

실배전 계통의 전력품질 분석프로그램 개발에 관한 연구

조용근*, 권 훈*, 박용범*, 이경배*, 김선일*, 이은우*, 홍규석*, 김재연*
*충북 대학교 전기·전자공학부 전기공학 전공,

Development of Power Quality Analysis Program of Distribution Systems

Yong-Gun Cho, Hun Kwon, Yong-Bum Park, Kyoung-Bai Lee, Sun-il Kim, Eun-Woo Lee,
Kyu-seog Hong, Jae-Eon Kim
Chungbuk National University

Abstract

수용가에게 영향을 끼치는 전력품질 문제를 다루기 위해서는 3상 전압변동, 전압불평형, 순간전압상승(Swell), 순간전압강하(Sag), 순간정전(Interruption) 등의 발생시 측정된 Data들을 근간으로 하여 전력품질을 분석할 필요가 있다.

본 논문에서는 이를 위해 개발된 PQMS DataBase 분석프로그램을 소개하기로 한다.

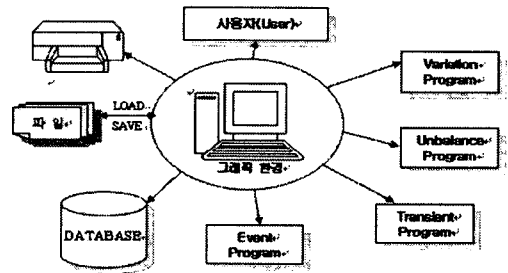


Fig.1 PQMS DataBase Analsys Program Diagram

1. 서 론

현대의 전력 산업에서는 전력이 마케팅(Maketing)의 대상으로 떠오르고 있다. 이는 전력 수요 증가와 상품으로서 고품질의 안정적 전력공급에 대한 소비자들의 요구가 증가하고 있기 때문이다. 더 나아가 전력산업의 민영화와 경쟁시장 도입으로 전력의 브랜드(Brand)화가 진행될 것으로 예상되고 있다.

또한, 전세계적으로 크고 작은 전력사고가 발생함에 따라 각 나라마다 전력품질(Power Quality)에 대한 많은 연구 보고서와 기준이 제시되고 있다.

이러한 전력품질에 대한 기준들을 바탕으로 본 논문에서는 DSP를 이용한 전력품질 모니터링 시스템(PQMS:Power Quality Monitoring System)^[1]을 이용하여 DataBase에 구축된 3상 전압의 RMS값과 사고 발생시의 전압값을 가지고 데이터를 분석하는 Delphi 프로그램을 구성하였다.

2. PQMS DataBase 분석프로그램

2.1 PQMS DataBase 분석 프로그램 소개

PQMS DataBase 분석프로그램은 Variation, Unbalance, Transient, Event Program으로 구성되며 사용자가 컴퓨터를 통해서 각각의 어플리케이션 프로그램을 실행시켜 특정 지역과 시간별 전압 변

동을 그래프를 통하여 손쉽게 분석할 수 있다. 또한, 데이터의 파일저장(Save)과 불러오기(Load) 기능을 탑재하고 있어 파일로의 변환 및 관리가 가능하다.

특히, 여기에서 이벤트(Event)라 함은 1/2 Cycle 전압 RMS값이 기준전압의 ±10% 범위를 벗어나는 사건을 의미한다. 각 프로그램에 대한 자세한 설명은 아래와 같다.

2.2 Voltage Variation 분석기

배전계통의 각 전력품질 측정기(PQM)^[2]에서 수집된 5분평균 실효치 데이터를 이용해 RMS값의 백분율값을 원하는 상과 날짜간격으로 변화정도와 그 누적값들을 분석하는 부분이다. 또한, 이외에도 최대값, 최소값, 평균값등도 알 수 있다.

2.3 Voltage Unbalance 분석기

이 분석기는 삼상 전압의 5분평균 실효치의 평균값에 대한 각 상의 최대편차값을 전압 불평형(Voltage Unbalance) 값으로 하여 나타내는 기능을 갖고 있다. 여기서 최대편차값은 삼상 중 최대값과 삼상 전압의 평균치와 차이에 대한 절대값을 의미한다.

전압 불평형을 나타내는 방법은, 시간에 따른 전압불평형을 및 누적곡선, 그리고 이의 최소값, 평균값, 최대값, 데이터 개수, 1%, 2%, 3%를 각각 벗어난 정도등을 도식하도록 하였다.

2.4 Transient 분석기

1/2 Cycle 전압 RMS값의 시간적 변화율과 100 μ s 순시치의 시간적 변화율을 분석하도록 되어 있다.

2.4.1 1/2 Cycle RMS Variation

이벤트가 발생했을 때의 각 상의 1/2 Cycle RMS 백분율 값을 표시한 그래프로서 최대 20초까지 전압 변동, 평균값을 나타낼 수 있다.

