

전력 문제의 7가지 유형

백서 18

개정 1

Joseph Seymour Terry Horsley 글

> 개요

장비 고장, 작동 중단 및 데이터 손상 등에 관한 비밀 중에는 전력 공급 문제로 인해 발생한 결과인 것들이 많이 있다. 또한 기본적인 방법으로 전력 문제를 기술하는 것과 함께 공통적인 문제가 있다. 이 백서는 전력 품질 문제의 기술에 관한 IEEE 표준을 이용해 전력 외란, 전력 외란을 유발하는 것, 핵심 장비에 발생할 수 있는 것 및 장비를 보호하는 방법 중에서 가장 공통적인 유형들을 설명할 것이다.

컨텐츠

섹션을 클릭해 바로 가기

| | |
|-----------|----|
| 머리말 | 2 |
| 과도 전류 | 4 |
| 정전 | 7 |
| 전압 강하/저전압 | 8 |
| 전압 상승/과전압 | 10 |
| 파형 왜곡 | 11 |
| 전압 요동 | 14 |
| 주파수 변동 | 14 |
| 결론 | 17 |
| 리소스 | 18 |
| 부록 | 19 |

머리말

우리의 기술 세계는 전력의 지속적인 가용성 여부에 크게 영향을 받는다. 대부분의 국가에서는 수많은 발전소를 부하에 연결하는 전국적인 그리드를 경유해 상업용 전기를 이용할 수 있다. 그리드는 정부, 산업, 금융, 상업, 의료 및 통신 집단은 물론이고 주거용, 조명, 난방, 냉장, 에어컨, 운송에 대한 기본적인 국가적 수요를 공급해야 한다. 상업용 전기는 실제로 오늘날의 현대 세계가 빠른 속도로 기능할 수 있도록 한다. 정교한 기술은 우리의 가정 및 직장에 깊숙하게 도달해 있으며, 전자 상거래의 등장과 함께 우리가 다른 세계와 상호 작용하는 방법을 끊임없이 변화시키고 있다.

정보 산업은 정전이나 전력 외란이 없는 전기를 필요로 한다. 대규모 전력 사고의 결과는 문서로 잘 기록되어 있다.¹ 미국의 최근 연구에서는 산업체와 디지털 기업들은 정전으로 인해 매년 457억 달러의 손실을 입고 있는 것으로 나타났다. 모든 산업 부문에 걸쳐 전력 품질과 관련된 다른 모든 문제들로 인한 150~240억 달러의 손실과 함께 정전으로 인해 약 1,040~1640억 달러의 손실을 입은 것으로 추산된다. 산업 자동화 과정에서는 전반적인 생산라인을 통제할 수 없는 상황이 될 수 있으며, 그로 인해 현장 인력 및 비싼 재료 낭비에 대한 위험한 상황이 발생할 수 있다. 대규모 금융 기업의 처리 비용 손실로 인해 오래 동안의 복구 시간은 물론이고 가동 시간 당 복구할 수 없을 정도의 엄청난 비용이 발생할 수 있다. 정전으로 인해 발생된 프로그램 및 데이터 손상은 소프트웨어 복구 작업과 관련해 복구하는 데 몇 주일이 문제를 일으킬 수 있다.

많은 전력 문제는 상업용 전력 그리드에서 발생하며, 장비 고장, 교통 사고 및 주요 교체 작업 등과 함께 수천 마일의 송전선과 함께 허리케인, 천둥 번개, 눈, 얼음 및 홍수와 같은 기상 조건의 영향을 받는다. 또한 오늘날의 기술 장비에 영향을 주는 전력 문제는 흔히 지역적으로 지역 공사, 높은 시동 부하, 불량 배전 구성품 및 일반적인 배경 전기 잡음 같은 여러 가지 상황으로 인해 설비 안에서 발생한다.

공동 조건에 대한 합의는 전력 외란 문제를 다루는 과정의 첫 번째 단계이다.

가정용 전자 제품에서 규모가 크고 거대한 고가인 산업 공정의 통제 장치에 이르는 모든 분야에서 전자 제품이 광범위하게 사용되면서 전력 품질에 대한 인식이 높아졌다. 전력 품질 또는 보다 전문적으로 말하면 전력 품질 외란은 일반적으로 전기 장비의 정상적인 작동을 방해하는 전력의 변화라고 정의할 수 있다.

전력 품질 및 전력 품질 통제 방법에 대한 연구는 전기 시설, 대규모 산업체, 기업 및 가정 사용자들을 위한 관심 사항이다. 장비가 점점 전력 공급 전압, 전류 및 주파수에서 발생하는 사소한 변화에도 민감해지면서 연구는 강화되었다. 불행히도 기존의 전력 외란과 관련된 많은 사항들을 기술하는 데 사용하는 용어들이 서로 다르며, 그로 인해 혼란이 발생하고 효과적인 논의와 연구가 더욱 어려워지는 것은 물론이고 오늘날의 전력 품질 문제가 변화를 겪고 있다. 전기전자학회(IEEE)는 전력 외란에 대한 정의를 포함한 표준을 제정하면서 이 문제를 해결하기 위한 시도를 했다. 표준(IEEE 표준 1159-1995, "전력 품질 모니터링을 위한 권고안 IEEE")에서는 여러 가지 전력 품질 문제를 기술하고 있으며, 그 중에서 본 논문에서는 가장 공통적인 사항들에 대해 논의할 것이다.

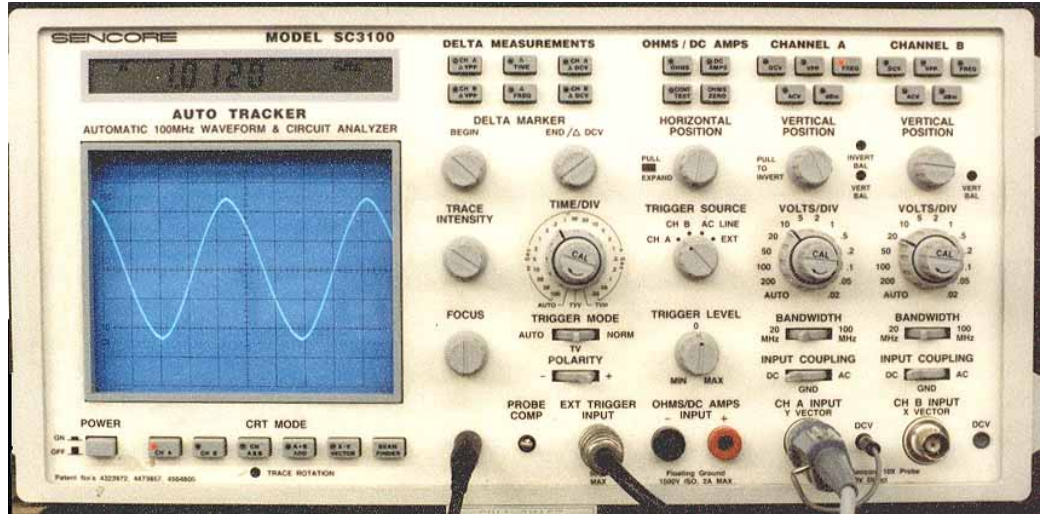
전력을 어떻게 볼 것인가?

콘센트의 전기는 전자기 현상이다. 교류 전류(ac)의 형태로 공급되는 상업용 전기는 외견상으로는 발전소에서 발전할 수 있으며, 변압기로 전압을 높일 수 있고, 수천 마일 떨어진 해당 지방의 일정 지역까지 송전할 수 있는 무한의 에너지원이다. 이런 에너지가 짧은 시간에 어떤 일을 하는가를 안다면 간단하면서도 부드러운 AC 전력이 우리가 의존하고 있는 복잡한 시스템의 안정적인 작동에 얼마나 중요한 것인가에 대해서 이해할 수 있다. 우리는 오실로스코프를 이용해 이런 에너지가 어떤 모양인지 알 수 있다. 완전한 세계에서는 상업용 AC 전류는 부드럽고 대칭적인 사인파의 모양이며, 우리가 어떤 지역에 살고 있는가에 따라 초당 50

¹ 백袁胎 및 디지털 경제 기업에 대한 전력 외란 비용, 백서 사본 2001년, 전력 연구소.

또는 60 사이클에서 변하고 있다.그림 1은 평균 AC 사인파가 오실로스코프 상에서 나타나는 모양이다.

그림 1
사인파의 오실로스코프
이미지



위에 나타난 정현파형(사인파형)은 초당 60 번씩 양의 값에서 음의 값으로 변하는 전압을 나타낸다. 이러한 유동 파형(flowing wave shape)이 크기, 형태, 대칭, 주파수를 바꾸는 경우 또는 노치, 임펄스, 울림을 점점 크게 하거나 0으로 떨어뜨리는(간단하게 말해서) 경우에는 전력 외란이 있다. 본 논문에서는 앞으로 논의할 전력 7 가지 범주의 품질 외란에 과 관련해 위의 이상적인 사인파형에서 나타난 변화를 상징하는 간단한 그림을 제시할 것이다.

