



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년11월09일  
(11) 등록번호 10-2464554  
(24) 등록일자 2022년11월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H02J 3/01 (2019.01) H02M 1/12 (2006.01)  
H02M 1/34 (2007.01)  
(52) CPC특허분류  
H02J 3/01 (2019.02)  
H02M 1/12 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2021-0022758  
(22) 출원일자 2021년02월19일  
심사청구일자 2021년02월19일  
(65) 공개번호 10-2022-0119238  
(43) 공개일자 2022년08월29일  
(56) 선행기술조사문헌  
KR100883502 B1\*  
KR1020160020734 A\*  
KR100493987 B1  
JP2014150602 A  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
주식회사 천일엠씨  
서울특별시 금천구 가산디지털2로 101, 6층  
비608,비609호(가산동, 한라원엔원타워)  
(72) 발명자  
이종윤  
서울특별시 은평구 진관1로 21-10 은평뉴타운박석  
고개 117동 802호  
강신환  
서울특별시 영등포구 선유로 252 설록디아망 타워  
504호  
김상일  
서울특별시 송파구 백제고분로7길 16-35 한울빌라  
301호  
(74) 대리인  
유환열

전체 청구항 수 : 총 5 항

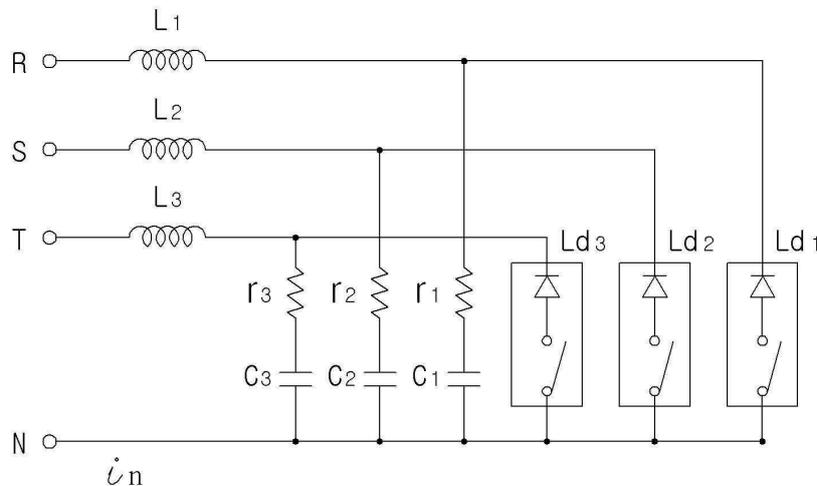
심사관 : 추형석

(54) 발명의 명칭 3상 4선식 배전선로에서 고조파 저감장치 및 저감방법

(57) 요약

4선식 배전선로에서 중성선(N)에 흐르는 영상분 고조파를 저감하여 과전류에 의한 전원부, 전기 및 전자 기기 등을 보호할 수 있는 3상 4선식 배전선로에서 고조파 저감장치 및 저감방법에 관한 것으로, R상, S상, T상, 중성선(N)을 가진 3상 4선식 배전선로에서 중성선에 유입되는 고조파를 저감하는 장치로서, 3상용 전원, 상기 R상 선로와 N상의 선로에 마련된 제1 부하, S상 선로와 N상의 선로에 마련된 제2 부하, T상 선로와 N상의 선로에 마련된 제3 부하, 상기 R상, S상, T상의 각각의 선로에 각각 마련된 제1 내지 제3 인덕터, 상기 제1 내지 제3 인덕터의 각각과 상기 N상 선로 사이에 마련된 제1 내지 제3 캐패시터를 포함하는 구성을 마련하여, 중성선(N)에 흐르는 영상분 고조파를 저감할 수 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

*H02M 1/34* (2013.01)

*Y02E 40/40* (2020.08)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

R상, S상, T상을 갖는 3상 4선식 배전선로에서 중성선(N)에 유입되는 고조파를 저감하는 장치로서,  
 3상 4선식의 전원,  
 상기 전원으로부터 상기 R상, S상, T상의 선로를 통해 전력을 공급받는  
 제1 내지 제3의 부하,  
 상기 각각의 부하의 일단은 상기 R상, S상, T상의 선로의 각각에 제1 내지 제3의 인덕터를 각각 개재하여 직렬로 연결되고 상기 각각의 부하의 타단은 중성선(N)에 연결되며,  
 상기 각각의 부하의 일단과 타단에 병렬로 각각 연결되는 제1 내지 제3의 캐패시터를 포함하며,  
 상기 인덕터의 인덕턴스와 캐패시터의 캐패시턴스 값은 공진 직전의 임피던스로 극소화된 값으로 설정하는 것을 특징으로 하는 고조파 저감장치.

#### 청구항 2

삭제

#### 청구항 3

제1항에서,  
 상기 제1 내지 제3 캐패시터는 내부 저항이 수  $\Omega$  정도로 극히 낮은 캐패시터인 것을 특징으로 하는 고조파 저감장치.

#### 청구항 4

제1항에서,  
 상기 제1 내지 제3 캐패시터는 스너버(Snubber) 캐패시터인 것을 특징으로 하는 고조파 저감장치.