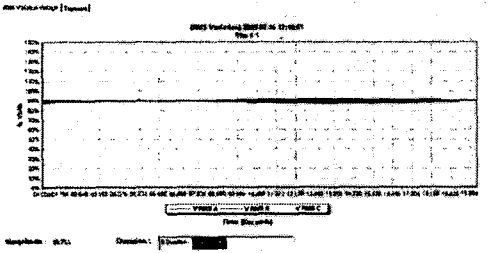


Fig. 2 1/2 Cycle RMS Variation

2.4.2 100 μ s 순시치 Variation

이벤트 발생시 100 μ s 단위의 순시치를 10 Cycle동안 측정된 데이터를 이용하여 순시 파형을 나타내도록 하는 기능을 갖고 있다. 아래 그림에서 확인할 수 있듯이 이 분석에 의해 이벤트 발생시의 전압 파형의 특성 파악이 가능하다.

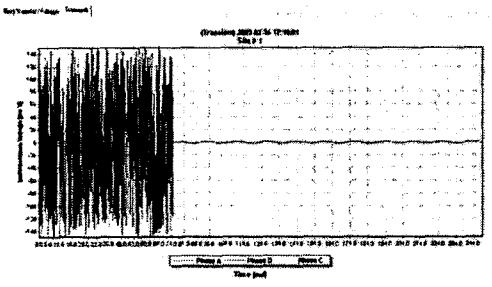


Fig. 3 100 μ s 순시치 Variation

2.5 Event

이벤트 발생시 전압의 크기와 지속시간 특성을 히스토그램, CBEMA, ITIC, SEMI Curve 상에서 분석할 수 있는 기능을 갖고 있다.

2.5.1 Magnitude Histogram 분석기

이벤트 발생시 전압 RMS값의 도수 분포를 분석할 수 있는 기능을 갖고 있다. 가로축은 RMS값의 백분율이고 세로축은 크기와 누적값을 나타낸다. 전압 RMS 값이 10% 미만인 이벤트(Interruption), 10~90% 사이의 이벤트(Sag), 110~150%사이의 이벤트(Swell)중에서 어떤 이벤트 발생상황인지를 알 수 있다.

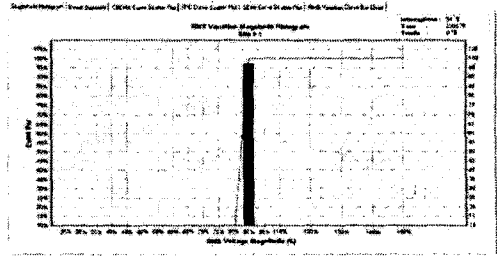


Fig. 4 Magnitude Histogram

2.5.2 Event Summary

Event Summary는 검색 기간내의 사고 발생 기록을 나타내는 것으로, [장비번호], [사고발생날짜], [사고발생시간], [사고시전압], [사고지속시간(cycle)], [위상]을 모두 한 눈에 알 수 있도록 하였다.

2.5.3 CBEMA Curve Scatter Plot에 의한 PQ분석

CBEMA 곡선은 미국의 컴퓨터설비 제조연합(Computer Business Equipment Manufacturers Association : CBEMA)에 의해 제안된 것으로서 초기에는 컴퓨터의 전압 외란에 대한 견딤정도를 나타내는 수단으로 이용되었으며 이후 전압변동에 대한 설비영향을 분석하기 위한 데이터의 표현에 가장 많이 사용되고 있는 형식이다. CBEMA 곡선에서 아래쪽 곡선은 전압강하에 대한 설비의 가동정지 유무를 나타내고 위쪽 곡선은 전압상승에 의한 설비의 가동정지 유무를 나타내고 있다. 즉, 두 곡선의 가운데 부분일 때는 안정한 전력의 공급을 뜻하는 것이고 위쪽 곡선보다 상부는 순간전압상승(Swell), 아래쪽 곡선보다 하부는 순간전압강하(Sag)를 나타내는 것이다.

여기에서는 발생한 Event가 CBEMA 곡선을 만족하는지의 여부를 파악할 수 있도록 하였다.

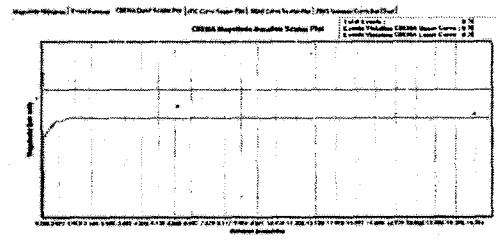


Fig. 5 CBEMA Curve Scatter Plot

2.5.4 ITIC Curve Scatter Plot에 의한 PQ분석

새로운 ITIC(Information Technology Industry Council)곡선은 CBEMA 곡선을 대체할 수 있는 실용적인 곡선으로서 120V, 240V에서 동작하는 단상 정보처리 기기들을 대상으로 한 전력품질에 대한 권고곡선을 의미한다.

