



수변전설비의 최적관리와 트러블 대책⑥

자료제공 : 교육훈련팀 ☎ 02)875-6525



목 차

제1장 수변전설비의 점검포인트

제2장 전기설비 운용실태 및 대책

1. 개요
2. 지락 보호 방식
3. 보호 협조
4. 전동기 보호방식
5. 접지방식 및 Surge 보호
6. 고조파 및 Noise 대책

제3장 자동화설비 Surge 및 Noise

1. 개요
2. 써지 및 노이즈
3. 뇌 써지 대책
4. 노이즈 대책
5. 써지 및 노이즈 대책 실시 사례
6. 결론

① 고압측 설치의 경우
그림 2-26에서 발생 고조파전류를 제5차 고조파전류 : 20A라 하면

① 임피던스를 기준용량 10MVA(PU)로 변환

$$Z_{sn} = j20\% / 100\% = j0.2$$

② 기본파에 의한 계산

$$\begin{aligned} Z_{cn} &= -j10MVA / SC \text{ 용량} \\ &= -j10MVA / 0.2MVA = -j50 \\ Z_{Ln} &= Z_{cn} \times \text{직렬 리액터의 리액턴스} \\ &= j50 \times 0.06 = j3 \end{aligned}$$

③ 5차 유출전류의 계산

$$\begin{aligned} \text{유출전류} &= \text{발생전류} \times (Z_{Ln} + Z_{cn}) / \\ &\quad (Z_{Ln} + Z_{cn} + Z_{sn}) \\ &= 20A \times (j3 + 5 - j50 / 5) / \\ &\quad (j5 + j0.2 + 5) \\ &= 20A \times j5 / j6 \\ &= 16.6[A] \end{aligned}$$

④ 효과 : 억제율은 $(20A - 16.6A) \times 100 / 20A = 17(\%)$ 가 된다.

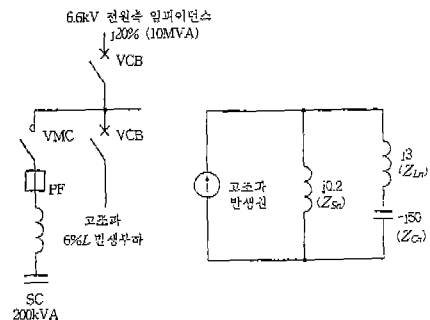


그림 2-26 고압측 콘덴서 설치 예



① 저압측 설치의 경우

그림 2-27에서 발생 고조파전류를 제5차 고조파전류 : 20A라 하면

① 임피던스를 기준용량 10MVA PU로 변환

$$Z_{sn} = j20\% / 100\% = j0.2$$

② 기본파에 의한 계산

$$Z_{ln} = j10MVA \times 5\% / 0.5MVA \times 100\% = j1.0$$

$$Z_{cn} = -j10MVA / 0.2MVA = -j50$$

$$Z_{Ln} = j50 \times 0.06 = j3$$

③ 5차 유출전류 계산

$$\begin{aligned} \text{유출전류} &= \text{발생전류} \times (Z_{Ln} + Z_{cn}) / (Z_{Ln} + Z_{cn} + Z_{sn} + Z_{ln}) \\ &= 20A \times (j3 \times 5 - j50 / 5) / (j5 + j0.2 \times 5 + j1 \times 5) \\ &= 20A \times j5 / j11 = 9.09(A) \end{aligned}$$

④ 효과 : 억제율은 $(20A - 9.09A) \times 100 / 20A = 54.5(\%)$ 가 된다.

이상과 같이 역률개선 콘덴서를 저압측에 설치하면 5차 고조파를 50% 이상 억제가 가능하다.

