

웹 기반의 전기품질 감시장치 개발

남기영, 김호용
한국전기연구원

Development of the Web based Power Quality Monitoring System

Nam, Kee-Young, Kim, Ho-Yong
K.E.R.I.(Korea Electrotechnology Research Institute)

Abstract - The increasing application of electronic equipment has heightened the interest in power quality in recent years because there are economic impacts on utilities, customers, and suppliers of load equipment. The power quality would impose result in severe damage on many industrial customers. As having been supplied many kinds of electronic devices, such as computer and communication equipment, automation equipment and various kinds of control devices etc., it comes to be more and more difficult to maintain the clean power quality. According to the restructuring in electricity industry, the power quality may be treated as goods as contract terms and regulation elements between power supplier and consumer in the near future. Under the above environment, the power quality should be monitored for all day long with appropriate devices which is possible to measure and record the associated power quality data to prove each responsibility for the impacts when disputes arise due to power quality problems power quality problems are occurred. In this paper, the authors propose some functions to be considered and system configuration to monitor the associated power quality elements in developing the web based power quality monitoring system .

1. 서 론

최근, 전기품질의 중요성은 한층 더 강조되어 많은 연구들이 이루어지고 있는데 이는 전기를 사용하여 상품을 생산하는 수용가에게 전기품질의 양부가 경제적으로 큰 영향을 미치는 요소로 변화되었기 때문이다. 전력산업 구조개편이란 세계적인 흐름에 따라 일관적으로 관리되어왔던 전기품질 또한 규제에서 수용가가 선택하여 요구하는 수용가 중심의 상품적인 성격으로 완화되어 발전될 전망이다. 전력시장의 개방 경쟁체제가 도입되면 전기품질은 이와 같은 상품적인 성격과 더불어 선택품질에 따른 전력회사와 수용가의 상호 감시체제가 필요하게 될 것이다. 이를 위해서는 적절한 장치로 자신의 전기 품질을 감시하여 전기품질에 따른 문제가 발생했을 때의 근거자료를 제공하여야만 경제적인 피해에 대한 보상을 요구하거나 허용기준 위반에 따른 벌칙을 가할 수 있게 된다. 따라서, 전기 품질을 상호 감시하는 체제의 개발 및 도입이 향후의 전력시장 운영을 위해 필요하다.

본 논문에서는 이러한 필요성에 바탕을 두고 지금 현재 가장 쉽게 이용할 수 있는 통신 수단인 인터넷으로 어디에서든 자신과 계약당사자간의 전기 품질을 감시하고 데이터를 볼 수 있는 웹 기반의 전기 품질 감시장치를 개발하여 이를 시스템화하기 위한 여러 가지 방안 및 장치가 가

져야 할 필수적인 기능들을 제시하고자 한다.

2. 전기품질 감시장치 개발 및 시스템 구성

2.1 전기품질의 요소 및 감시시스템

전기품질이란 용어는 전력계통에서 주어진 시간과 정해진 위치에서 전압과 전류에 의해서 발생하는 다양한 전자기 현상을 참고로 하고 있는데 목적과 정의하는 사람에 따라 여러 가지로 정의되지만 여기서는 다음의 표 1과 같은 IEEE 1159에 실려있는 현상을 기준으로 다루기로 한다..

표 1. IEEE 1159에 따른 대표적 전기품질 요소 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	

표1은 전기품질 요소 중 최근의 수용가 기기에 가장 많은 경제적인 피해가 발생하는 요소를 지속시간 및 발생주기에 따라 분류한 것으로 과도상태에 대한 요소를 생략한 것이다.

2.1.1 전기품질 감시의 목적 및 필요성

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 것과 데이터 수집을 통해 현재의 전기 품질 수준을 평가하고 예측하기 위한 것으로 요약할 수

있다

전기품질을 감시하고자 하는 가장 중요한 요소는 경제적인 영향 즉 전기품질 저하로 인해 산업공정과 같은 정상적인 경제활동이 제한 받음으로 인해 발생하는 경제적인 피해에 기인한다고 할 수 있다. 따라서, 전기품질의 감시는 경제적 추구에 바탕을 두고 이루어지며 전기품질의 저하를 사전에 방지하고, 기기의 성능을 최대로 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 관련 전기품질 요소의 데이터를 취득해야만 깨끗한 전기품질 환경의 유지 및 개선을 기대할 수 있다.

