

새로운 전기품질 감시장치 개발 및 전기품질 관리방안

남기영, 최상봉, 류희석, 이재덕, 정성환, 김대경
한국전기연구원

Development of New Monitoring System for Power Quality Management

Nam Kee-young, Choi Sang-bong, Ryoo Hee-suk, Lee Jae-duck, Jeong Seong-hwan, Kim Dae-kyung
K.E.R.I.(Korea Electrotechnology Research Institute)

Abstract - Power supply system & environment have been changed according to the universal global electrification, the pursuit of improving productivity and the convenience of life. The various kinds of modern electric facilities and almost of all kinds of digital devices embedded microprocessor are very sensitive to the supplied power quality variations. So, they are stopped and result in large economic damage when even the deterioration of power quality with short duration is occurred, which was not so fatal to the conventional industrial facilities and devices. Conversely, those facilities and digital devices generate many kinds of power quality problems such as harmonics, flicker, voltage drop, etc.

This paper presents the status of power quality and outlines the development of a new power quality monitoring system based on the experience of a series of authors' researches and field measurements for industrial customers in Korea. It also proposes the functions of the monitoring device and the efficient analysis method based on the Korean electrical act and international standards on power quality. Finally, the authors suggest some countermeasures for advancing the power quality to cope with the competitive electric power market and customers' needs after domestic restructuring of electric power industry

1. 서 론

전기 품질을 상시 감시하는 목적은 수용가 수전점의 정상상태에서의 전압조정 내용을 입증하는 단순한 것에서부터 전력계통 내로 흐르는 고조파 전류의 흐름을 분석하는 복잡한 것일 수도 있는데 필요한 결과데이터는 감시가 성공적으로 이루어지도록 하기 위해 감시업무의 목적을 충족시키면 된다. 즉 감시의 목적은 기기정지와 같은 상태를 진단하기 위한 것파 데이터 수집을 통해 현재의 전기품질 수준을 평가하고 예측하기 위한 것으로 요약할 수 있다

전기 품질을 감시하고자 하는 가장 중요한 요소는 경제적인 영향 즉 전기품질 저하로 인해 산업공정파 같은 정상적인 경제활동이 제한 받음으로 인해 발생하는 경제적인 피해에 기인한다고 할 수 있다. 따라서 전기품질의 감시는 경제성 추구에 바탕을 두고 이루어지며 전기품질의 저하를 사전에 방지하고, 기기의 성능을 최대한으로 활용하기 위해 필수적이다. 또, 감시를 통한 데이터의 체계적인 관리 없이는 전기품질 저하로 인한 각가지 장애와 영향을 분석하고 파악하는 것이 오늘날에는 거의 불가능에 가깝기 때문에 효율적으로 관련된 전기품질 요소의 데이터를 취득해야만 깨끗한 전기품질 환경의 유지 및 개선은

기대할 수 있다.

이 논문에서는 우리나라의 전기품질 현황과 전기사업법에 따른 전기품질 관리, 전력시장, 전력산업 구조개편에 따른 전기품질의 중요성 등을 새로운 전기품질 관리장치 개발에 반영하여 광역의 전기품질 관리 체계를 운용하는 개념을 설계한다. 또, 전력산업과 전기사용의 변화에 따른 전기품질의 중요성을 반영한 향후의 전기품질 관리를 위한 협조체제의 구축과 산업계, 제조업체, 전력회사 그리고 정부가 해야 할 역할을 정립하고자 한다. 이를 통해 전기품질과 관련한 국제화의 물결에 보조를 맞추고 동시에 향후의 국내 경쟁전력시장의 전기품질 요소의 효율적인 관리와 시장운영의 효율화에 기여할 수 있는 방안을 모색하고자 한다.

2. 본 론

2.1 국내의 전기품질 관리 현황과 국제 규격

국내의 전기품질에 관련된 법규 또는 규정은 전기사업법과 한국전력공사의 기준에 의한 것으로 전기사업법에서는 표 1과 같은 공급자 측의 전력공급 품질에 관한 사항을 정해놓고 있으며, 이에 반해 전력회사의 품질관리 기준에는 전기사업법을 준수하기 위한 방안 및 규칙과 아울러 수용가가 계통의 전기 품질을 저해하는 요소에 대해서 표 2와 같은 기준으로 규제를 하고 있다.

수용가가 전기품질의 저하 원인을 발생시키는 그 발생 원인이 때문에 표2의 품질 기준은 수용가의 책임이 뒤따르게 되는데, 이에 대한 대책이 미흡한 경우 전력계통의 품질을 저하시켜 동일선로에서 전력을 공급받고 있는 타 수용가에도 영향을 미치게 되며 이로 인한 피해가 발생하게 된다. 표2의 품질요소에 의해 발생하는 경제적인 피해가 점점 증가 하고 있다는 사실을 외국의 여러 기관에서 발표하고 있는데 국내의 IT 강국인 우리의 환경도 이와 같은 문제에서 자유롭지 못한 실정이다.

