



# Environmental Potentials

Power Quality For The Digital Age

## 현대설비의 노이즈 격리 및 여과 대책

An Environmental Potentials White Paper

## 서언

평균적으로 한 개의 설비는 대략 10개 이상의 전기 판넬을 갖고 있다. 이 판넬은 모두 메인 판넬에 접속되어 있다. 흔히 공장 판넬은 각각 수개의 모터, VFD(variable frequency drives), 운송장치, 컴퓨터에 물려 있고, 사무용 건물의 판넬은 여러대의 컴퓨터, 전화기, 프린터, 복사기에 물려 있다. 모든 전기기기는 판넬로부터 전선을 통하여 전력공급을 받는다. 마찬가지로 각 배전반 판넬은 메인 판넬로부터 전선을 통하여 전력이 공급된다. 중요한 것은 이 판넬들이 모두 설비의 접지와 연결되어 있다는 점이다.

이 상호 또는 복합적 연결은 전력품질에 심각한 위험성을 제공한다. 모든 전자설비 또는 컴퓨터 작동 디지털 설비는 끊임없이 노이즈와 전력 오염을 발생시키고 있기 때문이다. 이 오염 에너지는 설비의 상선, 중성선, 접지선을 통하여 순환한다. 민감한 설비들이 이 오염으로부터 영향을 받지 않고 정상 작동을 유지하며 보호를 받을 수 있도록 많은 방법이 동원되고 있다. 이 목적에 가장 많이 사용되는 전략적 대책이 차폐변압기(Isolation Transformer)이다.

## 차폐변압기 101

차폐변압기란 전원 측 오염으로부터 부하를 보호하기 위하여 부하를 격리 시키는 방법으로 고안된 전력 품질관리기기이다. 이는 가운데에 금속 차폐물을 두어 격리시킨 두 개의 분리된 권선으로 구성되어 있다. 금속 차폐물은 정전(靜電) 차폐물(일명 Faraday Shield)로서 접지를 한다. 하기 그림1은 차폐변압기의 구성도이다.

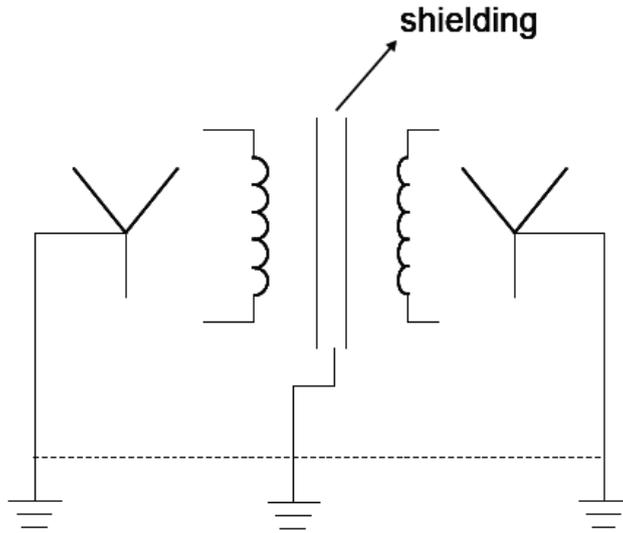


그림1. 차폐변압기의 구성도

대개 차폐변압기는 1:1 변압기이다. 즉, 승압 또는 강압은 없다.

그림2는 차폐변압기가 전원 및 부하 사이에 연결된 대표적 개념도이다.

