



## 전력품질 (PQ - Power Quality) 의 계측과 보호

전시 부스 # 915

서영남 ㈜피큐라이드 - 대표이사  
rick.suh@pq-ride.co.kr, 02-2149-8877

PQ Ride (주)피큐라이드

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

### 목차

PQ Ride (주)피큐라이드

- 개요
- PQ 문제의 발생, 증상, 원인과 결과
- 디지털 전력 감시 시스템
- PQ - Power Quality(전력품질) 이란?
- PQ 문제의 보호, 개선 방안

## 개요 - 전력품질(PQ)의 계측과 보호 종합 솔루션

PQ Ride (주)파류라이드

### 현상

전력 품질 문제로  
인한 공정 가동중단  
유, 무형의 생산손실



### 솔루션

계측, 분석, 24시간 감시  
및 보호를 통한  
전력품질 종합 솔루션



### 결과

생산성의 증대를 통한  
기업 경쟁력 향상  
명확한 문제점의 관리



### 원인

- 순간 정전, 전압강하
- 과전압, 과도 전압
- 플리커
- 고조파
- 전력요소 불 평형
- 노이즈, 정전기

### 조치

- 24시간 감시 분석을  
위한 ION PQ 미터링
- 정확한 PQ 분석
- 보호장치 설치
- 비용과 기대수준  
대비 최적 솔루션

### 효과

- 불확실성 제거
- 표준에 의한 관리
- 가동 중단 방지
- 생산성 향상
- 기업 경쟁력 강화

ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

## 개요 - PQ (Power Quality = 전력품질) 이란?

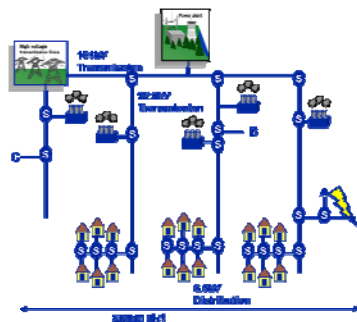
PQ Ride (주)파류라이드

- 부하의 운전 성능에 영향을 주는 공급 전압과 전력 시스템의 특성
- 전력 시스템이나 다른 부하에 영향을 주는 부하 특성
- 전력신뢰성이란 계측 점에서 전압의 존재여부 (구식개념)
- 전력품질은 정격전압에 대한 (다른 파라미터를 포함) 퍼센트 전압 값
- PQ의 종류
  - 과도전압(Transient)
  - 순간 전압강하/상승(Sag/Swell)
  - 고조파(Transient)
  - 플리커(Flicker)
  - 전압, 전류, 주파수 불 평형(Unbalance)
  - 정전기(Static Discharge), Noise

ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

- 개요
- PQ 문제의 발생, 증상, 원인과 결과
- 디지털 전력 감시 시스템
- PQ - Power Quality(전력품질) 이란?
- PQ 문제의 보호, 개선 방안

## 개요 - 전력품질(PQ) 문제의 발생



### 외부적인 원인(통제 불가능)

- 천둥, 번개
- 강풍, 폭우, 냉해
- 전력회사 설비 고장, 선로운용 질체
- 짐승, 공사현장 사고

### 내부적인 원인

- 큰 유도성, 용량성 부하의 투입, 절체
- 피뢰 및 접지실패
- 지선의 단락, 지락, 부하 급 변동
- 전력변환장치, 특히 인버터

### 전력사용자나 공급자 관리 밖의 영역

전력공급약관은 대개 99.9%  
1년 8,760시간의 0.01%는 8.8시간  
← 언제나 발생 가능  
(참고) 한전의 연 평균 정전시간은 18분

반도체 산업의 경우

← six-nine : 99.9999% 필요

## PQ 문제의 증상

PQ Ride (주)피큐라이드

- 전자제어 시스템의 예상치 못한 정지
- 데이터 변경, 손실
- 시스템의 재 부팅
- 전자 시스템의 비정상적인 고장을 증가
- 변압기 과열, 소음
- 모터 고장, 소음
- 역률 보정용 콘덴서 고장
- 계측, 테스트 결과 에러



ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

## PQ 문제의 원인?

PQ Ride (주)피큐라이드

- 20년 이상의 산업현장 경험에 의한 데이터:
  - PQ 문제의 90%는 계기 설치 점을 기준으로 사용자 측에서 발생
  - 금전적인 손실의 80%는 전력공급자에 의해 발생된 10%의 문제가 원인
  - 전력공급자로부터의 문제 중 대부분(92%이상)은 순간전압강하 (Voltage sag)



ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

## PQ 문제의 원인

PQ Ride (주)피큐라이드

### ❖ 발생빈도의 순으로 .....

- 사용자의 부하
- 사용자의 전력시스템과 접지 오류
- 부하간의 상호 간섭
- 전력 시스템 설계나 시공상의 오류
- 기상관련, 번개, 폭풍우
- 전력공급자의 발전시스템
- 전력공급자의 송전시스템
- 전력공급자의 배전시스템



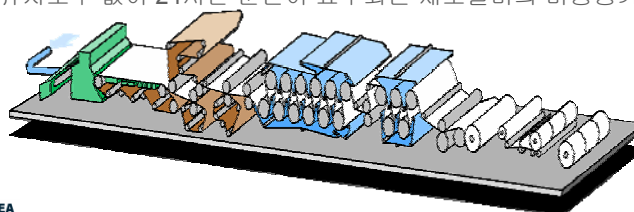
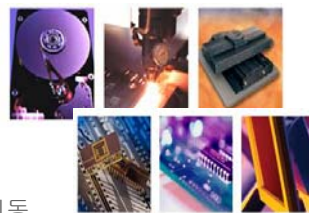
ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

## PQ 문제의 원인

PQ Ride (주)피큐라이드

### ❖ 전력품질(PQ)에 대한 요구사항 증가

- 마이크로 전자공학 발달
- 자동화 설비 증가
- 연속 공정 증가
- 컴퓨터의 이용 증가
  - 전산실로부터 생산 현장으로의 컴퓨터 이동
- 각 공정 복잡도, 중요성 증가
  - 설비와 공정의 자동화, 공정의 연속화
  - 유지보수 없이 24시간 운전이 요구되는 제조설비의 비용증가

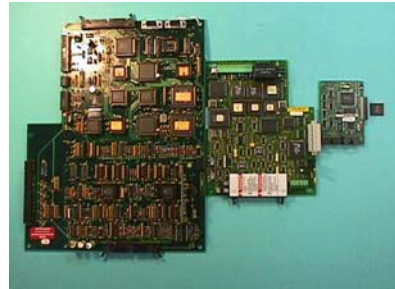


ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

### ❖ 마이크로 전자공학의 발전

- 1970 – 칩 당 트랜지스터 집적 수 2000 \*(0.001 joule)
- 1980 – 칩 당 트랜지스터 집적 수 10,000 \*(0.0001 joule)
- 1990 – 칩 당 트랜지스터 집적 수 1,000,000 \*(0.00001 joule)
- 2000 – 칩 당 트랜지스터 집적 수 1,000,000,000 \*(0.000,000,1 joule)

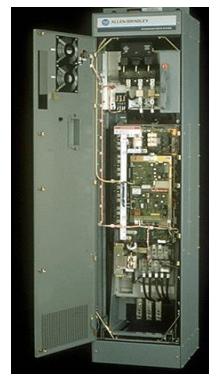
\* 장애를 유발하는 민감도 수준



ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

## PQ의 경향

- 매년, \$200억 이상의 전력 반도체가 설치 가동 됨
- 현재, 모든 소비 전력의 30%가 반도체 소자를 통과함
- 2010년에는 70%로 증가 예상(EPRI)  
 ← 낮은 수준의 전력품질에 의한 연간 손실비용은 2000년 기준 15조원으로 추산 (미국 내)



ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

- PQ에 민감한 전자, 제어장비의 사용이 증가할수록, 통상적인 전력 외란(Power disturbances)에 의한 비용 증가
  - 1970's 미국 내 추정 : 100억 원 (정전)
  - 1980's 미국 내 추정 : 1,000억 원
  - 1990's 미국 내 추정 : 1조 원 (순간정전)
  - 2000's 미국 내 추정 : 150조 원 (모두)

EPRI(미국 전력기술 연구원)예측

## 산업계의 손실 예

- 자동차 제조업  
순간적인 정전에 의한 생산라인의 정지  
사고당 손실액 : 5천만 원 - 5억 원  
손실비용: 연간 100억 원
- 반도체 제조업  
사고당 손실액 : 2억 5천만 원
  - Texas Instrument, 1996  
비용손실: 3억 원 + 매출손실: 10억 원
  - Intel, 1996  
사고당 5억 원 - 10억 원 (매출손실 포함)
  - 300mm Wafer → 2배로 증가
- 화학 산업  
사고당 손실액 : 5천만 원 - 5억 원  
듀폰 사의 예 : PQ 보호로 연간 750억 원 절감 효과  
(사고와 환경 오염 방지에 대한 대책 분 포함)  
Source - EPRI



- **필요성** - 전력 공급자와 사용자 모두 PQ 문제는 막대한 비용 요구
- **솔루션**
  - 고장으로 인한 가동중단 방지
  - PQ 문제 발생에 대한 신속한 대처
  - 유지보수 향상
  - 성능 기준 요건 검증
  - PQ 문제 규명 후 방지대책 시행



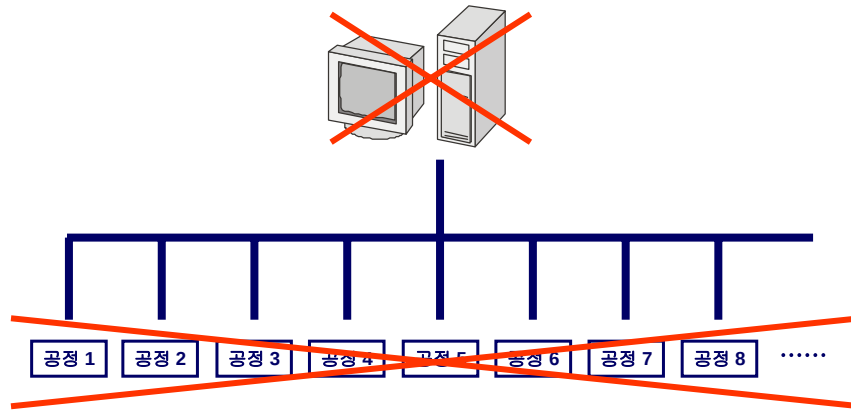
ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

- 개요
- PQ 문제의 발생, 증상, 원인과 결과
- 디지털 전력 감시 시스템
- PQ - Power Quality(전력품질) 이란?
- PQ 문제의 보호, 개선 방안

ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전



❖ DDC – Direct Digital Control (직접 디지털 제어)



‘중앙 관리 방식 → 사고 시 취약’

❖ DDC – Direct Digital Control (직접 디지털 제어)

전력 감시의 기능 보다는 제어와 프로세스 처리의 개념

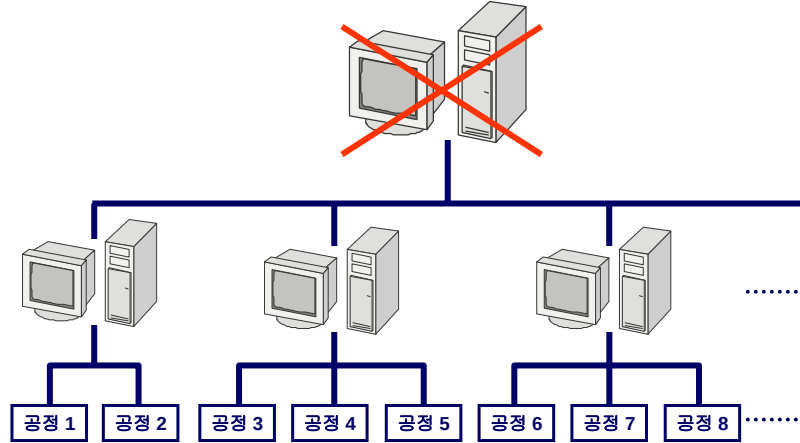
컴퓨터를 이용한 제어개념은 1960년대 중반부터 프로세스 제어분야에 도입되기 시작

초기의 컴퓨터를 이용한 제어개념은 1970년대 중반까지 한 대의 컴퓨터에 의한 DDC(Direct Digital Control) 시스템과 현장 아날로그 연결에 의한 제어방식이 주종을 이루고 있었음

DDC 시스템이란 한 대의 컴퓨터에 프로세스 데이터의 입력, 출력 및 플랜트의 감시, 조작, 제어 등을 모두 집중화 시켜 관리하는 시스템 임

DDC의 경우 모든 제어기능이 한 대의 컴퓨터에 집중되어 있으므로 컴퓨터에 이상이 발생하면 공정 전체가 제어 불능 상태가 되어 신뢰성 저하가 문제가 됨

### ❖ DCS – Distributed Control System (분산 제어 시스템)



‘분산제어 방식 → 사고 시 유리’

### ❖ DCS – Distributed Control System (분산 제어 시스템)

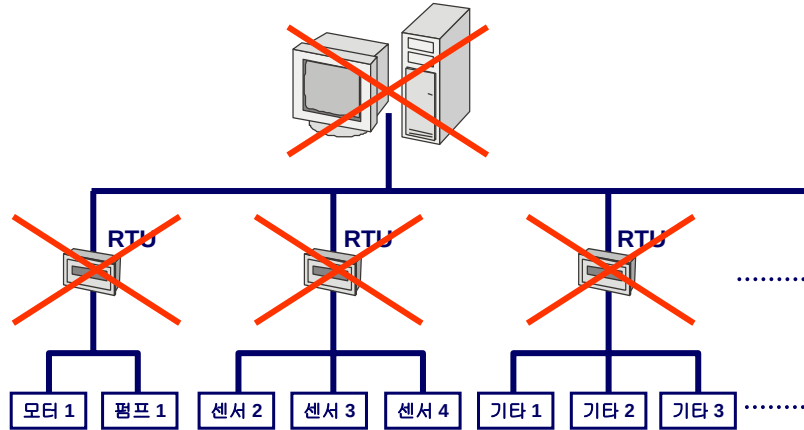
전력 감시의 기능 보다는 제어와 프로세스 처리의 개념

DDC의 단점을 보완하기 위하여 하나의 중앙처리 장치를 여러 개의 작은 중앙처리 장치로 나누어 기능별로 분리하고 작은 용량의 중앙처리 장치를 갖는 각각의 컴퓨터를 통신 네트워크로 연결시켜 전체 시스템을 구성하도록 되어 있으며 1975 년에 탄생