표 1. 전력회사의 전력공급 품질 유지 기준

품질요소	전압계급(V)	유지범위(V)	
전압	초고압	12000~22900 12000~13800/ 20800~23800	
	고압	6,600 6000~6900	
	저압	110	104~116
		220	207~233
	380	342~418	
주파수	60±0.2Hz		

표 2 수용가가 유지해야 할 전기품질요소 및 범위

고조파 (THD)	수용가 수전 전압별 유지범위		
	154kV 이상	66kV이하	
	1.5 (%)이하	3 (%)이하	
Flicker	예측(계산)치	2.5%V 이하	
	측정치	0.45%V이하	
역률	0.85 이상		

전기품질의 저하로 인해 발생하는 경제적 피해는 전력 계통 및 수용가 양쪽에서 모두 발생할 수 있다. 따라서 전기품질이 상품의 가치를 가지게 되는 경우는 그 발생 원의 추적이 중요한 문제로 작용할 수밖에 없으며 이를 위해서는 다음의 그림1과 같이 용도별로 데이터를 취득하고 관리하기 위한 감시위치를 적합하게 선정하여야 한다. 즉, 전력회사와 전력소비자 모두 전기품질에 대한 책임을 지게 되는데, 국내의 경우 이와 같은 책임의 경계점은 다음의 그림 1의 A가 된다.

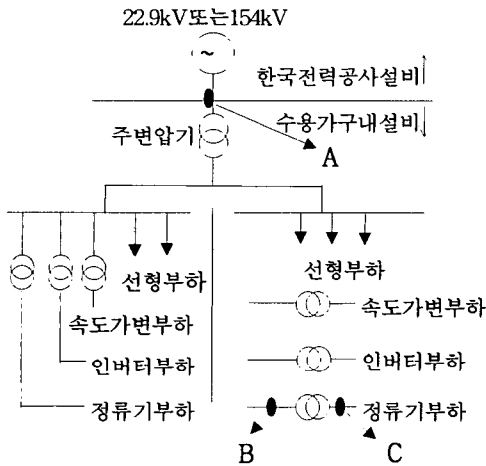


그림 1. 계통구성으로 본 전기품질 감시 위치

표1의 기준 중 한전이 공급한 전력의 주파수 문제로 인한 피해는 보고되고 있지 않을 만큼 주파수는 잘 관리되고 있으며 전압관리는 주파수처럼 제어 및 관리가 용이하지 않은 대단히 복잡한 문제이기 때문에 한국전력공사는 다음의 그림 2와 같이 다단계로 계통의 전압을 관리하고 있다.

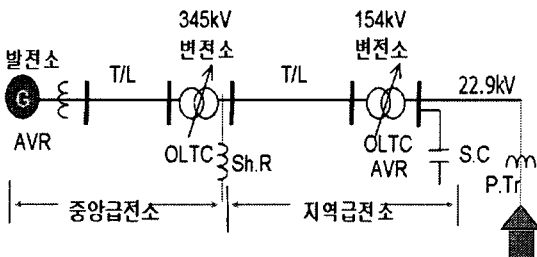


그림 2. 한국전력공사의 전압관리 체계

그림1에서 특히 22.9 kV 이하의 저압수용가 전압관리를 위해서 한전은 매년 많은 수의 수용가를 자체에서 정한 기준에 따라 30분 평균치를 24시간 동안 실측하여 공급전압이 적정하게 관리되는 지를 판단하는 전압적정률을 산출하여 발표하고 있다. 근래의 전기기기는 전압변동에 따른 미소 외란에 대한

히 취약하여 앞에서도 밝혔듯이 여러 가지 전기품질 저하 요소에 의해 피해가 발생한다. 국제적인 전기품질 관련 기구에서는 이와 같은 전기품질 저하요소를 다음의 표3과 같이 분류하고 있으며 전력산업 관련 기업은 이에 근거하여 전기품질 저하 대책 수립과 장치 개발 및 도입에 몰두하고 있다.

