

EMC Design Mind 및 Control Process

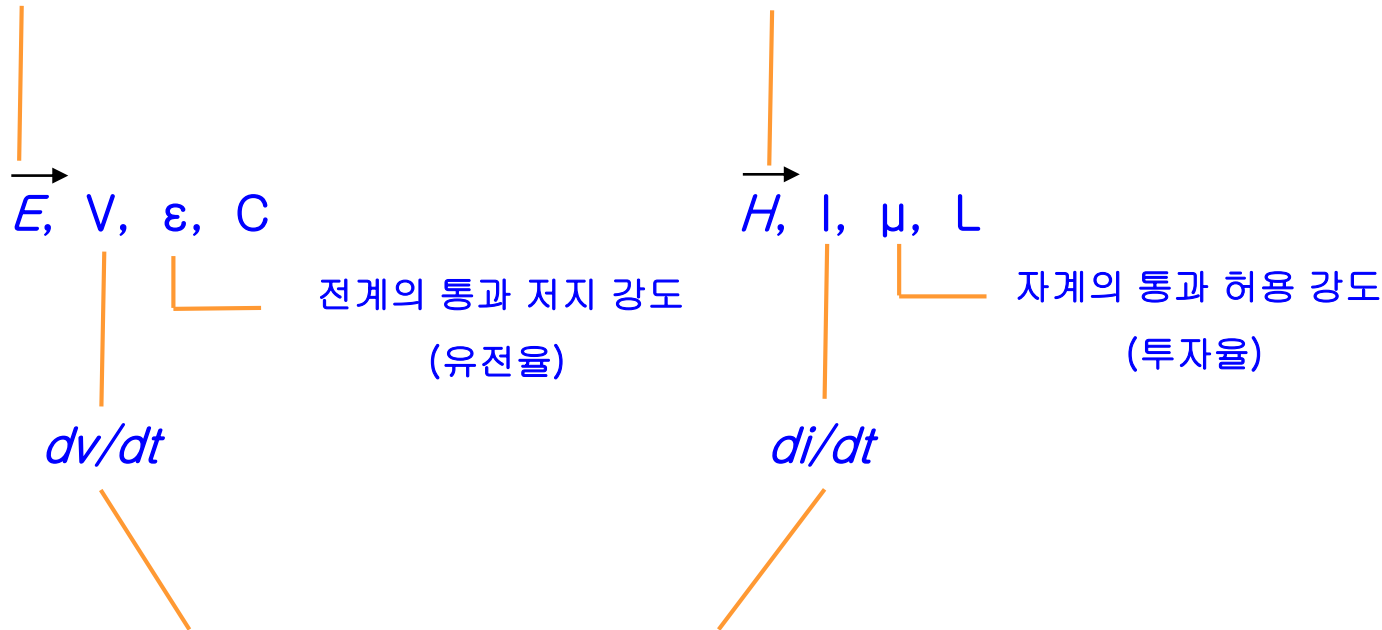


테미스 알앤디
대표 이 동균
dklee@temis.co.kr
<http://www.temis.co.kr>

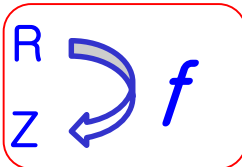


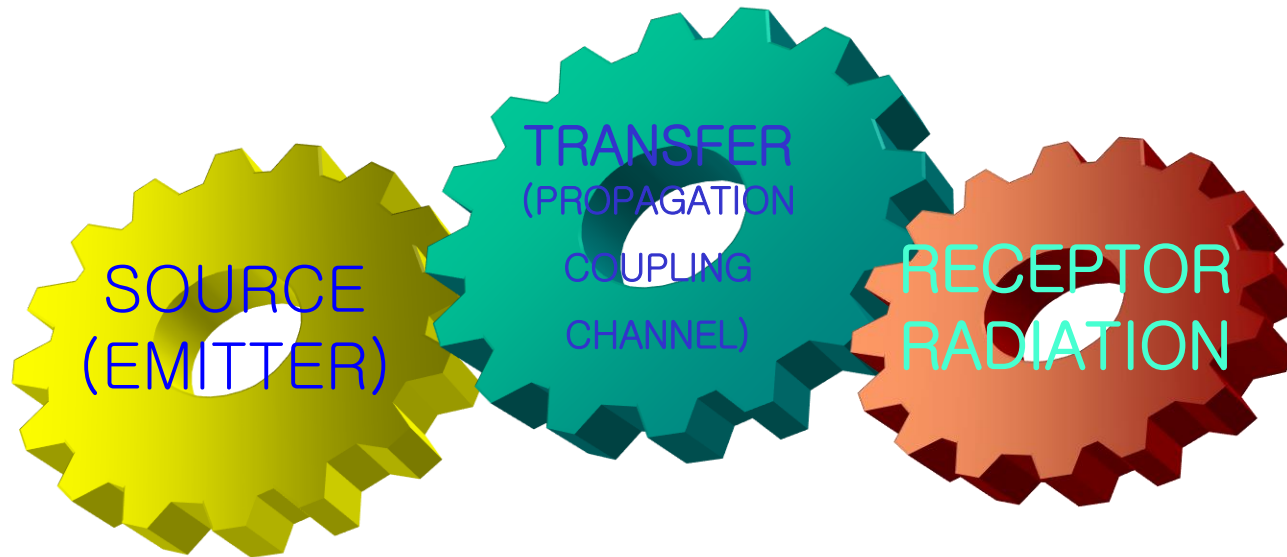
EM(ElectroMagnetic) I/C(interference/Compatibility)

E(Electric Wave, 電氣波) M(Magnetic wave, 磁氣波)



