

# 전자회로의 노이즈감소 기술(I)

글/이 경 재(한전기술연구원)

## 목 차

- I. 유도장해 문제
- II. 도체의 실드
- III. 접 지

### I. 유도장해 문제

#### 1. 서 론

통신, 전력제어, 자동화 설비, 컴퓨터 및 각종 기능을 보유하고 있는 전기, 전자회로들은 스스로의 기능을 유지하고 운영될 뿐만 아니라 때로는 상대방에 대하여 장해를 유발시키고 있다. 이와 같은 전자유도장해는 회로 설계자에게 매우 어려운 과제를 제공해 왔으며 앞으로도 이러한 현상은 더욱 심화될 것으로 보인다.

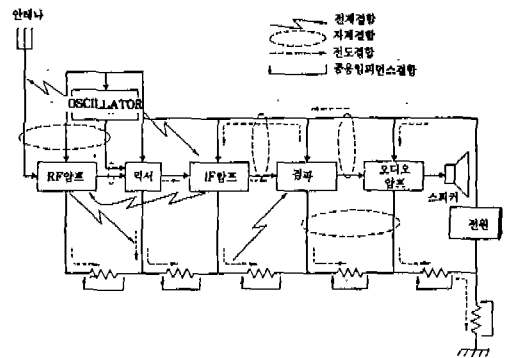
이러한 영향 가운데에서도 수많은 전자기기가 부분적으로 자신의 신뢰성을 유지해 왔으나, 근래 집적회로의 이용으로 기기의 형체가 소형화되고 정밀화되었고 많은 회로가 작은 공간에 집중화됨에 따라 이러한 장해가능성은 더욱 증가되어 가고 있다.

오늘날, 기기설계자들은 이러한 전자기기들이 실험실에서 이상적인 조건하에 회로가 작동되는 것이 상으로 “실현장”에서는 다른 기기들과 더불어 확실하게 동작할 수 있도록 해야 한다는데 전심하고 있다.

즉, 그러한 기기들이 외부의 노이즈에 대하여 영향받지 않고 또 노이즈를 발생시키지도 않아야 한다

는 것이다.

그래서 전자유도장해의 제거 또는 감소는 주요한 설계의 목표가 된다.



(그림 1-1) 라디오 내부 회로의 상호간섭

〈그림 1-1〉은 라디오 수신기 안에서 일어나는 여러가지 형태의 장해를 예시한 것이다.

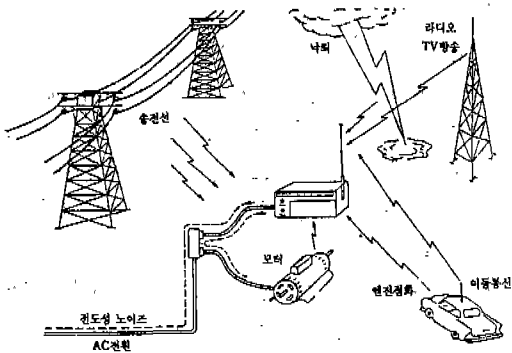
즉, 회로간에는 노이즈가 전도되고 다른 회로에서는 노이즈가 발생하고 있다. 또한 각 회로간의 접지 전류는 공용접지 임피던스를 통하여 흐르면서 접지 모선보다 높은 노이즈 전압을 발생시키고 있으며 각종 신호선간에는 전계와 자기결합이 나타나고 있다.

이러한 노이즈 문제는 라디오가 실험실에서 사용되기 전에 설계단계에서 해결해야 할 기기내부에서의 장해 예시이다.

라디오가 “실현장”에 설치되었다면 〈그림 1-2〉와 같이 또 다른 노이즈 발생원에 노출될 것이다. 노

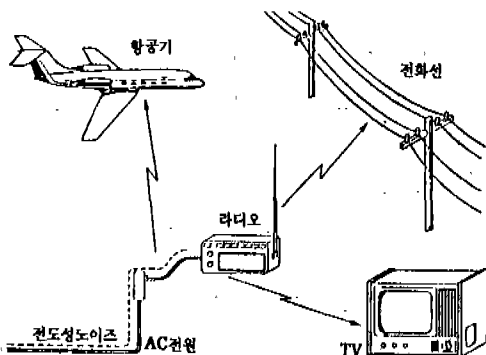
이즈 전류는 주로 AC전원으로부터 전도되어 들어오게 되지만, 라디오 수신기는 다른 여러 발생원에서 오는 전자기 방사선상에 노출되기도 한다.

이러한 경우 노이즈 발생원은 설계자가 막을 수 있는 대상이 아니더라도 각 기기는 이러한 환경에서도 운전될 수 있도록 설계되어야 한다는 것이다.



