

# 공장전기설비의 누전차단기 오동작 조사 및 전력품질분석

李尙益<sup>†</sup>, 崔圭夏<sup>\*</sup>

## Power Quality Analysis and Failure Survey of Earth Leakage Breakers in Factory Electrical Installation

Sang-Ick Lee and Gyu-Ha Choe

### 요 약

공장전기설비에서 개인용 컴퓨터, 정류기, 전기로와 시험장치 등의 비선형 부하 사용 증가에 따른 고조파 발생으로 누전차단기가 오동작하거나 불필요 동작을 하고 있다. 따라서 공장전기설비의 안전관리자를 대상으로 누전차단기의 오동작 상태에 대한 조사를 실시하였다. 또한 누전차단기가 오동작하거나 불필요 동작을 하고 있다는 수용가에서 전압, 전류, 고조파와 불평형 등 전력품질을 측정하고 분석하였다. 본 연구결과는 왜형된 전류파형으로 누전차단기의 트립특성 시험과 누전차단기 오동작 원인분석시 자료로 활용하고자 한다.

### ABSTRACT

This paper presented a actual conditions on a false-tripping of ELB(Earth Leakage Breakers) and an assessment of the harmonics due to non-linear electronic equipment such as personal computers, rectifier, electric furnace and test equipments in factory electrical installation. Actual conditions on a failure of ELB were surveyed and analyzed by making up a question to safety managers of factory electrical installation. Also, power quality measurements such as harmonic currents, voltage and current waveform and current imbalance were made at various factory electrical installation where nuisance tripping of ELB is often occurred. The results of this study can be used in making decisions regarding cause of ELB trip and operating and tripping characteristics test of ELB when subjected to distorted current waveform.

**Key Words :** False tripping, Failure survey, ELB, Power quality measurement, Harmonic

### 1. 서 론

저압계통에서 인체의 생명과 재산을 보호하기 위하여 사용하고 있는 누전차단기의 중요성은 재론의 여지가 없다. 전기설비기술기준 제45조에서도 저압의 기계기구에 사람이 접촉할 수 있는 곳에 시설하는 것에 전

기를 공급하고 있는 전로에 지기가 생겼을 경우 자동적으로 전로를 차단하는 장치 즉 누전차단기를 시설하도록 규정하고 있다. 이와 같이 누전차단기는 감전 및 지락사고 예방이라는 중요한 역할을 담당하고 있지만 원인을 알 수 없는 동작이 자주 발생함에 따라 누전차단기의 설치 규정을 위반하여 누전차단기를 설치한 위치에 배선용 차단기(Molded Case Circuit Breakers : MCCB)로 교체하여 설치하는 등 누전차단기의 오동작에 대해 무감각해지고 있는 실정이다. 특히 반도체에 프로그램을 다운로드하는 공장 등과 같이 전원의 신뢰성이 중요시 되는 곳에서의 누전차단기 오동작은 공정

<sup>†</sup>교신저자 : 정희원, 전기안전연구원 선임연구원

E-mail : sangickl@kesco.or.kr

<sup>\*</sup>정희원, 건국대 전기공학과 교수

접수일자 : 2007. 8. 3

1차 심사 : 2007. 8. 21

2차 심사 : 2007. 10. 17

심사완료 : 2007. 11. 8

중에 있던 부품을 사용하지 못하게 되어 수천만원 또는 그 이상의 경제적인 피해가 발생할 수 있고, 누전에 의한 화재와 감전사고 같은 문제를 야기하게 된다. 누전차단기의 오동작 원인으로는 제품불량, 노후화, 서지, 유도전류, 오결선, 고조파 등 다양한 원인에 의해 발생할 수 있다<sup>[1,2,3]</sup>. 오동작의 원인 중 전원 계통에서 발생하는 고조파는 비선형 부하, 모터 구동시스템, 스위칭 소자를 가진 부하에서 발생하여 인근 계통의 다른 부하에 악영향을 미치며 통신기기나 정밀 계측장비의 오동작 유발, 역률저하 등을 야기하고 있고 이에 대한 전력측정 및 분석에 대한 관심 등이 증가하고 있다<sup>[4,5,6]</sup>.

