

**신장비 소개**

# NOISE ISOLATION TRANSFORMER

KOSED

## I. NOISE 개요

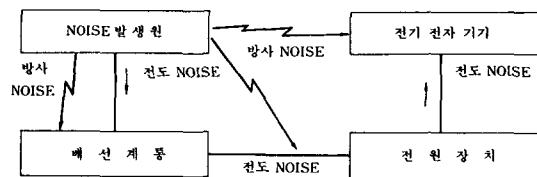
### 1. 개요

최근 전기, 전자기기의 고집적화와 공장자동화, 사무 자동화 기기의 보급, 전력전자기기의 대형화로 인하여 좁은 공간에 많은 전기전자 기기가 설치되는 추세이다. 이에 따라서 각종 NOISE에 의한 기기의 오동작 및 파손 등의 사고가 점차 증가되고 있을뿐 아니라 그 파급 영향도 대형화되는 추세를 보이고 있어 NOISE에 대한 정확한 개념과 그 대책에 대한 관심이 점차 더 높아져 가고 있다. 이같은 경향에 따라 국내의에서 전기, 전자 기기의 NOISE 관련 규제조치가 강화되고 있으며 NOISE 대책 부품도 계속 개발되고 있다.

본 기술자료에서는 이같은 추세에 부응하고 현장실 무자 및 관계종사자들에 대해 조금이나마 도움이 되도록 NOISE에 대한 정확한 개념과 그 방지 대책을 기술 하였다.

NOISE란 전기, 전자기기의 동작주파수와 다른 전압, 전류 즉 기본주파수 이외의 정상동작을 방해하는 불필요한 전기전자적 에너지를 말한다. 이같은 불필요한 에너지는 자연적인 것과 인공적인 것으로 분류할 수 있는데 전자를 자연 NOISE, 후자를 인공 NOISE라고 한다. 일반적으로 자연 NOISE는 10MHZ이하의 주파대에 분포되어 있으며 인공NOISE는 10MHZ 이상의 고주파가 대부분이다.

NOISE는 전류의 변화 즉  $di/dt \neq 0$ , 또는 전압의 변화  $dv/dt \neq 0$ 인 경우 부수적으로 발생하는 전기적 에너지의 전도 및 방사현상이라고 할 수 있으며 이같은 에너지의 전달은 POWER 혹은 SIGNAL LINE을 타고 전송되는 전도NOISE와 전지파의 형태로 공간을 타고 전송되는 방사NOISE 및 양자의 성질을 모두 지닌 복합 NOISE 등이 있다.



제 1-1도 전도 및 방사 NOISE

### 2. EMC(ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY)

EMC란 전기 환경의 양립성 혹은 적합성으로 환경전자공학을 의미한다. 전자기기 자체는 전자기적 방해(ELECTROMAGNETIC INTERFERENCE)와 전자기적 감수성(ELECTROMAGNETIC SUSCEPTIBILITY)의 양면을 동시에 수반한다는 전자기적 환경을 의미한다. 즉 전자기기가 실장될때 주위의 전자기적 간섭(방해)을 받을 뿐더러 주위의 전자기기에 전자기적 영향을 줄 수도 있다는 것으로 전자기 환경의 양립성을 의미한다.

#### ※ EMI(ELECTROMAGNETIC INTERFERENCE)

전자기적 간섭(방해)으로 전도, 방사 등의 전자기적 영향이 타기기의 성능열화, SOFT-WARE 적오동작, HARD-WARE 적 소손 등의 전기, 전자적인 고장현상으로 나타나는 전자기적 방해현상을 의미하며 CONDUCTED, RADIATED EMISSION으로 분류할 수 있다.

#### ※ EMS(ELECTROMAGNETIC SUSCEPTIBILITY)

전자기적 감수성으로 전자기적 간섭(방해)을 받을 경우 비정상적인 응답을 나타낼 수 있는 기기의 전자기적 특성으로 CONDUCTED, RADIATED SUSCEPTIBILITY로 분류할 수 있다. 또한 EMS는 방해과 배제능력(IMMUNITY)의 역수로서 간혹 표시한다.

방해과 배제능력(IMMUNITY)

$$= 1/SUSCEPTIBILITY$$

3. 인공NOISE 및 자연NOISE

1) 자연NOISE

자연NOISE는 20MHZ 이상의 우주NOISE, 뇌방전에 의한 대기NOISE 기타 자연물의 방전에 의한 전자파 NOISE 등이 있다.

※ 자연NOISE(MATURE NOISE)

- 대기 NOISE(ATMOSPHERE NOISE)-공전NOISE
- 지구 NOISE(COSMIC NOISE)-전리층NOISE  
태양계NOISE  
은하계NOISE
- 온도NOISE(THERMAL NOISE)

2) 인공 NOISE

인공 NOISE는 전력계통, 전기철도, 자동차 등의 수송계통 고주파 응용기기, 방전기기, 전력전자기기 등의 각종 SWITCHING 소자(위상제어) 및 용접기, 저·중고주파 아-크로 전동 TOOL 등의 전기전자기기에 의해 발생하는 전기적 에너지로서 각종 전기응용설비의 대용량화 및 OA(사무자동화), FA(공장자동화) 설비의 보급에 따라서 INTER, INTRA EMI(내·외부 전자기 간섭) 현상이 증가하여 기기의 오동작과 HARDWARE적인 파손을 초래하는 일이 점차 증가하고 있다. 특히 반도체 등의 경우 점점 고속화되어 감에 따라 전류 변화속도(di/dt)도 빨라져 큰 NOISE를 발생시키고 있다.

4. 내부 NOISE

내부 NOISE는 주로 전도 NOISE의 형태로 나타나며 전기전자기기 자체에서 발생하는 NOISE를 말한다. 이것은 기기 내부에 실장된 SWITCHING 소자, 각종 INDUCTIVE성의 코일과 콘덴서 그리고 외함과 내부 배선 사이의 배치형태로 인해 결정되는 유도결합 및 용량결합에 따라 발생된 NOISE가 기기 자체 오동작의 원인이 되기도 하고 전원선 및 SINGAL LINE를 따라 전도되어 주위의 기기에 영향을 미치기도 한다. 최근에는 전기 전자기기의 밀배치로 이러한 내부 NOISE가 누설되어 주위의 기기에 오동작을 유도하는 현상이 점점 빈번하게 나타나 시급히 해결해야 할 문제점으로 대두되고 있다.

5. 관련 CODE, STANDARD

IEC 및 CISPR를 선두로 최근 선진 각국에서 NOISE 관련 자율적인 규제조치가 준비되고 있으며 점차 NOISE의 측정기, 측정방법, 허용치 등에 대한 규격이

통일화되고 있다. 또한 국내에서도 학계, 연구소, 관련 기업 등을 중심으로 NOISE 관련규제 방안과 기준의 설정 및 NOISE 대책관련 연구협회 등의 구성의 필요성이 강조되고 있다. 국외 주요국별 CODE, STANDARD 등은 다음과 같다.

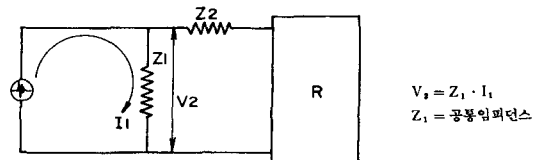
- ICE-INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
- CISPR-INTERNATIONAL SPECIAL COMMITTEE ON RADIO INTERFERENCE
- FCC-FEDERAL COMMUNICATION COMMITTEE
- MIL-MILITARY SPECIFICATION and STANDARD
- FTE-FERMMELDETECHNISCHES ZENTRALAMT
- VDE-VERBAND DEUTSCHER ELEKTROTECHNIKER
- VCCI-VOLUNTARY CONTROL COUNCIL FOR INTERFERENCE by DATA PROCESSING EQUIPMENT and ELECTRONIC OFFICE MACHINES

6. NOISE의 전도

외부 NOISE가 전기전자기에 전도되는 형태는 전도(CONDUCTED NOISE), 방사(RADIATED NOISE) 및 정전방전(ELECTROSTATIC DISCHARGE NOISE) 등의 세종류로 분류할 수 있으며 각각의 전달경로 및 계산치는 다음과 같다.

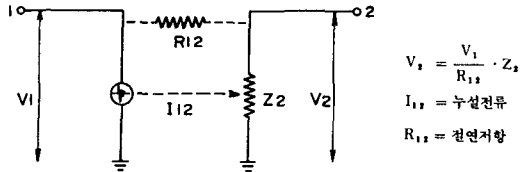
1) 전도 NOISE(CONDUCTIVE NOISE)

전도 NOISE는 POWER LINE, SIGNAL LINE을 통해 직접 전도되거나 공통 임피던스 결합, 누설전류결합 및 정전·전자결합을 통하여 전도되는 NOISE로서 직접 전도 NOISE는 LINE을 통해 직접 전도되며 공통 임피던스 결합 NOISE는 두 회로간의 공유 임피던스를 통해 전도된다. 또한 누설 전류결합 NOISE는 두 회로 사이의 절연저항을 통해 누설되는 전류에 의해 전도되는데 일반적으로 공통 임피던스 결합에 의한 NOISE의 발생은 드물며 누설전류결합 NOISE 역시 결합도가 낮아 큰 문제가 되지 않으나 정전 및 전자결합 전도 NOISE는 그 영향이 매우 크다.



