



# EMC을 고려한 PCB 설계

## PCB 실장 설계에서 EMC 대책 시작이다

EMC 대책은 필더라고 생각하지만 필터가 만능은 아니다. 근본적인 문제 해결은 PCB 실장 설계가 기본이고 EMC 대책에 70%을 차지한다.

### EMC를 고려한 노이즈를 억제 할 수 있는 PCB 회로설계

PCB를 설계할 때에 먼저 고려해야 할 사항은 몇 층의 배선층과 전원플레인, 신호 종류, 높은 RF 에너지 레벨 회로와 시스템 그라운드, 복수의 다점 그라운드 배치, 전원 입력단자와 시스템 그라운드, 커넥터와 주 시스템 그라운드, 케이블 실드와 새시 그라운드 등등

- 1) PCB에 있어서 RF를 억제하는데 배선 적용시 의도하는 용도에 적합한 Microstrip line 또는 Strip line을 사용한다.
  - Microstrip line : 유전성의 재료에 의해 고체의 플레인으로부터 분리된 PCB상의 외면 트레이스임.
  - Strip line보다 고속의 클럭이나 논리신호를 전송함. 트레이스의 상부와 하부의 양면에 차폐를 실시하지 않으면 PCB의 외층이 외부 환경에 RF에너지 방출함.
  - Strip line : 전원 또는 그라운드간에 회로 플레인을 배치한 구성임. 마이크로스트립에 비해 RF 방사에 대해 보다 적은 noise immunity를 제공하지만, 전달속도가 훨씬 느림. 내부 트레이스로부터 발생하는 RF 에너지의 완전한 차폐와 그 결과로 생기는 RF 방사의 억제됨.

- 2) 배선 net수와 용도에 근거하여 최적이 Layer 수를 사용한다.
  - 기본규칙 : 신호 배선층은 전원 또는 그라운드에 꼭 인접시켜 배치함

- 3) 2층 기판은 전원과 그라운드의 Trace를 방사상으로 배선한다.
  - 용도 : 10KHz미만의 저주파의 아날로그 설계시 사용함. (모든 그라운드와 전원의 트레이스를 서로 평행하게 배선한다.)

- 4) 2층 기판상에서 부품을 최고 대역에서 최저 대역으로 방사상으로 배치한다.
  - 효과 : Trace에 의한 신호 전달지연이 적고, I/O커넥터에서 EMI이 개선.

- 5) PCB의 적용 할당은 8층 4배선을 적용하여 EMC에 최적의 환경이다.
  - 4층기판의 구성도(기본)
    - 제1층(부품면) : 신호와 클럭
    - 제2층 : ground plane
    - 제3층 : 전원 플레인
    - 제4층(납땜면) : 신호와 클럭
  - 8층기판의 구성도(최적)
    - 제1층 : 마이크로스트립 신호 배선층
    - 제2층 : ground plane
    - 제3층 : 스트림라인 신호 배선층
    - 제4층 : 전원 플레인
    - 제5층 : 스트림라인 신호 배선층
    - 제6층 : 마이크로스트립 신호 배선층
    - 제7층 : ground plane
    - 제8층 : 스트림라인 신호 배선층

- 6) RF를 최소화 하기 위해서 20H 규칙에 근거하여 Power plane을 Ground plane 보다 물리적으로 작게 해야 한다.
  - 20H 규칙 : Power plane과 가장 가까운 Ground plane과의 간격을 H라고 할 때 Power plane의 Edge부분이 Ground plane의 Edge부분보다 20H 이상 작게 한다.
  - 효과 : 기판의 끝에서 발생하는 RF Fringing을 줄일 수 있다. PCB의 고유 자기 공진 주파수가 상승한다.

