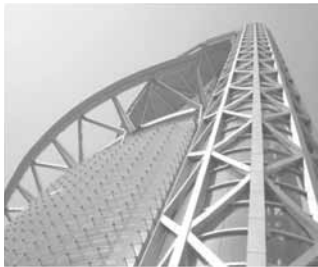


건축 전 기 설비 기술 사 문제해설



글 / 김세동 (두원공과대학교 교수, 공학박사, 기술사 e-mail : kimse@doowon.ac.kr)



☞ **빛공해 방지를 위한 보안등 및 공원등의 설치 및 관리기준에 대해서 설명하시오.**

항 목	Key Point 및 확인 사항
Key Word	고조파 저감용 필터
관련 이론 및 실무 사항	1. 필터의 개념 2. 고조파 유출전류 억제를 위한 기본적인 개념 3. 발생한 고조파를 계통에 보내지 않는 방법에는 리액터, 필터, 역률개선용 콘덴서 설치방법이 있는데, 이 중에서 필터의 설치에 대한 내용

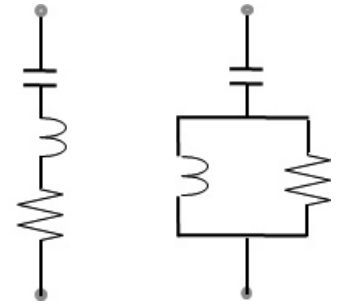
해 설

1. 고조파 필터의 목적과 필터링의 개념

- 1) 고조파 필터의 목적 : 하나 또는 다수의 고조파 전류·전압을 제거하는데 있다. 특정 주파수가 설비나 계통에 유입하는 것을 방지하려는 경우 관련 주파수에 대해 낮은 임피던스 값을 갖는 인덕터와 커패시터의 직렬회로로 구성된 필터를 이용하여 줄일 수 있다.
- 2) 필터링의 개념 : 필터링은 전류가 흐르는 방향을 전환시키거나 경로를 짧게 또는 전류의 흐름을 차단함으로써 이루어진다. 전류의 흐름을 바꾸는 것은 문제의 고조파에 대해서 낮은 임피던스를 갖는 일종의 공진분로(resonant shunt)를 형성함으로써 가능하다. 이는 선로와 대지 간(즉, 분로회로 내)에 R-L-C 직렬회로를 설치하는 방법이다. 차단(blocking)은 L과 C의 병렬회로를 선로와 직렬로 연결하는 방법을 사용한다.

2. 수동필터

- 1) 원리 : 커패시터와 리액터소자를 조합하여 특정한 주파수 또는 주파수 영역에서 저임피던스로 되는 분로를 구성하여 고조파전류를 흡수하는 것으로 수동필터(passive filter 또는 L-C filter)라고 한다.
- 2) 회로도 : L-C filter의 기본적인 회로는 L과 C의 공진현상을 이용한 것으로 n 차 고조파에서 $nX_L - \frac{X_C}{n} = 0$ 으로 함으로써 n 차 고조파전류는 대부분 여기에 흡수되고, 유출전류를 저감시킬 수 있다.
- 3) 수동필터의 역할 : 수동필터는 기본파에 있어서는 무효전력의 공급원, 즉 진상설비의 역할을 하고, 고조파 성분에서는 해당 고조파에 대한 단락회로를 구성하여 계통 쪽으로의 고조파 유입을 차단하는 역할을 한다.
- 4) 설치 방법 : L-C 필터는 부하와 병렬로 접속한다. L-C 필터는 직렬리액터와 전력용 콘덴서를 접속한 분로를 여러 분로를 조합해서 구성하고 있다. 각 분로는 고조파 차수(예, 5차, 7차, 11차 등)에 직렬 공진시키는 L과 C를 선정하고 있으므로 각 고조파 차수에 대해 저임피던스가 된다.
- 5) 수변전설비의 적용 : 직렬리액터는 콘덴서 용량의 6%를 표준으로 하여 접속하고 있으며, 이 경우는 제4차 고조파 공진한다.
- 6) 설계시 고려사항



