

디지털시대의 첨단 전기 전자 정보 통신설비 장애요인과 대책 고찰 (Advanced electricity electron information communication facility obstacle factor and countermeasure investigation in digital age)

강태근*

(Tae-keun Kang)

전기정보신문사 발행 편집인 부설 안전에너지연구소

Abstract

Examine merits and demerits and obstacle factor that exist to all direction of digital infratechnology that is supplied on industry whole according to development special quality of computer by development of computer and Information Technology and electricity electron information communication facility that basic impulse insulation level does not exist examined scorched earth or an interference problem factor and countermeasure of semiconductor degauss of factor and electricity electron information transmission system that is numbed or causes system down.

서론

국내의 옥내에서 사용되는 최소 사용전압인 220V로도 디지털 사용설비의 전자회로가 얼마든지 마비 될 수 있다. 거의 수천 수 만, 수 억배 이상으로도 mA, mV, μ A, μ V사용의 첨단 전기 전자 정보 통신설비에 강력한 영향을 줄 수 있다.

이는 결국 오늘날 미세한 매크로와 마이크로화 되는 시스템에 치명적인 영향은 물론 시스템 다운과 시스템 마비, 오동작, 그리고 중요한 반도체 전자 부품의 소자 파괴를 얼마든지 가져 올 수 있는 실정이다.

앞으로 급속하게 자동 지능화되고 디지털화 되 가는 모든 제어시스템에 이러한 강전계는 디지털기반 기술과 반도체 부품 사용의 확대로 그 심각성은 더욱 엄청나다고 볼 수 있다.

본고에서는 디지털을 기반으로 하는 대형화된 첨단 전기 전자 정보 통신설비에서 공통적으로 발생 할 수 있는 치명적인 옥내 강전계 전압 전류의 악영향과 이로 인한 디지털 이용 설비의 오동작, 시스템 마비, 디지털 반도체의 파괴와 디지털설비의 고장 가능성의 요인을 정성적으로 살펴보고 보호대책도 고찰해 보고자 한다.

1. 첨단설비에 적용되는 컴퓨터특성 고찰

1.1 디지털 기반인 컴퓨터의 수동성

G I G O (Garbage in Garbage

Out)

컴퓨터에 쓰레기가 입력되면 쓰레기가 출력 된다는 컴퓨터나 디지털의 수동성을 함축적으로 나타내고 있는 표현이다.

유효한 정보를 얻기 위해서는 올바른 기초 자료가 디지털이나 아날로그 데이터로 전송되어야 한다는 의미이다.

1.2 디지털 기반의 지능화 신경망 구축

신경망 컴퓨터(Neural Network)는 인공지능의 연구로 인간의 뇌세포를 흉내 낸 인공적인 신경망을 구축함하여 인간의 두뇌활동을 컴퓨터에서 구현하려는 것이다.

신경망 컴퓨터는 한 번에 많은 양의 데이터를 처리할 수 있어 조작이나 운용시의 학습과정을 통해 데이터에서 패턴을 발견해낼 수 있다. 제어와 운용등 학습기간 동안 입력과 출력을 여러 번 반복하면서, 올바른 연결은 강화 시키고 그렇지 않은 연결은 약화 시키면서 스스로 학습해 갈수 있다는 특징으로 각종 첨단 전기 전자 정보통신등 모든 분야에서 적용된다고 보아야 할 것이다.

1.3 디지털의 최근 특징

컴퓨터의 세대별 발전은 제 1세대(46-57년), 제2세대(58-64년), 제3세대(65-74년), 제 4세대(75-83년), 제 5세대(84-현재)로 나눌 수 있다.

최근세대인 제 4세대, 제 5세대의 디지털 특성을 살펴보면

1.3.1 제4세대(1975~1983년)

주요 소자 고밀도 집적회로(LSI)
 연산 속도 ps (10^{-12} sec)
 사용 언어 C 등
 기억 장치 고밀도 집적회로(LSI)

- 마이크로프로세서의 출현으로 최초의 개인용 컴퓨터가 출현하였다.
- 네트워크(Network)가 크게 발달되어 원격지의 자료와 정보도 공유가 가능해졌다.
- 공장 자동화(FA), 사무 자동화(OA) 등 각종 분야에 컴퓨터를 이용한 자동화가 이루어졌다.
- 가상기억장치 기법(Virtual Memory)이 도입되었고 최초의 슈퍼컴퓨터가 등장하였다.