#### 청구항 5

제1항에서,  
 상기 전원내 대해 상기 제1 내지 제3 캐패시터는 각각의 부하가 유도성인 경우, 상기 전원 측에 대한 역률이 95% 이상 100% 미만인 것을 특징으로 하는 고조파 저감장치.

#### 청구항 6

3상 4선식의 전원과,  
 상기 전원으로부터 R상, S상, T상의 선로를 통해 전력을 공급받는 제1 내지 제3의 부하와,  
 상기 각각의 부하의 일단은 상기 R상, S상, T상의 선로의 각각에 제1 내지 제3의 인덕터를 각각 개재하여 직렬로 연결되고 상기 각각의 부하의 타단은 중성선에 연결되며,  
 상기 각각의 부하의 일단과 타단에 병렬로 각각 연결되는 제1 내지 제3의 캐패시터를 포함하는 고조파 저감장치

에 의해 상기 전원의 중성선에 유입되는 고조파를 저감하는 방법으로서,

상기 인덕터와 캐패시터의 공진 직전의 임피던스로 극소화하여 고조파가 중성선으로 흐르기 전에 바이패스하도록, 상기 인덕터의 인덕턴스와 캐패시터의 캐패시턴스 값을 설정하는 것을 특징으로 하는 고조파 저감 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 3상 4선식 배전선로에서 고조파 저감장치 및 저감방법에 관한 것으로, 특히 4선식 배전선로에서 중성선(N)에 흐르는 영상분 고조파를 저감하여 과전류에 의한 전원부, 전기 및 전자 기기 등을 보호할 수 있는 3상 4선식 배전선로에서 고조파 저감장치 및 저감방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0003] 최근, 산업의 발전과 산업 용량의 증가로 첨단 제어장치, 전력전자기기 등 다양한 전력변환 설비가 많이 증가하였고, 이와 더불어 각종 최신 사무기기 등의 사용 증가로 인해 고조파(harmonic) 발생 원인도 함께 증가하였다.

[0004] 상용 주파수(국내 60Hz) 이외의 주파성분을 갖는 신호인 고조파라 하며, 상용 주파수 신호에 이런 고조파 신호가 섞이게 될 경우 신호의 왜곡이 발생하게 된다. 그 중에서도 영상분 고조파는 상용주파수 대비 3배, 6배, 9배와 같이 상용주파수의 3n배의 주파수를 가지는 고조파를 의미하며, 3상 4선식 배전 선로의 경우 중성선(N)에서 각 상의 고조파가 산술합의 크기를 나타내는 특성을 갖고 있어, 중성선의 과열, 전압의 왜곡, 전기 전자 장비의 오작동과 같은 장애를 일으키게 된다.

[0005] 한편, 우리나라에서 저압 수용가에 적용되고 있는 3상 4선식 배전선로의 전력계통은 단상 및 3상 부하를 동시에 이용할 수 있는 장점이 있지만, 단상 부하와 3상 부하가 혼합되어 중성선에 불평형 전류가 발생하게 되어 전력계통에 나쁜 영향을 미칠 수 있다. 즉, 3상 4선식 전력계통에서 중성선에 발생하는 전류는 각 상 전류의 합으로 정의되는데 3상(R상, S상, T상)의 선로에 마련된 부하가 평형 상태일 경우에, 각각 120°의 위상차에 의해 상쇄되어 중성선(N)에는 각 상의 크기가 같으면 벡터 합이 0이 되어 전류가 흐르지 않게 된다. 그러나 부하가 불평형 상태에 있는 경우에는 중성선에 불평형 전류가 흐르게 되는데, 3상 중 하나의 상에만 부하가 있고 나머지 두 개의 상은 무부하 상태에 있는 경우 가장 큰 불평형 전류가 흐르게 된다.

[0006] 즉, 3상 4선식 배전 선로에서의 중성선 전류는 한국 전력의 내선 규정상 상간의 불평형 전류를 40% 이하로 규제하고 있다. R, S, T상에서 발생하는 각 상의 영상 고조파 전류는 중성선(N)에 유입되면 스칼라적으로 합성되므로, 중성선에 과전류가 흐르게 된다. 따라서, R, S, T상의 고조파 전류가 동일한 경우, 한 상 전류의 3배가 중성선으로 흐르게 된다. 이와 같은 영상 고조파를 발생시키는 발생원으로는 예를 들어, 컴퓨터, 프린터, 모니터, 복사기 등의 OA 기기, 홈시어터, TV, 에어컨, 냉장고 등의 가전기기, 전자식 안정기, 조명 제어기기, 전광판, HQI 전등, 단상 전류기, SMPS, DIMMER, 충전기 등과 같은 전기 및 전자 기기가 있다.

[0007] 상술한 바와 같은 전기 및 전자 기기를 사용하는 3상 4선식 배전 선로에서 R상에 흐르는 제3 고조파, S상에 흐르는 제3 고조파, T상에 흐르는 제3 고조파의 위상각(phase angle)이 같으면 중성선에 벡터(Vector)의 합이 아니고 각각의 스칼라 합으로 흐르게 되며, 이런 이유로 중성선(N)에 흐르는 전류는 0이 아니고 상전류(phase current)보다 큰 값이 되어 부하 측에서 전원 측으로 전류가 확대될 수 있다.

