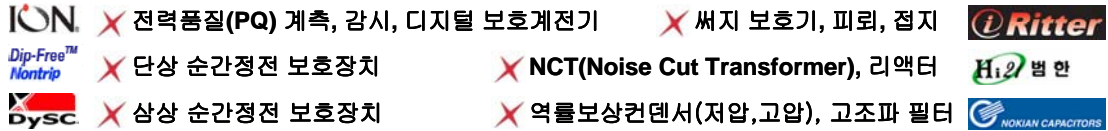


(주) 피큐라이드 - 전력 감시와 제어, 전력품질(PQ) 계측과 보호, 개선

(주)피큐라이드 서울시 강남구 수서동 716, 한신싸이룩스 서관 1219 (우)135-560  
Tel (02) 2149-8877 Fax (02) 2149-8879 E-mail : sales@pq-ride.co.kr



**Power Quality의 개요**

서론

주식회사 피큐라이드(PQ Ride Ltd.)에서는 전력 품질(PQ = Power Quality)에 대하여 고객의 이해를 증진시키고, 전력품질에 민감한 부하를 운영함에 있어서 PQ가 미치는 다양한 영향요소에 대하여 효과적으로 대처할 수 있도록 간단하게 PQ에 대하여 소개하기 위하여 이 자료를 제작하였습니다.

PQ 문제는 전세계 어디서든 전기를 사용하는 곳에서는 모두 존재한다고 볼 수 있습니다. 그러나 얼마나 자주 발생하는지의 빈도나 얼마나 지속되는지 등은 전력공급 사업자 마다, 그리고, 현장마다 주어진 조건에 따라 각기 다릅니다. 이러한 전력문제가 얼마나 심각한 영향을 미치는지 하는 문제 또한 부하의 종류나 운전 여건, 공장마다 모두 다릅니다. 결과적으로 어느 정도의 전력품질(PQ)이 유지되어야 하는지는 전적으로 부하나 운전여건 등에 따른다 할 것입니다.

PQ 관련하여 더욱 상세한 자료는 홈페이지(<http://www.pq-ride.co.kr>)를 참고하시기 바랍니다.

주식회사 피큐라이드 영업부

목차

- PQ(Power Quality)의 개요
- PQ(Power Quality)의 분류
- PQ(Power Quality)의 원인
- PQ(Power Quality) 체크 리스트
- PQ(Power Quality) 경감 기술
- 요약
- 참고문헌

## PQ(Power Quality)의 개요

일반적으로 전력공급 사업자는 공급 전력의 신뢰성이나 품질에 대한 자세한 사양을 제시하지 않습니다. 이에 대한 내용은 이후에 기술하는 내용 중 정격전압에 대한 표를 보면 약간 상세한 내용이 참고될 수 있습니다. 즉, 전력공급 사업자는, 물론 PQ를 일정수준으로 유지하기 위하여 엄청난 노력을 자체적으로 하고 있음에도 불구하고, 이를 사용자와의 공급계약에는 명시하지 않고 있습니다. 다시 말하여, PQ에 민감한 부하에 대한 PQ 요구조건이라는 것을 일종의 표준으로 정해 놓은 것이 없는데, 이는 전 공급시스템의 PQ를 일정수준으로 확보하고 이를 공급 계약 조건에 명시할 수 있을 만큼 쉬운 일이 아니기 때문입니다. 천동 번개, 온도변화 등 온갖 자연 재해나 동식물이나 인간에 의한 공사, 차량 사고에 의하여 시스템의 균형이 무너지는 건 다반사고 이때마다 발생하는 PQ문제를 예측한다거나, 정형화 시킨다는 자체가 불가능하기 때문입니다.

그러나 전력 사용자의 입장에서는 오늘날의 무한 경쟁 시대에서 생산성 향상이 곧 기업의 수익 증대와 나아가서는 생존을 위하여 반드시 필요한 조건이기 때문에 PQ 문제로 인한 생산 손실을 방지하는 기술이 논의 되고, 특히 부하가 PQ문제에 대하여 민감한 산업계에서 이를 정형화 하여 놓은 몇 가지 예가 있습니다. 물론 이러한 움직임은 아직도 PQ에 대한 내용의 이해나 왜 이를 잘 보호해야 하는지에 대한 개념조차 없는 구태의연한 과거 방식의 전기 엔지니어들에게는 아주 생소하겠지만, 실제로는 이에 대한 이해와 이를 개선하는 문제에 대한 논의가 급속하게 증가하고 있고, 실제로 각 산업계에서 필요로 하는 기술이기에 여러 다양한 관점에서 연구 및 상업화가 진행되어 왔습니다.

지금까지는 단지 컴퓨터 관련 업체에서 CBEMA(Computer Business Engineering and Manufacturing Association), 반도체 협회에서 SEMI F47같은 표준을 정하여 점차 확산 되는 중이고, 이는, 역으로 전기를 사용하는 산업계에서 PQ문제로 인한 고장의 가동중단과 이로 인한 생산손실을 최소화하여 기업의 생산성을 극대화 하기 위한 방안으로서 생겨난 것이라고 이해하면 될 것입니다.