〈그림 1-2〉 라디오와 같은 전자기기가 받는 노이즈 각종 환경에 대응하는 설계가 요구된다.

〈그림 1-3〉은 노이즈의 다른 측면을 나타내고 있다. 즉, 라디오는 다른 기기에 대한 노이즈의 발생원이 되고 다른 기기에 영향을 준다는 것이다. 즉, 회로중 일부는 직접 노이즈를 방사하고 전력케이블은 다른 회로에 노이즈를 전도하고 있다.



〈그림 1-3〉 노이즈를 방출하는 라디오

전력케이블에 흐르는 노이즈 전류는 그 리드선에서 새로운 노이즈 방사를 하게 된다. 따라서 노이즈 발생을 최소화하기 위한 기기설계는 장애에 감응되지 않도록 기기설계를 하는 것만큼 중요하다.

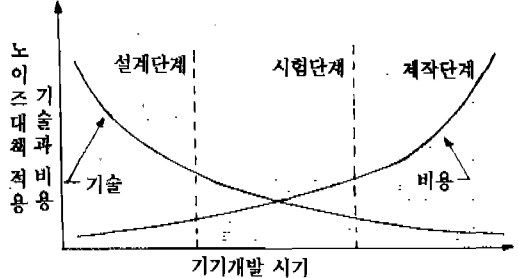
## 2. 전자기적 양립성을 위한 설계

전자기적 양립성(Electromagnetic Compatibility : EMC)은 전자기적 환경에서 발생하여 간섭을 주거나 감응도 받지 않고 적정기능을 유지할 수 있는 능력을 말한다. 따라서 기기가 새롭게 개발되는 부품은 설계단계부터 EMC를 고려해야 한다.

만일 EMC가 소홀하여 시험기간중에 문제점이 발견되었다면 해결책은 불만족스럽거나 큰 비용이 들게 된다. 기기설계부터 시험 및 제작과정에 있어서 기기개발이 너무 앞서가면 설계자가 적용할 수 있는 노이즈제거 기술은 제약받게 되고 비용은 증가된다.

이러한 경향이 〈그림 1-4〉에 나타나 있다. 장애 문제는 초기에 해결하는 것이 가장 좋고 적은 비용이 든다.

전자유도 양립성 설계



〈그림 1-4〉 기기개발이 앞서면 노이즈제거 가능 기술은 감소되고 비용은 증가된다.

예를 들면 노이즈 억제방법이 첫단계인 설계기간에 고려되었다면 노이즈감소 기술은 매우 간단하고 수월하다. 이러한 방법으로 노이즈 방지를 다루었다면 경험상으로 보아 시험단계에서의 노이즈 문제의 80~90%를 감소시킬 수 있다.

한편, 시스템이 노이즈 문제를 전혀 고려치 않고 설계되었다면 시험초기에 틀림없이 노이즈 문제가

발생할 것이다.

그때에 수많은 가능성을 가진 노이즈의 경로조합을 분석하기란 결코 용이한 일이 아닐 것이다. 이렇게 늦은 단계에서 해결책은 불필요한 부분의 회로까지 고려되어야 할 경우가 생기며, 또한 엔지니어링이나 부품 설치시 종량과 크기가 발생되므로 전력소비도 늘어나 비용이 추가로 생기게 된다. 따라서 적시에 다른 기기에 장애를 줄 수 있는 노이즈 발생량을 최소화시키도록 해야 한다. 그리고 항상 바람직한 것은 노이즈는 발생원에서 조정되어야 하며 이는 수많은 수신회로의 유도문제를 방지할 수 있기 때문이다. 그러므로 EMC를 갖는다는 것은 기기로 하여금 어느 환경에서도 다른 기기에 영향을 주거나 받지 않도록 설계되어야 한다는 것이다.

### 3. 정 의

노이즈란 필요한 신호가 아닌 어떤 전기적 신호가 회로안에 나타나는 것을 말하며 노이즈의 발생원은 3가지로 대별된다. 첫째는 내성적 노이즈, 예를 들면 열과 샷노이즈(Shot Noise)와 같이 우발적인 물리적 현상과 같은 것이고 둘째는 인공노이즈로서 예를 들면 모터, 스위치 그리고 송신기에서 발생하는 것이며 셋째는 자연적인 동요로서 낙뢰나 태양흑점과 같은 현상에서 나오는 노이즈이다.

또한 장애라 함은 노이즈의 방해효과를 말하며 회로를 만족스럽지 못하게 하는 동작을 일으키는 잠음 전압이 있는 상태를 장애라고 하며 노이즈 현상은 제거할 수 없지만, 장애를 일으키지 않을 정도로 감소시킬 수는 있다.