Time Domain : $V = I R$
 Frequency Domain : $V = I Z$

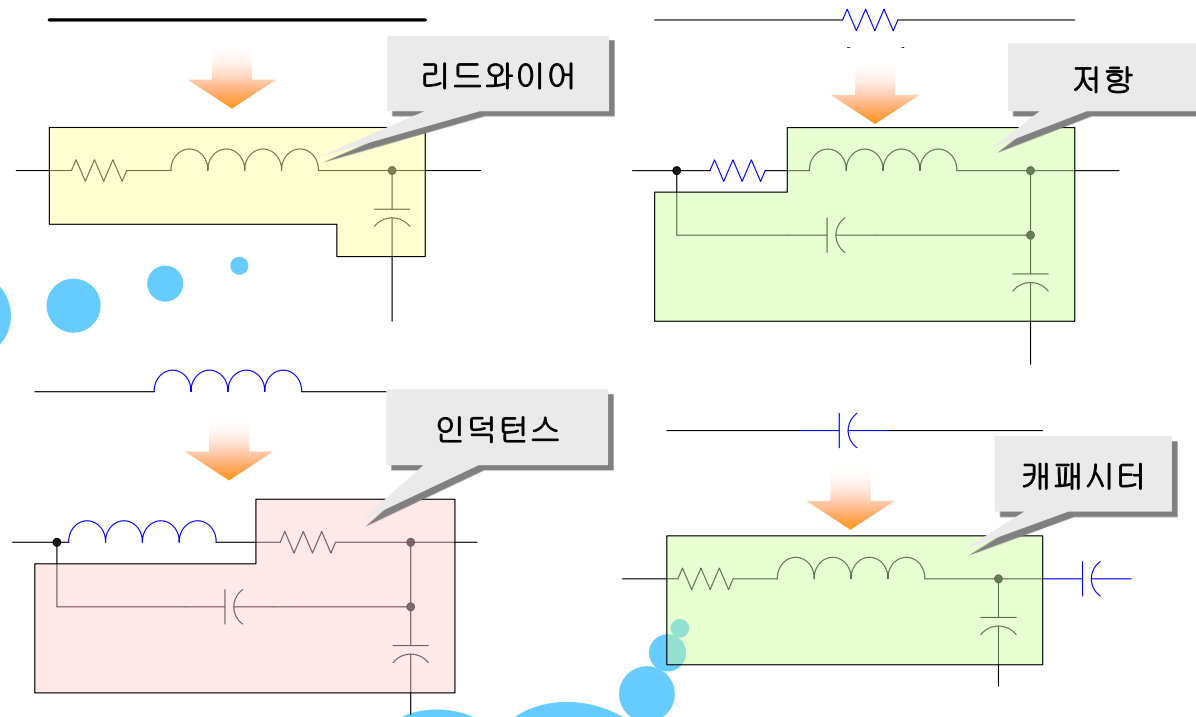




- Crystal Oscillator
- Clock Frequency Division Circuits
- Circuits with Fast Transition Times
- Stray Inductances/Capacitances
- Switching Power Supplies
- High Power Analog Circuits
- Long PCB Trace
- SSN/Ground Bounce
- Reflection
- Crosstalk
- Stray Inductances/Capacitances
- Poor Filtering and Decoupling
- 전력 소모 증가
- Ripple 증가
- Noise Margin 감소
- 동작신뢰도 저하

※ SSN (Simultaneous Switching Noise) : 고주파수화에 의한 선로의 인덕턴스 변화로 인한 전압요동(Voltage Fluctuation) 현상