1.3.2 제5세대(1984~현재)

- 주요 소자 초고밀도 직접회로(VLSI)
- 연산 속도 fs (10^{-15} sec)
- 사용 언어 Visual C, Visual Basic, Java, Delphi 등
- 기억 장치 초고밀도 직접회로(VLSI)
- 인공지능(AI), 전문가 시스템(Expert System), 패턴 인식 시스템, 의사 결정 시스템(DSS), 퍼지이론 등이 도입되었다.
- 컴퓨터를 이용하여 보다 복잡한 계산을 수행하고 고도의 시스템 분야에 활용하고 있다.
- 학자에 따라서는 5세대를 4세대에 포함시켜 설명하기도 한다.

1.3.3 디지털 기반확대와 그래픽 S/W의 접촉

중전의 컴퓨터 이용이 텍스트 위주의 CUI(Character User Interface)시대에서 그래픽 위주의 GUI(Graphic User Interface)시대로 바뀌고 컴퓨터 운영체제도 DOS 기반의 컴퓨터 운영체제가 WINDOW 기반의 운영체제로 바뀐 즉 키보드에서 마우스의 클릭 위주로 바뀌어진 디지털 기술의 급속한 보급과 산업전반에 급속하게 보급되는 디지털기반의 접촉은 앞으로 모든 분야에 엄청난 변화를 초래할 것으로 보인다.

1.4 첨단설비 아날로그와 디지털

아날로그의 신호는 많은 잡음과 부정확한 데이터인 반면에 디지털신호는 ON(1), 또는 OFF(0) 즉 1.0의 확실한 예스(YES) 노(NO)의 신호 전송으로 엄청난 양의 정확한 정보를 한 비트(BIT)의 에러도 없이 전송하는 것이 아날로그 신호와는 다르다.

디지털 데이터는 자료의 최소 단위인 비트(bit)에러 발생시 부정확한 정보 전송을 차단하고 있다는 것이 디지털을 사용하는 중요한 이유 중의 하나라고 본다.

디지털 영역의 신호처리는 (1)과 (0)만을 판별하는 비선형적인 시스템인 반면에 아날로그 영역의 신호처리는 미세한 입력신호의 변화를 직선적인 출력전압으로 추종하는 선형 시스템으로 대량의 정확한 정보 전송에는 한계가 있다.

2. 첨단설비의 디지털사용 이유

디지털이 만능인 것은 아니다. 그러나 다음의 장점으로 산업설비, 빌딩, 공장 등 전부 디지털화 하거나 최소한 일부설비만이라도 디지털의 접촉화를 시도 할 것이다. 디지털 데이터는 자료의 최소 단위인 비트라도 에러 발생 시 부정확한 정보 전송을 차단하고 있다는 것이 디지털을 사용하는 중요한 이유라고 본다.

2.1 디지털기반 영역의 장점

2.1.1 노이즈 왜곡에 대한 강한 면역성

디지털 시스템에서는 전송, 수신, 기록, 재생 도중에 다수의 노이즈가 혼입되거나 파형이 변형되더라도 (1)과 (0)의 수치를 틀리지 않게 읽어 낼 수 만 있다면 원래의 정보를 그대로 재현할 수 있다. 여기에 에러정정 부호를 첨가하여 가능한 범위에서 아무리 많은 잡음이 혼입되고 신호의 왜곡이 발생한다고 해도 원래 신호를 손상 없이 재생 할 수 있다.

따라서 디지털 시스템에서 복사(Dubbing)에 의한 원래 정보열화나 변질이 없다.

2.1.2 정보신호 다중화와 전송회선 절약

아날로그신호는 복수의 정보를 전송하려면 그만큼 전송회선이 필요하지만 디지털시스템에서는 병렬인터페이스를 사용할 때는 신호처리 비트 수 만큼의 전송회선이 필요하지만 시분할다중 방식으로 복수의 정보를 직렬로 하여 한 가닥의 케이블로 전송할 수 있다.