한편, 누전차단기 오동작 관련 연구는 차단기의 특성 분석 및 서지와 노이즈에 의한 오동작 특성 관련 연구가 수행되어 원인분석 및 대책마련을 위한 노력이 일부 이루어지고 있다<sup>[7,8,9]</sup>. 그러나 아직까지 고조파와 관련된 오동작 현황 및 원인분석 방법 등에 대한 정립이 이루어지지 않고 있고, 전력품질분석 및 대책과 관련된 기업들에서는 전력전자소자를 이용한 부하의 사용 증가에 따른 고조파 발생으로 전력품질이 저하되고 누전차단기의 과열 및 오동작을 야기한다고 주장하고 있다<sup>[10]</sup>. 전자식안정기, 컴퓨터, 정류기 등의 전력전자소자를 이용한 부하들은 전원을 변환하는 과정에서 고조파를 발생시키게 되고 정전용량에 의해 누설전류가 흐르게 되어 정전용량이 커져 누전차단기가 동작하게 되지만 대다수의 전기설비를 관리하는 안전관리자들의 인식은 이러한 인식보다는 누전차단기의 오동작으로 인식하고 있다. 따라서 본 논문에서는 전기안전관리자가 상주하고 있는 공장전기설비에서 전기안전관리자들을 대상으로 누전차단기의 오동작 주요원인과 피해형태에 대하여 설문지를 통한 오동작 실태를 조사하고 누전차단기 오동작이 자주 발생하고 있다고 주장하고 있는 일부 수용가의 전기설비에서 고조파와 전원품질을 측정하고 분석하였다.

## 2. 본 론

### 2.1 누전차단기 오동작 요소

누전차단기의 작동 가운데 본래의 목적인 누전에 의한 것을 정상작동이라고 한다면 여러 가지 원인에 의해 동작하는 불필요한 작동을 오동작이라 분류할 수 있다. 누전차단기의 오동작은 제품불량, 노후화, 부적당한 감도전류설정, 서지에 의한 것, 순환전류에 의한 것, 유도에 의한 것, 오결선, 부적당한 접지, 고조파 등

다양한 원인들이 존재할 수 있다. 그러나 누전차단기가 오동작 되었을 때 트립이 재현되지 않거나 고조파의 영향 등으로 정확한 원인분석을 하기 어려워 대부분 추정에 의해 원인을 규명하고 있어 오동작에 대한 정확한 대처방안을 강구하지 못하고 있는 실정이다.

또한 스위칭 전원장치를 사용하는 부하기기의 내부 필터에 의한 대지정전용량의 증가와 고조파로 인한 누설전류가 증가하여 누전차단기가 불필요 동작을 하게 된다고 알려져 있다.

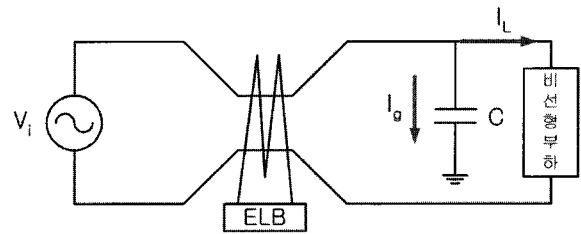


그림 1 누설전류와 누전차단기 동작  
Fig. 1 Leakage current and ELB trip

고조파에 의한 누전차단기 불필요 동작은 그림 1과 같은 회로에서 부하에 흐르는 전류  $I_L$ 은 차수별 고조파에 의해 식 (1)과 같이 계산된다.

$$I_L = \sqrt{I_1^2 + I_3^2 + \dots + I_n^2} \quad (1)$$

고조파와 대지정전용량에 의한 누설전류  $I_g$ 는 식(2)와 같이 정전용량(C)과 주파수(f)에 비례하여 증가됨으로써 누전차단기가 동작하게 된다.

$$I_g = \sqrt{\sum_{i=0}^n (2\pi f_i C V_i)^2} \quad (2)$$

### 2.2 공장전기설비 누전차단기 오동작 조사

본 논문에서는 제조를 주 업무로 하는 공장전기설비에서 전기설비를 상주하면서 관리하고 있는 전기안전관리자를 대상으로 누전차단기 오동작 발생현황, 오동작 주요 원인, 오동작 발생시 원인분석 여부, 피해 형태 등을 설문조사하였다. 조사에서 총 140호의 수용가에서 응답하였고 그 결과를 분석하였다.