또 감응성(Susceptibility)은 원치않는 전기에너지(노이즈)에 대하여 응동하는 기기나 회로의 능력을 말한다.

회로나 기기의 감응도의 수준은 그 기기가 만족스럽게 작동될 수 있는 노이즈 환경을 말한다.

### 4. 규 제

몇가지 유도장애 문제에 대한 통찰이 추가되었고 기기설계자의 의무조항이 적용되도록 정부와 군규정과 사양의 재검토가 이루어졌다.

미국에 있어서, 연방 통신위원회(FCC)가 라디오

와 유선통신의 사용을 규제하고 있으며 그 권한의 일부로서 장애 문제를 다루고 있다. FCC규제, 15편(라디오 주파수관련 기기), 18편(산업, 과학, 의료 관련 장비), 두 부분은 유도규제에 대하여 다루고 있다. 이 규제는 각종 기기의 방사성 에너지의 허용치를 지정하고 있다. 대표적인 예가 15-7항으로서 제한된 방사성 기기에 대한 일반적인 요구사항이 포함되어 있다.

FCC는 제한된 방사성 기기를 다음과 같이 정의하고 있다. “설계상에 강제적으로 법제화시킨 라디오 주파수 에너지를 발생하는 기기를 말하며, 라디오 주파수 에너지란 전선에서 전도되어 왔거나 방사되어 온 것이며.....” 이 조항은 차고 자동개문장치, 100mW의 워키·토키, 무선마이크로폰이나 RF보안 장치와 같은 것도 포함되어 있다.

여기에서는 기기로부터  $\lambda/2\pi$ (약 1/6파장)만큼 떨어진 곳에서 발생된 총전자유도 자장은 인가없이  $15\mu V/m$ 를 초과해서는 안되며 사용목적에 부합한 최소의 전력으로 동작되어야 한다고 지정하고 있다. 해로운 장애가 발생하면 적절한 방법이 장애제거를 위해 강구되어야 한다. 만일 장애가 주요통신설비나 운항설비에 일어나면 기기는 장애가 시정될 때까지 정지시켜야 한다. 둘째 사례로서 FCC 규정 15.31항(Section)에는 방사성향의 기기에 대하여 다음과 같이 정의하고 있다. “방사성 기기란 의도적으로 라디오 주파수 에너지를 발생하도록 설계되지 않았으나 작동하는 동안에 라디오 주파수 에너지를 방사하는 것이다.” 이는 스위칭 회로, 트랜지스터와 제어용 정류기, 모터, 전력변환기, 자동차 엔진 그리고 형광등을 포함한다.

FCC는 현재 방사성향 기기에 대하여 극히 일반적인 장애방지 요구사항을 나타내고 있다.

즉 ‘방사성향 기기는 라디오 주파수 에너지가 방사되어도 해로운 장애가 일어나지 않도록 작동되어야 한다’ FCC는 장애에 관련하여 장차 이러한 기기에 대한 규제를 해야 할 권한이 있다.

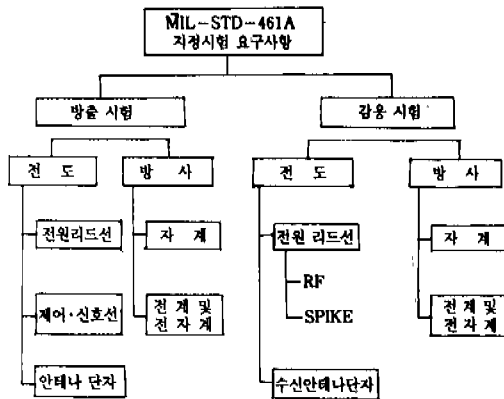
산업, 과학 또는 의료 목적으로 라디오전파를 사용하는 기기들은 FCC규정 18편에 언급되어 있다.

또 의료용 전열기기, 산업용 가열기기, RF용접기, 재질의 물리적 변화를 발생시키는 기기 그리고 통신 설비와 관계없는 다른 기기들도 포함되어 있다.

FCC규정 18편은 산업, 과학 또는 의료기기의 운전자가 다른 공공 라디오 서비스 부분에 해로운 장애를 주게 될 때에는 장애를 진정시키는 방책을 적절히 강구하도록 지정하고 있다.

유도장애 규정상 기타 주요한 자료들은 군사양에 나타나 있다. 예를 들면, MIL-STD-461A는 30HZ에서 10GHZ까지의 주파수에서 방사성 장애를 제한하고 있다. 특정시험방법과 시험절차가 MIL-STD-462에 포함되어 있다.

MIL-STD-461A에 시험항목으로 지정된 내용이 <그림 1-5>의 부력도와 같이 구성되어 있다. 시험은 방사와 전도로 방출할 경우와 똑같이 방사와 전도로 감응될 경우에 대하여도 측정하도록 되어 있다.



