

코일-로커를 이용한 인버터 다운 방지 기술

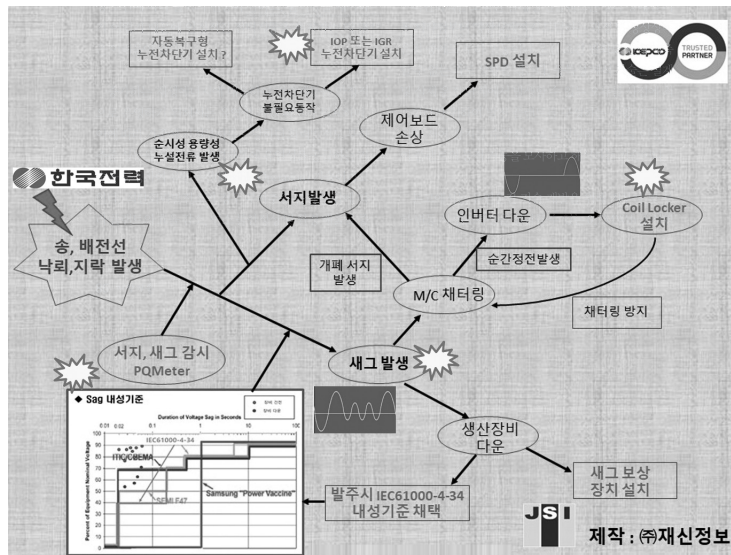
한 정 규 대표 / 재신정보
ceo@jsdata.co.kr

1. 개요

여름철 낙뢰 시 한전 송배전선로에서 순간전압강하가 발생하면 공장 등 산업 현장 내부에서는 M/C에 의한 채터링 현상으로 순간 정전이 발생한다. 순간전압강하 대책은 세우지 않고, 순간정전 대책을 세우는 아이러니를

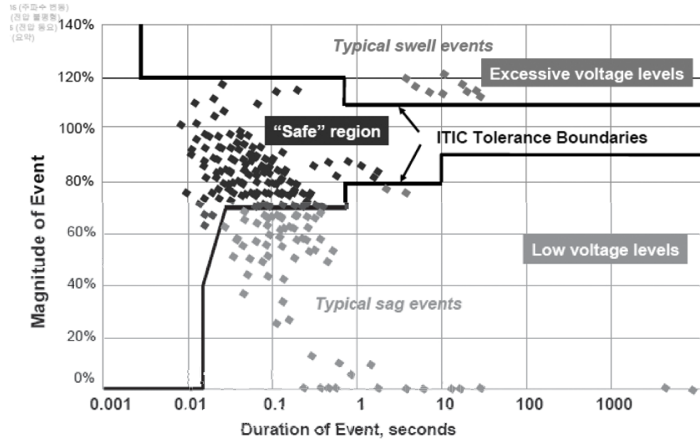
반복하고 있는 것이다.

본고에서는 이러한 문제를 파악하고, 가장 정확하고 경제적이면서 신뢰성 있는 장비가 무엇인지를 알아보고, 최적의 대책 기술을 제시한다.



[그림 1]

코일-로커를 이용한 인버터 다운 방지 기술



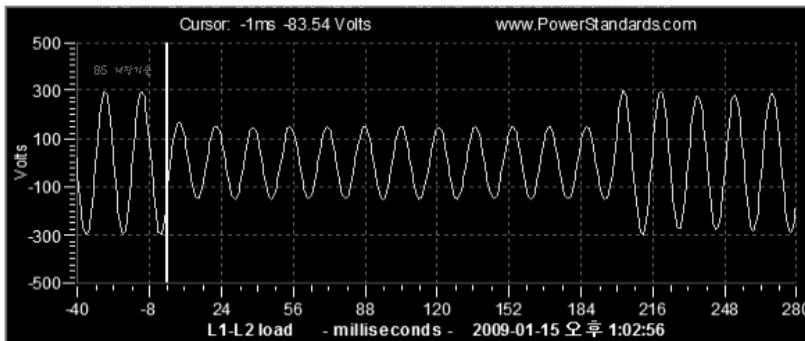
[그림 2]