공장전기설비에서 누전차단기의 오동작 경험은 그림 2와 같이 응답수용가 140호의 77%(108호)로 대부분의 수용가에서 누전차단기의 오동작을 경험한 것으로 나타났다.

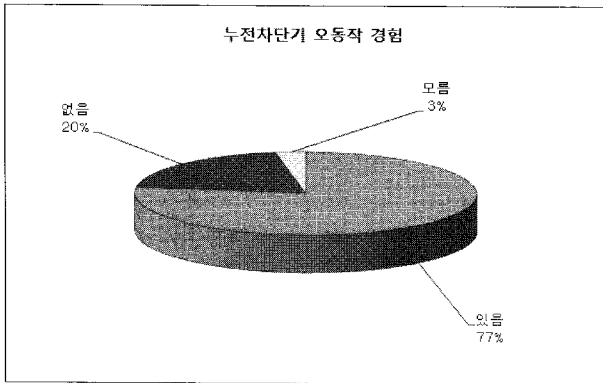


그림 2 누전차단기 오동작 경험  
Fig. 2 Malfunction experience of ELB

누전차단기의 오동작을 경험한 수용가 108호 중에서 오동작의 원인을 규명하였던 수용가는 그림 3과 같이 원인을 규명하였던 경우는 63%, 없음은 31%, 모름은 6%로 오동작을 경험한 대다수 수용가에서 누전차단기의 오동작 원인을 규명한 것으로 나타났다.

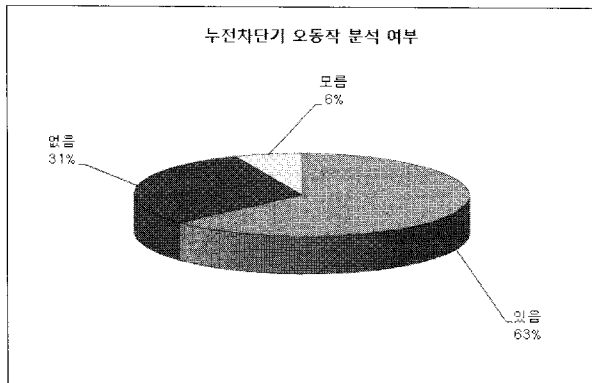


그림 3 누전차단기 오동작 원인분석 여부  
Fig. 3 Cause analysis for malfunction of ELB

누전차단기 오동작의 주요 원인에 대해 복수응답이 가능하도록 하여 조사한 결과 그림 4와 같이 원인불명이라고 응답한 수용가가 26.2%로 가장 많았고, 그다음으로 노후화가 25.8%, 제품불량 20.9%, 고조파 18.8%, 기타 8.3% 순으로 나타났다. 누전차단기의 오동작의 주요 원인 중 원인불명을 오동작의 주요 원인으로 응답한 수용가의 전기안전관리자 대부분이 원인규명에 어려움을 겪고 있음을 알 수 있으며, 누전차단기 오동작 원인 중 고조파로 응답한 수용가는 전력변환기기의 사용으로 발생한 정전용량으로 인하여 흐르는 누설전류를 고려하지 않고 고조파라 응답한 것으로 판단된

다. 또한 누전차단기의 제품불량은 2002년 실시한 기술표준원 시험결과 KS 표시제품 가운데 20%이상이 불량으로 판명된 결과와 본 연구에서 조사된 제품불량 20.9%에서 알 수 있듯이 상당한 비율을 차지하고 있는 것을 알 수 있다.