전 세계적으로 전력공급 사업자는 고객에게 최대한 안정적인 전원을 공급하고 있으며, 그 정도는 전원공급 시간의 퍼센트로 표시합니다. 예컨대, 정해진 전압 기준을 만족하는 전력이 공급되는 시간이 일년의 99.9%라든지 또는 99.99%라든지 하는 것입니다. 전체적인 비율을 생각하면 정전이 되는 시간은 매우 작은 숫자이지만, 그래도 연간 약 1시간 또는 약 10 시간 동안은 정전이 된다는 것을 의미합니다. 일반 전기 사용자에게 있어서 이 정도의 정전은 아무런 문제가 되지 않습니다.

그러나 일년 내내 운전 되어야 하는 특히 기술집약적인 산업에서는 이것이 큰 문제가 되는데 이는 단순히 이러한 정전이 발생된 사실보다는 그로 인한 사후 처치에 걸리는 시간 동안의 가동중단이 생산 손실과 직결되고 나아가 기업의 대외 경쟁력에 큰 영향을 주기 때문이며, 한번에 이와 같은 정전이 일정 시간 동안 일어나고 다시는 안 일어난다면 그나마 괜찮지만, 이 시간이 쪼개져서 수십 번에 걸쳐 일어 난다면 안정적인 조업을 할 수가 없기 때문입니다.

전력의 신뢰성은 PCC(Point of Common Coupling = 배전계통 변압기의 일차 측, IEEE 참고) 에 전압이 공급되는 비율로 정의할 수 있습니다. PCC의 정의에 대하여는 다음 그림1을 참고하시기 바랍니다. 전력 품질은 PCC에서 다른 변수들과 공급 전압의 값에 의하여 정의 됩니다. 각 전력공급사업자는 자사 고유의 공칭전압과 정상상태

또는 반대로 그 외의 상태에서의 전압 범위를 정하여 두고 있습니다. 전력공급 사업자는 여러 다양한 송전 및 배전 시스템을 이용하여 모든 고객(전기 사용자)에게 전기가 공급되도록 서비스 하고 있습니다.

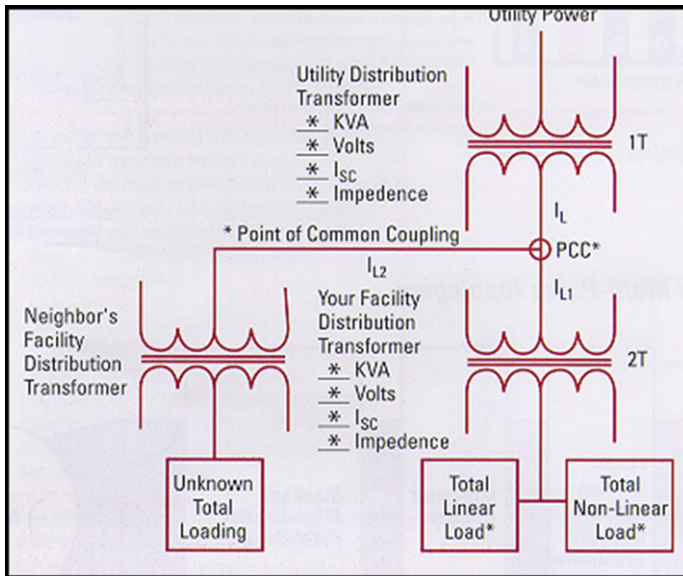


그림1 - PCC(Point of common coupling)

전압의 변동 값(그리고 다른 PQ 변수)은 날씨, 사고, 계통의 기기 고장, 운전 실수 또는 같은 계통의 고객 사에서의 사고 등에 의하여 영향을 받습니다. 이는 또한 사용자 자사 설비내의 부하, 결선, 기기의 잘못으로부터도 영향을 받습니다. 사용자 시설내의 전력 시스템은 접지설비를 갖추는데 이 접지 매체는 전기적인 충격을 방지하기 위하여 대단히 중요하지만 반대로 외란에 민감한 장비에 이롭지 않을 수도 있는데 이는 정상동작에 해로운 과도 현상에 대한 통로가 되기도 하기 때문입니다.

공칭전압과 주파수는 전력위원회에 의하여 결정됩니다. 다음에 기술하는 내용은 50Hz 또는 60Hz 시스템에서 표준으로 볼 수 있는 공칭전압과 변화 폭을 보여 줍니다. 일본 같은 나라에서는 특이한 시스템을 시행하고 있기도 하므로, 특정지역(나라)에 대한 또는 자세한 사양에 대하여는 자기가 속한 나라나 지역의 전력위원회가 정하는 내용을 참고하여야 합니다.

미국의 표준 60Hz 시스템, 공칭 값은 ANSI에 의하여 제정

2차 측 시스템	측정 포인트	정상 상태(+/- 5%)	부수적인 유사전압
3상 4선식 120/208 VAC (전등부하)	Phase - Neutral	126 - 114 VAC	127 - 110 VAC
	Phase - Phase	218 - 197 VAC	220 - 191 VAC
단상 3선식 120/240 VAC (주거용)	Line - Neutral	126 - 114 VAC	127 - 110 VAC
	Line - Phase	252 - 228 VAC	254 - 220 VAC
3상 4선식 277/280 VAC (산업용, 산업전등용, 분전)	Phase - Neutral	291 - 263 VAC	293 - 254 VAC
	Phase - Phase	504 - 456 VAC	508 - 440 VAC

표준 60Hz 시스템, 공칭 값은 전력공급 사업자 또는 각 지역(나라) 전력위원회에 의하여 제정

2차 측 시스템	측정 포인트	정상 상태	부수적인 유사전압
4선식 220/230/240/ 380/400/415 (산업용)	Phase - Neutral Phase - Phase	+/- 5%(통상) +/- 10%(드물게)	시스템마다 다름
220, 230, 240 VAC	Phase - Neutral	+/- 5%(통상)	시스템마다 다름