이미 기술한 바와 같이, 전력 산업 및 기업 집단 전반에 걸쳐 여러 가지 전력 외란을 기술하는 용어를 사용하는 과정에서 약간의 모호한 점이 있었다. 예를 들어 “서지” 라는 용어의 경우, 어떤 산업 분야에서는 일반적으로 전기의 전원을 끄는 대형 부하로 인해 발생하는 전압의 순간적인 상승을 의미하는 말로 생각했다. 반면에 “서지” 라는 용어의 의미를 아주 하이 피크값으로 마이크로 초에서 불과 몇 밀리 초간 지속하는 과도 전압으로 생각할 수도 있다. 후자의 의미는 일반적으로 번개불 또는 접촉면 사이에서 스파크를 일으키거나 호광을 발생하는 스위치 사고와 관련이 있다.

IEEE 표준 1100-1999에서는 용어의 모호성 문제를 다뤘으며, 문제의 특성을 정확하게 기술하지 못한다는 이유로 일반적으로 사용되는 많은 용어를 전문 보고서 및 참고 문헌에서는 사용하지 말 것을 권장했다. 또한 IEEE 표준 1159-1995에서도 전문 집단에서 보고되는 전력 품질에 대한 일관성 있는 용어를 제시하는 것을 목표로 이 문제를 다루고 있다. 이러한 모호한 용어들 중에서 몇 가지를 제시하면 다음과 같다.

| | | | |
|--------|--------|-----------|-------|
| 정전 | 전압 저하 | 범프 | 전력 서지 |
| 청정 전력 | 서지 | 정전 | 깜빡임 |
| 비청정 전력 | 주파수 편이 | 클리치 | 스파이크 |
| 전력 서지 | 로 전력 | 로 유틸리티 전력 | 윙크 |

정전과 진동 과도 전류의 차이에 대해서 아는 것과 같이 전력에 대해서 효과적으로 논의할 수 있다면 전력 교정 장치에 대한 구매 결정을 하는 때 상당한 차이가 날 수 있다. 가동 중단 시간, 손해 급여 또는 장비 손상을 포함해 필요에 맞지 않는 잘못된 전력 교정 장치를 구입 할 경우 통신 실수는 비용이 많이 소요되는 결과를 초래할 수 있다.

본 IEEE는 본 논문에 나타난 전력 품질 외란을 파형을 기준으로 7 가지 범주로 분류했다고 정의했다.

1. 과도 전류
2. 정전
3. 전압 강하/저전압
4. 전압 상승/과전압
5. 과형 왜곡
6. 전압 요동
7. 주파수 변동

본 논문에서는 이러한 범주에 따를 것이며, 그림을 포함시켜 개별 전력 품질 외란 사이의 차이를 분명하게 할 것이다.

1. 과도 전류

잠재적으로 전력 외란, 과도 전류 중에서 대부분의 손해 유형은 다음과 같은 2 가지의 하위 유형으로 분류된다.

1. 비연속적
2. 진동

비연속적

비연속적 과도 전류는 갑작스런 전압 및/전류 수준을 양의 방향이나 음의 방향으로 끌어 올리는 하이 피크 상황이다. 이런 유형의 상황은 발생하는 속도(고속, 중속 및 저속)를 기준으로 세분할 수 있다. 비연속적 과도 전류는 단기간 지속되는(50 나노초[ns] 이하) 매우 빠른 상황(안정적인 상태에서 충격파의 피크로 상승하는 시간 5(ns)이라고 할 수 있다.

참고: [1000ns=1μs] [1000μs=1ms] [1000ms=1second]

정전기 방전(ESD) 상황으로 인해 발생한 양의 비연속적 과도 전류의 예에 대해서는 그림 2에 설명되어 있다.

비연속적 과도전류 (ESD)

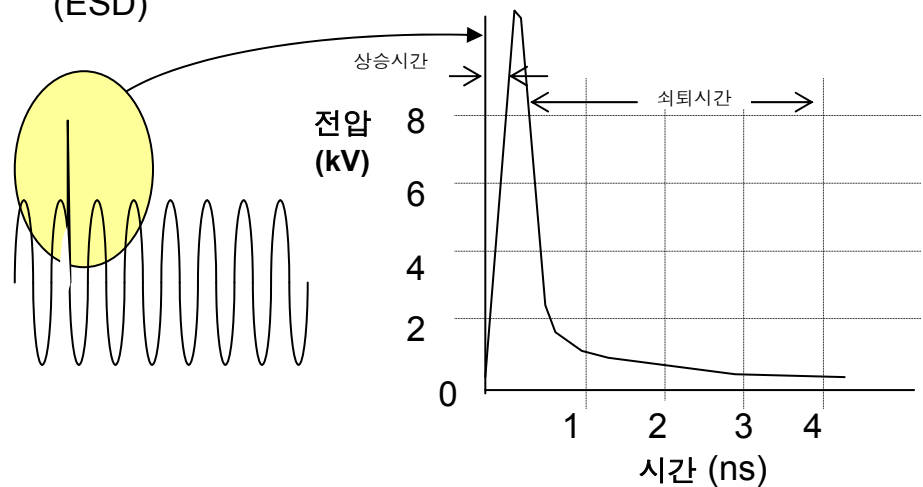


그림 2

양의 비연속적 과도 전류 t

비연속적 과도 전류는 대부분의 사람들이 서지나 스파이크를 경험했다고 할 때 언급하는 것이다. 그 동안에는 범프, 글리치, 전력 서지 및 스파이크 같은 여러 가지 용어들을 사용해 비연속적 과도 전류를 설명했었다.

비연속적 과도 전류의 원인에는 번개, 약한 접지, 유도 부하의 스위칭, 유틸리티 장애 제거 및 ESD(정전기 방전) 등이 있다. 결과는 데이터의 유실(손상)에서 장비의 물리적인 손상 등이 발생할 수 있다. 이러한 원인들 중에서 번개가 가장 빈번하게 발생하는 피해일 것이다. 번개로 인한 문제는 전기 폭풍을 목격한 후에 쉽게 인식할 수 있다. 밤하늘을 밝게 비추는 에너지의 양은 틀림없이 민감한 장비를 파괴할 수 있다. 또한 피해의 원인이 될 수 있는 직접적인 낙뢰를 일으키지 않는다. 번개로 인해 발생한 전자기장(그림 3)은 근처의 전도체에 통하는 유도 전류로 인해 많은 잠재적인 피해의 원인이 될 수 있다.

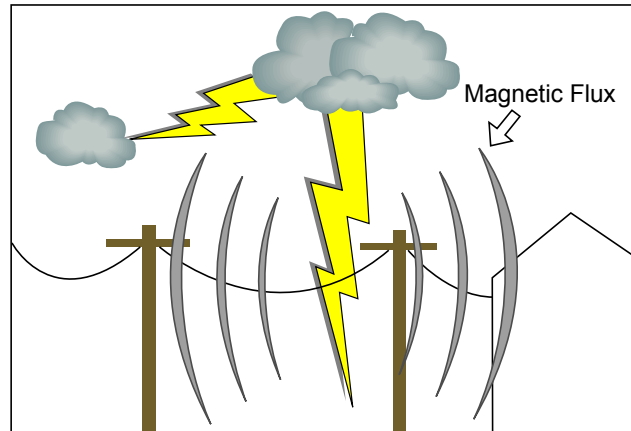


그림 3
낙뢰로 인해 발생한 자기장

비연속적 트랜지언트가 될 때 가장 실행 가능한 보호 방법 중에서 두 가지는 잠재적인 ESD의 제거 및 서지 억제 장치의 사용과 관련이 있다.(일반적으로 과도 전압 서지 억제(TVSS) 또는 서지 보호 장치(SPD))

정전기 방전(ESD)은 약간 놀라는 정도 이상으로는 아무런 피해를 주지 않고 손가락을 구부린 모양을 형성할 수 있지만, 컴퓨터 마더보드를 완전히 정지시켜 다시 작동하지 못하게 할 수 있을 정도의 위력 이상이다. 데이터 센터나 인쇄 회로 기판 제조 시설 또는 그와 유사하게 PCB가 인간의 조작에 노출되어 있는 환경에서는 ESD가 발생할 수 있는 잠재적 가능성을 분산시키는 것이 중요하다. 예를 들어 거의 모든 적정 데이터 센터 환경에는 실내의 공기 조절이 포함된다. 공기 조절은 공기를 냉각시켜 데이터 센터 장비에서 열기가 제거되도록 하는 것은 물론이고 공기에 함유되어 있는 습기의 양을 조절하는 것이다. 공기 중의 습도를 40 - 55% 사이에서 유지하면 ESD가 발생할 수 있는 가능성이 줄어든다. 카펫에서 양말을 몇 번 끌어주면 엄청난 전호(電弧)호가 발생해 순간적으로 손가락에서 몸이 닿아 있는 문고리로 튀는 (공기가 아주 건조한) 겨울 지낸 적이 있다면 아니면 의도적으로 누군가의 귀를 겨냥하고 있었다면 습도가 잠재적 ESD에 어떻게 영향을 주는가 경험한 적이 있을 것이다. 그 외에 작은 컴퓨터 수리점에서 보았던 것처럼 PCB 환경에서 인간의 몸을 접지된 상태로 유지하는 장비를 볼 수 있을 것이다. 이 장비에는 손목 스트랩, 정전기 방지 매트 및 데스크톱 및 정전기 방지 신발 등이 포함된다. 이러한 장비는 설비를 지면으로 이어주는 대부분 전선에 연결되어 있기 때문에 사람들을 감전을 당하지 않도록 안전하게 보호하며 또한 ESD를 지면으로 분산시킨다.

