배전계통의 효율적인 전기품질 측정을 위한 측정시스템 구축방안 연구

김준일*, 강문호*, 심은보**
한국전력공사 전력연구원*, 한국전력공사 배전처**

Optimum Number and Locations of PQM Systems for Effective Power Quality Measurement in Distribution lines

Kim, Joon Eel*, Kang Moon ho*, Sim Eun-Bo**
KEPCO KEPRI*, KEPCO Distribution Administration Department**

개 요 - 최근 배전계통의 전기품질 관련으로 문제가 발생하거나 고객의 민원발생시 원인규명에 어려움이 있어, 효율적인 전기품질 관리의 필요성이 대두됨에 따라 전기품질을 측정하고 이를 분석하기 위한 측정시스템이 다양하게 개발, 보급되고 있다.

이에 본 논문에서는 전기품질 관리측면에서 전기품질측정시스템을 정의하고 해외의 측정시스템 구축현황 및 기술동향을 분석하여 향후 국내 배전계통에 맞는 전기품질측정시스템 구축방안에 대해 제시하였다.

1. 서 론

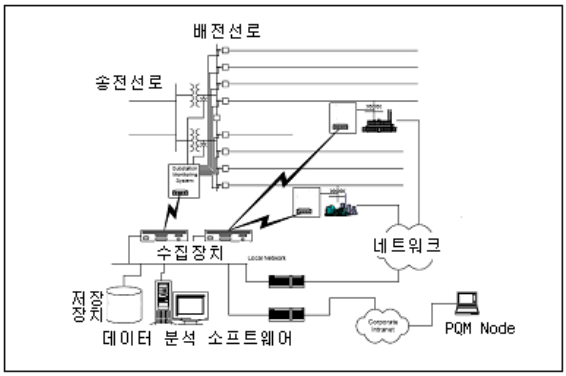
현재 배전계통의 전기품질을 측정 및 감시하는 방법은 고가의 계측장비를 현장에 휴대하고 나가서 계측기를 설치한 후 전기품질을 측정하여 이상 유무를 확인하는 방법이 사용되고 있다. 그러나 이 방법은 고가의 측정장비 준비, 데이터 분석 등의 어려움으로 쉽게 확대적용이 되지 않는 단점이 있다. 또한 고객의 설비 중 운전상 안전성이 필요한 기기가 증가하고 있으며 전력, 통신, 컴퓨터 등이 네트워크를 통해 모두 조합되어 구성되어 감에 따라 전력품질이 경제에 미치는 영향이 커지고 있다.

이에 한국전력공사에서는 본사 각 팀별로 전기품질기능을 포함시킨 자동화용 단말장치나 전력거래용 계량장치 등 전기품질을 측정할 수 있는 다양한 방법이 계획 중이거나 완료 단계에 있지만, 이는 본래의 기능에 일반적인 전기품질 감시기능만이 있어, 향후 전기품질 관련으로 배전계통의 문제가 발생시 또는 고객의 민원 발생시 원인규명에 어려움이 있다. 따라서 배전계통의 전기품질 수준 향상을 위하여 배전계통 전반의 전기품질을 모니터링 할 수 있는 측정시스템의 구축방법 및 향후 전망에 대해 제시하고자 한다.

2. 본 론

2.1 PQM 시스템 범위 및 정의

배전선로 저압측에 설치된 측정기기에서 배전선로의 고조파, 순간전압변동 등의 전력품질을 측정하여 무선 및 유선 통신망을 이용하여 PC로 데이터를 전송하여 Data를 분석·진단하는 것을 전기품질 측정시스템(PQM)이라 할 수 있다. 따라서 전기품질 모니터링 시스템은 계통의 안정성, 신뢰성 및 고장예방 측면에서 전력회사와 고객들에 있어서 전기에너지의 효율적인 관리를 위해 매우 중요한 필수 요소라 할 수 있다.