- 7) PCB 패턴 설계에서 기본적인 것은 그라운드인데 제품에 따라 적절한 그라운드 접속 형식 선택한다.(직렬 그라운드, 병렬 그라운드, 한점 그라운드, 다점 그라운드 등등)
  - 한점 그라운드 : 1MHz 이하의 클럭 속도를 가진 저주파의 용도
  - 다점 그라운드 : 1MHz 이상의 클럭 속도를 가진 고주파 시스템의 용도

- 8) PCB상에서 EMI 억제에 설계는 그라운드 또는 신호의 리턴 루프의 최소화 이다. RF Ground Loop 최소화 할 곳 :
  - 높은 RF 에너지 레벨 회로와 시스템 그라운드, 복수의 다점 그라운드 배치, 전원 입력단자와 시스템 그라운드, 커넥터와 주 시스템 그라운드, 케이블 실드와 새시 그라운드 등등

- 9) 모든 나사간의 거리는 X-Y축 모두 설계 되어진 기판상에 생성된 최고 주파수의 1/20 파장보다 작아야 한다. (PCB 의 중형비 원칙)

- 10) EMI 방사 저감을 위해서 되도록 신호 배선에 사용되는 모든 층은 전원 또는 Ground plane층에 항상 인접시켜서 배치한다.

- 11) 내부 3개의 신호 플레인층을 서로 인접시켜 배치하지 않는다.
  - 방법 : 각 배선층은 전원 이나 그라운드 플레인 층에 인접시키지 않는다.

- 12) 모든 PCB의 레이아웃 설계에 있어서 적절한 부품 배치와 기능적인 Subsection 분할이 필요하다.
  - 방법 : 고대역 영역을 중간대역과 저대역의 영역으로 분리함. 각 분할이나 가능한 최적 Subsection을 가급적 많은 위치에서 새시 그라운드에 접속함.
  - 효과 : 그라운드 루프를 최소화하여 저임피던스화

- 13) 디지털 소자의 상승시간은 PCB내에서 생성되는 거의 모든 RF 에너지의 발전 원이므로 일반적으로 느린 논리 패밀리를 사용한다.

- 14) 기능적인 목적에 따라 적절한 논리 패밀리를 선택한다.
  - 방법 : 상승시간이 느린 논리 패밀리를 사용시 저속의 부품만 사용함. 실제 상승 시간 측정 후 시험 결과에 따라 적절한 부품만 사용함.

- 15) Through Hole 소자에 소켓을 사용하지 않으므로써 부품의 유도성 Trace length를 최소화 한다.

- 16) 소자 전원 핀에 유입하는 서지 전류의 피크에 주의한다.

- 17) 되도록 전원과 그라운드의 핀이 코너가 아니라 중앙에 위치하는 논리 부품 선택한다.
  - 효과 : 핀들간의 길이의 인덕턴스 와 decoupling condenser에 의해 형성 되는 그라운드 루프를 최소화함.

- 18) PCB 내부의 신호 전달속도
  - $V_{pcb} = C / \sqrt{\epsilon_r}$        $C = 30cm/ns$
  - $\epsilon_r =$  실료유전정수       $\epsilon_r =$  실료유전정수
  - PCB의 실료유전정수는 3 ~ 4 이다.

- 19) 일계수파수의 계산
  - $f [MHz] = 300 / \lambda [m]$      $f$  : 신호의 주파수
  - $\lambda$  : 파장

모든 그라운드 점의 위치와 기판상에 생성되는 최고 주파수  $\lambda$  /20에 의해 만들어 지는 직선거리의 중형비를 계산하여 사용한다.

- 20) EMC고려한 PCB설계는 회로의 임피던스 제어 및 조절이 목적이다.

- 21) EMC고려한 PCB설계에서 가장 중요하고 기본은 접지이다.

## 전자계 이론은 J.C. Maxwell 이론을 기초로 한다.

EMC 문제는 회로 설계, 부품 설계, PCB 설계, 부품 선정, 부품 배치, 부품 실장과 조립, 케이스 실드, 접지, 설치 등 총체적인 해결해야 한다.

### 100MHz 이상의 EMC를 고려한 PCB 회로설계

- 1) 신호 배선 고려한다
  - 방법 : 신호의 skew없이 물리적인 길이 뿐만 아니라 L, C의 지연도 고려한다.
- 2) Clock Line을 짧게 한다
  - 방법 : 먼저 Timing설계를 하고 이를 기준으로 Signal integrity를 개선함. Timing이나 SI기준에 대한 정보가 없는데 대칭형으로 짧게 한다. 최소한의 Terminator 공간을 확보한다. 복잡한 Timing 설계시 추가의 Active 소자를 사용한다.