표 3.국제규격에서 분류한 대표적 전기품질요소의 특성

분류	지속시간	전압크기
<단주기 변동>		
1. Instantaneous		
Sag	0.5-30 cycles	0.1-0.9 pu
Swell	0.5-30 cycles	1.1-1.8 pu
2. Momentary		
정전	0.5 cycles - 3 s	< 0.1 pu
Sag	30 cycles - 3 s	0.1-0.9 pu
Swell	30 cycles - 3 s	1.1-1.4 pu
3 Temporary		
정전	3 s - 1 min	< 0.1 pu
Sag	3 s - 1 min	0.1-0.9 pu
Swell	3 s - 1 min	1.1-1.2 pu
<장주기 변동>		
영구정전	> 1 min	0.0 pu
저전압	> 1 min	0.8-0.9 pu
과전압	> 1 min	1.1-1.2 pu
고조파	steady state	0-20 %
전압동요(플리커)	intermittent	0.1-7 %
<주파수>	< 10s	

2.2 전기품질 감시장치 개발

저자는 다음 절의 장치 개발 개념에 국내의 전기품질 관리 범위 및 규정 그리고 표 3의 국제 규격 등을 토대로 향후의 경쟁 전력시장의 전기품질의 역할 등을 고려하여 다목적의 웹기반 전기품질 감시장치를 개발하고 더 나아가 이 장치를 사용한 광역 전기품질 감시시스템을 개발해오고 있다. 본 논문에서는 지금까지 완료된 장치의 내용을 중심으로 기술한다.

2.2.1 장치 개발 개념

가까운 장래에 차등전기품질 공급체제가 실현될 것으로 예상되며 국내에서도 본격적인 경쟁 전력시장이 활성화 될 것으로 예상되고 있다. 따라서 그림1에서 보인 것처럼 책임 경제제에 전력회사와 소비자 상호간에 인정할 수 있는 책임관련 품질 데이터의 기록 및 취득이 필요한데 이는 상호가 수익자 부담 원칙에 따라 규정 위반에 대한 책임을 져야 하기 때문이다.

저자는 새로운 전기품질 감시장치를 개발함에 있어 상기의 규격의 반영은 물론, 지금 현재 설정되어 있는 기준은 기기개발 및 전기사용 환경의 변화에 따라 변경될 수 있다는 점을 반영 하였으며, 상호가 언제 어디서든 상태를 확인할 수 있도록 웹에서 접근이 가능한 구조로 개발하였다. 또, 이를 통해 향후, 전기품질 요소가 전력 에너지의 공급자와 소비자 간에 가격을 결정하는 중요 요소로 되었을 경우의 시장운영의 투명성을 제고 할 수 있는 광역 시스템 구축의 장치로 활용될 수 있도록 하였다.

2.2.2 장치의 기능 개요 및 구조

앞에서 언급된 여러 가지 목적을 실현하기 위해 저자는 간단한 구성을 가지면서 한 개의 장치로 거의 모든 전기품질요소를 기록하고 저장할 수 있는 웹기반의 전기품질 모니터링 장치를 개발하였다. 표 4는 개발된 장치의 주요 구성 장치의 규격과 구형기능을 정리한 것이며 그림3은 그 구조를 보인 것이다.

표 4. 개발된 장치의 주요 규격과 기능 개요

항목	설명
입력(접속)	입력전압/상 380,220,110/1,3 상
Controller	TMS320C32 DSP chip, 40MHz
전지 충전장치	Boost Converter 12Watt, 100kHz Switch
SMPS	RCC Type Output 30Watt
통신	RS232 & TCP/IP Above 9600baud
해상도	5μsec/12bit Max 3μs/12bit, 333k/s
기능	정전, 전압, 고조파, sag, swell, flicker, 전압불평형, 기타 발생시각, 지속시간, 발생누적횟수, 기록 및 데이터 계속 및 저장

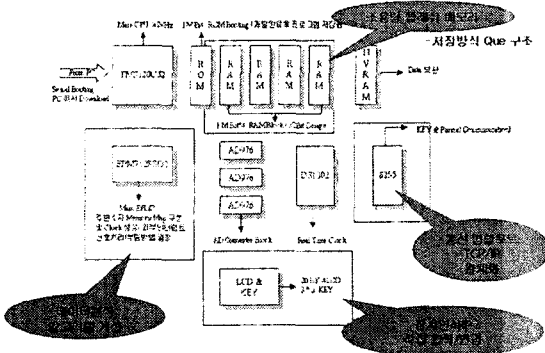


그림 3. 개발장치의 내부구조

그림 3에서 모든 RAM은 이벤트 데이터 저장을 위한 FIFO구조로 설계되었으며 용량은 24시간 정도의 데이터를 저장할 수 있다. 8255 및 TCP/IP 모듈은 통신과 IP 주소의 설정, 장치의 인식번호를 설정하는데 사용된다. 이 장치에는 보조전원으로 배터리가 장착되어 정전 데이터의 저장 및 전원공급 중단 시에도 통신이 가능하도록 되어 있다.

데이터의 취득은 그림1의 A, B, C에 장치가 그림 4와 같이 접속되어 예서처럼 장치가 적절한 통신매체를 통해 컴퓨터 시스템에 접속됨으로써 온라인 또는 오프라인으로 취득 될 수 있다.

