

웹 기술을 이용한 전기품질 감시시스템 연구

이강석*, 임성일, 이승재, 이동욱 박동호, 김정환
명지대학교 차세대 전력기술연구센터 현대중공업(주) 기계전기연구소

A Study of Power Quality Monitoring System Using Web Technology

K.S. Lee*, S.I. Lim, S.J. Lee, D.W. Lee D.H. Park, J.H. Kim
Myongji University Next-Generation Power Technology Center. Hyundai Heavy Industries Co., Ltd.

Abstract - A meaning of power quality has changed, which affects on an environmental change of existing electricity supply markets. Today, it should take both consumers and suppliers into consideration to develop information and communication technology and to increase the use of power and electronic equipments. As a result, it is necessary to develop a system to monitor power quality and to display data. In this paper, a system, as a power quality monitoring equipment, which can use protective replays with progress of microprocessor technology and provide information in the intranet/internet circumstances using web-based architecture is described.

이코프로세서 기술향상에 따른 보호계전기의 전기품질 측정장비로서의 활용방안을 제시하고 누구나 쉽게 접근이 가능한 인터넷 환경에서의 효율적인 데이터 관리 및 사용자 요구에 맞는 동적인 MMI(Man Machine Interface) 화면을 제공하기 위하여 ASP(Active Server Page) 기반의 개방형 전기품질 감시시스템을 제시한다.

1. 서 론

오늘날 전자기적 장애를 발생시키는 기기의 사용이 증가함과 동시에 이러한 전자기적 장애에 민감한 전자 장비들의 보급이 확대됨에 따라 전기품질에 관한 관심이 고조되고 있다[1]. 과거와는 달리 전기품질의 저하로 인한 기기의 오동작이나 일시적인 정지 등은 사회·경제적 활동에 엄청난 손실을 발생시킴으로 양질의 전기품질에 대한 소비자의 욕구가 점차 증가하고 있다. 예를 들어 반도체 공장의 경우 0.1초 순간적인 정전 한번으로 인하여 약 100억원의 경제적 피해를 입고 있다. 이에 따라, 전기 품질을 개선시키려는 노력과 더불어 이를 감시할 수 있는 시스템 개발의 필요성이 대두되고 있다. 일반적으로 전자기적 장애에 민감한 수용가 측 장비는 네트워크나 산업제조공정관리와 밀접한 연계가 되어있으므로 전기 품질은 엄격한 규격이 요구된다. 현재 전기 품질의 특징과 분류는 IEEE std 1159와 IEEE std 519에 정의되어 있다. 전기 품질 감시시스템의 구축에 앞서 전기 품질 관련 항목을 측정할 수 있는 측정 장비가 우선적으로 필요하며 IEEE 1159/519에서 정의한 전기 품질 항목을 측정하기 위해서 새로운 전기 품질 전용 측정 장비를 사용하거나 기존 계통에 사용되고 있는 보호계전기의 기능향상을 통한 전기 품질 측정장비로서의 활용이 있다. 전력시장의 환경변화에 따른 차등전력공급이나 전기 품질 저하에 민감한 부하의 사용증가 등으로 인하여 전력공급자와 소비자 양측 모두가 전기 품질 데이터의 측정 및 수집이 필요하게 되었으며 이들 모두가 관련 정보를 열람할 수 있는 개방형 구조의 전기 품질 감시시스템을 필요로 한다. 또한 모든 전기 품질 관심분야의 정보를 분산하기 위한 편리한 방법으로 현재 급속한 성장을 보이고 있는 인터넷 기술을 이용한 전기 품질 감시시스템은 위의 조건들을 가장 잘 부합될 뿐만 아니라, 인터넷이 가지는 다양한 특징들을 그대로 시스템에 적용할 수 있는 이점을 가진다.[2][3].