SPD는 오래 동안 사용되었다. 이런 장치들은 오늘날에도 여전히 대형 설비 및 데이터 센터를 위한 장비, 매일 사용하는 소규모 사업 및 가정용도는 물론이고 유틸리티 시스템에 사용되고 있으며, 금속 산화물 베리스터(MOV) 기술의 발전과 함께 성능도 향상되고 있다. MOV는 비연속적 과도 전류, 전압 상승 및 기타 높은 전압 조건 등에 대한 지속적인 억제가 가능하도록 하며, 가스 튜브 및 사이리스터 같은 다른 구성품은 물론이고 회로 차단 장치, 서미스터 같은 열 트립 장치와 결합할 수 있다. 일부 경우에는 SPD 회로를 내장형 억제 장치를 갖춘 컴퓨터 전력 공급 장치 같은 전기 장치 자체로 구성할 수 있다. 보다 공통적으로 이런 회로들은 독립형 서지 억제 장치에 사용되거나 정전이 발생할 경우에는 (또는 전력 수준이 통상적인 또는 안전한 전력 조건의 범위를 벗어나 있을 때) UPS와 함께 포함되어 서지 억제 및 비상 배터리 전력을 공급할 수 있다.



SPD와 UPS 장치의 직렬 연결은 전자 장비에 대한 전력 외란에 대해 보호할 수 있는 가장 효과적인 방법이다. 이런 기술을 이용하면, SPD 장치를 서비스 입구에 배치할 수 있으며, 에너지 중의 많은 부분을 인입 과도 전류에서 분산시킬 수 있다. 전기 하부 패널 및 민감한 장비의 후속 장치는 그 자체로 전압을 장비를 손상시키거나 방해하지 않는 수준으로 억제할 수 있다. 장치의 정격 전압과 에너지 분산 정격의 크기에 따른 분류 및 효과적인 작동을 위한 장치 조정에 특별한 주의를 기울여야 한다. 또한 MOV가 고장 지점에 도달하는 경우에 서지 억제 장치가 얼마나 효과적인가에 주의를 기울여야 한다. MOV가 시간이 지나도 일관성 있는 서지 억제 능력을 유지하는 동안, 효과적인 억제 능력의 정격이 초과되는 경우에는 사용할수록 등급이 떨어지거나 고장이 발생할 수 있다. MOV가 더 이상 효용성이 없는 지점에 도달하는 경우에는 SPD에 회로를 차단해 손상된 전력 이상이 보호하고 있는 장비에 도달하지 않도록 방지하는 것이 중요하다. 이 주제에 대한 자세한 내용은 APC 백서 85, 데이터 라인 전속 보호를 참고한다.

진동

진동 과도 전류는 양의 신호 한계 및 음의 신호 한계에서 신호의 전압, 전류 또는 전압과 전류 모두의 안정적인 상태가 갑작스럽게 변화하는 것이며, 자연 시스템 주파수에서 진동하는 것이다. 간단한 용어로, 과도 전류는 전력 신호가 아주 급격하게 변할 때 상승하고 수축하도록 한다. 진동 과도 전류는 보통 한 사이클의 범위 안에서 0으로 수축한다(수축 진동).

이러한 과도 전류는 모터나 축전기 뱅크 같은 유도 또는 정전 용량 부하의 전원을 끌 때 발생한다. 진동 유도 전류는 부하가 변화에 저항하기 때문에 발생한다. 이것은 빠르게 흐르는 물꼭지를 갑자기 닫을 때 발생하면서 파이프에서 햄머로 치는 소리가 들리는 현상과 같다. 흐르는 물은 변화에 저항하며, 진동 과도 전류에 상당하는 유체가 발생한다.

예를 들어 스파이닝 모터의 전원을 끌 때는 동력을 떨어뜨릴 때 제너레이터처럼 간단하게 작동해 전기를 생산한 후 배전을 통해 보낸다. 모든 회로는 감쇄 형태로 간단하게 전압을 가하는 고유의 인덕턴스 및 분배 용량을 가지고 있기 때문에 긴 배전 시스템은 동력의 전원이 켜지거나 꺼질 때 진동처럼 작동한다.

보통 유틸리티 전환 작동으로 인해 진동 과도 전류가 통전 회로에 나타나는 경우에는 (특히 축전기 뱅크가 자동으로 시스템으로 전환될 때) 전자 장비에 심한 장애를 일으킬 수 있다. 그림 4에는 전류가 통하고 있는 축전기 뱅크로 인해 발생하는 일반적으로 저주파의 진동 과도 전류가 나타나 있다.

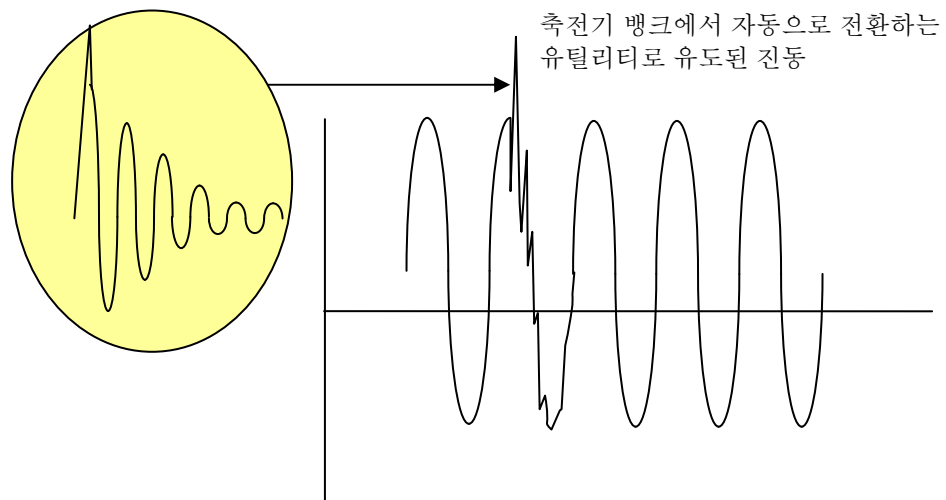


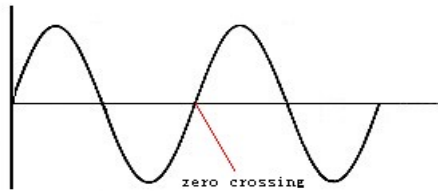
그림 4
진동 과도 전류

축전기 스위칭 및 진동 과도 전류와 관련해서 가장 많이 인식되는 문제는 가변속 드라이브의 트리핑이다. 상대적으로 느린 과도 전류는 DC 링크 전압(ASD의 작동을 제어하는 전압)의 상승 원인이 되며, 이로 인해 구동 장치를 과전압의 표시와 함께 오프라인을 시동시킨다.

축전기 트리핑에 대한 공통적인 솔루션은 진동 과도 전류를 관리 가능한 수준으로 약화시키는 입력 리액터 또는 초크를 설치하는 것이다. 이 리액터들은 구동 장치의 앞 또는 DC 링크에 설치할 수 있으며, 표준 기능 또는 대부분의 ASD에 대한 옵션으로 이용할 수 있다. (참고 - ASD 장치에 대해서는 아래의 정전 절에서 보다 자세히 논의할 것이다.)

축전기 스위칭 과도 전류 문제에 대해 새로 부각되고 있는 해결책은 ZCS(Zero Crossing switch)이다. 사인파의 아크가 하당하면서 (음의 값이 되기 전에) 0 수준에 도달하면, 이 방법은 그림 5에 나타난 제로 크로싱으로 알려진다. 축전기 스위칭으로 인한 과도 전류의 크기가 더 커질 것이며, 스위칭이 사인파의 제로 크로싱 시점에서 멀리 떨어져 발생한다. ZCS(Zero Crossing switch)는 축전기 스위칭이 사인파의 제로 크로싱 시점과 가능한 가깝게 발생하도록 사인파를 모니터링하는 방법으로 이 문제를 해결한다.