<그림 1-5> 군사양은 노이즈의 방출과 감응시험이 지정되고 각기 방사와 전도성 시험이 포함됨

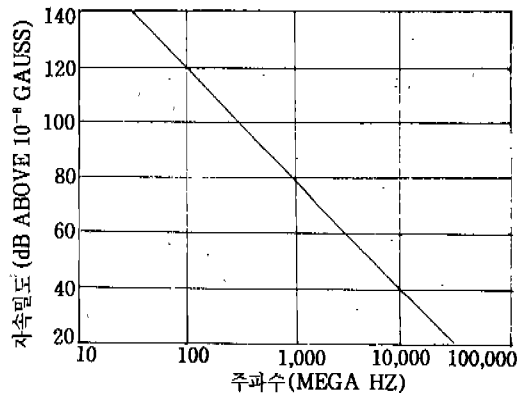
특히 군사양중 방사성 방출시험에 있어서는 기기의 전원이나 신호 리드선에서 나오는 노이즈의 양을 지정하고 있으며 FCC 규정은 방사성 방출만 나와 있다. 이 군사양은 매우 폭 넓게 다루어져 있으므로 산업계에서도 비군사용 무장해 기기설계에 이따금씩 적용된다.

다음에 나타난 MIL-STD-461A의 요구조건의 예시는 비군사용 기기의 적합한 설계기준으로서 이용되고 있다.

REO1 시험은 7Cm 거리에서 방출되는 자계는 <그림 1-6>의 값을 초과치 않도록 요구하고 있다.

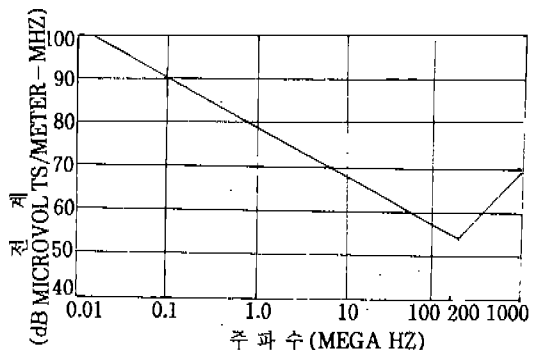
REO2 시험은 1m 거리에서 방출되는 전계가 <그림 1-7>의 값을 초과치 않도록 요구하고 있다.

자계에 의한 방사성 감응도 시험(RSO1)은 시험 샘플이 <그림 1-6>에 나타난 자계에서 어떤 오동작이나 성능상의 저하나 사양상의 편차가 나타나지 않아야 한다고 요구하고 있다.



<그림 1-6> 군사양, 7Cm거리에서 방사되는 자계 규제치 이 곡선은 자계 감응도 시험에도 적용됨

전계의 방사성 감응도 요구조건(시험 RSO3, 주의 사항4)은 시험샘플이 <표 1-1>에 나타난 전계수준에서 오동작이나 성능감소나 사양상의 편차가 없어야 한다고 요구하고 있다. 또 다른 유익한 시험법



<그림 1-7> 군사양, 1m 거리에서 방사되는 전계의 규제치

로서는 전원리드선에 전도감응되어 오는 스파이크 테스트(CSO6)이다.

이 시험은 10  $\mu$ s의 스파이크가 접지가 안된 모든 DC나 전원리드선에 가해지는 것이다.

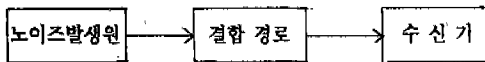
<표 1-1> 방사성 감응도

주파수범위 (MHZ)	감응 레벨 (V/m)
0.01-1.9	1
2-29.9	5
30-400	10

스파이크는 DC공급전압, 낮으면 100V의 두배로 증가시킨 (+)와 (-)과를 한번 또는 연속적(6~10펄스/초)으로 30분동안 가하는 것이다. 스파이크는 실제 장애와 같도록 시험샘플신호와 동기가 되어야 한다. 시험샘플은 스파이크가 가해졌을 때 어떤 오동작이나 성능상의 감소나 사양상의 편차가 일어나서는 안된다. 이와 같은 요구조건은 장기사용이 가능하도록 대부분의 전자기기 시험에 지정되어 있다. 왜냐하면 전원의 스파이크는 반도체에 있어서 주요한 유도장해가 되고 있으며 실제로 물리적인 파손을 일으키고 있기 때문이다.