아날로그의 누화(cross talk)가 디지털에서는 이론적으로 없다. 따라서 디지털시스템에서는 배선의 간섭화와 경제성을 동시에 추구 할 수 있다.

2.1.3 적은 데이터기록과 매체 소모량

VTR의 디지털 시스템에서는 많은 정보량을 다루어야 하기 때문에 테이프 소모량을 늘이지 않고 기록 재생하는 것이 핵심기술인데 그러한 것을 가능하게 한 것이 디지털 고밀도 기록과 데이터 압축 기술이다.

2.1.4 압축에 의한 정보량 저감과 전송

대량 소요되는 정보량 압축과 전송할 수 있는 기술

2.1.5 빠른 데이터의 전송

기준 클럭주파수를 울림으로 해서 실시간 보다

빠른 속도로 데이터를 전송 할 수 있다.

2.1.6 시스템의 높은 유연성

관공서 첨단대형 장비와 가정용 장비 구분이 없어지는 것도 디지털 장비의 유연한 장점이다.

2.1.7 부가정보의 다양한 시스템 이용

멀티미디어의 다양한 이용 멀티테스킹 기법 이용

2.1.8. 전자부품 경년변화에 대한 높은 안정성

저항, 컨덴서, 트랜지스터, 집적회로의 미세한 동작특성은 운용시간, 전압변동, 주변의 온습도에 따라서 변화 하고 아날로그는 최종 출력단에 오차나 에러가 그대로 반영 된다.

반면에 디지털은 신호 즉 입력 출력 값이 임계값 범위 내에서 수치화된 부호만을 다루는 비선형 신호처리로 임계값 이내에서는 출력이 크게 변화 하지 않는다.

이와 같은 이유로 모든 전자회로의 무조정, 무점화하면 장비의 안정성과 신뢰도 나아가서 수명이 크게 향상되며 제조사와 시스템 운영시 공정도 줄어들어 생산원가의 절감을 가져온다.

2.2 디지털이용설비의 단점

2.2.1 임계값 이상의 노이즈에 속수무책

2.2.2 주파수 대역의 확대

아날로그의 원 신호에 비하여 디지털로 변환시 주파수 대역이 수십 배로 늘어나는 단점이 있으나 최근 VLSI 제조기술이 발전함에 따라서 해소되고 있다.

2.2.3 화질 음질의 부정확성

2.2.4 립싱크(Lip sync) 불일치 현상

3. 디지털 전원과 강전계 전원

옥내 사용전원의 크기로 분류하면 강전계(옥내 최소전압 220V), 약전계(DC6V, 12V, 24V 등), 정보전송계(mA, mV 등) 로 구분하고 극 미소 전원을 사용하는 디지털설비는 mA, mV, μ A, μ V 내부 각종 시그널 전원을 가진 정보전송계로 외부 전원과 엄청난 차이, 즉 수천, 수십, 수만, 수억 분의 1의 전압, 전류 차이를 보인다. 이는 결과적으로 전기 전자 정보 통신설비의 소 세력 회로에 강력한 영향을 주고 상황에 따라서 는 중요 부품의 오동작 소자를 파괴 한다. 외부 과대전압, 전류에 매우 약하기 때문에 서어지성 과대 전압전류 또한 위험한 요인이다. 이는 부품의 파괴 및 오동작을 일으키지 않는 다고 하여도 최소한의 데이터 에러를 발생하여 시스템을 다운 시킬 수 있다.

이러한 전기 전자 정보 통신설비는 낙뢰사고나 계통의 과도현상, 그리고 변성기류의 공진 및

자기포화에 의한 각종 과도 노이즈영향에 얼마든지 파괴 된다. 최소한 여기저기 산재 되어 있는 0, 1의 비트(bit) 에러 유발 요인은 전 방위적으로 광범위하게 디지털 기반의 첨단설비에 심각하다. 그 요인으로는 다음과 같다.

3.1 디지털 소자파괴 근본요인

0,1의 비트 에러발생에 의한 시스템 다운은 심각성이 적다. 수 십 수천만 배의 강전계 전압 전류에 견디지 못하는 것은 **BIL**를 약전, 전자회로 디지털 반도체에 근본적으로 적용하지 못하는 근본 원인에서 기인한다.