$V_2 = Z_1 \cdot I_1$   
 $Z_1 =$  공통임피던스

제 1-2도. 공통임피던스 결합 NOISE



제 1-3도 누설전류 결합 NOISE

정전결합은 주로 전압에 의한 결합으로 COMMON MODE의 형태로 나타나지만 전자결합은 전류에 의해 나타나는 NORMAL MODE의 형태로 나타난다.

2) 방사 NOISE(RADIATED NOISE)

방사 NOISE는 NOISE를 함유한 LINE, 외함 기타 NOISE 발생원에 의한 전자계의 영향으로 NOISE가 공중을 타고 전달되는 현상을 말한다. 이러한 방사 NOISE는 무선송수신기, 기타 전파용기기등에서 사용 주파수 이외의 주파수대(고조파) 등 전파가 누설되어 기타 다른 전기전자기기의 POWER LINE, SIGNAL LINE, 외함 등에 NOISE 기전력을 유지시킨다.

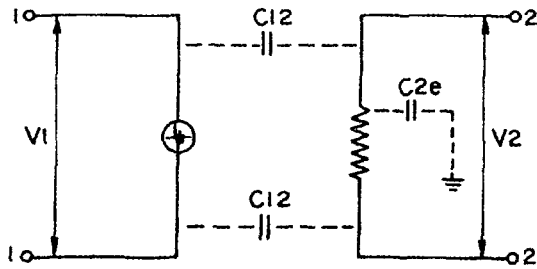
그러므로 방사 NOISE에 대해서는 전자기기의 POWER LINE, SIGNAL LINE 금속 CASE등이 안테

나로 작용하므로, 주요 계장설비, 항공시설 등에 오동작을 유발시키는 원인이 되기도 한다.

방사 NOISE는 공간을 전파하여 전자계를 형성하므로 이에 따라 방사 NOISE 유도 NOISE 및 공간 NOISE 등이 생기게 된다. 이 경우 NOISE 발생원과 가까운 공간(NEAR FIELD)에서는 자계가 강하며 원거리(FAR FIELD)에서는 전자파의 형태로 나타난다. 특히 방사 NOISE는 공간을 전파하므로 이에 따른 정전 유도, 전자유도는 그 전자계의 강도에 따라 앞서 설명한 정전결합 NOISE나 전자결합 NOISE의 전도 현상보다 앞서서 생길 수 있는 현상이다.

3) ESD(ELECTROSTATIC DISCHARGE)

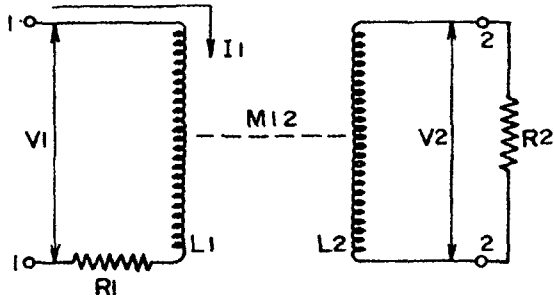
ESD는 정전기를 띤 대전체의 대전전하방전에 따라 발생하는 NOISE 및 그 현상을 말한다. EDS의 발생형태는 보통 대전체(CHARGED DEVICE), 인체, 유도대전현상(FIELD INDUCTION)으로 나눌 수 있다. 특히 인체가 전하를 띠게 되어 이의 방전으로 발생하는 ESD 역시 무시할 수 없는데 각종 연구보고서에 의하면 일반적인 반도체의 ESD에 의한 피해 전압범위가 MOSFET, SCR 등에서 약 100~1000V 범위인데 비해 카펫이나 기타 정전기를 발생시킬 수 있는 절연물 위



제 1-4도 정전결합(용량결합) NOISE

$$V_2 = \frac{a \cdot C_{12}}{C_{12} + C_{2e}} \cdot V_1$$

$a$  = 결합계수(전위진동계수)  
 $C_{12}$  = 상호정전용량(1차~2차)  
 $C_{2e}$  = 대지간 정전용량(2차)

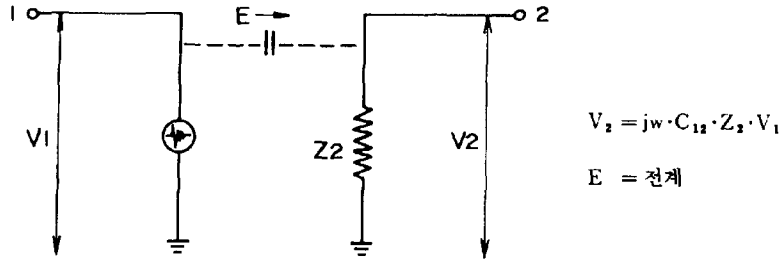


제 1-5도 전자결합(유도결합, 자기결합) NOISE

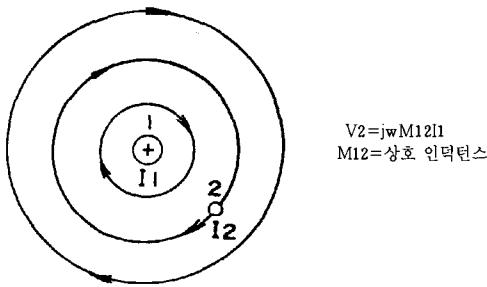
$$V_2 = \frac{j\omega \cdot M_{12} \cdot \frac{V_1}{R_1 + j\omega \cdot L_1} \cdot R_2}{R_2 + j\omega \cdot L_2}$$

$M_{12}$  = 상호 인덕턴스

NOISE ISOLATION TRANSFORMER



제 1-6도 정전유도 NOISE



제 1-6도 정전유도 NOISE

에서 인체가 지닌 정전기의 전압은 약 35KV까지로 측정되고 있다.

7. PLD(POWER LINE DISTURBANCE)

전원회로상의 장애(PLD) 현상은 IMPULSE, VOLTAGE DIP, SAG, SURGE, UNDER VOLTAGE, OVER VOLTAGE 및 FREQUENCY VARIATION, POWER LOSS, FLICKER 현상 등으로 이는 실제 전원 회로상에서 빈번히 발생하고 있는 현상들이다. 이러한 PLD현상을 세분하여 설명하면 다음과 같다.

1) 고주파(HIGH FREQUENCY NOISE)

상요 주파수보다 매우 높은 유해한 전압, 전류로 연속 고주파, PULSE성 고주파 및 복합 고주파 등이 있다. 특히 고주파는 30MHZ 이상이 되면 복사성이 높아 전원선 등을 안테나로 삼아 쉽게 공중으로 전파되어 타 기기에 악영향을 미칠 수 있다.

2) 고조파(HIGH HARMONICS)

SCR, TRIAC 등의 응용기기, 정류기 BATTERY CHARGER, 자동 전압조정기(AVR) 등의 전력 변환기, 변압기, 동기기, 유도기 등에서 발생하는 고조파는 주위 타기기의 유도장애, 과열, 소음, 오동작, 파손의 원인이 되는데 특히 동일한 전원 계통상의 타기기와 공진 회로 구성에 의한 고조파 확대 현상 등을 일으킬 수

있으므로 FILTER, REACTOR 등 유도성 기기를 설치할 경우 유의해야 한다.

특히 EVEN 차의 고조파는 직류(DC)분을 함유하고 있으므로 변압기, FILTER 등의 자기 철심을 포화시킬 우려가 매우 크다.

3) 기본파 동요

기본 주파수 근처에서 주파수 및 전압이 크게 동요하는 것으로 SURGE, DIP, SAG, FLICKER 등의 현상으로 나타난다.

4) SURGE

전원 계통에서 직격뢰 또는 전원 변압기나 REACTOR 등이 자기포화되어 공진(RESONANCE) 현상을 일으킬 경우 발생하며 매우 높은 PEAK전압이 1/2수 CYCLE정도 지속되는 현상을 말한다. 주로 유도되에 의한 SURGE를 LS(LIGHTNING SURGE)라고 하며 자기포화에 의한 SURGE를 EMP (ELECTRO-MAGNETIC PULSE)라고 한다.