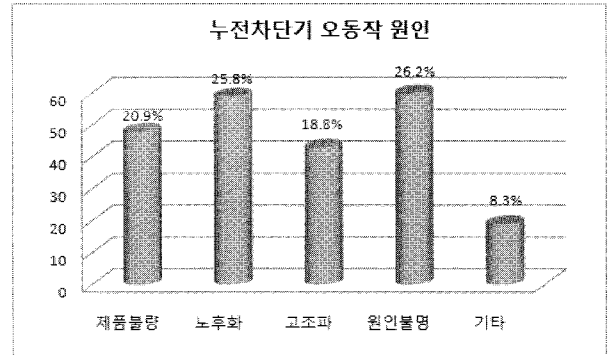


그림 4 누전차단기 오동작 원인  
Fig. 4 False-tripping causes of ELB

전력변환장치를 이용한 기기의 사용증가에 따른 고조파 발생에 의해 누전차단기의 오동작 원인으로 고조파에 의한 누전차단기의 오동작 발생빈도에 대하여 조사한 내용을 보면 그림 5와 같이 응답 수용가 중 44%는 연 1회 이하로 발생하고 있고, 43%는 연 2~3회 정도, 나머지 13%는 연 5회 이상 발생하고 있는 것으로 나타나 고조파에 의한 누전차단기 오동작 발생빈도가 높은 것으로 나타났다.

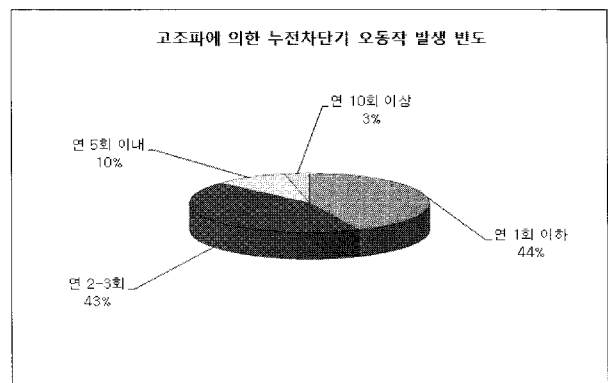


그림 5 고조파에 의한 누전차단기 오동작 발생빈도  
Fig. 5 Frequency of malfunction of ELB by harmonic

그리고 누전차단기의 오동작이 발생하여 나타나는 2차적인 피해유형은 복수의 응답이 가능하도록 질문한 결과 그림 6과 같이 제품생산차질이 44.1%로 가장 많

왔고, 그다음으로 기기손상 24.6%, 원료손상 및 조업중단 15.1%, 정보손실 9.5% 순으로 나타났으며 기타 6.7% 정도의 비율을 차지하였다. 특히, 통신 및 전자제품 등의 생산시설이 공장내부에 있는 경우는 제품 동작 프로그램 다운로드시 에러 등으로 인하여 많은 경제적 피해를 입을 것으로 예상된다.

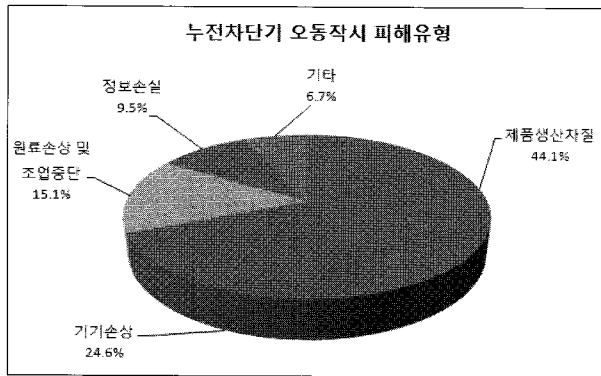


그림 6 누전차단기 오동작시 피해 유형  
Fig. 6 Damage types when false-tripping of ELB

누전차단기의 오동작이 발생하였을 경우 오동작의 원인을 고조파와 같은 전원품질의 문제로 인하여 발생하였을 것으로 추정하고 전원품질의 분석을 실시한 경우에 대해서는 수용가 대부분 적극적인 전원품질 분석을 실시하지 않은 것으로 조사되었다. 또한 고조파와 노이즈에 대한 관심도 증가되어 대책을 요구하는 수용가도 있었으며, 고조파가 누전차단기에 미치는 영향의 분석 필요성에 대해서도 그림 7과 같이 75%의 수용가에서 분석의 필요성을 느끼고 있으며 모르겠다는 의견도 13%를 차지하고 있어 고조파를 비롯한 전원품질 관련 인식의 확산 필요성 또한 나타났다.