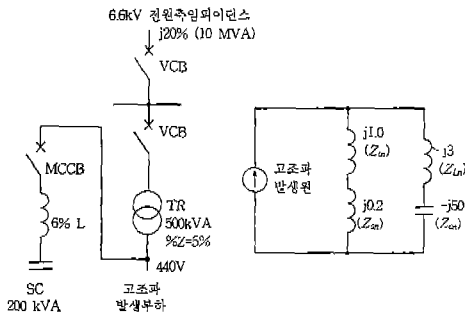


그림 2-27 저압측 콘덴서 설치 예

나. 변환기의 다펄스화

펄스수는 정류기 등의 변환장치에 있어서 "전원전압의 1 Cycle중에 독립하여 생기는 전류의 수"로 정의하고 있으며, 실제로는 직류전압에 포함되어 있는 맥동 펄스의 수와 같다. 예를 들면 3상 브리지 접속의 펄스수는 6이 되고, 이 펄스의 수가 커지면 교류전류에 포함되어 있는 고조파 차수가 높게 되고, 동시에 고조파전류의 크기도 감소된다.

즉, $ln = Kn \cdot \frac{I_1}{n}$ 에서 출력상수가 높으면 ln

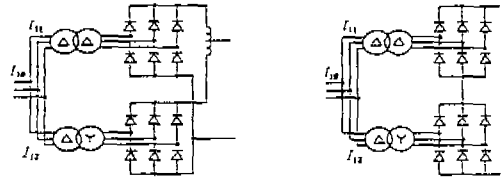
이 작아진다.

단, Kn : 고조파 저감계수

n : 발생고조파의 차수 ($n = mP \pm 1$, $m = 1, 2$)

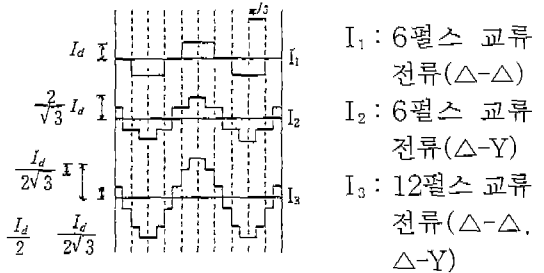
출력상수 P가 증가할수록 최저차 고조파의 차수가 높아짐)

그림 2-28은 3상 브리지의 12펄스 접속을 나타낸 것으로 전압의 위상을 30° 차이나게 한 2대의 변환장치를 직류측에 직렬 또는 병렬로 접속하였다. 이 경우 전압위상을 30° 차이나게 하기 위해 변환기의 Δ - Δ , Δ -Y 결선을 사용하고 있다. 고조파 발생차수는 $12m \pm 1$ 이 되고, 이 톤 고조파로서는 5, 7차 발생량은 0이 되나 실제 고조파 측정시 어느 정도 발생하고 있다. 3상 브리지의 경우 고조파 발생량은 표 2-8과 같으며 펄스수가 커질수록 고조파 발생률이 현저하게 저감되는 것을 알 수 있다.



(a) 병렬 12펄스 접속

(b) 직렬 12펄스 접속



(c) 교류측전류 파형

그림 2-28 변환장치의 파형

표 2-8 3상 브리지의 고조파 전류 발생량

(단위 : %)

차수	5	7	11	13	17	19	23	25
6펄스	17.5	11.0	4.50	3.00	1.50	1.25	0.75	0.75
12펄스	2.00	1.50	4.50	3.00	0.20	0.15	0.75	0.75



6.4 수동필터에 대한 억제 대책

수동 Filter는 교류 Filter, L-C Filter, Passive Filter라고 부르며 여기에는 그림 2-29와 같이 동조 Filter와 고차수 Filter가 있다. L-C Filter의 기본적인 회로는 L과 C의 공진현상을 이용한 것으로 n차 고조파에서 $nXL - Xc/n = 0$ 으로 함으로써 n차 고조파전류는 대부분 여기에 흡수되고, 유출전류를 저감시킬 수 있다.