5) DIP, SAG

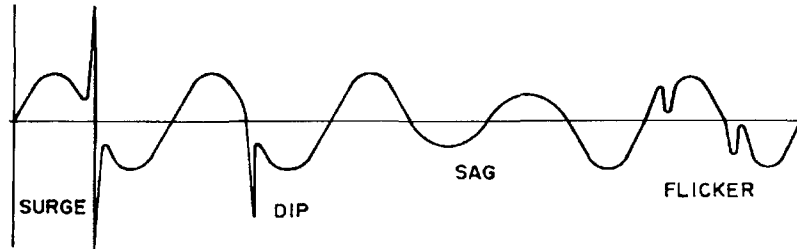
전원계통의 전압이 이상(ABNORMAL)적으로 낮아져 0.5~1CYCLE 정도 지속되는 순간적인 DROP이라고 하며 1CYCLE-수CYCLE정도 지속되는 것을 SAG이라고 한다.

DIP, SAG 현상은 POWER SOURCE의 용량부족, 부하의 역률변동, LOAD IMPEDANCE의 비직선성, 용량성 부하의 투입 등 주로 전원측과 부하측의 특성에 의해 발생한다.

6) FLICKER

전원계통의 전압 높낮이가 변동되며 이러한 변동이 지속적으로 일어나는 현상을 말하며 주로 ARC 방전 응용기기, 전기로 등에 의해 야기된다.

전원계통에서의 위와같은 각종 장애(DISTURBANCE) 현상은 안정화 전원장치 등으로 어느 정도 그 영



제 1-8도 SURGE, DIP, SAG, FLICKER

향을 축소시킬 수 있으나 최근의 사례보고 등에 의하면 SURGE성 NOISE에 의한 장애가 급격히 증가하고 있으며 이는 일반적인 대책으로 한계가 있으므로 SURGE를 특히 고려한 NOISE대책기기를 사용하여야 할 것으로 여겨진다.

#### 8. COMMON, NORMAL MODE NOISE

POWER LINE 또는 SIGNAL LINE을 통해 NOISE가 전도되는 MODE는 두가지의 형태로 나타난다.

POWER, SIGNAL LINE은 통상 2~3개의 선로로 구성되는데 이러한 선로양단에 실리는 것을 NORMAL MODE NOISE라고 하며 각각의 선로와 대지간에 나타나는 NOISE를 COMMON MODE NOISE라고 한다.

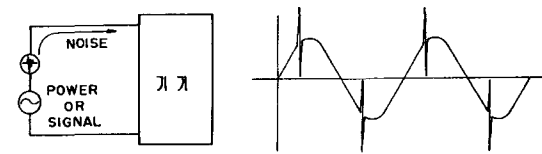
##### 1) COMMON MODE NOISE

COMMON MODE NOISE는 POWER, SIGNAL LINE과 대지(EARTH) 간에 나타나는 것으로 이 NOISE는 각 LINE과 EARTH에 대해 동일한 위상과 진폭으로 전송된다. 이러한 현상은 통상 대칭 NOISE, 동상 NOISE 또는 평형, 병렬 NOISE라고도 부른다.

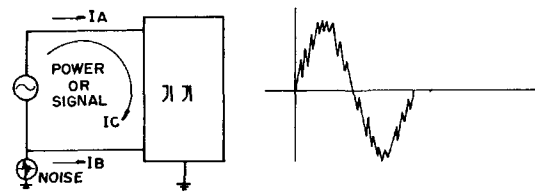
COMMON MODE NOISE는 각 LINE과 EARTH간의 STRAY CAPACITANCE를 매개로 하여 전송되므로 거리가 멀어도 감쇠도는 낮으며 NOISE WAVE 모양이 매우 복잡하다. 또한 각 LINE의 IMPEDANCE가 불평형이 될 경우 곧 바로 선간에 나타나는 NORMAL MODE NOISE로 변환되어 LINE으로 침입하므로 LINE의 길이, SIZE, 대지간과의 CAPACITANCE를 결정하는 배치 등은 각 LINE이 동일하여야 한다.

##### 2) NORMAL MODE NOISE

NORMAL MODE NOISE는 LINE 상호간 즉 선간에 실리는 형태로 POWER 또는 SIGNAL과 직렬로 전송되는 정상분 NOISE를 말한다. 이는 통상 정상분 또는 비대칭 NOISE라고도 하며 주로 저주파 대역의 PULSE 성 NOISE가 대부분으로 선간의 CAPACITANCE에 의해서 전송되므로 거리에 따른 감쇠도도 큰편이다.



제 1-9도 NORMAL MODE NOISE



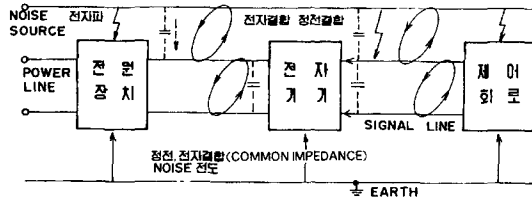
제 1-10도 COMMON MODE NOISE

## II. NOISE 대책 및 부품

### 1. NOISE 대책

NOISE에 대한 대책은 EMI(ELECTROMAGNETIC INTERFERENCE) 및 EMS(ELECTROMAGNETIC SUSCEPTIBILITY)의 측면을 모두 고려해야 한다. EMC 환경측면에서 EMI 및 EMS 양자의 특성을 동시에 가진 것이 일반적이지만 NOISE 대책은 피 대책기기의 EMI측면 혹은 EMS측면을 구별하여 수립하는 것이 효과적이며 경제적이다. 즉 RADIATED NOISE가 심한 지역에서 POWER LINE에 대한 대책만을 고려하는 것이 별 효과가 없듯이 먼저 NOISE의 특성을 파악해야 한다는 것이다. NOISE의 파형은 통상적으로 150KHZ 이하에서는 PULSE 성의 NORMAL MODE NOISE가 대부분이며 150KHZ 이상에서는 COMMON MODE NOISE가 강한 것으로 나타난다. 고조파가 문제시 되는 경우에는 AC LINE FILTER 등을 사용하는 것이 효과적이거나 대상 주파수 영역이 넓은 경우에는 다른 대책을 강구해야 하며 NOISE SOURCE를 가진 기기 즉, SWITCHING 소자, 개폐기, 전동기, 아크로,

INVERTER 등의 기기에서 EMI 대책을 고려할 경우에는 NORMAL MODE 특성이 우수한 부품을 사용해야 하며 외부 방사 NOISE 등이 문제가 되는 경우에는 SHIELD 처리 및 COMMON MODE 특성이 우수한 부품 등을 선정해야 한다.



제 2-1도 NOISE 전승도

전도(CONDUCTED) NOISE는 주로 POWER LINE 또는 SIGNAL LINE 상의 NOISE이므로 AC LINE FILTER, BY PASS CONDENSER, LRC 회로 및 NOISE ISOLATION TRANSFORMER 등으로 NOISE에 대한 대책을 세울 수 있다.

이 경우 LRC 소자나 NOISE FILTER 등은 그 구성 상 각 소자의 주파수 특성 및 LOAD 상태에 따라 효과가 달라지며 또한 내부 INDUCTANCE 소자의 자체 STRAY CAPACITANCE에 의해서 NOISE 차단 특성이 변할 수 있고 자기 포화현상 등으로 2차적인 문제가 야기될 수 있으므로 이를 유의해야 한다.

방사(RADIATED) NOISE는 입출력 선을 꼬거나 SHIELD WIRE를 사용하고 외함을 금속재로 하여 STRAY MAGNETIC FIELD의 영향을 가급적 저감시켜야 한다. 이때 외함의 방열, 통풍을 위한 RADIATOR HOLE의 크기, 위치역시 잘 고려하여야 한다. 특히 정전압 또는 무정전 전원을 공급받기 위해 UPS나 AVR을 사용하고 있는 경우에도 NOISE에 대한 대책을 세워야 합니다. 종전에는 정전압용 안정화 전원으로서는 넓은 입력변동에 대한 대응책으로서 단순히 전압 조정기나 무정전 전원장치를 사용하였으나 최근에는 입력 변동보다 VOLTAGE DIP, SAG, OUTAGE, SURGE 등의 LINE DISTURBANCE가 심각한 문제로 대두되고 있어 안정화 전원장치에도 매우 빠른 과도응답속도와 높은 NOISE감쇠력을 요구하고 있다. 그러므로 AVR이나 UPS들의 안정화장치에 별도의 NOISE PROTECTOR가 없는 경우 NOISE에 의한 문제가 발생될 수 있다.

전원 안정화장치를 실장하였는데도 전원상의 문제가 발생된다면 NOISE에 의한 문제라고 속단해도 무리는 아닙니다. POWER LINE의 PULSE성 NOISE는 매우 짧은 시간에 침입하여 영향을 주고 없으므로 PEAK 전압계로 순간포착을 하지 않는한 NOISE를 확

인할 수가 없으므로 사전에 대비하는 것이 가장 효과적이다.

