

전력품질 감시 시스템 개발(3) : 전력품질 감시 시스템

방순정*, 김영일, 한진희, 윤태욱
LG산전 전력연구소

Development of Power Quality Monitoring System

Soon-Jeong Bahng*, Young-il Kim, Jin-Hee Han, Tai-Wook Yoon
LGIS R&D Center

Abstract - Recently, with the increasing use of power semiconductors and microprocessors which are very sensitive to little change of power quality and for coping positively with anticipating power quality disputes between power providers and consumers which are possible to occur by of power market being formed, the power quality problem has gained preponderance among the contemporary research areas. To serve these purposes, this paper is described the integrated system for power quality monitoring, which provides speedy and powerful functions by analyzing the Event data and diverse graphic interfaces for user.

할 수 있는 전력품질 감시 시스템을 소개하고자 한다.

2. 본 론

2.1 전력품질 감시 시스템 개요

전력품질 감시 시스템은 전력 품질을 분석하고 분석한 결과를 통신을 통해 프로그램으로 전달하는 전력품질 미터(PQM)와 전력품질 미터로부터 분석결과 및 관련 데이터를 통신을 통해 전달받은 후 사용자에게 분석 결과를 전달하는 전력품질 감시 프로그램으로 구성된다. 미터에서 전달되는 데이터는 크게 이벤트 데이터와 트랜드 데이터 그리고 전압/전류 Raw 데이터로 구분할 수 있다.

미터와 프로그램과의 통신은 시리얼 방식인 RS-485와 Ethernet을 지원하며, 프로그램에서는 여러 미터가 연결되어 동시에 서로 다른 위치에서 전력 품질을 상시 감시할 수 있다. 미터가 온라인으로 연결된 상태에서 이벤트가 발생할 경우, 미터는 통신을 통해 프로그램으로 이벤트 정보를 전달하고, 트랜드 데이터 또한 주기적으로 프로그램에 전달된다. 따라서 프로그램에서는 미터에서 전달되는 데이터를 저장, 관리하고, 관리되는 데이터를 이용하여, 사용자의 요구에 따라 실시간으로 전압/전류 및 전력품질 항목에 대한 정보를 표현하고, 트랜드 데이터는 시간대별 트랜드로 분석한다. 그 밖에 프로그램은 정보보안을 위한 사용자관리, 실시간 데이터 보기, 이벤트 데이터의 레포팅 기능이 있다.

2.2 전력품질 감시 프로그램

미터에서 수집한 Raw 데이터, 이벤트 정보, 트랜드 데이터로 전력품질을 평가는 할 수 있으나, 사용자 요구에 따라 데이터를 저장, 관리, 표현하기에는 역부족이다. 그러나 전력품질 감시 프로그램은 미터에서 취득한 데이터를 관리에서부터 정확한 분석 알고리즘, 그리고 분석한 결과를 쉽게 인지할 수 있는 그래프 표현으로 사용자에게 쉽게 전력품질을 평가할 수 있는 지표를 제공할 수 있다.

전력품질 감시 프로그램의 세부적인 기능은 다음과 같다.

2.3.1 전력품질 감시 프로그램 구성

외부 인터페이스는 전력품질 미터와 진단을 위한 Curve File과 레포트 생성을 위한 Excel File, 이벤트를 저장하는 데이터베이스로 크게 나누어 볼 수 있으며, 단일 전력품질 감시 프로그램에 여러 전력품질 미터가 연결된다. 통신은 반이중 통신방식(half-duplex)인 RS-485와 Ethernet 통신을 기준으로 한다. 전력품질 감시 시스템은 데이터베이스를 중심으로 미터로부터 전송된 데이터 중 실시간 데이터를 제외한 모든 데이터를 저장, 관리하며, 사용자 인터페이스는 실시간 뷰어, 이벤트 뷰어, 트랜드 뷰어, 분석 뷰어, 계통도 뷰어, 진단 뷰어 등이 있다.(그림 1) <표 1>