2.1.2 전기품질 감시위치 및 효율적인 데이터 활용

전기품질의 저하로 인해 발생하는 경제적 피해는 전력계통 및 수용가 양쪽에서 모두 발생될 수 있다. 즉, 수용가에서 일방적으로 발생시켜 규제대상이 되는 고조파, 플리커 등의 품질 요소가 있는가 하면 뇌, 전력계통의 고장 등에 따라 직간접 영향으로 인한 정전, 순간전압강하 및 상승 등의 영향은 뇌와 같은 자연현상 및 타 수용가의 고장 등에 의한 간접영향이 제동을 통해 파급되는 경우로 대별할 수 있다. 따라서, 전기품질이 상품의 가치를 가지게 되는 경우는 그 발생원의 추적이 중요한 문제로 작용할 수밖에 없으며 이를 위해서는 다음의 그림1과 같이 용도별로 데이터를 취득하고 관리하기 위한 감시위치를 적절하게 선정하여야 한다.

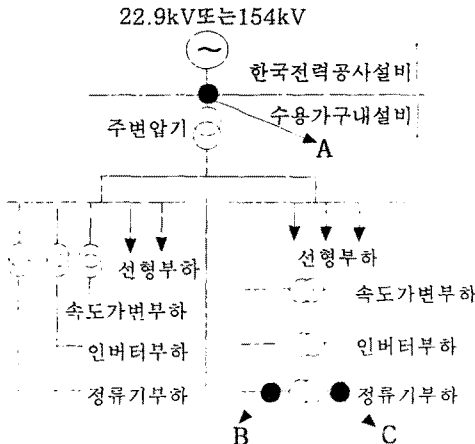


그림 1. 계통구성으로 본 전기품질 감시 위치

그림 1과 같은 계통 구성에서 전력회사와 수용가의 책임 경계인 A에서 계약 및 규제 대상과 관련된 전기품질을 감시하여야 하며 수용가 내부의 전기품질 관리 및 개선을 위해서는 부하별로 구분된 수배전반 전원공급 변압기의 입력측과 출력측인 B와 C가 주 대상이 되며 필요에 따라서는 부하기별 정밀 측정 및 감시를 위해 해당 부하기기의 입력측과 출력측을 감시하기도 한다. 또, 전전소의 경우는 각 모선 또는 배전선의 인출점이 주 측정위치가 되지만 한 회선의 선로에 여러 수용가가 전력을 공급받는 경우는 바뀔 수도 있지만 현재까지는 변전소 구내의 모선 인출점에서 측정하여 규제치를 분석하고 있다. 그러나, 플리커와 고조파는 그 발생원의 인출점이 주 측정위치가 되는 A에서 측정하는 것이 책임소재를 파악하는 관점에서는 보다 명확하다.

비선형 부하의 사용에 따른 고조파, 플리커 등의 주요 전기품질 문제를 체계적으로 관리하고 이용하기 위해서는

그림 1의 계통구성에 다음 그림 2와 같은 관리시스템 구축을 통해 품질감시시스템과의 연동을 도모함으로써 효율적이고 능동적으로 전기품질을 감시할 수 있다.

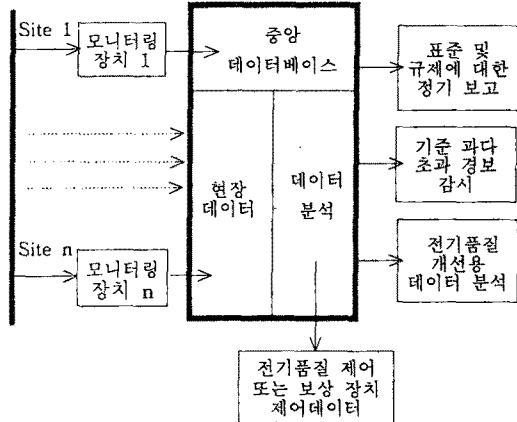


그림 2. 체계적인 전기품질 관리시스템의 구축과 이용

2.2 전기품질 감시장치의 개발시 고려사항

지금까지의 기능별 계측기를 사용하여 여러 가지의 전기품질 요소를 계측하기 위해서는 비용, 설치공간, 통신기능, 데이터베이스 구축 등 여러 가지 어려운 점이 뒤따른다. 따라서, 지금까지의 전기품질 측정장치의 기능을 한곳에 모아 저장하고 표시해주는 능력과 데이터 전송 능력을 보유한 기기가 필요하게 되었다. 여기에 인터넷 등 통신망을 통한 원격감시가 가능한 구조를 갖추어야 한다. 이와 같은 특성을 중심으로 실시간 온라인 전기품질 감시가 가능한 모니터링 장치를 개발할 때 요구되는 기능을 필자들이 개발한 시스템을 바탕으로 정리하면 다음과 같다.