(a) 동조 필터 (b) 고차수 필터

[그림 1] 수동필터의 종류

- ① 분기필터는 유도성과 용량성 리액턴스가 일치하는 주파수에서 동조된다. 여기서, 중요한 문제점의 하나는 선택도(Q 또는 공진도라 함)이며, 선택도는 동조의 정밀도를 결정한다. 이 점에서 필터는 고공진 계열이 되기도 하고, 저공진 계열이 되기도 한다. 고공진 필터는 저차의 고조파 중 하나에 정확하게 동조되고, 그 값(Q)은 보통 30~60 정도를 갖는다. 저공진 필터는 전형적으로 0.5~5 정도의 값을 가지며, 넓은 주파수 영역에 걸쳐서 낮은 임피던스를 갖는다. $Q = \frac{Z_o}{R}$ 로 표현되지만, Q 를 너무 크게 하면, 탈조(계통주파수의 변동, 커패시터의 온도 특성 등)의 발생에 의해 필터 효과를 저하시키기도 하고, 필터에 과부하를 발생시킬 수도 있다.
- ② 수동필터가 동조에서 벗어나는 다음과 같은 원인을 검토해야 한다.
 - ㉠ 커패시터, 리액터의 제작오차에 의한 초기 동조 벗어남(기기에 탭을 설치, 조정하더라도 탭 폭에 따라 벗어남)
 - ㉡ 콘덴서 정전용량의 온도 및 전압에 의한 변화
 - ㉢ 리액터 인덕턴스의 온도 및 전압에 의한 변화
 - ㉣ 계통 주파수의 변동

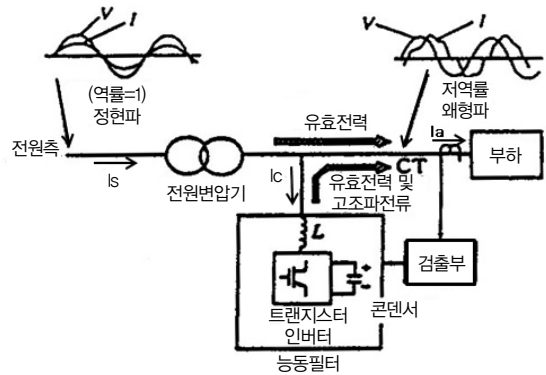
3. 능동필터

- 1) 원리 : 임피던스에 의한 분류 효과를 이용한 수동필터와 달리 능동필터는 부하에서 발생한 고조파 전류를 검출하여 그것의 반대 방향의 전류를 능동적으로 발생하는 원리 때문에 능동필터(active filter)라고 한다.

능동필터는 수동필터와 같이 공진 특성을 사용하지 않고, 인버터 응용기술에 의하여 역위상의 고조파를 발생시켜 고조파를 소거하기 위한 이상적인 필터이다.

2) 회로도 : 능동필터의 주회로는 고조파 인버터가 강압 변압기 등을 통해 계통에 병렬 접속되는 방식으로 하여 부하전류 중의 고조파 전류를 검출하여 얻은 지령 전류값을 추종하도록 인버터 출력 전류를 제어하는 검출/제어방식을 적용한다.

3) 설치 방법 : 능동필터는 부하와 병렬로 접속한다. [그림 2]에서 보는 바와 같이 부하전류 I_L 를 CT에서 검출하고, 부하 전류에 포함된 고조파 전류 성분 I_H 를 검출한다. 이 I_H 를 전류 제어의 기준 신호로서 인버터에 흐르는 전류를 제어하는 것으로, I_H 와 역위상의 전류 I_c 를 Active Filter로 흐르게 함으로써 전원 전류에 포함된 고조파 전류 성분을 상쇄하기 때문에 전원 전류 I_s 는 정현파가 되는 것이다.



[그림 2] 능동필터의 접속도

4) 설계시 고려사항

① 능동필터의 설치는 접속되는 계통전압의 실효값과 보상전류의 실효값을 기준으로 아래의 식과 같이 정격용량이 선정된다.

$$\text{능동필터의 정격용량[kVA]} = \sqrt{3} \times \text{계통전압 실효값} \times \text{보상전류 실효값}$$

여기서, 보상전류 실효값은 경우에 따라 능동필터의 설치 목적에 따라 고조파 전류만의 경우와 기본파 전류를 포함하는 경우도 있다. 그리고 능동필터에 필요한 보상용량의 값은 다음의 잔류율(또는 보상률)을 사용하여 산출한다.

(5, 7차 : 20% / 11, 13차 : 40%)

② 보상 대상으로서 검출되는 부하전류의 성분 중에 수동필터 전류 또는 진상 콘덴서 전류가 함유되어 있으면 능동필터의 보상 동작이 불안정해지는 경우가 있기 때문에 검출개소에 관해서 기기 제조자와 충분한 협의가 필요하다.

③ 콘덴서 평활회로를 직류 측에 배치하는 변환기(VVVF, CVCF)에서는 고조파 억제용 리액터(교류입력 측 혹은 직류 측)를 설치하여 발생량 자체를 저감하는 것이 바람직하다.

④ 능동필터의 주된 구성요소인 인버터의 스위칭 동작에 기인하는 고조파가 주변회로 조건에 따라 저감되지 않고 접속점에 나타날 가능성이 있기 때문에 사전에 검토가 필요하다. 일반적으로 능동필터의 용량 단위는 피상전력의 용량 표현을 사용한다.

[참고문헌]

1. 한전 수요관리실, 고조파사용 실태조사 및 개선방안 연구
2. 한국전기안전공사, 고조파억제용 수동필터의 현장적용화 연구