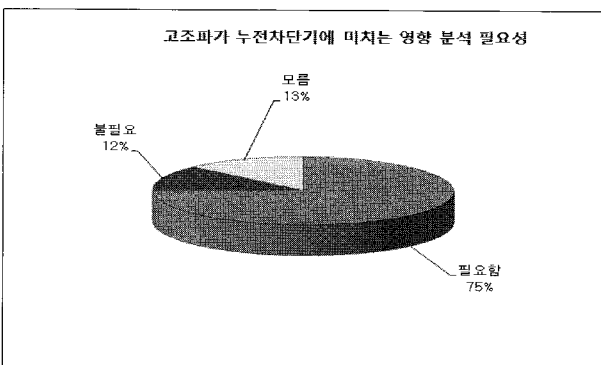


그림 7 고조파가 누전차단기에 미치는 영향 분석 필요성  
Fig. 7 Necessity of effect analysis of harmonic on ELB

### 2.3 전력품질측정 및 분석

전기설비 계통에 영향을 주고 전력품질을 저하시키는 요소로는 과도현상, 새그, 스웰, 부족전압, 과전압, 플리커, 고조파 등으로 분류할 수 있으며 이러한 요소들을 측정하고 분석하여 대책을 세울 필요성이 있다. 이와 같은 요소 중 계통의 전압과 전류 파형의 왜곡을 표현할 수 있는 대표적인 지표는 식 (3), (4)로 표현할 수 있는 전압 THD와 전류 THD이다. THD는 총 고조파율로서 기본파 성분과 그 외 파형간 모양의 근접도를 나타내는 지표이며 기본파 성분에 대한 퍼센트 비율로 표현한다.

$$V_{THD} = \frac{1}{V_1} \left( \sum_{n=2}^{\infty} V_n^2 \right)^{1/2} \quad (3)$$

$$I_{THD} = \frac{1}{I_1} \left( \sum_{n=2}^{\infty} I_n^2 \right)^{1/2} \quad (4)$$

계통의 파형왜곡을 표현하는 전압 및 전류 THD에 대해서는 미국, 일본 등의 국가에서 기준을 마련하여 규제하고 있다. 대표적으로 IEEE 519에 의하면 전압 THD의 기준은 5%이하로 규정하고 있다. 전압 및 전류파형의 왜곡을 표현할 수 있는 또 다른 요소는 식 (5)와 같이 전류파형의 최대값과 실효값의 비로 나타내는 파고율로 이상적인 값은 1.414이다.

$$\text{파고율} = \frac{I_{peak}}{I_{RMS}} \quad (5)$$

파고율 값이 1.414보다 작을 경우 전압과 전류파형의 최대값이 함몰되는 Flat-topping 현상이 발생하고, 1.414 이상이 되었을 경우는 파형의 최대값이 뾰족해지는 현상이 발생하여 릴레이 오동작 등의 현상이 발생할 수 있다<sup>[11]</sup>.

### 2.4 전압 및 전류파형

본 논문에서는 누전차단기의 오동작이 발생하고 있다는 수용가의 계통에서 RPM사의 1650 장비를 이용하여 전력품질을 측정하였다. 전력품질의 측정은 누전차단기 오동작이 자주 발생하는 공장전기설비의 분전반에서 대부분 1시간 동안 측정하였다. 전력품질을 측정한 공장들 대부분 누전차단기 오동작시 절연저항 및 누설전류 등을 측정하여도 특별히 문제가 없었으나 누전차단기가 자주 동작한다는 곳을 선정하였다. 이러한 공장들의 분전반에서는 정류기와 전기로 및 압출기,

냉동기, 히터, 모터 등의 부하에 전원을 공급하고 있었다. 대부분의 측정 장소에서는 3상 부하를 사용하고 있었으며 그림 8은 OO공장에서 대표적인 상전압 파형을 나타내고 있으며 고조파 등의 영향으로 파형이 일부 왜곡된 것을 알 수 있다.