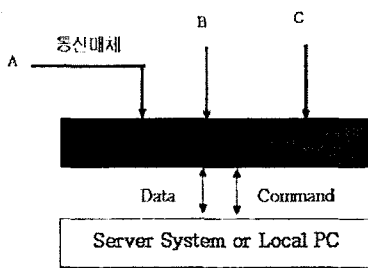


그림 4 데이터의 취득 접속도

그림4의 통신매체는 현재 전용통신선에 맞추어져 있으나, 무선, 전력선 등 다양하게 적용할 수 있으며 특히 저자는 KERI에서 개발한 PLC방식의 적용에 큰 관심을 갖고 있다.

2.3 전기품질 관리를 위한 방향설정

저자의 오랫동안 현장 측정 및 전기품질 관련 연구 경험으로부터 전기품질 문제 해결을 위해서는 전력 생산에서부터 소비에 이르는 모든 과정에 관련된 부서와 정부의 협조가 필수적이다. 즉, 전기사용자, 전기사용 기기를 제조하는 제조회사, 전력생산 및 공급회사가 동시에 전기품질 저하 요소를 제거하거나 개선

하려는 노력을 함과 동시에 이와 같은 노력이 법적 구속력을 가질 수 있도록 정부의 적절한 정책의 수립 및 시행이 뒤따라야 한다. 그림 5에 이들 전기품질에 관련된 이해 당사자를 4개로 구분하여 청정한 전기사용환경 구축을 통해 전기품질 저하로 인한 비용요소를 줄이기 위한 협조체제 방안을 정리하였다.

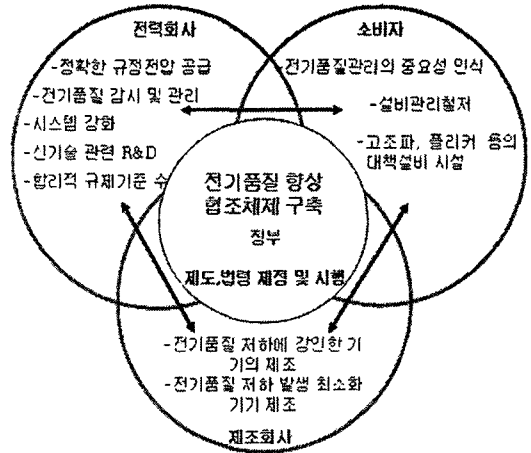


그림 5. 청정 전기품질 환경 구축을 위한 협조체제

3. 결 론

경제발전과 산업 활성화 등으로 인한 고정밀 단일 대량부하의 증가, 도시중심으로의 변화에 따른 대규모아파트단지의 등장, 단상 220V 가전제품의 대형화 등이 기존까지는 그다지 문제가 되지 않았던 전압·전류의 고조파성분, 써-지 발생빈도, 순간전압변동, 전압불평형, 순간정전, 플리커 등과 같은 순시적 미소외란을 발생시킴으로써 전기품질을 악화시키고 있다. 국내의 경우 정보·통신 산업의 발전 및 사회의 고도화로 인해, 소비성향의 전기품질 저하에 의한 피해비용이 막대한 것으로 보고되고 있으며 앞으로 더욱 증가할 것으로 예상된다. 이와 아울러 전력산업이 개방경쟁 체제로 전환이 되고 있는 시점에 있어 다수의 전기사업자에 의한 경쟁체제가 도입되면 일관적인 전기품질 관리가 어렵기 때문에 이에 대한 대책이 필요하다.

본 연구는 이처럼 중요한 전기품질 문제에 대해 항상 청정한 전기사용 환경 유지 및 품질향상을 위해서, 또, 개방 경쟁 전력시장의 효율적이고 투명한 운영을 위해서 앞에서 열거한 전기품질요소 들을 경제적으로 측정하고 분석할 수 있는 장치 및 시스템 환경을 제공하기 위한 것이다. 향후 이를 바탕으로 광역 전기품질 감시 시스템의 구축과 함께 전력공급 체제도 이에 적합한 환경으로 개선, 발전시키기 위한 노력을 계속할 예정이다.

[참 고 문 헌]

- [1] Roger C. Dugan, et al., "Electrical Power Systems Quality" McGraw-Hill, 1996.
- [2] IEEE Standards Board, "IEEE Recommended Practices for Monitoring Electric Power Quality", 1995.6.
- [3] KERI-KEPCO, "Minimum Criteria for Supply Voltage and Average Interruption Duration in Distribution System", Research Report, Dec. 1999.
- [4] KERI, "Development of Power Quality Monitoring Device", Research Report, Dec. 1999.
- [5] KERI, "Development of Software for the Analysis of Customer's site Power Quality", Research Report, Dec. 2001.
- [6] KERI, "A Technology to Evaluate Reliability and Economy of Distribution Power System under Competition Structure", Research Report of MOCIE of Korea 2003.8.