3.2 첨단 시스템에 영향 주는 강전계 위험성

강전계의 전반적인 정전, 전자 유도현상과 절연 열화에 의한 강전계 누설전류, 통전경로, 통전시간 강전계 전원 220V, 22.900V 등 주파수의 크기, 직류, 교류와 통전 경로별 기중치, 기동시 유도와 각종 왜란 현상 그리고 비선형적 노이즈 원을 살펴 볼 수 있다.

3.3 첨단설비에 영향을 주는 전기현상

강전계의 누전현상, 선간단락, 합선, 전기설비의 층간 단락, 고압방전, 과부하 상태, 접촉불량 상태, 통전 전원의 방치, 연선 소선 절단시의 전기 스파크, 정전기 스파크, 고조파, 고주파, 코로나 현상등 이러한 전기 제반현상이 첨단 디지털 설비에 영향을 준다.

경우에 따라서는 디지털 설비의 시스템 down으로 대형사고의 원인임을 살펴볼 수 있고 전선의 단선 단락 합선, 지락시 mm² 당의 전류밀도가 120A 이상이 되면 폭발 비산등 순시 용단현상시의 엄청난 과도현상시 써어지성 임펄스 파형은 디지털 설비의 일부 파괴 전 시스템의 down을 발생 시킬 수 있다.

3.4 디지털 신호의 비트 에러를 발생할 수 있는 정전기 방전 요인

- 1) 코로나 방전
- 2) 스트리머 방전
- 3) 불꽃방전
- 4) 연면방전
- 5) 뇌상 방전

3.5 디지털 비트 에러발생 순간전압강하 정전

1) 순간전압강하의 원인

제강용 아크로, 유도로, 저항로, X선장치, 전동기의 기동, 용접기, 배전계통의 임피던스강하

2) 순간정전 원인

과거에는 전원 또는 모선 절체 시나 개폐기 또는 차단기의 차단 시에 발생 하였으나 최근에는 단락 또는 지락 사고시나 재폐로 차단기의 동작에 의한 순간정전 발생 한다.

3.6 뇌격 및 피뢰설비 작동에 의한 비트 에러

직격 뇌, 측격 뇌, 유도 뇌, 침입 뇌에 의한 디지털 설비의 시스템 down이나 뇌나 이상전압이 습격 했을 때 단락전압이 어떤 값 이상에 도달시의 이상전압의 대지 방전시의 디지털 비트의 에러 발생

3.7 접지시스템에 의한 비트에러 발생

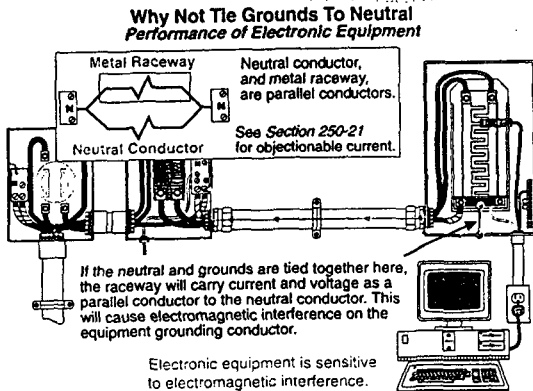
접지의 설치 위치에 따라서 기기접지, 선로접지, 중성점, 접지, 계통의 접지에 따라서 직접접지, 소호리액터 접지, 저항접지의 접지전류에 의한 디지털 비트 에러 발생

3.7.1 공용접지에 의한 비트 에러 발생

사고발생시의 공용으로 사용되는 접지극을 통한 상호 간섭에 의한 비트에러 발생

3.7.2 중성선과 접지선의 혼용사용의 심각성

국내에서 사용하는 22.9 kv의 중성점 다중접지 방식의 중성선이 옥내 전기설비에서 접지선으로(그림1) 사용되는 요소가 있으며 이는 디지털 기반의 첨단 전기 전자 정보 통신설비에 엄청난 시스템 마비를 유발하는 위험한 상태이다.