2.2.1 통신기능

온라인 실시간 전기품질 감시를 위해서는 컴퓨터와 모니터링 장치간의 통신이 전제되지 않으면 안 된다. 컴퓨터와의 연결은 현장에서 계측상태를 확인할 수 있는 현장 모드와 원격에서 전기품질 상태 데이터를 확인할 수 있는 원격모드 두 가지가 모두 지원되어야 한다.

현장 모드에 적용하기 위한 방법으로 가장 많이 쓰이는 RS-232C 방식의 시리얼 통신과 패러렐 통신방식을 사용할 수 있으며 기술적으로 구현하는데 아무런 문제가 없다. 원격 모드에서는 전화선과 인터넷을 이용하는 방법이 대표적이는데 현재의 컴퓨터 및 통신시스템의 보급상황으로 볼 때 비용이나 편리성, 확장성 등을 감안하면 TCP/IP를 적용한 인터넷을 사용하는 것이 유리하다.

2.2.2 저장기능

지속시간, 발생횟수, 계측치 등, 정기적으로 계측되어야 하는 여러 종류의 전기품질 데이터를 유효하게 활용하여 전기품질 저하로 인한 문제점을 파악하고 대책을 세우기 위해서는 데이터를 저장할 필요가 있다.

일차적으로 계측기에서 정해진 또는 원하는 시간 간격으로 데이터를 저장한 후 통신망으로 모니터링 장치와 연결되는 컴퓨터에 저장되어야 한다. 이는 통신망 및 연결되는 컴퓨터의 고장을 염두에 둔 것으로 모니터링 장치 이외의 고장에 의한 데이터 손실을 방지하기 위함이다.

저장능력은 크면 클수록 좋지만 비용 상승문제가 있으므로 통상 전압 데이터의 추이를 판단하는 24시간 분량의 데이터를 저장할 수 있는 메모리가 권장되고 있으며 정전

시에도 저장된 데이터가 상실되지 않는 비휘발성 메모리를 채용하는 것이 바람직하다.

2.2.3 계측기능

기본적으로 전기품질의 향후 규제 및 상품화를 위해 거론될 수 있는 요소를 포함하여 수용가와 전력회사에 도움이 될 수 있는 정보를 한 개의 장치 내에서 모두 계측하는 것이 필요하다.

규제 및 상품화 차원의 전기품질 요소에 대한 정보로는, 플리커, 고조파, 순간전압 강하 및 상승(Sag, Swell), 정전 등이 최근 가장 심각한 문제로 대두되고 있는 요소이며 경제적인 영향이 가장 큰 요소라고 할 수 있다. 또, 관리차원의 품질요소를 보면 일 중의 공급전압(공칭전압의 변동범위), 상불평형 등을 들 수 있다.

한 개의 장치를 통해 계측하여 최소한 이상에서 언급된 전기품질 요소를 포함한 데이터를 제공함과 동시에 대책 수립에 유효한 기준치(설정치) 초과 누적 발생횟수, 지속 시간 등의 정보가 제공될 수 있어야 한다.

2.2.4 설정치(기준치) 조정기능

규제 및 상품으로서의 전기품질을 관리하기 위해서는 관리되는 요소가 각각의 기준에 맞게 설정되고 변경될 수 있어야 한다. 이는 계통 상황, 전력산업 환경, 법령의 제·개정 등에 따른 기준 및 규제치의 변경에 따라 기기를 유연하게 사용할 수 있기 위함이다.

2.2.5 정전방지기능

품질요소 중의 정전 상태를 기록함은 물론 전원이 확보되지 않는 상황에서도 정보(정전시간, 지속시간, 발생횟수)를 기록하기 위해서는 계측기능이 수행되어야 하며 이를 위해서는 장치에 배터리와 같은 보조전원이 부가되어야 한다.

2.2.6 장치 인식기능

네트워크를 구성하여 동시에 여러 곳을 감시하고 관리하기 위해서는 여러 개의 장치를 네트워크에 접속해 두어야 한다. 따라서, 전기품질 모니터링 장치가 설치된 각각의 정보를 분리해서 관리하기 위해서는 장치마다 네트워크에서 인식될 수 있는 고유번호를 부여하고 인식할 수 있는 기능이 필수적이다.