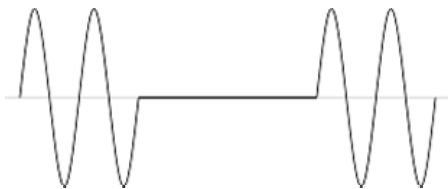
### PQ 현상의 분류

다음의 내용은 가장 일반적이며 가장 흔히 발생하는 PQ문제를 일반적으로 분류하여 설명한 것 입니다. 이 보다 더 자세한 분류 또는 다른 관점에서의 분류는 본 소책자의 범위를 벗어나므로 다른 자료를 참고하시기 바라며 저희 (주)피큐라이드의 홈페이지를 참고하시면 더욱 자세한 내용을 찾아 보실 수 있습니다. ([www.pq-ride.co.kr](http://www.pq-ride.co.kr))

세상의 어떤 전력공급 사업자도 외란 즉, PQ문제가 없는 전력을 고객에게 공급하는 것은 현재의 기술로 불가능합니다. 그 이유는 거의 대부분의 PQ문제가 전력공급 사업자가 통제할 수 있는 범위 밖의 사고들 즉, 천둥, 번개, 폭우, 강풍 등의 날씨관련 또는 지진 등의 자연 재해, 그리고 사고나, 기기의 고장 심지어는 계통에 연결되어 있는 각 고객 사에 의하여 발생하는 사고들에 의한 것이며 아주 멀리 떨어져 있는 곳에서의 사고도 거의 순식간에 멀리 떨어져 있는 다른 현장으로 전파되는 전력계통의 특성 때문입니다. 다음과 같은 예는 가장 빈번히 발생하는 PQ 문제 입니다.

#### 정전(Outage)

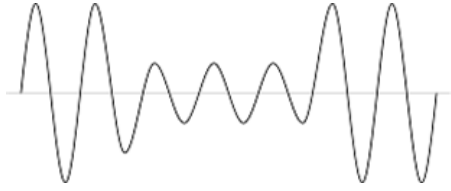
정전이란 아래 그림에 보이는 바와 같이 불과 몇 초부터 몇 시간에 이르는 동안 전압이 완전히 인가되지 않는 현상을 말 합니다. 단지 수 초 동안에 불과한 정전은 따로 마이크로 정전 혹은 순간 정전이라고 따로 분류 되기도 합니다. 이러한 정전은 주로 전력 공급 망의 송배전 계통에서의 고장으로 인하여 발생합니다. 아주 오랜 시간 동안의 정전은 블랙아웃(Black-out)이라고 따로 불리기도 하며 이는 보통 송배전 계통의 기기 고장 등의 근본적인 원인에 기인하는 것으로 모든 수용가에게 영향이 미칩니다.



#### 순간전압강하(Voltage Sag or Dip)

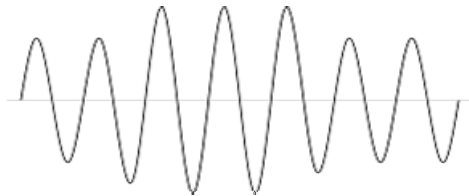
순간전압강하(Sag-미국식, Dip-유럽식)는 보통 1사이클(16.7msec) 미만부터 수 초 동안 전압이 기준보다 낮게 지속되는 현상을 말합니다. 전력공급선 쪽에서 사고로 인하여 발생하는 전압 강하 폭은 사고 지점으로 부터의 거리가 가까울수록 변동폭이 큼니다. 지속시간은 거리와 관계없이 얼마나 빨리 사고를 조치하였는지에 달려 있습니다. 반대로 수용가 내부의 전력 망에서 비롯된 전압강하는 과전압 또는 저 전압, 고장 정도에 따라 순간 전압강하 폭이 다름니

다. 예를 들어, 인접선로에서 대용량 모터의 기동으로 인하여 발생하는 순간전압 강하는 전력공급 망에서의 사고로 인한 전압강하 발생과 양태가 다른 것입니다. 이와 같은 순간전압강하(sag, 새그)가 발생하면 전원변동에 민감한 기기들이 오작동 또는 가동중단 될 수 있습니다.



**순간전압상승(Voltage Swell 또는 Surge)**

순간전압상승은 보통 1사이클(16.7msec) 미만부터 수 초 동안 전압이 기준보다 높게 지속되는 현상을 말합니다. 이 같은 순간전압상승이 2초 이상 지속되면 과전압으로 분류되기도 합니다. 이 같은 순간전압상승은 배전망에서의 사고나 대용량의 부하변동 또는 수용가의 기기 고장등의 원인으로 발생합니다. 15%이상의 전압상승은 순간적이라 하더라도 전원내성이 약한 민감한 부하에는 치명적인 손실을 야기합니다.



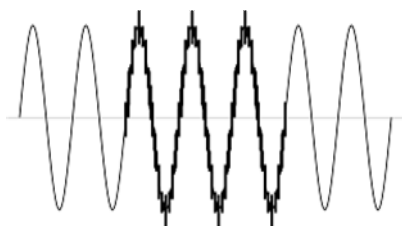
**과도전압(Transient 또는 Spike 또는 Impulse)**

과도전압은 매우 짧은 시간, 즉, 0.5 사이클(9msec)이내의 시간동안 싸인 파형의 어느 점에서건 또는 양극성이든, 부극성이든 매우 높은 전압이 발생하는 것을 말합니다. 과도전압이 심한 것은 전자 회로에 손상을 입히고, 약한 과도전압도 전자회로를 열화 시켜서 결국 사용 수명을 감소 시킵니다.