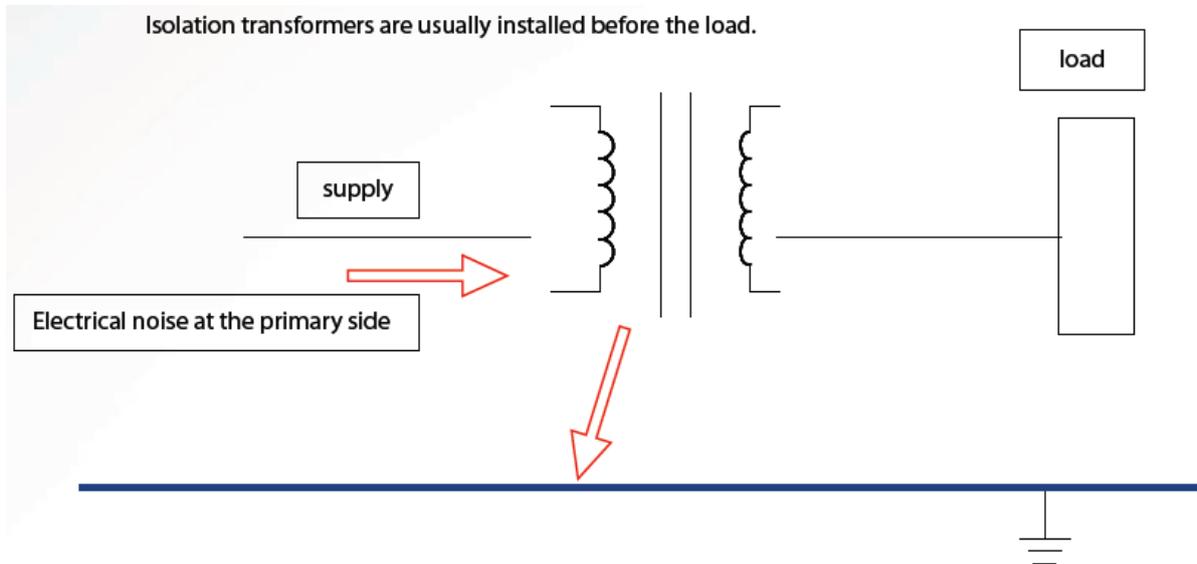


그림2. 전원과 부하 사이에 설치된 차폐변압기

변압기는 전력을 일차측으로부터 이차측으로 인덕턴스 감응 시키는 것이 원리이다. 그러나, 일차측의 노이즈가 누전으로 이차측 권선으로 넘어간다. 이 노이즈는 차폐물을 접지함으로써만 제거될 수 있다. 이론적으로 노이즈를 접지로 보내면 부하는 해롭고 파괴적인 노이즈로부터 보호될 수 있다.

## 노이즈와 지중순환회로(Ground Loops)

설비는 접지선이 모두 연결되어 있다. IEC 950, UL 1950 (600V이하 전산화 전자 기기 표준)에 의하면, 차폐변압기는 상선과 중성선을 격리시키기 위해 사용하는 것이며, 접지선 격리를 위한 것이 아니다. 차폐변압기는 페러데이 차폐물에 의존하는 것인데 이 차폐물은 설비접지와 연결 되어있다. 그러나 실제로는 변압기 양쪽이 다 접지된다. 그러므로 부하는 상선과 중성선의 노이즈로부터 격리 될 수 있으나 접지선으로부터의 노이즈는 무방비이다.

결국 차폐변압기는 접지순환 노이즈로부터 설비를 보호할 수 없다는 것을 뜻하며 오히려 노이즈의 접지순환을 부추기는 역할을 함을 뜻한다. 접지순환회로(ground loops)란 설비의 여러 접지봉 간의 전위차와 지중의 임피던스 불균일에 의하여 생기는 복합적 전류 순환회로라고 정의할 수 있다. 지중순환전류는 시스템에 불균형을 일으켜 각 상선에 노이즈가 생기게 한다.