[0008] 중성선(N)에 영상분의 고조파가 많이 흐르면, 변압기의 비선형 부하에서 발생하는 고조파가 전원 측으로 유출된다 가정하면, 유출되는 영상분 고조파는 변압기 1차로 스며들어 권선 내를 순환하게 되고 이 순환전류가 열로 바뀌면서 고열이 발생하게 되고 사무용 기기를 사용할수록 변압기 와전류(Eddy current) 손실 및 변압기 열화가 발생하여 수명을 단축시킬 수 있다.

[0009] 구체적으로, Y 결선 단상 부하시, 기본파 전류 60Hz의 각 R, S, T 선 전류를 R = 250A, S = 270A, T = 240A라고 불평형 전류를 가정할 때, 즉 Ia = 250A, Ib = 270A, Ic = 240A일 때, 각 선의 전류는 120°씩 위상차가 있으므로 벡터 합성을 해야 하므로, 중성선(N상)의 전류는  $I_a \angle 0 + I_b \angle -120^\circ + I_c \angle -240^\circ = 26.5[A]$ 가 흘러야 한다. 그러나 계산된 전류보다 더 많이 흐를 경우도 발생하게 되는데 그 원인으로는 단상 부하가 집중되는 경우는 더 큰 전류가 중성선에 나타날 수 있다.

[0010] 그 이유는 상술한 바와 같은 컴퓨터, 팩스, 복사기, 전자식 형광등, 파쇄기 등의 전기 및 전자 기기에서 제3 고조파(영상분 : 동상) 전류가 발생하고, 이로 인하여 중성선(N) 전류는 기본파인 60Hz처럼 서로 상쇄되지 못하고

중첩 합성되므로, 과대 전류가 흐를 수 있다.

- [0012] 이러한 문제를 해결하기 위한 기술의 일 예가 하기 문헌 1 내지 3 등에 개시되어 있다.
- [0013] 예를 들어, 하기 특허문헌 1에는 3상의 각 위상선과 중성선에 연결되도록 지
- [0014] 그재그 결선되어 상기 중성선에서 발생하는 영상 고조파의 전류를 저감시키고, 고조파를 측정하며, 전력 품질 관련 데이터를 측정하여 상기 데이터를 저장, 표시 및 전송하는 적어도 1개 이상의 영상 고조파 저감장치 및 상기 영상 고조파 저감장치에서 상기 전력품질 관련 데이터를 통신망 또는 기간망을 통해 전달받아 상기 데이터를 분석 및 가공하여 전력 모니터링 데이터로 제공하고, 상기 영상 고조파 저감장치의 정상 동작 여부를 확인하는 중앙제어장치를 포함하는 3상 4선식 전력계통이 사용되는 저압 분전반의 영상 고조파 필터링 시스템에 대해 개시되어 있다.
- [0015] 또 하기 특허문헌 2에는 도 1에 도시된 바와 같이, 부하(10)에 교류 전원을 공급하기 위해 삼상 다선식 결선을 가지는 전원계통(15), 전원계통(15)의 각 상선에 연결되는 권선을 세 개의 레그(21,22,23)를 가진 코어(20)의 제1 및 제2 레그(21,22), 제2 및 제3 레그(22,23), 제3 및 제1 레그(23,21)에 각각 자속의 방향을 달리하여 권취하고, 각 권선의 중간지점을 전원계통(15) 중성선과 부하(10)측의 중성선에 공통으로 접속한 지그재그 트랜스포머(30), 전원계통(15)과 지그재그 트랜스포머(30) 사이의 각 상선에 접속되는 라인 리액터(40)로 구성되어 중성선 단선의 위험을 방지하면서, 자속 상쇄로 영상 임피던스를 감소시켜 영상 고조파에 의한 전원계통(15)의 피해를 방지할 수 있는 고조파 저감장치에 대해 개시되어 있다.
- [0016] 한편, 하기 특허문헌 3에는 3상 4선식 전력 시스템의 3상 교류 전원과 부하 사이를 연결하는 중성선에 발생하는 고조파 성분을 제거하기 위한 장치에서, 중성선(N)상에 설치되어 중성선 상에 흐르는 전류를 검출하는 영상변류기, 상기 영상변류기에서 검출한 중성선에 흐르는 고조파 성분을 직류 전압으로 정류하는 정류부, 상기 정류부에서 정류된 직류전류를 이용하여 배터리를 충전시키는 충전부 및 상기 충전부에서 충전된 배터리의 전원에 의해 구동되는 램프를 포함하는 중성선 전류를 이용한 조명등에 대해 개시되어 있다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

- [0018] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-1138430호(2012.04.13 등록)
- (특허문헌 0002) 대한민국 등록특허공보 제10-0685289호(2007.02.14 등록)
- (특허문헌 0003) 대한민국 등록특허공보 제10-0729239호(2007.06.11 등록)