2. 한전 송배전선로에서 낙뢰 발생 시 공장 내부에서 발생하는 현상들

[그림 1]처럼 한전 선로 측에서 낙뢰가 발생하면 순간 정전이 발생하는 것이 아니라 순간전압강하가 전 공장, 산업 현장에서 발생하게 된다. 이때 공장 내부에서 공장 자동화의 총아인 마그넷 콘택터(이하 M/C)가 아무런 대책을 세우지 않고, -30% 이하의 메이저 새그(순간전압강하)가 발생하면 AC 전용 M/C는 반드시 채터링을 하게 된다. 채터링이 발생하면 그 아래 부하단에는 순간 정전이 발생한다. 이때 채터링을 대비해서 부하단에 순간 정전 대책을 세우면 안 되고, M/C에 채터링을 방지하는

대책을 세운 후 부하단에 순간전압강하 대책을 세우는 것이 타당하다. M/C에 채터링이 발생하도록 내버려두 다면 공장 내부에 개폐서지가 발생하여 제어 보드가 손상될 수 있다. 대부분의 모터에서는 기동 방식을 M/C에 의존하게 되는데, 채터링이 발생하면 접점이 늘어붙어 문제를 야기하고, 메이저 새그가 발생하면 M/C에 여차력이 부족하여 모터가 정지되기도 한다. 인버터 전단에 M/C로 구동하면 메이저 새그 시 채터링이 발생하고, 대부분의 인버터는 과전류 또는 저전압으로 인해서 다운된다.

[그림 2]는 ITIC 새그 내성 그래프로, 전압 레벨이 60



[그림 3]

전력계통의 안정적 운영과 예방 진단 ①

% 부근에서 새그가 발생하면 AC M/C는 채터링이 발생하기 시작하면서 점점 용융, 아크로 공장 내부에 서지가 발생하며, 그 이하의 더 깊은 새그가 발생하면 M/C가 트립이 되어 장비의 전원을 차단한다. 새그 재현은 가장 저렴한 방식인 슬라이다스로 시험할 수 있는데, 채터링 현상을 재현하기 쉽지 않다. 정식 새그 발생기를 이용하면 채터링 현상을 정확하게 볼 수 있고, 유튜브를 검색하면 채터링 발생 현상을 볼 수 있다. 정식 새그 발생기를 이용해 새그를 재현한 그래프가 [그림 3]이다.

3. 메이저 새그 발생 시 모터, 인버터 전단의 M/C에 대한 최적 대책

M/C에 대한 새그 대책과 각종 장치들의 장단점은 [표 1]과 같다. 여기에서 주목할 부분은 자동 재기동하는 방식의 릴레이에서는 새그 발생 시 M/C를 트립시키고 난 후에 재기동하는 방식이기 때문에 인버터 전단의 M/C에 설치 시에는 M/C가 일단 트립이 되면 인버터는 반드시 트립이 되고, M/C를 재기동한다고 해도 인버터는 재

[표 1]