본 논문에서는 전기 품질 관련 데이터 취득을 위해 마

2. 본 론

2.1 전기품질 개요

과거 정전압 유지율, 호당 정전시간, 정격주파수 유지율로 정의되던 전기 품질은 컴퓨터, 최첨단 통신장비, 전력전자 장비 등의 전기 품질에 민감한 반응을 보이는 장비의 개발 및 사용증가로 인해 그 의미변화를 가져오게 되었으며 IEEE Std 1159에서는 전기 품질을 “특정 시간 전력계통 임의의 장소에서의 전압과 전류의 모양을 결정짓는 전자기적 현상”이라고 매우 광범위하게 정의하였다. 전기 품질은 소비자 측에 발생한 경제적인 손실나 전력계통 장비에서 발생한 어떤 전기적 장애에 대한 기록 데이터로부터 장애요인을 분석하는데 주로 사용되며 일반적으로 사고 발생 후 분석이 이루어진다. 전기 품질 감시의 목적은 전원 측과 부하 간에 발생하는 전자기적 현상을 분석하고 그 결과를 바탕으로 한 전기 품질의 개선이나 장비 설계 시 내구력 향상을 위한 지표로의 이용 및 전력시장의 환경변화에 따라 사고발생시 책임분정의 해결자료로서의 활용에 있다. 현재 전기 품질 항목에서 관심이 되는 대상은 순간전압강하(Sag), 순간전압상승(Swell), 고조파(Harmonic) 등이며 IEEE std 1159(1995)에서는 전자기적 현상에 대한 분류 및 특징의 범주를 정의하고 있으며 IEEE Std 519(1992)에서는 전력계통의 고조파장애(Harmonic Disturbance)에 대한 내용을 자세히 서술하고 있다[4][5].

2.2 보호계전기를 이용한 전기품질 감시

2.2.1 보호계전기 활용 시 이점

계통보호를 위해 전력계통 전반에 설치된 보호계전기는 기본적으로 전압, 전류의 측정과 분석 및 데이터의 전송이 가능한 통신기능을 갖추고 있다. 마이크로프로세서 기술이 발달함에 따라 보호계전기 DSP(Digital Signal Processor)의 기능향상을 꾀할 수 있어 보호계전기의 전기 품질 감시장비로서의 활용을 가능하게 해준다. 또한 보호계전기는 보조전원 공급장치와 연결되어 있으므로 고장발생시에도 사용이 가능하다. 현재 설치된 보호계전기를 이용하여 전기 품질 데이터를 분석한다면 보호계전기는 물론 기존의 네트워크 및 통신망의 효율성을 높일 수 있으며 별도의 시스템 설치와 유지비를 감소시킬 수 있어 엄청난 경제적인 절약효과를 기대할 수 있다[6].

2.2.2 제약 조건

전기품질 문제의 특성상 정확한 데이터의 측정이 요구된다. 하지만 현재 계통에 운용되는 보호계전기는 샘플링 주파수가 960[Hz], 1920[Hz]이므로 이 경우 필터링과 노이즈, 중복효과에 의해서 8, 16차 고조파까지 판단이 가능하며 IEEE std 1159에 정의한 전자기적 현상 중 Impulsive Transient와 Oscillatory Transient 및 Notching, Noise 등의 현상은 판단이 불가능하다. 또한 보호계전기에 내장되어 있는 메모리는 약 4[MB] 정도로 장시간의 데이터 저장이 불가능하여 고장이나 전기품질을 저해시키는 현상 발생 시 선택적 데이터 저장이 요구된다.

2.2.3 감시 항목 선정

보호계전기의 샘플링 주파수와 저장 공간을 고려하면 IEEE std 1159에서 정의한 전기적 현상 중에 판단이 가능한 항목을 선정할 수 있다. 앞에서 언급한 보호계전기의 샘플링 주파수 문제는 전기품질 감시장비로서 많은 제약을 받는다. 표 1은 보호계전기에서 취득한 데이터를 전기품질의 분석에 이용 시 IEEE std 1159에서 정의한 전자기적 현상 중에서 분석이 가능한 항목을 선정하여 나타낸 것이다.