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0019] 상술한 바와 같은 특허문헌 1에서는 분전반에 4선 병렬 방식으로 연결된 영상 고조파 저감 장치와 상호 통신하여 고조파 상태를 모니터링 할 수 있는 기술에 대해 개시되어 있지만, 3상 4선식 배전선로를 사용하는 수용가에는 적용할 수 없다는 문제가 있었다.
- [0020] 또 상기 특허문헌 2에서는 전원계통(15)의 중성선과 부하(10) 측 중성선이 직접 연결되어 있어, 부하(10) 측 중성선을 통해 유입되는 고조파 전류를 완전히 억제하지 못하며, 영상 고조파 전류가 부하(10) 측으로 회귀 되면서, 일부가 전원계통(15)으로 유입되는 문제점이 있었다.
- [0021] 또한, 상기 특허문헌 3에서는 중성선 상에 설치되어 중성선 상에 흐르는 전류를 영상변류기를 이용하여 검출하고, 이를 정류부를 이용하여 정류하며, 정류된 전원을 충전시켜 가로등 램프의 전원으로 활용하여 중성선에 흐르는 고조파를 소모시키는 구조이지만, 이 특허문헌 3에 개시된 기술에서도 중성선 상으로 흐르는 고조파 전류를 차단할 수 없다는 문제가 있었다.
- [0023] 본 발명의 목적은 상술한 바와 같은 문제점을 해결하기 위해 이루어진 것으로서, 중성선(N)에 흐르는 영상분 고조파를 저감할 수 있는 3상 4선식 배전선로에서 고조파 저감장치 및 저감방법을 제공하는 것이다.
- [0024] 본 발명의 다른 목적은 전기 및 전자 기기의 온 오프시 발생하는 과도 전압을 억제할 수 있는 3상 4선식 배전선

로에서 고조파 저감장치 및 저감방법을 제공하는 것이다.

[0025] 본 발명의 또 다른 목적은 전원에 대해 역률을 95% 이상 100% 미만으로 개선할 수 있는 3상 4선식 배전선로에서 고조파 저감장치 및 저감방법을 제공하는 것이다.

**과제의 해결 수단**

[0027] 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명에 따른 3상 4선식 배전선로에서 고조파 저감장치는 R상, S상, T상을 갖는 3상 4선식 배전선로에서 중성선(N)에 유입되는 고조파를 저감하는 장치로서, 3상 4선식의 전원, 상기 전원으로부터 상기 R상, S상, T상의 선로를 통해 전력을 공급받는 제1 내지 제3의 부하, 상기 각각의 부하의 일단은 상기 R상, S상, T상의 선로의 각각에 제1 내지 제3의 인덕터를 각각 개재하여 직렬로 연결되고 상기 각각의 부하의 타단은 중성선(N)에 연결되며, 상기 각각의 부하의 일단과 타단에 병렬로 각각 연결되는 제1 내지 제3의 캐패시터를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0028] 또 본 발명에 따른 고조파 저감장치에서, 상기 인덕터와 캐패시터는 직렬로 연결되고, 상기 제1 내지 제3 캐패시터의 각각과 상기 제1 부하, 제2 부하 및 제3 부하와는 병렬로 연결되며, 상기 제1 부하, 제2 부하 및 제3 부하에서 발생하는 고조파는 상기 중성선으로 흐르지 않고 상기 제1 내지 제3 캐패시터로 흐르는 것을 특징으로 한다.

[0029] 또 본 발명에 따른 고조파 저감장치에서, 상기 제1 내지 제3 캐패시터는 내부 저항이 수  $\Omega$  정도로 극히 낮은 캐패시터인 것을 특징으로 한다.

[0030] 또 본 발명에 따른 고조파 저감장치에서, 상기 제1 내지 제3 캐패시터는 스너버(Snubber) 캐패시터인 것을 특징으로 한다.

[0031] 또 본 발명에 따른 고조파 저감장치에서, 상기 전원에 대해 상기 제1 내지 제3 캐패시터는 각각의 부하가 유도성인 경우, 상기 전원 측에 대한 역률이 95% 이상 100% 미만인 것을 특징으로 한다.

[0032] 또한, 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명에 따른 고조파 저감방법은 3상 4선식의 전원과, 상기 전원으로부터 R상, S상, T상의 선로를 통해 전력을 공급받는 제1 내지 제3의 부하와, 상기 각각의 부하의 일단은 상기 R상, S상, T상의 선로의 각각에 제1 내지 제3의 인덕터를 각각 개재하여 직렬로 연결되고 상기 각각의 부하의 타단은 중성선에 연결되며, 상기 각각의 부하의 일단과 타단에 병렬로 각각 연결되는 제1 내지 제3의 캐패시터를 포함하는 고조파 저감장치에 의해 상기 전원의 중성선에 유입되는 고조파를 저감하는 방법으로서, 상기 인덕터와 캐패시터의 공진 직전의 임피던스로 극소화하여 고조파가 중성선으로 흐르기 전에 바이패스하도록, 상기 인덕터의 인덕턴스와 캐패시터의 캐패시턴스 값을 설정하는 것을 특징으로 한다.

**발명의 효과**

[0034] 상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 3상 4선식 배전선로에서 고조파 저감장치 및 저감방법에 의하면, 제1 내지 제3 인덕터의 각각과 N상 선로 사이에 마련된 제1 내지 제3 캐패시터를 마련하는 것에 의해, 중성선(N)에 흐르는 영상분 고조파를 저감할 수 있다는 효과가 얻어진다.

[0035] 또 본 발명에 따른 3상 4선식 배전선로에서 고조파 저감장치 및 저감방법에 의하면, 인덕터와 캐패시터의 공진 직전의 임피던스로 극소화하여 고조파가 중성선으로 흐르기 전에 바이패스하도록, 상기 인덕터의 인덕턴스와 캐패시터의 캐패시턴스 값을 설정하는 구성에 의해, 역률을 95% 이상 100% 미만으로 개선하는 효과도 얻어진다.