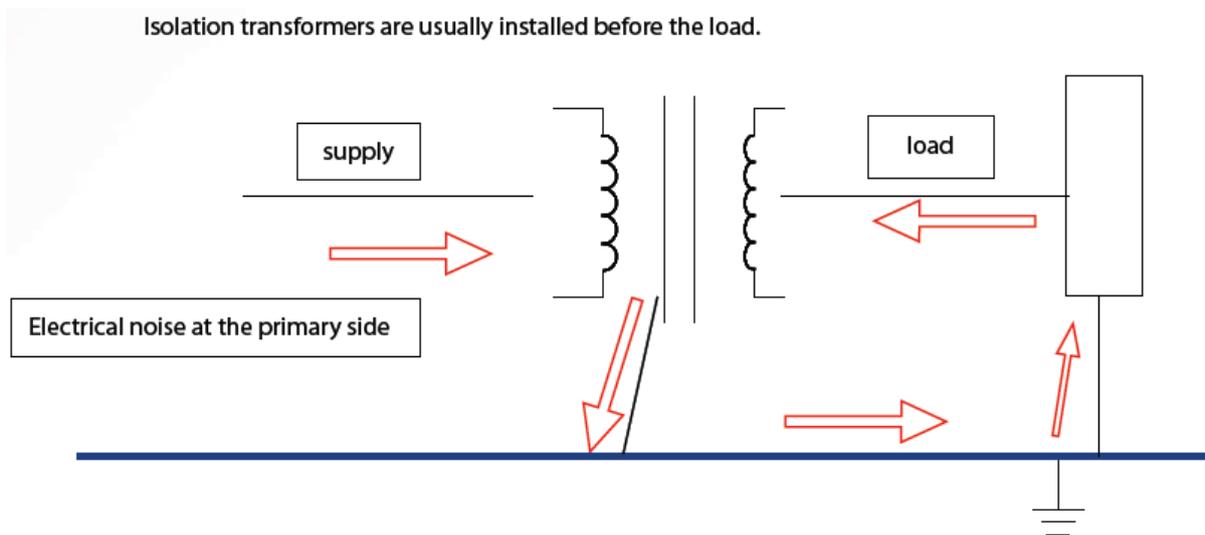


그림3. 전원 각부에서 지중으로 분기되는 노이즈

그림3은 차폐변압기가 사용되었을 때 전원공급 과정에서 노이즈가 지중으로 분기되는 현상을 보여준다. 시스템은 일차측이나 이차측이나 다 같은 접지에 연결되므로 노이즈는 일차측 이차측 어느 쪽으로도 순환한다. 이는 차폐변압기가 지중 노이즈를 증가시키는 역할을 함을 뜻한다.

유도 리액턴스(inductive reactance)와 용량 리액턴스(capacitive reactance)가 같을 때의 주파수를 공진 주파수라 한다. 이런 주파수에서는 노이즈가 증폭된다. 이는 접지부의 인덕턴스가 페러데이 차폐물의 캐패시턴스와 값이 같을 때에는 언제나 노이즈가 증폭된다는 뜻이다. 이런 증폭된 노이즈는 부하설비에 손상을 줄 수도 있는 극히 유해한 노이즈이다.

다음 그래프는 Nevada주 Fallon시의 Wheeling Corrugating 사의 공장에서 측정된 것이다. Wheeling Corrugating 사는 3기의 VFD를 여타 설비로부터 분리시키기 위하여 차폐변압기를 사용하였다. 설비가 평소에 늘 휴지하게 되는 사례가 많았고 그때마다 보수를 해야 했기 때문에 이 차폐변압기를 쓰기로 했던 것이다.

전압 노이즈가 일정한 간격으로 극히 높은 -2dB 만큼 올라가고 있다.  
전류 노이즈 또한 -20dB를 넘는 극히 높은 수치를 보인다.

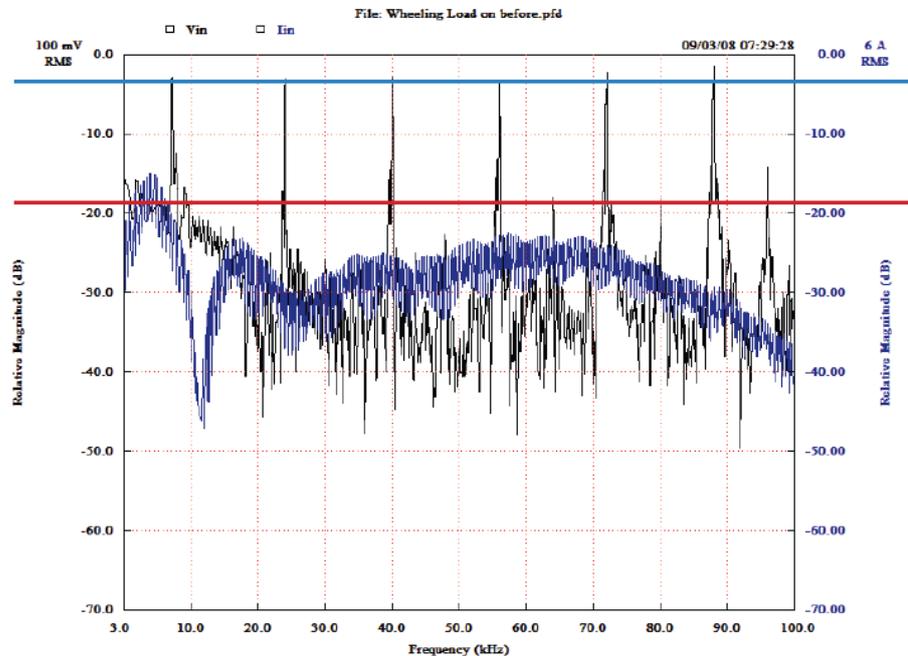


그림4. 차폐변압기에 연결된 VFD의 노이즈 상태

그림4는 VFD의 phase A 선에 대하여 3kHz ~ 100kHz 대역의 주파수에 대해서 측정된 것이다. 차폐변압기로 인하여 노이즈가 아주 크게 확대 되었다. 이런 수준의 노이즈는 기기의 오작동, 에너지 손실을 증가시키고, 전기기기 기능의 조기 열화(早期劣化)를 일으킬 수 있다.