표 1. 보호계전기 전기품질 감시항목

Categories	
Short duration variations	Interruption
	Sag
	Swell
Long duration variations	Interruption, sustained
	Undervoltages
	Overvoltages
Voltage imbalance	
Waveform distortion	Harmonics

2.3 웹 기반 전기품질 감시시스템

2.3.1 인터넷의 이점

현재 급속한 발전을 보이고 있는 인터넷 기술을 기존의 시스템에 접목시키면 인터넷이 가지는 다양한 특징을 그대로 적용할 수 있다. 다음은 인터넷이 가지는 특징을 서술한 것이다.

- 인터넷 브라우저는 사용자로 하여금 친숙하고 표준화된 MMI를 제공하며 쌍방향 통신이 가능하다.
- 데이터의 변화나 시스템의 확장이 용이하며 인터넷 어플리케이션은 Open-system 기준을 따른다.
- 별도의 고가 장비구입(H/W, S/W)을 필요로 하지 않으며 Download와 Update를 통한 시스템의 설치와 유지의 노력을 최소화 할 수 있다[7].

2.3.2 웹 기반 전기품질 감시시스템의 필요성

2.1절에서 언급한 바와 같이 전력시장의 환경변화는 "전력의 상품화"를 가속시키고 있으며 전기품질은 전력 공급자와 소비자 모두에게 영향을 주는 문제이므로 이들 모두를 만족시킬 수 있는 개방구조형의 전기품질 데이터 수집, 분석 및 디스플레이 할 수 있는 시스템 개발이 요구된다. 오늘날 급속한 발전을 하고 있는 웹 기술은 데이터의 다양한 표현이 가능하고 사용자 환경에 맞는 동적인 화면 구성을 할 수 있으므로 개방형 전기품질 감시 시스템에 적용하기 알맞다.

2.3.3 3단계 클라이언트/서버의 시스템 구조

일반적인 클라이언트/서버 형태의 구조를 가지는 전기품질 감시시스템은 계통에서 취득된 전기품질 데이터를 데이터베이스에 저장하고 클라이언트의 자료요청 시 웹 서버는 데이터베이스의 표준 프로토콜인 ODBC(Open Database Connectivity)를 이용하여 데이터베이스에 접근, 해당 요청자료에 응답하는 구조를 보여준다. 데이터베이스 서버는 효율적인 데이터의 저장 및 관리를 위해 관계형 데이터베이스 관리시스템(RDBMS)을 사용하며 데이터 모델링이 간편, 어플리케이션 개발이 용이, 구조적 질의어(SQL: Structured Query Language)를 통한 데이터베이스에 접근, 관리하는 특징을 가진다.

웹 서버는 인터넷을 통하여 클라이언트의 요청을 받아 그 결과를 클라이언트의 웹 브라우저를 이용해 보여주는 기능을 한다. 웹 페이지는 HTML(Hypertext Markup Language), 서버 스크립트 언어인 ASP(Active Server Page), 그리고 클라이언트 스크립트 언어인 JavaScript나 VBScript를 이용하여 기존의 OCX(OLE Control Extensions)의 사양을 인터넷 환경에 적합하도록 재구성한 OLE(Object Linking and Embedding) 기능을 가진 COM(Component Object Model) 객체인 ActiveX 컨트롤을 제작, 삽입시켜 구성한다.

클라이언트는 인터넷 익스플로어(MSIE)를 통해서 요청의 결과로 웹 서버가 응답한 HTML 코드만을 분석하여 화면에 나타내준다. 그림 1은 일반적인 3단계 클라이언트/서버 모델의 물리적 구조이다.