**도면의 간단한 설명**

[0037] 도 1은 종래의 기술에 따른 조고파 저감장치의 일 예를 나타내는 회로도,  
 도 2는 본 발명에 따른 3상 4선식 배전선로에서 고조파 저감장치의 회로도,  
 도 3은 도 2에 도시된 3상 4선식 배전선로에서 R상에 관한 등가 회로도,  
 도 4는 도 2에 도시된 캐패시터로서 적용되는 스너버 캐패시터 구성의 일 예를 나타내는 도면.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0038] 본 발명의 상기 및 그 밖의 목적과 새로운 특징은 본 명세서의 기술 및 첨부 도면에 의해 더욱 명확하게 될 것

이다.

- [0039] 먼저, 본 발명에 적용되는 기술적 사상에 대해 설명한다.
- [0040] 일반적으로, 캐패시터를 통해 흐르는 전류가 인가전압의 변화율에 정비례하지만, 캐패시터는 내부 저항을 구비한다. AC 회로에서 캐패시터의 이러한 저항을 용량성 리액턴스 또는 리액턴스라 한다. 용량성 리액턴스는 AC 회로의 전류 흐름에 반대하는 캐패시터의 특성이며,  $X_c$ 로 표시되고 저항과 같은 옴( $\Omega$ ) 단위로 측정된다.
- [0041] 회로의 캐패시터를 충전하려면 용량성 리액턴스보다 추가의 에너지가 필요하고, 이 값은 캐패시턴스 값과 공급 전압의 주파수에 반비례한다.
- [0042]  $X_c \propto 1 / C$  및  $X_c \propto 1 / f$ .
- [0043] 용량성 리액턴스 및 이에 영향을 미치는 매개 변수에 대한 방정식은 아래에서 설명합니다.
- [0044] 용량성 리액턴스는
- [0045]  $X_c = 1/2 \pi fC = 1/\omega C$  이고,
- [0046] 여기서,  $X_c$  = 캐패시터의 리액턴스,  $f$  = Hz 단위의 주파수,  $C$  = 패럿 단위의 캐패시터,  $\omega = 2 \pi f$  이다.
- [0047] 위의 방정식에서 주파수와 캐패시턴스 값이 낮을 때 캐패시티브 리액턴스가 높고, 이 단계에서 캐패시터가 완벽한 저항기 역할을 한다.
- [0048] 예를 들어, 660V와 40Hz에서 전원에 연결된 3uF 캐패시터를 갖는 회로에 흐르는 전류의 실효 값에서, 용량성 리액턴스는  $X_c = 1/2 \pi fC$  이고,  $f = 40\text{Hz}$ ,  $C = 3\mu\text{F}$ ,  $V_{rms} = 660\text{V}$  이므로,
- [0049]  $X_c = 1/(2 * 3.14 * 40\text{Hz} * 3 * 10^{-6}) = 1,326 \Omega$  이고,
- [0050]  $I_{rms} = V_{rms} / X_c = 660\text{V} / 1,326 \Omega = 497\text{mA}$
- [0051] 임을 알 수 있다.
- [0052] 본 발명은 상술한 바와 같은 전기적 회로의 값에 따라 R상, S상, T상, 중성선(N)을 가진 3상 4선식 배전선로에서 중성선에 유입되는 고조파를 저감하는 장치 및 방법을 제안한다.
- [0053] 즉, 평형 상태의 R상, S상, T상 전류는 120°의 위상차를 가지고 있어 그 중성선(N)에 흐르는 전류는 R, S, T 각 상의 벡터 합(즉, 0)이 되어야 하지만, R상에 흐르는 제3 고조파, S상에 흐르는 제3 고조파, T에 흐르는 제3 고조파의 위상이 같기 때문에 중성선에는 벡터 합이 아니고 스칼라 합의 전류가 흐르게 된다. 이러한 이유로 중성선에 흐르는 전류는 0이 아니고, 상전류 보다 큰 값, 예를 들어 3배로 되어 과전류가 흐르게 된다.
- [0054] 한편, 내선 규정에 중성선의 굵기는 R상, S상, T상과 같게 포설토록 규정되어 있는데, 영상분 고조파에 의해 상 전류보다 큰 전류가 중성선에 흐르면, 케이블은 정격 이상의 전류가 흐르게 되므로 과열되어 화재발생의 원인을 제공하게 된다. 또한, 제3 고조파에 의한 중성선 과전류는 케이블·변압기 과열소손, 변압기·발전기 출력저하, 역률저하, 전력손실 증가, ELB·MCCB 오동작, 유도장애, 중성선 대지전위 상승 등 심각한 장애를 일으킬 수 있다. 본 발명은 이러한 제3 고조파에 의한 중성선 과전류를 방지하기 위해 마련된다.
- [0055] 또, 전류는  $P = V * I * \cos \theta$ 에서  $I = P / V * \cos \theta$ 로 변형시키면 전류  $I$ 는  $\cos \theta$ 에 반비례하므로, 역률  $\cos \theta$ 가 병렬 공진 직전 상태에서  $C$  값을 시정수( $R_c = L/R$ )에 의하여 변화시켜 역률이 상승하면, 같은 전력( $P$ ) 및 같은 전압( $V$ ) 하에서 전류( $I$ )가 감소하며, 입력 전력( $PA$  : 피상 전력)이 감소하여 소비전력의 감소로 이루어진다. 즉, 유도성 부하나 유도성 부하가 포함된 부하에서 역률 개선용 캐패시터를 마련하여 역률을 향상시킬 수 있다.
- [0057] 이하, 본 발명에 따른 실시 예를 도 2에 따라서 설명한다.
- [0058] 도 2는 본 발명에 따른 3상 4선식 배전선로에서 고조파 저감장치의 회로도 이다.
- [0059] 본 발명에 따른 고조파 저감장치는 도 2에 도시된 바와 같이, R상, S상, T상, 중성선(N)을 가진 3상 4선식 배전선로에서 중성선에 유입되는 고조파를 저감하는 장치로서, 3상용 전원, 상기 R상 선로와 N상의 선로에 마련된 제1 부하( $Ld_1$ ), S상 선로와 N상의 선로에 마련된 제2 부하( $Ld_2$ ), T상 선로와 N상의 선로에 마련된 제3 부하( $Ld_3$ ), 상기 R상, S상, T상의 각각의 선로에 각각 마련된 제1 내지 제3 인덕터( $L_1, L_2, L_3$ ), 상기 제1 내지 제3

