

순간전압강하와 그 대책(Ⅲ)

글/홍 우 기 (전 한국전력공사 배전처장)

나. 수용가의 자위책

순간전압강하는 앞에서 설명한 바와 같이 전력공급자만의 노력으로 해결될 수 없으므로 전압 공급자는 시대적 사회적 환경에 적합한 전기품질의 법정기준과 국민적 컨센서스(일치)에 의한 평균적 신뢰도를 유지토록 하고 수용가와 기기제작자 및 전기공사설계와 시공자들의 협력으로 순간전압강하에 민감한 전기전자기기에 대하여는 기기별로 적당한 자위책을 강구하는 것이 합리적이다.

수용가에서의 일반적인 대책으로는 수용가 자체내의 사고를 해소시키도록 하여 스스로의 피해를 줄이고 다른 수용가에게 미치는 과급사고도 경감시킨다. 아울러 민감한 전자 기기가 연결되는 전원회로는 전용회로를 구성하거나 전용변압기를 사용토록하여 다른 전기기기의 고장이나 기동 등에 의해서 생기는 순간전압강하의 영향을 최소화 하고 유지보수할 때에도 서로 간섭받지 않도록 단순화 한다. 또 전압강하를 줄이기 위하여 임피던스가 낮은 기기와 배선을 채용하고 기기의 접지를 잘하여 노이즈 영향을 줄이도록 한다.

민감한 전자기기별로 효과적인 대책을 다음에 소개한다.

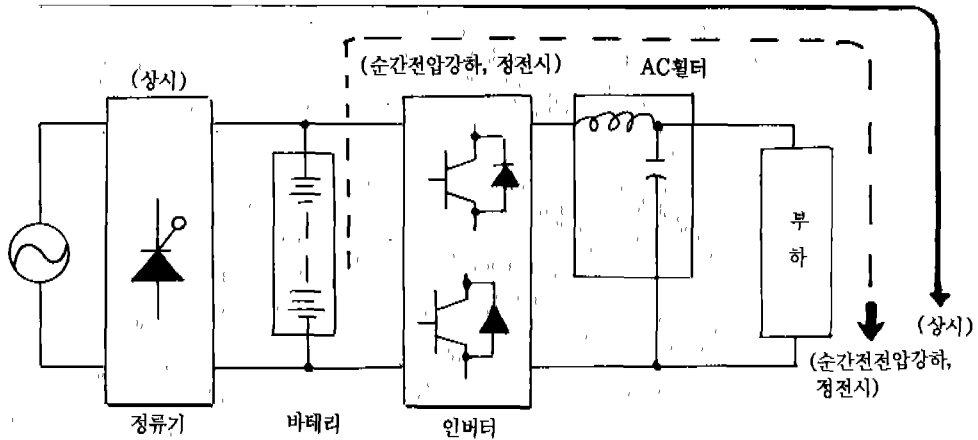
(1) 컴퓨터 등의 자동화 기기

컴퓨터 등의 자동화 기기는 무정전전원장치(UPS) 또는 C.V.C.F를 사용하는 것이 가장 효과적이다. 다만 UPS는 가격이 고가이므로 트라이포트(Tripport) 방식이나 프라이휠(Fly-Wheel) 방식 직렬형 순간전압 보상기 등을 사용하거나 메모리 보호방식 정전검출장치 등을 적용하여 피해를 완전히 방지하지는 못하더라도 경감시키도록 한다. 또 과급적인 전압외란 대책만으로는 파워컨디셔너(Power Conditioner)나 노이즈 서프레서(Noise Suppressor), 리방호시스템 등을 적용할 수 있다. 한편 장시간의 정전까지 보호하려면 자가용 발전기까지 설치하도록 한다.