1. 서 론

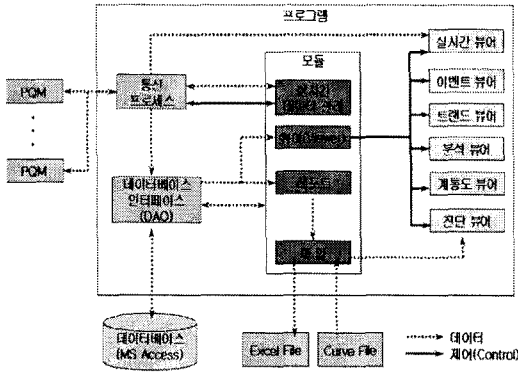
1.1 전력품질 개요

과거 전압 유지율, 정전시간, 정격주파수 유지율로 정의되던 전력품질은 컴퓨터, 최첨단 통신장비, 전력전자장비 등의 전력품질에 민감한 반응을 보이는 장비의 개발 및 사용증가로 인해 그 의미변화를 가져오게 되었으며, IEEE Std 1159에서는 전력품질을 "특정 시간 전력계통 임의의 장소에서의 전압과 전류의 모양을 결정짓는 전자기적 현상"이라고 매우 광범위하게 정의하였다. 전력품질은 소비자 측에 발생한 경제적인 손해나 전력계통 장비에서 발생한 전기적 장애에 대한 기록 데이터로부터 장애요인을 분석하는데 주로 사용되며, 과거에는 사고 발생 후 분석이 이루어졌다. 전력품질 감시의 목적은 전력계통에서 발생하는 이상현상을 분석하고 그 결과를 바탕으로 전력품질의 개선이나 장비 설계 시 내구력 향상을 위한 지표로 사용되거나 사고발생 원인에 대한 책임 분정의 해결자료로 활용할 수 있다. 현재 전력품질 항목에서 관심이 되는 대상은 순간전압강하(Sag), 순간전압 상승(Swell), 고조파(Harmonic) 등으로 IEEE std 1159(1995)에서는 정의되어 있으며, IEEE Std 519(1992)에서는 전력계통의 고조파 장애(Harmonic Disturbance)에 대한 내용을 자세히 서술하고 있다. [2][3][4]

1.2 전력품질 감시의 필요성

일반 사용자 입장에서는 전력품질에 민감한 설비 사용으로 전력품질에 대한 관심이 증가하고 있다. 그리고 제조물 책임법 제정에 따라 전력품질 저하로 발생할 수 있는 손해에 대해 소비자에게 문제를 귀명하고 손해배상을 청구할 수 있는 시스템 필요성이 증가하고 있고, 전력 제공자 입장에서도 전력시장 구조개편에 따른 경쟁력 확보를 위해서 계속적인 전력품질 향상을 추구해야 하는 상황에서, 대규모 수용가 뿐만 아니라 발/변전소 및 공장 등에서 상시 전력품질 상태를 감시할 수 있는 시스템 구축이 필요하다.[1]

따라서, 본 논문에서는 전력품질에 영향을 주는 이벤트(Sag, Swell, Harmonic, Interruption)를 분석하고 감시



<표 1> 전력품질 감시 시스템 구성 설명

PQM	전력품질 미터
통신프로세스	미터와 통신 프로세스
데이터베이스	데이터 저장, 관리
파일 모듈	레포트(엑셀)와, 진단(CBEMA와 ITIC) 을 위한 파일 데이터 입/출력
데이터모듈	통신 프로세스를 통한 데이터 입/출력
뷰어모듈	뷰어제어
레포트모듈	레포트 생성

2.3.2 전력품질 감시 시스템 통신

전력품질 감시 시스템은 미터가 설치된 위치의 전력품질을 중앙에서 감시할 수 있는 클라이언트/서버 시스템이다. 각 미터는 통신을 통해 중앙으로 분석 데이터를 전송하고, 중앙에서는 미터로부터 전달된 분석 데이터를 사용자에게 전달한다.

클라이언트/서버 환경에서 각 미터는 네트워크를 통해 중앙시스템과 연결되며, 통신은 시리얼 방식과 Ethernet으로 연결된다. 시리얼(RS-485) 통신을 사용할 경우, 케이블 길이의 한계로, 한정된 단일 사업장에서 사용할 수 있다. 이에 반해 Ethernet 통신은 기존에 지리적 제약을 줄일 수 있어 여러 사업장에 설치된 미터를 중앙에서 감시할 수 있다.

