3상 비선형 부하시 중성선 전류 해석

민완기, 김남오, 김병철, 전형석, 신석두, 김형곤, 민준기*, 최재호**
조선이공대학, (주)다쓰테크*, 충북대학교**

Neutral Line Current Analysis in Three-phase Nonlinear Load Condition

Min W. K., Kim N. O., Kim B. C., Chun H. S., Shin S. D., Kim H. G., Min J. K.*, Choi J. H.**
Chosun College of Science & Technology, Dass Tech. Co.*, Chungbuk Univ.**

Abstract - Neutral line current is analyzed by the neutral line CF in nonlinear load balanced and unbalanced conditions. The worst nonlinear load condition is nonlinear balanced load condition. and It is below CFNL=1.194 that a neutral line current could not excess the rated value

1. 서 론

다이오드 정류기 부하와 같은 비선형 부하에 의해 고조파 전류가 발생하게 된다. 이러한 고조파 전류 중 각 상에서 발생되는 3차 고조파 전류는 중성선에서 중첩되어 과도한 크기의 중성선 전류[1]가 발생하게 된다. 이러한 과도한 중성선 전류에 의하여 중성선의 과열 및 소손, 열화에 의한 변압기의 소손 및 수명 단축, 중성선 전위 발생으로 인한 중성선을 공유하고 있는 다른 부하와의 간섭현상[2], 부하의 전압 왜형률 증가, 역률 증가와 같은 문제점이 발생하게 된다. 본 논문에서는 다이오드 정류기와 같은 비선형 부하에 의해 발생되는 중성선 전류 분석하기 위하여 중성선 전류 CF를 도입하여, 비선형 부하의 평형 및 불평형 조건에서 중성선 CF 값에 따라 중성선 전류가 중성선 정격값 초과 정도를 해석적으로 보였다.

2. 중성선 전류

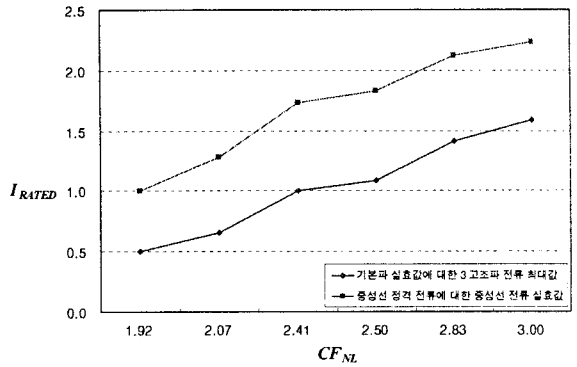
CF(crerst factor)의 크기를 결정하는 전류의 최대값은 위상 선에 존재하는 고조파 전류에 의해 보다 큰 값을 가지게 되지만, 중성선 전류는 3배수차 고조파 전류를 제외한 고조파 전류 성분은 위상차에 의해서 상쇄되어, 중성선에는 3배수차 고조파 전류 성분만이 존재하게 된다. 각 상의 3배수차 고조파 전류의 중첩으로 중성선 전류가 발생하게 되므로, 3배수 고조파 전류에 대한 중성선 CF를 도입한다.
비선형 부하에 의해서 발생하는 중성선 전류 정격값 초과 여부를 판단하기 위해 위상선의 기본파 전류에 대한 3배수차 고조파 전류를 중성선 전류 CF로 정의하면 아래와 같다.

$$CF_{NL} = \frac{I_{3rd-peak}}{I_{1-RMS}} \qquad (1)$$

CFNL 사용을 위한 가정은 아래와 같다
1) 기본파 전류와 3차 고조파 전류만 존재한다.
2) 최대 CF은 2.5이다.
3) 위상선과 중성선에 사용된 전선의 굵기는 동일하다.

이러한 가정에서 3차 고조파 전류의 크기를 기본파 성분

의 크기의 비로 나타내어 각각의 경우에 대해 실효값으로 계산하면 각 상의 3차 고조파 전류의 최대값과 중성선 전류 정격값에 대한 중성선 전류의 크기의 비로 나타낼 수 있다. 이것을 그래프로 나타내면 그림 1과 같다



<그림 1> 비선형 평형 부하 조건에서 중성선 전류
<Fig. 1> Neutral line current in nonlinear balanced load condition

3. 결 론

비선형 부하의 평형과 불평형 조건에 대해서 중성선 전류를 분석하였다. 이 분석에 따르면 비선형 부하조건에서의 최악의 중성선 전류 조건은 비선형 평형 부하 조건임을 수식의 유도록 통해 밝혔다. 그리고 비선형 불평형 부하 조건에서도 중성선 전류는 불평형 정도에 따라 중성선 전류 정격값을 초과할 수 있다는 것을 밝혔다.

[참 고 문 헌]

[1] A. C. Liew, "Excessive neutral currents in three-phase fluorescent lighting circuits," IEEE Trans. Industry Applications, vol.25-4, pp.776-782, July-Aug. 1989.
[2] T. M. Gruzs, "A survey of neutral current in three-phase computer power systems," IEEE Trans. Industry Applications, vol.26-4, pp.719-725, July-Aug. 1990..