5. 대표적인 노이즈 경로

<그림 1-8>에 대표적인 노이즈 경로에 대한 부력도면이 나와 있다. 보이는대로 노이즈 문제를 일으키는 데에는 3가지 요소가 있다. 첫째는 노이즈 발생원이 있으며 둘째는 노이즈에 감응되는 수신회로이고 셋째는 발생원에서 수신부까지에 노이즈를 전달하는 결합경로이다.



<그림 1-8> 노이즈의 발생, 전달 및 수신 경로

제일 먼저 노이즈 문제를 해석하기 위하여는 문제를 규명해야 한다. 그리고 다음 세가지 방법으로 노이즈 경로를 봉쇄해야 한다.

- ① 노이즈는 발생원에서 억제

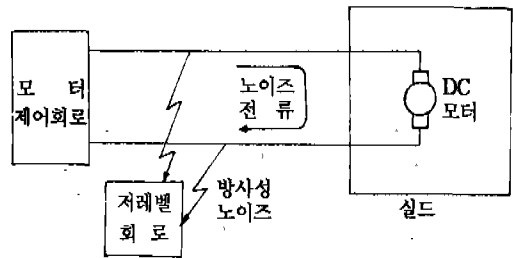
- ② 수신기는 노이즈에 민감치 않도록 제작

- ③ 결합회로에서의 전달의 최소화

어떤 경우에 있어서는 노이즈 억제기술중 위의 둘 또는 세가지 방법이 적용되기도 한다.

예를 들면 <그림 1-9>의 회로에서 차폐된 DC모터가 모터전원에 연결되었을 경우, 모터에서의 노이즈는 차폐되었으나 정류자에서 발생한 노이즈가 리드선을 따라 나오게 된다. 이 리드선부터의 노이즈가 방출되어 저레벨회로에 영향을 주게 된다. 이 사례에 있어서는, 노이즈의 발생원이 브러시와 정류자 사이에서 일어난 아크에 있다는 것이다.

결합경로로서는 두 부분이 있다. 즉, 하나는 모터 리드선으로부터 전도되는 것과 또 하나는 리드선부터 방사되는 것이다. 수신기는 고감도의 회로이다. 이 경우 발생원이나 수신측에서 할 수 있는 방법은 별로 없다. 그러므로 유도장해는 결합경로를 봉쇄함으로써 제거된다.



<그림 1-9> 노이즈원이 모터이고 결합 경로는 모터 리드선의 전도와 방사로 이루어짐

즉, 리드선에서의 전도나 방사에 의한 노이즈 실드 또는 두가지를 다 해야 할 때가 있으며 이러한 문제는 다음 제6장에서 다시 상세하게 논의하기로 한다.

6. 회로망 이론적용

이러한 전기회로의 현상을 실제로 풀기 위하여 맥스웰의 공식이 적용된다. 이 식은 3차원의 변수(x, y, z)와 시간(t)의 함수로 되어 있다. 이것은 단순한 문제일지라도 해법은 매우 복잡하다. 이러한 복잡성

을 피하기 위하여 보편적으로 긴장 설계과정에 쓰이고 있는 것이 소위 '전기회로 분석방식'이다.

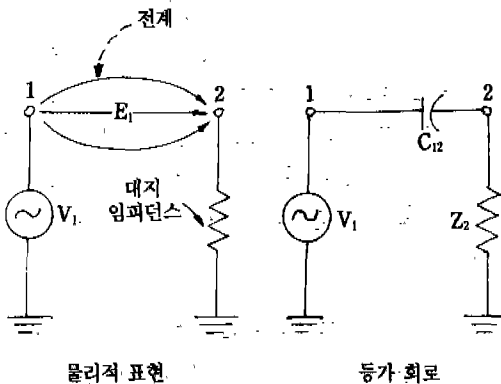
회로분석은 3차원의 변수가 필요없고 시간의 함수만을 고려한 근사해법으로 가능하다. 회로망 분석은 다음 개념이 고려된다.

- ① 모든 전계는 캐퍼시터 내부로 설정
- ② 모든 자계는 인덕턴스 내부로 설정
- ③ 회로의 치수는 파장( $s$ )과 비교하여 작은 것으로 간주한다.

실제로 포함되어야 할 것은 외부 전자계에 대한 것이지만 회로망 해석에서는 무시된다. 그러나 이러한 외부 전자계는 다른 회로에 영향을 줄 때는 무시할 수 없게 된다.

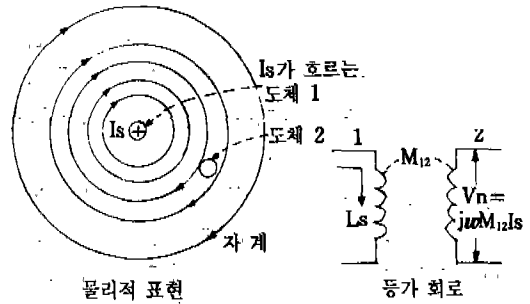
예를 들면 100W의 파워·앰프는 100mW의 파워 방출이 가능하다면 이 100mW는 파워·앰프 해석대상에서 거의 무시할 수 있는 것이지만, 만일 이 방사성 파워가 비록 작은 비율이지만 고감도 앰프의 입력으로 픽업된다면 그것은 큰 노이즈 시그널을 야기시키게 된다.