그림 5
제로 크로싱



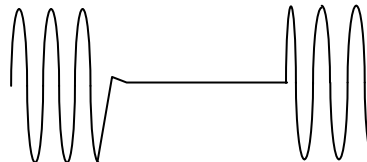
물론 UPS 및 SPD 시스템도 특히 네트워크로 연결된 컴퓨터 같은 공통 데이터 처리 장비 사이에서 진동 과도 전류가 일으킬 수 있는 피해를 줄이는 데 아주 효과적이다. 하지만 UPS 및 SPD 장치는 간혹 ZCS(Zero Crossing switch) 및/과 초크 타입 장치가 제조 플로우 기계 및 그곳의 제어 시스템 같은 전문 장비에 대해 방지할 수 있는 진동 과도 전류의 시스템간 발생을 방지하지 못한다.

2. 정전

정전(그림 6)은 공급 전압 또는 부하 전류의 완전 손실이라고 정의할 수 있다. 정전은 지속 시간에 따라 즉각 정전, 순간 정전 또는 일시 정전 또는 영구 정전으로 분류할 수 있다. 정전 유형에 대한 지속 범위는 다음과 같다.

| | |
|-------|------------|
| 순시 정전 | 0.5~30 사이클 |
| 순간 정전 | 30 사이클~2 초 |
| 일시 정전 | 2 초~2 분 |
| 영구 정전 | 2 분 이상 |

그림 6
순간 정전



정전의 원인은 다양하지만, 일반적으로는 낙뢰, 동물, 나무, 자동차 사고, 거친 기상(세찬 바람, 폭설 또는 전선 위의 눈 등), 장비 고장 또는 기본적인 회로 차단기 트리핑과 같은 몇 가지 유형의 전기 공급 그리드 손상의 결과이다. 설비 인프라가 이런 문제들 중에서 많은 부분을 자동으로 보상하도록 설계되어 있지만, 확실한 것은 아니다. 상업용 전력 시스템에서 정전의 원인이 될 수 있는 것에 대한 보다 공통적인 사례 중의 하나는 자동 회로 재폐로 차단기 같은 설비 보호 장치들이다. 재폐로 차단기는 장애의 성격에 따라 대부분의 정전에서 시간의 길이를 결정한다. 재폐로 차단기는 설비 인프라의 쇼트 서킷으로 인해 발생하는 전류의 상승을 감지하고 쇼트 서킷이 발생하는 경우에 전력 공급을 차단하기 위해 설비 회사에서 사용하는 장치이다. 재폐로 차단기는 설정 시간이 지난 후에 쇼트 서킷을 일으키는 물질을 연소시키기

위해 전선에서 전력을 다시 통하게 할 것이다.(이런 물질은 대개 나무 가지 또는 전선과 지면 사이에 갇힌 작은 동물 등이다.)

집의 모든 전력이 꺼졌다가(모든 불 및 전자 제품) 촛불을 켜고 몇 분이 지난 후에 모든 전기가 들어왔던 것을 본적이 있다면, 아마도 정전을 경험했을 것이다. 물론 집안의 전력이 꺼진 상태에서 밤새도록 계속되었다면 불편한 수준으로 그쳤을 수 있지만, 기업체들에게는 엄청난 비용이 발생했을 것이다.

순시 정전이든 아니면 순간 정전, 일시 정전 또는 영구 정전이든 간에, 정전은 가정 사용자에서 산업체 사용자에게 이르기까지 고장, 파손 또는 가동 중단을 겪는 원인이 될 수 있다. 가정이나 소기업 컴퓨터 사용자는 장비에 대한 전력 손실로 인해 정보가 손상되는 경우 귀중한 데이터를 잃을 수 있다. 아마도 보다 큰 피해는 산업체 소비자가 정전으로 인해 부담해야 하는 손실일 것이다. 많은 산업 공정은 몇 가지 기계 구성품의 지속적인 작동에 의존한다. 이 구성품들이 정전으로 인해 갑자기 정지된다면, 가동 중단, 청소 및 재시동과 관련된 비용의 발생은 물론이고 장비 손상, 제품 파괴 등의 원인이 될 수 있다. 예를 들어 연사를 생산하는 기업체 소비자가 순간 정전을 경험한다면, 연사 압출 공정이 “갑자기 발생해” 초과 폐기물 발생 및 가동 중단이 원인이 되었을 것이다. 연사는 제품이 예상한 품질 및 유형을 갖출 수 있도록 일정한 속도 및 지속적인 상태로 압출해야 한다. 파사(破絲 off-spec yarn)는 방적기에서 제거한 다음 실을 다시 갈아 끼워야 한다. 이 과정에서 많은 노력이 필요하고 엄청난 가동 중단 사태가 발생할 것이라는 점을 짐작할 수 있다. 또한 상당량의 연사가 파손되어 폐기물이 발생한다.

정전에 대비하는 데 도움이 되는 솔루션은 효율성이나 비용 측면에서 다양하다. 먼저 잠재적인 문제의 가능성을 제거하거나 줄이는 데 노력을 기울여야 할 것이다. 물론 설비 시스템에 대한 적절한 설계 및 유지도 필수적이다. 이런 점은 또한 산업체 소비자의 시스템 설계에도 적용되며, 이 작업은 대개 설비 시스템 만큼이나 비용이 많이 소요되고 피해를 입기도 쉽다.

문제 발생 가능성이 줄어들면, 소비자의 장비 또는 공정이 상황을 극복(전력 품질 외란이 발생하는 동안 지속적인 작동 상태를 유지)하거나 불가피한 정전이 끝난 후(및 정전이 계속되는 동안) 재시동될 수 있도록 추가적인 장비나 설계 방법이 필요하다. 가장 공통적으로 사용되는 피해 완화 방법은 무정전 전원 공급 장치(UPS), 모터 제너레이터 및 이중 시스템과 에너지 저장 장치를 이용하는 시스템 설계 기술의 사용이다. 전력이 꺼지면, 이런 형태의 대체 전원이 전원 공급 임무를 맡을 수 있다. 노트북 컴퓨터를 가지고 있는 사람이라면 이런 사례들을 경험한 적이 있다. 노트북 컴퓨터를 플러그 인하면 콘센트에서 전원이 공급되며, 소량의 에너지가 노트북 내장 배터리로 전달되어 배터리를 충전한다. 노트북 컴퓨터의 플러그를 뽑으면, 배터리는 즉시 콘센트에서 공급되는 전원을 대신해 계속해서 노트북 컴퓨터에 전원을 공급한다. 최근에 스위치 기술이 발전하면서 절반 이내의 사이클이 진행되는 동안 대기 에너지 저장 시스템을 이용할 수 있게 되었다.

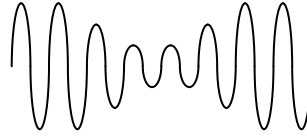
“영구 정전”이란 용어는 상업용 설비 시스템에서 고장의 특성으로 인해 자동 보호 장치가 전원을 다시 공급할 수 없어 수동 개입이 필요한 상황을 기술하는 것이다. 이 용어는 공통적으로 사용되는 “정전”이란 용어보다는 정확하게 상황을 기술하는 말이다. “정전”이란 용어는 실제로 시스템의 구성품이 기대하는 대로 기능하지 못한 상태를 말하는 것이다.(IEEE Std 100-1992)

아마도 전력이 2 분 이상 거진 상태라면 영구 정전을 경험하고 있다고 표현하는 것이 안전할 것이며, 설비 트럭이 실외의 전선을 수리한 직후에 나타나는 것을 확인할 수 있다.

전압 강하(그림 7)은 0.5 사이클에서 1 분까지의 시간에 기존의 주파수에서 AC 전압이 감소하는 것이다. 전압 강하는 보통 시스템 고장으로 인해 발생하며, 또한 대개는 강한 시동 전류로 인한 부하가 있을 때 스위칭한 결과이다.

3. 전압 강하/저전압

그림 7
전압 강하



전압 강하의 공통적인 원인에는 (처음으로 대형 에어컨 장치를 시동할 때 확인할 수 있는 것과 같은) 강한 시동 부하 및 기계 장비를 이용해 수행되는 원격 장애 제거 등이 포함된다. 비슷한 경우로, 산업 설비 안에 있는 대형 모터를 시동할 때에는 상당한 전압 강하(sag)가 발생할 수 있다. 모터는 시동할 때 일반적인 운전 전류의 6 배 이상을 소모할 수 있다. 이처럼 크고 갑작스러운 전기 부하를 유발하기 때문에 모터가 설치된 회로의 나머지 부분에 대한 상당한 전압 강하의 원인이 될 수 있다. 누군가가 샤워를 하면서 집에 있는 물의 전원을 모두 켜다고 생각해 보자. 물은 아마도 차갑게 나올 것이며, 수압은 떨어질 것이다. 물론 이 문제를 해결하려면, 두 번째 물 히터를 설치해서 샤워에 사용할 수 있다. 이와 동일한 상황이 대량의 유입 전류 소모를 유발하는 강한 시동 부하가 걸린 회로에도 적용된다.