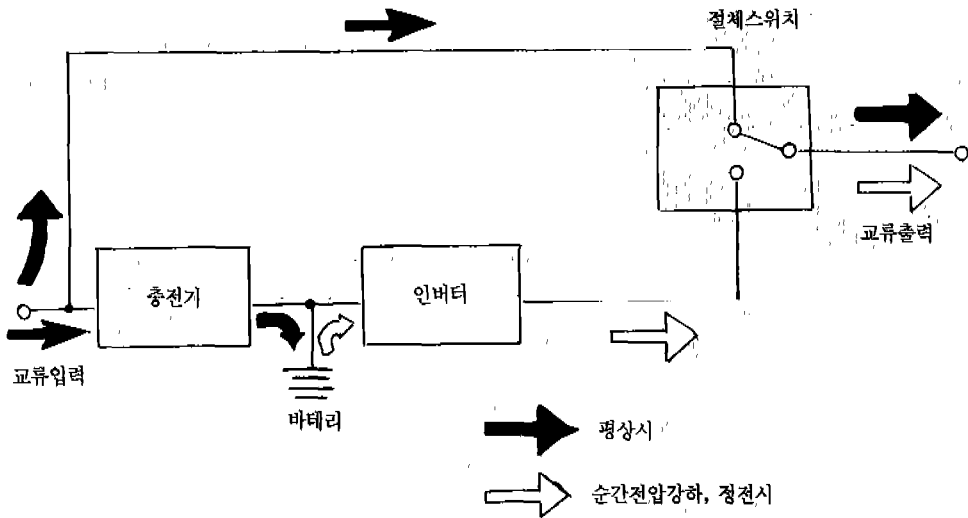
(가) 정지형 UPS

UPS는 정류기 인버터 에너지를 축적하는 배터리 등으로 구성된다. 필요에 따라서 절환스위치, 출력고조파제거용 A.C필터 등이 부가된다.

UPS의 구성은 <그림 4-6>과 같은 상시인버터 방식과 <그림 4-7>과 같은 상시상용직송방식이 있다. 상시인버터 방식은 전압과 주파수의 변동을 흡수해서 부하에 정전압정주파수의 안정된 전원을 공급하여 상시상용직송방식은 공급효율이 높은 특징을 갖는다.



<그림 4-6> 상시 인버터방식 UPS

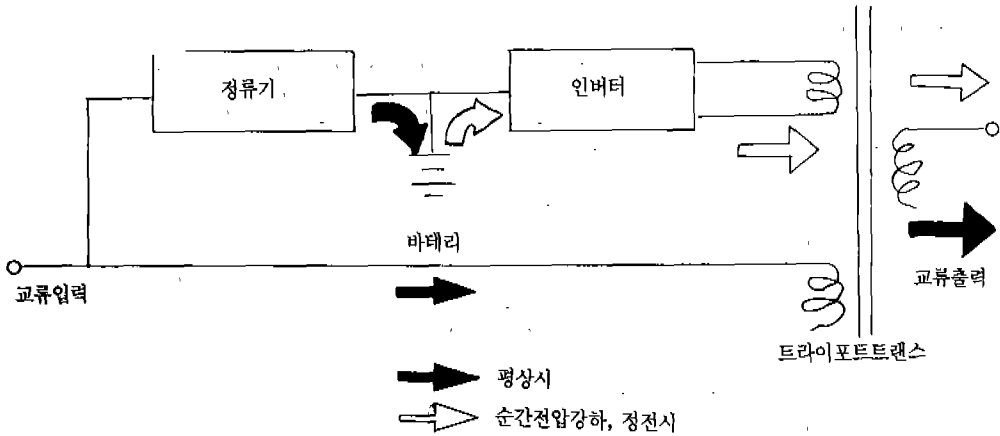


<그림 4-7> 상시상용직송방식 UPS

(나) 트라이포트 방식

<그림 4-8>과 같이 정상시에는 상용전원으로 부터 트라이포트(Triport)트랜스를 통해서 전력을 공급하면서 정류기를 통하여 배터리에 에너지를

축적하다가 정전이나 순간전압강하가 발생하면 인버터를 운전해서 전압강하부를 트라이포트 트랜스 3차측을 통해서 보상한다.

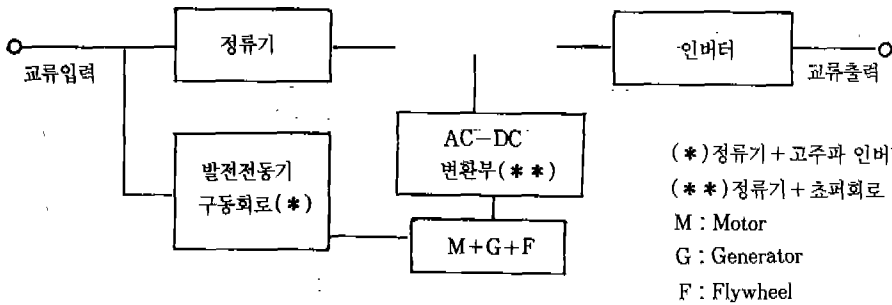


<그림 4-8> 트라이포트 방식

(다) 플라이휠 방식

기계적인 에너지 축적장치로서 종래부터 전동발전 방식이 있지만 최근 고주파인버터를 사용한 휠(Wheel)방식이 개발되었다. 원리는 <그림 4-9>와 같이 발전전동기구동회로(고주파 구동)을 개입하고

전공용기내의 발전전동기(M-G)가 고속 플라이휠(F)에 축세한다. 상용전원이 순간전압강하의 경우에는 발전전동기를 개전기로서 사용하여 AC-DC 변환부와 인버터를 통하여 부하에 전력을 공급한다.