① 동조 필터(공진분로 필터)

R-L-C의 직렬회로에 의해 구성 단일 고조파에 공진, 공진 주파수에서 저저항 특성을 가지며 n차 고조파 필터의 임피던스는

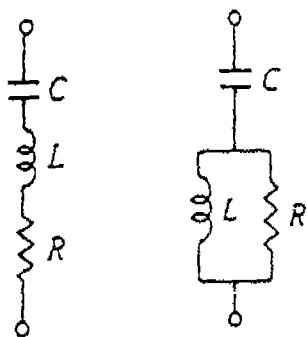
$$Z_n = R_n + j(\omega L_n - \frac{1}{\omega C_n})$$

공진주파수에서 $\omega^2 \cdot L_n \cdot C_n = 1$

$\therefore Z_n = R_n$ 이 된다.

② High Pass Filter(고차수 필터)

$$Z_n = \frac{1}{\omega C_n} + \frac{1}{\frac{1}{R_n} + \frac{1}{\omega L_n}}$$



(a) 동조필터

(b) 고차수 필터

그림 2-29 고조파 필터

공진이 발생하면 임피던스가 0이 되기 때문에 순저항을 집어넣어 회로 전류를 제한하고 있다. 이 때 순저항의 저항치는

$$R = \frac{X_n}{Q} [\Omega]$$

(단. Q : 공진의 첨예도로 통상 20~40)로 구할 수 있다.

③ 수동 Filter의 설치효과

그림 2-30과 같은 수동 Filter 설치시 수동 Filter의 용량 및 설치효과를 계산하면 다음과 같다.

(수동 Filter의 용량 선정)

- 5차 고조파전류의 상한치=3.5A
- 5차 고조파 발생전류=7.0A, 전압 6.6kV, 가동률 50% 일 때

$$\begin{aligned} \cdot 5차 Filter 용량 \\ &= \sqrt{3} \times (7A - 3.5A) \times 6.6kV \times \frac{1}{0.5} \\ &= 80[kVA] \rightarrow 100[kVA] \end{aligned}$$

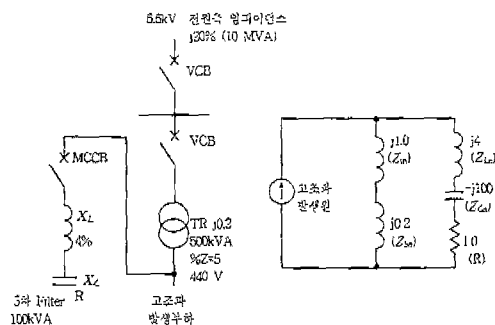


그림 2-30 수동 Filter 설치 예

(설치효과)

발생 고조파전류 : 제5차 고조파전류를 7A라 하면

- ① 임피던스를 기준용량 10MVA PU로 변환
 $Z_{sn} = j20\% / 100\% = j0.2$
- ② 기본파에 의한 계산
 $Z_{Ln} = j10MVA \times 5\% / (0.5MVA \times 100\%) = j1.0$
 $Z_{Cn} = -j10MVA / 0.1MVA = -j100$
 $Z_{Ln} = j100 \times 0.04 = j4, R = 4 \times 5 / 20 = 1.0$
- ③ 5차 유출전류의 계산
유출전류 = 발생전류 $\times (Z_{LN} + Z_{CN} + R) /$



$$\begin{aligned}
 & (Z_{LN} + Z_{CN} + R + Z_{SN} + Z_{tN}) \\
 & = 7A \times 1.0 / (1.0 + j1 + j5) \\
 & = 7A \times 0.16 = 1.12[A]
 \end{aligned}$$

④ 효과 : 억제율은 $(7A - 1.12A) \times 100 / 7A = 84.0[\%]$ 가 된다.

제3장 자동화설비의 Surge 및 Noise 대책

1. 개요

근래 생산현장에 CIM, FA화에 수반하여 PLC, DCS, Inverter, Robot 등 각종자동화 설비가 도입됨에 따라 Power Quality의 중요성이 무엇보다 크게 대두되고 있다.