인덕터( $L_1, L_2, L_3$ )의 각각과 상기 N상 선로 사이에 마련된 제1 내지 제3 캐패시터( $C_1, C_2, C_3$ )를 포함한다.

- [0060] 도 2에 도시된 바와 같이, 상기 R상, S상, T상, 중성선(N)에는 3상용 전원의 공급 단자, 예를 들어 Y 결선에 의한 전원 공급 단자로서 R 단자, S 단자, T 단자, N 단자가 마련되며,  $i_n$ 은 영상 전류를 나타낸다. 또, 상기 제1 내지 제3 인덕터( $L_1, L_2, L_3$ )와 제1 내지 제3 캐패시터( $C_1, C_2, C_3$ )의 각각은 직렬로 연결되고, 제1 내지 제3 캐패시터( $C_1, C_2, C_3$ )의 각각과 상기 제1 부하( $L_{d1}$ ), 제2 부하( $L_{d2}$ ) 및 제3 부하( $L_{d3}$ )와는 병렬로 연결된다.
- [0061] 상기 제1 부하( $L_{d1}$ ), 제2 부하( $L_{d2}$ ) 및 제3 부하( $L_{d3}$ )는 전원 스위치를 구비하고, 고조파를 발생하는 비선형 부하로서, 예를 들어 컴퓨터, 프린터, 모니터, 복사기 등의 OA 기기, 홈시어터, TV, 에어컨, 냉장고 등의 가전기기, 전자식 안정기, 조명 제어기기, 전광판, HQI 전등, 단상 전류기, SMPS, DIMMER, 충전기 등과 같은 전기 및 전자 기기 중의 어느 하나일 수 있다.
- [0062] 상기 R상, S상, T상의 각각의 선로에 각각 마련된 제1 내지 제3 인덕터( $L_1, L_2, L_3$ )의 각각은 고조파에 대하여 고 임피던스값을 갖는 소자로서 각각 제1 부하( $L_{d1}$ ), 제2 부하( $L_{d2}$ ) 및 제3 부하( $L_{d3}$ )에서 발생한 5차 이상의 고조파 성분이 전원으로서의 유입을 차단하는 역할을 수행하며, 본 발명에 따른 제1 내지 제3 인덕터( $L_1, L_2, L_3$ )는 부하의 종류에 따라 임피던스를 조절할 수 있도록 가변형 소자를 적용할 수 있다.
- [0063] 상기 제1 내지 제3 캐패시터( $C_1, C_2, C_3$ )의 각각은 내부 저항( $r_1, r_2, r_3$ )이 수  $\Omega$  정도로 극히 낮은 캐패시터가 사용되며, 예를 들어 도 4에 도시된 바와 같은 스너버(Snubber) 캐패시터를 적용할 수 있다. 즉, 본 발명에서 사용하는 제1 내지 제3 캐패시터( $C_1, C_2, C_3$ )는 수 k $\Omega$  정도의 유전체 내부 저항( $r_1, r_2, r_3$ )을 갖는 일반 캐패시터를 사용하지 않고 내부저항이 수  $\Omega$  이하인 캐패시터를 사용하는 것이다.
- [0064] 도 4는 도 2에 도시된 캐패시터로서 적용되는 스너버 캐패시터 구성의 일 예를 나타내는 도면이다.
- [0065] 도 4에 도시된 스너버 캐패시터는 IGBT용 스너버 캐패시터의 일 예로서, 전하가 축전되는 캐패시터 소자(101), 캐패시터 소자(101)의 양측 단에 부착되어 캐패시터 소자(101)를 부하(Ld)에 연결하는 한 쌍의 연결부(102), 한 쌍의 연결부(102)가 부착된 캐패시터 소자(101)를 수납하는 박스(103), 박스(103)의 수납공간을 밀봉하기 위한 밀봉재(104)로 이루어지며, 한 쌍의 연결부(102)에는 단자(105)가 마련된다. 상기 캐패시터 소자는 예를 들어, 에스테르(polyester) 또는 폴리프로필렌(polypropylen) 등과 같은 플라스틱 필름과 이의 양 측면에 형성된 금속막을 포함하는 필름 캐패시터(film condenser)로 이루어진다. 이와 같은 스너버 캐패시터는 한 쌍의 연결부(102)가 부착된 캐패시터 소자(101)를 박스(103)에 수납한 후, 액상의 수지 예를 들어, 에폭시를 박스에 충전하고 경화시키는 것에 의해 완성된다.
- [0066] 다음에 도 3에 도시된 바와 같이, 3상 4선식 배전선로에서 R상을 참조하여 본 발명에 따른 고조파 저감장치의 작동을 설명한다. 또 도 3에서는 R상에 대해서만 설명하지만, S상 및 T상도 R상과 동일하게 작동할 수 있으므로, 이에 대해 설명은 생략한다.
- [0067] 도 3에 도시된 바와 같이, 제1 인덕터( $L_1$ )와 내부 저항( $r_1$ )을 구비한 제1 캐패시터( $C_1$ )는 전원(G)에 관해 R상 선로와 N상 선로에서 직렬로 연결되고, 제1 캐패시터( $C_1$ )과 제1 부하( $L_{d1}$ )는 병렬로 연결되며, 상기 제1 부하( $L_{d1}$ )에서 발생하는 제3 고조파는 상기 중성선의 전원측으로 흐르지 않고 제1 캐패시터( $C_1$ )로 흐른다.
- [0068] 제1 부하( $L_{d1}$ )인 비선형 부하는 도 3에 도시된 바와 같이, 증가적으로 제1 부하( $L_{d1}$ )에서 고조파를 발생하는 고조파 전원(g)과 이상적 부하( $I_{d1}$ )의 회로로 표현될 수 있다. 3상 전원(G)은 60Hz이므로 제1 인덕터( $L_1$ )를 통과하여 비선형 부하( $L_{d1}$ )로 전력 공급이 원활하지만, 비선형 부하에서 발생하는 고조파 전원(g)은 제3 고조파, 제5 고조파, ... 를 발생시킨다. 예를 들어, 180Hz의 제3 고조파는 인덕터( $L_1$ )로 흐르지 못하고, 제1 캐패시터( $C_1$ )로 흐르게 된다. 따라서 고조파 전류는 중성선(N)으로 흐르지 못하게 된다.
- [0069] 상술한 바와 같이, 본 발명에 따르면, 3상 4선식의 배전선로에서 스칼라적으로 합해지는 R, S, T상 선로의 각각의 영상분 고조파 전류가 감소되므로, 중성선(N)에 흐르는 영상분 고조파가 저감된다. 또, 전원(G)에 대해 제1 캐패시터( $C_1$ )는 제1 부하( $L_{d1}$ )가 유도성인 경우에는 전원(G) 측에 대해서 통상의 역률 70%를 95% 이상 100% 미만의 역률로 개선하는 효과도 가져오게 된다.