그와 같은 방법이 가장 효과적인 것이 될 수는 있지만, 특히 전체 설비에 수없이 많은 강한 시동 부하가 걸려 있다면 강한 시동 부하를 위해 전용 회로를 추가하는 것이 항상 현실적이거나 경제적인 방법이 될 수는 없다. 그 외 강한 시동 부하에 대한 솔루션으로는 단권 변압기나 스타 델타 구성을 갖춘 감압기 같이 나머지 전기 인프라에 부하가 걸리지 않는 대체 시동 전원이 포함될 수 있다. 솔리드 스테이트 방식의 소프트 스타터도 이용할 수 있으며, 모터 시동 시에 전압 강하를 줄이는 데 효과적이다. 가장 최근에는 (다른 용도와 함께) 부하에 따라서 모터의 속도를 바꾸는 드라이브(ASD)를 사용해 산업 공정을 보다 효율적이고 경제적으로 제어했으며, 부가적인 혜택으로서 대형 모터 시동 문제를 해결하고 있다.

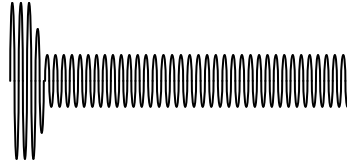
정전 절에서 언급한 바와 같이, 설비 인프라를 통해 원격 장애를 제거하려는 노력은 최종 사용자들에게는 문제를 일으킬 수 있다. 이런 문제가 보다 분명하게 나타날 때 정전으로 볼 수 있다. 하지만 보다 신속하게 제거할 수 있거나 순간적으로 재발하는 문제들의 경우에는 그 자체를 전압 강하로 밝혀질 수 있다. 정전을 해결할 때 사용한 것과 동일한 기술들 중에는 UPS 장비, 모터 제너레이터 및 시스템 설계 기술 같이 전압 강하를 해결하는 데 이용할 수 있는 것들이 있다. 하지만 때로는 시간이 지난 후에 결과를 확인할 수 있을 때까지 전압 강하로 인한 피해가 분명하지 않을 경우(산업 공정의 장비 손상, 데이터 손상, 에러 등)도 있다.

아직은 초기 단계에 머물러 있는 수준이지만, 일부 설비는 고객에 대한 부가가치 서비스로서 산업 공장의 전압 강하 분석을 제공하고 있다. 현재는 전압 강하 분석을 실행해 장비가 작동하거나 작동할 수 없는 전압 강하 수준이 어느 정도 인지 판단할 수 있다. 연구가 수행되고 이러한 취약점들이 확인되면서, 자신들이 생산하는 장비의 장애 극복 능력을 개선할 수 있도록 정보를 수집, 분석해서 장비 제조업체에게 보고해 주고 있다.

저전압

저전압(그림 8)은 전압 강하를 일으키는 장기적인 문제의 결과이다. 지금까지는 공통적으로 “전압 저하” 라는 용어를 사용해 이 문제를 기술했으며, 저전압이라는 용어로 대체되었다. 저전압은 장기적으로 높은 수요가 지속되는 기간의 상업용 전력 전달 전략을 언급하는 것이라는 점에서 모호한 용어이다. 저전압은 모터의 과열을 유발할 수 있으며, 컴퓨터 전력 공급 같은 비선형 부하의 장애의 원인이 될 수 있다. 전압 강하에 대한 솔루션은 저전압에도 적용된다. 하지만 배터리 전원을 사용하기 전에 먼저 인버터를 사용해 전압을 조절할 수 있는 기능을 갖춘 UPS는 자주 UPS 배터리를 대체해야 하는 필요성을 방지할 수 있다. 보다 중요한 사항으로 저전압이 지속되고 있는 경우에는 심각한 장비 고장, 구성 문제가 발생했다는 표시나 설비 공급 문제를 해결해야 할 필요가 있다는 표시일 수 있다.

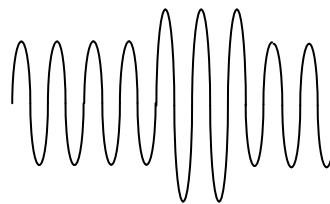
그림 8
저전압



4. 전압 상승/과전압

전압 상승(그림 9)은 전압 강하의 반대 형태로 0.5 사이클에서 1 분까지의 시간에 AC 전압이 상승하는 것이다. 전압 상승의 경우에는 고임피던스 중립 연결, 급격한 (특히 큰) 부하 감소 및 3상 시스템에 대한 단상 오류 등이 공통적인 근원이다.

그림 9
전압 상승



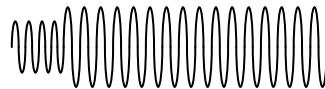
그 결과 데이터 에러, 불빛의 깜박거림, 전기 접점의 저하, 전자 제품의 반도체 손상 및 절연 저하 등이 발생할 수 있다. 자동 전압 조정기, UPS 시스템 및 철공진형 “제어” 변압기 등은 공통적인 솔루션이다.

전압 강하와 마찬가지로, 전압 상승도 그 결과를 확인할 수 있을 때까지 분명하게 나타나지 않을 수 있다. 인입 전력 사고를 모니터링하고 로그하는 UPS 및/또는 전력 변환 장치 등도 이런 사고들이 발생하는 시기 및 빈도 등을 측정하는 데 도움이 된다.

과전압

과전압(그림 10)은 전압 상승을 일으키는 장기적인 문제의 결과일 수 있다. 과전압은 넓은 범위의 전압 상승으로 생각할 수 있다. 과전압은 또한 공급 변압기 탭 설정이 올바르게 되어 있고 부하가 줄어든 지역에서 공통적인 현상이다. 계절적으로도 비수기에 전력 사용이 줄어들고, 전력 사용이 많은 계절에 맞게 설정된 출력이 전력 수요가 훨씬 줄어들어도 계속해서 공급되는 지역에서 공통적으로 나타난다. 이런 현상은 정원 호스의 끝을 엄지 손가락으로 막는 것과 비슷하다. 호스에서 나오는 물의 양은 그대로 입에도 물이 나오는 호스가 작아지기 때문에 압력이 증가하는 것이다. 과전압 조건은 높은 전류 소모를 유발할 수 있으며, 장비에 대한 과열 및 압박은 물론이고 다운스트림 회로 차단기의 불필요한 트리핑의 원인이 된다.

그림 10
과전압



과전압은 실제로 지속적인 전압 상승이기 때문에, 전압 상승의 경우에 작동하는 것과 동일한 UPS 또는 조절 장비는 과전압의 경우에도 작동한다. 하지만 인입 전력이 지속적으로 과전압 상태인 경우에는 시설에 사용할 수 있는 설비 전력도 마찬가지로 교정을 필요로 할 수 있다. 전압 상승과 동일한 징후는 또한 과전압에도 적용된다. 과전압이 보다 지속적일 수 있기 때문에, 과열이 과전압의 외적인 표시일 수 있다. 일반적으로 일정한 양의 열을 발산하는 (정상 환경 조건 및 용도 하의) 장비는 과열로 인한 압력으로 인해 열의 발산량이 급격하게 증가할 수 있다.

이것은 뻑뻑하게 채워진 데이터 센터 환경에서는 피해를 일으킬 수 있다. 오늘날의 데이터 센터에 대한 열과 그의 영향은 뻑뻑하게 채워진 블레이드 서버 타입의 환경과 함께 IT 집단에겐 대단히 중요한 사항이다.

5. 과형 왜곡

과형 왜곡에는 주로 다음과 같은 5 가지의 유형이 있다.

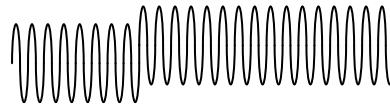
1. 직류 옅셋
2. 고조파
3. 상호고조파
4. 노칭
5. 노이즈

직류 옅셋

직류(dc)는 대개는 현대 장비를 양산시킨 많은 교류-직류 변환 기술의 범위 안에 있는 정류기의 고장으로 인해 교류(ac) 배전 시스템으로 유도될 수 있다. 직류는 교류 전력 시스템을 통과해 원치 않는 전류를 이미 정격 수준에서 작동하고 있는 장치에 추가할 수 있다. 변압기의 과열 및 포화 상태는 순환하는 직류 전류 때문에 발생하는 것일 수 있다. 변압기가 포화 상태가 되면, 가열이 될 뿐만 아니라 전체 전력을 부하로 전달할 수 없다. 또한 후속 과형 왜곡으로 인해 전자 부하 장비를 더욱 불안정한 상태로 만들 수 있다. 직류 옅셋의 예에 대해서는 **그림 11**에 설명되어 있다.

그림 11

DC 옅셋



직류 옅셋 문제에 대한 솔루션은 문제의 근원인 불량 장비를 교체하는 것이다. 모듈형이고 사용자 교체가 가능한 경우라면, 장비는 불량 장비로 인해 발생한 직류 옅셋 문제를 일반적으로 전문 수리공을 필요로 하는 비용보다 적은 비용으로 해결하기가 보다 쉬워질 수 있다.