- 3) 기판 단 근처에 고속 신호를 통과해 되면 GND면에 Common node noise가 발생하여 노이즈 레벨이 높게 만든다.

- 4) 배선 길이를 최대한 짧게 한다.
  - 배선 길이가 파장/4 을 넘을 경우에 정재파가 발생하고 전자파에 의한 방사가 발생한다.

- 5) T 분기 금지의 원칙
  - T 분기나 H-tree등과 같이 pattern의 분기는 impedance의ismatching을가져와 이로 인한 source쪽의 2번째 reflection이 분기점에서 가장 가까운 receiver에 나타나게 되는데 이것 또한 여러가지 technique으로 줄일 수 있다. 분기를 사용하지 않고 only ECL구조로는 net를 연결하기가 힘들므로 이런 분기형 구조를 사용해야 하는 경우에는각각의 분기에 의한 reflection을 서로 cancelling하도록 하거나 termination을 이용하면 사용하는데 무리가 없다.

- 6) 고속 신호에서는 최대한 Via를 줄인다.
  - Via에 의한 L성분 증가 방지 때문이다. 대부분 via에 의한 C성분보다는 L성분에 의한 영향이 더 큰 것이다. 또한 layer 변경시 가장 유념해야 할 점은 return current path를 지속적으로 확보해야 한다는 것이다.

- 7) Driver와 전송 선로 임피던스를 일치시킨다.
  - 임피던스의 부정합에 의한 반사의 저감은 impedance mismatching에 의한 reflection을 감소시키는 가장 좋은 방법 이다.

- 8) 신호선과 GND/전원을 Coupling하고 전자계를 상호 Cross시킨다.
  - GND plane은 reference 준위가 되는 곳으로 EM field는 gnd에 의해 shield가 된다. 신호 패턴중 noise에 민감한 부분은 shielding을 하게 되는데 보통 physical space rule인 3W-rule을 적용하는 것 이상의 효과를 보기는 어렵다. 또한 이런 shielding은 signal의 속도를 지연시킨다. signal 자신의 EM field energy를 receiver로 보내는데 싸야 하지만 GND plane과의 coupling이 소모하기 때문이다. 따라서 고주파 noise에 의한 영향은 감소시키(변화에 늦게 반응) gnd plane과의 capacitance 증가에 의한 RC-delay로 속도는 떨어진다.

- 9) 리턴패스를 고려한 배선을 한다.
  - 고주파에 의한 전류의 리턴은 배선 Pattern에 침투된 형태로 흐른다. GND가 image plane일 경우가 가장 이상적이지만 없을 경우 pwr/other signal line등을 사용하게 되는데 이것이 바로 crosstalk을 일으키게 하는 원인중 하나가 된다.

- 10) Power Connection 위치를 최적화한다.
  - 전원단자에 필수 있는한 가깝게 하고 기판 전체의 임피던스를 떨어뜨림 (방사 Noise량의 감소) 으로 줄일 수 있다. low freq. operation, noise immunity가 강한 signal이 있는 area는 전원부에서 면쪽에 배치하고 반대로 noise가 많이 생기거나 영향을 많이 받는 area는 전원부에 가깝게 배치 한다.

- 11) GND는 가능한 한 Plane화 한다.
  - Common Noise를 저감은 self capacitance에 의한 안정적인 reference voltage를 공급하고 noise에 강하며 signal line에 대한 return path를 이상적으로 제공할 수 있다. chassis나 line 형태는 plane형보다 떨어져서 만일 plane형태가 어려울 경우에는 copper로 보강하게 되는데 copper는 mechanical한 점을 고려하여 board형태에서 symmetric하게 pour 해야 한다. 그렇지 않을 경우 reflow를 통과한 후 board의 twist가 발생할 수 있다.
- 12) 직각 배선을 하지 않는다.
  - Power Conner부의 선평변화에 의한 반사(임피던스변화)는 직각(right angle) 배선과 45도 배선은 magnetic field를 볼 때 loop의 면적이 다르게 된다. 또한 회전 부위의 바깥쪽과 안쪽의 속도가 다르게 되며, 실제로 전자기적으로 관찰하면 직각일 경우 electron이 직각부위에서 부딪쳐 반사되는 것을 볼 수 있다. magnetic field에 의한 crosstalk을 줄일려면 45도 설계를 해야한다.