2.3 전기품질 감시장치 개발 및 시스템 구축 방법

2.2절의 고려사항을 바탕으로 필자들은 전기품질 인식제고 및 보급확대를 목표로 저가, 소형 경량의 표1과 같은 규격의 전기품질 감시장치를 개발하였다.

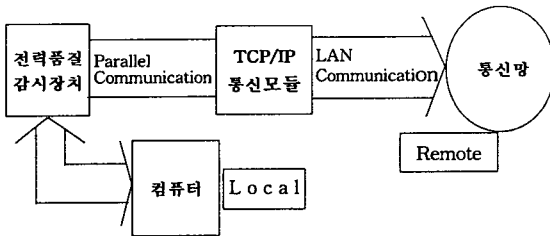


그림 3 개발된 장치의 적용 개념

본 전력품질모니터링장치는 한 달 이상의 기간동안 다양한 측정을 동시에 수행할 수 있도록 개발되었다. 특징적인 주요기능으로는 전압유지율을 감시할 수 있으며, 순간

정전, 전압 Swell, 전압 Sag, 플리커, 고조파, 상불평형, 써어지 등도 측정할 수 있는 전기품질의 상품화에 따른 책임과 규제에 대비할 수 있는 데이터는 모두 수집이 가능하며 온라인으로 감시될 수 있는 구조로 개발되었다.

이의 전반적인 적용개념은 그림 3과 같이 현장 및 원격 모드 두 가지로 이용될 수 있도록 하였으며, 이를 이용하여 감시시스템을 구축한 예를 보면 그림 4와 같다.

표 1. 개발된 전기품질 감시장치의 규격 및 기능

항목	세부항목	설명	기록 데이터	비고
제어기	-이용소자	-TMS320C32, 40MHZ		
통신방법	-RS232C, TCP/IP	-9600 baud		
감시항목	-전압유지율	-220V ±13V	감시 누적횟수, 발생시간 및 값	전압센서에 의해 입력된 자료로부터 개발된 알고리즘을 내장시켜 FFT 분석을 통해 데이터 저장
	-전압변동률	-220V ±10%	누적횟수 발생 시간 및 값	
	-플리커	-1~40Hz	실효값/주파수/지속시간/크기	
	-고조파분석	-19조파분석	THD 기준	
	-상 불평형	-정상/역상/영상	비율이 설정치 이상일 때 크기/비율/지속시간/	
	-써-지	-1.5PU기준	누적횟수/발생 시간	
	-복합이벤트		두 개 이상 동시 발생 시 정보처리	

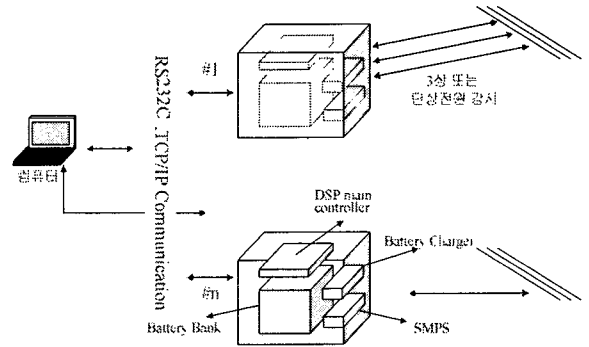


그림 4 개발된 장치를 이용한 시스템 구축 예

3. 결 론

개발된 전기품질 감시 장치는 수용가 및 전력계통의 현실실측 경험을 토대로 경제성, 효율성, 사이즈 등을 고려하고 정보화 시대에 필수적인 원격감시 체제를 추가 보완하여 개발된 것으로 인터넷 기반의 온라인 감시를 기본으로 하고 있다. 따라서, 전기품질로 인한 문제 발생시 책임을 규명할 수 있는 방법을 제시함으로써 새로운 전력 시장 운용을 투명하게 운용함은 물론 대량 보급을 위한 저가의 경제적인 전기품질 감시시스템을 구축할 수 있도록 하였다. 향후 실증 시험을 통해 발생되는 문제점을 보완하고, 시스템으로서 활용하기 위한 관련 소프트웨어의 개발만 보완한다면 상품화가 가능하다...

(참 고 문 헌)

- [1] IEEE Std 1159-1995, "IEEE Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality", 1995
- [2] R.C. Dugan, M.F. McGranaghan, H.W. Beaty, "Electrical Power Systems Quality", McGraw-Hill Edison, 1996