따라서 언제나 가능하다면 노이즈 결합회로는 등가적으로 종합된 회로망으로 표현하게 된다. 예를 들면, 두개의 도체사이에서 시간적으로 변화하는 전계가 있다면 두 도체는 캐퍼시터로 연결된 것 같이 표현된다(그림 1-10).



(그림 1-10) 두 회로가 전계로 결합될 경우 콘덴서 결합으로 표현됨

그리고 시간적으로 변화하는 두 도체사이에서 결합된 자계는 두 도체사이의 상호인덕턴스로 표현된다(그림 1-11).



(그림 1-11) 두 회로가 자계로 결합될 경우 결합은 상호 인덕턴스로 표현됨

이러한 접근이 유효하다면 회로의 물리적인 길이는 신호에 관련된 파장에 비하면 적을 수 밖에 없다.

예를 들면 1-MHZ의 신호의 파장은 약 300m가 된다. 따라서 300-MHZ의 신호는 1m이다. 그리고 모든 전자회로는 이보다 더 작은 치수로 되어 있기 때문이다.

위와 같은 개념이 유효하지만, 전체적인 구성에 대한 표현은 다음과 같은 이유로 그대로 하는 것이 유용하다.

- ① 맥스웰공식에 의한 해법은 "실제현장"에는 복잡한 환경여건에 따라 실제적이 못된다.
- ② 종합적인 구성표현은 비록 필요한 만큼 정확한 수치로 해답을 주지 못하나, 시스템 정수에 따라 어떻게 노이즈가 결정되는가를 명백하게 나타내 주고 있다. 환언하면 맥스웰의 공식으로는 비록 답이 나왔더라도 그와 같이 명백한 결정을 할 수 없다.

일반적으로 종합적인 구성표현은 수치적으로 계산하기 어려우나 그 결과는 정성적인 면에서 유용하다.

### 7. 노이즈의 결합 방법 가. 전도성 결합 노이즈

하나의 명확한 것이면서도 빠뜨리기 쉬운 노이즈 결합 방법으로서 도체를 타고 오는 것이다. 노이즈가 큰 환경에 있는 전선은 노이즈를 픽업하여 다른 회로로 전달하고 그 곳에서 장해를 일으킨다. 해결방안은 전선이 노이즈를 픽업하지 않도록 하거나 또는 그것에서 노이즈를 제거하는 것이다. 전선이 감응되기 전 결합되지 않도록 하는 것이며, 주요한 사례로서는 전원공급선으로부터 전도되어 오는 노이즈이다.

만일 회로설계자가 전원공급에 대하여 손쓸 수 없거나 다른 기기가 전원에 연결되어 있다면 그 노이즈가 회로를 타고 침입하기 전에 회로로부터 노이즈가 결합되지 않도록 해야 할 것이다.

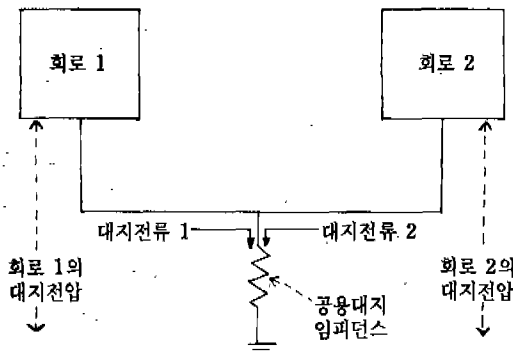
**나. 공용임피던스를 통한 결합**

공용임피던스 결합은 두개의 회로전류가 공용임피던스를 통해 흐를 때에 일어나는 것이다. 각 회로의 임피던스에 의한 전압강하는 서로 다른 회로에 영향을 끼친다.

<그림 1-12>는 표본적인 예를 표시한 것이다. 접지전류 1과 2는 공용임피던스를 통하여 흐른다.

회로 1에 대하여 생각해 보면 그의 대지 전위는 공용접지임피던스를 흐르는 접지전류 2에 의하여 변화된다.

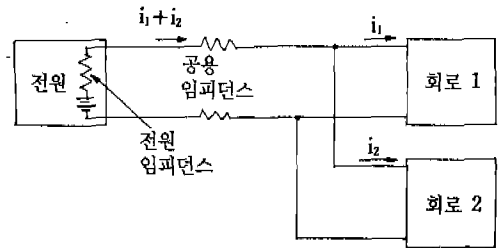
따라서 어떤 노이즈 신호가 회로 2에서 발생하면 회로 1에는 공용임피던스를 통하여 결합하게 되는 것이다.