(그림1) 중성선과 접지선의 연결 사용 금지 예

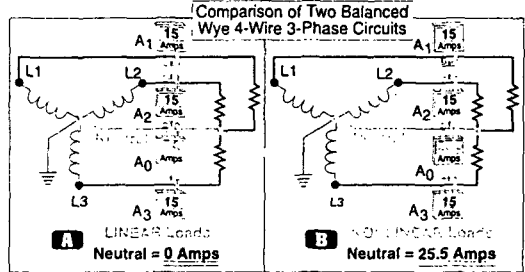
3.7.3 비선형부하와 선형부하의 차이

비선형부하는 중성선에 평형부하전류의 200% 또는 실험치는 300%를 제시하고 있을 정도로 심각한 요인이다. (그림 2)

이는 여의도 공동구, 종로 통신구의 자연발생 화재를

가져왔고 대형 아파트 단지의 전기 공급 한전 변전소의 메인 차단기의 폭발을 가져왔다.

Effects Of Nonlinear Loads On Grounded Conductors Section 220-22



(그림 2) 선형부하와 비선형부하의 차이

3.8 디지털 비트 에러 발생 요인 썬어지들

- 1) 무부하 충전 전류 차단시의 서어지
- 2) 고장전류 차단시의 서어지
- 3) 변압기 여자 돌입전류 차단시의 서어지
- 4) 3상을 동시에 투입하지 않을때의 서어지
- 5) 고소도 재폐로의 서어지

3.8 전력계통 단락전류증대로 비트 에러 발생

- 1) 고장시의 과도 이상 전압
- 2) 각종 기기의 열적, 기계적 강도증대와 파괴
- 3) 지락전류의 증대에 따른 전자 유도 전압에 의한 에러

3.9 보호계전기 동작시의 비트 에러 요인

특고압 수전설비 또는 구내의 배전 설비, 기계기구 또는 선로 사고 발생시에 사고가 발생한 구간을 선택 차단하는 계전기 동작시의 에러 발생 과 각종 계전기 동작으로 인한 비트에러 발생

4. 전자회로의 비트에러 발생요인

중전의 아날로그 회로의 노이즈 원이 디지털 회로에서는 임계값 이상 발생시 언제든지 디지털 신호의 비트에러를 발생시키는 잠재 요인들이다.

4.1 열잡음

회로내 대전입자의 불규칙한 운동에 의한 잡음으로 열잡음은 주파수 대역폭에 비례하고 온도가 낮아지면 감소한다.

4.2 shot잡음

다이오드 트랜지스터 등 반도체 접합면에서 전류의 자유 교환현상 현상에 의하여 발생하는 잡음

4.3 1/F 잡음

Power Spectrum 이 전자파동 주파수 f에 반비례하는 잡음을 Flicker잡음, Contact잡음, Excess잡음으로 서로 다른 두 종류의 도체가 접촉하는 부분에서 발생하는 것으로 접촉부분이 변동되면서 생기는 방전잡음, bridge잡음, chattering잡음, 진동잡음, 전극접촉잡음, 열기전력에 의한 잡음과 고저접촉에 의한 잡음으로는 피막파괴잡음, 전잡음, 열기전력에 의한 잡음을 고찰할 수 있다.

4.4 과도현상에 의한 잡음

반도체 회로의 고속스위칭으로 디지털 시스템내의 전원개폐 등에 의하여 일어나거나 반도체 회로 자체 무접점 전자적인 스위칭에 의하여 일어난다.

4.5 불필요한 정채불명의 signal 잡음

불필요한 신호잡음은 상용주파수의 잡음, 고조파 잡음, 주파수잡음, 비선형적인 각종 회로 개폐시의 잡음, 무선주파수의 잡음, 복사잡음이 있다.

5. 강전계 장애방지, EMI 방지대책

5.1 강전계 장애 방지

매크로, 마이크로용 첨단 디지털 설비 장애 방지 대책 위주로 BIL 적용 전기설비와 차별화 방법 필요

- 1) 중성선과 접지선의 명확한 구분(그림)
- 2) 강전계 22.900V의 특별고압 전압의 완전 차폐
- 3) 육내 사용전압 최소 220V전압의 하향조정 또는 110/220 V 두 종류 전압 사용으로 민감한 설비의 공급전압을 1/2로 감소하여 유도과 임펄스의 영향을 다소 저감
- 4) 전원 측에 Normal Mode Filter, Common mode filter
- 5) 바리스터 써어저 흡수기
- 6) 정전, 전자 유도 장애 접 차단
- 7) 강전계 경로의 표시와 격리차폐의 Earth to Earth 법
- 8) 이동용 전기설비의 배선이나 전원 케이블을 트위스트한 후 외장을 차폐 하거나 특수 실드된 케이블을 사용한다.