<그림 1> PQM시스템 구성도

2.1.1 PQM 시스템 기술요소

전기품질 모니터링 시스템(Power Quality Monitoring) 전기품질을 측정하는 여러 가지 요소 회로들로 이루어져 있다. PQM은 입력신호를 제어하고 정보를 취득하는 시스템, 디지털처리 및 저장시스템으로 구성되어진 전기품질 측정장치(하드웨어)부분과 측정된 데이터의 분석과 그래픽 처리 및 기타 정보를 제공할 수 있는 사용자 인터페이스(User Interface)시스템으로 이루어진 소프트웨어 부분으로 구성되어 있다.

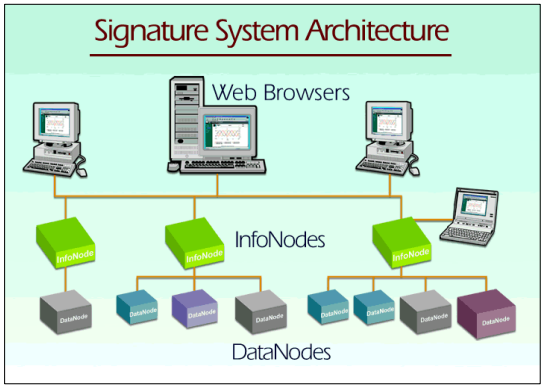
- 감지부는 전압, 전류를 감지하며, 전압은 변압기 2차측 저압선에서 직접 검출하며, 전류는 변류기를 취부하여 검출한다. 변류기는 변류비 1차 200A, 2차 5A의 정밀도 1.0 Class 급으로서 주상변압기 2차측 저압선을 분리하지 않고 방수형의 클래프형(Clamp Type)을 사용한다.
- PQM Processor는 측정기의 주요 기능을 연산, 수행하는 중앙처리장치인(CPU)와 그 주변기기들로 구성되며, 입력되는 전압 및 전류 파형을 분석하여 전력, 주파수, 역률, 전력량 등 모든 계측되어진 값의 계산과 기록, 통신, 사용자의 입력값 분석 및 적용에 이르기까지 모든 기능을 통제하고 수행하는 역할을 한다.
- 통신장치는 측정된 Data를 유선 또는 무선을 이용하여 전송하며 Data 전송의 안정성을 위해 광방식의 인터넷이나 사내 통신망을 이용한 방법이 실시간 감시를 위해 필요하다.
- 소프트웨어인 전력품질 분석프로그램은 측정된 전기품질의 분석을 하며 사용자가 쉽게 데이터를 이해할 수 있도록 만들어져야 한다.

2.2 해외 PQM 시스템 구축현황 및 기술동향

해외의 주요 전력회사 및 전력컨설턴트사는 전력계통의 전기품질 문제가 대두되어진 1970년대 후반부터 전력품질 분석 데이터를 이용하여 배전시스템의 특성 해석 및 진단, 사고지점 및 품질 오염원 판별, 사고파급 영향 분석 등을 수행하는 과정을 많은 시행착오를 거쳐 현재는 상당수준의 Know-how를 갖추었다.

2.2.1 시그너처 시스템(Signature System)

미국의 경우 Electrotek과 Dranetz-BMI가 업무제휴 및 업무분담을 통해 시그너처시스템(Signature System)이라는 전력품질 분석 및 진단 시스템을 개발, 보급 중에 있다[1].



<그림 2> 시그너처 시스템 구성도

- Electrotek : 전력품질 분석 및 진단 소프트웨어 개발 업체
- Dranetz-BMI : 하드웨어 생산업체(다양한 전력품질 측정 및 분석 기기 생산)

가. 측정 및 분석방법

- 전력품질분석기기(Data Nodes)에서 전압 및 전류 등을 측정 분석
- 측정 데이터 및 분석결과를 중간매체(Info Nodes)에 전송

· Info Nodes에서는 Data Nodes에서 보내온 데이터를 정보로 변환하여 Info Nodes에 내장된 Answer Modules에 전달
· Answer Modules에서 전기품질 문제의 원인을 규명 및 진단