ITIC 곡선은 CBEMA 곡선과 비슷한데 약간 직선화되어서 그려진 Upper Curve와 Lower Curve를 볼 수

있다. CBEMA 곡선과 마찬가지로 위의 곡선보다 위에 데이터가 위치하면 Swell, 아래 곡선보다 아래쪽에 데이터 값이 위치한다면 Sag가 되는 것이다.

이벤트 발생시의 지속시간과 전압 크기를 표시하여 만족여부를 확인할 수 있다.

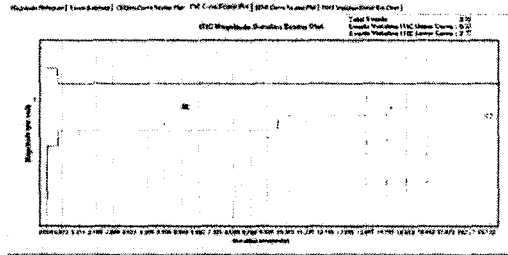


Fig. 6 ITIC Curve Scatter Plot

2.5.5 SEMI Curve Scatter Plot에 의한 PQ분석

전력품질에 매우 민감한 공정을 가지는 반도체 산업체들의 협회인 SEMI(Semiconductor Equipment and Materials International)에서는 막대한 손실을 가져오는 순간전압강하에 대한 기기들의 민감도와 시험방법을 개발하기 위해서 'Power Quality and Equipment Ride through Task Force'를 구성하고 SEMI 2844 Standard에서 SEMI곡선을 제시하였다. 반도체 분야에서는 전압강하에 대한 값이 중요하기 때문에 Lower Curve만을 사용하는데, 그 밑으로 내려가면 이상전압(Sag)으로 간주된다.

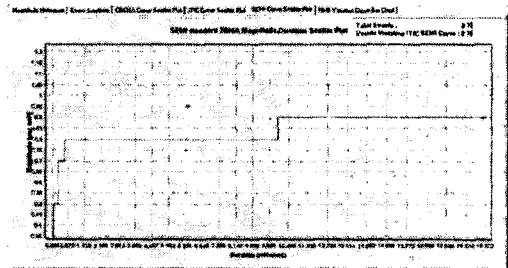


Fig. 7 SEMI Curve Scatter Plot

2.5.6 3-D Event Bar Chart

검색기간 내의 사고발생에 대한 사고 발생의 개수, 지속시간, 전압 백분율을 ① 0~10%인 경우(정전-맨 앞의 그래프), ② 10~90%인 경우(Sag-가운데 그래프), ③ 110~150%(Swell-맨 뒤의 그래프)인 경우로 3차원으로 나누어서 그 비율을 알 수 있게 표시한 그래프이다.

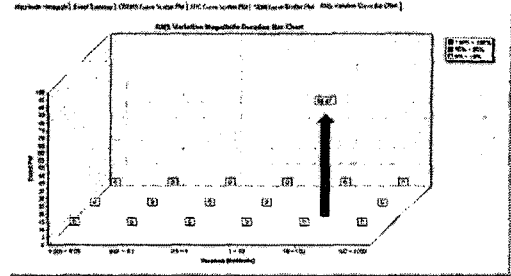


Fig. 8 3-D Event Bar Chart

3. 결론

본 논문에서는 전력 품질의 중요한 문제인 순간 전압강하 및 상승, 정전, 과도상태, 전압불평형의 정도를 분석할 수 있는 프로그램을 개발하였다.

본 PQMS Program은 서론에서도 언급했듯이 전력품질(Power Quality) 문제에 대한 연구와 실배전 계통에 유용하게 활용될 수 있을 것이다.

향후 과제로는 각 PQM의 위치를 GUI(Graphic User Interface)형태로 배치하여 실시간으로 전력 이상이 있는 위치를 파악하고 모니터링 할 수 있는 프로그램을 구현하는 것이다.

참고 문헌

- [1] 조영훈, 이상준, 설승기, 김재연 "DSP를 이용한 Power Quality Monitoring System 의 구현에 관한 연구", 전력전자학회 추계 학술대회 논문집 pp.195~198, 2002
- [2] 황병준, "PQM시스템 운영기술의 적용", 전기의 세계, 대한전기학회, Vol.51, No.8, pp.26-32, 2002
- [3] ANSI/IEEE Standard 446-1987, "IEEE Recommended Practice for Emergency and Standby Power Systems for Industrial and Commercial Application"
- [4] Math H, J, Bollen, Understanding Power quality problems - voltage sags and interruptions, IEEE Press, 2000.
- [5] T. S. Key, "Diagnosing Power-quality related computer problems," IEEE Trans. on Industry Applications, vol.15, no. 4, pp. 381-393, July 1979
- [6] G. T. Heydt, "Electric Power quality: A tutorial introduction," IEEE Computer Application in Power, pp. 15-19, January 1998