2.3.3 데이터 베이스

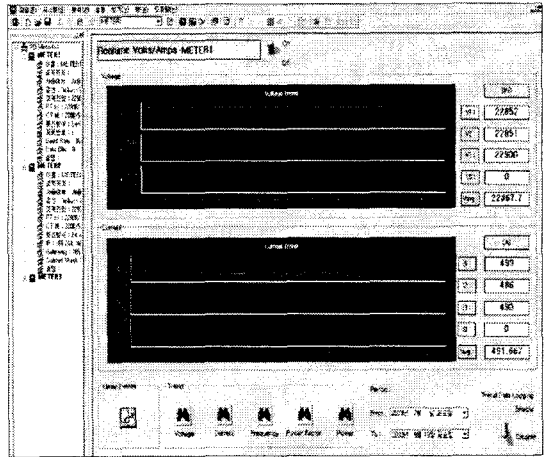
데이터베이스를 통해 관리되는 데이터는 시스템 관리 위한 사용자 정보와 시스템 정보, 미터 정보가 관리되고, 전력품질 정보를 관리하기 위한 데이터로서, 이벤트 데이터와 전압/전류 Raw 데이터, 트렌드 데이터, 고조파 스펙트럼 데이터로 구분하여 관리된다.

2.3.4 전력품질 감시 프로그램 기능

본 논문에서 소개하는 전력품질 감시 프로그램은 사용자가 전력품질을 쉽게 평가할 수 있도록 여러 가지 기능을 제공한다.

- 전력품질 미터 연결

단일 전력품질 감시 프로그램에 여러 개의 전력품질 미터가 연결이 될 수 있다. 연결된 미터는 필요에 따라 제거될 수 있으며, 추가할 수도 있다. 전력품질 감시 프로그램은 시리얼 통신과 Ethernet 통신으로 연결된 미터를 혼용하여 연결할 수 있다.



(그림 2) 실시간 전압/전류 데이터 감시

- 사용자 관리

전력품질 감시 프로그램은 정보보안을 위해서 사용자를 그룹으로 설정하여 관리한다. 프로그램의 모든 기능을 수행할 수 있는 관리자 그룹과 한정된 기능만을 사용할 수 있는 일반 사용자 그룹으로 나눈다. 정보보안에 관련된 기능 즉, 미터의 연결, 미터 정보, 데이터 관리, 레포트 작성의 기능 등은 관리자 그룹만이 사용할 수 있다.

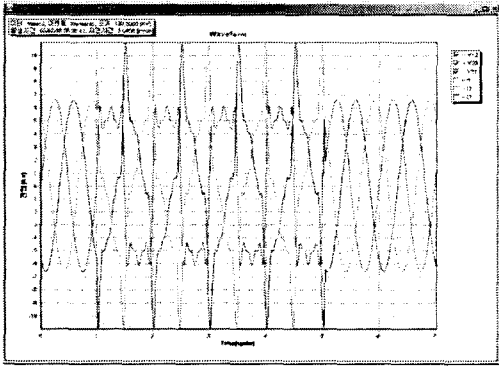
- 실시간 데이터 감시

실시간 데이터 감시는 사용자 요구가 있을 경우 동작한다. 전압/전류의 실시간 데이터 보기는 각각 시간에 대한 크기를 파형 그래프로 나타낸다. 송배전 계통에서 전압/전류는 대부분 3상으로 사용자가 각 상별 또는 모든 상을 동시에 볼 수 있다. 전압/전류는 파형 그래프 외에 RMS값, 그리고 전압과 전류의 위상차를 표현할 수 있는 벡터도 등 사용자의 분석목적에 고려하여 다양한 그래프를 제공한다.(그림 2)

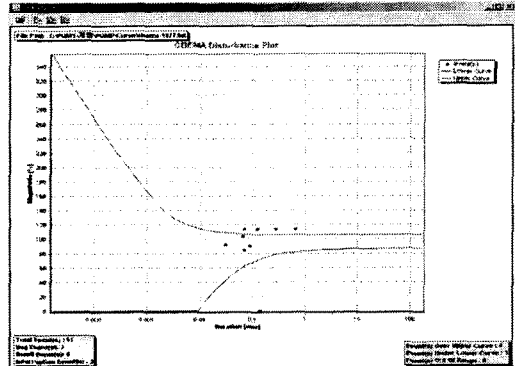
- 이벤트 분석

미터에서 발생한 이벤트 정보는 온라인 상태에서는 실시간으로 프로그램에 전송되지만, 오프라인 상태인 경우에는 미터 자체에서 메모리 용량만큼 저장하게 된다. 미터에 저장된 미터는 다시 프로그램에서 다운받을 수 있다. 프로그램에서는 이벤트 정보를 별도의 인터페이스