고조파

고조파 왜곡(그림 12)는 복수의 기본파인 주파수에서 발생하는 기본적인 사인파의 붕괴이다. (예, 180Hz는 60Hz 기본 주파수의 세 번째 고조파이다, $3 \times 60 = 180$)

고조파 문제의 징후에는 회로 차단기의 트리핑 및 영점 교차점에서의 깨끗한 사인파 트리거에 따라 달라지는 타이밍 회로에 대한 동조화의 손실은 물론이고 과열된 변압기, 중성선 및 기타 전기 외란 장비 등이 포함된다.

고조파 왜곡은 스위치 모드 전력 공급 장치(SMPS)의 특성으로 인해 과거에는 IT 장비와 관련된 중요한 문제였다. 이러한 비선형 부하 및 다른 많은 용량형 방식은 각각의 $\frac{1}{2}$ 사이클 위로 전류를 끌어 오는 대신에 전압파의 양의 피크와 음의 피크에서 전력을 “조금씩 흡수한다.” 복귀 전류는 단기(약 $\frac{1}{3}$ 사이클)이기 때문에 일반적인 배전 시스템의 3 장의 각 위상을 이용해 SMPS에서 다른 모든 복귀 전류와 중립에서 결합한다. 맥동 중립 전류는 빼는 대신에 서로 합치면서 이론상 최대 위상 전류의 최대 1.73 배에서 아주 높은 중립 전류를 만든다. 과부화된 중립은 극단적으로 배전의 레그에서 높은 전압의 원인이 되어 부착된 장비에 큰 피해를 줄 수 있다. 동시에 이 복수의 SMPS에 대한 부하는 각 전압의 $\frac{1}{2}$ 주기의 최고점에서 수축되며, 이 때문에 자주 변압기 포화 및 그로 인한 과열이 발생하게 되었다. 이런 문제의 원인이 되는 다른 부하는 가변속 모터 드라이브, 번개 안정기 및 대형 기존 UPS 시스템이다. 이런 문제를 경감하는 데 사용되는 방법에는 중성선의 크기 확대, K 정격 변압기 설치 및 고조파 필터 등이 포함되었다.

지난 10년 동안 이룩된 IT 산업의 놀라운 확대로 자극을 받아 IT 장비에 대한 전력 공급 설계는 국제적인 기준을 통해 품질을 향상시켰다. 한 가지 주요한 변화는 최근에 설비 내의 과도한 고조파 전류에 원인이 되는 IT 장비 전원 공급 장치의 대형 클러스터로 인한 전기 인프라 압력을 보상한다. 새로운 많은 IT 장비 전원 공급 장치는 선형의 비고조파 부하를 작동하는 역률 보정 전력 공급 장치와 함께 설계되어 있다. 이러한 전력 공급 장치는 고조파의 낭비 전류를 생산하지 않는다.

그림 12

일반적인 고조파 파형 왜곡



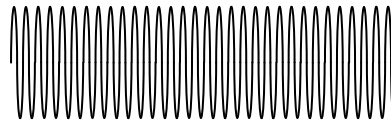
상호고조파

상호고조파(그림 13)은 보통 정지형 주파수 컨버터, 유도 모터 및 아크 장치 같은 전기 장비로 인해 공급 전압에 가해지는 신호의 결과인 파형 왜곡의 일종이다. 가장 중요한 상호고조파 공급 전력 문제 중에서 몇 가지 문제는 (압연기, 시멘트 및 광산 장비에 사용된 대형 선형 모터를 제어하는) 사이클로컨버터로 인해 발생된다. 이 장치는 공급 전압을 공급 주파수의 전압보다 저주파 또는 고주파의 AC 전압으로 변형한다.

상호고조파 중에서 가장 주목할만한 효과는 열 및 통신 간섭 가능성의 원인이 되는 것은 물론이고 디스플레이 및 백열광의 가시적인 깜빡거림이다.

그림 13

상호고조파 파형 왜곡



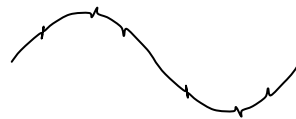
상호 고주파에 대한 솔루션에는 필터, UPS 및 전선 보상장치이다.

노칭

노칭(그림 14)은 정상적으로 작동하고 있는 가변속 드라이브, 조도 조절기 및 아크 용접기 같은 전자 장치로 인해 발생하는 주기적인 전압 외란이다. 이러한 문제는 과도 임펄스라고 할 수 있지만, 노칭은 1/2 사이클마다 주기적으로 나타나기 때문에 노칭은 파형 왜곡 문제로 생각할 수 있다. 일반적으로 나타나는 노칭의 결과는 시스템 정지, 데이터 유실 및 데이터 전송 문제 등이다.

그림 14

노칭



노칭을 해결할 수 있는 한 가지 솔루션은 부하를 문제의 원인이 되는 장비에서 멀리 떨어진 위치로 이동하는 것이다.(가능한 경우) UPS 및 필터 장비도 장비를 재배치할 수 없는 경우에는 노칭에 대한 솔루션이 될 수 있다.

노이즈

노이즈(그림 15)는 전력 시스템 전압 또는 전류 파형 왜곡에 대해 지나치게 가해지는 불필요한 전압 또는 전류이다. 노이즈는 전력 전자 장치, 제어 회로, 아크 용접기, 스위칭 전력 공급 장치, 무선 송신기 등으로 인해 발생할 수 있다. 접지가 충분하게 이루어지지 않은 장소에서는 시스템이 노이즈에 보다 취약할 수 있다. 노이즈는 데이터 에러, 장비 오작동, 구성품의 장기 고장, 하드 디스크 고장 및 왜곡된 비디오 디스플레이 같은 기술 장비 문제의 원인이 될 수 있다.

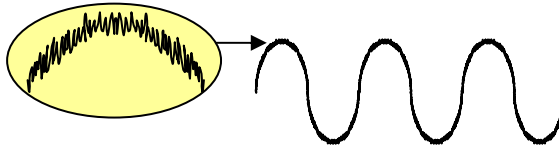


그림 15
노이즈

노이즈를 억제하는 방법에는 여러 가지가 있으며, 때로는 필요한 결과를 얻을 수 있도록 여러 가지 방법을 함께 이용할 필요가 있다. 몇 가지 방법을 제시하면 다음과 같다.

- UPS를 경유하는 부하를 격리한다.
- 접지 및 차폐된 절연 변압기를 설치한다.
- 부하를 간섭원에서 멀리 재배치한다.
- 노이즈 필터를 설치한다.
- 케이블 차폐.

데이터 손상은 노이즈로 인해 가장 공통적으로 나타나는 결과이다. 전자기 간섭(EMI) 및 무선 주파수 간섭(RFI)은 그림 16에 나타난 바와 같이 데이터를 전달하는 시스템에 인덕턴스를 발생시킬 수 있다. 데이터는 디지털 형태(전압 또는 전압의 결핍 형태로 표현되는 1과 0)로 이동하기 때문에, 데이터 조작 수준을 초과하는 과도한 전압 속하지 않거나 반대인 데이터의 형태를 나타낸다. 인덕턴스로 인해 발생된 노이즈의 고전적인 사례는 네트워크 연결 케이블이 드롭 실링을 통해 과거의 형광 조명에 연결되는 경우이다. 형광 조명은 상당히 심한 전자기 간섭(EMI)을 일으키며, 네트워크 연결 케이블과 아주 근접해 있는 경우에는 잘못된 데이터가 발생하는 원인이 될 수 있다. 이런 현상은 또한 네트워크 연결 케이블이 고용량 전선과 아주 근접해 연결되어 있는 경우에 공통적으로 발생한다. 전선 다발의 끝은 대개 이중 바닥 데이터 센터에서 네트워크 연결 케이블과 앞뒤로 일렬이 되어 연결되어 있으며, 노이즈가 발생할 수 있는 상황이 증가하는 원인이 된다.

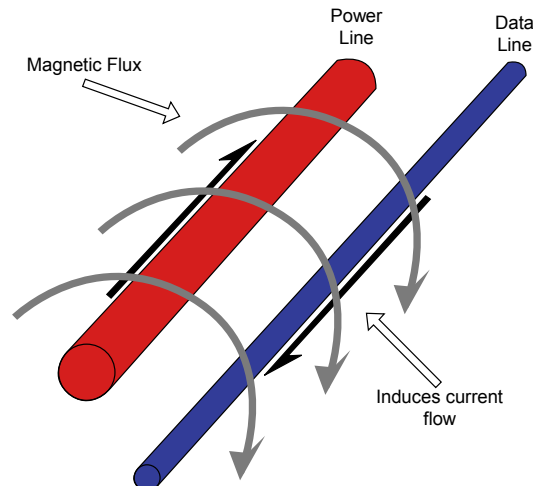


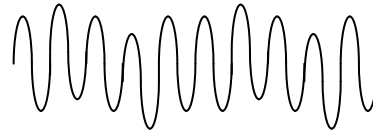
그림 16
유도

이러한 특수한 문제를 해결할 수 있는 솔루션에는 데이터 운반 장치의 이동 및/또는 EMI/RFI의 근원에 떨어진 케이블 연결 등이 있으며, EMI/RFI의 영향을 줄이거나 없애기 위한 데이터 장치 및/또는 장치의 케이블 연결을 위한 추가 차폐를 설치하는 것이 있다.