구분	온라인 UPS 방식	지연 석방형 (ODR)	1초 순간 정전 트립 방지 장치	한시 재기동 릴레이 방식	코일-로커 방식
특징	<ul style="list-style-type: none"> 입력 전원 상실 시 축전지에 저장된 DC를 AC로 변환해 전원을 공급하는 장치로 온라인 형태라야 순간 저전압을 방지할 수 있음 	<ul style="list-style-type: none"> 순시 정전이나 순시 전압 저하가 있는 경우, 조작 코일에 병렬로 접속한 내부 콘덴서에 의하여 1~3초 정도, 회로를 그대로 유지함 	<ul style="list-style-type: none"> 1초 이내의 순간 정전 또는 0% 새그에도 외부의 콘덴서 충전 보상장치에 의해 M/C를 유지시켜줌 	<ul style="list-style-type: none"> 70~80% 새그 시에 자동으로 Dropout된 M/C를 자동으로 재기동시켜줌 	<ul style="list-style-type: none"> 25% 새그 3초까지 M/C를 유지시켜주고, 25% 이하가 될 경우에는 설비 보호를 위해서 자동으로 비상 정지함
장점	<ul style="list-style-type: none"> 어떠한 경우라도 전원을 공급할 수 있어 컴퓨터가 내장된 생산 장비에 주로 사용 설비용 MC에 공급할 경우에도 입력 전원에 관계없이 계속 모터를 가동시킬 수 있음 	<ul style="list-style-type: none"> 생산 공정 설비의 중단 없이 계속 운전함으로써 설비 운영 이용률 극대화 	<ul style="list-style-type: none"> 저비용으로 M/C 보호 가능 1초 이내의 어떤 종류의 순간 정전에도 생산설비 중단 없이 계속 운전이 가능 	<ul style="list-style-type: none"> M/C를 자동으로 재기동 시켜줌으로써 설비의 보호와 설비의 완전 정지를 방지 M/C를 소량으로 운영할 경우에 효과적(상수도 설비 기동 등에 이용) 	<ul style="list-style-type: none"> 새그의 대부분이 25% 이상에서 나타나므로 대부분의 새그에 M/C 보호 가능 25% 이하 새그 시에는 결상으로 인한 모터 손상 시 더 큰 생산 차질을 방지하기 위해 설비를 비상 정지시킴 관련 기준 : SEMI F47, IEC61000-4-11
단점	<ul style="list-style-type: none"> 시설공사비, 유지 보수비 등 과다 20% 이하 순간 정전이 발생 시에도 설비를 계속 가동시킴으로써 장비에 돌입 전류 허용으로 장비 수명을 단축할 우려가 있고, 품질에도 악영향을 줄 수 있어 장비가 다운된 것과 비슷한 결과가 나올 수 있음 	<ul style="list-style-type: none"> 단상 결상 정도의 순간 정전 등 어떤 경우에도 설비를 계속 가동함으로써 정전 시 모터의 발전 주파수와 재통전 시 한전 주파수와 충돌할 우려와 동시 동전 돌입 전류로 계통 보호에 어려움을 줄 수 있음 50% 새그 발생 시에는 스위치 접점에 채터링이 발생하여 큰 문제를 야기시킬 수 있음 	<ul style="list-style-type: none"> 콘덴서 열화에 따라 50% 새그 발생 시에는 스위치 접점에 채터링이 발생하여 큰 문제를 야기시킬 수 있음 6년 정도 경과 후 콘덴서 수명으로 인한 성능 저하로 교체를 권고함 20% 이하 순간 정전 발생 후에 유입되는 돌입 전류에 코일 등 부품의 수명에 악영향을 줌 	<ul style="list-style-type: none"> 차단 원인을 분석하지 않고 자동으로 복구함으로써 사고 우려가 높아 중요 설비에는 적용하지 않음 연속 공정이 필요한 곳에 적용이 불가능 50% 새그 발생 시에는 스위치 접점에 채터링이 발생하여 큰 문제를 야기시킬 수 있음 	<ul style="list-style-type: none"> 25% 이하 순간 정전 시에는 설비 보호를 위해 설비를 정지시킴으로써 생산에 차질이 생길 수 있음 콘덴서를 사용하지 않아 전자부품의 수명으로 장기 운전 가능

코일-로커를 이용한 인버터 다운 방지 기술

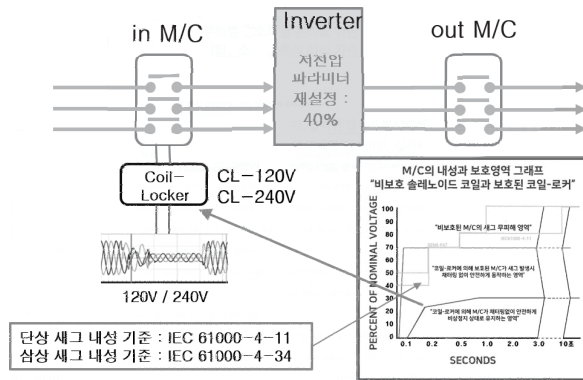
기동되지 않는다. 공정상 대부분 장비 다운을 허용하고, 공정에 따라 다시 순차적으로 기동하고 있어 산업 생산에 지장을 초래할 수가 있다. 그래서 장비를 잘 선택해야 한다.