### PCB에서 정전기 방전(ESD)에 대한 보호 할 수 있는 회로 설계

- 1) 불꽃 갭을 사용한 방법
  - 방법 : 최대 10u. 최소 6u로 예리한 끝을 가지고 서로 날카롭게 마주 대항하는 삼각형이며 한쪽의 삼각형은 그라운드 플레인의 일부이고 다른 한쪽은 신호 트레이스에 있다.
- 2) 고전압 콘덴서에 의한 방법
  - 디스크 세라믹형 콘덴서의 장격은 최저 1500V 최대 5KV 를 사용한다.또한 콘덴서는 I/O커넥터에 바로 인접하여 배치한다.
- 3) 트랜즈프를 사용하는 방법
  - 과도적인 전압 억제용으로 설계된 반도체 소자를 사용한다.
- 4) LC필터를 사용하는 방법
  - 일반적으로 Low Pass filter를 사용한다.
- 5) 루프 면적을 최소화 한다.
  - 방법 : \* 모든 전원과 그라운드의 트레이스를 모두 접합시킨다.
    - \* 신호선을 그라운드 회로에 접합시킨다.
    - \* 높은 자기공진 주파수를 가지는 바이패스 콘덴서를 사용한다.
    - \* 트레이스의 길이를 최대한 짧게 한다.
    - \* 최대한 Ground plane을 확보한다.
    - \* ESD에 민감한 부품은 다른 민감한 회로에서 분할한다.
    - \* 모든 새시 그라운드 접속을 저임피던스로 한다.
    - \* PCB내의 그라운드 플레인은 도금한 스프루로 에워쌌다.
    - \* 배라이트 재료를 적절하게 사용한다.
    - \* 저층 PCB보다 고품 PCB를 사용한다.

- 6) PCB의 주위 전체에 놓인직마타 Via에 의해 이 보호대역을 모든 Ground plane에 접속한다.

- 7) 신호층에 인접하여 ESD에 민감한 영역에서 그라운드 트레이스를 사용한다.

- 8) ESD에 가장 영향을 받기 힘든 글 부분을 입력 전원을 기판에 제공과 가능하면 기판의 중심부에 전원 커넥터를 배치한다.

참고 문헌 : 국내외 기술 논문 및 전문지 참조 작성자 : 진중호

(주)이비는 고객의 요구에 맞춤형 Measurement Solution 을 제공 합니다.

# ENVIRONMENT BASE

# MEASUREMENT INTEGRATION SOLUTION



(주)이비 Measurement Solution Base partner  
www.ebos.co.kr TEL. 0502-300-9000

## Measurement Solution



### 디지털 오실로스코프

주파수 대역폭 : 1GHz (4CH)  
샘플링 속도 : 10GHz (2CH)  
메모리 용량 : 12.5Mpts/CH  
기본 트리거 수 : 12개



주파수 대역폭 : 1GHz (4CH)  
샘플링 속도 : 10GHz (2CH)  
메모리 용량 : 10Mpts/CH  
기본 트리거 수 : 13개



주파수 대역폭 : 1GHz (4CH)  
샘플링 속도 : 4GHz (2CH)  
메모리 용량 : 8Mpts/CH  
기본 트리거 수 : 6개



### 교육용 오실로스코프

주파수 대역폭 : 60MHz ~ 300MHz  
샘플링 속도 : 500MHz ~ 2GHz  
메모리 용량 : 4Kpts ~ 18Kpts/CH  
기본 트리거 수 : 5개



### 로직 오실로스코프

입력 주파수 : 200MHz ~ 500MHz(Max)  
주파수 대역폭 : 200MHz ~ 2GHz(4CH)  
샘플링 속도 : 1GHz ~ 2GHz (Max)  
메모리 용량 : 50Mpts/CH (Max)  
2 or 4CH 아날로그 + 18 or 36CH 디지털  
광범위한 시리얼 데이터 트리거 & 디코딩