DCS의 기본개념은 공정제어에 적용되는 시스템을 각 플랜트에 알맞은 단위 서브 시스템으로 분리하고 각 소단위 시스템에서는 각각의 주어진 역할을 수행하며, 상호간에 통신이 가능하도록 한 것으로서 DCS는 소형 DDC 시스템 여러 개를 유기적으로 연결하여 전체 시스템을 구성한 것임

DCS의 기본 특징은 프로세스 제어기능을 여러 대의 컴퓨터에 분산시켜서 신뢰성은 향상시키고 이상 발생시 그 파급 효과를 최소화 시키며 프로세스 정보처리 및 운전 조작 그리고 분산 설치된 컴퓨터들의 관리기능 등은 중앙의 주 컴퓨터(DOC : Distributed Operate Console)에 집중화 시킴으로써 자료처리 및 운영관리를 원활하게 하는데 있음 (제어기능 분산, 데이터 집중)

❖ SCADA – Supervisory Control And Data Acquisition  
(원방 감시 제어 및 데이터 수집 시스템)



ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

❖ SCADA – Supervisory Control And Data Acquisition  
(원방 감시 제어 및 데이터 수집 시스템)

**DCS보다 제어 처리는 낮으나, 자료 수집이나 이벤트 처리는 크게 향상**

1973년 PICA ( Power Industry Computer Applications ) 회의에서 최초 등장

통신 경로상의 아날로그 또는 디지털신호를 사용하여 원격장치의 상태정보 데이터를 원격 소장치(RTU : remote terminal unit)로 수집, 수신, 기록, 표시 하여 중앙제어시스템이 원격장치를 감시 제어하는 시스템

SCADA시스템으로서 요구되는 주요 기능으로는 ANSI(미 표준연구소)/IEEE(전기전자기술자협회) Std c37.1-1987의 권고 안에 명시된,

- ① 원격장치의 경보상태에 따라 미리 규정된 동작을 하는 감시시스템의 기능인 경보기능
- ② 원격 외부장치를 선택적으로 수동·자동 또는 수·자동복합으로 동작하는 감시제어기능
- ③ 원격장치의 상태정보를 수신, 표시, 기록하는 감시시스템의 지시(표시)기능
- ④ 디지털 펄스정보를 수신, 합산하여 표시, 기록에 사용할 수 있도록 하는 누산 기능
- ⑤ 미리 규정된 현상을 인식, 발생현상의 데이터를 제공하는 감시시스템 기능 등 이 있음

ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

## 전력감시시스템 (PMS – Power Monitoring System)

PQ Ride (주)피큐라이드

### ❖ 기본개요

ION



ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

## 전력감시시스템 (PMS – Power Monitoring System)

PQ Ride (주)피큐라이드

### ❖ PMS와 SCADA의 차이점

제어보다 전력감시 및 관리에 중점을 둠

전력 감시 시스템(PMS)는 어떠한 장비의 고장이나, 전력 네트워크의 문제상황 발생 시 정확한 정보를 제공하거나 경보를 통해 사용자에게 알려주기 위해 발전 되어 옴.

전력 감시 시스템(PMS)의 혜택은 관리의 기능을 제공함으로써 전력 네트워크 계통의 전력이나 전력량에 대한 정확한 값을 측정하고, 비효율적으로 사용되어 지거나 문제가 되는 부분들을 사용자가 알 수 있도록 가시화 해줌

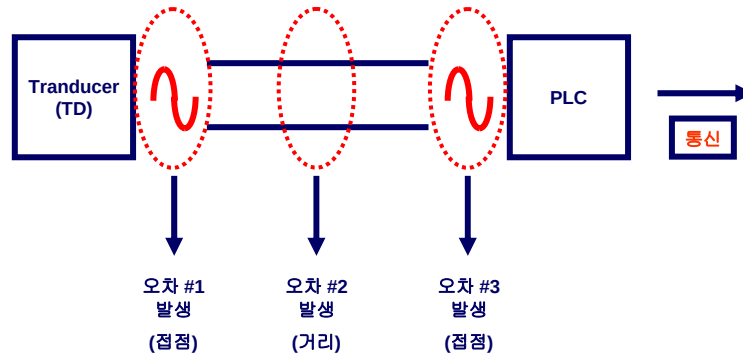
이를 통해 사용자는 전력계통에 대한 문제점과 개선에 대한 데이터를 충분히 제공 받음으로써 사고를 대비하고 예방할 수 있게 됨

따라서, PMS는 다른 어떤 시스템보다 전력감시자체에 우선순위를 두고 있음

ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

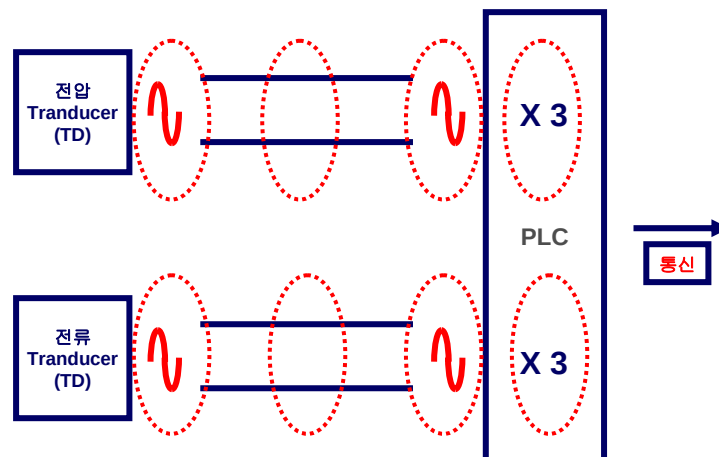
❖ 아날로그 미터와 디지털 미터의 차이점

아날로그 미터는 한 상만 계측하여 중앙에서 연산 (계측오차발생)



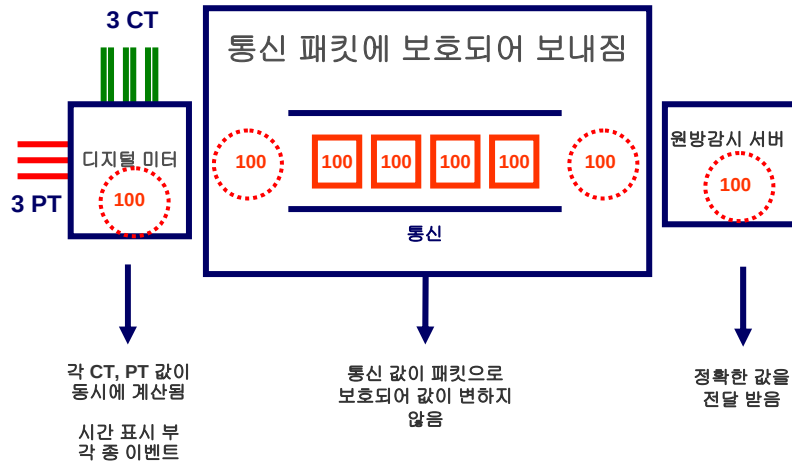
❖ 아날로그 미터와 디지털 미터의 차이점

한 상만을 측정 할수록, 설치지점이 많아질수록 오차가 커짐



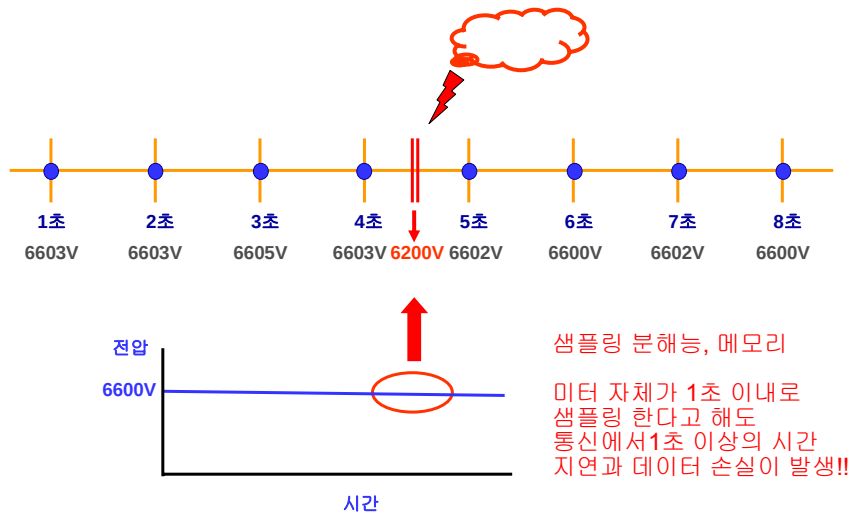
❖ 아날로그 미터와 디지털 미터의 차이점

디지털 미터는 3상 값과 이벤트를 통신으로 정확히 전달



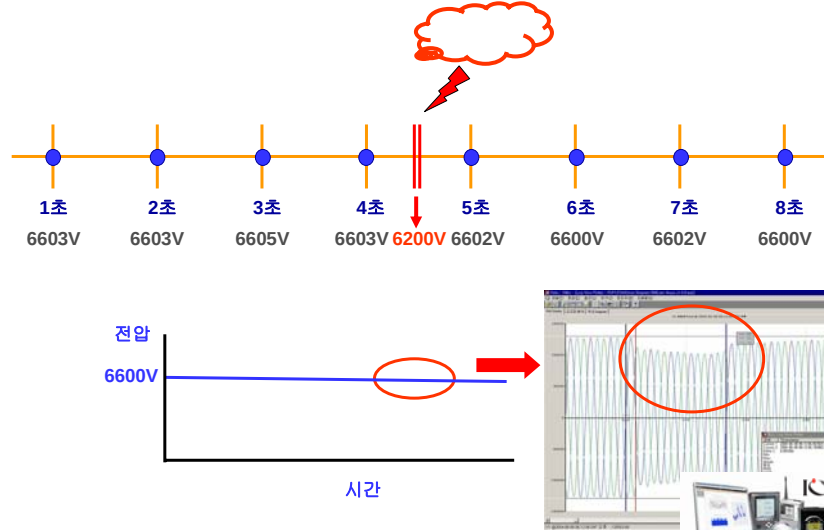
ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

❖ 일반 디지털 미터



ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

❖ 지능형 디지털 미터 - 자체 메모리, 로깅, PQ 계측 성능



ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

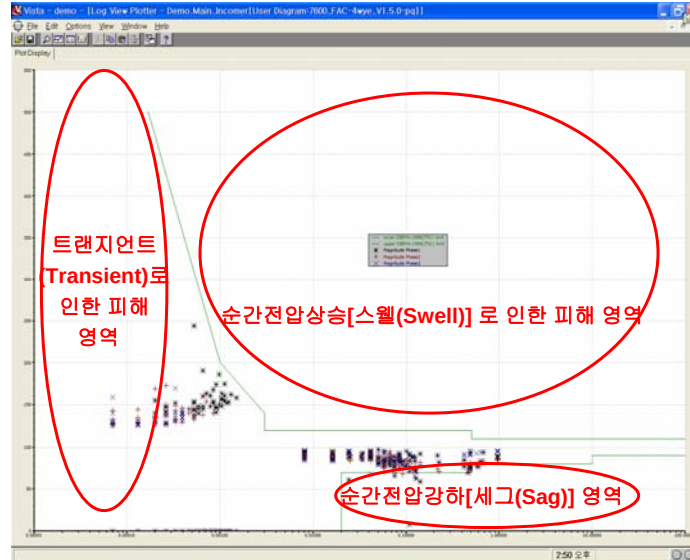
❖ 정밀한 분석 자료



| Duration | Magnitude Phase1 | Magnitude Phase2 | Magnitude Phase3 | Cause            | timestamp                 |
|----------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------------|
| 0.058    | 86               | 80               | 86               | SagSwell         | 2004-06-25 11:14:39.197 S |
| 0.024    | 94               | 87               | 91               | SagSwell         | 2004-06-19 10:09:23.131 S |
| 0.675    | 94               | 84               | 80               | SagSwell         | 2004-06-19 08:51:01.378 S |
| 0.458    | 70               | 69               | 70               | SagSwell         | 2004-06-19 08:50:27.113 S |
| 0.083    | 93               | 88               | 83               | SagSwell         | 2004-06-19 08:50:27.113 S |
| 0.484    | 76               | 75               | 81               | SagSwell         | 2004-06-19 08:50:27.113 S |
| 0.475    | 76               | 75               | 81               | SagSwell         | 2004-06-19 08:50:27.113 S |
| 0.041    | 87               | 84               | 93               | SagSwell         | 2004-06-19 08:23:29.575 S |
| 0.141    | 92               | 82               | 77               | SagSwell         | 2004-06-19 08:16:53.472 S |
| 0.016    | 85               | 94               | 87               | SagSwell         | 2004-06-19 08:14:15.359 S |
| 0.025    | 88               | 84               | 93               | SagSwell         | 2004-06-19 08:14:15.117 S |
| 0.000065 | 143              |                  |                  | Transient Phase2 | 2004-06-18 02:44:41.524 S |
| 0.000026 | 142              |                  |                  | Transient Phase1 | 2004-06-18 02:44:41.524 S |
| 0.000325 |                  |                  | 170              | Transient Phase3 | 2004-06-18 02:44:41.524 S |
| 0.000065 |                  |                  | 129              | Transient Phase3 | 2004-06-18 02:44:14.526 S |
| 0.00052  | 138              |                  |                  | Transient Phase1 | 2004-06-18 02:44:14.526 S |
| 0.000065 |                  | 126              |                  | Transient Phase2 | 2004-06-18 02:44:14.509 S |
| 0.00026  |                  |                  | 129              | Transient Phase3 | 2004-06-18 02:44:14.426 S |
| 0.00104  | 156              |                  |                  | Transient Phase1 | 2004-06-18 02:44:14.426 S |
| 0.000325 |                  | 133              |                  | Transient Phase2 | 2004-06-18 02:44:14.409 S |
| 0.000845 | 1154             |                  |                  | Transient Phase1 | 2004-06-18 02:44:14.326 S |

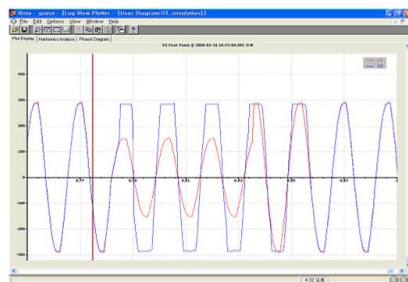
ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

❖ CBEMA 기준 분석 예



ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

❖ 사고 파형 예



파형(Waveform) 하나가 수천 마디의 말과 같은 가치가 있다!