SCR, TCR TYPE의 AVR의 경우도 특별한 NOISE 대응책이 없으면 단순한 전압조정기이지 NOISE 대책 기기는 아니다. 특히 UPS경우 무정전상태가 아닌 경우에는 NOISE에 대해 아주 허술한 상태가 될 수도 있다.

NOISE는 안정화 전원장치의 과도응답속도만으로 커버할 수 있는 성질의 것이 결코 아니며, 더구나 안전정화전원 자체에서 생기는 WAVE DISTORTION도 NOISE로서 적용하므로 안정화 전원장치를 실장할 경우라도 NOISE에 대한 대책을 철저히 강구하여야 한다.

2. NOISE 대책부품

1) 차폐(SHIELD)

차폐에는 전계차폐, 유도결합차폐, 전자파차폐, 자계 차폐 등이 있다.

전계차폐(정전차폐)는 정전결합에 의한 NOISE를 저감시키며 유도결합차폐는 자기결합에 의한 NOISE를 막는 것이다.

2) TWISTED PAIR

TWISTED PAIR는 유도결합에 의한 NOISE의 대책이 될 수 있다. 이 경우 양선에 흐르는 전류에 의해 생기는 자속을 상쇄시켜 외부에 자계를 형성시키지 않도록 한다.

3) SURGE ABSORBER

SURGE ABSORBER에는 SIC바리스터, ZnO 바리스타 등 여러가지가 있으나 이의 사용시에는 동작 전압, 회복전압, 동작속도 등 여러 특성을 검토하여야 한다.

특성상 일정전압 이상에서 동작되는 것이므로 여러 주파수가 혼합된 NOISE를 막거나 저감시킨다는 것보다 과전압 방지의 기능으로 보아야 할 것이다.

4) INDUCTOR

COMMON, NORMAL MODE용 CHOKE COIL로 분류되는 INDUCTOR는 고조파 대책용으로 콘덴서와 조합하여 사용되는 경우가 있다.

이 경우 권선간에 존재하는 용량(C)에 의해 고주파에서 임피던스가 낮아질뿐 아니라 임펄스 형태의 NOISE가 감쇄없이 통과될 수 있다.

INDUCTOR를 사용할 경우에는 부하전류에 의한 포화문제, 임피던스 특성을 고려해야 한다.

5) FILTER

AC LINE FILTER는 단일 고조파 NOISE에 대한 대응책으로는 경제적이고 효과적이거나, NOISE 주파수에

대해 소자의 특성을 고려해야 하고 NOISE MODE 역시 염두에 두어야 한다. 특히 INDUCTOR를 사용할 경우, INDUCTOR의 양단에 나타나는 NOISE가 주위에 방사되기 쉬우므로 이를 유의해야 한다.

NORMAL MODE용의 경우 Y-CAPACITOR에 의한 접지단자는 기기 외함에 접지해야 하므로 이때 외함은 외부 접지를 해야 한다.

6) CONDENSER

가장 저렴한 가격으로 NOISE 대책이 가능하나 주파수 특성, 유전체 특성과 전극 구조에 따라 사용효과가 크게 달라지며 특히 계통의 INDUCTANCE 성분과 RESONANCE을 일으켜 주위의 기기에 악영향을 미치는 경우도 있다.

7) NOISE ISOLATION TRANSFORMER

넓은 주파수 영역에서 NOISE의 차단효과가 뛰어나지만 VOLTAGE REGULATION, WAVE DISTORTION, 실장 SPACE 등을 고려하여야 한다. 주파수 특성은 VLF 대에서 VHF 대까지 NOISE 감쇠가 가능하다.

III. NOISE ISOLATION TRANSFORMER

1. 개요

전원선을 통하여 전도되는 NOISE는 COMMON, NORMAL MODE로 구별되며, NOISE의 전송원인은 정전, 전자결합으로 크게 분류할 수 있다. 이러한 원인으로 전자기기용 전원변압기를 통하여 전원측의 각종 NOISE가 전송되므로 특히 수천볼트의 PULSE성 NOISE가 전송될 경우 후단의 전자기기가 매우 위험한 상황에 놓이게 된다. 또한 전원선으로 입력된 고조파는 철심을 사용하는 변압기, 인덕터 등의 철심을 자기포화

시켜 주위회로의 C성분과 공진회로를 구성케하므로 매우 큰 SURGE전압을 발생할 수도 있습니다. 또한 전원 변압기 전단의 보호용 FUSE용단, 혹은 입력선의 단선, 스위치 OFF시 기본파에서 철공진 이상 SURGE 전압이 발생하여 전자기측으로 전송되는 경우도 있습니다. 이처럼 외부 NOISE SOURCE에서 전도되어온 NOISE나 자체적으로 발생된 1차 내부 NOISE 등이 정전, 전자결합으로 2차적으로 전도되어 부하기기로 사용되는 전자기기의 내압사고, 과열, 오동작, 파손을 일으킨다. 그러므로 전원선으로 전송되는 전도성 NOISE는 EMC용품인 NOISE ISOLATION TRANSFORMER를 사용하는 것이 효과적이다.

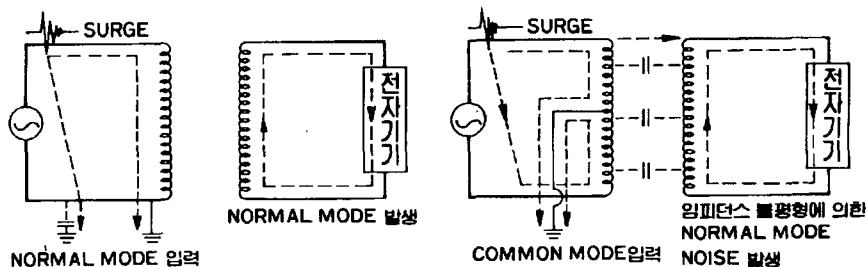
2. 전자기기용 전원변압기의 비교

전자기기용으로 사용되는 각종 변압기는 통상 절연 변압기, 실드변압기, NOISE 차폐변압기로 구분할 수 있으며 각 변압기를 비교하면 다음과 같다.

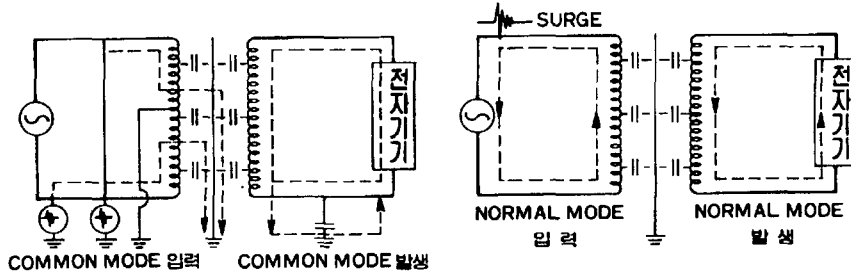
1) 절연변압기(INSULATION TRANSFORMER)

일반적으로 TURN RATIO가 1:1인 TWO-WINDING 변압기를 절연변압기라고 합니다. 1, 2차간의 전기적 절연처리 측면에서는 STEP UP DOWNSTEP MULTI-WINDING 변압기도 이 범주에 속하며 AUTO-TRANSFORMER와는 달리 1, 2차간의 직접 전지적인 전도현상이 없도록 1, 2차간을 전기적으로 절연한 변압기이다.

1차에 SURGE가 입력시 접지선이나 LINE TO GROUND CAPACITANCE를 통하여 SURGE 전류가 흐르게 되어 2차측에 NORMAL MODE의 NOISE가 발생한다. CENTER TAP를 접지한 경우는 SURGE 전류가 반대 위상으로 흐르게 되어 비교적 원방 SURGE인 경우는 다소 자체 특성이 있으며, 절연강도를 크게 할 경우 저주파의 COMMON MODE NOISE에 대해서도 약간의 NOISE 차폐특성이 있으나 고주파의 COMMON 및 NORMAL MODE NOISE에 대해서는 차폐가 전혀 불가능한, 정전 및 전자결합 방지용 차폐



제 3-1도 절연변압기



제 3-2. 실드변압기

구조가 없는 변압기로서 EMC용품으로는 부적합한 변압기입니다.