### 아날로그 오실로스코프

주파수 대역폭 : 1GHz  
Rise Time : 350ps  
Sweep 속도 : 200ps/div (Max)  
Sweep 대역폭 : 200ps/div ~ 200ms/div  
트리거 : 주파수, Event, Burst, Line  
주파수 카운트 : 2Hz ~ 1GHz(6-digit)



### CAN 오실로스코프

CAN 물리층 신호를 프로토콜 디코딩  
Triggering : data Frame, error frame,  
trigger on any data rate,  
remote frame, ID+Data,  
specific data bit  
CAN 메시지 및 신호에서 심볼릭 수행



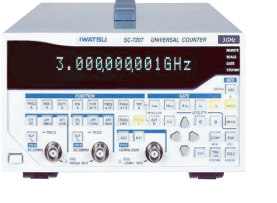
### 임의 파형 발생기

주파수 대역폭 : 15MHz (2CH)  
Modulation : AM, FM, PM, PWM, FSK  
출력 파형 : sine, square, pluse, DC,  
triangle, ramp, gaussian, 임의파형



### 주파수 카운터

주파수 대역폭 : 10Hz ~ 3GHz (AC)  
10mHz ~ 230MHz(DC)  
Pulse Width : 10ns ~ 100s  
Peak voltage : 150Hz ~ 50MHz  
주파수, 주기, Time interval, 펄스폭,  
위상, Totalize, Duty cycle 등 측정



### 멀티 메타

Full scale : 509999(5-1/2 digit)  
전압 범위 : 1uV ~ 1000V (DCV),  
1uV ~ 750V(ACV)  
전류 범위 : 10nA ~ 10A(DCA, ACA)  
저항 범위 : 50Q ~ 500MQ  
온도 범위 : -50C ~ +1768C (R)  
주파수 범위 : 15Hz ~ 1MHz



### LCR 메타

측정 종류 : L, C, R, Z, Q, G, X, D, @  
주파수 범위 : 42Hz ~ 5MHz  
측정 범위 : 100mQ ~ 100MQ  
측정 속도 : 5ms(Max)  
기본 정확도 : ±0.08%  
출력 임피던스 : 50Q



## Measurement Solution



### 전원 분석기

주파수 폭 : 0.5Hz ~ 100kHz(DC)  
전압 범위 : 15V ~ 1000V  
전류 범위 : 0.5A ~ 40A  
기본 정확도 : 0.01%



WT 500

주파수 폭 : 0.1Hz ~ 1MHz(DC)  
전압 범위 : 15V ~ 1000V  
전류 범위 : 0.5A ~ 30A  
기본 정확도 : 0.02%



WT 3000

### 태양광 테스트

태양광 Solar CELL 진단  
측정 기능 : AC/DC 전압(1상, 3상), 역률  
AC/DC 전류(1상, 3상), Power factor,  
AC/DC 파워(1상, 3상), Solar radiation,  
Temperature of the cells, Harmonics(50<sup>th</sup>)



SOLAR300

### AC/DC 전원 공급기

전압 범위 : 1 ~ 270V(AC),  
1.4 ~ 380V(DC)  
전류 범위 : 10A(AC), 8A(DC)  
출력 종류 : AC, DC, AC+DC  
POWER : 1000VA(AC), 800W(DC)  
주파수 폭 : 40Hz ~ 500Hz(DC)  
출력 Phase : 1Phase



PCR1000M

### 자동 절연내압 시험기

내전압 시험부  
출력 전압 : 2 ~ 5KV, 500VA(AC)  
2 ~ 5KV, 50VA(DC)  
전류 측정 범위 : 0.01mA ~ 100mA  
절연저항 시험부  
정격 전압 : 50V ~ 1200V(DC)  
정격 측정 전류 : 1mA



3153

### 누설 전류 측정기

측정 종류 : 외장누설전류, 접지누설전류  
환자누설전류, 환자측정전류  
모니터 : Line 전압/피측정 기기 소비전류  
측정 전류 : DC, AC, AC+DC, AC Peak  
전기용품안전법, JIS, IEC, UL 대응 내장