**고주파 전기 노이즈(High Frequency Electrical Noise)**

고주파 전기 노이즈는 부하에 이르는 전력선을 통하여 전달되는 전기적인 악 영향을(Interference) 말합니다. 전기적인 악영향은 RFI(Radio Frequency Interference) 또는 EMI(Electromagnetic Interference)입니다. 전기적인 악영향은 보통 PCC의 부하측으로부터 흘러들어 옵니다. 그 발생원은 주로 인버터 등 모터 가변속 구동장치, 용접기, 전력선 방식 통신 또는 전력 변환장치 등 입니다.

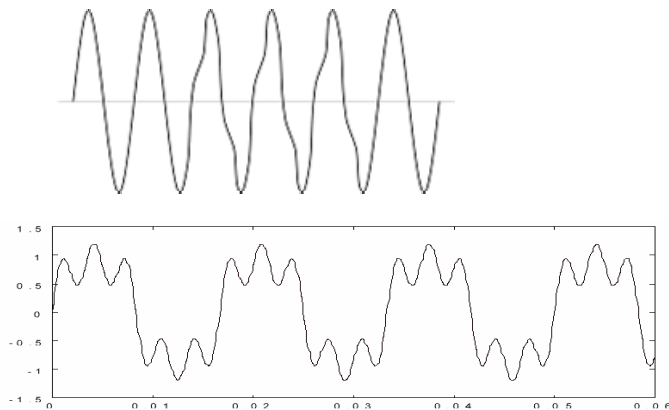


### 저주파 간섭(Low Frequency Interference)

저주파 간섭은 전력 공급망에서 전압조정기의 스위칭 또는 역률보상용 커패시터의 스위칭등에 의하여 발생합니다. 이 노이즈는 모터 가변속장치, 무선기기, 로봇 시스템등에 나쁜 영향을 미칩니다.

### 고조파 왜형(Harmonics Distortion)

고조파 왜형은 기본파 주파수의 배수로 발생하는 정현파의 왜형으로 보통 기본파의 몇%인가로 정의 합니다. 보통은 전기적으로 제어되는 큰 부하의 변동으로 발생하는데, 예를 들면, 모터 가변속장치, 정류기, 전자식 파워 서플라이 등입니다. 이 같은 왜형률에 관해서는 여러가지 표준이 있고, 많은 나라에서는 구체적으로 최대 허용 고조파를 정하여 두고 있습니다. 이 같은 고조파는 모터나 변압기, 전자기식 계전기 등의 동작에 악 영향을 미칩니다.



### **PQ의 원인**

공급 전원조건에 민감한 부하에 악영향을 주는 전력품질의 원인은 전력공급시스템 내에 수많은 요소가 관련되어있으며, 이는 배전망의 변압기부터 설비내의 부하에 전원을 공급하는 전선의 사이즈까지 실로 다양합니다. 전력품질의 원인이 무엇인지 올바르게 규명하고 또 이를 교정하기 위한 대책에 대하여 간단히 기술합니다.

### 설비내의 결선

PQ 관련하여 가장 중요한 원인은 설비의 전력 시스템의 설계와 시공입니다. 우리가 흔히 참고하는 전기공사의 표준들은 새로운 디지털, 또는 컴퓨터 기기의 사용을 고려하여 볼 때 점점 새로운 상황에 맞지 않는 구식이 되어가고 있습니다. 이 같은 새로운 기기의 사용에 문제가 없도록 전기 엔지니어는 이에 부합하는 새로운 규격으로 설계와 시공을 하여야 합니다. 이와 같은 개념은 새로운 부하의 사용 전에 그리고 사후에도 계속 고려되어야 합니다. 한마디로, 아무리 작은 규모의 전력 공급 시스템이라 할지라도 전력망 자체는, 어느 조그마한 부하 하나의 추가 또는 제거, 변동에 의하여 전체 망이 영향을 받는, 계속 살아 움직이고 변화하는 생명체와 같으므로 단 하루도 똑 같은 조건으로 존재한적이 없다고 보아야 합니다. 설혹 같아 보이더라도 전기의 속성상 이는 드러나지 않고 단지 조금씩 축적되어 가는 것뿐이며, 언제인가 임계점에 이르면 그제사 변화의 결과가 드러나는 것입니다.

### 설비내의 장비들

설비내의 대용량 부하들 또한 인접 부하들에 악 영향을 미칩니다. 이는 고조파 왜형, 순간 전압강하, 고주파 노이즈

등입니다. 이와 같은 악 영향을 발생하여 다른 기기에 악 영향을 주는 기기들을 아래에 무작위로 열거하였습니다. 주로 용량이 크거나 전자식 스위칭을 하는 요소가 들어있는 기기들입니다.

복사기	자판기	엘리베이터	용접기
인버터	레이저 프린터	전등 조절기	진공 펌프
가공기계	컴프레서	큰 DC 부하	전압조정기
무선기기	전력선통신기기	전기로	대용량 공정시스템

## PQ 체크리스트

공급전원에 민감한 기기들이 전압외란에 의하여 악 영향을 받는다고 판단이 되면, 고가의 PQ 계측기나 보호장치를 생각하기 이전에 다음과 같은 점을 점검하면 비교적 적은 비용으로 이를 줄일수 있습니다.