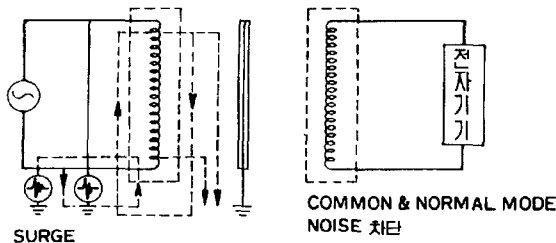
2) 실드변압기(ELECTRO-STATIC SHIELDED TRANSFORMER)

절연변압기 구조에 1, 2차간의 STRAY CAPACITANCE를 줄이기 위해서 FARADAY SHIELD 처리한 변압기로서 COMMON MODE의 저주파 및 고주파 저대역에서는 다소의 차폐능력이 있으나 COMMON MODE의 고주파 고대역 및 NORMAL MODE에 대해서는 차폐능력이 없습니다. 특히 LINE IMPEDANCE가 불평형일 경우 NOISE MODE변환이 생길 우려가 크고 MAGNETIC, ELECTRIC FIELD에 대한 대책이 전혀 없으므로 정전, 전자유도에 의한 NOISE 유도가 생길 수 있습니다. PULSE 성의 NORMAL MODE LINE NOISE에 대해서도 차폐능력이 없으므로 PULSE 성의 NOISE가 입력될 경우 후단의 전자기기가 매우 위험하게 됩니다. 그러므로 엄밀한 의미에서 EMC용품으로는 부적합합니다.

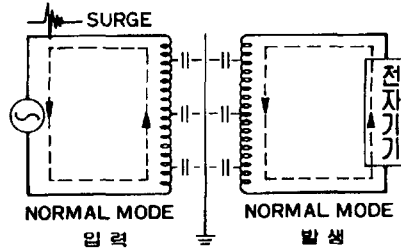
3) NOISE 차폐변압기(NOISE ISOLATION TRANSFORMER)

ISOLATION 혹은 NOISE CUT TRANSFORMER로 통칭되는 변압기로서 VLF대에서 VHF대까지의 넓은 범위에서 NOISE 감쇠특성을 나타냅니다.

정전, 전자결합 및 유도현상에 대한 대책을 고려한



제 3-3도 NOISE 차폐변압기

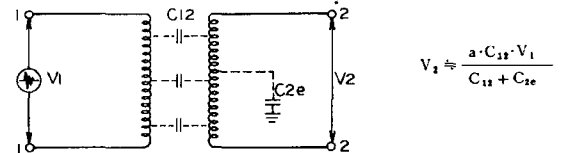


MULTI-SHIELD 구조로써 COMMON, NORMAL MODE의 전원선 전도 NOISE 차폐에 효과적인, EMC 용품으로 가장 적합한 제품입니다.

4) H-ISOLATOR

H-ISOLATOR는 특수한 구조의 NOISE ISOLATION TRANSFORMER로서 절연특성이 우수하고, NOISE 감쇠특성이 뛰어납니다. 전원선으로부터 전도되는 PULSE성 NOISE에 대해서 감쇠이전에 PULSE에 의한 절연파괴의 위험이 적으므로 특히 IMPULSE에 대해서도 안전하게 사용할 수 있으며 또한 LEAKAGE FLUX가 매우 적어 STRAY MAGNETIC FIELD에 의한 전자기 간섭이 적고 저압변동율이 낮아 EMC 용품으로 아주 적합한 새로운 NOISE ISOLATION TRANSFORMER 입니다. TRANSFORMER에서의 NOISE 전도 원인이 되는 정전, 전자결합 및 각 결합의 원인이 되는 STRAY CAPACITANCE, LEAKAGE FLUX, COUPLING COEFFICIENT에 대한 적절한 대책으로 NOISE 감쇠 특성과 내전압 특성이 우수합니다.

정전결합은 (제 3-4도)에서처럼 1, 2차간 STRAY CAPACITANCE가 주요 원인으로 되지만 실제 이행전압 즉 전도전압의 PEAK치는 2차 권선의 대지간 정전용량과 NOISE전압의 권선내에서의 전위 진동 즉 권선의 턴간 정전용량과도 밀접한 관계가 있습니다.

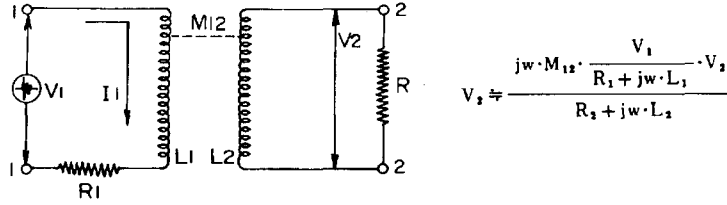


제 3-4도 정전결합(ELECTROSTATIC COUPLING)

또한 전자결합은 1, 2차간의 결합계수 즉 상호 인덕턴스와 밀접한 관계가 있습니다.

그러나 이상적으로는 본래 변압기 작용상 밀결합인 경우가 요구되므로 단순히 결합도를 낮춘다는 것은 또





제 3-5도 전자결합(ELECTROMAGNETIC COUPLING)

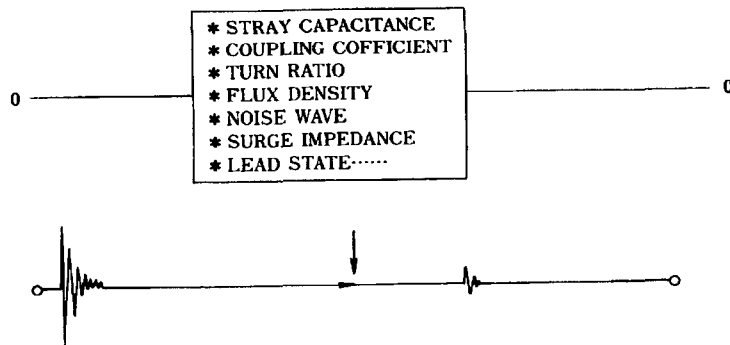
다른 문제 즉 LEAKAGE FLUX 문제를 야기시키다. 그러므로 전자결합에 대한 것은 그 대책이 매우 어려우며 특히 유의해야 할 문제점입니다. 더구나 전자결합에 관계되는 요소로서 라인의 SURGE IMPEDANCE 등이 있으므로 배선 및 권선구조 등이 주요문제로 됩니다.

전자결합은 1차에 의한 NOISE FLUX가 2차 권선과 쇄교하므로 2차권선에 NOISE 전압이 유기되는 것으로 변압기 본래의 특성에 의한 것이다. H-ISOLATOR는 위와 강튼 각종 NOISE 전도에 밀접한 관계가 있는 변압기 자체의 분포용량을 적절히하여 최적의 EMC 용품으로 적합한 전원변압기로 제작된 새로운 것이다.

3. 각종 변압기의 특성요약(각종 변압기의 비교요약 및 특성) 및 NOISE 전도 관계요인

각종 변압기의 특성요약

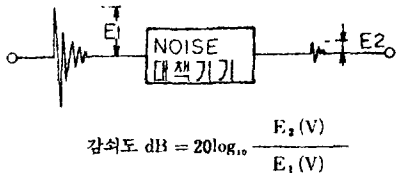
변압기형식	구 조	NOISE 감쇠특성	비 고
절연변압기 (INSULATING TRANSFORMER)	· 직접적인 전기전도 현상이 없으므로 NOISE가 공동 임피던스로 전도되는 현상은 없음	· 저주파의 COMMON MODE NOISE에 약간의 효과가 있음 · 고주파의 각 MODE NOISE가 전도됨 · 저주파의 NORMAL MODE NOISE 전도됨	· EMC용으로 부적합 · 실정시 누설 자속 등이 문제시 됨
실드변압기 (ELECTRO-STATIC SHIELDED TRANSFORMER)	· 절연변압기 구조에 정전차폐를 실시 · 기타구조는 절연 변압기와 동일	· 저주파 및 고주파 저대역의 COMMON MODE NOISE감쇠기능함 · NORMAL MODE 및 고주파 고대역의 COMMON MODE NOISE 전도됨	· 고기능 EMC용으로는 부적합 · 전자계에 대한 대책이 없음
NOISE 차폐변압기 (NOISE ISOLATION TRANSFORMER)	· MULTI-SHIELD 구조 · LOW-CAPACITANCE 구조	· COMMON, NORMAL MODE NOISE 차폐기능 · COMMON, NORMAL MODE에 대해서-60dB 이상의 감쇠도를 가짐	· EMC 전용 부품 · 고 임피던스 · 전압변동율이 높음
H-ISOLATOR SERIES (NOISE ISOLATION TRANSFORMER)	· MULTI-SHIELD 구조 · LOW-CAPACITANCE 구조	· COMMON NORMAL MODE NOISE 차폐기능 가짐 · COMMON, NORMAL MODE에 대해서-60dB 이상의 감쇠도를 가짐 · SURGE 성 NOISE에 대해서 높은 내절연 및 감쇠도를 가짐	· ECM 전용부품 · 저 임피던스 · 저 전압변동율



4. NOISE ISOLATION TRANSFORMER 선정

전자기기의 전원용으로 사용하는 변압기에서의 NOISE 전도는 전술한 것과 같이 정전, 전자결합이 주 원인이며 이밖에도 전자계 유도 및 권선비 등의 여러 요인이 관계합니다. 그러므로 EMC용품으로 사용시는 NOISE감쇠도 특성 이외의 여러사항을 검토하여야 합니다. 실제 전자 기기내에 실장시 2차적인 문제가 야기 될 수 있으므로 전기적인 제반특성과 NOISE 감쇠특성을 동시에 고려하여야 합니다. 간혹 NOISE 특성만을 고려했을 때는 변압기 자체의 전압변동율을 나쁜 경우 혹은 우수차의 고주파 NOISE 입력에 의해서 변압기 자기포화현상이 쉽게 생기는 경우 EMC 대책용품 자체가 NOISE SOURCE로 동작할 수도 있으므로 유의해야 합니다. 또한 임피던스가 매우 큰 경우 전자기기 보호용의 FUSE가 사고시에도 용단되지 않는 등, SYSTEM 보호협조에도 문제가 생길 수도 있습니다. 그러므로 EMC용품으로 NOISE ISOLATION TRANSFORMER를 사용코자 하는 경우는 다음의 기본적인 사항에 대해서 비교, 검토를 하여야 합니다.