<그림 4-9> 플라이휠 방식

(*)정류기+고주파 인버터
 (***)정류기+초퍼회로
 M : Motor
 G : Generator
 F : Flywheel

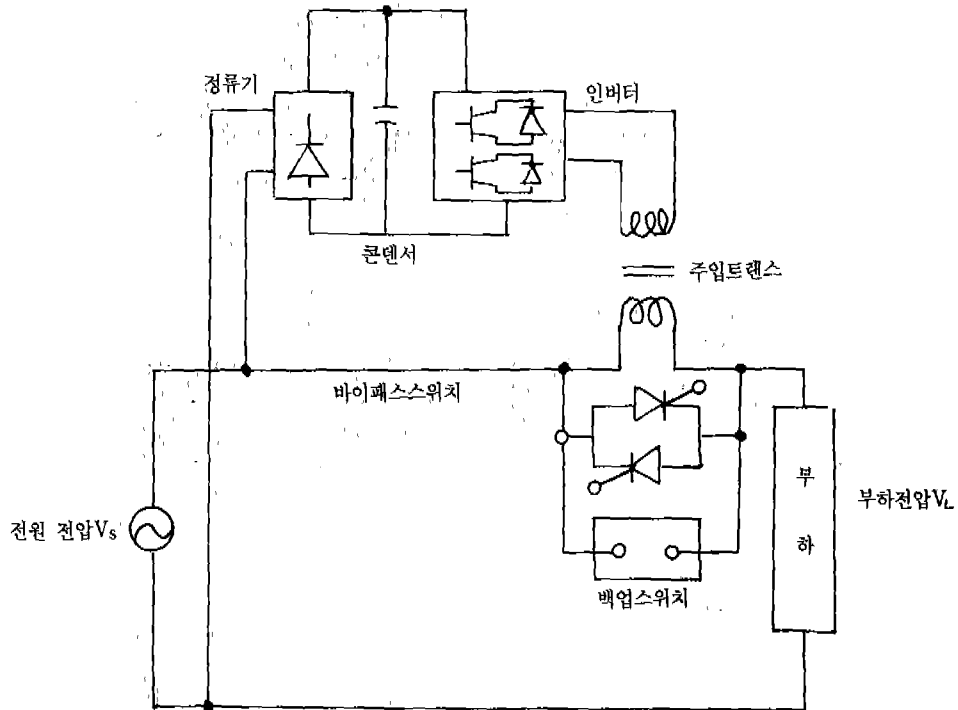
(라) 직렬형 순간전압(UNISAFE)

간단하고 저렴한 중대형부하용으로 직렬형순간전압보상기가 개발되었다.

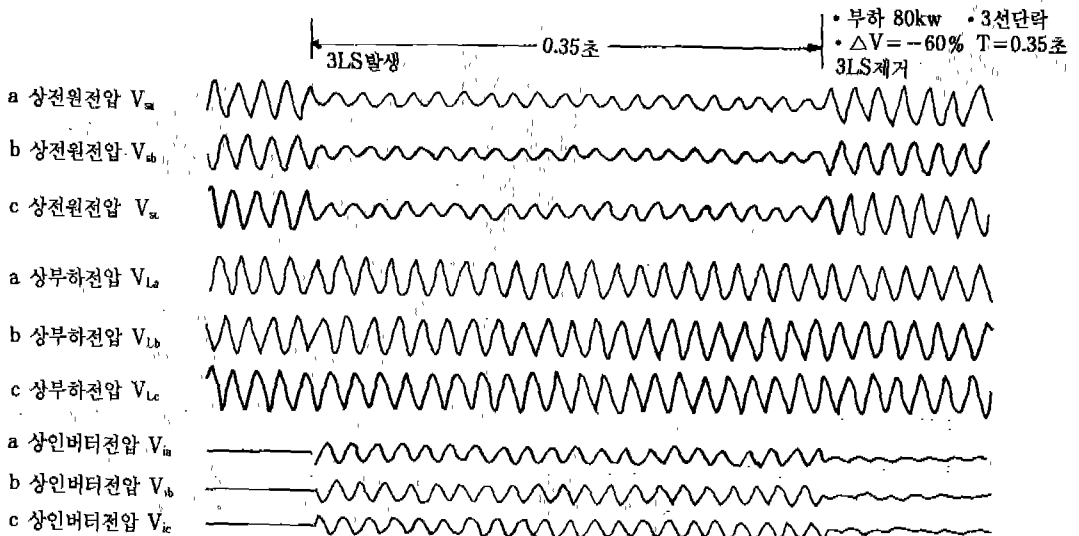
종래의 UPS가 병렬형으로서 완전전압 보상방식인데 비하여 이 보상기는 직렬형으로서 부족전압을 순간보상하는 방식이며 에너지의 축적은 배터리 대신

에 콘덴서를 사용하여 가격과 설비공간 보수면에서 경제적이다.

<그림 4-10>은 원리도이고, <그림 4-11>은 순간전압강하 발생시의 각부 동작과형을 보여준 것이다.