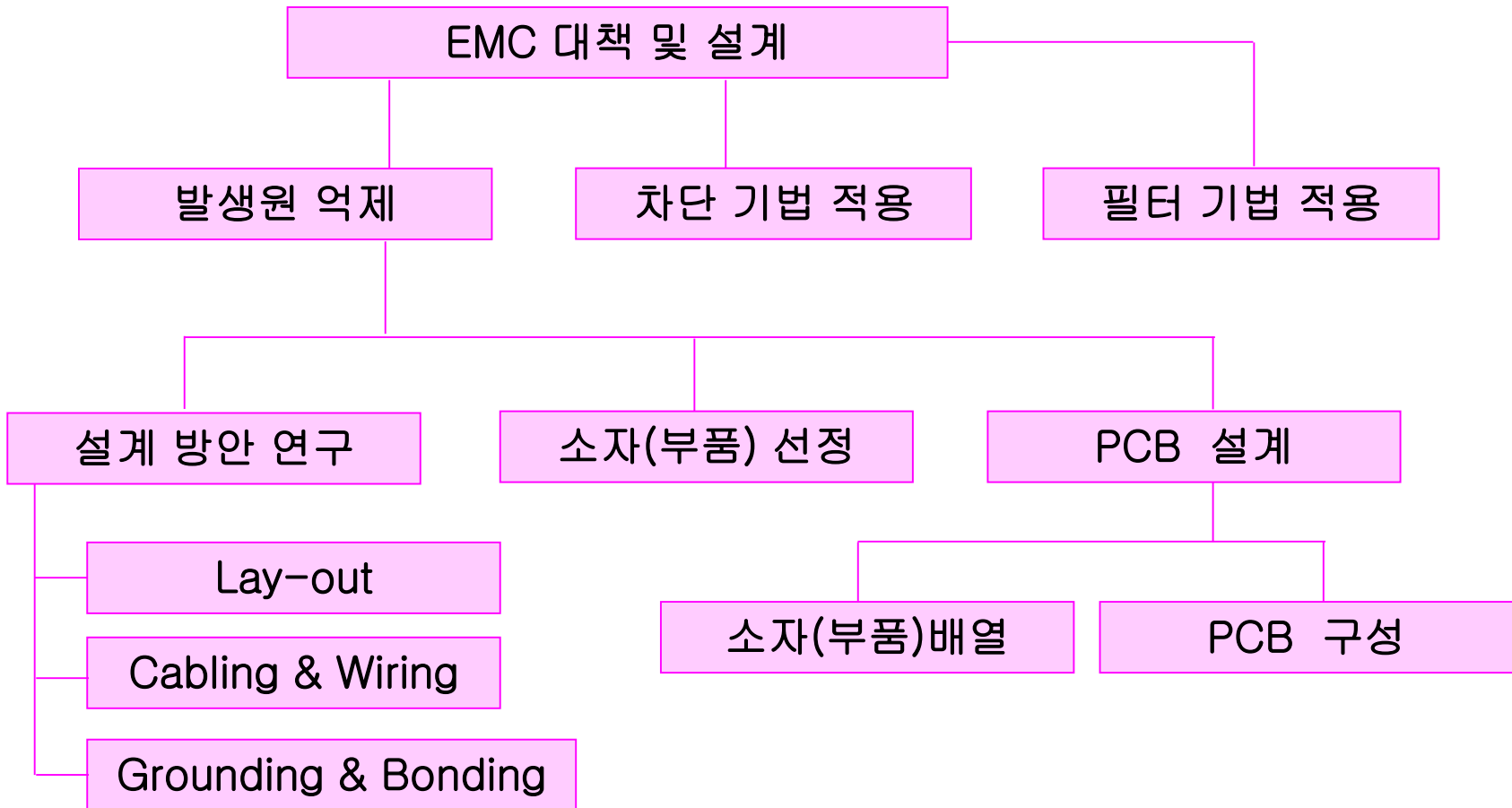
소자에 대한
주파수 개념을
이해



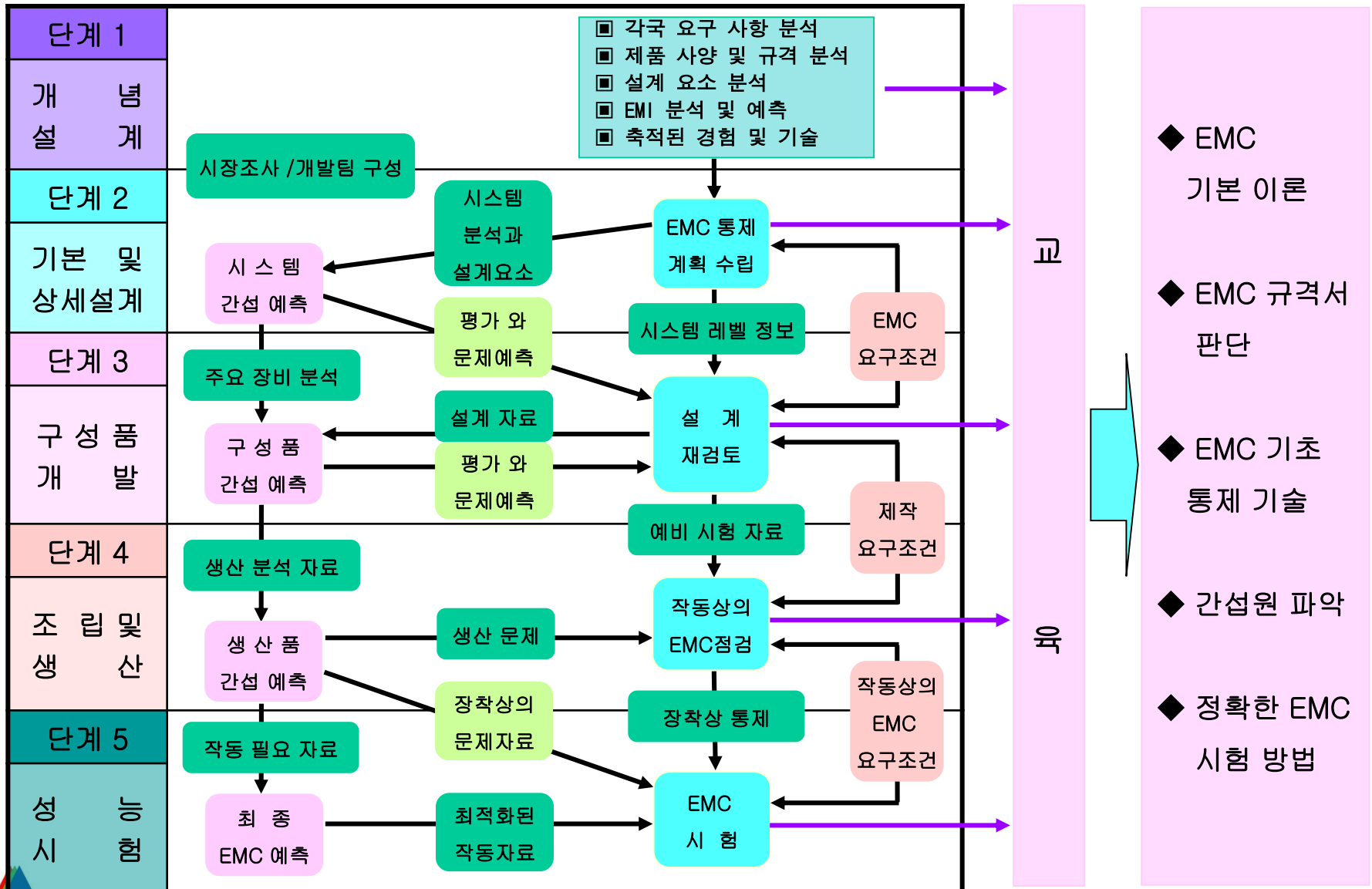
모든 소자와 회로에는
상호 인덕턴스와
부유 용량이 존재

Intra-system EMC 대책기법

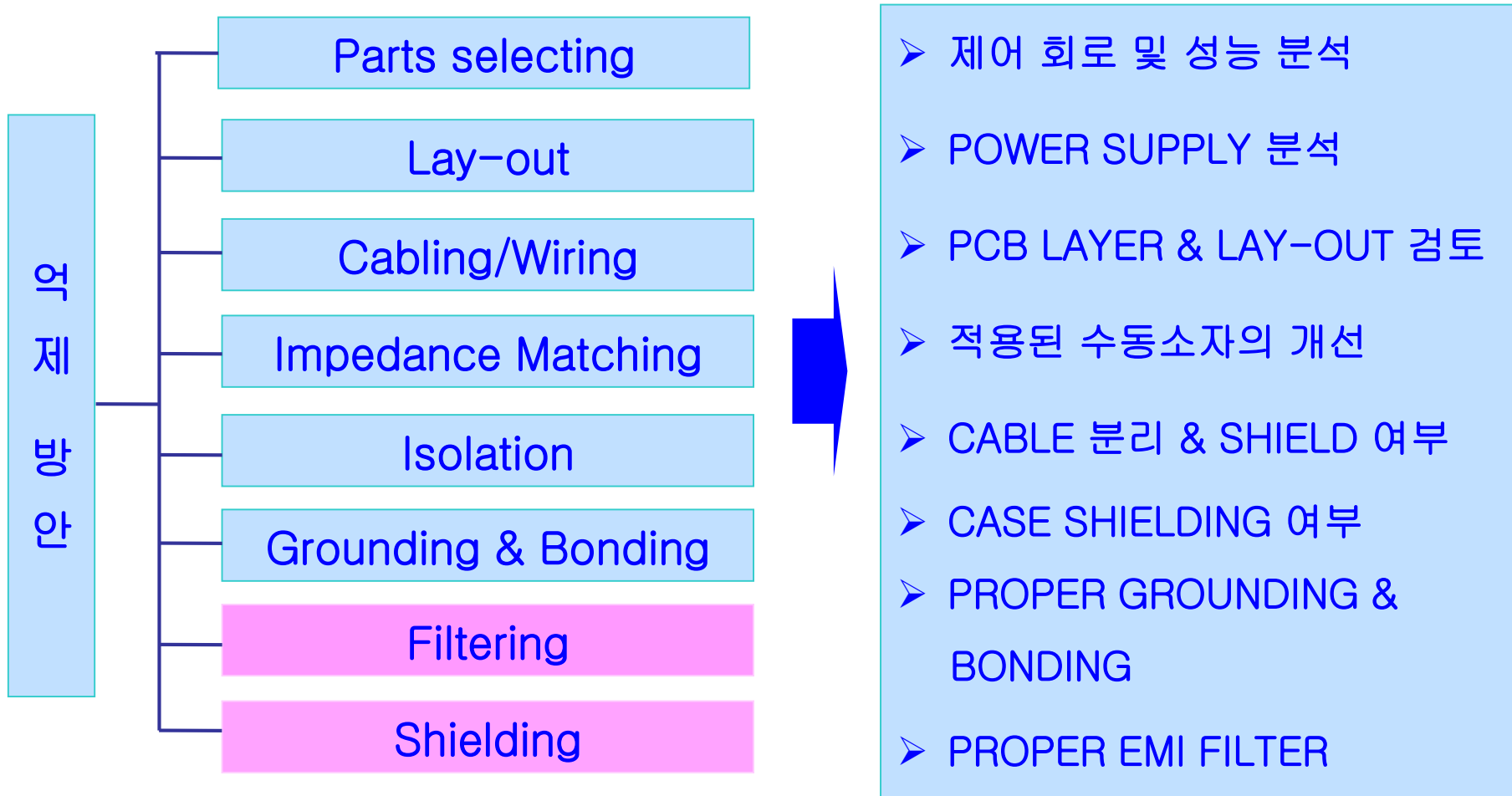


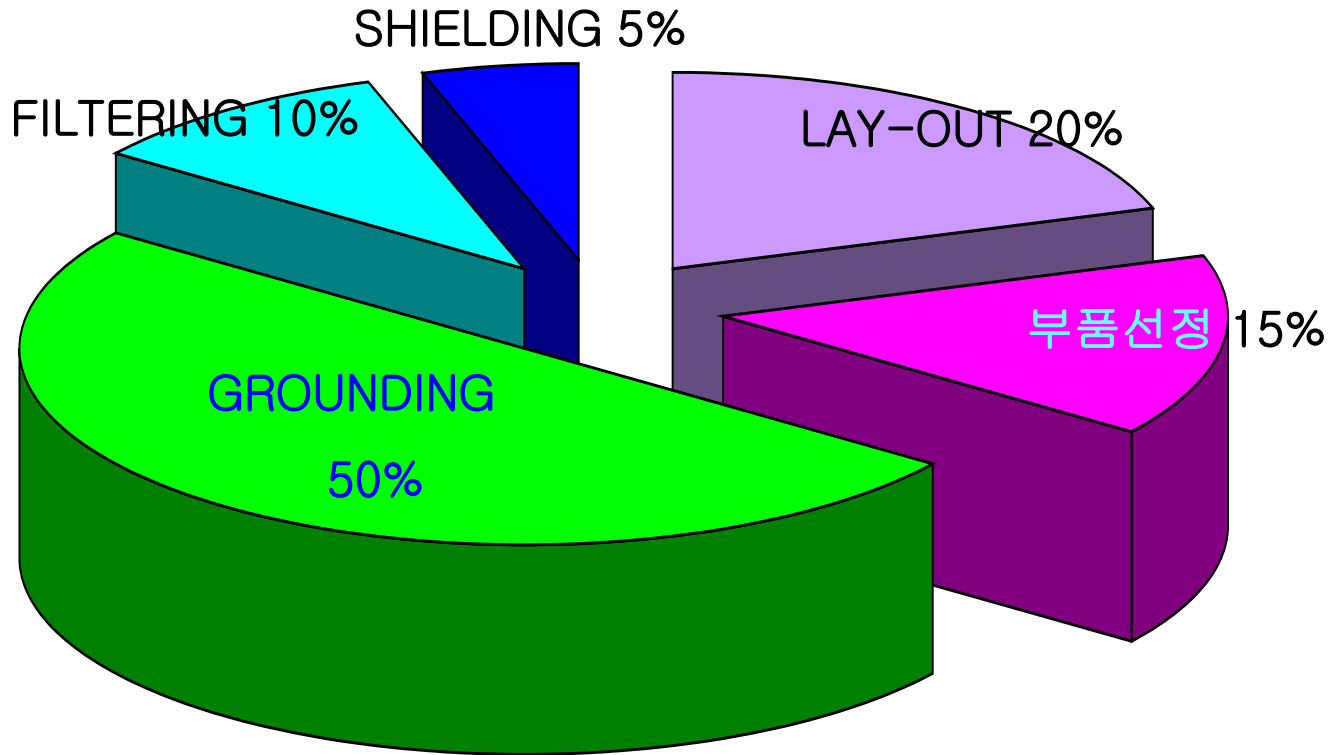


EMC CONTROL METHOD- FLOW-CHART



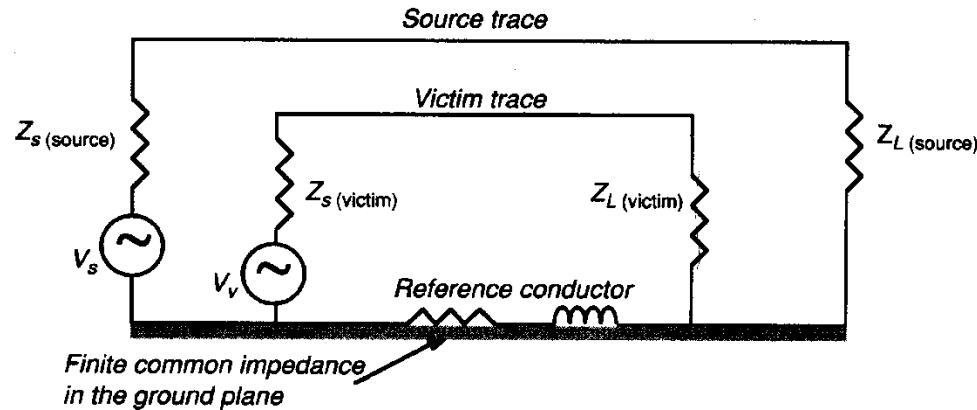
제품 공정	대 책 방 법	
설 계 기 획 단 계	CE/RE	1.각 국 및 제품의 규격 확인 2.규격 기관의 동향 파악
	CS/RS	3.제품의 사용 환경 조건 조사
설 계 단 계	기본 기술	1.회로, PCB 설계기법 (Signal Integrity, Lay-out) 2.제품 내부의 배치 및 포선 3.DESIGN 및 NOISE RULE 설정