“ 모든 파형은 특징을 가지고 있다. 계기에 의해 기록된 의심스러운 파형을 참고 자료와 비교해 보고, 벡터와 각도를 검토하면, 발생된 PQ 문제에 대하여 최소한 2~3 가지의 가능한 원인을 찾아 낼 수 있다. ”

Jerry Zahora,  
LexisNexis Data Center, USA

- ❖ 사전 유지보수로 예상치 못한 조업중지 감소, 예방
- ❖ 정확한 원인파악에 근거하여 정확한 개선책 도출
- ❖ 근본적인 조치 가능, 엉뚱한 곳에 또는 과도한 투자 방지
- ❖ 표준 설정 및 그에 따른 지속 관리
- ❖ 단 한번의 정확한 사고 분석 및 개선대책 수립만으로도 투자비 회수
- ❖ 생산성과 품질의 향상, 고객 만족의 향상.

ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전



❖ 비교 - 다중 계측 시스템 휴대용 PQ 분석기



❖ 완벽한 감시 시스템

❖ 소요 비용 과다  
❖ 소요 기간 과다

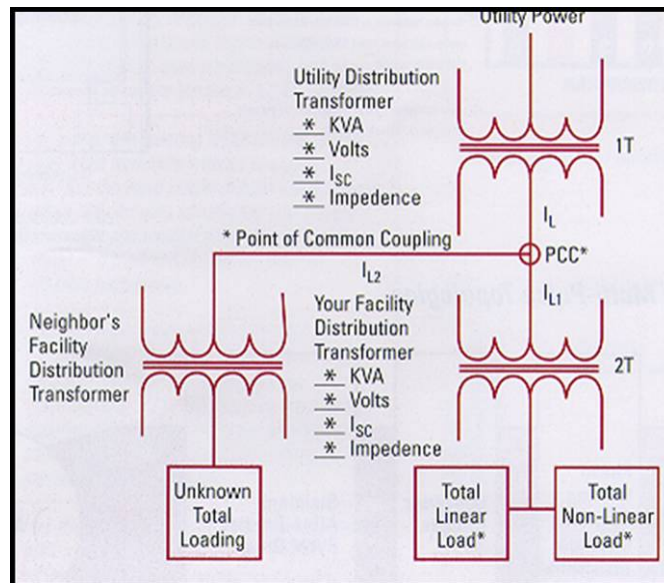
❖ 휴대용 단일장비

❖ 소요 비용 최소화  
❖ 즉시 운용가능  
❖ 활용도 증대

- 개요
- PQ 문제의 발생, 증상, 원인과 결과
- 디지털 전력 감시 시스템
- PQ - Power Quality(전력품질) 이란?
- PQ 문제의 보호, 개선 방안

## 기준점 - PCC (Point of Common Coupling)

PQ Ride (주)피큐라이드

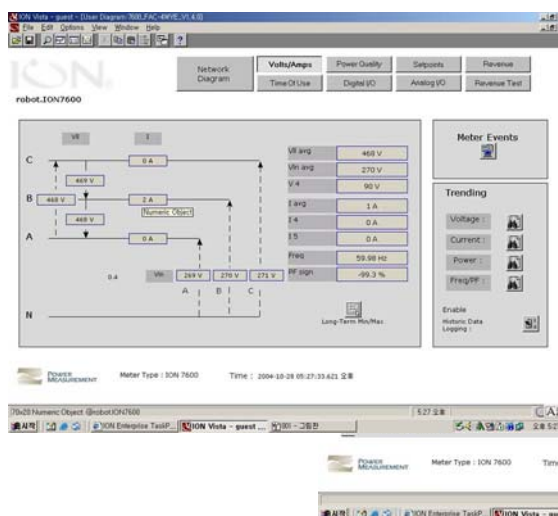


ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

## 정밀 디지털 계측

PQ Ride (주)피큐라이드

### 기본 전력 계측



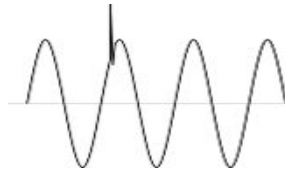
### PQ 분석 메인 화면



ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

## 과도전압(Transients)

PQ Ride (주)피큐라이드



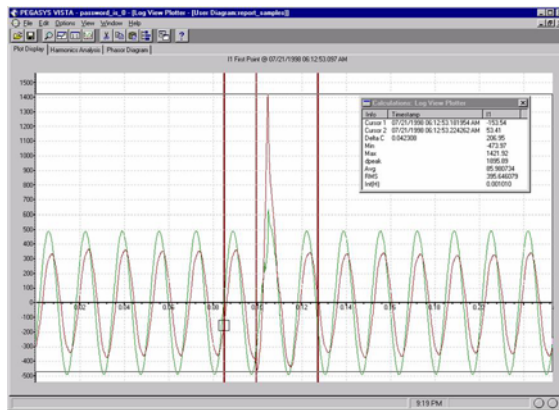
전압 레벨과 지속시간  
100% Vrms 또는 그 이상  
지속시간 : < 1cycle

### 가능한 원인

1. 유도부하 스위칭 On/Off
2. 번개
3. 고장 제거(Fault reset)
4. 커패시터 동작(On/Off)

### 결과

1. 데이터 변경, 손실
2. 제어용 컴퓨터 에러
3. 누적되면 기기 고장
4. 퓨즈 동작 등



ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

## 순간전압강하(Voltage Sag)

PQ Ride (주)피큐라이드



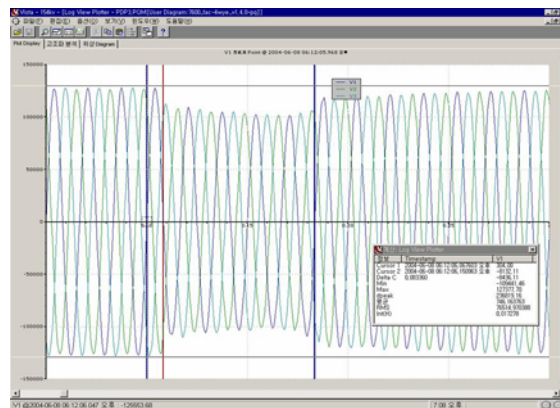
전압 레벨과 지속시간  
85% Vrms 미만  
지속시간 : < 1 ~ 30 cycle

### 가능한 원인

1. 대용량 부하 기동
2. 접지 실패
3. 차단기 동작

### 결과

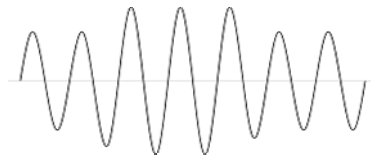
1. 데이터 변경, 손실
2. 제어용 컴퓨터 에러
3. 누적되면 기기 고장
4. 전등 깜빡거림
5. 기기 수명 단축



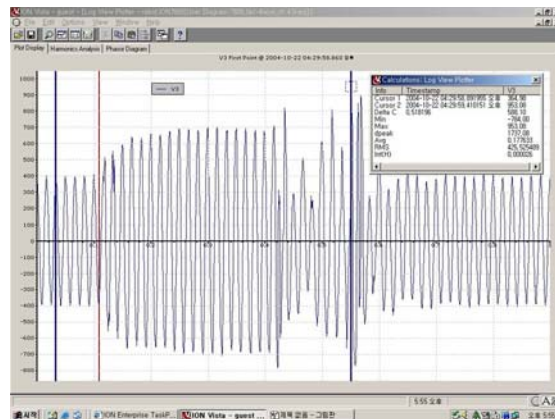
ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

## 순간전압상승(Voltage Swell)

PQ Ride (주)피큐라이드



전압 레벨과 지속시간  
105% Vrms 초과  
지속시간 : < 1 ~ 30 cycle



### 가능한 원인

1. 고장 발생
2. 갑작스런 부하 감소
3. 중성선 개방
4. 선로 누설

### 결과

1. 전등 깜빡거림
2. TV 화면 크기변화
3. 누적되면 파워 고장

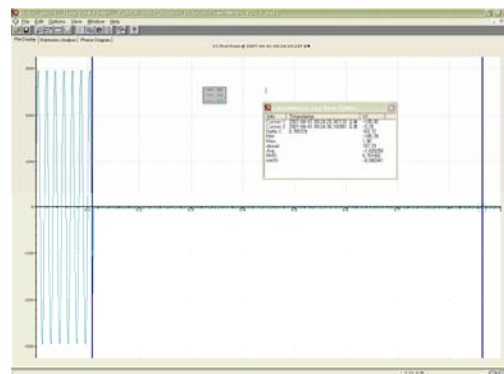
ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

## 순간정전(Outage)

PQ Ride (주)피큐라이드



전압 레벨과 지속시간  
85% Vrms 미만  
지속시간 : > 30 cycle



### 가능한 원인

1. 고장
2. 사고

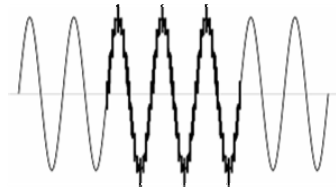
### 결과

1. 라인 가동중단

ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

## 고주파 노이즈(High Frequency Noise)

PQ Ride (주)피큐라이드



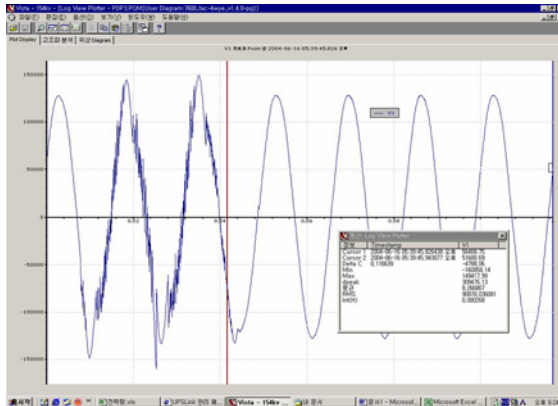
전압 레벨과 지속시간  
지속시간 : > 연속

가능한 원인

1. RFI, EMI
2. 정지형 전력 변환기
3. 변압기 포화
4. 형광 램프
5. 유도성 부하

결과

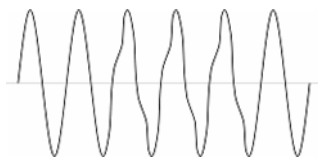
1. 데이터 변경, 손실
2. 제어용 컴퓨터 에러
3. 설비 고장
4. 각 종 계측 에러
5. 노이즈 외란



ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

## 고조파 왜형(Harmonic Distortion)

PQ Ride (주)피큐라이드



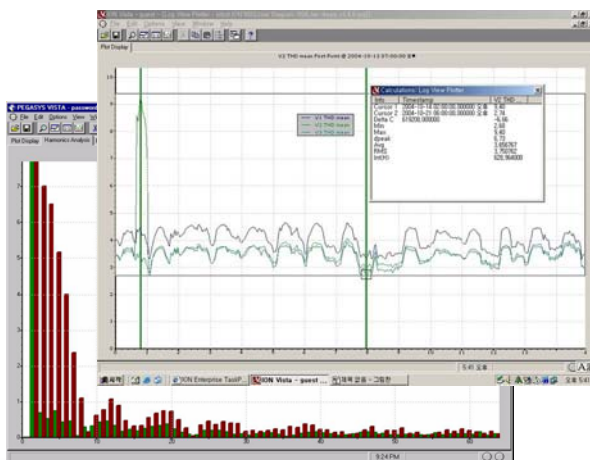
전압 레벨과 지속시간  
지속시간 : > 연속

가능한 원인

1. 유도성 부하
2. 정지형 전력 변환기
3. 주로 인버터

결과

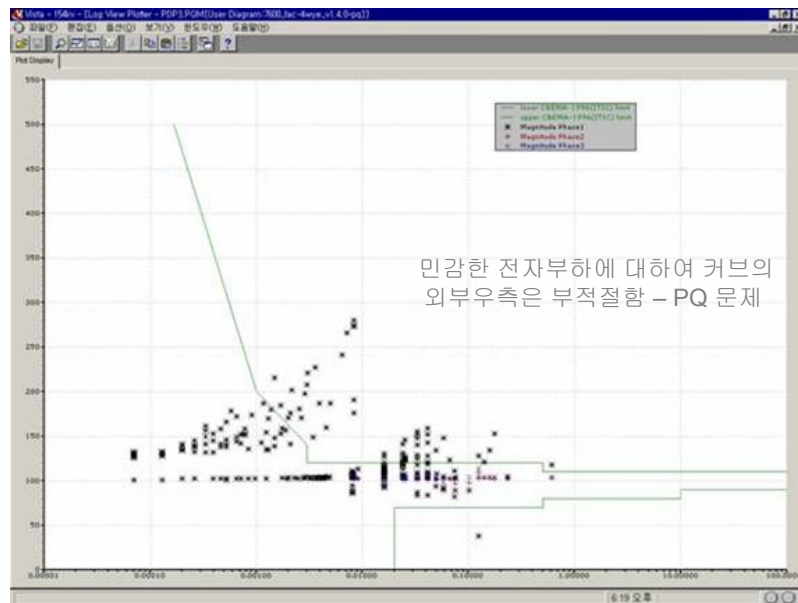
1. 데이터 변경, 손실
2. 제어용 컴퓨터 에러
3. 기기 수명 단축
4. 각 종 계측 에러
5. 노이즈 외란



ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

## ITIC curve (CBEMA)

PQ Ride (주)피큐라이드



ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

## PQ의 정의 - IEEE1159

PQ Ride (주)피큐라이드

| Categories<br>(범주)                                                                                                                        | Name<br>(명칭)                    | Typical Duration<br>(특성지속시간) | Typical Voltage<br>Magnitude<br>(특성전압 변폭 폭) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------|---------------------------------------------|
| Transients - spikes and quick duration high voltages other than 60 cycles<br>과도전압 - 스파이크와 60사이클 주기가 아닌 아주짧은 시간동안의 과도 전압                   |                                 |                              |                                             |
|                                                                                                                                           | Impulsive (임펄스)                 | nsec to msec                 | N/A                                         |
|                                                                                                                                           | Oscillatory (반복적인)              | 3 msec - 5 usec              | 0 - 8 pu                                    |
| Short Duration Variations - voltage variations outside of the safe limits<br>짧은 시간동안의 전압변동 - 안전구간 외의 전압 변동                                |                                 |                              |                                             |
|                                                                                                                                           | Instantaneous Sag (순간전압강하)      | 0.5 - 30 cycles              | 0.1 - 0.9 pu                                |
|                                                                                                                                           | Instantaneous Swell (순간전압상승)    | 0.5 - 30 cycles              | 1.1 - 1.8 pu                                |
|                                                                                                                                           | Momentary Interruption (순간정전)   | 0.5 - 3 sec                  | less than 0.1 pu                            |
|                                                                                                                                           | Momentary Sag (순간전압강하)          | 30 cycles - 3 sec            | 0.1 - 0.9 pu                                |
|                                                                                                                                           | Momentary Swell (순간전압상승)        | 30 cycles - 3 sec            | 1.1 - 1.4 pu                                |
|                                                                                                                                           | Temporary Interruption (일시정전)   | 3 sec - 1 min                | less than 0.1 pu                            |
|                                                                                                                                           | Temporary Sag (일시전압강하)          | 3 sec - 1 min                | 0.1 - 0.9 pu                                |
|                                                                                                                                           | Temporary Swell (일시전압상승)        | 3 sec - 1 min                | 1.1 - 1.4 pu                                |
| Long Duration Variations - voltage variations outside of safe limits for extended periods of time<br>긴 시간동안의 전압 변동 - 긴 시간동안 안전구간 외의 전압 변동 |                                 |                              |                                             |
|                                                                                                                                           | Sustained Interruption (지속적인정전) | 1분 이상                        | 0.0 pu                                      |
|                                                                                                                                           | Undervoltage (저전압)              | 1분 이상                        | 0.8 - 0.9 pu                                |
|                                                                                                                                           | Overvoltage (고전압)               | 1분 이상                        | 1.1 - 1.2 pu                                |
| Voltage Imbalance - differences in phase voltage<br>전압 불평형 - 각 상전압의 불 평형                                                                  |                                 |                              |                                             |
|                                                                                                                                           |                                 | 정상상태                         | 0.5 - 2%                                    |
| Waveform Distortion - effects that change the trueform of the sine wave<br>파형왜곡 - 완전한 정현파를 왜곡(뒤틀려 드리는) 효과                                 |                                 |                              |                                             |
|                                                                                                                                           | DC Offset                       | 정상상태                         | 0.5 - 2%                                    |
|                                                                                                                                           | Harmonics                       | 정상상태                         | 0 - 20%                                     |
|                                                                                                                                           | Inter-harmonics                 | 정상상태                         | 0 - 2%                                      |
|                                                                                                                                           | Notching                        | 정상상태                         | N/A                                         |
|                                                                                                                                           | Noise                           | 정상상태                         | 0 - 1%                                      |

ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

홈 페이지 참고  
<http://www.pq-ride.co.kr>  
자료실 - "PQ의 개요"

- 개요
- PQ 문제의 발생, 증상, 원인과 결과
- 디지털 전력 감시 시스템
- PQ - Power Quality(전력품질) 이란?
- PQ 문제의 보호, 개선 방안

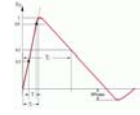
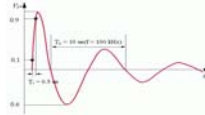
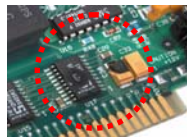
- ❖ 기본원칙은 PQ 문제 발생 자체를 억제 하는 것
- ❖ 그러나, 내/외부적으로 너무 많은 통제 불가능한 요소들 때문에 필연적으로 발생
- ❖ 개선의 시작은 PQ의 계측에서, 계측과 진단 없이는 정확한 제어 불가능
- ❖ 개선책의 종류
  - 낙뢰와 썬지(과도전압) : 기기의 물리적 손상, 인적인 사고 유발, 복구 기간 소요  
피뢰, 접지, SPD/TVSS
  - 불 평형, 무효전력, 역률 보상, 고조파 : 계통 전반에 영향을 미침  
역률보상 컨덴서, SVC, 고조파 필터
  - 순간정전, 전압강하 : 예기치 않은 공정 가동중단 원인의 90%  
단상 / 3상 순간 전압강하 보상장치(DySC, Dip-Free)
  - 전기적인 노이즈 : 문제의 규명이 어렵고, 복잡적  
일반 변압기, NCT (Noise Cut Transformer), AC 리액터

## 낙뢰와 썬지(과도전압)

PQ Ride (주)피큐라이드



- ❖ 피뢰, 접지
- ❖ SPD (Surge Protection Device)



### 썬지(Surge)의 정의

- 썬지는 라인 또는 회로를 따라서 전달되며 급속히 증가하고 서서히 감소하는 특성을 지닌 전기적 전류, 전압 또는 전력의 과도파형으로써, 라인 또는 접지를 통해 유입되어 전자기기를 파괴 하거나 오 동작을 일으키며 전도성과 유도성으로 나뉜.

### 원인

- 낙뢰(직격뢰, 간접뢰, 유도뢰), 대용량의 유도성, 용량성 부하의 개폐, 모터 기동전류 등

### 대책

- 적절한 접지 및 SPD를 설치하여 단위기기 또는 일정구역을 보호

ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

## 낙뢰와 썬지(과도전압)

PQ Ride (주)피큐라이드



- ❖ 썬지의 종류별 원인 과 대책

| 발생원      | 현상                                                     | 대책                                        |
|----------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 개폐 썬지    | 외부개폐<br>발전소, 변전소, 차단기의 개폐 썬지                           | 피뢰기(썬지 보호기) 설치<br>LC 회로 삽입<br>접속점의 다상 분류화 |
|          | 내부개폐<br>부하 개폐, 단속에 의한 썬지                               | 피뢰기(썬지 보호기)<br>LC회로 삽입<br>Filter 삽입       |
| 낙뢰 썬지    | 직격뢰<br>낙뢰 뇌격 지점의 썬지<br>파괴력이 가장 큼.                      | 광역 피뢰침 설치                                 |
|          | 간접뢰<br>전원 및 통신 신호 선로의 낙뢰에 의한 썬지<br>주변의 대지에 뇌격하여 발생된 썬지 | 피뢰기(썬지 보호기)                               |
|          | 유도뢰<br>충격파형의 지속시간이 길어서 계통에 직, 간접<br>적으로 영향이 매우 큼.      |                                           |
| 계통 고장 썬지 | 지락, 순간정전, 기타 고장에 의한 썬지<br>배전계통의 보호협조에 영향을 미침.          | 보호 계전기 시설 설치<br>RGR 계전기의 보호협조             |

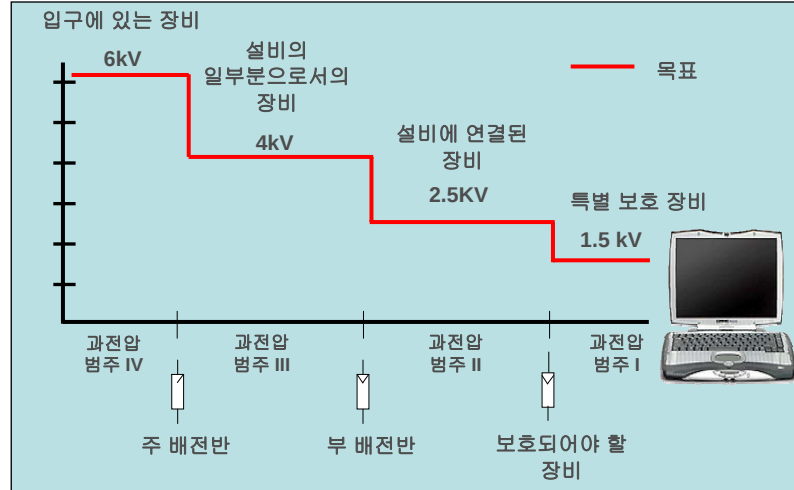
ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전



## 낙뢰와 썬지(과도전압)

PQ Ride (주)피큐라이드

### ❖ 전압 보호 레벨 (IEC 60364-4- 443/1995)



ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

## 낙뢰와 썬지(과도전압)

PQ Ride (주)피큐라이드

### ❖ SPD의 선정 - 전류 (kA)에 따라서



|       |                                                                    |                 |
|-------|--------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1차 보호 | 주 변압기의 2차 측 메인단에 메인으로 SPD를 설치하여 외부로부터 유입되는 썬지를 1단계 억제              | 160KA<br>~120KA |
| 2차 보호 | 각 건물의 분전반 또는 UPS, AVR 입력 단에 설치하여 메인단 SPD를 통과한 잔여 썬지 및 내부 발생 썬지를 억제 | 120KA<br>~80KA  |
| 3차 보호 | 정밀 제어 장비의 전원 입력 단에 설치하여 외부유입 썬지와 각 Local 장비의 개폐썬지, 기동 썬지로부터 보호, 억제 | 40KA<br>~20KA   |

ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

## 낙뢰와 써지(과도전압)

PQ Ride (주)피큐라이드

### ❖ SPD의 선정 - 위치에 따라서



|                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>22.9KV / 3P Power</p> <p>한<br/>전<br/>측</p> <p>수<br/>용<br/>가<br/>측</p> <p>대형 건물 인입점<br/>750KVA : STD - 160KA<br/>250 - 750 KVA : STD - 120KA</p> | <p>에어컨<br/>STD - 80KA, STD - 120KA</p> <p>엘리베이터<br/>STD - 80KA, STD - 120KA</p> <p>UPS 전원<br/>STD - 80KA, STD - 120KA</p> <p>분기회로<br/>STD - 80KA, STD - 120KA</p> | <p>CCTV 전원<br/>STD - 40KA, STL - 20KA</p> <p>PC/모뎀/팩스 전원<br/>STD - 40KA, STL - 20KA</p> <p>말단 아웃렛<br/>STD - 40KA, STL - 20KA</p> <p>말단 서비스 판넬<br/>STD - 40KA, STL - 20KA</p> |
| <p>빌딩 인입점 보호<br/>Cat. C(C3 20KV 10KA)<br/>STD - 160KA ~ STD - 120KA</p>                                                                            | <p>중간 빌딩 판넬 보호<br/>Cat. B(V3 &amp; C1:6KV 3KA)<br/>STD - 120KA ~ STD - 80KA</p>                                                                                   | <p>말단 서비스 판넬<br/>Cat. A(6KV 500A)<br/>STD - 40KA ~ STL - 20KA</p>                                                                                                            |

ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

## 낙뢰와 써지(과도전압)

PQ Ride (주)피큐라이드

### ❖ SPD의 설치 효과

### ❖ SPD의 제품 예

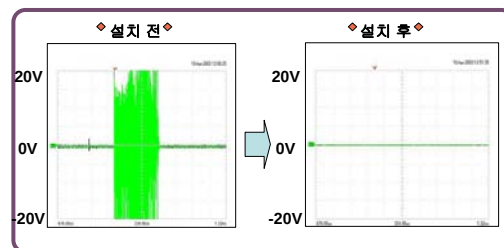
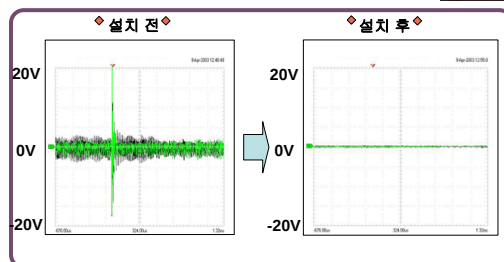
통신, 안테나, CCTV용



AC 전원용



**SUNKWANG**  
Lightning protection Technical Institute INC.



ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

❖ 무효전력 보상 – SVC(Static Var Copensator)



SVC 적용 효과

- 플리커 현상 억제
- 전압 안정화
- 고조파 억제
- 역률 개선
- 무효전력의 보상
- 부하계통 전압상승



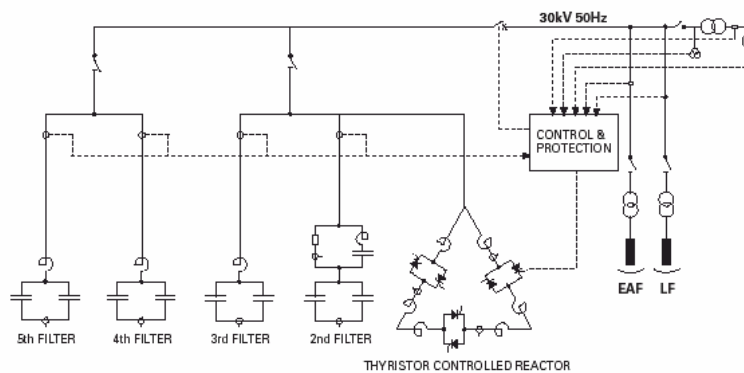
직렬 캐패시터 뱅크



정지형 무효전력보상장치 (SVC)