4. 모터, 인버터의 M/C 새그 대책 기술

코일-로커(새그 발생 시 채터링이 전혀 없음)를 이용하여 인버터의 다운을 방지하는 기술이 가장 신뢰성이

좋으며, 여기에서는 이를 구체적으로 설명하고자 한다. [그림 4]는 인버터 전단의 M/C 채터링 방지를 위한 설치 방법이고, [그림 5]는 여러 가지 M/C 채터링 방지를 위한 장치들의 내부 구성 사진이다. 여기서 중요하게 봐야 할 것은 어느 장치에 캐패시터가 없는가다. 캐패시터가 내부에 장착되어 있으면 그에 따른 여러 가지 단점, 즉 수명, 열로 인한 폭발 사고가 발생할 수 있다.

M/C에 대한 대책을 완료한 후에는 인버터 자체의 파라미터 설정을 해주어야 완벽한 인버터 다운을 방지할 수가 있다.

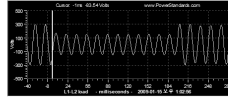


[그림 4]

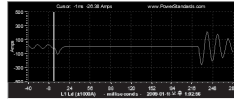
전류보상방식 AC M/C 전용	접점 제어방식 자동재기동	전압보상 에너지 축적 방식 오프라인	지연석방 유닛
캐패시터?			
채터링 ? Arc ? Capacitor ? 수명 ? 운전상황과 감시접점 일치성 ?			
순간전압경하 대책 전용	정전 후 재기동 전용	콘덴서방식 순간 정전 및 순간전압경하 대책 전용	

[그림 5]

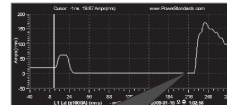
전력계통의 안정적 운영과 예방 진단 ①



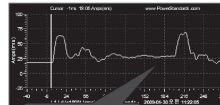
순간전압강하 발생



<http://www.youtube.com/watch?v=IC71PRLlBgg>



채터링 현상으로부터
순간정전 발생



캐터링 방지로
순간전압강하 유지

[그림 6]

● 인버터 출력 전류 및 입력 전압에 대한 보호

고장표시	보호기능	내용
OC1	과전류	인버터의 출력 전류가 인버터 과전류 보호레벨 이상이 되면 인버터의 출력을 차단합니다.
OC2	과전류 2	IGBT의 Arm 단락이나 출력 단락이 발생하면 인버터의 출력을 차단합니다. (인버터 11~22kW 용량에 해당합니다.)
OC3	지락전류	인버터 출력측에 지락이 발생하여 지락 전류가 흐르면 인버터 출력을 차단합니다.
IO1	인버터 과부하	인버터 출력 전류가 인버터 정격 전류의 150% 1분 이상 연속적으로 흐르면 인버터 출력을 차단합니다. (반한시 특성)
OL1	과부하 트립	인버터의 출력 전류가 전동기 정격 전류의 설정된 크기(F57) 이상 흐르면 인버터 출력을 차단합니다.
OH1	냉각핀 과열	인버터 주위 온도가 규정치 보다 높을 경우 인버터 냉각 핀이 과열되면 인버터 출력을 차단합니다.
PO1	출력결상	인버터 출력 단자 U, V, W 중에 한 상 이상이 결상된 상태가 되면 인버터 출력을 차단합니다.
OV1	과전압	인버터 내부 주 회로의 직류 전압이 규정전압 이상(200V급은 400Vdc, 400V급은 820Vdc)으로 상승하면 인버터 출력을 차단 합니다. 감속 시간이 너무 짧거나 입력 전압이 규정치 이상일 경우 발생합니다.
UV1	저전압	규정치 이하의 입력 전압은 인버터 내부 주 회로의 직류 전압이 200V급은 180Vdc, 400V급은 360Vdc 이하로 내려가면 인버터 출력을 차단합니다.
EH	전자제어	전동기 과부하 운전 시 전동기의 과열을 막기 위하여 반한시 특성에 맞추어 인버터 출력을 차단합니다.
CO1	입력결상	3상 입력 전원중 1상이 결상된 경우 이거나, 인버터 내부에 있는 평활용 콘덴서를 교체할 시기가 되면 인버터 출력을 차단 합니다.
FL11	자기진단 고장발생	자기 진단 수행에서 IGBT 스위치 소자의 파손, 출력단 단락, 출력단 지락, 출력단 개방등에 의해 발생합니다.

