디지털 회로에서 EMC를 위한 실드 방식에 대한 고찰

이성재*, 김재양**, 김철수***
대림대학*, (주)코리아유니크**, (주)이엠시스**

Study of Shield Method for EMC of Digital Circuit

Seong-Jae Lee*, Jae-Yang Kim** and Cheol-Soo Kim***
Daelim College*, Koreaunique LTD.** ,EMCIS LTD.***

Abstract : 21세기를 접하면서 산업전자 분야의 비약적인 발전과 함께 과학문명은 눈부시게 발전해 나아가고 있다. 이것의 원천은 바로 전기(Electric)이다. 우리는 풍요로운 삶 자체를 전기 공급에서 누리고 있으며 또 비극적인 사태를 맞이할 때도 있다. 즉, 전기기기를 이용하면 원하건 원치 않건 전자기파가 발생이 된다. 이것이 자연현상이며 전자기파는 IT, BT, CT 를 비롯하여 산업 전체에 많은 영향을 미치고 있다.

일반적으로 우리가 말하는 전자기파 장해의 기본 요소는 노이즈원(잡음원), 경로매체, 피해장치 등으로 구성되는 데 잡음원(Noise Source)은 각종 시스템에서 구성되고 있는 전자기 에너지의 발생원으로 볼 수 있으며 이 발생원에서 경로매체(금속:전도성, 대기중:전파성 등)를 통하여 피해장치(전기전자통신기기류)에 방해를 주고 있는 상태를 전자기파 장해라고 설명할 수 있다.전자기파 잡음원에서 경로를 거쳐 전자기파에 대하여 피해장치가 안정된 상태로 동작하도록 규정하는 용어 즉, 전자파 양립성 또는 적합성(EMC : Electro Magnetic Compatibility))이란 용어를 가지고 전기.전자.통신기기에서 발생되는 불필요한 전자파와 전자파 내성시험을 만족하도록 의무화하고 있다.

EMC 는 EMI (불요 전자파 또는 전자파 간섭 : Electro Magnetic Interference) + EMS (전자파 내성 : Electro Magnetic Susceptibility) 2가지 시험을 함께 전자파 적합성(EMC) 시험으로 표현되고 있다. 전자파 적합성 시험의 목적으로 EMI는 전도성 또는 전파성에 대한 주파수 대역(잡음)을 보호하기 위한 것이 목적이고 EMS는 프로세서가 내장된 기기류의 오동작을 방지하기 위하여 감응평가를 하는 것이다. 즉, 감응(Susceptibility)이란 어떤 장비나 시스템이 전자기파 장해에 쉽게 영향을 받는 것을 뜻하는 데 전자파 장해를 견디면서 본래의 기능을 충분하게 발휘하며 동작할 수 있는 능력을 말한다.

Key Words : EMI, EMC, EMS, 노이즈 필터

1. 서 론

전기 · 전자회로를 중심으로 필요한 어떤 정보를 전달하는 양을 신호(Signal)라고 한다. 이러한 신호는 신호의 전송 및 검출 시 원하는 Signal 이외에 전송 · 검출을 방해하는 신호를 잡음(Noise)이라고 부른다. 즉, 전기 · 전자회로에서 불필요하거나 원하지 않는 전류 또는 전압은 잡음이다.

Noise는 잡음원(Noise Source)에 따라 대별하면, 계측기기 시스템의 주위에서 발생하여 여러 경로를 통해 시스템으로 들어가는 외부잡음(Extrinsic Noise)과, 회로 내부에서 발생하는 내부잡음(Intrinsic Noise)으로 구분된다.

외부잡음에는 낙뢰, 송배전 선로에서 발생되는 코로나 잡음, 전기철도나 자동차에 의한 잡음, 전기기기에서 방출하는 잡음 등 인공잡음을 외부잡음으로 볼 수 있다.

내부잡음에는 교류전력의 상용 주파수에 의한 험(Hum) 등 저주파 잡음과, 트랜지스터 등 스위칭을 위한 반도체에서 나오는 산탄 잡음 등의 고주파 잡음이 증폭기 잡음으로 되고, 또 저항체의 열잡음 등 회로소자 자체에서 나오는 잡음도 있다.