	대책기술 (EMI/EMS)	1.GROUNDING 기법 2.CABLING/WIRING 3.SHIELDING 기법 4.FILTERING 기법 5.서지 업서버(배리스터(DC출력), ZNR 등) 적용 6.PCB PATTERN 및 회로 LAY-OUT 대책
제 작 단 계		1.납땜, 이음매 처리 2. 기판의 오염 등 EMC 저하 요인 제거
평 가	EMI/EMS	1.전자파 무반사실, 야외시험장, 차폐실 2.측정 장비





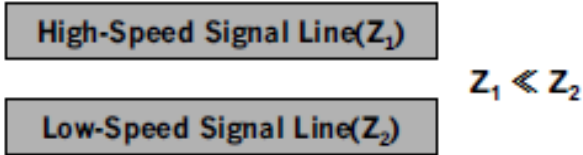
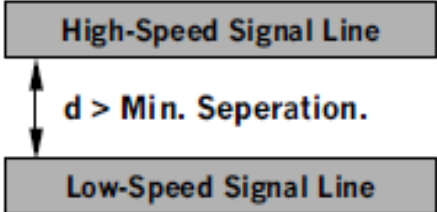
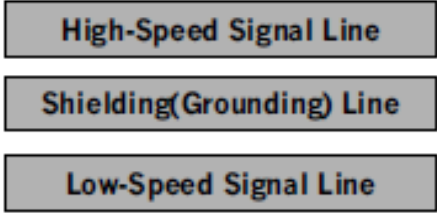

회로상의 대책: Crosstalk

- ▶ Trace-Trace, Wire-Wire, 케이블-케이블, 케이블-조립 부품 혹은 그 외 모든 전기 부품 간에 발생하는 원치 않은 전자기적 결합 현상의 총칭



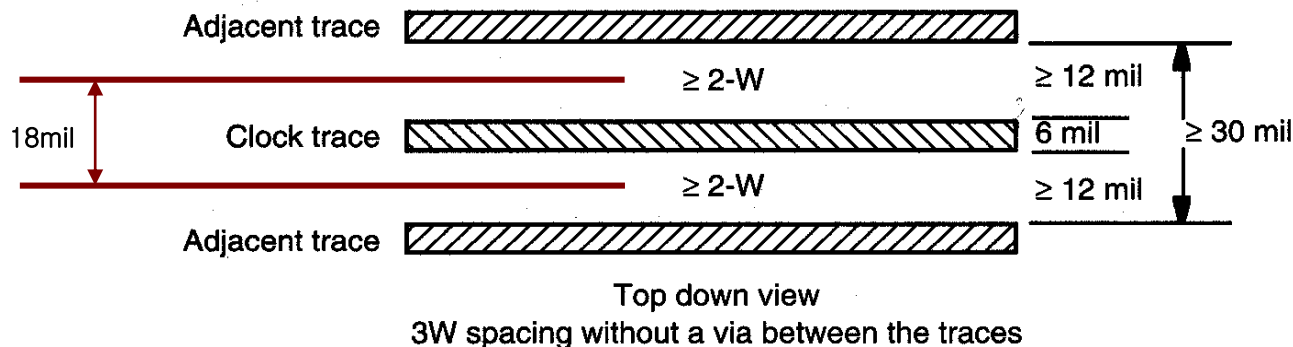
- ▶ 공통 임피던스 결합, 유도 결합, 용량 결합 등도 모두 Crosstalk의 일종이다.
- ▶ Crosstalk을 막기 위한 최선의 방법은 선간 거리 확보이다.