## EP로 문제를 해결하다

노이즈를 발생시키는 설비들로부터 기기를 격리시키면, 그것만으로 전원 품질은

크게 개선될 수 있다. 문제는 접지가 혼용되는데서 전원의 상배(configuration)가 부적절하게 사용되는 가운데 접지혼용로 인하여 격리가 되지 않는 것이다. 현대의 복잡한 설비구성에서 차폐변압기는 더 이상 격리용 기기의 역할을 할 수 없는 것이다.

아래 그림5는 같은 곳에 EP를 설치하고 차폐변압기를 제거한 후의 결과이다.

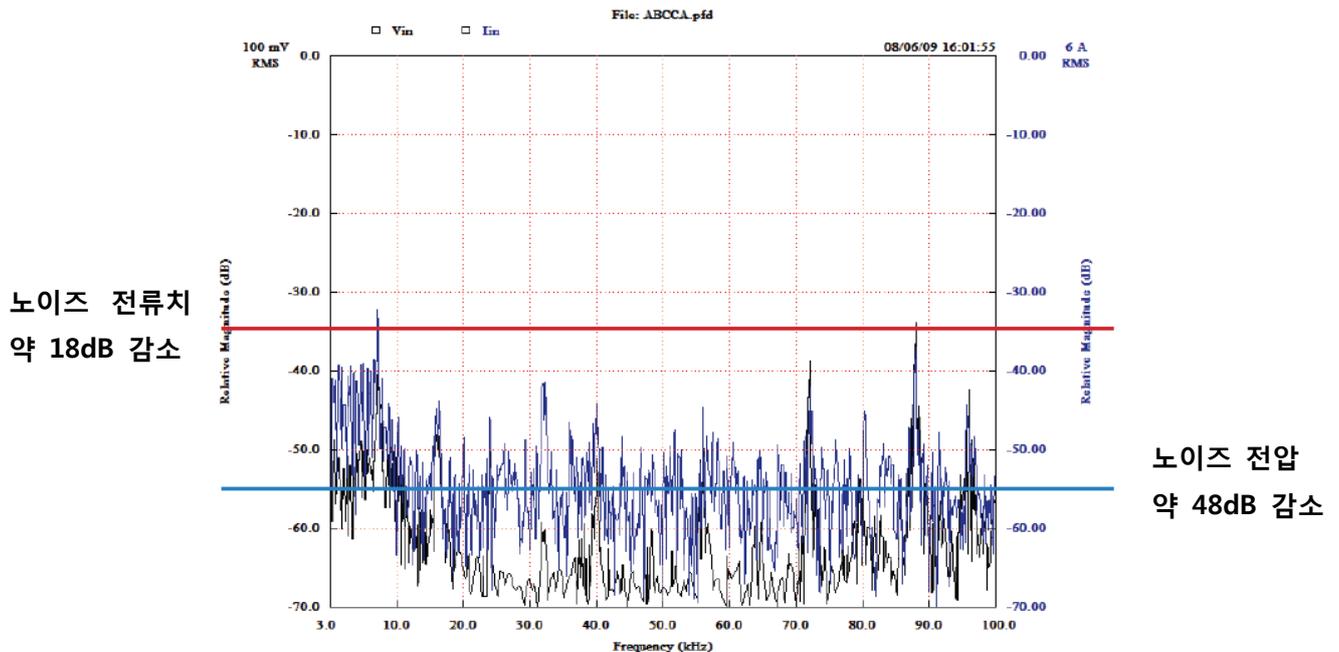


그림5. EP 설치 후의 VFD의 고주파 노이즈 상태

위 그래프에서 전압 노이즈는 48dB가 감소 되었고 전류 노이즈는 18dB가 감소 되었다. EP는 이 설비에서 전기 노이즈를 감소시켰을 뿐 아니라 지중회유로를 없게 함으로써 세밀한 전기구동제어회로를 보호 할 수 있게 되었다.

EP사의 파형교정 특허기술은 1.5kHz-1MHz 대의 노이즈를 제거한다. EP를 주배전반, 분전반, 부하에 설치 함으로써 설비를 노이즈 발생 설비로부터 격리시킬 수 있다. EP기술은 에너지를 지중으로 분기시키지 않으므로 지중 순환오염을 일으키지 않는다. EP 접지필터를 설치하면 지중 잔류 노이즈를 제거하여 해로운 노이즈를 발생 하는 장치, 또 해로운 노이즈에 민감한 장치를 보호한다.