<그림 4-10> 직렬형 순간전압보상기



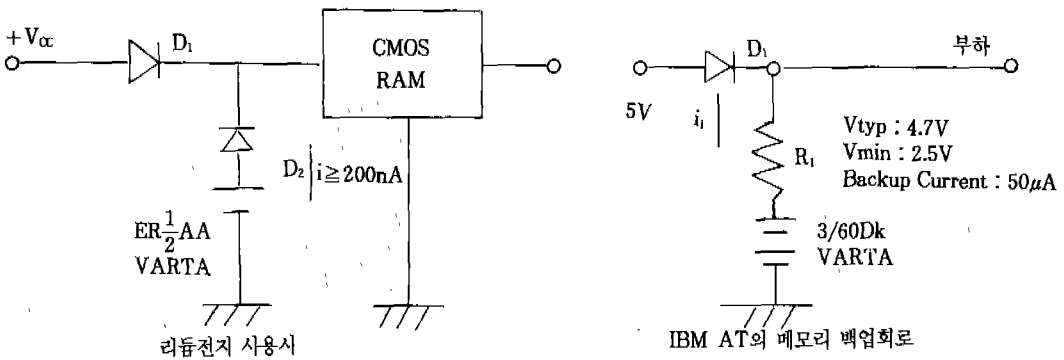
<그림 4-11> 순간전압강하 발생시의 각부 동작파형

(마) 메모리 보호방식

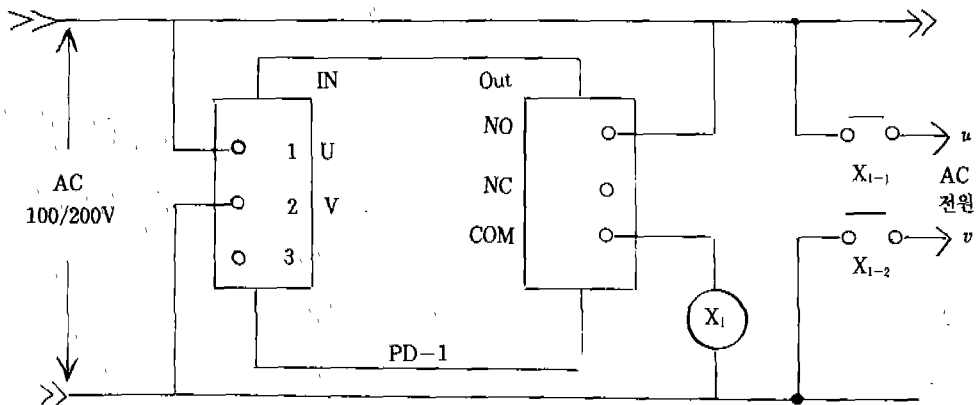
순간전압강하 등에 퍼스널 컴퓨터가 정지되어도 좋을 때에는 <그림 4-12>와 같이 PC에 메모리 백업(BACK-UP)을 구비하는 방식이다. 이것은 단시간용의 축전지를 PC에 내장하고 메모리로써 CMOS-RAM을 사용해서 순간전압강하시에는 순

시(수ms)로 메모리 퇴피(退避)를 했다가 전원복귀시에 재기동을 용이하게 하는 것이다.

<그림 4-13>은 전압강하를 검출하여 오차가 발생할 정도에 이르기 전에 일단 시스템을 자동으로 정지시키는 방법이다.



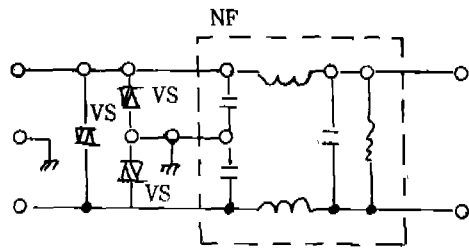
<그림 4-12> 메모리 백업



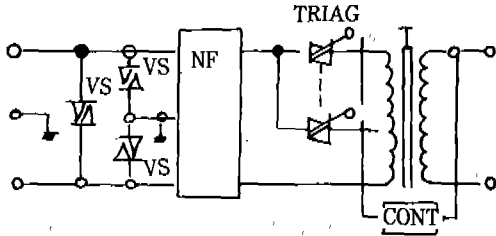
<그림 4-13> 정전검출 장치

(바) 과도전압억제기와 파워컨디셔너

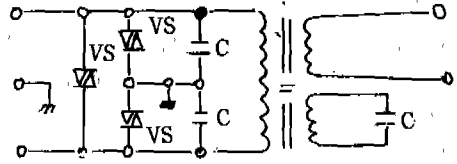
컴퓨터 등의 자동화 기기는 <그림 4-14>와 같은 노이즈나 서지를 억제하는 과도전압억제기를 설치하거나 <그림 4-15>와 같은 템절환기 또는 <그림 4-16>과 같은 철공진(CVT)방식의 파워컨디셔너(Power Conditioner)를 설치한다.