회로상의 대책: Crosstalk Reduction Methods

<ul style="list-style-type: none"> • 신호 연결선의 임피던스를 높인다. 	 <p>High-Speed Signal Line(Z_1)</p> <p>Low-Speed Signal Line(Z_2)</p> <p>$Z_1 \ll Z_2$</p>
<ul style="list-style-type: none"> • 다중 연결된 신호선간의 간격을 넓힌다. 	 <p>High-Speed Signal Line</p> <p>$d > \text{Min. Separation.}$</p> <p>Low-Speed Signal Line</p>
<ul style="list-style-type: none"> • 다중 연결된 신호선간에 접지선을 삽입한다. 	 <p>High-Speed Signal Line</p> <p>Shielding(Grounding) Line</p> <p>Low-Speed Signal Line</p>
<ul style="list-style-type: none"> • 다층기판에서 고속 신호선 밀도가 높은 층과 층간에 접지층을 삽입한다. 	 <p>High-Speed Signal Line Layer</p> <p>Shielding(Ground) Layer</p> <p>Low-Speed Signal Layer</p>

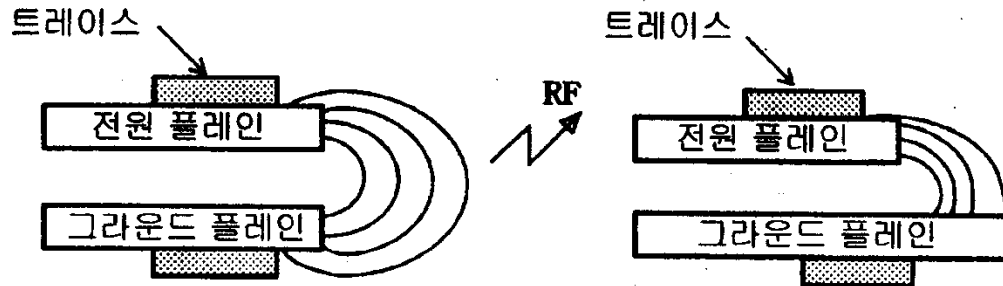
회로상의 대책: 3W Rule (W.Michael King)

- ▶ Crosstalk을 방지하기 위한 선간 배치의 구체적 지침
- ✓ 두 도선 간의 거리는 한 도선 끝에서 그 도선 폭의 3배 이상이 되어야 한다!
- ▶ 3W가 확보되면 전달 자계는 70% 감소



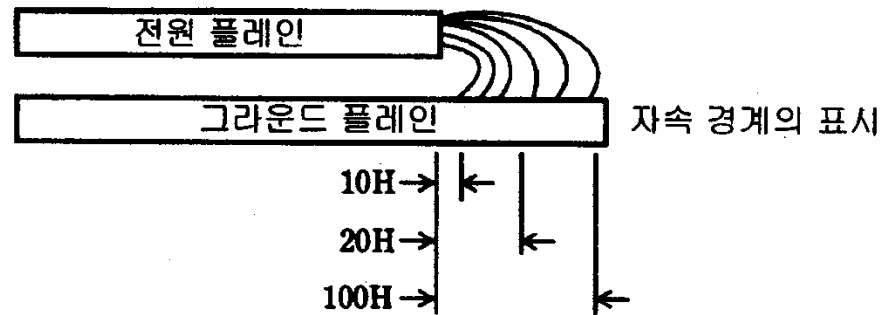
- ▶ 클럭 신호, 데이터/어드레스, 차동 입력 신호, 리셋 신호, 인터럽트 신호, 정밀 아날로그 신호 등은 이 법칙을 반드시 지켜 배선하도록 한다.
- ▶ 그 외 파워 선은 쉴드를 통하여 Crosstalk을 제거한다.

회로상의 대책: 20H 법칙(1)



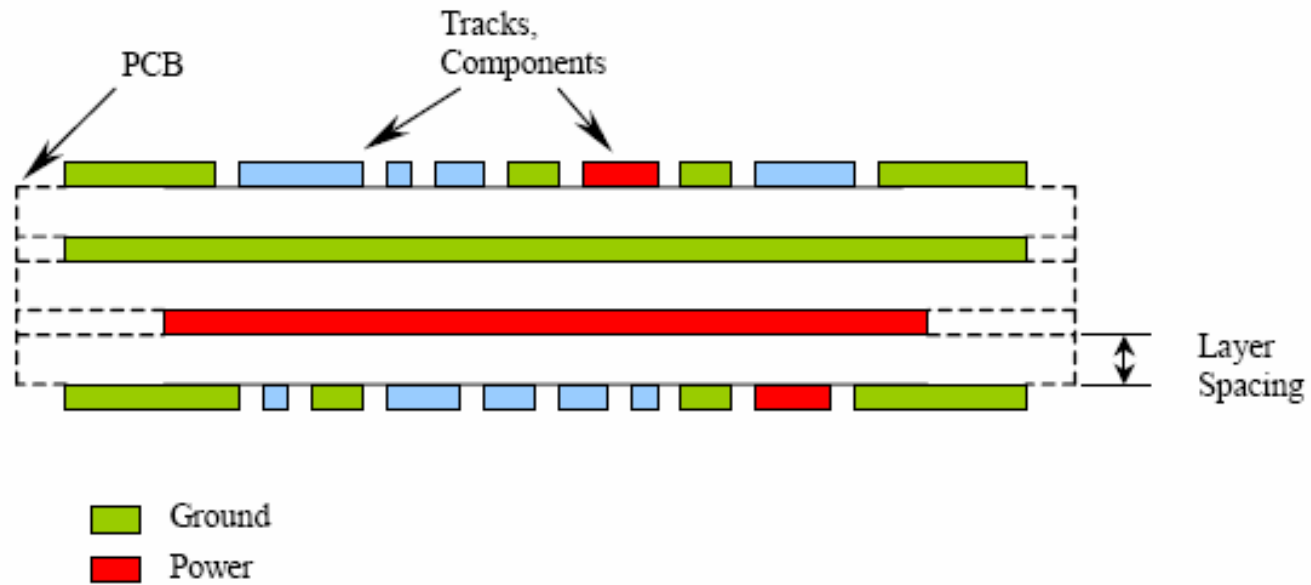
기판의 끝에서 전원과 그라운드의 플레인
 간에서 RF 전류의 프린징이 발생하여 RF
 방사가 발생.

기판의 끝에서 RF 전류의 프린징이
 일어나지 않는다. RF 전류가 결합하
 게 되는 리턴 플레인이 있다.
 RF 방사는 일어나지 않는다.



10H의 부분에서 플레인의 임피던스 변화가 처음 보인다
 20H의 부분에서 70%의 자속 경계에 도달한다
 100H의 부분에서 98%의 자속 경계에 도달한다

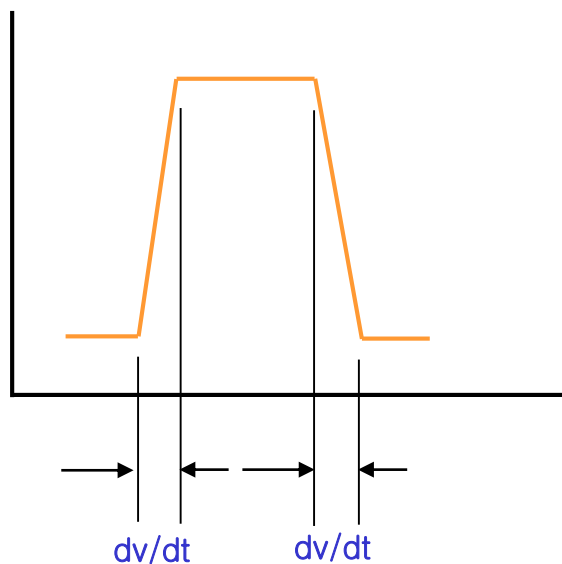
회로상의 대책: 20H 법칙(2)