1) NOISE 감쇠도- 감쇠도는 입력 NOISE 전압과 출력 NOISE 전압의 대수비로 나타냅니다.



2) STATIC MODE(정특성)

- COMMON MODE NOISE ATTENUATION(dB) (SINE WAVE NOISE)
- NORMAL MODE NOISE ATTENUATION(dB) (SINE WAVE NOISE)
- PULSE NOISE ATTENUATION(dB) (PULSE WAVE NOISE, NORMAL MODE)

3) DYNAMIC MODE(동특성)

- PULSE NOISE ATTENUATION(dB) (PULSE WAVE NOISE, NORMAL MODE)

4) 전기적 특성

효율, 손실비, 온도상승, 전압변동율, 전압편차, 임피던스

5) 안전성

내전압특성, 절연저항, 기타내구성 및 편의성, 과부하 내량, 절연등급, 누설전류

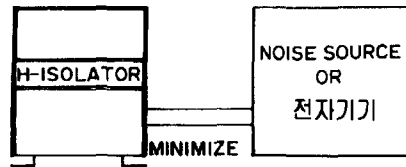
- 6) 기타  
가격, 중량, 치수

5. NOISE ISOLATION TRANSFORMER 실장과 용도

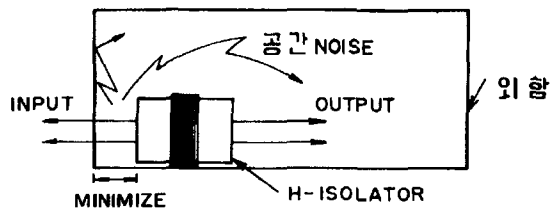
NOISE ISOLATION TRANSFORMER는 EMC 전용의 기기이므로 기본적인 실장법에 따라서 실장하여야 NOISE 감쇠효과를 얻을 수 있으며 EMC용으로서의 기능을 할 수 있습니다.

1) 실장

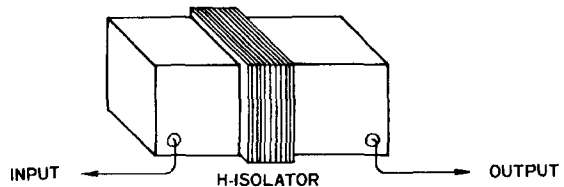
· RADIATED NOISE 등의 공간 NOISE에 의한 입, 출력선의 NOISE 유도 및 입력선에서의 NOISE 방사현상이 없도록 보호대상 기기나 NOISE SOURCE에 근접시켜 설치하여야 합니다.



· 전자기기의 외함내에 실장시는 입력선을 짧게 하여 입력선에 의한 공간 NOISE 영향을 줄이고 전자기기의 외함에 바로 접지하여야 합니다.



· 입출력을 분리배선하여 고주파 NOISE에 의한 입, 출력선간의 NOISE 유도현상을 방지하여야 합니다.

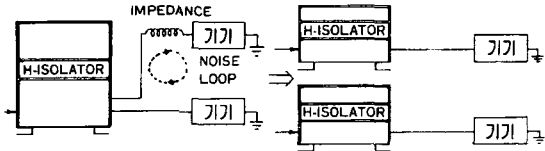


· 접지선은 굵은 선으로 짧게 접지하여 접지선의 고주파 임피던스 증가를 방지하여야 합니다. 접지 임피던

스가 클 경우 NOISE 감쇠효과가 크게 저하되므로 유의하여야 합니다. 또한 타기기와 접지선을 공용으로 사용시는 공통 임피던스에 의한 악영향이 있으므로 주접지점까지는 단독 접지를 하여야 한다.

· 입출력 배선은 차폐선을 사용하거나 금속관 배선을 하여야 입, 출력간선 혹은 외부 공간 NOISE에 대한 차폐효과를 높일 수 있습니다. 특히 배선시 각 선의 임피던스가 불평형이 되지 않도록 유의하여야 합니다.

· NOISE 대책기에 다수의 전자기기를 부하로 접속하는 경우 각 부하의 특성과 배선 임피던스 및 접지전위 불평형에 의하여 부하기 기간의 간섭발생과 불평형 임피던스에 의하여 NOISE 감쇠특성이 크게 저하될 수 있으므로 유의하여야 합니다. 이상적으로 1대의 전자기기에 1대의 NOISE대책기를 사용하는 것이 효과적입니다.



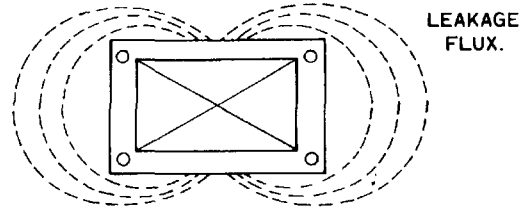
· NOISE 대책기의 입출력 배선은 아주 짧게 단거리로 배선하고 여유분의 배선은 가급적 두지 않는 것이 배선자체가 NOISE 송, 수신 안테나 역할하는 것을 방지할 수 있습니다.

· NOISE 대책기 부하는 NOISE 대책기 용량의 70%이하로 제한하여 사용하는 것이 이상적입니다. 고조파 NOISE 입력에 의한 손실증가 혹은 부하특성에 의한 과도돌입 전류에 의한 기기의 소손 등을 방지할 수 있습니다.

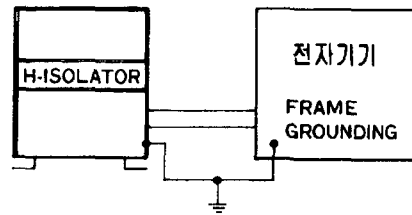
$$\text{적정용량} = \frac{\text{부하용량}}{\text{부하역율} * \text{효율} * (1 - \text{여유율}/100)}$$

· NOISE 대책기의 입력전압 및 주파수가 허용범위를 벗어날 경우 과부하 및 과여자상태가 되어 특히 고조파 NOISE 입력시 자기포화현상 등으로 NOISE 감쇠도가 크게 떨어지거나 기기가 소손될 수도 있으므로 유의하여야 합니다.

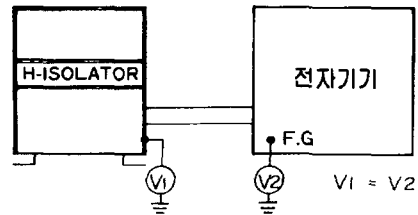
· 전자기기용 전원변압기는 EI형 철심구조가 대부분이므로 철심구조상 누설자속이 발생합니다. 그러므로 차폐구조가 완전하지 못한 기기를 사용할 경우에는 누설자계의 영향을 고려하여 실장위치, 방법 등에 유의하여야 합니다.



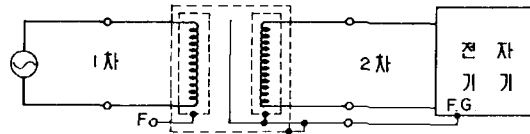
· NOISE ISOLATION TRANSFORMER의 접지는 보호대상 기기의 외함접지 단자와 같이(공동) 일점 접지하여야 NOISE 감쇠효과를 높일 수 있습니다.



· NOISE ISOLATION TRANSFORMER의 접지는 보호대상 기기의 전지단자와 동 전위(영전위)일 때 효과적이므로 접지전에 접지전위차를 확인하고 접지하여야 합니다.

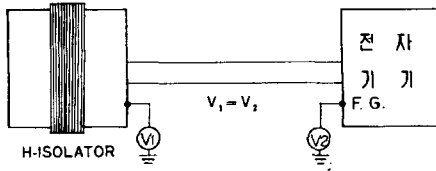


· NOISE ISOLATION TRANSFORMER의 접지는 1, 2차 별도 접지가 가장 이상적입니다. 간혹 1차측 접지가 다점접지로 문제발생이 예견되거나 실장상 1차 접지가 길어질 경우 혹은 1차 전원측의 접지가 없는 경우는 2차, 및 FRAME 접지만 하여도 됩니다.