잡음은 일반적으로 불규칙한 파형으로 그림 1에 나타낸 것과 같이 넓은 주파수 스펙트럼과 진폭분포(amplitude distribution)를 갖는다.

따라서, 주파수 스펙트럼과 진폭분포에 따라 분류하는 것도 매우 유용하다. 잡음전력(noise power)이 평평한 주파수 분포 ($f_1 \sim f_2$ 사이)를 가질 때 이것을 일반적으로 백색잡음(white noise)이라고 부른다. 또, 주파수에 역비례($1/f$)하는 잡음을 핑크 잡음(pink noise)이라고 한다. 핑크 잡음은 저주파 시스템에서 특히 중요하다(그림1).

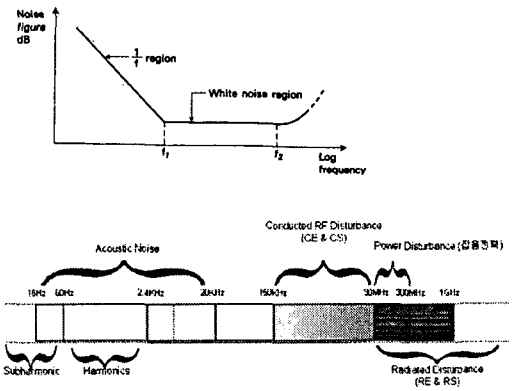


그림 1. Noise 스펙트럼

2. 이론적 고찰

열잡음(thermal noise)은 회로내부의 저항소자에서 발생하는 잡음으로, 저항에 존재하는 자유 전자의 불규칙한 열운동(random motion)에 의해 발생하는 백색잡음 중 하나다. 이 잡음은 저항이 회로에 연결되지 않아도 발생하는데, 이것은 어느 순간에 전하 케리어가 저항의 한쪽 끝에 더 집중되면 그 결과 외부 전압(전류)이 없더라도 저항 양단에 작은 전압 강하가 발생할 수 있기 때문이다.

이러한 열잡음은 1928년 J.B.Johnson 에 의해서 처음으로 연구가 되었기 때문에 자주 Jonson 잡음이라고도 부른다.[1]

2.1 Noise 측정

출력단에서 신호전력 S 와 잡음전력 N 과의 비(S/N)를 신호 대 잡음 비(signal-to-noise ratio 또는 S/N ratio) 라 하고, 보

통 dB로 나타낸다.

$$S/N = \frac{\text{signal power}}{\text{noise power}} = \frac{V_s^2/R}{V_n^2/R}$$

또는

$$S/N = 20 \log \frac{V_s}{V_n} = 10 \log \frac{P_s}{P_n}$$

여기서, V_s와 P_s 는 각각 신호전압과 전력, V_n과 P_n은 각각 잡음전압과 전력이다.

신호가 증폭기를 통과하면, 증폭기의 내부 잡음이 신호에 혼입되므로 입력단의 S/N에 비해 출력단의 S/N가 반드시 저하한다. 따라서 증폭기의 잡음에 관한 성능 평가에는 입력단과 출력단의 S/N를 사용한다.

• 잡음인자(noise factor) :

$$F = \frac{\text{입력에서의 } S/N}{\text{출력에서의 } S/N} = \frac{S_i/N_i}{S_o/N_o}$$

증폭기 내부에서 잡음은 반드시 발생하므로 F는 항상 1보다 크다. 많은 문헌에서 잡음인자와 잡음지수는 동일한 의미로 사용한다.[2]

2.2 EMC에 있어 3가지의 노이즈

(1) 연속성 노이즈

시간에 의해 변경되지 않는 지속적인 시그널로써 예를 들면 오실로스코프에서 볼 수 있는 파형을 지속적으로 발생되는 현상을 말한다.