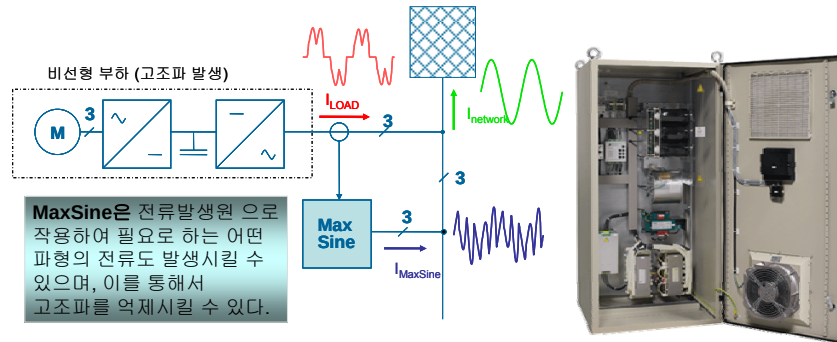
ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

❖ SVC (Static Var Copensator) 구성 예



ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

❖ 고조파 제거 - 고조파 필터(능동형, 수동형)



❖ 계통 단위의 전력 품질 개선에 사용 되는 저압, 고압 커패시터 와 리액터



## DC Power Supply

| Input         |                                                                                       |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Input voltage | AC 100...240V (Wide Range), 47...63Hz<br>Admiss. limits: AC 85...264V (DC 85...370V)  |
| Input current | <0.6A (@ AC 100V, 25W P <sub>out</sub> )<br><0.35A (@ AC 196V, 25W P <sub>out</sub> ) |

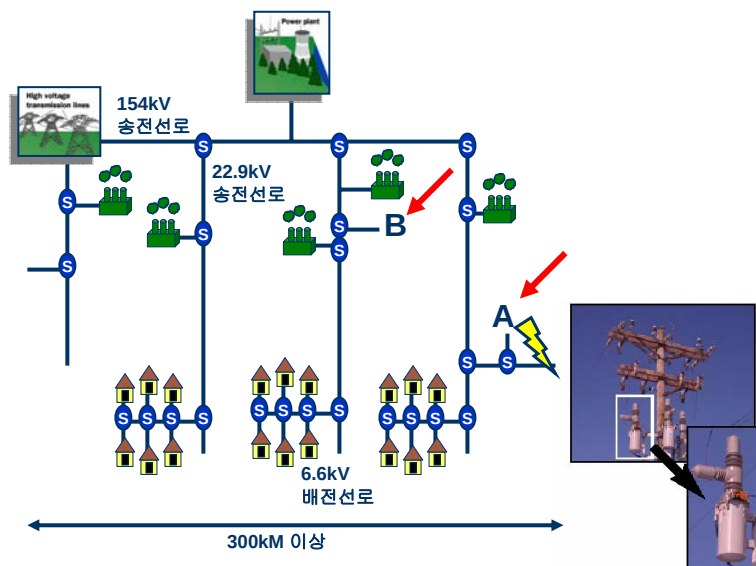
### Specifications

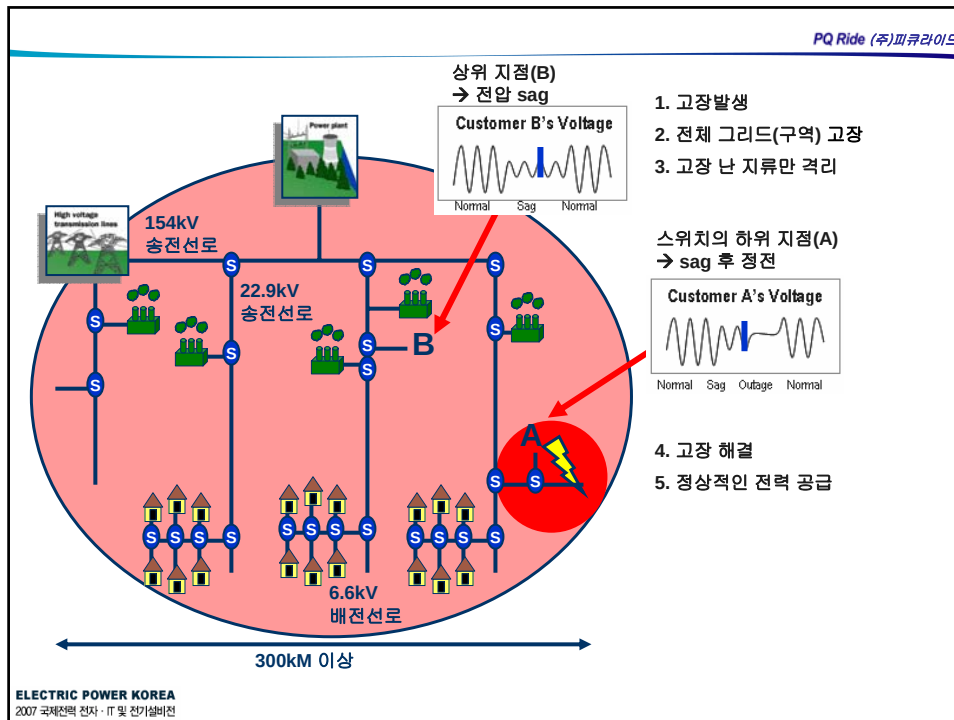
## PLC 5

|               | 1771-P4S         | 1771-P6S          | 1771-P4S1        | 1771-P6S1         |
|---------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|
| Input Voltage | 120V ac          | 220V ac           | 100V ac          | 200V ac           |
| Input Range   | 97 - 132V ac rms | 194 - 264V ac rms | 85 - 120V ac rms | 170 - 240V ac rms |

대부분의 전자 장비는 정격입력 전압의  
+10% ~ -12%에서 동작하도록 사양이 정하여져 있음

❖ 순간정전, 전압강하 발생 메커니즘 (A 지점과 B점의 상태)  
1. 고장발생





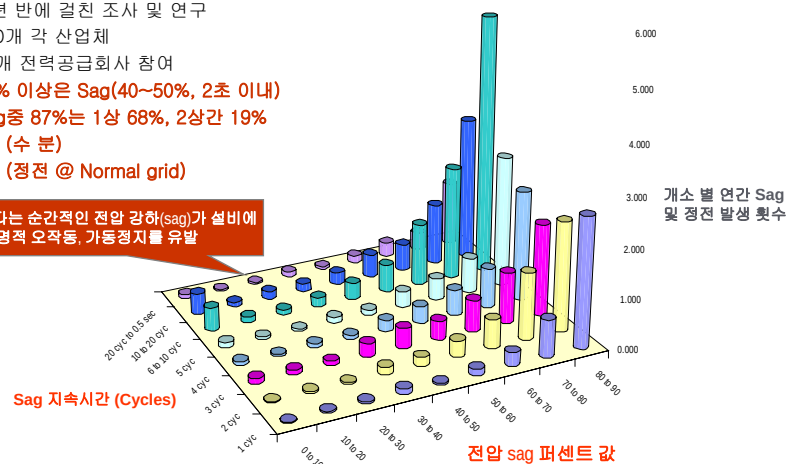
## 전력품질문제의 92% - 순간 정전 과 전압강하(Sag)

DOE - 전 미국 내 전력 품질 문제로 인한 조업, 가동 중지시간과 생산 손실 연간 150조원

EPRI(미국 전력 연구원) Power Quality 연구 보고서 결과

- 2 년 반에 걸친 조사 및 연구
- 300개 각 산업체
- 24개 전력공급회사 참여
- 92% 이상은 Sag(40~50%, 2초 이내)
- Sag중 87%는 1상 68%, 2상간 19%
- 4% (수 분)
- 4% (정전 @ Normal grid)

정전보다는 순간적인 전압 강하(sag)가 설비에 더욱 치명적 오작동, 가동정지를 유발



### Sag 발생 현황 (횟수) - 서울 전력처

PQ Ride (주)피큐라이드

| 원인<br>년도 | 자연재해<br>이물접촉 | 설비고장 | 기타 | 합계  |
|----------|--------------|------|----|-----|
| 2001     | 279          | 29   | 24 | 332 |
| 2002     | 310          | 39   | 16 | 365 |
| 2003     | 317          | 43   | 72 | 432 |
| 2004     | 437          | 43   | 54 | 534 |
| 2005     | 531          | 67   | 4  | 602 |

대부분 고장원인이 자연재해, 이물접촉  
외부환경에 의한 것으로 완벽한 대책은 불가능

ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

### Sag 발생 현황 (지속시간) - 서울 전력처

PQ Ride (주)피큐라이드

| 구분<br>년도 | 순시<br>(~6cycle) | 한시<br>(~19cycle) | 한시<br>(20cycle~) | 합계  |
|----------|-----------------|------------------|------------------|-----|
| 2001     | 238             | 12               | 4                | 254 |
| 2002     | 303             | 11               | 17               | 331 |
| 2003     | 255             | 4                | 6                | 235 |
| 2004     | 428             | 9                | 4                | 441 |
| 2005     | 519             | 11               | 8                | 538 |

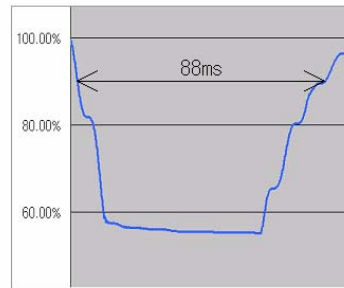
100ms 이하의 순간고장이 대부분  
중요부하에 순간전압보상기기 설치로 예방 가능  
참고 : 한전 연간 정전시간 18분

ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

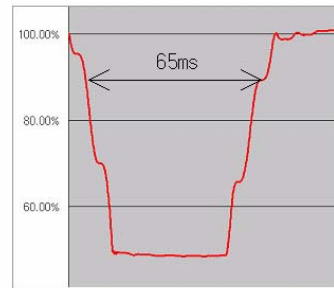
## Sag 발생 사례 - 서울 전력처

PQ Ride (주)피큐라이드

| 날짜   | 고장개요       | 시간   | 최저  |
|------|------------|------|-----|
| 5/13 | 양주T/L 순간고장 | 88ms | 55% |
| 5/17 | 양주T/L 순간고장 | 65ms | 48% |



2006.5.13 신덕은S/S 모션전압

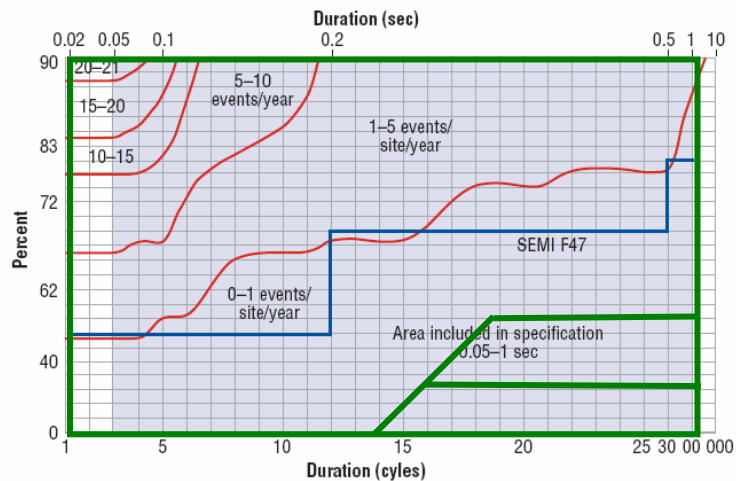


2006.5.17 신덕은S/S 모션전압

ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

## Sag 발생건수 분포 - SEMI PQ보고서

PQ Ride (주)피큐라이드



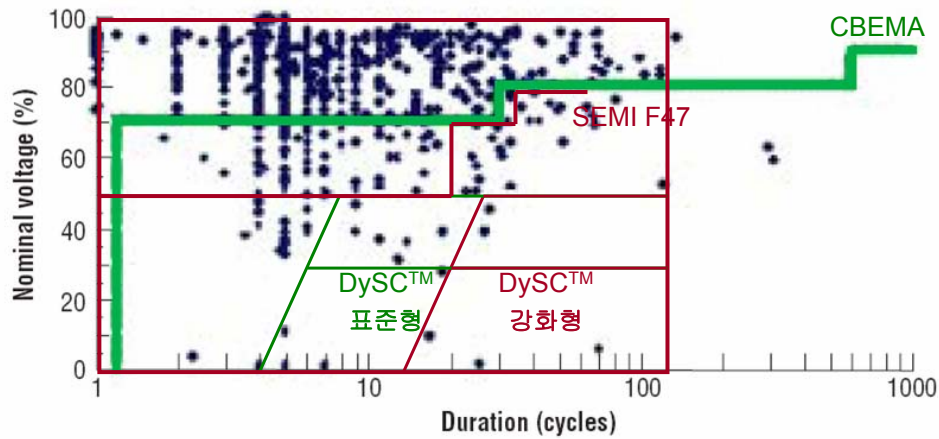
등고선 형식의 PQ발생건수/장소/연간  
출처 SEMI Power Quality Survey

ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전



## SEMI PQ 보고서와 DySC(디스크)의 보호범위 비교

PQ Ride (주)피큐라이드



ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

## DySC™ (디스크) – 3상 Dynamic Sag Corrector

PQ Ride (주)피큐라이드

- 3상 Dynamic Sag Corrector (DySC)
- ITIC 커브와 SEMI F47 표준을 만족할 뿐 아니라 더 심한 조건의 Sag에 대한 보호를 위해 설계한 표준형의 전문 제품
- 다음과 같이 산업용 부하와 상업용 부하에 있어 가장 심각한 문제인 PQ (Power Quality – 전력품질) 문제의 보호를 위해 설계 제작한 제품 :
  - √ 입력전압 - 208 또는 480 volts 또는 기타 전압, 단상, 3상, 3선식, 4선식 모두 대응
  - √ 대칭형 sag (Symmetrical sag) 50% 보호
  - √ 지락에 의한 sag (Line to ground sag) 100% 보호
  - √ 순간 정전 (Momentary power loss) 3-12 cycle동안 보호
  - √ 써지 저감 - TVSS 장착
  - √ 50/60 Hertz 자동 선택
  - √ 속응성 - 1/8 cycle 이내
  - √ 고효율 - 99% 이상
  - √ 배터리나 기계적 구동부가 없는 소형 사이즈
  - √ 정비 및 관리요소 최소, 긴 수명, 고성능