Establishing Ground Plane Boundary

회로상의 대책- dv/dt , di/dt

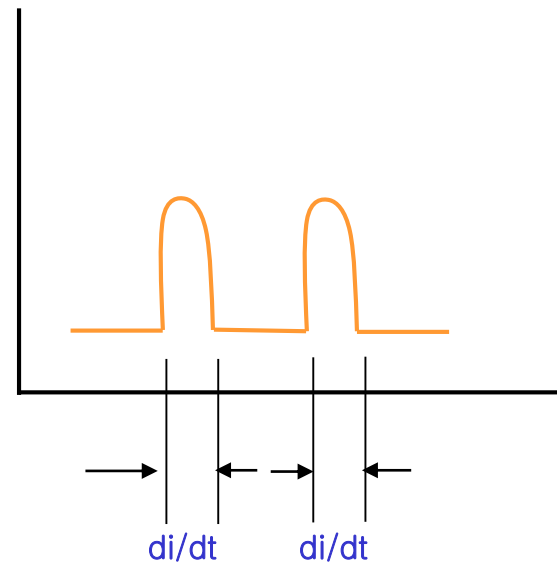
전압 파형



전류에 영향

Cross-talk
reflection 발생

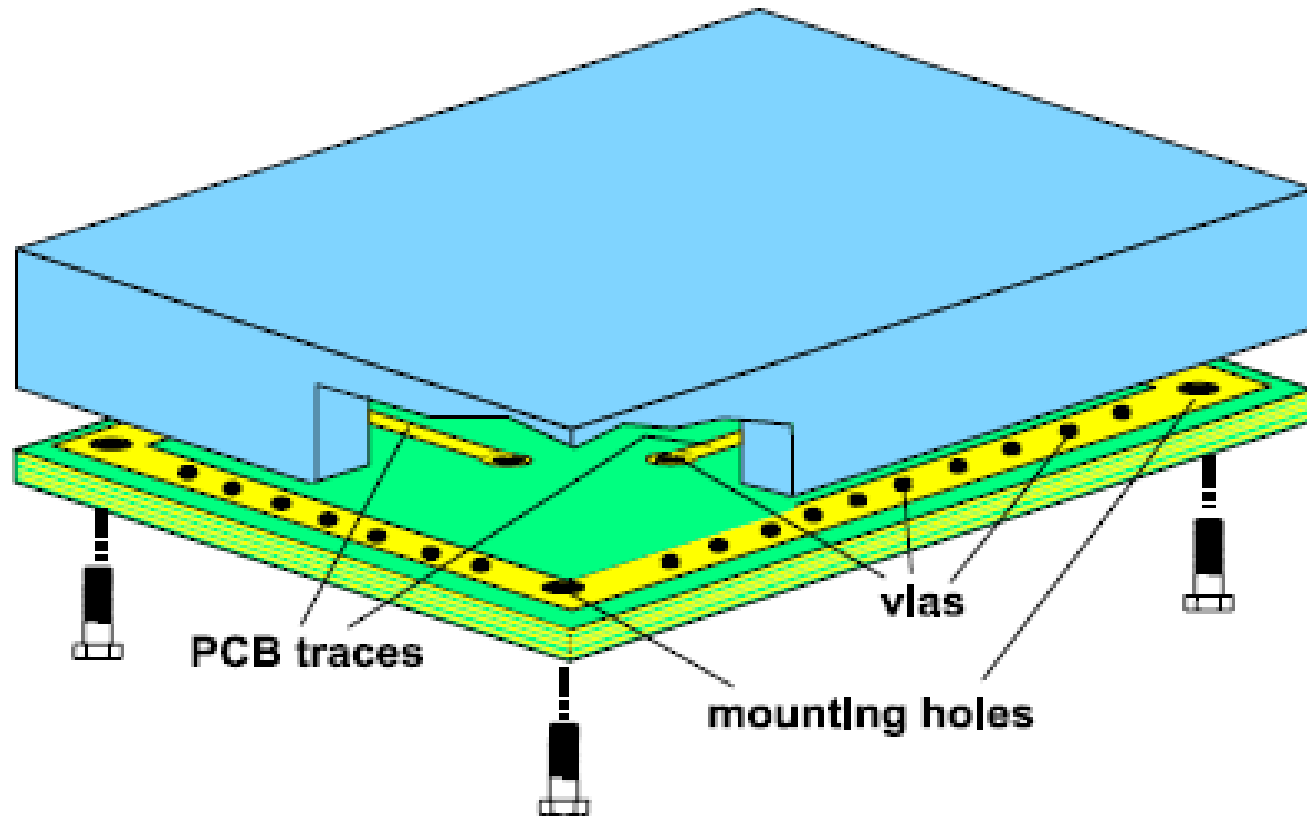
전류 파형



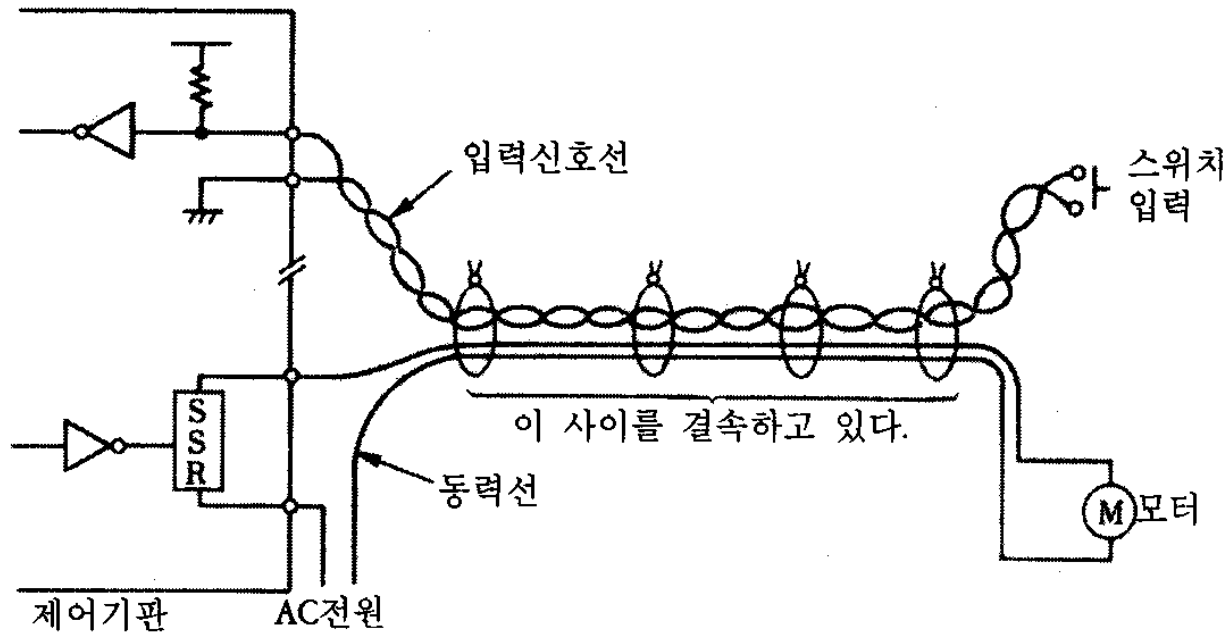
전압에 영향

공통 임피던스 경로
전원접지 경로

회로 및 배선상의 대책



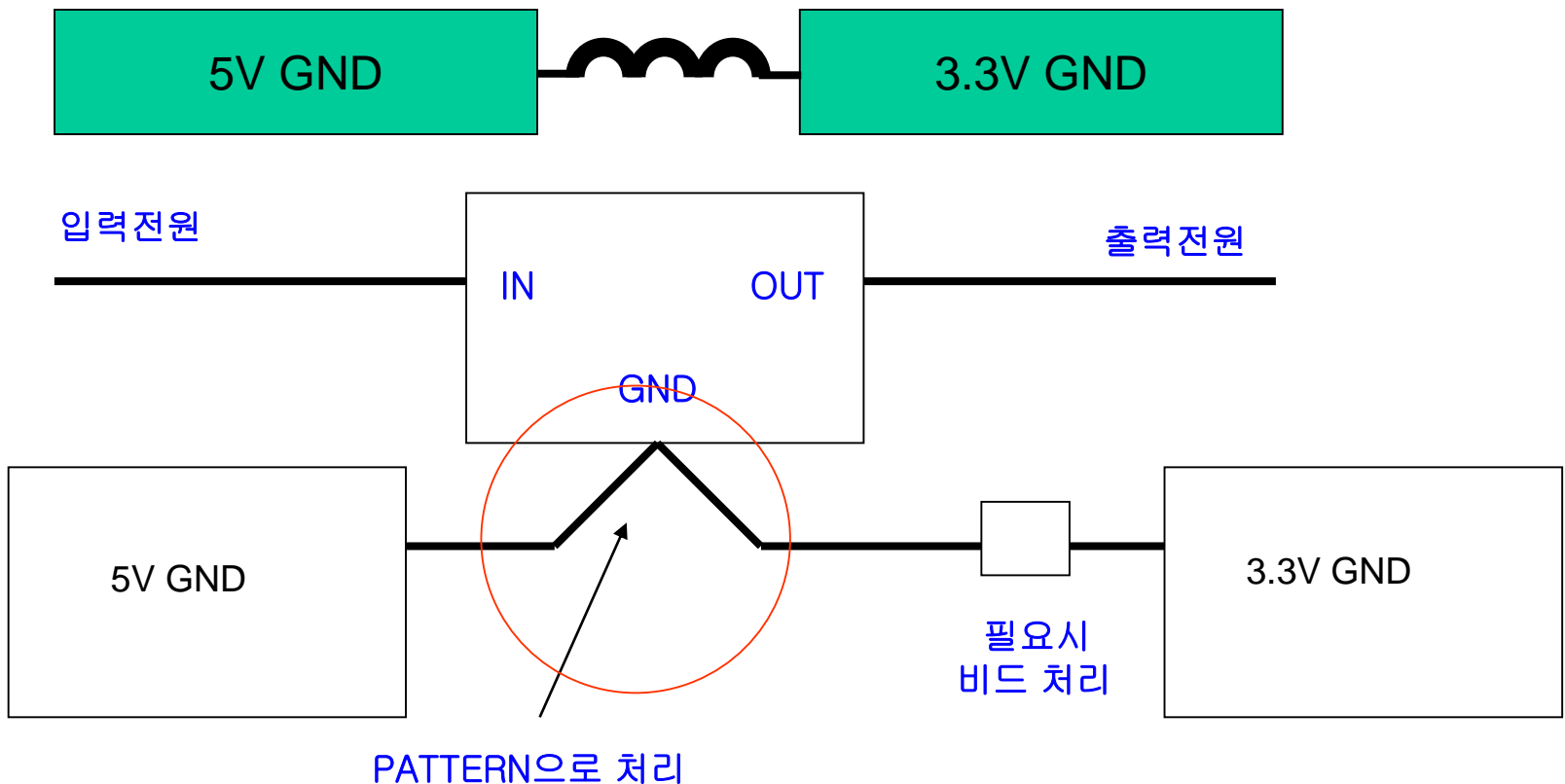
배선의 결속 예



- 배선의 결속에 주의가 필요! (나쁜 예)

Power System's Ground 분리

- ◎ 회로카드 내에서 사용되는 각종 전압들의 GND는 각각 분리되면 EMI 측면에서 가장 좋으나 불가피하게 연결 시에는 면으로 연결하지 말고 LINE으로 연결할 것