<그림 4-14> 짐을 억제기



<그림 4-15> 태프 절환기



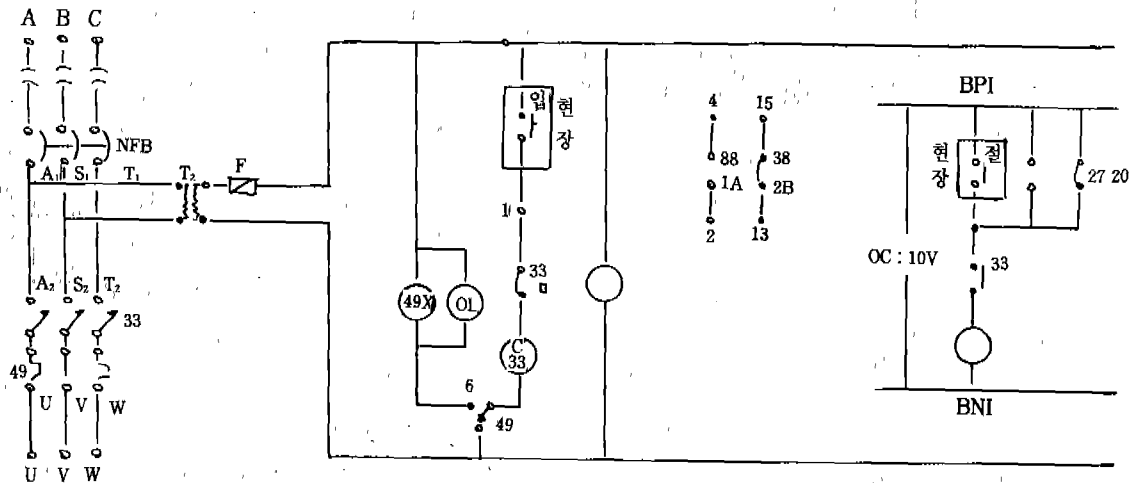
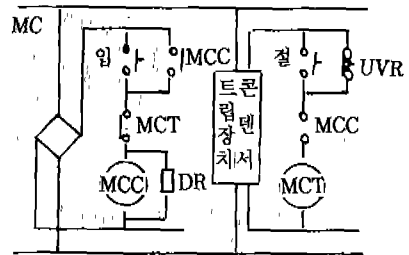
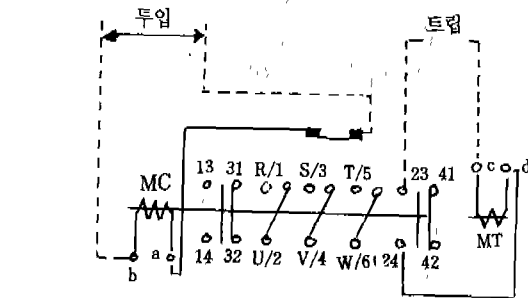
<그림 4-16> 절공진(CVT)방식 파워컨디셔너

(2) 전자개폐기

(가) 지연석방방식

순간전압강하의 지속시간은 보통 0.07~2초 정도이다. 따라서 전자개폐기를 사용하는 수용가에서는 3초정도 이하의 순간전압강하에 대해서 지장이 없는 기기에 대한 전자개폐기는 개방되지 않도록 지연석방 등의 대책을 강구한다.

개폐빈도가 적은 병원 슈퍼마켓 등의 빌딩설비의 분전반회로나 장시간 연속 사용하는 전동기부하 등에는 <그림 4-17>과 같은 기계유지방식의 래취(Latch)형 전자접촉기를 사용한다. 이때에 트립회로는 별도의 전원으로 하거나 콘덴서 트립 방식을 접속하는데 송전되면 자동재기동되는 것에 유의해야 한다.



<그림 4-17> 래취형 전자접촉기의 조작회로 예

화학프랜트나 방적기기 등 특히 순간전압강하에 석방되어서는 곤란한 중요한 회로나 기억회로는 공기식 지연석방방식이나 R-C회로를 이용한 전자식 지연석방방식들을 적용한다.

이 이외에도 콘덴서방식 타임리레이방식 배터리나 UPS를 제어전원으로 사용한 무정전전원방식 키프(Keep) 리레리방식 등을 적절하게 활용할 수 있다.

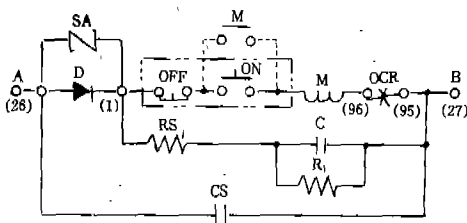
최근에는 IC를 이용한 전자회로를 탑재하여 전압변동에 다양하게 대처하는 방식도 개발되고 있다.

산업공장내에 많은 보조전동기를 집중적으로 개폐 제어하는 제어소의 회로에는 시연계전기를 부설한다. 시간지연 설정폭은 0.2~5초에서 전동기의 재가속 가능한계를 고려해서 1~2초에 설정한다.