6. 전압 요동

전압 요동은 근본적으로 다른 형태의 파형 이상과 다르기 때문에, 별도의 범주로 분류된다. 전압 요동(그림 17)은 작은 치수, 즉 저주파에서 공칭 전압의 90~105%로 일반적으로 Hz이하의 전압 파형의 체계적 변이형 또는 일련의 무작위 전압 변화이다.

그림 17
전압 요동

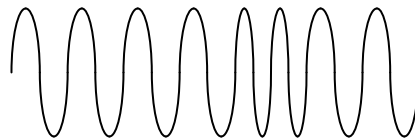


상당한 전류 변이를 나타내는 부하는 전압 파동을 유발할 수 있다. 아크 로는 전송 및 배전 시스템에서 가장 공통적으로 나타나는 전압 파동의 원인이다. 이런 문제의 징후는 백열 램프가 깜빡이는 현상이다. 이런 문제를 해결할 수 있는 방법으로는 문제가 되는 부하의 제거, 민감한 장비의 재배치 또는 전선 변환 장치나 UPS 장치의 설치 등이 있다.

7. 주파수 변동

안정적인 설비 전력 시스템, 특히 전력 그리드를 통해 상호 연결된 시스템에서는 주파수 변동(그림 18)이 발생하는 경우가 극히 드물다. 사이트가 예비 제너레이터 또는 전력이 부족한 인프라 전용인 경우에는 특히 제너레이터에 가해지는 부하가 크면 주파수 변동이 보다 공통적이다. IT 장비는 주파수에 내성이 있으며, 일반적으로 지역 제너레이터 주파수에서 발생하는 사소한 변동의 영향을 받지 않는다. 영향을 받을 장비로는 모터 장치 또는 시간이 경과하는 동안 안정적이고 정기적인 사이클링에 의존하는 민감한 장치 등이 될 것이다. 주파수 변동은 모터 속도가 입력 전력의 주파수에 맞추기 위해 빨라지거나 느려지는 원인이 될 수 있다. 이러한 현상은 모터가 비효율적으로 작동하고/작동하거나 모터 속도 증가 및/또는 추가적인 전류 소모를 통한 모터의 과열 또는 성능 저하의 원인이 된다.

그림 18
주파수 변동



이런 문제를 해결하려면, 모든 발전 전원 및 주파수 변동의 원인이 되는 다른 전원을 처리한 다음 수리, 교정 또는 교체해야 한다.

불균형 전압

불균형 전압은 파형 왜곡의 일종이 아니다. 하지만 전력 품질 문제를 판단할 때에는 불균형 전압에 대해서 알고 있는 것이 필수적이기 때문에 본 논문에서 논의할만한 내용이다.

간단히 말하면, (이름이 의미하는 바와 같이) 불균형 전압은 공급 전압이 일정하지 않은 때이다. 이런 문제들은 외부의 설비 공급으로 인해 발생할 수 있지만, 불균형 전압의 공통적인 원인은 내부 적이며 시설의 부하에 기인한다. 특히 이러한 현상은 레그 중의 하나가 단상 장비에 전력을

공급하는 동안 시스템은 또한 3 상 부하에 전력을 공급하는 3 상 배전 시스템에서 발생하는 것으로 알려져 있다.

일반적으로 이러한 불균형은 특히 솔리드 스테이트 모터와 관련한 과열로 알려져 있다. 보다 큰 불균형은 모터 구성품에 대한 과열 및 모터 제어 장치의 간헐적인 고장의 원인이 될 수 있다.

불균형 전압의 상태를 신속하게 평가할 수 있는 방법은 3 개의 공급 전압의 최고 전압과 최저 전압의 차이를 확인하는 것이다. 이러한 수가 최저 공급 전압의 4%를 초과해서는 안 된다. 다음은 신속하게 시스템의 불균형 전압을 간단한 평가하는 방법의 예이다.

예

| | |
|------------|-------|
| 첫 번째 공급 전압 | 220 V |
| 두 번째 공급 전압 | 225 V |
| 세 번째 공급 전압 | 230 V |
| 최저 전압 | 220 V |

220V의 4%=8.8V

최고 전압과 최저 전압의 차이 10V


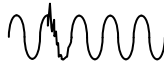
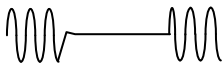
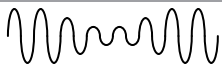
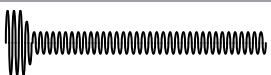
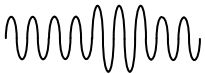
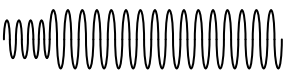
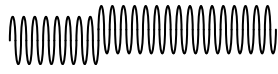
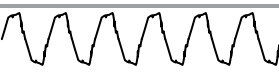
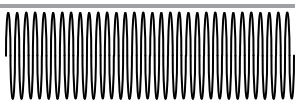


10V > 8.8V – 불균형 상태가 아주 심하다!


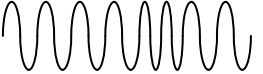
불균형 전압을 교정하는 방법에는 부하 재구성 또는 입력 전압에 대해 설비 교체(불균형이 내부 부하로 인해 발생하는 것이 아닌 경우)를 하는 것 등이 있다.

표 1은 이미 논의된 바 있는 전력 외란을 요약한 것이며, 이런 문제들이 기업 운영에 줄 수 있는 영향을 경감할 수 있는 가능한 솔루션을 제시하고 있다.

표 1

솔루션 및 장애의 요약

| 외란 종류 | 파형 | 영향 | 가능한 원인 | 가능한 솔루션 |
|---------------------|---|-------------------------|--|--|
| 1. 과도 전류 | | | | |
| 비연속적 |  | 데이터의 손실, 가능한 피해, 시스템 정지 | 조명, ESD, 스위칭 임펄스, 설비 고장 제거 | TVSS, 습도를 35-50%로 유지한다 |
| 진동 |  | 데이터의 손실, 가능한 피해 | 유도/용량 부하의 전원 차단 | TVSS, UPS, 리액터/초크, 제로 크로싱 스위치 |
| 2. 정전 | | | | |
| |  | 데이터의 손실, 가능한 피해, 정지 | 스위칭, 설비 고장, 회로 차단기 트리핑, 구성품 고장 | UPS |
| 3. 전압 강하/저전압 | | | | |
| 전압 강하 |  | 시스템 정지, 데이터의 유실, 정지 | 시동 부하, 고장 | 전력 변압기, UPS |
| 저전압 |  | 시스템 정지, 데이터의 유실, 정지 | 설비 고장, 부하 변화 | 전력 변압기, UPS |
| 4. 전압 상승/과전압 | | | | |
| 전압 상승 |  | 불필요한 동작, 장비 손상/수명 단축 | 부하 변화, 설비 고장 | 전력 변화, UPS, 철공진형 "제어" 변압기 |
| 과전압 |  | 장비 손상, 수명 단축 | 부하 변화, 설비 고장 | 전력 변화, UPS, 철공진형 "제어" 변압기 |
| 5. 파형 왜곡 | | | | |
| 직류 읍셋 |  | 변압기 과열, 지락 전류, 불필요한 동작 | 고장 전류기, 전력 공급 장치 | 고장 및 결함 장비의 교체 |
| 고조파 |  | 변압기 과열, 시스템 고장 | 전자 부하(비선형 부하) | 배전 재구성, K-factor 변압기 설치, PFC 전력 공급 장치 사용 |
| 상호고조파 |  | 깜빡임, 과열, 통신 간섭 | 제어 신호, 불량 장비, 사이클로컨버터, 주파수 컨버터, 유도 모터, 아크 장치 | 전력 변압기, 필터, UPS |
| 노칭 |  | 시스템 정지, 데이터 유실 | 가변속 드라이브, 아크 용접기, 조도 조절기 | 배전 재구성, 민감한 부하의 재배치, 필터 설치, UPS |
| 노이즈 |  | 시스템 정지, 데이터 유실 | 송신기(무선), 불량 장비, 비효율적인 접지, EMI/RFI 근원과의 근접성 | 송신기 제거, 접지 재구성, EMI/RFI 근원에서 멀리 이동, 차폐 및 필터, 절연 변압기 증가 |

| | | | | |
|--------------|---|---------------------------------|----------------------|--|
| 6. 전압 요동 |  | 시스템 정지, 깜박거림 | 부하 장비의 간헐적인 작동 | 배전 재구성, 민감한 부하의 재배치, 전력 변압기, UPS |
| 7. 전력 주파수 변동 |  | 동조 장비 고장, IT 장비에 대한 영향 없음 | 예비 제너레이터의 비효율적 관리 | 제너레이터 조절 장치 개량 |

결론

전자 제품이 광범위하게 사용되면서 전력 품질 및 기업들이 사용 중인 핵심 전기 장비에 미치는 영향 등에 대한 인식이 높아졌다. 세계는 점차 소형 아주 작은 전기 요동에도 민감하게 반응하는 마이크로 프로세서를 통해 움직이고 있다. 이러한 마이크로 프로세서들은 맹렬하게 빠른 속도로 자동화된 로봇 어셈블리 및 가동 중단 시간이 허용되지 않는 포장 라인 시스템을 제어할 수 있다. 경제 솔루션들은 전력 품질 외란의 영향을 제한 또는 제거할 수 있다. 하지만 산업계가 전력 외란 및 전력 외란을 방지할 수 있는 방법에 대한 의견을 교환하고 이해할 수 있도록 여러 가지 현상을 설명할 수 있는 공통적인 용어 및 정의가 필요하다. 본 논문은 IEEE 표준 1159-1995, "전력 품질 모니터링을 위한 IEEE 권고안"에서 개략적으로 기술한 전력 품질 외란에 대해 정의하고 그에 대한 사례를 설명하고자 했다.