나. 특 징

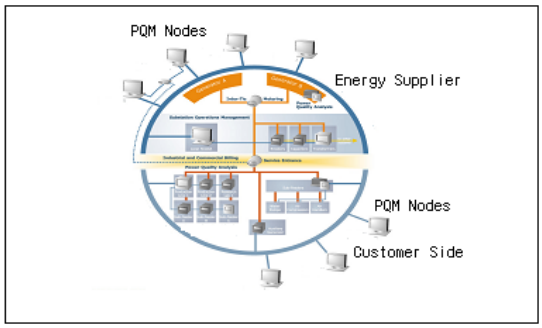
· 측정된 데이터 및 정보들을 웹서버 역할을 하는 Info Nodes를 통해 인트라넷 및 인터넷 등에서 쉽게 확인할 수 있음

다. 사용현황

· 미국의 듀크에너지(Duke Energy), NREL(National Renewable Energy Laboratory), TVA(Tennessee Valley Authority) 등

2.2.2 ION Enterprise(schneider Electric)

ION 기업 에너지 관리시스템(EEMS : Enterprise Energy Management System)은 전력공급자, 소비자에게 전력의 품질과 비용을 관리하는 시스템을 제공하고 있다.



<그림 3> ION 에너지 관리시스템[2]

· Vista(전력시스템 모니터링)를 통하여 전력품질 및 사용자가 설정한 내역을 추출하여 정보를 얻을 수 있음
· 확장기능이 있어 전력계통에 시스템을 점진적으로 추가해 나갈 수 있음

2.3 PQM 시스템 구축 방법

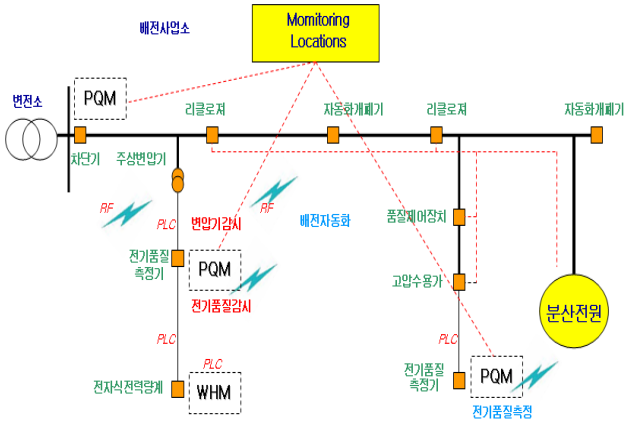
배전계통에 전기품질을 어느 범위까지 측정할지 결정하는 문제는 모니터링 시스템의 구축비용과 관련하여 매우 중요한 사항이다. 그러므로 전기품질을 측정하고자 하는 해당 배전선로의 모니터링 포인트 선정과 측정기 대수를 몇 대로 선정하는 문제는 전기품질 모니터링 시스템의 최적화와 관련되어 선행되어 고려되어야 한다[3].

먼저 시스템을 설치, 운영하기 전에 각 배전사업소는 배전선로의 최소 2년간의 정전원인을 분석하여 전기품질과 관련된 정전이 잦은 배전선로의 우선선정을 해야 한다. 또한, 경제성 측면과 기술적 측면의 전체적인 효율을 고려하여 배전계통에 전기품질 모니터링 시스템을 점차 확대 설치, 운영하면 전 배전계통의 전기품질 데이터의 정확성을 점진적으로 가져올 수 있으므로 전기품질 모니터링 시스템의 설치를 단계적으로 유연하게 적용할 수 있다.

2.3.1 PQM 포인트의 선정

전기품질을 측정하고자 하는 배전선로가 선정되면 어느 지점에 측정기를 설치하는지를 결정하여야 한다. 현재 우리나라에서는 배전선로를 3분할 3연계 모델을 기준으로 하여 다른 배전선로와 연계하여 운영하고 있다[7]. 즉 배전선로를 3분할하여 운영하고 있으므로 A, B, C 지역을 분할하는 자동화개폐기에 PQM을 설치한다면 해당 배전선로를 3부분으로 나누어 전기품질을 관리하는 마스터 포인트로 선정할 수 있다. 변전소 M·tr에서 배전선로를 인출하는 곳은 해당 선로의 rms전압변동 및 고조파 함유량을 확인할 수 있는 포인트로 전기품질수준을 전반적으로 알 수 있다[1].