1. 각 기기에 공급되고 있는 전압이 제조사에서 지정하는 정격과 일치하는지 체크, 이때 전압을 측정하는 포인트는 실제 사용하는 곳이어야 함, 즉, 기기의 입력 단에서 측정할 것
2. 기기의 결선에 사용하는 모든 전선의 굵기를 물리적으로 확인, 사용중인 모든 판넬과 분전반 내의 모든 도체를 체크. 접지가 누락되지 않았는지, 접지선에 전류가 흐르지는 않는지 그리고 중성성과 접지선이 연결되어 있지는 않은지 체크.
3. 공급전원에 민감한 장비들이 따로 전력을 공급받고 있는지 체크.
4. 실내의 온도와 습도를 기록 관리할 것. 만일 압축공기나 진공을 사용하는 부하라면 실제 사용하는 포인트에서 이를 체크.
5. 사용중인 PQ보호 또는 개선 장치가 올바르게 동작하는지 체크, 전력 필터, 절연 변압기, 배터리 백업 시스템 등이 오히려 PQ의 문제를 일으키는 경우가 자주 있음.
6. 영향을 받는 장비나 기기간에 접지 루프(Loop)가 형성되어 있지는 않은지 체크.
7. 문제점의 내용이나 발생시간, 빈도 등을 아주 주의 깊게 기록 관리, 하루 중 정확히 어느 시간에 또는 어떤 운전 상황이나 조업 변화 시에 정확히 어떤 문제가 발생하는지 기록 관리, PQ 관련 많은 사고는 하루 중 또는 일정 조업 상황에서 발생하는 경우가 많음.
8. 문제가 있는 모든 시스템과 그 상황을 정확하게 기록 관리, 연관된 다른 시스템과의 관계에 의하여 문제가 발생하는 경우가 아주 많음.

## PQ에 민감한 장비, 기기의 저압 결선 개선책

### 1. 단상전원을 전용으로 따로 분리

부하간의 상호작용을 최소화하기 위해서는 회로망당의 부하 개수를 제한. 같은 분전반에 대용량 모터나 큰 부하를 함께 연결하여 사용하지 말 것. 10A에서 30A 이상 되는 민감한 부하는 그 부하만 따로 연결할 것, 1A에서 10A정도의 민감하지만 용량이 작은 부하는 비슷한 종류끼리 같이 연결해도 되나 이때 최대 피크부하의 80%이하로 할 것. 이때의 단상결선은 3결선 즉, 중성선이나 접지 그리고 두 개의 상으로 연결할 것.

### 2. 접지를 따로 분리

매우 민감한 부하나 공통접지 노이즈에(Common mode Noise) 취약한 부하는 접지회로를 따로 분리. 접지를 따로 분리한다는 것은 이음매가 없는 절연 도체 하나만을 민감한 부하로부터 메인의 접지점까지 연결하여 다른 접지와 연결 안되게 전용으로 분리 접지하는 것임. 만일 절연된 전력 조절기기( Power conditioning device)가 있는 경우에는 이 기기의 2차 측에 연결함.

### 3. 접지 루프(loop)를 회피

접지선끼리 형성되는 접지 루프는 사고전류나 노이즈가, 하나의 전력 시스템에서 다른 전력시스템 또는 그 하위 시스템으로 흘러가게 하는 통로가 됨. 이는 컴퓨터나 터미널, 프린터의 경우 이 같은 현상을 쉽게 볼 수 있고, 산업용의 경우에도 자동화 기기와 기계적인 장비간에 흔히 볼 수 있으며, 민감한 장비 전용의 접지봉이 따로 설치 된 경우에도 일단 루프가 형성되면 다른 현 지점(local) 접지봉과의 사이에 통로가 형성됨. 따라서 접지루프가 형성되지 않도록 모든 전기적인 연결 시스템을 단일 접지원에 연결할 것. 현 지점(local)의 접지봉을 사용하지 말 것. 만일 현 지점에 접지를 해야 할 필요가 있는 경우에는 기존에 설치된 접지 시스템 현황을 잘 아는 기술자와 상의하여 이 같은 접지루프가 형성되는 것을 피하여야 함. 데이터 전송용 통신선은 광섬유를 쓰거나 가능하면 분리기(isolator)를 사용할 것.

참고문헌 : NEC(National Electric Code, USA) FIPS Pub94.

## PQ 보호장치

여기서는 용도나 특성, 사용 목적 등, 여러가지 면에서 서로 다른 PQ보호장치의 기술에 대하여 간략하게 보입니다. 정확한 보호를 위해서는 당연히게도 정확한 데이터가 근거가 되어야 합니다. 따라서 담당자는 의심되는 PQ에 관련된 기록을 먼저 확보한 후 이에 가장 적합한 솔루션을 도출 하여야 하고, 이때에도 전기적인 안전에 관련된 사항이나 제조사의 표준 설치 시방을 준수하여야 합니다.