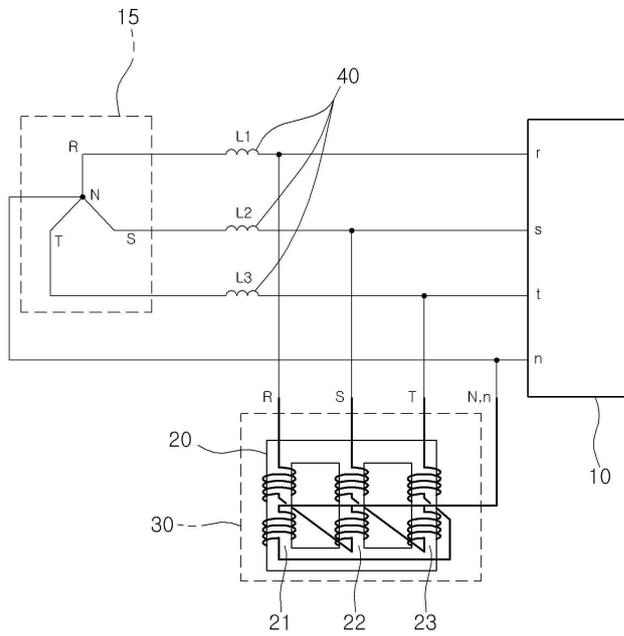
- [0070] 또한, 통상 10 $\mu$ F 정도의 캐패시터로서 내부저항이 수 k $\Omega$  정도이지만, 본 발명에 따른 제1 캐패시터(C<sub>1</sub>)에서는 캐패시터에 의한 손실을 줄이기 위해 내부저항(r<sub>1</sub>)이 수  $\Omega$  정도로 극히 낮은 캐패시터를 사용하는 것이 바람직하다. 즉, 예를 들어 도 4에 도시된 바와 같은 스너버 캐패시터를 적용할 수 있다.
- [0071] 다음에 본 발명에 따른 3상 4선식 배전선로에서 고조파 저감 방법에 대해 도 2 및 도 3을 참조하여 설명한다.
- [0072] 본 발명에 따른 고조파 저감 방법은 R상, S상, T상, 중성선(N)을 가진 3상 4선식 배전선로에서 중성선에 유입되는 고조파를 저감하는 방법으로서, 도 2에 도시된 바와 같은 회로 설계를 마련한다.
- [0073] 상기 R상, S상, T상의 각각의 선로에 각각 마련된 제1 내지 제3 인덕터(L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>)의 인덕턴스값을 상기 제1 내지 제3 인덕터(L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>)의 각각과 상기 중성선(N) 사이에 마련된 제1 내지 제3 캐패시터(C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>)의 캐패시턴스 값의 13%로 구한다. 이와 같은 캐패시터의 결정은 가정용 부하의 일반적인 역률 85%를 95% 이상 100% 미만으로 유지하기 위해 10 $\mu$ F으로 산정하였다. 또 3차 영상분 고조파에 대한 캐패시터의 임피던스를 인덕터의 임피던스로 변환하기 위한 비율을 13%로 설정하였다. 이하, 상술한 바와 같은 역률을 위한 계산식을 설명한다.
- [0074] 캐패시터의 용량  $Q = \omega CE^2 = 2\pi f(60\text{Hz}) * 10\mu\text{F} * 254^2\text{V} = 0.004 \text{ KVAR}$
- [0075] 리액터 용량 =  $0.004 * 0.13 = 0.0004 \text{ KVA}$
- [0076] 정격 전압 =  $245\text{V} * 0.13 = 31.85 \text{ V}$
- [0077] 인덕턴스 =  $31.85\text{V} \div 0.9\text{A} * 2\pi f(180\text{Hz}) = 0.031\text{H} \approx 31\text{mH}$
- [0078] 인덕턴스 구할 때의 0.9A의 회로 전류를 선정하고,
- [0079] 450V, 10 $\mu$ F의 캐패시터의 리액턴스 X<sub>C</sub> 값을 구하면,
- [0080]  $X_C = 1/2\pi fC = 10^6 / (2 * 3.14 * 60\text{Hz} * 10) = 265\Omega$  이고, 이것을 회로 실제 전압(254V)을 인가하면,
- [0081]  $I_{\text{rms}} = V_{\text{rms}} / X_C = 245\text{V} / 265\Omega \approx 0.9\text{A}$
- [0082] 즉, 본 발명에서는 상기 인덕터와 캐패시터의 공진 직전의 임피던스로 극소화하여 고조파가 중성선으로 흐르기 전에 바이패스하도록, 상기 인덕터의 인덕턴스와 캐패시터의 캐패시턴스 값을 상술한 바와 같이 설정한다.
- [0083] 이와 같은 고조파 저감 방법을 적용하는 것에 의해 3상을 수용가의 단상에 적용하는 경우, 중성선(N)에 흐르는 영상분 고조파를 저감할 수 있게 된다.
- [0085] 이상 본 발명자에 의해서 이루어진 발명을 상기 실시 예에 따라 구체적으로 설명하였지만, 본 발명은 상기 실시 예에 한정되는 것은 아니고 그 요지를 이탈하지 않는 범위에서 여러 가지로 변경 가능한 것은 물론이다.