[그림 7]

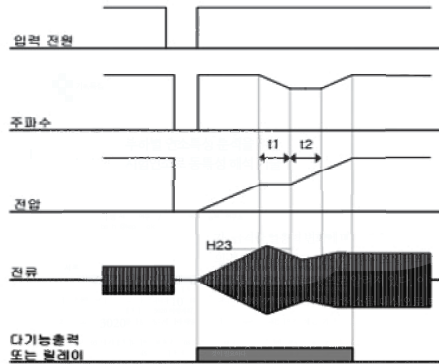
코일-로커를 이용한 인버터 다운 방지 기술

[그림 6]은 칠러의 M/C에 메이저 새그(-50%)가 발생하여 채터링이 발생했을 때와 채터링을 방지하였을 때의 전압과 전류의 크기를 보여주는 새그 내성 시험 그래프이다. 채터링 허용 시에는 돌입 전류가 최대 170A, 채터링 방지 시에는 최대 70A가 흐른 것을 나타낸다.

[그림 7], [그림 8]은 인버터 매뉴얼의 일부를 발췌한 것

이다. 매뉴얼을 보면서 해당 파라미터를 설정하면, 메이저 새그 발생 시 채터링이 발생하지 않기 때문에 15msec 이상의 순간 정전은 없다. 원인을 알고 대책을 세우는 것이 중요하다. 공장의 인버터와 모터는 순간 정전이 아닌 이상 대부분의 한전 송배전선로에서 새그가 발생하더라도 설비 다운을 방지할 수 있으며, 이로 인해 공장의 생산성이 증대될 것이다.

▶ 예) 순시 정전 후 재시동 시 속도 씨치 동작



- 순시 정전이 발생하여 입력 전원이 차단되면 인버터는 저전압 트립(Lvt)을 발생시켜 출력을 차단합니다.
- 입력 전원이 다시 복전되면 저전압 트립이 발생하기 전 주파수를 출력하고 전압은 인버터 내부 PI 제어에 의해 증가하게 됩니다.
- t1 : 전류가 H23 코드에서 설정한 크기 이상으로 증가하면, 전압은 증가를 멈추고 주파수는 감소합니다.
- t2 : 전류가 H23 코드에서 설정한 크기 이하로 내려가면, 전압은 다시 증가를 하고 주파수는 가속을 멈추게 됩니다.
- 정상 주파수와 전압이 되면 트립이 발생하기 전 주파수로 정상 가속합니다.

- ▶ 속도 씨치 운전은 주로 관성이 큰 부하에 적합합니다. 마찰력이 큰 부하인 경우에는 정지 후 재기동 하는 것이 좋습니다.
- ▶ SV-iG5A 시리즈는 정격 출력 (각 인버터 용량) 내에서 사용되고 있을 경우 15msec 이내의 순시 정전에서는 정상 운전을 하도록 설계되어 있습니다.
- ▶ 인버터 내부의 직류 전압은 출력 부하량에 따라 변동할 수 있습니다. 따라서 순시 정전시간이 15msec 이상이거나 출력이 정격 이상의 경우에는 저전압 트립(Lvt)이 발생할 수 있습니다.
- ▶ 순시 정전 규격은 입력 전압이 200V급인 인버터의 경우 인버터에 공급되는 입력 전압이 200~230V AC이거나, 400V급인 인버터의 경우 380~480V AC인 경우에 적용됩니다.

[그림 8]