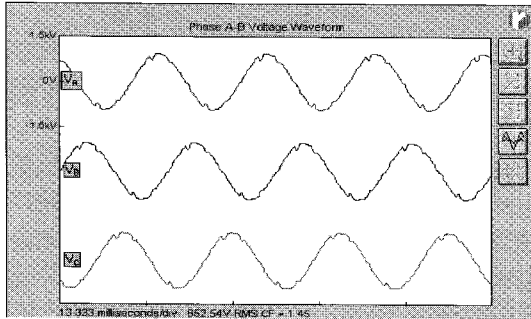


그림 8 전압파형  
Fig. 8 Voltage waveform

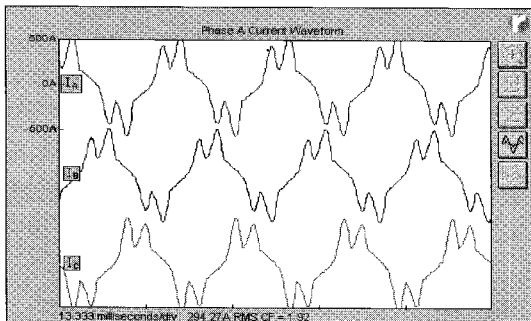


그림 9 전류파형  
Fig. 9 Current waveform

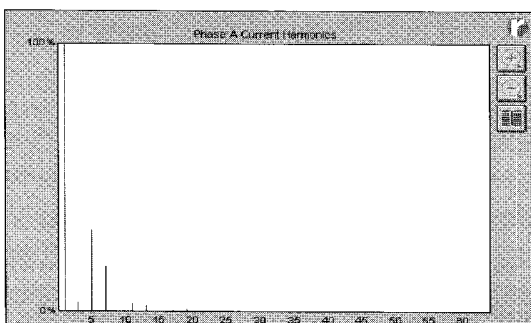


그림 10 A상 전류 고조파 스펙트럼  
Fig. 10 Current harmonic spectrum of phase A

그림 9는 대표적인 상전류 파형을 나타내고 있으며, 공장에서 부하로 정류기와 압출기 등을 사용하고 있었으며 이러한 부하로 인한 고조파 발생에 따른 전류파형의 왜곡이 크게 나타나고 있음을 알 수 있다. 또한

과고율 값이 1.92로 나타나 전류파형의 왜곡으로 인해 최대치를 검출하여 동작하는 기기에는 오동작 현상이 발생할 수 있다.

### 2.5 고조파 전압 및 전류

그림 10은 본 연구에서 측정된 대표적인 공장에서의 상의 전류고조파 스펙트럼을 보여주고 있다. 그림에서 알 수 있듯이 공장전기설비에서는 유도성 부하의 사용 증가에 따른 5, 7고조파가 가장 많이 발생하고 있음을 알 수 있다.

공장전기설비에서의 각 상의 전압 및 전류 고조파 값을 표 1에 나타내었다. 표에서 알 수 있듯이 대부분의 상에서 전류고조파는 5고조파를 위주로 7고조파 등이 발생하여 전류 THD가 20%이상 발생함을 알 수 있다. 표 2에는 중성선의 전류 고조파 THD로 공장전기설비의 대부분이 유도성 부하와 단상 부하보다는 3상 부하를 주로 사용하고 있어 각 상보다는 중성선 고조파가 적게 나타나고 있다.

표 1 상 전류 및 전압 고조파  
Table 1 Harmonics of current and voltage

고조파(%)	○○화학			○○산업			○○철강			○○산업		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
전류THD	36	34	37	73.9	76.7	99.3	44.5	48.3	42.7	35.5	33	33.3
2차	1.03	0.8	1.2	5.6	6.3	7.4	4.6	5.9	2.3	0.7	0.5	0.6
3차	3.9	5.8	9.8	14.1	17.7	4.5	3.6	4.7	7.8	1.8	3.5	4.4
5차	31.2	28.3	29.9	65.2	65.2	88.3	14.6	17.4	21.0	32.7	30.3	30.5
7차	17.3	16.1	17.9	26.5	31.8	40.9	18.9	19.8	18.2	0.5	2.6	2.4
9차	0.9	0.8	1.0	5.4	6.9	1.9	5.4	4.5	2.6	1.5	1.4	1.6
전압THD	3.3	3.5	3.2	8.7	9.0	8.9	818	660	763	5.2	5.5	5.6
2차	0.01	0.02	0.01	0.03	0.1	0.04	0.1	1.2	19.9	0.1	0.1	0.2
3차	0.03	0.1	0.2	0.4	0.1	0.1	562	455	530	0.1	0.1	0.1
5차	1.4	1.48	1.4	7.7	7.3	7.5	137	83	110	4.5	4.9	4.8
7차	1.6	1.7	1.6	3.9	5.3	4.8	142	141	147	1.0	1.0	1.0
9차	0.1	0.05	0.06	0.4	0.3	0.1	186	144	171	0.1	0.1	0.03