3156

### 데이터 수집 장치 시스템

사용 채널 : 8, 10, 20, 30, 40, 48ch  
메모리 : 80MB(기본), 200MB(확장)  
입력 형태 : DC voltage, RTD, DI,  
Thermocouple, DC current



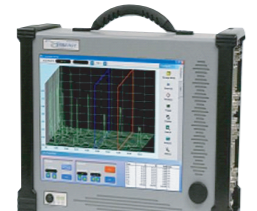
MV 2000



WE7000

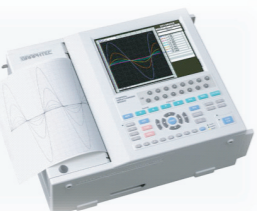
구성 : 계속 station, 광통신 모듈, 계속 모듈, S/W  
계측 모듈 : 100MS/s Oscilloscope 모듈,  
10MHz 함수발생 모듈, 2MHz 패턴 I/O 모듈,  
10채널 온도 측정 모듈, 32채널 I/O 모듈 등등

신호 종류 : 전압, 온도, 주파수, RMS,  
ICP Type, Bridge  
FFT Analyzer : Order, Octave,  
Narrowband, Waterfall 등등  
DSO, Transient recorder, DAQ,  
FFT Analyzer 기능을 통합한 시스템



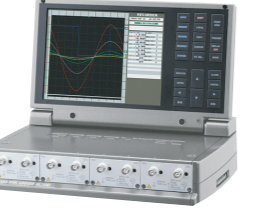
Synergy

구성 채널 수 : 4, 8, 16채널  
신호 종류 : 전압, 전류, 온도, 입력,  
ICP Type, 진동 등등  
고속 1M/s로 전 채널 동시 레코딩  
Application Software 지원  
USB, LAN, PCMCIA Data 전송방법



WR300

구성 채널 수 : 8, 16채널  
신호 종류 : 전압, 온도, 주파수,  
Strain, Logic 등등  
샘플링 : 1us(streaming)  
15ns(transient)  
40MS/s Recording & 1MS/s 전송



WR300

## EMC Measurement Solution

### EMI TEST SYSTEM

입력 : DC~250V(AC), 16A  
차폐 성능 : 150KHz (70dB)  
150KHz ~ 30MHz(80dB)  
30MHz ~ 1GHz(80dB)  
Power Line Filter :  
DC/AC 250V, 16A  
100KHz~1GHz(70dB)  
LISN : 주파수 (9KHz ~ 30MHz)  
Inductance(50 μH/50Ω)  
Max. Current(16A)  
Supply Line(2Line)



크기 : W790 \* D750 \* H1400mm  
WS80 \* D575 \* H1400mm  
전체 무게 : 150Kg

### 실드룸



구성 품목  
◆ 형태 : Modular PAN  
◆ Door : 0.9 \* 2.0 m  
(Option : Semi-auto)  
◆ 공조구 : 30 \* 30cm  
◆ Isolation transformer  
◆ Floor : 45 \* 45cm  
(Deluxe tile)  
◆ Power line filters

차폐 효과 (MIL-STD 285)  
자체 감쇄 (14KHz~200KHz) : 80dB  
전계 감쇄 (200KHz~30MHz) : 110dB  
평면파 감쇄 (30MHz~1GHz) : 110dB  
마이크로파 감쇄 (1GHz~18GHz) : 100dB

### EMI FILTER



필터 사양  
Rated Voltage : 250V(AC,DC)  
Rated Current : 15A ~ 150A  
Power Frequency : DC ~ 60Hz  
Frequency Range : 50KHz ~ 50MHz  
Attenuation : 100dB

### 스펙트럼 분석기

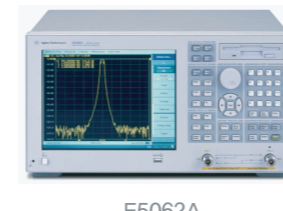
주파수 폭 : 9KHz ~ 3GHz  
RBW : 10Hz ~ 1MHz(분해능)  
DANL : -140dBm(프리앰프사용)  
TOI : +13dBm 3차 왜곡  
스윙프 시간 : 최소 9.2ms  
채널전력, ACPR, SEM, OBW, TOI  
주파수 폭 : 100KHz ~ 3GHz  
RBW : 30Hz ~ 1MHz(분해능)  
DANL : -144dBm(프리앰프사용)  
스윙프 시간 : 최소 10ms  
채널전력, ACPR, OBW 측정