**주식회사 피큐라이드는 PQ의 계측에서부터 보호까지 종합적인 솔루션을 제공합니다.**

**검증된 최고의 제품만을 취급하며, 가장 합리적인 가격으로 완벽한 기술지원과 서비스를 지원합니다.**

### 1. **TVSS(Transient Voltage Surge Supresors)등 써지 보호기(SPD)**

우리나라에서는 SPD(Surge Protection Device)라고도 하는 TVSS는 부하에 병렬로 연결하여 사용하며 전압에 매우 민감한 기기입니다. 매우 빠른 높은 과도전압이 발생하면, TVSS가 동작하여 과도전압을 안전한 레벨로 유지



합니다. 이때의 과도한 에너지는 접지로 흘러가거나 전원으로 되돌아 갑니다. 이 기기는 과도한 전압을 전류로 변환하기 때문에 빌딩의 수전 점 같은 곳에 적용하여야 하고 반드시 과도한 전압을 경로를 바꾸어 접지 쪽으로 흐르도록 하여야 합니다. 만일 부하 가까이에 사용하게 되면, 반드시 전용의 접지와 연결하여 사용하여야 합니다. 이 기기는 극한 상황에서는 기기 자체(MOV)가 파손되면서 부하를 보호하기 때문에 그 정상 여부를 알 수 있는 감시 시스템을 같이 사용하는 것이 바람직하며 미국의 경우에는 항상 UL 인증된 제품을 사용하여야 합니다.

## 2. 절연 변압기(Isolation Transformer)와 NCT(Noise Cut Transformer)

절연 변압기를 사용하면 과도전압, 전기적인 고주파 노이즈, 중성선과 접지간 공통 노이즈(Common Mode noise)로부터 민감한 부하를 보호할 수 있습니다. 그 중에서도 공통 노이즈에 가장 효과가 뛰어납니다. 부하에 직렬로 임피던스를 삽입하는 것이므로 빠른 과도 전압으로부터의 보호에도 효과가 큼니다. 그러나 이때 변압기의 용량을 산정할 때 주의 할 점이 있습니다. 민감한 부하는 대개 크레스트 팩터(crest factor = 피크대비 실효 값)가 매우 큰 전자식 스위칭 형의 파워 서플라이(Switchmode Power Supply)를 장착하고 있으므로 이런 경우에는 변압기의 용량을 실제 피크 부하 값의 2배로 선정하여야 합니다.

절연 변압기는 기본적인 변압기의 원리에 따른 개선 효과가 있다는 것이지만, 최근에는 특별히 노이즈를 차폐하는 성능을 강화 한 제품들을 많이 사용하는데 대표적인 것이 노이즈 차폐 변압기(NCT - Noise Cut Transformer)입니다. NCT는 기존의 절연 변압기와 성능에서 다르기 때문에 성능이 명확하게 검증된 제품을 사용하여야 하고 이때 국제적인 규격이나 인증을 필요하였는지도 검토가 필요합니다. 성능 요건으로는 얼마만큼의 감쇄 특성을 가지고 있는지가 가장 중요하며 최소한 80dB 에서 100dB이상의 감쇄율을 갖는 NCT를 사용하여야만 소기의 성과를 볼 수 있습니다.

## 3. 필터(Filters)

PQ를 개선하는 데에는 대개 세가지 방식의 필터가 사용됩니다. 첫 번째는 부하 쪽에서 발생하여 AC 입력단으로 흘러가는 고주파 노이즈를 막아주는(Blocking) 용도로 사용하는 RFI(Radio Frequency Interference) 필터입니다. 이러한 종류의 필터는 대개 특정 파워 서플라이를 위하여 용량을 산출하고 설계합니다, 인버터의 입력단에 사용하는 RFI 필터가 대표적입니다. 두 번째는 다른 부하로부터 민감한 부하쪽으로 흘러오는 고주파 노이즈를 막아주는(Blocking) 용도로 사용하는 로우패스필터(Low Pass Filter = 저역 필터)입니다. 이러한 종류의 필터는 부하전류는 통과시키고, 외란성 주파수의 노이즈는 막아주도록(Blocking) 설계되어 있습니다. 세 번째는 고조파 필터입니다, 자세한 것은 앞의 설명을 참고하시기 바랍니다.

로우패스 필터는 흔히 원리상 L(인덕터)과 C(커패시터)의 조합으로 구성되기 때문에 LC 필터라고도 불리우는 대표적인 수동형 필터 입니다. LC 필터는 L과 C의 상수에 영향을 많이 받기 때문에 사용상 주의가 필요합니다. 즉, 전기 시스템이란 항상 변하기 때문에 설치시의 상수가 변경되는 경우에는 필터의 특성도 변화하여 때론 오히려 더 나쁜 방향으로 작용하기도 합니다. 따라서, 부하나, 전기 시스템이 변경이 향 후 없는 곳에만 사용하여야 하며 그렇지 않은 경우에는 지속적인 관리를 하여야 합니다.

최근에는, 수동형과 능동형 필터의 가격차이가 점 점 좁혀지는 추세이므로 이러한 관리의 편의성고 아울러 더 뛰어난 성능의 장점을 고려하여 능동형 필터를 많이 사용해 나가는 추세입니다.