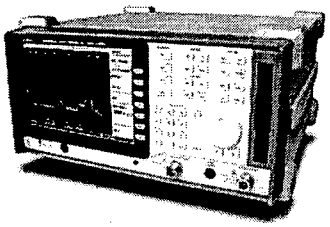
(2) 불연속성 노이즈

시간에 의해 변경되고 변화되는 시그널로써 반복적이고 규칙적이다. ("예" 전원공급장치, 조명 조광기등) 이 시그널은 average, peak, quasi-peak 에서 매우 다른 결과를 보여준다.

(3) Clicks 노이즈

Clicks 는 본질적으로 작동중인 접속부, 릴레이, 스위치 등에서 발생하는 데 이것은 간헐적 작동을 하는 경향이 있다.

이러한 Noise를 분석하는 계측장비에는 Spectrum Analyzer(EMI Receiver)를 사용할 수 있다.(그림 2.)



주파수	대역폭
10~0.15MHz	200Hz
0.15~30MHz	9kHz
30~1000MHz	120kHz

그림 2. Spectrum Analyzer (EMI Receiver) (주)이엠시스

3. 결과 및 고찰

그림 3은 공통 모드에서 노이즈를 저감하기 위한 필터 구성의 일례를 보여주고 있으며 여기서 사용되는 코일과 커패시터를 각각 common choke 와 Y-capacitor 라고 부른다. 또, 그림 3은 차동 모드에서 노이즈를 감소시키기 위한 필터를 구성하고 있는 데 여기서 사용하는 차동 코일을 differential choke 또는 normal coil 이라고 부르고 커패시터를 X-capacitor 라고 부른다.

따라서 그림 3을 합성한 필터 회로가 그림 4로 나타내고 있으며 여러 가지 필터로 다양하게 구성하여 공통모드 노이즈와 차동 모드 노이즈를 함께 저감할 수 있게 해 준다.

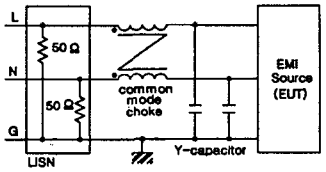


그림 3. Common Mode Noise Filter

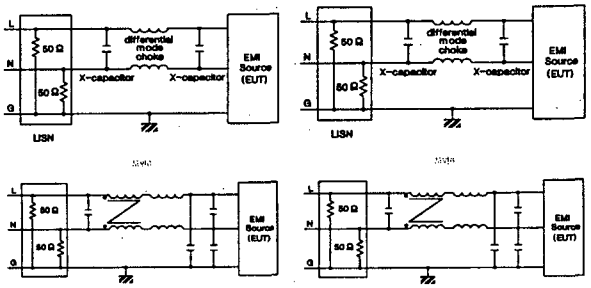


그림 4. Differential, Common Mode Noise Filter

4. 결 론

모든 전기, 전자기기는 사용 중 그 용도에 관계없이 노이즈를 발생한다. 각종 기기류 내에 전류가 흐르는 기판이나 도선 근처에는 자계가 형성되고 시간에 따라 그 크기가 변화하여 다른 H/W로 유도되어 전압을 발생시킨다. 이러한 경우, Differential , Common Mode Noise Filter를 사용함으로써 60 Hz 부근에서 발생되는 전력선 간섭(power line interference)효과를 크게 절감시킬 수 있다.

전력선 간섭은 회로에 원하지 않는 전압을 유기할 때 발생하거나 전력선으로부터 내부적으로 발생한다. 이러한 간섭은 차폐 케이블을 사용하고 접지에 주의하면 피할 수 있으며 파손된 케이블은 시스템에 전력선 간섭을 도입하는 원인이 되므로 주의해야 한다. 또, 루프에 의해서 전력선 간섭이 발생할 수도 있으므로 여러 개의 접지 경로가 만들어지지 않도록 해야 한다. 본 논문에서 제시하는 하드웨어의 필터를 최적화로 설계한다면 EMC를 만족할 수 있는 설계할 하는 데 도움이 될 수 있다.

참고 문헌

[1] (주)이엠시스 기술자료

[2] 민남기 저, "전자측정시스템", 사이텍미디어 출판사, p. 404, 2001.