N9320A



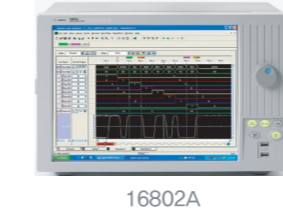
N9340B



E5062A



N9310A



16802A



TLA5202B

### 네트워크 분석기

주파수 폭 : 300KHz ~ 3GHz  
입력 임피던스 : 50Ω or 75Ω  
Dynamic Range : 90dB ~ 120dB  
트레이스 노이즈 : 0.005dB  
통합 T/R 또는 S-파라미터 테스트

### RF 신호 발생기

주파수 폭 : 9KHz ~ 3GHz(0.1Hz)  
출력 전력 : -127dBm ~ +13dBm  
변조 : AM, FM, 위상 및 펄스변조  
SSB 위상 노이즈 : -95dBc/Hz  
40MHz I/Q 변조기(옵션)

### 로직 분석기

채널 수 : 68채널  
클럭 속도 : 450MHz(Max)  
타이밍 : 64K의 메모리로 250ps 중  
내장 샘플링 : 1GHz(1ns)/500MHz  
메모리 Depth : 1M ~ 32M(옵션)  
채널 수 : 68채널  
클럭 속도 : 235MHz(Max)  
타이밍 : 16K의 메모리로 125ps 중  
타이밍 샘플링 : 1GHz/500MHz  
메모리 Depth : 1M ~ 32M(옵션)

## Vision Measurement Solution



### LED 스트로보스코프

발광 주파수 범위 : 1 ~ 500,000FPM  
외부 입출력 : 펄스 입출력, RPM 모니터링 기능  
출력 속도 : 250lux(80cm/100cm)  
램프 수명 : 10,000시간  
배터리 사용 시간 : 3시간  
타코 미터 : 60 ~ 200,000RPM  
타코 거리 : 200cm 이하  
전체 무게 : 900g



PLS400T

### 대형 필스 조명 장치

발광 속도 : 15 ~ 500,000FPM  
발광 주파수 범위 : 1 ~ 10,000Hz  
조사 각도 : 22(반각), 44(전각)  
램프 수명 : 10,000시간  
단일 램프 소비 전력 : 12W  
크기(mm) : 460 \* 330 \* 100  
적용분야 : 초고속 카메라 및 비전 조명



PLS4400

### 적외선 열화상 카메라

온도 범위 : -20℃ ~ 250℃(9100PMV)  
-40℃ ~ 500℃(9100PWV)  
옵션 (2,000℃ 까지 가능)  
온도 분해능 : 0.06℃(9100PMV)  
0.08℃(9100PWV)  
측정 정확도 : ±2℃  
측정 시야각 : 21.7°(수평), 16.4°(수직)  
자동 저장 : 1/60초 ~ 3600초 (내장)  
5초 ~ 3600초(메모리 저장)



TH9100

온도 범위 : -20℃ ~ 600℃(hotfindDX)  
-20℃ ~ 1500℃(hotfindDXT)  
온도 분해능 : 0.1℃ at 30℃  
측정 정확도 : ±2℃  
측정 시야각 : 2.2 mrad  
자동 저장 : 128MB (내장)



Hotfind

### 자외선 코로나 카메라

고감도의 코로나 탐지 8m 거리의  
1.5pC의 최미한 코로나 발견 측정  
가시 채널의 광학 증 기능  
UV, 실화상 채널의 자동 초점  
디지털 UV 증 기능  
내장형 비디오 레코딩 및 저장  
레포트 작성 소프트웨어  
Multilingual display( 옵션)  
UV events counter



Superb

### 산업용 내시경 카메라

원거리 비디오 관측 (RV)  
직경 : 6mm or 8mm  
화면 : 컬러 7인치 (VGA)  
저장 : 40GB(외장) 100GB  
배터리 시간 : 4시간  
케이블 길이 : 33M  
적용분야 : 엔진 관측, 항공기,  
열교환기, 가스 터빈, 펌프,  
재난 구조, 수중 애플리케이션