5.2. EMI 전자파장애 방지 대책

5.2.1 고주파 저감대책

- 1) 인버터의 전원측에 노이즈 필터부착
- 2) 회로부품의 발생부분에 CR회로, LC회로이용
- 3) 각종 무접점 스위칭속도의 저감으로 스위칭 주파수 감소
- 4) 스위칭 소자의 di/dt, dv/dt의 절감
- 5) 스위칭과형의 소프트웨어를 위한 LC 공진회로 이용
- 6) 차폐, 와이어링 접지에 의한 대책
- 7) 고주파 발생입구에 바이패스 콘덴서 삽입
- 8) 코먼 모드 리액터를 삽입하고 고주파에 대한 임피던스를 크게하여 고주파 전류의 유출 방지

5.2.2 고조파 저감대책

- 1) AC, DC 리액터 사용
- 2) 비선형부하의 차폐나 격리
- 3) 액티브 필터의 설치
- 4) PWM 컨버터 방식의 채용
- 5) 고조파 가이드라인의 설정
- 6) 고조파 발생 제한치 설정 mA/KW
- 7) 다상 정류회로의 채택

결론

앞으로의 대형설비는 컴퓨터 발전방향과 접목하여 소형화 하면서 정밀 연동성을 가진다. 이는 미래는 하드웨어 개발 보다는 소프트웨어 개발에 보다 치중할 것으로 네트워크 기술과 접목하여 링크의 속도는 더욱 가속화 되고 모든 산업설비는 디지털 기반으로 대형화 추세로 급속하게 갈 것이다.

한편 디지털 부품의 가격은 점차 떨어지고 성능은 향상 되면서 점차 소형화된 고집적형 반도체가 대형 첨단설비에 다방면의 채택은 당연한 것이다.

더욱 인터넷과 같은 각종 네트워크 관련기능이 크게 강화되면서 디지털 위성MF 이용한 원격으로 지능화가 더욱 촉진 될 것이다. 이는 컴퓨터를 보다 편리하게 사용할 수 있는 WEB 기반의 WINDOW O.S의 향상된 인터페이스 기술과 네트워크 기술발전, 대용량의 기억 장치인 반도체의 시스템은 점점 대형, 지능화되면서 정보처리의 속도 또한 나노 속도로 보다 빨라질 것으로 이에 따라서 대형사고 또한 엄청날 것으로 보여 진다.

이런 상황에서 지금까지 살펴 본 강전계, 전자기, 정보 전송계 등의 전 분야에서 전 방위적으로 발생하는 각종 비트(bit)에러 요인은 정확성을 생명으로 하는 디지털 신호에 어떠한 형태로든 비트(bit) 에러의 발생요인으로 작용하는 요인을 살펴 보았다.

결국 이에 대한 대책으로 대형설비의 요소마다 하이브리드컴퓨터 (Hybrid computer) 의 적용과 시스템의 철저한 분석 속에 적재적소의 A/D시스템 적용과 특단의 조치가 필요하다.

문헌

1. JerryC Whiteker, Digital Handbook McGraw

hill

2. How to design Electrical System Mcpartland
Mcgraw-hill
도서출판 차송
3. HAND bOOK of practitice Electrical
DESIGN JESEPLNE MCPARTLANA
4. WINDOW JANEALABRIA AND DOROTHY
BURKE
5. 신화성 영진정보연구소 공저
네트워크관리사 영진출판사
6. 영진정보연구소 정보처리기사 영진출판사
7. 자가용전기설비 오염사 성안당
8. Understanding the National Electrical Code
Michael Holt
9. 우석진 컴퓨터 그래픽스 영진출판사
10. 채운병 컴퓨터 활용능력 영진 출판사
11. 심학철, 오동준, 임환, 조규철 공저
전자상거래관리사 영진 출판사
12. 정갑관, 문종환, 안세영 공저 디지털 방송기술
도서출판 차송
13. 최연화, 이동수, 영진정보연구소
공저 사무자동화산업기사 영진 출판사