<그림 1-12> 두 회로가 공용접지 임피던스로 연결되면 각각의 접지전류로 인한 접지전압은 서로 간섭함

전원배선회로에 있어서의 다른 예가 <그림 1-13>에 나와 있다. 회로 2에서 요구되는 전류가 변화를 일으키면 회로 1의 단자 전압은 전원공급선의 공용임피던스와 전원 내부의 임피던스에 의하여 변화를 일으키게 한다.

개선대책은 회로 2의 리드선 길이를 짧게 하여 공용선로임피던스의 영향을 감소시키는 것이다. 그러나 전원내부의 임피던스를 통한 결합은 그대로 남는다.



<그림 1-13> 두 회로가 공용전원을 사용할 때 한 회로의 전류는 다른 회로 전압에 영향을 주게 됨

**다. 전계 및 자계**

방사성 전계 및 자계는 또 다른 방법의 노이즈 결합을 제공하게 된다.

도체로 구성된 모든 회로는 전기량이 이동되는 한 방사성 전자계를 형성하고 이러한 불가항력적인 방사파가 있는가 하면 방송국이나 레이더송신국에서 발생하는 의도적인 방사파도 있다. 만일 수신장치가 방사원으로부터 가까이 있으면 전계와 자계는 따로 고려해야 하나 멀리 떨어져 있을 때에는 전계와 자계 또는 전자계 방사는 일괄해서 다루어도 된다.

**라. 기타 노이즈 발생원**

**(1) 전기도금 작용**

만일 서로 다른 두개의 금속이 저레벨회로에 신호 회로로 사용되면 두 금속사이에 전기도금작용으로 노이즈 전압이 나타나게 된다. 이것은 두 금속간에 습기나 물기가 있으면 화학적인 습전지가 되기 때문이다. 두 금속간에 발생한 전압은 <표 1-2>에

나타난 전기도금 서열과 관련된다. 이 표에서 멀리 떨어진 금속일수록 큰 전압이 나타난다.

만일 같은 금속이면 전위차는 없게 된다. 다른 금속을 사용할 때에는 노이즈 발생뿐만 아니라 전식문제도 발생된다. 전식작용은 한 금속의 양이온이 다른 금속으로 이동하면서 일어난다. 이로 인해 양극 금속은 점차로 부식된다. 이러한 전기부식물은 주위의 습도와 금속들이 전기도금 서열과 얼마만큼 떨어져 있는가에 달려 있다. 도금서열이 멀리 떨어진 금속일수록 이온반응은 빨라진다.

바람직하지 않은 데도 보편화된 것이 알루미늄과 동과의 결합이다. 이때에 동이 땀납으로 입혀졌다면 이러한 반응은 두 금속의 전기도금 서열이 가까와짐으로써 경감된 전기도금이 발생하는 데 필요한 네가지 요소는 다음과 같다.

- ① 양극 금속 (표 1-2에서 높은 서열)
- ② 전해질 (보통 습기로 존재)
- ③ 음극 금속 (표 1-2에서 낮은 서열)
- ④ 양, 음극간에 전기적인 결합 (보통 누전회로로 나타남)

<표 1-2> 전기도금 서열

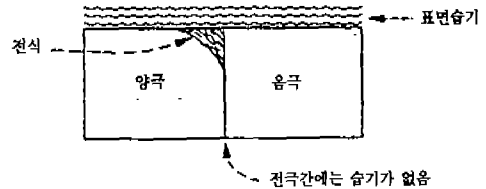
양 극 측 부식 반응이 잘 됨	그룹Ⅳ 13. 니켈(액티브) 14. 황 동 15. 동 16. 청 동 17. 동-니켈 합금 18. 모넬 19. 은 납 20. 니켈(패시브) 21. 스테인철(패시브) 22. 은 23. 흑연
그룹Ⅰ 1. 마그네슘	그룹Ⅴ 24. 금 25. 백 금 음 극 측 (부식 반응이 낮음)
그룹Ⅱ 2. 아연 3. 도금철 4. 알루미늄 2S 5. 카드뮴 6. 알루미늄 17S 7. 철 강 8. 철 9. 스테인철(액티브)	
그룹Ⅲ 10. 땀 납 11. 납 12. 주석	

전기도금현상은 습기가 양극과 음극간에 채워지지

않아도 일어난다. 이 모든 현상은 <그림 1-14>에 나타낸 바와 같이 두 금속이 붙어 있을때 그 표면에 습기가 있으면 된다.