표 2 중성선의 전류 고조파  
Table 2 Current harmonics of neutral conductor

고조파(%)	○○유리	○○산업	○○산업	○○산업
전류 THD	23.1	31.2	31.1	58.2
2차	18.8	6.0	2.3	2.5
3차	9.1	11.0	12.7	9.8
5차	6.4	10.0	9.1	28.0
7차	2.3	2.0	5.6	26.5
9차	2.1	4.1	10.0	8.2
11차	1.0	12.1	1.0	5.9
13차	0.3	2.8	7.2	6.7

### 2.6 상 전압과 전류의 불평형

공장전기설비에서의 전압 및 전류 불평형 요인은 대부분 유도성 부하의 사용에 기인한다. 본 논문에서 측정되고 조사된 전압 및 전류 불평형은 그림 11과 12에 나타내었다. 그림 11의 전압 불평형의 경우 대부분 2%이하로 안정되게 나타났으나 부하로 전기로를 사용하는 1개소의 경우는 전압불평형이 3.5%를 넘게 나타났다. 그림 12의 전류 불평형의 경우 대부분 20%이하로 조사되었지만 컴퓨터와 같은 단상부하를 많이 사용하는 공장의 경우는 전류 불평형이 57% 정도로 나타나 부하 불평형의 해소가 필요한 것으로 나타났다.

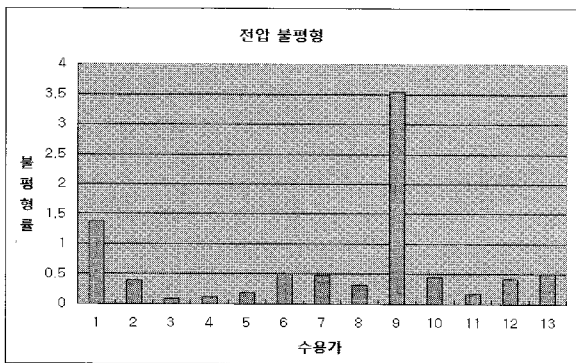


그림 11 전압불평형  
Fig. 11 Voltage imbalance

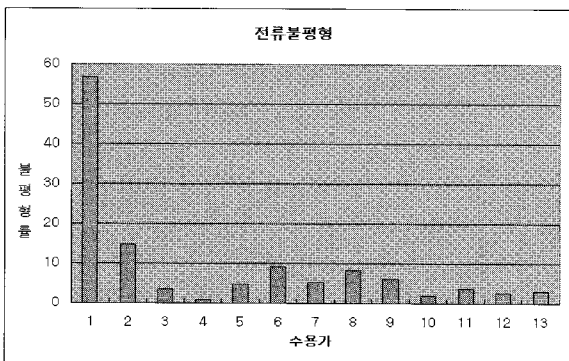


그림 12 전류불평형  
Fig. 12 Current imbalance

대부분의 공장에서 전기설비를 담당하는 관리자들이 전압 및 전류 불평형을 줄이기 위해 많은 노력을 기울이고 있지만 완전한 해결은 쉽지 않을 것이다. 하지만 컴퓨터, 전자식 안정기 등을 비롯한 단상 부하의 경우 분기회로의 용량보다는 적게 부하를 배치하고 각 상별 부하의 균등한 분배를 하고, 전압 불평형에 민감한 전자장비 사용을 피하는 방법 등을 통해 전압 불평형에

의한 누전차단기 오동작과 같은 피해를 최대한으로 줄일 필요가 있다. 또한 전압 불평형이 낮은 지라도 전류 불평형이 심할 경우 누전차단기 오동작 및 변압기 과열의 원인이 될 수 있으므로 전류 불평형을 줄이기 위한 노력도 필요할 것이다.

### 3. 결 론

본 논문에서는 공장전기설비에서의 누전차단기 오동작 현황 및 피해 등을 조사 및 분석하였고, 누전차단기 오동작이 자주 발생하는 공장전기설비에서 전압과 전류, 고조파, 불평형 등의 전력품질을 측정하여 전원 애곡의 특징을 보여주었다.