#### 4. 전압조절기(Voltage Regulator)

전압조절기는 전압 변동범위를 줄여 줌으로써 PQ문제를 감쇄시키는 기기입니다. 이 기기들은 2초 혹은 그 이상의 시간 동안의 전압변동을 감소시켜 줍니다. 용량은 수백 VA 부터 수천 KVA까지 다양하며 사용전압 또한 저압에서 배전전압까지 다양합니다. 가장 최근의 기술은 각 상에 전력반도체 스위칭 소자를 사용하여 삼상 배전전압에 사용할 수 있는 기술입니다. 이 기술은 약 1사이클(16.7초) 이내에 반응하여 순간 전압강하나 상승을 보호하는데 약간의 도움이 됩니다. 그러나 최근에는 순간전압강하의 경우에는 전압강하 폭이 크거나 지속시간이 긴 경우에 사용하는 전문 장비들을 사용하는 것이 보통입니다. 보통 사용하는 저압에서의 전압 조절기는 약 세가지 기술로 구성되어 있습니다. 예컨대, 페로레조난트(ferroresonant)방식, 절연변압기를 이용한 탭 스위칭 방식, 오토 트랜스포머를 이용한 탭 스위칭 방식 등입니다. 최근의 전압 프리 파워 서플라이는 입력전압 범위가 90VAC에서 264VAC에 이르기 때문에 전압 조절기를 사용할 필요가 없습니다. 페로레조난트 변압기는 어떤 파워 서플라이에 대해서는 정상 작동 시에도 피크전류를 제한하는 악영향을 주기도 하므로 잘 검토하고 필요하면 파워서플라이 공급자에게 문의 후에 사용하는 것이 바람직 합니다.

#### 5. 전력 조절기(Power Conditioner) – 저 임피던스 부하 조절기(Low Impedence Load Regulator)

이 기기는 스위치 모드 파워 서플라이 부하에 대하여 전류를 조절해 줍니다. 보통 스위치 모드 파워 서플라이와 연계하여 사용할 수 있도록 설계되고 스위치 모드 파워 서플라이에 매우 높은 피크 전류를 공급합니다. 이러한 기기는 절연을 시켜주고, 양방향 필터링이 되면, 중성선과 접지 사이를 확실하게 연결(bonding) 하여주는 효과가 있습니다. 삼상용은 고조파를 필터링하여 주기도 하는데 고조파 부하전류를 약 30%에서 50%까지 감쇄시켜 줍니다.

#### 6. UPS(Uninterruptible Power Supply)

UPS는 심한 순간 전압강하나 정전 발생시 민감한 부하에 미리 저장되어 있던 에너지를 전력으로 변환하여 공급해주는 장치입니다. 시중의 UPS에는 여러가지 방식이 있습니다. 용량은 작은 부하를 위한 0.1KVA에서 전체 공장을 커버할 수도 있는 20,000KVA까지 다양합니다. 미리 에너지를 저장하는 매체는 배터리, 커패시터, 기계적인 플라이 휠, 슈퍼커패시터 부품까지 다양하지만 현재까지는 배터리가 가장 많이 사용되고 있습니다. 전력 공급이 중단되면 저장된 에너지를 전력으로 변화하여 공급하며 이때 얼마 동안 공급 가능한 지 여부는 저장된 에너지의 양에 따릅니다. 종전의 UPS는 주로 비상, 방재, 조명, 탈출을 위한 비상용으로 용량을 산정하고 그 용도로 사용하는 것이 일반적입니다. 왜냐하면 이러한 타입의 UPS는 Off – Line 방식으로 절체 시간이 오래 걸려서 순간 전압강하에 대해서는 효과적인 대응이 되지 않았습니니다. 최근에는 On-Line 타입의 UPS를 중요한 공정에 사용하기도 합니다. 그러나, On-Line 타입의 UPS는 초기 구입비용은 저렴할 수 있으나 오랜 기간 동안 사용을 고려할 때 몇 가지 불리한 점이 있는데, 효율이 좋지 않아서 장기적으로 전력 소비 비용이 많이 들고, 배터리를 주기적으로 교체해주어야 하므로 총 소요비용 면에서는 다음에 언급하는 전문 장비보다 불리합니다. 또한, 냉각을 위하여 주기적으로 유지 보수와 점검을 해 주어야 하는 문제나, 사용환경에 제약을 받는 다든지, 모터 등의 전류 변동이 심한 부하에 대응을 위하여는 용량 여유율을 크게 주어야 하는 등의 단점이 있습니다.

#### 7. 순간 전압강하 보상장치(Voltage Sag Compensating Device)

Sag 또는 Dip이라고 정의하는 순간 전압 강하를 보상하여 공정의 Down time을 막아주는, 이 기기는 PQ전용으

로 설계 제작된 기기로 가장 흔하게 발생하는 PQ 문제인 순간 전압 강하 시에 전압을 상승(Voltage Boosting) 시켜주어 기기의 오작동이나 가동중단을 막아 줍니다. 보통 순간 전압강하는 1초 이하의 매우 짧은 시간 동안, 전압강하 폭은 대개 50% 미만이기 때문에 이를 보호하기 위한 풀 세트의 UPS보다 훨씬 간단하고 비용이 저렴한 방식입니다. 또한 반응속도가 매우 빠르고, 최신의 전력전자 소자 및 기술을 이용하므로 기기의 신뢰성이 높고 대개 Off-Line 모드로 운전되기 때문에 운전효율이 매우 높아서 경제적입니다. 용량은 작은 부하를 위한 0.1KVA에서 전체 공장을 커버할 수도 있는 20,000KVA까지 다양합니다. 설계 기술에 따라 다르지만 영향을 받지 않은 정상의 상으로부터 잉여전력을 공급 받기도 하고 배터리나 커패시터로부터 부족한 전력을 공급받기도 합니다. 전력공급 사업자로부터의 전력이 정전 없이 신뢰성은 있으나 순간전압강하가 많이 발생하는 경우에 저비용으로 가장 효과적인 방식입니다.