<표 1-2>에서와 같이 금속의 전기도금 서열은 다섯 그룹으로 나누어진다.

다른 금속으로 설계해야만 할 때에는 같은 그룹에서 금속을 사용하는 것이 바람직하다.



<그림 1-14> 두개의 다른 금속이 결합되고 표면습기가 있을때 전기부식 현상이 일어난다

(2) 전해반응

전기부식의 두번째 현상은 전해반응에 의한 것이다. 이것은 두 금속사이에 전해질(약간의 산성습기)이 있으면 직류가 흘러서 일어나게 된다. 이 형태의 부식은 두 금속에 의해서 결정되지 않고 비록 같은 금속이라도 일어나게 된다.

부식의 율은 전류의 크기와 전해질의 도전율에 의해서 결정된다.

(3) 트리보전기 효과

케이블 도체와 유전체가 전기적으로 접촉되지 않았다면 케이블안에 유전체에는 대전된 전하가 발생된다. 이것은 트리보전기 효과(Triboelectric Effect)라고 한다. 이것은 보통 케이블이 구부러진 곳에서 생기며 대전현상은 케이블 내부에서 노이즈 전압원이 된다. 급격한 만곡이나 케이블 운동을 제거하면 이러한 효과는 감소된다.

특수한 '저노이즈'케이블이 있다. 이 케이블안의 유전체에는 대전되는 가능성 최소화하기 위하여 화학적으로 처리된 것이 있다.

(4) 도체의 운동



만일 도선이 전자계내에서 지나가면 도체 양단에는 전압이 발생한다. 또 전력선이나 큰 전류가 흐르게 되면 표유자계가 대부분 그 주위에 나타나게 된다. 만일 고감도의 신호선이 그 자계를 지나가면 노이즈전압이 그 도선에 유기된다. 이 문제는 특히 진동이 있는 환경에서는 더욱 심하다. 이에 대한 해결은 간단하다. 도선의 움직임을 클램프나 조임장치로 고정시키면 된다.

**마. 유도장해 제거방법**

다음 장에는 전자회로간에 유도를 방지 또는 감소시킬 수 있는 기술에 대하여 기술하고자 한다.

유도장해에 대응할 수 있는 주요한 방법은 다음과 같다.

- ① 실드
- ② 접지

- ③ 평행화
- ④ 필터링
- ⑤ 절연
- ⑥ 분리 및 위치결정
- ⑦ 회로임피던스 레벨조정
- ⑧ 케이블 설계
- ⑨ 차단기술(주파수 또는 시간영역)

모든 경우, 가장 단순한 경우일지라도 단번에 용이한 방법으로 노이즈를 감소시키는 것은 드물다. 종합적인 방법이 요구되기도 하고 많은 대안 중에서 최선의 방법이 부정적인 과제가 될 수도 있다.

다음호부터는 유도장해의 감소를 위한 기술을 소개하기로 하고 이러한 내용들이 시스템 설계에 참고되기를 바란다.

〈다음호에 계속...〉

# 하반기 직무교육 실시안내

**1. '93 전기안전관리원 직무교육**

시행처	교육기간	접수기간	접수장소	대 상 지 역
광주	10.20-10.22	10.2-10.16	광주·전남지부 (062)374-7398-9	전북,전남 광주
부산	10.27-10.29	10.2-10.21	부산지부 (051)255-0361-3	부산,마산
울산	11. 3 - 11. 5	10.12-10.30	경남동지부 (0522)71-0770	울산,경남
대구	11. 8 - 11.10 11.11 - 11.13	10.18 - 11. 5	대구지부 (053)424-3116	대구,경북
서울	11.17-11.19 11.22-11.24 11.25-11.27	10.18-11.13 10.18-11.18 10.18-11.22	서울본부 (02)561-3494	상기지역 외 전지역

※대상: 전기사업법 제45조 및 동법시행규칙 제58조에 의거 전기안전관리원으로 선임된 자

**2. '93 기계, 토목안전관리 담당자 교육**

시행처	교육기간	접수기간	접수장소	대 상 지 역
서울	10.12-10.14(1회)	9.15-10.9	서울본부교육과 (02)561-3494	전국

※대상: 전기사업법 제45조 및 동법시행규칙 제58조에 의거 기계, 토목 안전관리담당자로 선임된 자

**3. 기타**

- 당 협회 사정에 따라 제반사항이 다소 변경될 수 있음.
- 교육 당일에는 일체 접수를 받지 않음
- 동기 우편 접수도 가능함  
단, 우송시에는 교육비 45,000원권 소액환 및 수강신청서를 빈 공란없이 작성한 후 우송된 것에 대해서 접수함