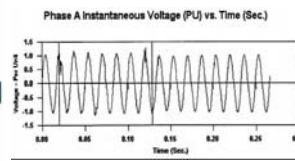
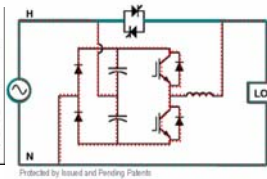
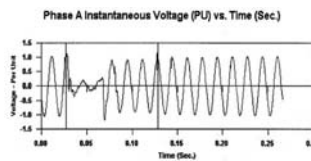
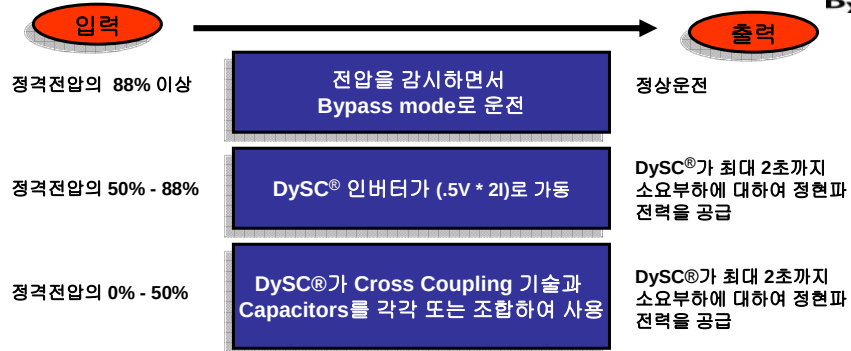
- 용량 - 3상 9kVA 에서 2,400kVA까지



ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

## DySC™ (디스크) 동작원리

PQ Ride (주)피큐라이드



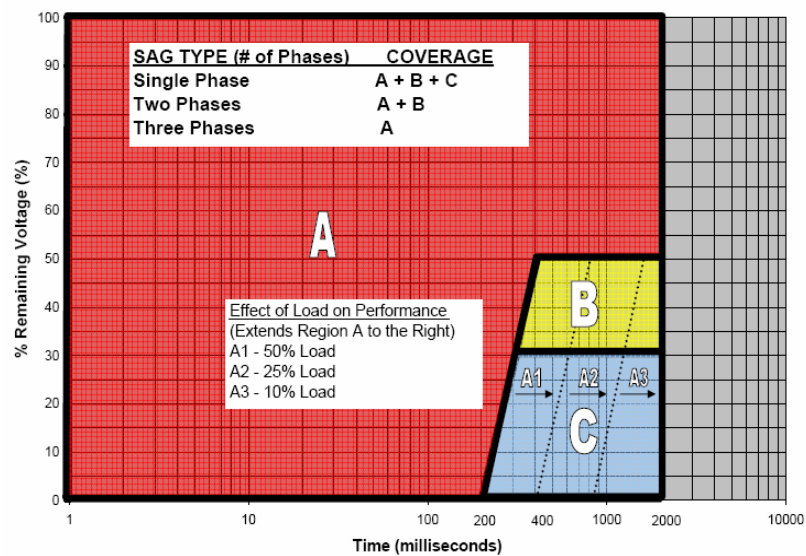
ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

## 3상 DySC™ 제품의 보호범위

PQ Ride (주)피큐라이드



PRODySC Coverage (with Extended Outage option)



ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

## Dip-Free™ 단상 제어전원 순간정전, Sag 보호

PQ Ride (주)피큐라이드

- 순간정전보상 : 순간전압강하, 순간정전 1초 보상 표준사양 (0.1~5.0sec 설정 가능)
- Off-line 방식 : 정상전원 입력시 Stand by. 사고발생시에만 보상
- 배터리가 없음 : 유지보수 비용 및 폐기를 처리 불필요, 화학 Gas 발생 없음
- Power Capacitor 축전방식 : 최소 10년의 장기 수명
- 순간정전보상 Counter 표시 기능 : 보상 횟수 카운터 기능
- 높은 신뢰성 : 1msec 이내의 초고속 절체
- 안전성 : Off-Line 시스템으로서 열 발생이 적고 안전성 우수
- 소형, 경량으로 설치가 용이함 : Step-Up 변압기 또는 배터리 불필요
- 정확한 Application Control : 설비 환경에 맞는 보상 시간 및 절체 Level 다단계 조정 가능
- S 마크, CE, TÜV 규격 인증 제품
- Dip 보상 상태를 알려주는 반도체 릴레이 접점 (Option 사양)
- 다양한 제품 구성 : 250VA(110V) ~ 5,000VA

Dip-Free™  
Nontrip



발명특허 제0505993호 엔티씨

ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

## Dip-Free™ 단상 제어전원 순간정전, Sag 보호

PQ Ride (주)피큐라이드

- 순간정전에 대해 1초 보상.
- SMU(Super Magnetic Unit)에 따른 AC/DC Contactor 적용
- S 마크 & CE 인증 제품.
- 국내 특허(제0267075호) 보유.
- 소형, 경량으로 설치공간의 최소화
- 자체 작동시험기능, 동작횟수표시기능 및 이상 시 경고 기능
- 경제성이 뛰어남.

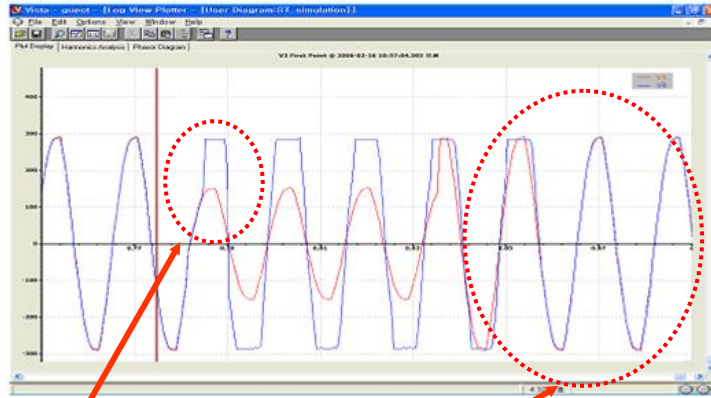
Nontrip



발명특허 제0267075호  
의장등록 제228331호

| Model   | 전원사양(V)                             | AC 전용 코일 저항<br>(국내외 모델 일체) |
|---------|-------------------------------------|----------------------------|
| NT-CM1  | AC100~120V, 50/60Hz, 동작전압:AC85V±2V  | 15 ~ 100Ω                  |
| NT-CM2  | AC200~240V, 50/60Hz, 동작전압:AC170V±3V | 30 ~ 500Ω                  |
| NT-CM24 | AC24~28V, 50/60Hz, 동작전압:AC18V±1V    | 1 ~ 5Ω                     |
| NT-CP2  | AC200~230V, 50/60Hz, 동작전압:AC185V±3V | SMPS 전용                    |

ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전



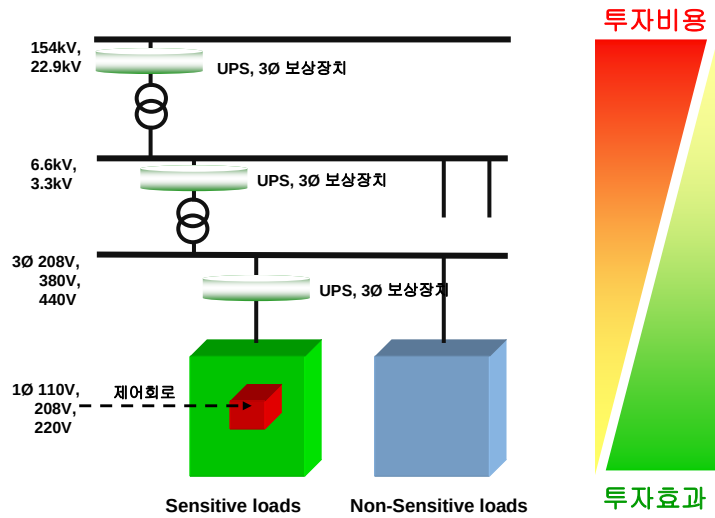
사고 발생 시 즉시 절체

보상 동작 후에도 2~3 사이클 동안 출력하여 동기를 함  
으로써 부하에 가해지는 충격을 최소화

ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

| 비교항목 | DySC / Dip-Free | UPS              |
|------|-----------------|------------------|
| 축전방식 | Power Capacitor | Battery 방식       |
| 급전방식 | 상시 상용전원         | 상시 Inverter      |
| 절환속도 | 1msec 미만        | 4msec(Offline방식) |
| 보상시간 | 1,000msec(조절가능) | 5 ~ 30분          |
| 냉각방식 | 자연냉각            | 강제냉각 (냉각FAN)     |
| 유지보수 | 불필요             | 필요               |
| 수명   | 10년 이상          | бат데리 2~3년       |
| 경제성  | 좋음              | 낮음               |

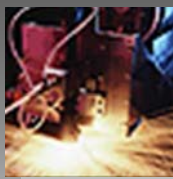
ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전



ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

### 3상 DySC™ 제품의 적용 예 - 공작기계(CNC)

#### CASE STUDY



- 적용분야 : 대형 철재 축과 회전자 가공 CNC 기계 (길이 40Cm, 직경 10Cm)
- Sag 횟수 : 연 10 에서 15회
- 손실 : 최대 24시간까지 가동 중단  
작업중인 고가의 회전자 폐기 및 납기 연체
- 진행 : AEP 와 EPRI가 공조하여 솔루션 도출, 설치
- 솔루션 : 메인 CNC기계 및 HID 조명과 사무실 부하에 대하여 300 kVA PRO-DySC 설치
- 효과 :
  - \* Downtime(가동 중단)과 스크랩을 100% 제거
  - \* 사무실 내 컴퓨터 다운 및 재 부팅, 데이터 손, 망실 문제 100% 제거
  - \* 잦은 납기 연체 문제 극복, 공장 이전까지 고려 중이던 것을 취소
  - \* 설치 후 약 3년간 정상 가동 중

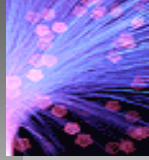
ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전



### 3상 DySC™ 제품의 적용 예 - 광섬유 케이블 제조업

PQ Ride (주)피큐라이드

#### CASE STUDY



- 적용분야 : 광섬유 케이블 피복 사출 라인  
500개의 개별 광섬유를 피복하는 3.2km에 달하는  
생산 라인에 DC & AC Drive, PLC로 구성된 사출기 제어
- Sag 횟수 : 연 6에서 10회
- 손실 : 사고 시마다 \$150,000 to \$500,000 손실
- 진행 : 5년 동안 PQ 데이터 기록결과 sag만 검측.  
Grid의 송전선에서 직접 수전
- 솔루션 : 총 3,500 KVA이상의 Pro-DySC 설치  
166 kVA, 330KVA, 500KVA 등의 용량 설치  
DySC 설치로 추가적인 Ride Through를 위한 Capacitive  
energy storage를 설치 할 수 있게 됨
- 효과 : \* 3달 이내에 2개의 라인에서 결정적인 sag보호  
\* 위의 첫 sag 보호 시에 이미 투자비 회수

ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전



### 3상 DySC™ 제품의 적용 예 - 사출기

PQ Ride (주)피큐라이드

#### CASE STUDY



- 적용분야 : PV 플라스틱 대형 다이(die) 사출 제조 업체
- 현상 : 번개가 많은 지역에 위치, 다량의 sag 및 순간 정전 발생  
최초 설치 시, 제작 라인에 날씨 모니터링 컴퓨터 한대  
밖에 없었음  
반경 50마일 이내 폭풍우 시, 비상근 포함 모든 직원들이  
라인 정지 시 청소와 재 가동을 위하여 비상대기
- 손실 : 라인 청소 및 재 가동에 최장 8시간 소요  
원자재 폐기 손실, 납기 연체
- 진행 : TVA와 EPRI-PEAC가 공조하여 솔루션 도출, 설치
- 솔루션 : Pro-DySC 300KVA 설치, 총 8개 기계 중 5개를 보호  
순간정전까지 보호하기 위하여 15 cycle까지 보호되는  
확장 유닛(옵션)까지 설치
- 효과 : 설치한 라인은 수십 번의 sag를 보호  
설치 하지 않은 3개 라인은 셋 다운 됨

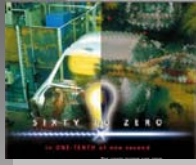
ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전



### 3상 DySC™ 제품의 적용 예 - 자동차 제조업

PQ Ride (주)피큐라이드

#### CASE STUDY



- 적용분야 : 자동차 차체 제작 로봇 용접 시스템  
PLC로 제어, 원자재 이송라인
- 현상 : 연 8회에서 12회의 심각한 PQ 문제
- 손실 : 일본당 \$11,000, 2 ~ 4 시간 동안의 생산손실
- 진행 : 굴지의 동부지역 전력 공급회사가 전력을 공급 하면서 문제가 많이 생기자, 자동차 회사와 함께 갖가지 제품을 시험, 설치하고, 평가한 후에 최종적으로 DySC를 권유
- 솔루션 : 1.3 MW 까지 용량확장이 가능한 1 MW DySC 를 차체공장 배전 판넬 시스템에 설치  
DySC 설치로 추가적인 Ride Through를 위한 Capacitive energy storage를 설치  
입력, 출력 단에 I-Sense™ 전력 모니터를 설치
- 효과 \* 전체 공장의 다른 라인이 셧 다운 되었을 때도 차체공장은 계속 가동된 사례가 여러 번 있음  
\* I-Grid™ 모니터에 의한 E-mail 보고서와 비교하여 Pro-DySC가 sag로부터 완벽하게 보호함을 알 수 있음  
\* 현재 더 큰 용량의 제품을 설치하기 위하여 준비 중



ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전



### 3상 DySC™ 제품의 적용 예 - Sputter HDD

PQ Ride (주)피큐라이드

#### CASE STUDY



- 적용분야 : 굴지의 디스크 드라이브 제조
- 현상 : 전압 Sag때 스퍼터(Sputter) 트립
- 손실 : 예기치 않은 가동 중단으로 사고 때마다 기계 한대 당 \$40,000 손실
- 제약조건 : 클린 룸(clean-room)은 배터리를 포함하는 보호장치 설치 불가
- 진행 : EMO 회로, PLC, 써보 드라이브 등이 sag로부터 취약한 것을 알게 됨
- 솔루션 : 3개의 각각의 단상 시스템으로 특별하게 구성한 DySC를 설치하여 전압 sag문제 해결
- 효과 : 설치완료 후 정상 가동 중.