이러한 종류의 기기를 선택할 때에는, 예를 들어 보상시간이나 동작 전압을 조절할 수 있는지, 드물지만 치명적인 사고를 유발하는 50% 이상의 전압강하에 대응하도록 100% 전압강하에도 보상을 해 줄 수 있는지의 여부 등을 확실하게 비교 검토하여야 합니다. 전원 장치이기 때문에 전원 자체의 문제점뿐만 아니라, 다른 기기에 간섭을 줄 수 있는 노이즈 관련 성능에 대한 국제적인 규격이나 인증을 필한 제품인지 꼭 체크하여야 합니다.

## 8. UPS와 비상 발전기 조합

비상발전기가 가동 될 때까지 UPS가 민감한 부하에 대한 PQ를 보호하는 방식으로 가장 완벽한 방식이기는 하나 투자비가 많이 소요되고 시스템이 아주 복잡한 단점이 있습니다.

### 요약

PQ는 어쩌다 재수가 없어서 생기는 문제가 아니며, 피할 수도 없는 문제이고, 반드시 해결해야 되는 문제입니다. 모든 일에는 결과가 있으면 반드시 원인이 존재하며, 이로 인한 손실이 크면 클수록 이의 해결을 위해서는 매우 과학적이고 체계적인 접근과 투자가 필요합니다.

저희에게 PQ문제를 상담하는 경우의 통계를 내보면, 기상악화 등 자연현상이나, 공사 중 사고나 계통운영상의 오류 등에 의한 불가항력적 원인에 의한 전력공급자 측의 문제도 많이 있지만, 50%이상의 경우가 내부적으로 부적절한 결선, 연결, PQ보호 장치를 정확하게 적용하지 않은 경우, 전기 공사불량 등입니다. 이러한 내부적인 요인에 대한 개선책은 다음과 같습니다. 물론, 수전점의 상위로부터 유입되는 문제에 대하여는 현장상황이나 기대효과에 가장 부합하는 적절한 PQ 보호장치를 사용하여야 합니다.

1. 대용량 부하는 분리, 민감한 부하는 분리하여 전용의 전력 공급선 사용
2. 민감한 부하나 중요한 부하는 전용의 변압기를 이용한 분전망에 연결, 이는 PQ보호장치 설치 시에도 소요 비용을 줄이는 효과가 있음
3. 민감한 부하나 중요한 부하는 독립된 전용의 접지를 따로 설치, 이때 접지가 확실하게 분리되어 있는지 확인
4. 3개월에서 6개월 단위로 예방정비 실시, 이때 모든 회로를 체크
5. 접지선에 전류 값이 제로인 것을 확인
6. 입력 피더에 판넬 장착형(휴대용이 아닌) PQ미터를 설치하여 PQ데이터를 기록 관리. 이 데이터를 근거로

혹 전력공급 사업자 측에서 개선할 수 있는 문제인지 자체적으로 PQ보호장치를 사용해야 하는지 판단 가능함과 동시에 최적의 솔루션 도출에 큰 도움이 됨

7. PQ문제해결을 위해서는 매우 자세하고 구체적인 데이터가 있을수록 도움이 됨. 예컨대, 얼마나 자주 발생 하는지, 발생 빈도에 시간적인 규칙성이 있는지, 악 영향을 받는 기기는 무엇이며 증상은 어떠한지 등.

## 참고문헌

**ANSI C84.1** American National Standard for Electrical power systems

**FIBS Pub. 94** Federal Information Processing Standards Guideline on Electrical power for ADP Installations.

**IEEE 1159.2** PQ measuring standard

**Electrical Power Systems Quality** by Dugan, McGranaghan and Beaty

**IEC 61000-2-4** Electromagnetic Compatibility (EMC)

**ANSI C2.1997** National Electric Safety Code

**CSA 22.3 #2** Grounding Requirements for Electrical Supply Stations.

**Field Handbook for Power Quality Analysis** Dranetz-BMI Technologies Inc.

**IEEE519** Harmonic Control in Electric Power Systems

**NEC** National Electric Code, USA

**NFPA** National Fire Protection Association, USA

**IEEE Emerald Book** Powering and Grounding Sensitive Electronic Equipment(IEEE STD 1100-1992)

**IEEE Green Book** Grounding in Industrial and Commercial Power System(ANSI/IEE STD 142.1982)

**IEEE Orange Book** Emergency and Standby Power Systems for Industrial and Commercial Applications (ANSI/IEEE STD 446-1987)

**PQ Ride** <http://www.pq-ride.co.kr>

전력품질(PQ) 계측, 보호 종합 솔루션 - (주)피큐라이드

- 정밀 전력품질(PQ) 분석기
- 단상 순간전압강하 보호장치
- 삼상 순간전압강하 보호장치
- SPD / TVSS, 피뢰 및 접지
- NCT, 변압기, 리액터
- 역률 보상 컨덴서, 고조파 필터

서울특별시 강남구 수서동 716 한신씨이룩스 서관 1219 (우)135-560  
Tel. 02-2149-8877 Fax. 02-2149-8879 rick.suh@pq-ride.co.kr

Schneider Electric, 엔티씨, SoftSwitching, Hi2 범한, SUNKWANG, NOKIAN CAPACITORS