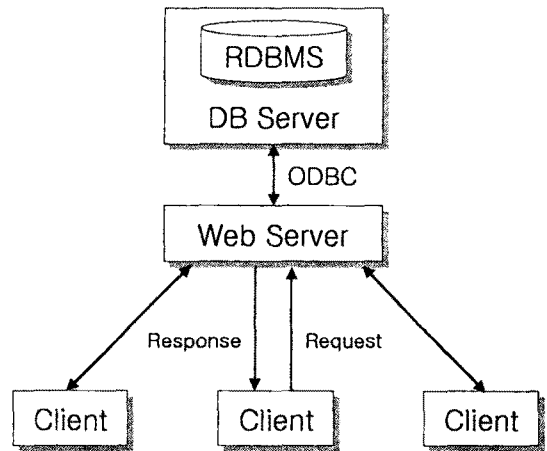


그림 1. 3단계 클라이언트/서버 모델의 구조

2.3.4 ASP를 이용한 웹 서버

사실상 웹 서비스라는 것은 데이터베이스 서버에서 자료를 가져다가 적절한 가공작업을 한 후, 클라이언트의 웹 브라우저에 뿌려주는 것이다. 기존의 정적인 HTML 페이지와는 달리 코드를 해석하여 해석결과에 따라 결과가 달라지는 동적인 페이지를 만드는 언어를 스크립트 언어라 하며 과거 스크립트 언어는 모두 클라이언트에서 동작하였다. 그러나 브라우저의 호환성과 개발 소스의 공개 등과 같은 문제점을 가지고 있었으며 이를 해결하기 위해서 서버 측에서 동작하는 서버 스크립트 언어가 출현하였다. ASP(Active Server Page)는 그 대표적인 예이다.

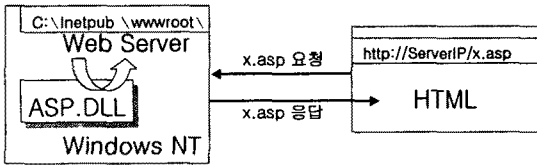


그림 2. ASP의 동작원리

그림 2는 ASP의 동작원리를 나타내고 있다. 사용자가 어떤 페이지를 요청 시 서버는 홈 또는 가상 디렉터리에서 사용자가 요청한 asp파일을 검색 후, ASP.DLL 파일을 실행하여 그 처리결과를 HTML 형식으로 다시 만든 뒤, 사용자 측의 브라우저로 보내준다. ASP는 사용자의 요청자료를 하나의 DLL 파일로 모든 처리가 가능하므로 운용이 빠르고 웹 기반 어플리케이션 개발도구가 개발하기 쉽고 간편하고 성능이 우수하며 ActiveX라는 컴포넌트, DLL 등의 객체지향성의 향상 및 코드 재사용이 가능하며 윈도우 시스템의 PWS(Personal Web Server), IIS(Internet Information Server)에서만 동작이 가능한 특징을 가진다. 그림 3은 ASP를 이용한 웹 서버의 구조를 보여주고 있다.

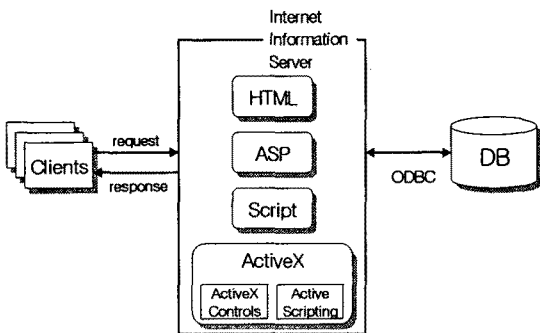


그림 3. ASP를 이용한 웹 서버 구조

웹 서버는 클라이언트가 요청한 자료를 보내기 위해 ASP를 이용하여 데이터베이스의 자료를 검색하고, 보다 나은 사용자 요구에 맞는 동적인 화면 구성을 위하여 스크립트 언어와 ActiveX를 이용하고 있다. 응답코드 내에 삽입되어있는 스크립트 코드는 클라이언트에서 동작하며 ActiveX는 서버 측에서 클라이언트 측으로 파일을 다운로드 시켜 동작하므로 서버 측의 부담을 줄이는 효과가 있다.