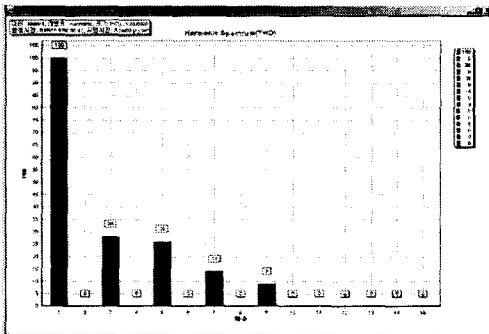
(그림 3) 이벤트 정보 리스트



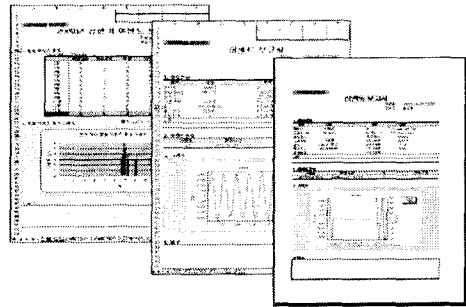
(그림 4) 이벤트(고조파)가 발생한 시점의 전압/전류 파형



(그림 6) CBEMA 곡선을 이용한 진단



(그림 5) 고조파가 발생한 시점에서 각 차수별 고조파 함유율



(그림 6) 생성된 레포트

(윈도우)로 관리하여 사용자가 쉽게 이벤트 정보를 확인할 수 있다. 여기서 이벤트 정보는 이벤트 종류, 이벤트를 감지한 미터, 발생한 시간, 지연시간의 기본 정보를 표현하며, (그림 3) Sag나 Swell, Interruption은 이벤트 기간 동안의 크기를, 고조파의 경우 이벤트가 발생한 기간 동안의 왜곡을 값을 표현하여 시각적인 분석기능을 제공한다. 이벤트에 대한 세부적인 정보를 사용자가 요구할 경우 이벤트가 발생한 기간 동안의 Raw 데이터를 근거로 전압/전류 파형 그래프를 표현한다. (그림 4) 고조파는 바차트를 사용하여 각 차수별 고조파 함유율을 확인할 수 있다. (그림 5) [5]

- 트렌드 분석

트렌드 데이터는 미터가 정의된 품질 항목에 대해서 주기적으로 데이터를 취득하여 상위로 전송한다. 사용자는 트렌드를 분석하고자 하는 시간대를 설정하여 해당 항목의 트렌드를 분석할 수 있다.

- 진단

데이터베이스를 통해 관리되는 과거의 이벤트 데이터를 활용하여 이벤트 발생 추이를 볼 수 있으며, 표준 CBEMA와 ITIC 차트를 이용한 통계결과를 통해 전력기에 영향을 미치는 정도를 확인할 수 있다. (그림 6)

- 레포트 작성

사용자가 원하는 이벤트 항목, 시간대의 정보를 선택하여 이벤트가 발생한 미터 정보, 이벤트 정보, 이벤트 파형을 포함하는 레포트를 작성할 수 있다. 그리고 이벤트의 월별통계, 미터별통계 레포트도 제공한다. (그림 7)

3. 결 론

전력품질 감시는 최근 전력품질에 민감한 기기의 증가와 현재 국내에서도 진행 중인 전력산업 구조개편에 따른 전력시장 형성으로 필연적인 것이 되었다. 본 논문에서는 전력품질 감시를 위한 시스템을 제시하였으며, 특히 전력품질을 감시, 평가하기 위한 전력품질 감시 프로그램을 프로그램 구성, 설계, 기능을 통해 소개하였다.

향후 과제로는 전력품질 감시 시스템은 사용자의 편의를 위해서 전력계통에 전력품질 이벤트를 발생시킨 전력품질 오염원의 위치를 쉽게 파악할 수 있는 전력계통 구성도를 제공해야 하며, 이벤트의 원인과 이벤트 발생시 대처방법을 제공하는 진단 기능까지 고려되어야 한다.

[참 고 문 헌]

[1] 김영일, 한진희, 윤태욱, "전력품질 모니터링 시스템: User-Friendly-GUI 및 분석 그래프 표준", 2002년 KIEE PES 추계학술대회 논문집, p127-130, 2002년도
 [2] 이강석외, "웹 기술을 이용한 전기품질 감시시스템 연구", 2003년 KIEE 하계학술대회 논문집, p148-150, 2003년도
 [3] Lee, R.P.K외, "A web-based multi-channel power quality monitoring system for large network", IEE Power System Management and Control 2002 Fifth International Conference on (Conf. Publ. No. 488), p112-117, 2001
 [4] IEEE standards Coordination Committee, "IEEE std 519-1992", IEEE Standards Board, 1993
 [5] 한국전력공사 배전처 "Power Quality기술자료집" 2002년도
 [6] URL: <http://www.pwrmm.com/>
 [7] URL: <http://www.powermonitoring.com/>