장비 가동 중단 및 생산 비용을 줄이고 그에 따라 수익을 늘리는 것은 모든 기업의 목표이다. 전기 환경 및 전력 품질 외란에 대한 장비의 취약성에 대해 의견을 교환하고 이해한다면 기업의 목표와 꿈을 달성할 수 있는 보다 나은 방법을 찾는 데 도움이 될 것이다.

저자 소개

Joseph Seymour 는 West Kingston, RI 의 APC 클레임 부서 담당 수석 클레임 분석가이다. 그는 치명적인 과도 전류 상황으로 인한 피해를 평가 및 조사하며, APC 장비 보호 정책에 따라 작성된 소비자 클레임을 판결한다.

Terry Horsley 는 APC 에 대한 독립 전력 품질 컨설턴트이다. 엔지니어링 관리, 핵심 인프라 지원, 교육, 교육 과정 개발, 기술 서적 저술 및 유럽과 동남 아시아, 미국 전역의 현장 조사 수행에서 20 년 이상의 경험을 가지고 있다.



데이터 라인 전속 보호
APC백서 85



전체 APC 백서 브라우징
whitepapers.apc.com



전체 APC 트레이드오프
툴 브라우징
tools.apc.com

References

- *IEEE Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality*, IEEE Std. 1159-1995.
- Ron A. Adams, *Power Quality: A Utility Perspective*, AEE Technical Conference Paper, October, 1996.
- Wayne L. Stebbins, *Power Distortion: A User's Perspective on the Selection and Application of Mitigation Equipment and Techniques*, IEEE Textile Industry Technical Conference Paper, May, 1996.
- *IEEE Recommended Practice for Powering and Grounding Sensitive Electronic Equipment* (IEEE Green Book), IEEE Std. 1100-1992.
- Electric Power Research Institute / Duke Power Company, *Power Quality for Electrical Contractors* course, November, 1996.
- Square D, *Reduced Voltage Starting of Low Voltage, Three-Phase Squirrel-Cage Induction Motors Technical Overview*, Product Data Bulletin 8600PD9201, June 1992



연락하기

본 백서의 내용에 관해 의견이 있으신 분은

Data Center Science Center, APC by Schneider Electric
DCSC@Schneider-Electric.com

귀하께서 고객이며 데이터센터 프로젝트에 특정된 질문이 있으신 경우

해당 지역의 Schneider Electric 산하 APC 담당자에게 연락하십시오

부록 - 전력 공급 허용 오차

지금까지 다양한 전력 외란을 확인 및 설명했으므로 현대 장비에서는 어떤 것이 허용되는가를 이해할 필요가 있다. 모든 전력 외란이 현대 장비에 영향을 주는 것은 아니다. 현대 장비 전력 공급 장치가 짧은 시간 허용할 교류 전압 변이 및 외란에는 일정한 허용 범위가 있다.

대부분의 기술 장비는 공칭 교류 전압을 직류 정전압 및 직류 부전압으로 변환하는 중량이 가볍고 내성이 있는 스위치 모드 전력 공급 장치(SMPS)이 공급하는 낮은 직류 전압에서 운전된다. 전력 공급 장치는 민감한 전자 구성품 및 관련 주변 잡음이 있는 교류 공급 전압 사이의 가장 효율적인 차단막을 갖추고 있다.

IEC 61000-4-11 의 규격인 국제 표준에서는 SMPS 부하에 허용되는 전압 외란의 크기 및 지속 시간에 대한 한계를 규정하고 있다. 비슷하게, 산업 전체에 걸쳐 공통적으로 CBEMA 곡선으로 언급된 애플리케이션 노트는 원래 컴퓨터 및 제조업체 협회가 개발한 것이며, 단상 IT 장비 전력 공급 장치의 전력 외란 최소 허용 오차에 맞게 설계된 성능 곡선에 대해 설명하고 있다. IT 기술 산업 위원회(ITIC, 공식적으로 CBEMA)는 최근에 그림 A1 에 나타난 바와 같이 원래의 곡선을 정의했다. 곡선 및 본 애플리케이션 노트는 www.itic.org/technical/iticurv.pdf 에서 이용할 수 있다.

Figure A1
ITIC curve

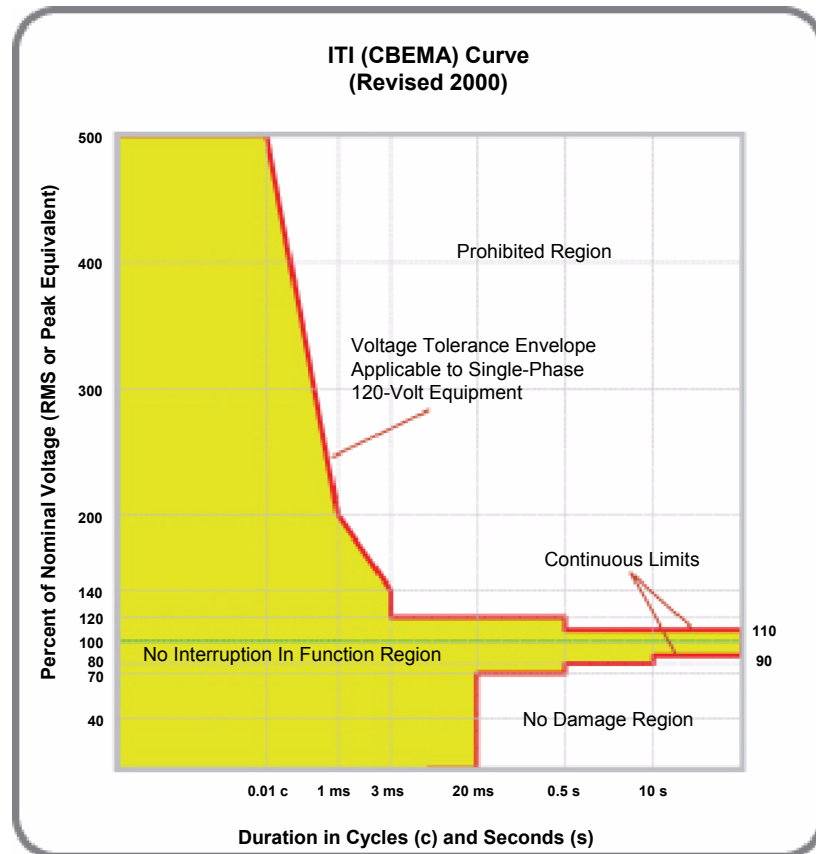


그림 A1 은 하위 사이클 등급과 함께 시작하며, 10 초의 직류 전력 공급 작동까지 시간 등급을 나타낸다. 수직 등급은 단상 IT 장비에 적용된 공칭 전압을 나타낸다. 본 설계에 대한 가장 공통적인 공칭 전압은 60Hz 장비의 경우 120V ac이며, 50Hz 장비의 경우 240V ac이다. 0V 선에 이어, 전력 공급이 공급 전압이 0V로 떨어진 후에 20 밀리초 동안 작동할 것이라는 점을 확인할 수 있으며, 이런 현상은 직류 출력이 교류 공급이 없어진 후에도 1/50 초 동안 계속된다는 의미이다. 이 곡선의 다른 특징은 입력 교류 전압이 공칭값의 80%까지 감소하는 경우에는 전력 공급의 직류 출력이 최소한 10 초 동안 회로를 지속시킨다는 점이다. 100%선의 양의

측면에서는 전력 공급이 최소한 1 밀리초의 시간 동안 200%가 증가하는 것을 허용해야 한다. 교류 사이클의 0.01 시간(예를 들어 60Hz 시스템에서 1.6 밀리초 및 50Hz 시스템에서 2.0 밀리초)에서, 전력 공급은 회로 작동이 중단되지 않은 상태에서 500%의 증가를 허용한다.