(나) 지연석방방식의 적용에

1) 직기동 전동기에의 적용

<그림 4-18>과 같은 지연석방형회로로 구성된 전자개폐기를 경기도관내 수용가 풍원산업에 '86.6.9. 설치하였다. 그후 6월 24일까지 10회의 순간정전이 있었는데 이것은 선로중간(포곡D/L 86호)에 설치된 리크로저의 동작으로 판명되었고 이때의 정전 지속시간은 풍원산업에 설치한 지연석방형 전자개폐기의 지연시간 2.5초보다 길었기 때문에 효과가 없었다. '86.6.24부터 리크로저의 위치를 풍원산업의 분기점보다 부하측으로 이설함으로써 풍원산업은 정전횟수도 크게 감소하였고 지연석방형 전자개폐기의 효과도 보게 되었다.



<그림 4-18> 풍원산업에 설치한 전자개폐기회로

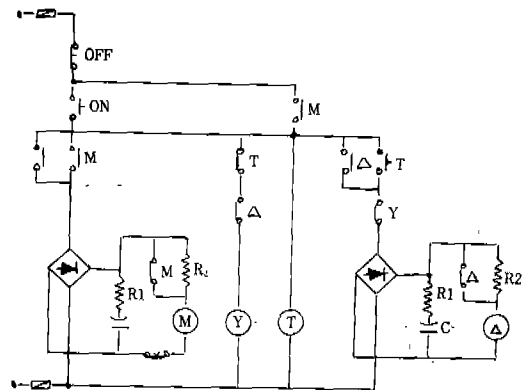
이 전자개폐기의 동작설명은 <표 4-3>과 같다.

<표 4-3> 지연석방 전자개폐기 동작설명

동 작	설 명
폐 로 동 작	PUSH BUTTON을 ON하면 단자A→정류기D→PUSH BUTTON OFF접점→PUSH BUTTON ON접점→COLL M→OCR접점→단자B의 회로로 되고 M은 폐하여 폐로동작상태를 계속하고 CONDENSER에 제한저항 RS를 통하여 충전을 행한다
개 로 동 작	PUSH BUTTON을 OFF하거나 OCR이 동작하면 COIL회로가 끊어져 M은 해방되어 개방되고 또 M 접점도 개방된다.
지 연 동 작	A~B간의 전압이 끊어져도 C에서의 ENERGY가 RS→M을 통하여 방전되어 M은 보지상태를 계속한다. 정전시간이 지연시간을 넘으면 M은 개방된다.

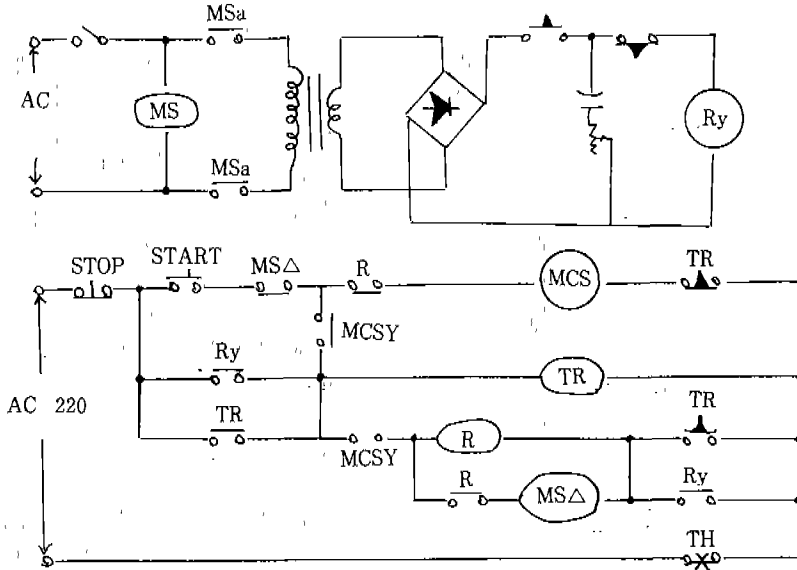
2) Y-Δ 기동용 전동기 적용

삼상유도전동기의 경우 Y-Δ(Star-delta)기동이 필요한 때에는 <그림 4-19>와 같은 회로를 구성한다.



<그림 4-19> Y-Δ기동식 지연석방 전자개폐기

한전 충남지사에서 '84.7.3~84.9.6에 관내 수용가 성광홍산에 <그림 4-20>과 같은 지연석방원리의 이른바 순간정전 자동제어장치를 설치한 바 있다. 이때 지연시간은 순간전압강하 및 변전소의 첫 번째 재폐로시간 0.5초와 리크로저 재폐로시간 2.0



<그림 4-20> 순간정전 자동제어장치 예

초를 감안하여 2.2초로 정정해 놓은 결과 순간전압 강하 및 순간정전시에 생산에 지장을 주지 않았다.

