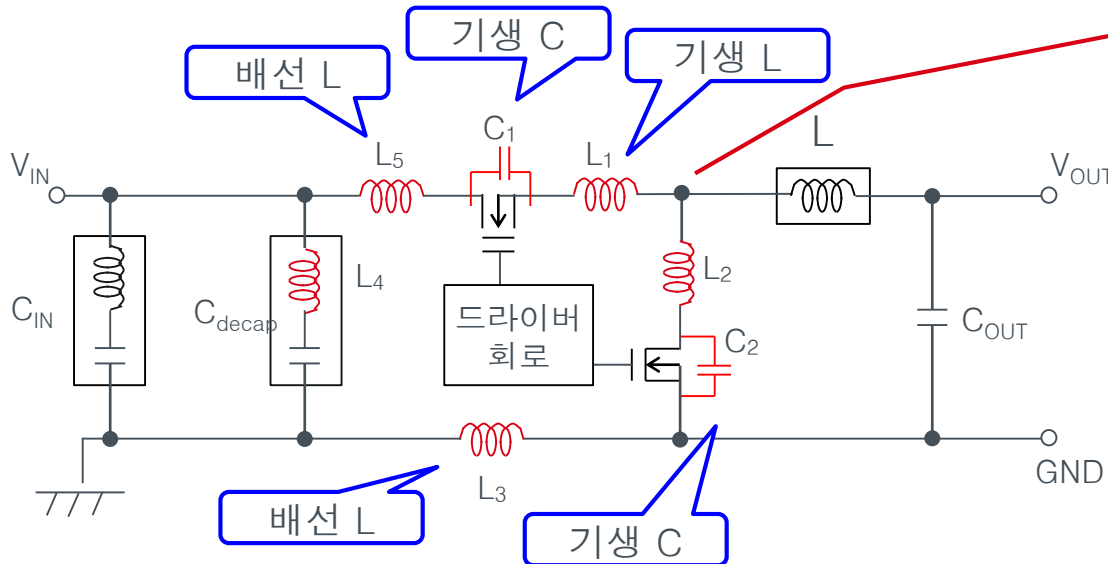


- 좌측 회로의 굵은 선은 SW ON / OFF에 의해 전류가 급격히 변화하는 루프를 나타낸다.
- 이 루프에 SW 전환 시의 고주파 전류가 흘러 루프 내에 링킹이 발생한다.

$$V = L \times \frac{di}{dt}$$

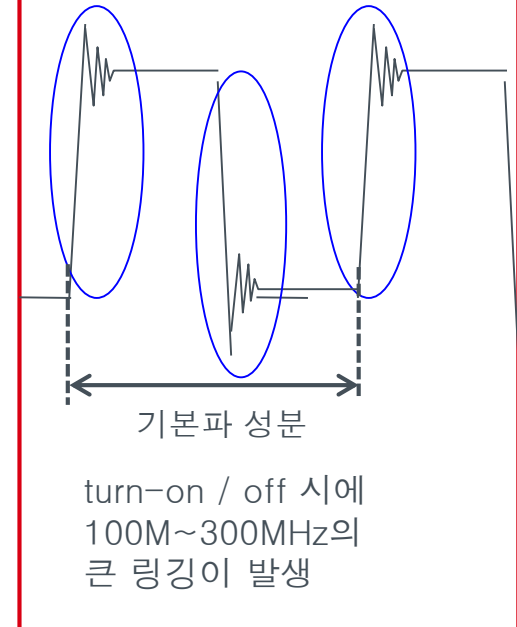
예) 10nH의 인덕턴스 성분을 가진 배선에, 1A의 전류를 10ns으로 변화시키면, 1V의 전압이 발생한다.

5. 스위칭 전원에서 발생하는 노이즈



스위칭 노드 파형

스위칭 노이즈 성분

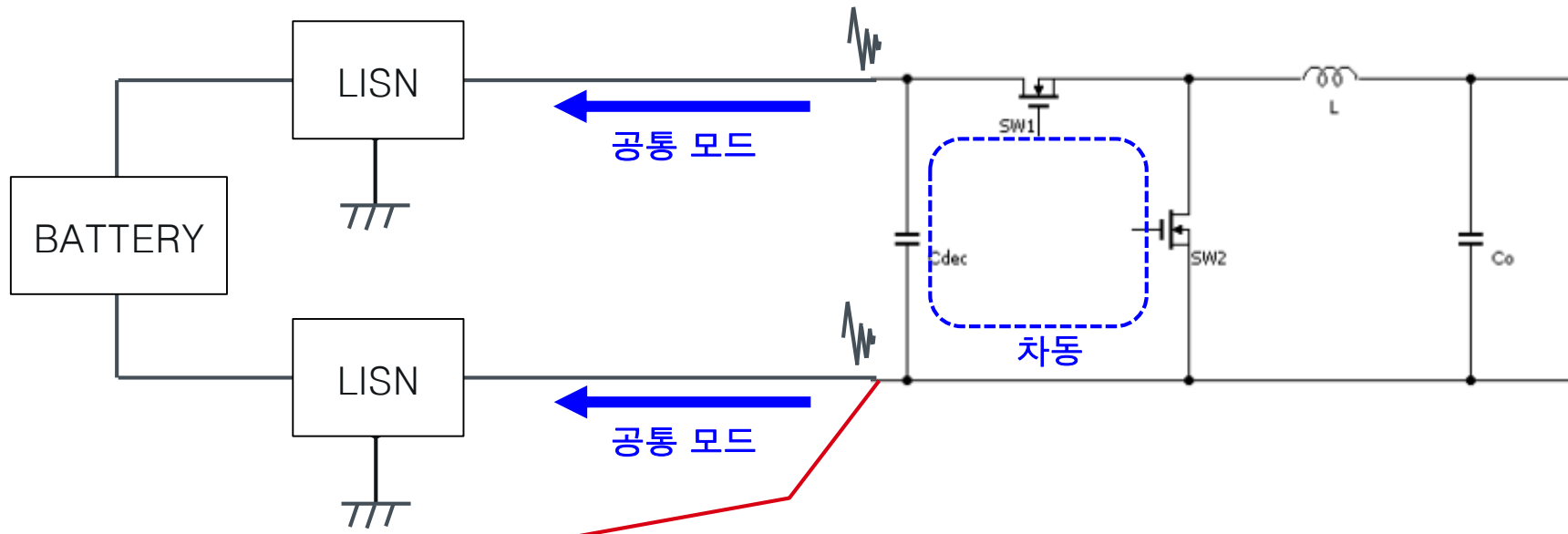


- 배선 인덕턴스 L은 1mm당 1nH 정도
- 스위칭용 MOSFET의 turn-on / off 시간은 수 ns

$$I = C \times \frac{dV}{dt} \qquad V = L \times \frac{dI}{dt}$$

- PCB 기생 임피던스는 IC측에서 제거할 수 없다.
- 이러한 스위칭 노드의 링킹은, PCB 레이아웃에서 대처 (앞장-11p.-의 루프를 최단으로)하여, 적당한 디커플링 콘덴서를 선정하여 대응할 필요가 있다.

5. 스위칭 전원에서 발생하는 노이즈



차동 모드 ⇒ 공통 모드

- 루프를 최적화해도 남는 스위칭 노이즈 성분은, 공통 모드 노이즈로서 전원측으로 전도.
- 인덕터 등 임피던스가 높은 부품을 전도 라인에 삽입하여, 노이즈를 차단하는 등의 대처가 필요.
- 크로스 토크에는 충분한 주의가 필요.