ForeEyes 2020X2

### 초고속 카메라

해상도 : 640 X 480 픽셀  
촬영 속도 : 초당 1,000프레임  
화면 : 5인치 LCD 장착  
픽셀 비트심도 : 24bit Color  
내장 메모리 : 1GB  
기록 시간 : 초당 1,000장으로 4.4초  
카메라 제어 : USB 2.0 Port  
카메라 신호 : 트리거, Sync in  
비디오 출력 : PAL & NTSC  
렌즈 : C 마운트  
크기(mm) : W152 \* H127 \* D101  
무게 (Kg) : 1.5



TS1000CE



## Sound & Vibration Measurement Solution

### 소음 진동 분석기

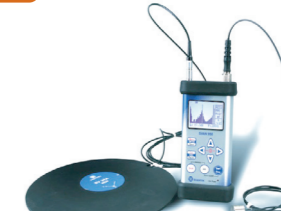


OROS 36

채널 수 : 4CH, 8CH, 12CH, 16CH  
1/n 옥타브 분석 대역폭 : 40KHz  
데이터 레코딩 : 40GB(Ethernet: 100Mbps/s)  
분석 : Multiple FFT, 1/n Octave, Order analysis,  
Structural analysis, Balancing, Sound Power,  
Sound Intensity and Sound Quality  
AC/DC, ICP or 콘덴서 마이크로폰 전원 내장  
32bit Floating point DSP & 24bit A/D Converter  
회전 해석 : Orbit, Bode plot, Envelope, Phase,  
Ceptum Curtosis

### 4채널 소음 진동 측정기

주파수 폭 : 0.8Hz ~ 20KHz  
동적 범위 : 100dB  
분석 : 1/1 or 1/3 Octave,  
FFT Real Time Analysis,  
FFT Cross Spectra  
메모리 저장 : 32MB



SV AN958

### 소음 측정기

주파수 폭(소음) : 10Hz ~ 20KHz  
동적 범위 : 120dB  
분석 : 1/1 Octave analysis  
FFT Real Time Analysis  
메모리 저장 : 16MB



SV AN953

### 진동 측정기

주파수 폭 : 1Hz ~ 20KHz  
동적 범위 : 110dB  
분석 : 1/1 or 1/3 Octave,  
FFT Real Time Analysis  
메모리 저장 : 32MB



SV AN956

### 4채널 진동 필드 밸런싱 장비



Vb8

채널 수 : 4CH  
Long time waveform : 40KHz(28M samples)  
데이터 레코딩 : 1GB  
센서 : Accelerometer, Velocity, Displacement,  
Current, Voltage  
Speed Range : 30RPM(0.5Hz) ~ 300,000RPM(5kHz)  
AC Coupled Range : 16Vpk-pk  
Conversion : 24bit A/D Converter

### Microphone



ICP 소음센서 (MI17) : 20Hz ~ 15KHz, 35dB ~ 124dB  
1/2 inch Free Field 소음센서 (40AF) : 3.15Hz ~ 20KHz,  
15dB ~ 146dB  
1/2 inch Pressure 소음센서 (40AP) : 3.15Hz ~ 10KHz,  
17dB ~ 148dB  
Special 소음센서 (40AR) : 3.15Hz ~ 12.5KHz, 17dB ~ 146dB  
Random 입사 Diffuse/ 전향실 (사용 용도)  
Diffusefield 소음센서 (MK102) : 10Hz ~ 18KHz, 11dB ~ 146dB  
Outdoor 소음센서 (41AM) : 50mV/Pa, 20dB ~ 136dB(항공소음)

### Preamplifier



모델 : 26AB, 26AC, 26AL, 26AA, 26CB, 26AS  
주파수 범위 : 2Hz ~ 20KHz  
입력 임피던스 : 20GΩ 0.2pF  
출력 임피던스 : 55Ω  
용도 : 범용 ¼인치 프리앰프, Lemo 7-Pin Connector,  
¼인치 마이크로폰용 ¼인치, ¼인치 어댑터 포함