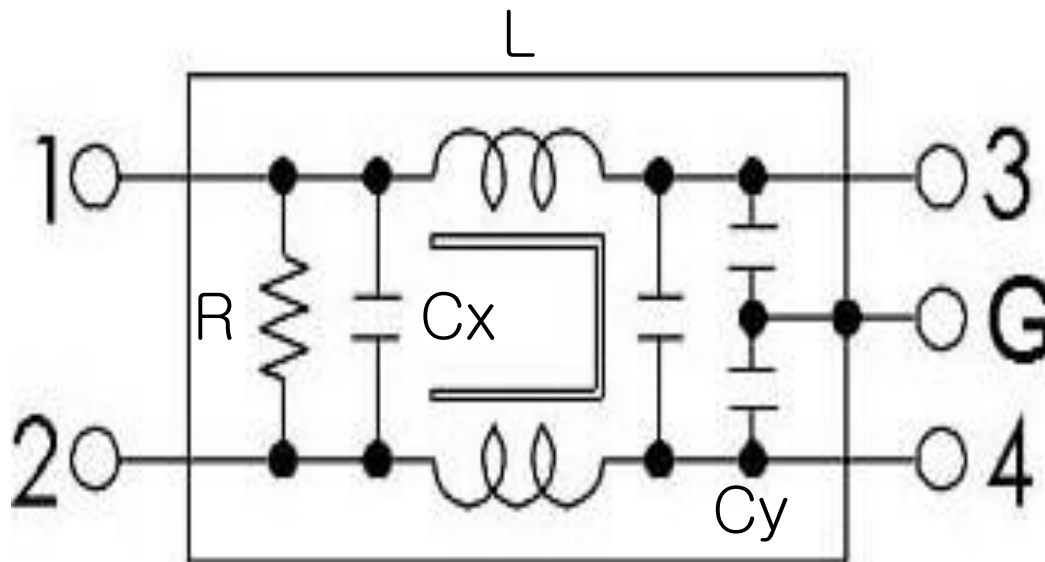


FILTERING – 용도 및 기본 회로

□ 용도

- ◆ 기기내에서 발생되어, LINE을 통해 외부로 나오는 NOISE를 막는다.
- ◆ 외부에서 발생되어 LINE을 통해서 장치내로 들어오는 NOISE를 막는다.

□ 기본 회로



- L : NC 10 ~ 200uH
CC 0.5 ~ 20mH
- Cx : 0.1 μ F ~ 10 μ F
- Cy : 1000pF ~ 4700pF
- R : 470k Ω ~ 1M Ω

EMI FILTER의 주요 구성 부품(1)

■ Suppression Choke Coil (L)

◆ Common Mode Choke Coil

Common Mode Noise를 제거하며 주로 Ferrite Core를 사용.