**산업상 이용가능성**

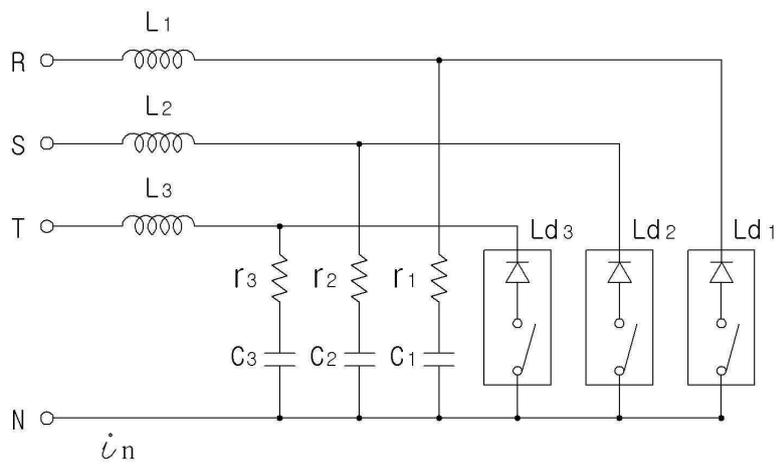
- [0087] 본 발명에 따른 3상 4선식 배전선로에서 고조파 저감장치 및 저감방법을 사용하는 것에 의해 중성선(N)에 흐르는 영상분 고조파를 저감할 수 있다.

도면

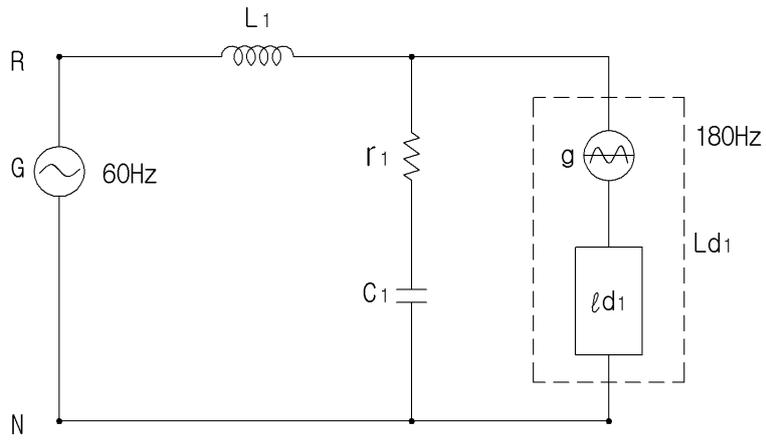
도면1



도면2



도면3



도면4