또한 이러한 자동화기기에는 전원 안정화를 위하여 UPS나 AVR이 필수적으로 설치되어 있는데, 이러한 자동화 System은 거의가 반도체 부품으로 구성되어 있어 뇌 썬지, 개폐 썬지나 노이즈에 약하여 특성의 열화, 손상, 오동작, 소자파괴 및 기판 소손 등을 일으켜 신뢰도가 저하되고 있으며, System Down 등으로 생산에 막대한 지장을 초래하여, 자동화 System의 효율적 운용과 고신뢰성 확보의 중요도는 점점 높아져가고 있다.

썬지 및 노이즈에 의해서 일어나는 트러블은 일반적으로 일과성으로 재현을 하기 힘들기 때문에, 그것을 알기까지 상당한 시간이 경과한다. 그러나 썬지 및 노이즈는 물리현상이며 결코 논리에서 벗어난 현상은 아니다. 다만, 일반적으로 그 모습을 정확히 파악하거나 상태를 판단할 수 있는 계측 데이터를 얻는데 그다지 익숙하지 못하기 때문에 재현성이 힘들고, 대책을 세운 효과의 확증을 얻기 힘든 현상에 대해서는 부득이 추측으로 판단하거나 경험 또는 감(感)으로 대응하고마는 경향이 있는 실정이다.

따라서 본 장에서는 자동화설비의 썬지 및 노이즈 대책을 실제 생산현장에서의 몇 가지 사례를 중심으로 진단한 결과와 대책 전후 측정 Data를 제시함으로써 관련 기술자들의 기술력

향상 및 실무에 도움을 주고자 한다.

2. 썬지 및 노이즈

2.1 뇌 썬지 침입경로

자동화 설비는 컴퓨터를 비롯하여 신호의 전송과 제어에 필요한 통신설비, 전원선 등 여러 가지 설비가 복합적으로 구성되어 있으므로 뇌 썬지의 침입경로도 매우 복잡다양하다. 건물, 피뢰침, 안테나 등에의 직격뢰 또는 근방 낙뢰에 의한 유도뢰에 의하여 침입하는 썬지, 전원으로부터 침입하는 썬지, 신호, 계측, 제어선 또는 출력전원 등의 부하측으로부터 침입하여 오는 썬지, 낙뢰의 대지전류 또는 피뢰기의 방전전류에 의해서 대지의 전위가 상승하여 침입하는 뇌 썬지, 이들 상호간의 정전적, 자기적인 결합에 의해서 발생하는 뇌 썬지 등으로 분류할 수 있다. 반도체 기기는 특히 대지로부터 침입하는 뇌 썬지에 약하며 최근에는 저전압계통에서 이에 대한 보호대책이 가장 중요한 요소로 대두되었다.

가. 전원선으로 침입하는 뇌 썬지

배전선을 통하여 교류전원으로부터 침입하는 뇌 썬지 에너지의 일부는 그림 3-1에 표시한 바와 같이 수전단에 설치된 1차 보호용 피뢰기를 통하여 대지로 방출되지만 피뢰기의 방전개시 전압 이하의 썬지와 방전시의 피뢰기 제한전압 및 접지점의 전위상승에 따라 썬지가 내부로 침입한다. 또 피뢰기의 특성, 회로의 불평형 등에 의해 선간에도 썬지가 발생한다.

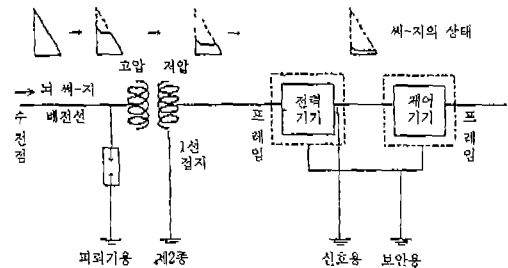


그림 3-1 전원계통과 뇌 썬지 침입

다음호에 계속됩니다