재질은 Mn - Zn 계열을 주로 사용

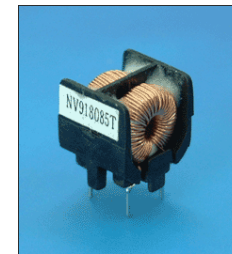
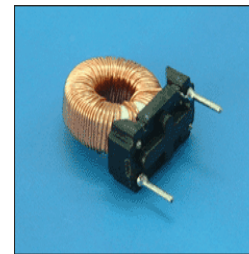
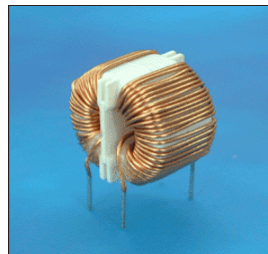
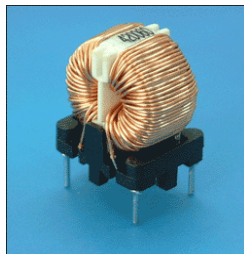
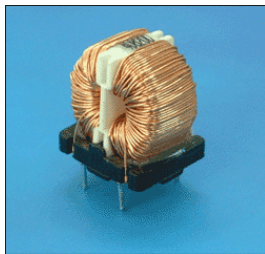
초기 투자율은 $\mu_i = 5500 \sim 15,000$ 의 것을 선택

◆ Normal Mode Choke Coil

Differential Mode Noise 를 제거하며 Iron-Powdered Core를 사용

초기 투자율은 일반적으로 $\mu_i = 125$ 의 것을 선택

■ 형 상



EMI FILTER의 주요 구성 부품(2)

■ Suppression Capacitor

◆ Across-the-line Capacitor (X capacitor=metalized film)

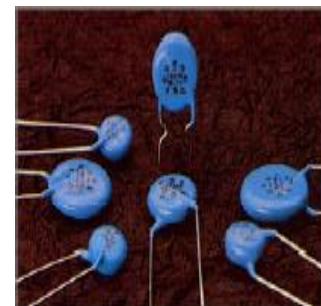
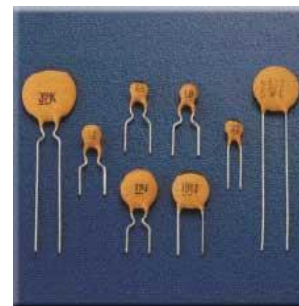
: line과 line 사이에 사용되며 Differential Mode noise를 감소

: Capacitor 값이 높을수록 저주파 대역에서 감소 효과가 크다

◆ Line by-pass capacitor (Y capacitor=Ceramic)

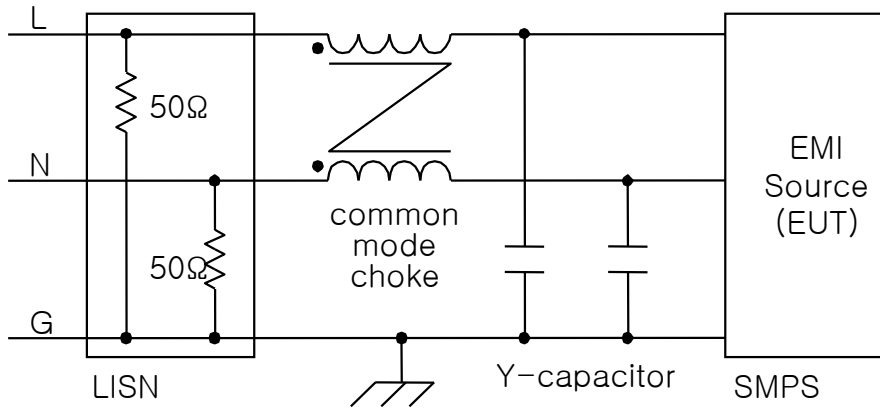
: line 과 ground 사이에 사용에 사용하며 Common Mode Noise를 감소

□ 형 상

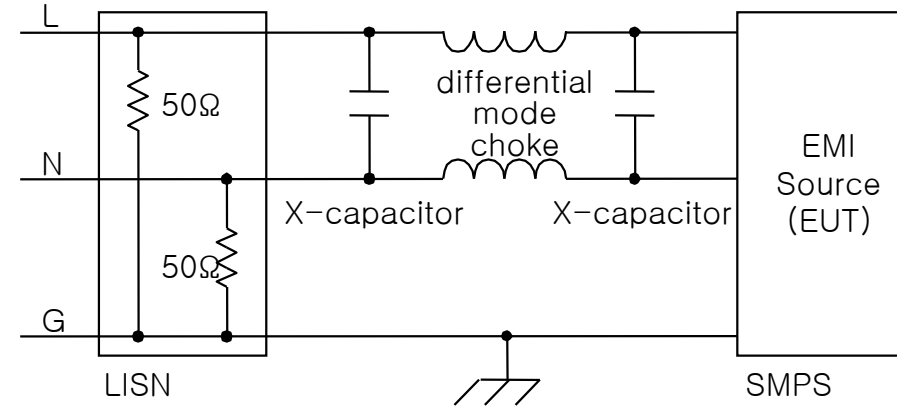


EMI FILTER – 대책 기본회로

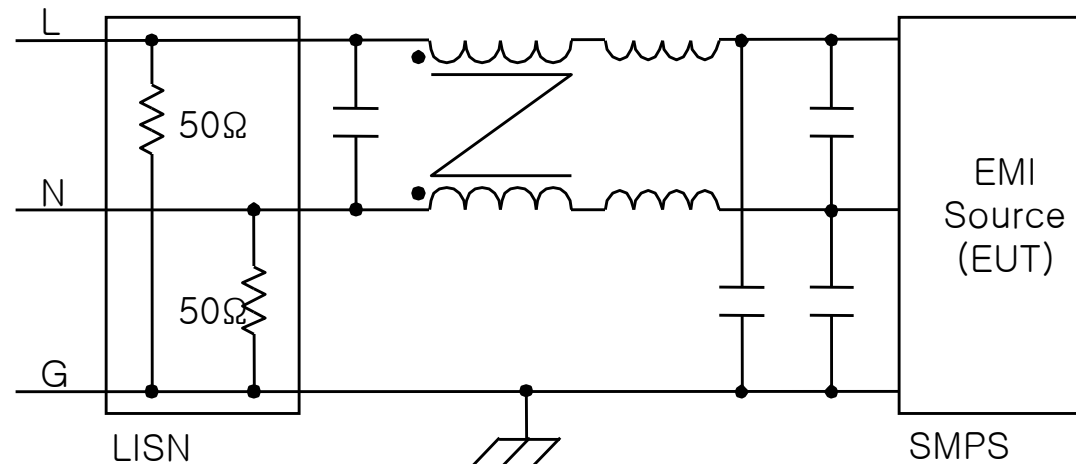
CM대책필터



DM대책필터

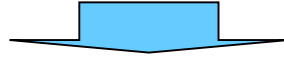


전체 대책필터

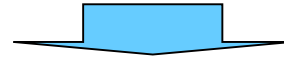


대책 부품 / 대상 용도		전 원 선			신 호 선		INTERFACE 외		
		고주파 노이즈	스위칭 노이즈	외부 서지	디지털 노이즈	펄스 노이즈	디지털 노이즈	ESD	외부 서지
콘덴서	X-CAPACITOR	■	■						
	Y-CAPACITOR	■	■						
	PASCON				■		■		
	DECOUPLING				■	■	■		
코 일	NORMAL MODE	■	■	■					
	COMMON MODE	■	■	■					
	CHOCK COIL				■	■	■		
	FERRITE CORE	■	■						
	FERRITE BEAD				■	■	■		
노이즈 필터	AC	■	■						
	DC				■	■	■		
	SIGNAL				■	■	■	■	
서지흡수 소자	VARISTOR		■	■		■		■	■
	GAS ARREST			■				■	■
ISOLATION	PHOTO COUPLER						■	■	■
	COMMON MODE CHOKE						■	■	■
차폐	ELECTROMAGNETIC SHIELD	■	■	■	■	■	■	■	■

EMI 발생요인 (2BOX, 29개 발생요소 = 5억 이상)



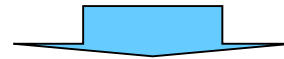
체계적 접근 필요 (SYSTEM에서부터 출발)



EMI REDUCTION 방법에 정답은 없다!!



EMI 문제는 반드시 해결될 수 있다 !!



이론적 배경과 경험적 지식으로 (설계자의 책임감)

수고 하셨습니다 !