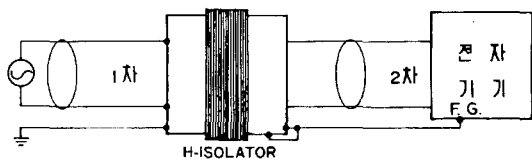


· NOISE ISOLATION TRANSFORMER의 접지는 1, 2차 및 FRAME 접지로 구분하여 접지하여야 효과적이며 CASE BY CASE로 접지여건에 따라 접지방법을 따로하여야 합니다.

NOISE ISOLATION TRANSFORMER



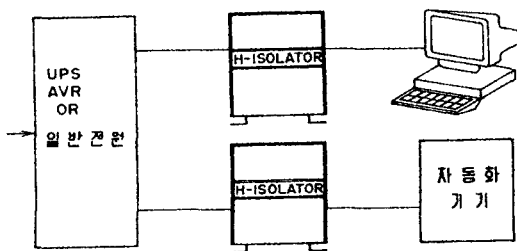
· NOISE ISOLATION TRANSFORMER의 2차적 접지가 전자기기의 FRAME GROUND와 별도로 단독 접지되는 경우는 두 접지점의 전위가 동 전위(영전위)인 경우가 되도록 하여야 한다.



2) 용도

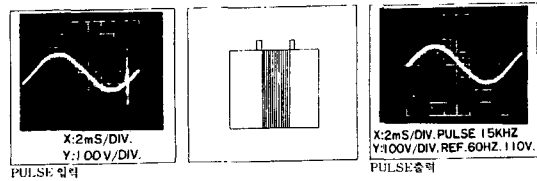
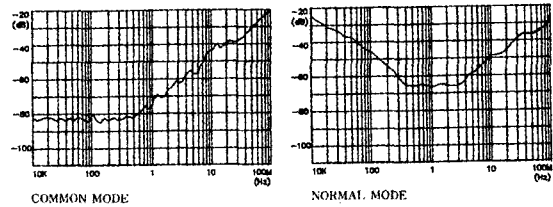
NOISE ISOLATION TRANSFORMER는 EMC 전용 부품으로 전원선의 전도성 NOISE에 대해서 매우 효과적인 것으로 전자기기 등의 각종 고기능 기기의 NOISE 대책용으로 사용할 수 있습니다.

- OA, FA 등의 자동화기기의 전원변압기로 사용
- PLC, ROBOT CONTROLLER 등의 제어부 전원변압기
- 고기능 DIGITALIZING 계기(OSCILLOSCOPE, ANALYZER 등)의 전원변압기
- 인버터, 콘버트 기타 전력제어 SYSTEM의 입출력 단 변압기
- X-RAY 등의 ISM 장비용 전원변압기
- 교통제어, 방재설비 SYSTEM 및 변전설비 감시용 제어회로용 전원변압기
- 유무선 등의 송수신기가 및 기타 방송설비용 기기의 전원변압기
- 전동공구 및 저, 고주파 설비 등 NOISE SOURCE의 NOISE 전도방지용
- 기타 전원 NOISE로부터 기기를 보호해야 할 경우



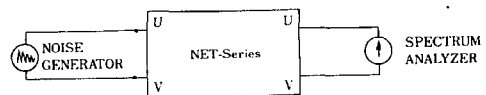
6. NET, H-ISOLATOR SERIES의 NOISE 감쇠특성

1) NET SERIES

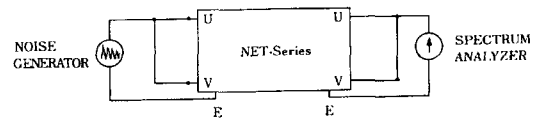


· NOISE ATTENUATION TEST

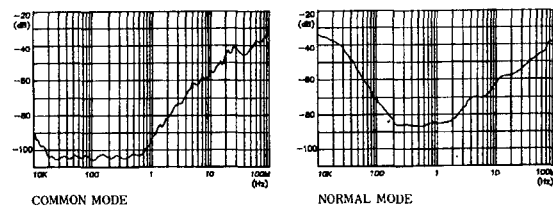
1) NORMAL MODE



2) COMMON MODE

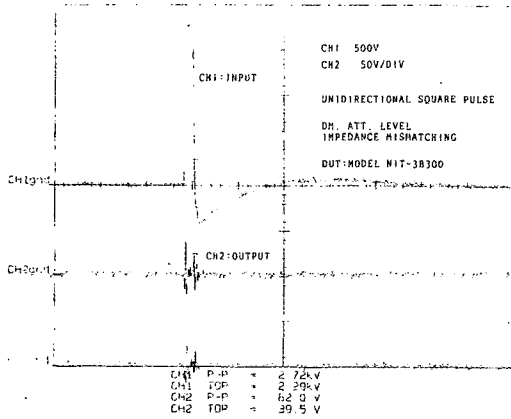


2) H-ISOLATOR SERIES

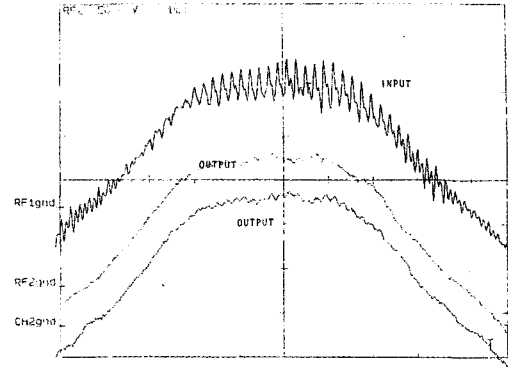


- 주) 1. STATIC TEST FREQUENCY: 1KHZ~50MHZ
- 2. IMPULSE VOLTAGE: 12x50μs

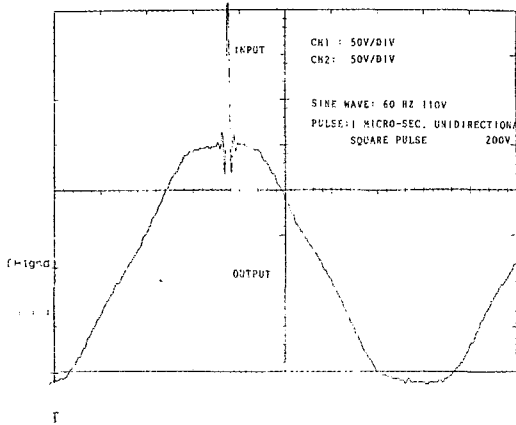
3) NIT-B SERIES PULSE ATT. CHAR.  
 NOISE SOURCE: 1MICRO-SEC. PULSE  
 PULSE INPUT: 229KV(TOP)  
 PULSE OUTPUT: 39.5V(TOP)  
 DUT: NIT-3B300(IP-300VA-110V-110V)



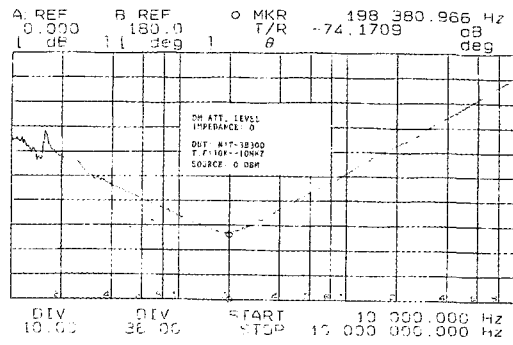
5) MOTOR NOISE ATT. CHAR.  
 SOURCE: MOTOR(DRILL) 110V



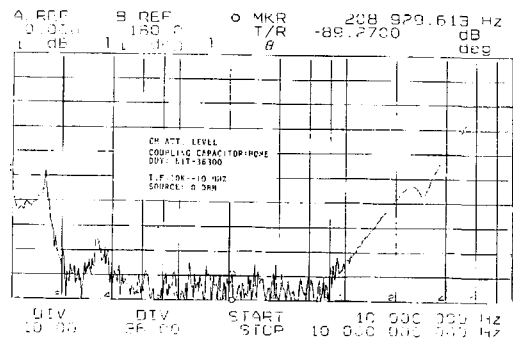
4) NIT-B SERIES 중첩 PULSE ATT. CHAR.  
 NOISE SOURCE: 1MICRO-SEC. PULSE  
 INPUT: 200V PULSE+AC 60HZ 110V



6) HIGH FREQUENCY NOISE ATT. CHAR



7) HIGH FREQUENCY NOISE ATT. CHAR.