또한, 마스터 포인트와는 별도로 대용량의 전기를 공급받는 고압수용가가 전기품질을 악화시키는 부하설비를 가지고 있을 때, 배전사업소는 측정기를 설치하여 부하전류의 변화와 고조파 왜형의 수준 및 전압변동을 감시하고 그에 대한 조치를 취하여야 하기 때문에 특정 고압수용가에 대해서도 휴대용 계측기를 일정기간 설치해 전기품질 모니터링 포인트를 선정, 운영하여야 한다.



<그림 4> 전기품질 Monitoring 포인트 선정

2.3.2 PQM 시스템 확대사용 및 통합관리

현재 추진되고 있는 전기품질 측정은 변전소 인출단에 설치예정으로 개발 중인 고압용 전력거래용 계량기가 있으며, 저압선로에 설치예정으로 개발 중인 자동화용 단말기가 있다. 또한 위에서 언급한 특정 고압수용가에 대한 전기품질 관리를 위해 휴대용 측정기를 설치하거나, 현재 고압고객용 계량장치(AMR)에 전기품질을 측정할 수 있는 설비를 내장하는 방안도 검토 중에 있다. 따라서 여러 개소에서 측정된 전기품질 데이터를 하나의 소프트웨어에서 통합 관리한다면 배전계통 및 수용가의 전반적인 전기품질 모니터링이 가능해져 전기품질 수준이 향상될 수 있다.

· 배전선로 마스터 포인트에 설치된 측정기에서 해당 배전선로의 전기품질 수준 측정
· 자동화 단말기, 고압고객용 계량장치에서 전기품질 데이터 추출
· 측정된 전기품질 데이터를 데이터 수집장치에서 수집한 후 데이터 저장장치와 분석 소프트웨어로 데이터 전송
· 분석소프트웨어에서 전기품질의 문제가 발생했거나, 발생할 가능성이 있는 범위를 추출하여 별도 자료 관리
· 추출된 자료를 바탕으로 배전계통 효율적 관리

3. 결 론

디지털 신호처리기술과 인공지능분야의 발달로 데이터를 분석하고 그에 따른 문제점을 도출하는 방법이 전기품질 모니터링 시스템에 도입되면서 배전계통에서의 공급신뢰도 향상 및 고객의 특성에 따른 전기품질의 차별화 전략이 가능해지고 있다.

이를 위해선 전기품질 최적 모니터링 기법에 대한 연구와 기존 전기품질 시스템과 향후 개발될 시스템을 하나로 연계할 수 있는 시스템 통합 연구가 선행되어야 한다.

따라서, 이러한 연구결과를 바탕으로 배전계통 및 수용가의 전기품질 수준을 측정하고 진단할 수 있는 □신개념 전기품질 모니터링 시스템□이 운영된다면 어느 곳에서도 전기품질을 측정할 수 있으며 배전계통의 운영관리기법 및 신뢰도 향상이 가능해질 것이다.

[참 고 문 헌]

[1] Roger. C. Dugan/Mark F. McGranaghan/Surya Santoso/H. Wayne Beaty, “Electrical Power Systems Quality”, 461~463, 487~489, 2002
[2] http://www.pwrm.co.kr/korea/products/IONEnterprise/
[3] M.A. Eldery, “Optimum Number and Location of Power Quality Monitors”, 2004 11th International Conference on Harmonics and Quality of Power, 51, 2004
[4] Seppo Vehviainen/Reino Seesvuori/Aimo Rinta-Opas, “Power Quality Monitoring as Integrated with Distribution Automation”, 2.54, 2002
[5] Alex McEachern, “Roles of Intelligent Systems in Power Quality Monitoring : Pase, Present, and Future”, IEEE Summer Meeting, 1105, 2001
[6] S. Chen, “Open Design of Networked Power Quality Monitrong Systems”, IEEE TRANSACTIONS ON INSTRUMENTATION AND MEASUREMENT, VOL 53, NO.2, APRIL, 598 , 2004
[7] 대한전기학회, “배전시스템 공학”, 235, 2006년