이 순간정전 자동제어장치 동작시에 전류변동치는 <표 4-4>와 같이 Y기동시 전류의 52% 이내에서 정상운전으로 이행되므로 재기동 조작을 하지 않아도 된다. 따라서 제품의 연생산을 높이게 되고 전력손실과 인력의 절감을 달성하는 이중 효과가 있다.

<표 4-4> 순간정전 자동제어장치 동작시 전류변동

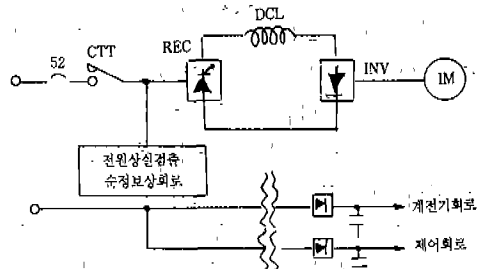
전동기 사양	극 수 (극)	6
	정격출력 (HP)	40(30kw)
	종 류	저압특수농형 1종 1형 (개방형)
	속 도 (RPM)	동기 : 1,200, 정격 : 1,140 정전 2초후 : 970
전류 변동	Y기동시 (A)	375(101%)
	△운전시 (A)	115(31%)
	△직입시 (A)	650(173%)
	정전 2sec 후	591(52%)
	△기동시 (A)	

3) 반도체 사용 가변속전동기

가변속구동제어장치는 레오나드장치에 의한 직류 변동기, 인버터장치에 의한 유도전동기, 세루비우스 장치에 의한 권선형유도전동기, 사이리스터장치에 의한 동기전동기 등으로 분류되는데 각 장치에 적합한 순간전압강하대책을 고려한다.

가) 전자형 인버터

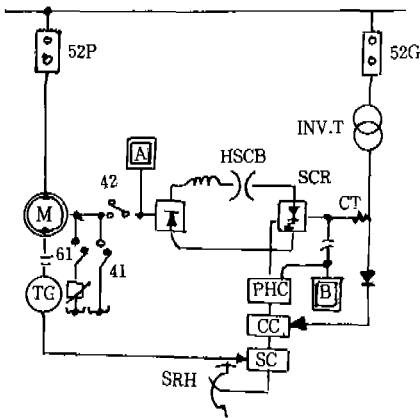
전류형 인버터 장치에 대한 순간전압강하 보상대책은 <그림 4-21>과 같이 비교적 간단하다.



52 : 차단기 CTT : 전자접속기 REC : 정류기
DCL : 직류리액터 INV : 인버터회로 M : 유도전동기
<그림 4-21> 순간전압강하 보상부전류형 인버터

나) 세루비우스장치

세루비우스장치에 대한 순간전압강하 보상대책에
는 특수한 배려가 필요한데 그의 대표적인 구성을
<그림 4-22>에 표시하였다.

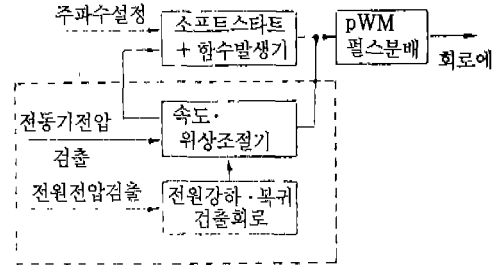


- A : 이상전압흡수회로 B : 정전검출회로
- SR : 정류기 52P, 52G : 교류차단기
- SCR : 사이리스터 인버터
- 6, 41, 42 : 교류전자접속기 HSCB : 직류차단기
- SRH : 속도설정기
- INV.T : 인버터 변압기 TG : 회전계발전기
- SC : 속도제어회로
- CC : 전류제어회로 PHC : 전각제어회로

<그림 4-22> 순간전압강하 보상부세루비우스장치

4) 합성용 고정도 트랜지스터 인버터

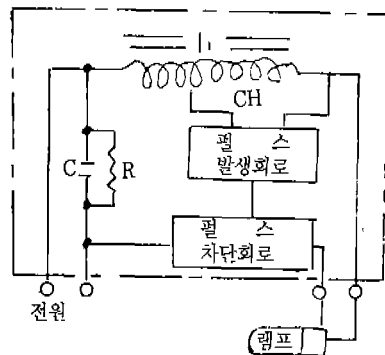
합성공업에서는 순간전압강하나 순간정전이 발생
한 경우 장치를 정지시키지 않고 계속 시킬 필요가
있다. 순간정전이 생기면 전동기는 수행운전으로 되
지만 그 시간중 인버터는 전동기회전속도에 동기해
서 운전을 계속한다. 그후 전원이 회복되면 제어장
치의 주파수는 가속신호로 되어 전동기는 가속되어
목표속도까지 복귀된다. 이런 동작은 <그림 4-23>
과 같은 순간정전처리를 부가시키는 것에 의해서
100% 전압강하시 1초까지 대응할 수 있다.