공장전기설비에서의 누전차단기 오동작은 수용가의 77%에서 자주 경험하는 것으로 나타났고, 수용가 18% 이상에서 오동작 원인을 고조파 등과 같이 이상전원으로 추정하였다.

누전차단기 오동작이 자주 발생하고 있다 주장하는 수용가에서의 전력품질을 측정한 결과 측정 수용가의 50% 이상이 IEEE 519의 수용가 전압 THD 규정 5%를 만족시키지 못하는 것으로 나타났다. 특히 정류기를 부하로 사용하는 곳에서 많이 발생하는 것으로 나타났으며 전기로를 부하로 사용하는 곳은 전압 THD가 300% 가까이 나타나 대책 마련이 시급한 것으로 나타났다.

공장전기설비에서는 정류기, 전기로 등 유도성 부하의 사용으로 인한 5차, 7차 고조파가 가장 많이 발생하고 있었으며, 2차 고조파를 포함한 짝수 고조파도 다수 발생하고 있었다. 전기로를 사용하고 있는 공장에서는 전압불평형이 3.6%정도 나타나 대책이 필요한 것으로 나타났다. 그리고 용량성 부하를 많이 사용하는 공장은 부하를 분기회로의 최대 용량 보다는 적게 부하를 분배하여 고조파 전류의 과다 발생 억제와 상간 불평형을 없앨 필요가 있고, 정류기 및 전기로 등을 사용하는 곳에서는 고조파 및 플리커에 대한 대책으로 필터 등의 설치가 필요할 것이다. 또한 전기설비의 고조파 내성 및 신뢰성 향상과 같은 다각적인 검토가 필요할 것으로 판단된다.

### 참 고 문 헌

[1] 김태만, 권용준, 기도형, "전기적 노이즈에 의한 누전차단기의 오동작에 관한 실험적 연구", *산업안전학회지*, 제17권 1호, pp. 45-53, 2002. 1.  
[2] LG 산전, 누전차단기 기술자료

- [3] 생산과 전기, “누전차단기 오동작과 그 방지에 대해”, 2004. 4.
- [4] 김병진, 문학룡, 송양희, 임병국, 전희중, “전압제어형 능동전력필터를 이용한 비선형 부하의 고조파 저감 및 역률개선”, *전력전자학회 논문지*, 제5권, 제4호, pp. 403-408, 2000. 8.
- [5] 김우용, 정영국, 임영철, “모터구동을 위한 DSP 기반 3상 전력품질분석 시스템”, *전력전자학회 논문지*, 제6권 제1호, pp. 27-33, 2001. 2.
- [6] 정영국, 김우용, 조재연, 임영철, “DSP기반 3상 전력품질 분석 시스템”, *전력전자학회 논문지*, 제6권 제4호, pp. 362-368, 2001. 8.
- [7] 이승철, 장석훈, 이복희, “서지전압에 대한 50[A]용 누전차단기의 부동작 특성”, *한국·조명 전기설비학회지*, 제11권 5호, pp. 44-52, 1997. 10.
- [8] 이재복 외 4명, “누전차단기의 뇌썩지 동작특성 분석 및 오동작 대책”, *Trans. KIEE*. Vol. 51C, No. 10, pp. 479-484, 2002, Oct.
- [9] Estrada, T. Briggs, S. J. Khosia, N. “Test of circuit breakers under harmonic loading conditions”, Final Report, Army Construction Engineering Research Lab. Champaign, IL(United Sates), 1995, Nov.
- [10] [www.ohmpower.co.kr/kor/data/data\\_low](http://www.ohmpower.co.kr/kor/data/data_low).
- [11] J. Arrillaga, N. R. Watson and S. Chen, “Power System Quality Assessment”, WILEY, 2001.

**저 자 소 개**



**이상익(李尙益)**

1968년 12월 9일생. 1994년 호서대 전기공학과 졸업. 1996년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2007년 건국대 대학원 전기공학과 졸업(공학박). 현재 전기안전연구원 선임연구원.



**최규하(崔圭夏)**

1955년 7월 24일생. 1978년 서울대 공대 전기공학과 졸업. 1980년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1986년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학박). 1987년 오레곤주립대 Post-Doc. 1997년 건국대 연구처장 및 2002년 교무처장 역임. 현재 건국대 전기공학과 교수 및 에너지신기술연구소장. 현재 당 학회 회장.