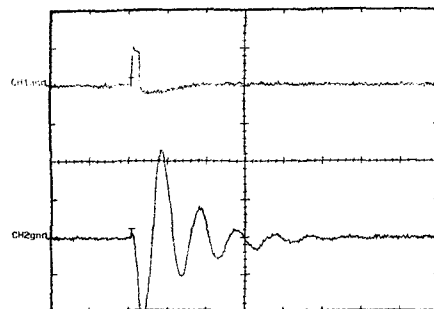
## 8) PULSE ATTENUATION 비교



a) INSULATING TRANSFORMER(절연 변압기)

- CH1:100V/DIV
- CH2:50V/DIV
- WAVE:1 $\mu$ S RECTANGULAR PULSE

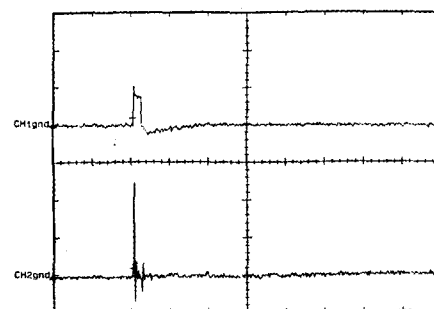
- CH1 TOP:99.0V(INPUT)
- CH2 TOP:122.0(OUTPUT)



b) SHIELDED TRANSFORMER(실드 변압기)

- CH1:100V/DIV
- CH2:50V/DIV
- WAVE:1 $\mu$ S RECTANGULAR PULSE

- CH1 TOP:100V(INPUT)
- CH2 TOP:114V(OUTPUT)



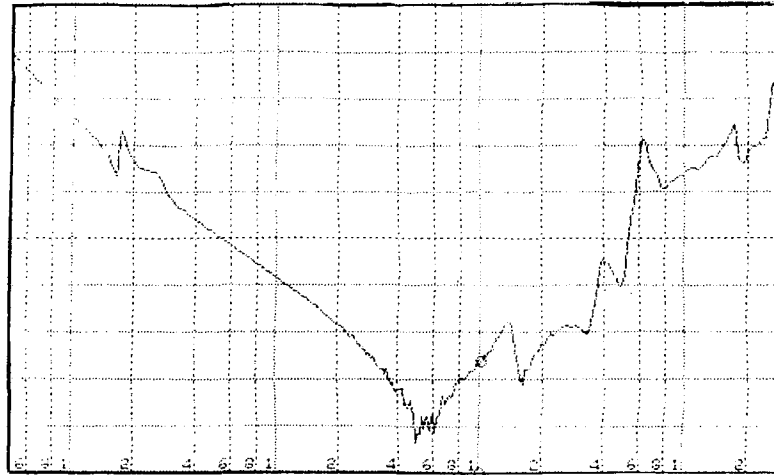
c) NOISE ISOLATION TRANSFORMER

- CH1:500V/DIV
- CH2:5V/DIV
- WAVE:1 $\mu$ S RECTANGULAR PULSE

- CH1 TOP:540V(INPUT)
- CH2 TOP:124V(OUTPUT)

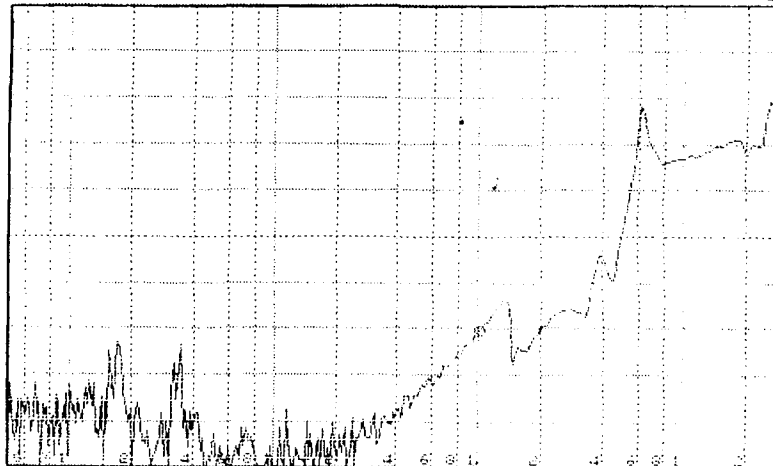
9) HIGH FREQUENCY ATT. TEST(NORMAL, COMMON MODE)/(2B2000)-NIT 2B Series)

NETWORK Cor  
 A : REF B : REF ◦ MKR 1 008 421.896 Hz  
 0.000 180.0 T/R -76.0926 dB  
 [ dB ] [ deg ]  $\theta$  deg



BTM DIV START 5 000.000 Hz  
 -100.0 36.00 STOP 30 000 000.000 Hz  
 RBW : 300 Hz ST : 13.7 sec RANGE : R= O, T= 0dBm  
 KOSED 2B2000 S.NO 930703 NORMAR MODE

NETWORK Cor  
 A : REF B : REF ◦ MKR 1 008 421.896 Hz  
 0.000 180.0 T/R -70.1890 dB  
 [ dB ] [ deg ]  $\theta$  deg

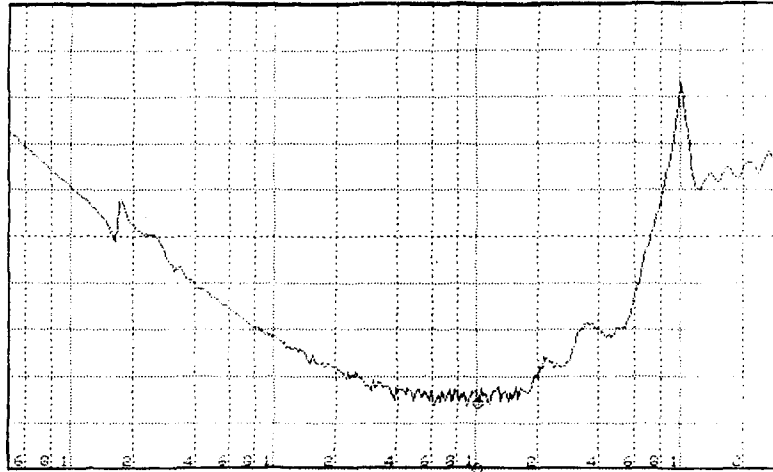


BTM DIV START 5 000.000 Hz  
 -100.0 36.00 STOP 30 000 000.000 Hz  
 RBW : 300 Hz ST : 13.7 sec RANGE : R= O, T= 0dBm  
 KOSED 2B2000 S.NO 930703 COMMON MODE

NOISE ISOLATION TRANSFORMER

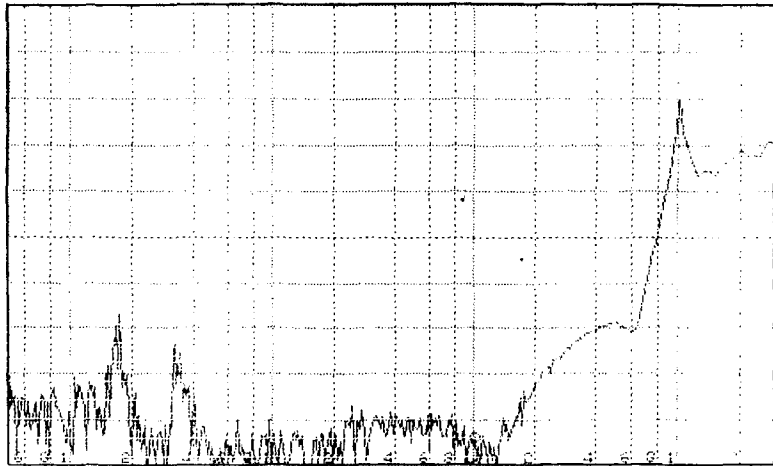
10) HIGH FREQUENCY ATT. TEST(NORMAL, COMMON MODE)/(고내압 모델)-NIT HV Series)

NETWORK Cor  
 A : REF B : REF ◦ MKR 1 008 421.896 Hz  
 0.000 180.0 T/R -85.7000 dB  
 [ dB ] [ deg ]  $\theta$  deg



BTM DIV START 5 000.000 Hz  
 -100.0 36.00 STOP 30 000 000.000 Hz  
 RBW : 300 Hz ST : 13.7 sec RANGE : R= O, T= 0dBm  
 KOSED HV TYPE 110VA 220V NORMAR MODE

NETWORK Cor  
 A : REF B : REF ◦ MKR 1 008 421.896 Hz  
 0.000 180.0 T/R -93.9041 dB  
 [ dB ] [ deg ]  $\theta$  deg



BTM DIV START 5 000.000 Hz  
 -100.0 36.00 STOP 30 000 000.000 Hz  
 RBW : 300 Hz ST : 13.7 sec RANGE : R= O, T= 0dBm  
 KOSED HV TYPE 110VA 220V COMMON MODE