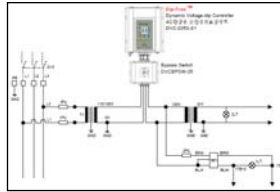
ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전



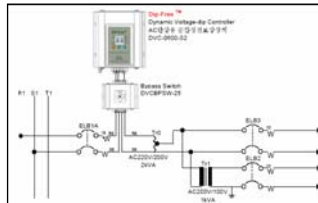


## 단상 Dip-Free™ 제품의 적용 예

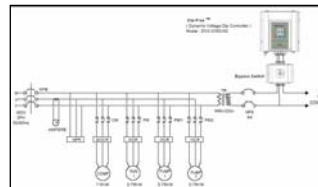
PQ Ride (주)피큐라이드



사출기



제어반



컴프레서

ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

## 순간전압강하 보상장치 선정 시의 고려

PQ Ride (주)피큐라이드

모든 시스템마다 고유의 특성이 있고, 수 많은 변수가 있으므로 최적의 안을 도출하여야 함

### Grouping : Sub-Station level 또는 단위 기계 level?

- Sag는 부하 별로 분산되지 않고 예민한 부하는 전체 계통의 보통 20~30%
- 만일 전체 용량을 보호하려 하면 3~5배의 비용이 소요
- 용량 별 제품구성이 되어있고, 항 후 변경이나 업 그레이트에 유연하게 대응할 수 있는 시스템으로 구성

### Dynamic Load

- 모터 등의 동적인 동력부하 제어를 위해 전력소자를 사용하는 전력전자 제품은 인터록 등, 특별한 제어요소가 많아서 CVT나 UPS를 적용하기 위해서는 시간과 비용이 많이 소요 (특히 기동전류를 고려한 따른 용량 증대)
- 특히 인버터 류는 적절한 입력 리액터, 필터 등을 적용하여 PQ 내성을 강화

### 재정적인 측면

- PQ보호에 소요된 비용을 실제 사고시의 반대급부과 연결하여 투자의 타당성을 입증하기 위해서는 올바른 데이터의 수집 및 검증이 필요, 통상 조직의 의사결정권자는 보호장비의 효과를 통계적으로 6~8주 이내에 확인 하는 경향
- Trade-off를 고려, 즉, 90 ~ 99% 보호를 위한 비용과 확률상으로 아주 희박한 나머지 1%까지 포함하는 보호를 위한 비용간 커다란 차이가 있음을 인지

### 접지 시스템

- 부 적절한 접지 시스템 또한 PQ 관리에 결정적인 요소, 모든 PQ문제의 약 70%

### 취약한 소형 제어용 릴레이

- 소형 제어용 릴레이는 속응성과(1ms이하) 적절한 알고리즘으로 구성되어야 함

ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전



## Sag 경감 솔루션 설치시의 판단요소

PQ Ride (주)피큐라이드

| 중요도 | 판단 요소                                                                      | 체크 포인트                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | 투자 대 결과<br>(ROI = Return On Investment)<br>(TCO = Total Cost of Ownership) | <ul style="list-style-type: none"> <li>* PQ(Power Quality)는 궁극적으로 재정적인 문제임</li> <li>* 모든 사업마다 다른 요소가 있으므로 각 사업에 필요성이 있는지 먼저 개념 정립</li> <li>* 기기 자체 구입비용만이 아닌 운용까지 고려한 총 소요비용 고려</li> <li>* 가장 어려운 요소지만 가동중단(downtime)에 의한 손실을 계산</li> </ul> |
| 2   | PQ 데이터 확보                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>* 전력공급사업자로부터, 또는 자체적으로 PQ 데이터를 확보</li> <li>* 필요하면 전문 PQ 미터를 설치하여 제이터 확보</li> </ul>                                                                                                                   |
| 3   | 가동중단(downtime)에 의한 손실                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>* 스크랩, 추가 작업에 따른 인건비, 표준 인건비, 품질과 생산량을 정상레벨로 복귀에 소요되는 시간, 납기 지연으로 인한 기회손실등의 모든 요소를 고려하여야 함</li> <li>* 일회성이 아니라 반복적이라면 총합</li> </ul>                                                                  |
| 4   | TCO                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>* 어떤 솔루션은 효율이 낮아서 지속적으로 에너지 비용이 과다소요</li> <li>* 추가적인 냉방설비나, 공간, 소화설비등에 대한 추가 비용을 고려하여야 함</li> <li>* 설치후 유지보수를 위한 비용 고려</li> </ul>                                                                    |
| 5   | 부하의 예민한 정도                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>* 어느 장비가 PQ에 대하여 민감한지 미리 조사</li> <li>* PQ에 대하여 민감한 부하와 그렇지 않은 부하를 분리하기가 어려울 수도 있음</li> </ul>                                                                                                         |
| 6   | 설치비용                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>* PQ에 대하여 민감한 부하만을 분리하기 위한 전기배선 작업에 소용 비용 고려</li> <li>* 설치에 필요한 섣다른 시간과 물류비용 고려</li> </ul>                                                                                                           |
| 7   | 시험 설치 가능성                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>* 여러 개의 라인에 있는 경우 한 라인만 시험설치 가능 여부</li> <li>* PQ 발생시 설치한 라인과 그렇지 않은 라인과 쉽게 비교가능</li> </ul>                                                                                                           |
| 8   | 현상파악과 최적의<br>솔루션을 위한 엔지니어링                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>* 도면 변경 등 엔지니어링 작업이 필요</li> <li>* 솔루션을 찾기위한 비용을 최소화</li> </ul>                                                                                                                                       |

ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전문

## Sag 경감 솔루션 별 비교

PQ Ride (주)피큐라이드

| 기기 타입                      | 전압레벨   | 상   | 용량(KVA)     | 체크포인트                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------------|--------|-----|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 코일 유지형 기기                  | CV     | 1   | <100VA      | <ul style="list-style-type: none"> <li>* 역률이 낮은 컨택터, 릴레이, 마그네틱 기기에 적용</li> <li>* 이를 제외한 전체 메인 제어와 시스템 자체는 보호되지 않음</li> </ul>                                                                                    |
| CVT                        | CV, LV | 1   | <10KVA      | <ul style="list-style-type: none"> <li>* sag, 인러시, 부하전류 고조파에 효과적이기 위해서는 사이즈를 키워야 함</li> <li>* 부피가 크고, 무겁고, 효율이 낮음</li> <li>* 480VA, 120VAC 버전만 가능</li> </ul>                                                    |
| 캐패시터형 UPS                  | CV     | 1   | <5KVA       | <ul style="list-style-type: none"> <li>* sag에 대하여 정전인 것처럼 동작</li> <li>* 저장된 에너지량에 따라 sag보호지속 시간이 변화</li> <li>* 싸인파가 아닌 구형파 출력</li> </ul>                                                                        |
| 배터리형 UPS(산업용)              | CV     | 1   | 100VA~10KVA | <ul style="list-style-type: none"> <li>* 산업용 환경에서 배터리의 수명이 문제(특히 온도)</li> <li>* 정기적인 유지보수 필요</li> </ul>                                                                                                         |
| 배터리형 UPS(상업용)              | LV, MV | 3   | 500KVA~2MVA | <ul style="list-style-type: none"> <li>* sag에 대하여 정전인 것처럼 동작</li> <li>* 산업계에 점차 UPS 사용을 기피(SEMI F47은 배터리 없는 솔루션 권장)</li> <li>* 효율이 낮고, 비용이 높음</li> </ul>                                                        |
| 플라이휠 UPS                   | LV, MV | 3   | 300KVA~5MVA | <ul style="list-style-type: none"> <li>* 원래는 비상발전기 가동에 필요한 15초동안 보호를 목적으로 설계</li> <li>* 기계적인 부분의 유지보수가 필요하고 어려움</li> </ul>                                                                                      |
| DC/DC방식, 인버터용              | LV     | DC  | ~250HP      | <ul style="list-style-type: none"> <li>* AC 인버터 전용</li> <li>* 인버터 시스템에 적용을 위하여 시스템 통합 작업이 과다 소요</li> <li>* 주변 제어와 시스템 자체는 여전히 보호되지 않음</li> </ul>                                                                |
| 전력전자 기반<br>인젝션 방식(예-디스크제품) | CV, LV | 1,3 | 250VA~3MVA  | <ul style="list-style-type: none"> <li>* 필요한 부분만 효과적으로 또는 전체까지 다양하게 적용할 수 있는 이점</li> <li>* 순간 정전까지도 보호</li> <li>* 별도의 에너지 저장장치가 없고, 필요시에는 더할수 있는 시스템</li> <li>* 효율이 높고 사이즈가 작음</li> <li>* OEM 장비에 적합</li> </ul> |
| 변압기 내장<br>직렬 인젝션 (예-DVR)   | LV, MV | 3   | 2~10MVA     | <ul style="list-style-type: none"> <li>* sag의 깊이에 따라 설계 및 비용이 달라짐</li> <li>* 순간 정전까지 보호하려면 비용이 많이 상승</li> <li>* 공장의 수전점에 적용할 수 있는 MV 제품은 불가능</li> <li>* 내부 변압기의 권선에 항상 전류가 흐르므로 효율이 매우 낮음</li> </ul>            |

CV = Control Voltage, 120~240VAC; LV = Low Voltage, 208~480VAC; MV = Medium Voltage, 2300~6900VAC

ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전문

## 필요개소 별 설치와 전 공장 대상 대규모 설치의 차이

PQ Ride (주)피큐라이드

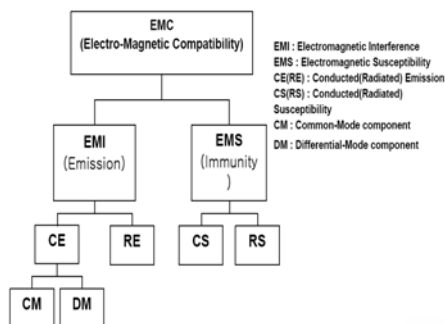
|    | 필요 개소별 설치                                              | 전 공장 대상 설치                         |
|----|--------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 1  | 120VAC~600VAC, 1상 3상 제품                                | 대부분 고압, 3상, 저압 제품도 있음              |
| 2  | 250VAC~3MVA 까지 다양한 용량                                  | 1~10MVA 까지 주로 대용량                  |
| 3  | 중요한 부하만 보호 가능                                          | 중요하지만 예민하지 않은 부하까지도 포함 되어 낭비요소가 있음 |
| 4  | 시험설치 후에 확산 가능                                          | 전부, 아니면 전무식 접근                     |
| 5  | 엔지니어링 요소가 최소                                           | 보통은 전 공장의 설계변경 필요                  |
| 6  | 공장내부에서 발생하는 PQ 문제도 대응                                  | 공장 내부에서 발생하는 PQ문제 대응 불가            |
| 7  | 고장시 연결된 부하에만 영향                                        | 고장시 전 공장에 영향                       |
| 8  | 비용 최소화(해당 부하에 대한 비용 비례)                                | 전체 솔루션 비용이 높음(필요없는 부하까지 포함)        |
| 9  | 확산이 용이하고 빠름                                            | 전체적으로 시간이 많이 걸림                    |
| 10 | 각 각의 부하에 연결하기가 까다로울수 있고 때로는 민감한 부하만 분리하는것이 불가능한 경우도 있음 | 부하측의 재결선이 필요 없음                    |
| 11 | 기기의 수량이나 필요한 재결선에 따라 전기 공사비가 다소 높을 수 있음                | 전기공사비가 낮음(보통 재결선 불필요)              |

ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

## 노이즈 제거- NCT

PQ Ride (주)피큐라이드

### ❖ 노이즈의 정의



### 노이즈(Noise)

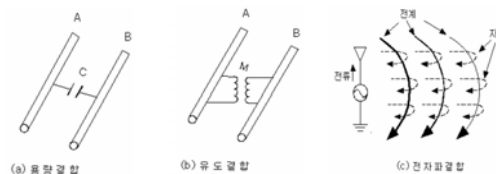
전기,전자기기의 동작 주파수와 다른 전압, 전류 즉 기본 주파수 이외의 정상 동작을 방해하는 불필요한 전기 전자적 에너지

### 노이즈 발생원

- 저항성, 유도성, 용량성부하의 개폐
- 낙뢰, 전력반도체 소자 스위칭, 정전기 등

### 노이즈 전달경로

- 전도결합(Conductive) : 직접 접촉
- 용량결합(Capacitive) : 전계 결합
- 유도결합(Inductive) : 자계 결합
- 방사결합(Radiative) : 전자파 결합



ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

Hi2 범 한

## 노이즈 제거 - NCT

PQ Ride (주)피큐라이드

### ❖ 노이즈 방지대책

Hi2 범 한

기본 고려 사항 - 피뢰, 접지, 차폐, 케이블링

부가 기기 사용 - LC 필터, SPD, 절연 변압기, NCT(Noise Cut Transformer)

|           |                                                |
|-----------|------------------------------------------------|
| 노이즈 필터    | L,C조합으로 노이즈 감쇠                                 |
|           | 선로간에 삽입 되므로 Common Mode Noise에 대한 감쇠효과가 적음     |
|           | Surge에 견딜수 없으며, 400kHz 이하의 낮은 주파수대역에서는 감쇠특성 낮음 |
| Surge 보호기 | 고전압 Impulse성 Surge 억제, 전류를 접지나 선로로 방전          |
|           | 전기적인 절연 분리가 되지 않으며, 노이즈를 감쇠시키는 특성이 없음          |
| 절연변압기     | 권선비 1:1 복권변압기, 저주파 공통모드 노이즈에 대하여 약간의 감쇠특성      |
|           | 1,2차간 정전 및 전자유도 결합방지용 차폐 구조가 없어 감쇠특성이 미약       |
| NCT       | 1, 2차간 절연 분리로 Surge 및 고주파 노이즈 감쇠특성 우수          |
|           | 또한 변압기의 변성 기능을 가지고 있어, NCT 1대로 다중의 설치 효과       |
|           | 1,2차측의 완전 분리, 다중 실드로 용량성 결합 억제하여 차폐 효과 극대화     |
|           | 투자율 감소폭이 큰 강자성체 사용으로 유도 및 방사 노이즈 억제            |

ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

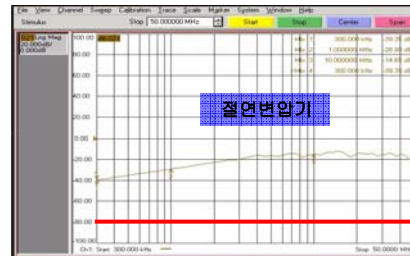
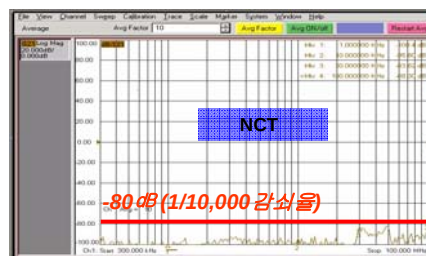
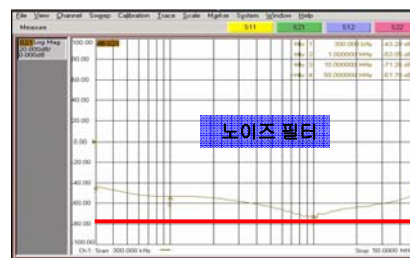
## 노이즈 제거 - NCT

PQ Ride (주)피큐라이드

### ❖ NCT 성능비교 - 삽입손실

Hi2 범 한

| 구 분    | 절연<br>변압기 | 노이즈<br>필터 | NCT    |
|--------|-----------|-----------|--------|
| 300kHz | -40dB     | -44dB     | -107dB |
| 1MHz   | -29dB     | -55dB     | -100dB |
| 10MHz  | -17dB     | -61dB     | -96dB  |
| 30MHz  | -18dB     | -55dB     | -84dB  |

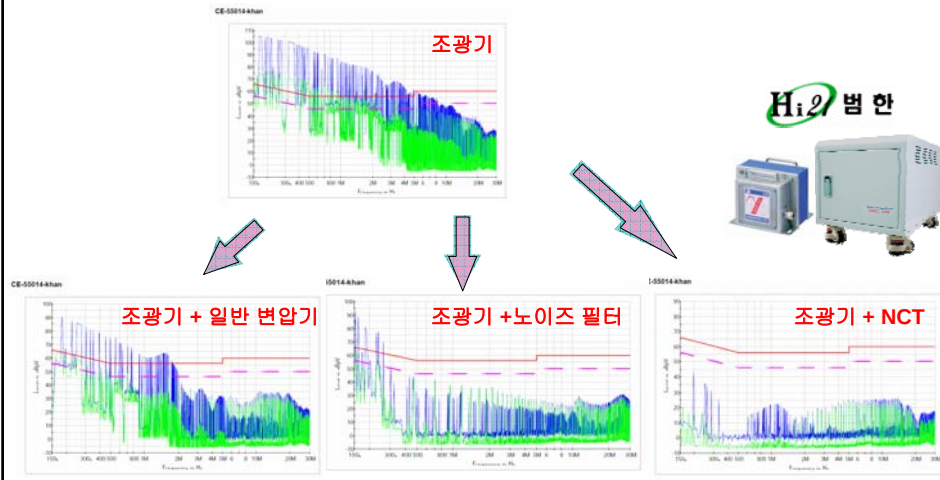


ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

## 노이즈 제거 - NCT

PQ Ride (주)피큐라이드

- ❖ NCT 성능비교 - 동특성
- ❖ 시험기준 : CE EN55014(Conducted Emission) - 전도성 노이즈 시험

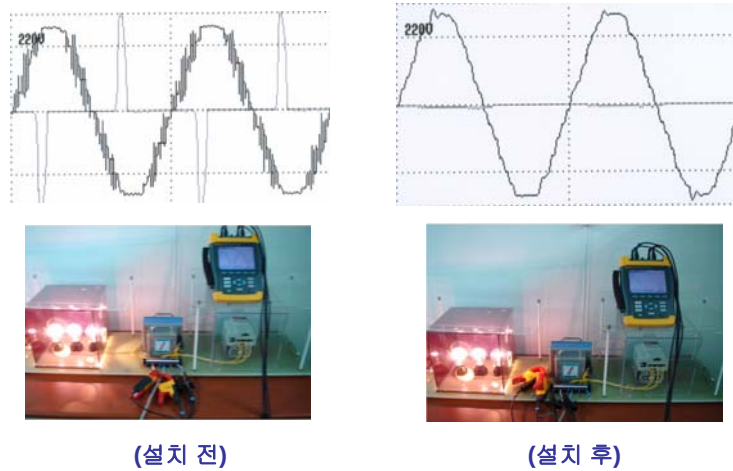


ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

## ❖ NCT 성능 예(1)

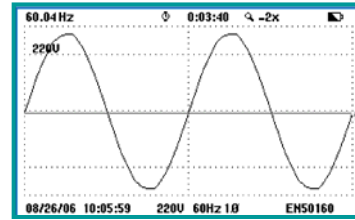
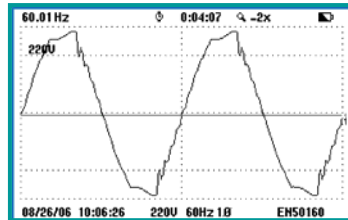
PQ Ride (주)피큐라이드

Hi2 범 한



ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

## ❖ NCT 성능 예(2)



(설치 전)



(설치 후)

ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

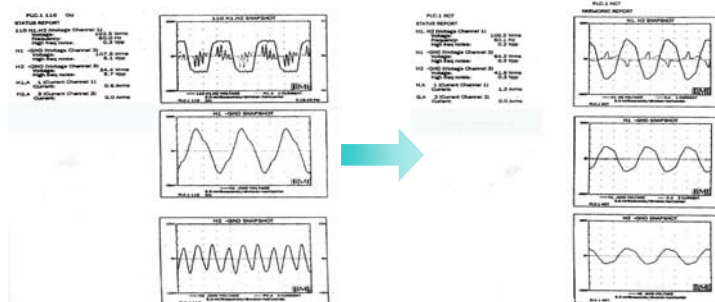
## ❖ NCT 적용사례(1) - 자동화 설비

## ❖ 개요 :

자동화 설비에서 빈번한 오 동작이 발생하고 PLC, CPU, POWER SUPPLY 고장 등 문제점(기기의 잦은 정지, reset시 정상동작)이 발생하여 노이즈를 측정 분석함

## ❖ 대책 :

전원선을 통하여 개폐 써지 및 노이즈가 인입 되어지고 있으며, 접지를 통하여도 노이즈가 유입되어지고 있어 기존 사용되던 제어용 변압기를 대체하여 NCT를 설치함.



(설치 전)

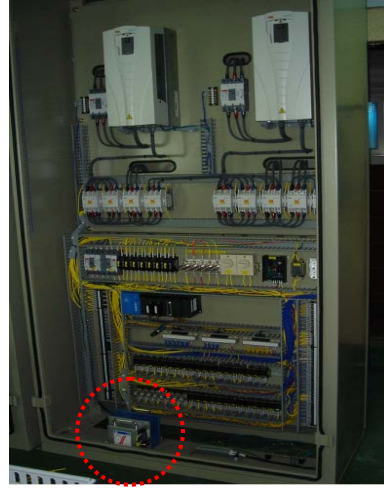
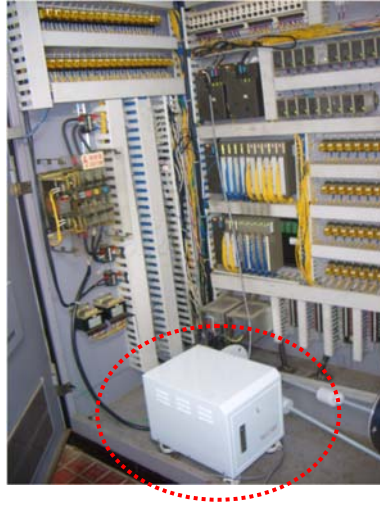
(설치 후)

ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

#### ❖ NCT 적용사례(1) – 자동화 설비

PQ Ride (주)피큐라이드

Hi2 범 한



ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

#### ❖ NCT 적용사례(2) – 통신 기지국 및 CCTV

PQ Ride (주)피큐라이드

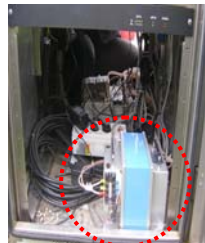
Hi2 범 한

##### ❖ 개요 :

TRS 기지국 및 CCTV에 설치된 장비가 잦은 썬지 유입으로 인하여 반도체 소자의 잦은 파손 및 오 동작으로 인하여 정상적인 운영이 되고 있지 않음.

##### ❖ 대책 :

잦은 유도뢰 발생시 썬지가 유입되어져 기기 구성품 중 가장 내성이 약한 소자가 반복적으로 소손 되어지고 있어 NCT를 장비 전단에 설치하여 유입되어지는 썬지를 제거시켜 주도록 함.



ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전



### ❖ NCT 적용사례(3) - 인버터 판넬

PQ Ride (주)피큐라이드

Hi2 범 한

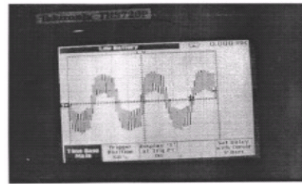
#### ❖ 개요 :

- 범용 인버터(PWM 방식)에서 전원계통으로 노이즈를 누설시켜 주변 기기에 피해가 발생됨.
- 모터의 회전이 가장 저속일 때와 가장 고속인 때는 노이즈 발생 빈도가 낮고, 30~70% 회전시가 가장 노이즈 발생 빈도가 높아지는 경향을 볼 수 있음.
- 100kHz 전후의 감쇠 진동 파형이 측정되었으며, 운전 중에는 노이즈가 연속해서 발생됨.

#### ❖ 대책 :

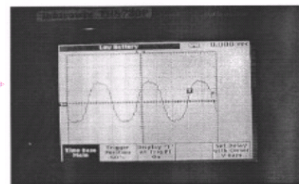
- NCT를 설치하여 전원선으로 노이즈가 누설되는 것을 방지함.
- NCT는 양방향 노이즈 차폐 효과가 뛰어남.

Installation with noise cut transformer



Power line 440 V of frequency inverter

(설치 전)



Power line on original cable, no induction of data lines

(설치 후)

ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

### ❖ NCT 적용사례(3) - PLC 판넬

PQ Ride (주)피큐라이드

Hi2 범 한

#### ❖ 개요 :

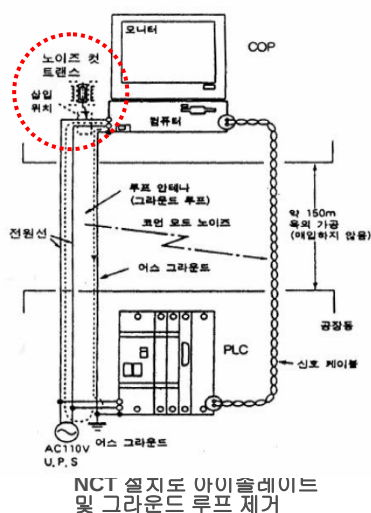
그림은 자동화 시스템에서 발생한 노이즈 장해사례로서, 공장동에 설치된 PLC와 약 150M 떨어진 COP 컴퓨터와의 사이에 문제(통신두절현상)가 발생

#### ❖ 원인 :

제어전원은 UPS에서 공급되고 있는데, 이 전원선의 2선과 시스템 공통의 접지(어스 그라운드)간에 큰 루프 (그라운드루프)가 생기며 이것이 루프 안테나가 되어 이것에 병행하여 공중에 가설된 신호 케이블에 자체 동작시의 COMMON MODE 노이즈가 유도되어 장애를 주고 있는 것이 판명됨

#### ❖ 대책 :

NCT를 그림1과 같이 삽입하고 송신 안테나로 되어 있는 그라운드 루프를 끊어 장애를 해결함. 이것은 분리형 방지부품이 아니면 해결할 수 없는 사례로써 절연 변압기를 삽입해도 해결할 수 없었던 것이다.

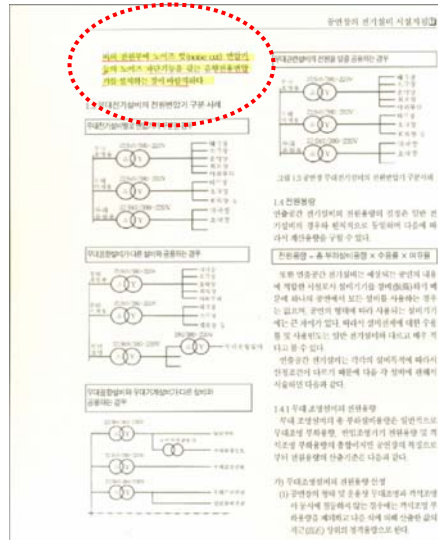


ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전





PQ Ride (주)피큐라이드



**ELECTRIC POWER KOREA**  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전

## PQ Ride (주)피큐라이드



**ELECTRIC POWER KOREA**  
2007 국제전력 전자·IT 및 전기설비전



❖ 개요 :

연구소 및 대학연구실등과 같이 동일 전원 계통에 노이즈 발생 기기와 연결 되어져 있는 경우 정밀 계측장비에서 데이터의 부정확성, 계측자료의 편차, 해상도 저하 등

❖ 대책 :

NCT를 UPS, AVR 후단 부에 설치하여 전원선으로 유입되어지는 노이즈를 제거하였고, 실험기기중 노이즈 발생이 심한 기기 전단부에 NCT를 설치하여 외부 전원 계통으로의 노이즈 방출을 차단



ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자 · IT 및 전기설비전

ELECTRIC POWER KOREA  
2007 국제전력 전자 · IT 및 전기설비전

# 질의 와 설명

## 전시 부스 # 915

### 전력품질 (PQ - Power Quality) 의 계측과 보호

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

전력품질 (PQ) 계측, 보호 종합 솔루션 - (주)피큐라이드

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

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

엔티시 
 범한 
 SUNKWANG