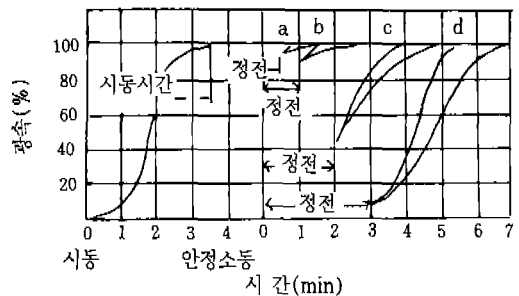
<그림 4-23> 합성용 고정도트랜지스터 인버터의 순간정전 처리회로

(4) 고압방전등

고압방전등의 조명설비는 일단 소등된 후에는 재
송전이 되어도 10수분간은 정지상태가 되므로 인명
의 위험이 따르거나 중대사고가 발생할 가능성이 있
는 곳에서 순간전압강하의 빈도가 많다면 백열전구



(a) 안정기의 기본회로



(b) 시동 및 재시동특성

<그림 4-24> 순간재검등형 수은램프용 안정기

를 겸용해서 사용하거나 순간재점등되는 장치를 채용한다.

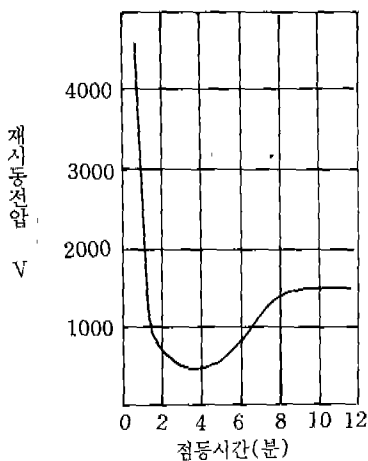
<그림 4-24 (a)>는 순간재점등형 수은램프용 안정기의 기본회로이고 <그림 4-24 (b)>는 고시특성과 재고시특성을 나타낸 것이다.

한편 고압나트륨램프의 소등후 재시동전압과 소등시간과의 관계는 <그림 4-25>와 같다. 수은램프와는 달리 소등후 3-4min에서 최저의 시동이 나타나며 약 3,000V의 펄스전압을 인가 시키므로 1분 이내에 재시동할 수 있다.

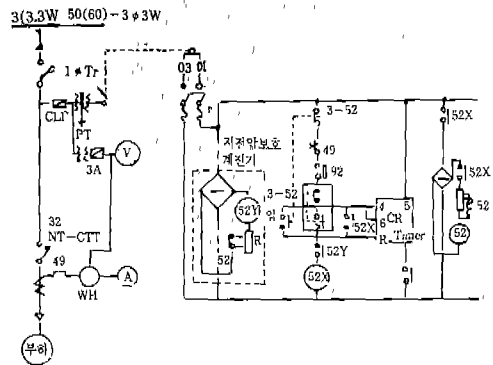
최근 150W의 고압나트륨램프의 순간 재점등형 안정기가 개발되어 보급되고 있다. 일본의 경우 1982년에 수은램프와 안정기의 생산상황은 일반형 162만 2천본에 대해서 순간재점등 수은램프와 안정기의 생산은 1,500본으로서 0.1% 정도이고 코스트는 일반형에 대하여 1.8~2.5배 정도이다.

(5) 부족전압계전기

장장이 있을 정도의 순간전압강하에서는 동작되지 않도록 동작전압과 시한설정을 적당히 하는 방법을



<그림 4-25> 재시동전압과 소등시



<그림 4-26> 순간정전 자동재투입방식

사용한다. 또는 순간정전시에는 자동재투입방법을 적용하여 규정 시한내의 정전이나 전압강하에는 전원회복시 기기운전이 가능한 경우에 자동재투입하도록 한다.

<그림 4-26>은 부족전압계전기를 사용한 고압 콤비내선 스타터의 예이다. 또 변압기 부하 등에 대해서는 전압강하의 시한에 관계없이 정상전압으로 복구되면 자동적으로 재투입되도록 폐로를 유지하는 방식을 채용한다.

5. 결론

순간전압강하에 대한 대책은 기술적으로나 국가경제적인 면에서 전력공급자만의 노력으로 이루어지기는 곤란하다.

따라서 수용가와 기기제작자 및 관련기관 등이 서로 협력해서 순간전압강하의 원인이 되는 전기사고를 경멸시키고 대체기기의 개발과 보급을 촉진하며 가격 인하와 신뢰도 향상을 위한 규격화와 표준화가 요망된다. 특히 민감한 전자기기를 사용하는 수용가에서는 해당 기기에 적절한 자위책을 강구하는 것이 합리적이다.

<연재 끝>