2.3.5 웹 기반 전기품질 감시시스템 구조

계통에 설치된 전기품질 감시기능이 추가된 보호계전기로부터 취득된 전기품질 데이터는 통신단말장치를 통하여 중앙시스템으로 전달되며 이 데이터를 데이터베이스에 저장한다. 웹 서버는 데이터베이스에 저장된 전기품질 데이터를 인터넷을 통하여 클라이언트에게 정보를 제공한다. 그림 4는 3단계의 클라이언트/웹 서버/데이터베이스 서버 구조를 가지는 웹 기반 전기품질 감시시스템의 구조를 나타내고 있다.

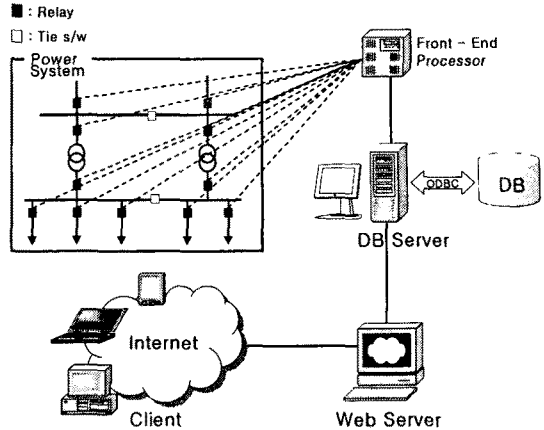


그림 4. 웹 기반 전기품질 감시시스템의 구조

3. 결 론

본 논문에서는 전기품질항목 중 관심이 집중되는 순간 전압강하(Sag), 순간전압상승(Swell), 그리고 고조파(Harmonic) 등에 초점을 맞추어 전기품질 측정을 위한 측정장비로서 마이크로프로세서 기술향상에 의한 보호계전기의 활용 가능성을 제안하였으며 ASP, 스크립트 언어 등의 웹 어플리케이션과 ActiveX 컨트롤을 이용한 웹 기반 전기품질 감시시스템 개발에 관해 서술하였다.

[감사의 글]

본 연구는 과학기술부 및 한국과학재단의 ERC 프로그램과 현대중공업(주) 기계전기연구소를 통한 지원으로 이루어졌으며 이에 감사를 드립니다.

[참고 문헌]

- [1] IEEE Standards Coordinating Committee, "IEEE std 1159-1995", IEEE Standards Board, Nov 1995
- [2] Henville, C.F., "Power quality impacts on protective relays - and vice versa", IEEE Power Engineering Society Summer Meeting, 2001, Volume: 1, 2001, Page(s): 587 -592 vol.1
- [3] Lee, R.P.K.;Lai, L.L.;Tse, N., "A web-based multi-channel power quality monitoring system for a large network", IEE Power System Management and Control, 2002. Fifth International Conference on (Conf. Publ. No. 488), Page(s): 112 -117
- [4] McGranaghan, Mark, "Trends in power quality monitoring", IEEE Power Engineering Review, Volume: 21 Issue: 10, Page(s): 3 -9, 21 Oct 2001
- [5] IEEE Standards Coordinating Committee, "IEEE std 519-1992", IEEE Standards Board, April 1993
- [6] David G Hart, "Tapping Protective Relays for Power Quality Information", IEEE Computer Applications in Power, Volume: 13 Issue: 1, 45 -49, Jan. 2000
- [7] Rong-Ceng Leou, "A Web-based Power Quality Monitoring System", IEEE Power Engineering Society Summer Meeting, 2001, 1504 -1508 vol.3