

## 마이크로프로세서를 사용한 전력품질의 분석

이원선, 김상욱, 석원엽\*, 전희중  
 숭실대학교, 인천기능대학\*

### Power Quality Analysis using Microprocessor

W.S. Lee, S.U. Kim, W.Y. Suk\*, and H.J. Jeon  
 Soong-Sil Univ., Incheon Polytechnic College\*

#### ABSTRACT

본 논문은 계통상의 사고나 다양한 전력변환 장치들의 사용증가로 인한 전력품질의 저하의 계측과 분석에 관한 연구이다. DSP 프로세서를 사용하여 전력 품질을 분석하며 분석된 data는 특정 서버에서 관리할 수 있도록 모니터링 전용 프로그램을 구성하여 일정기간 동안의 전력 품질을 분석한다.

계측센서를 이용한 data를 제작된 DSP 보드를 통해 실효값으로 계산하고, 전력품질 Indices와 비교 분석하여 특정 서버에 저장하고, 전력품질 저하 대책을 위한 분석 자료로써 활용한다.

#### 1. 서 론

산업이 발달하고, 전력용 반도체 소자에 관한 기술 혁신과 더불어 반도체 소자가 소형화, 고성능화 되면서 전력전자산업의 발달을 이룩할 수 있었던 반면에 전원 품질을 저하시키는 문제점이 야기되고 있다. 특히 모터부하나 전력변환을 위한 비선형 장치 및 계통상의 자연재해로 인한 사고등은 전력 품질에 밀바탕을 두고 있는 여러 산업 라인에서 많은 피해를 주고 있다. 대표적인 예로 반도체 생산 공장의 경우 순간 정전 등의 전력 품질 저하로 인한 엄청난 피해가 일어나고 있다.<sup>[1][4]</sup>

이러한 전력사고의 대책으로 UPS, DVR 등의 사용을 들 수 있다. 그러나 근본적인 분석을 위한 연구가 필요하고, 또한 많은 연구가 진행중에 있다.

본 논문에서는 이러한 전력 품질 Indices에 대한 기본 연구로서 마이크로 프로세서를 사용하여 전력 품질 Indices를 분석한다. 또한 분석한 내용은 online을 통한 전송이 가능하며, PC에서는 전용 모니터링 프로그램을 설치하여 분석결과 및 내용을 파악하여 차후 전력 품질 저하로 인한 피해 대책을 마련하는데 활용할 수 있다.

#### 2. 전력품질분석 시스템

##### 2.1 전력품질 Indices

전력 품질 Indices에는 Voltage Sag, Voltage Swell, Interruption, Under Voltage, Over Voltage 등을 들 수 있다. 그림 2.1은 Voltage Sag 그래프이다.

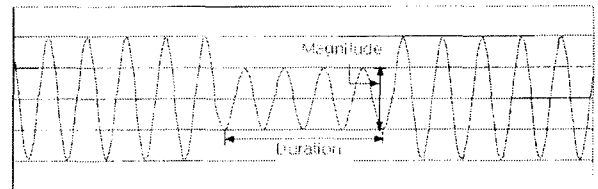


그림 2.1 순간 전압강하 그래프.

Fig.2.1 Graph of Voltage Sag.

표 2.1 순간전압강하 종류.

Table 2.1 Type of Voltage Sag.

indices	category	duration	magnitude
Voltage Sag	Instantaneous	0.5cycle ~30cycle	0.1pu ~0.9pu
	Momentary	0.5cycle ~3sec	0.1pu ~0.9pu
	Temporary	3sec ~1min	0.1pu ~0.9pu
Interruption		1min	0.1pu 이하

표 2.1에는 Voltage Sag와 Interruption에 관해 정의 되어있다. 먼저 Voltage Sag를 살펴보면, 이것은 Duration에 의해 3가지 정도로 나누어 볼 수 있다. 먼저 Magnitude는 모두 rms 값으로 0.1~0.9pu 이내 감소로 Duration이 0.5~30 cycle 동안 인 것을 instantaneous Sag라 하고, 0.5~3 sec를

Momentary Sag, 3 sec~1 min을 Temporary sag 라고 정의하고 있다. 따라서 Voltage Sag는 전체적으로 0.5 cycle에서 1분동안 전압이 rms 값으로 0.1~0.9pu 이내로 감소하는 것을 말하고 있다.

또한 interruption의 경우 Duration은 voltage sag와 마찬가지로 1분이내 지만 magnitude는 0.1pu 이내로 그 값을 정의 하고 있다.

### 2.2 전체 시스템 구성

전력품질분석 시스템 PQA(Power Quality Analysis System)은 그림 2.2에서와 같이 분석 지역을 크게 두 부분으로 나눌 수 있다. 지역의 특성에 따라 변형이 가능하겠지만 일반적으로 수용가측과, 전력 변환기기, 자동화기기, 반도체 공정 라인 등을 한 부분으로 연결하여 중앙 서버에서 각 부분에 대한 전력품질 분석 data를 저장 및 관리하여 효율적인 시스템을 구축한다.

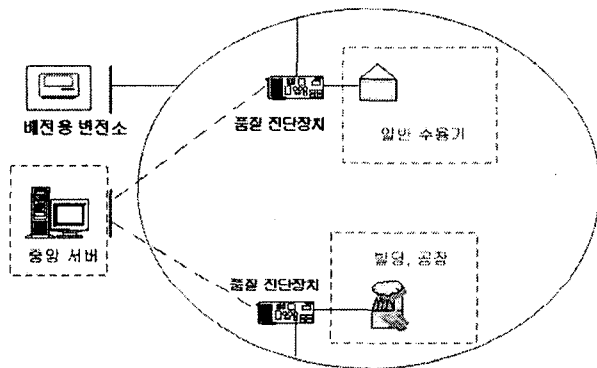


그림 2.2 전력품질분석 시스템의 Network.  
Fig. 2.2 Network of Power Quality Analysis.

### 2.3 메인 시스템

전력품질의 분석을 위한 시스템의 메인 컨트롤러는 TI사의 TMS320C6711 DSP 칩을 사용하였다. TMS320C6711 DSP칩은 유동 소수점 방식으로 내부에 EDMA(External DMA), EMIF(External Memory Interface), 및 내부 메모리를 갖추고 있고 150MHz의 동작으로 한 사이클이 6.7ns로 매우 빠른 속도를 갖고 있다.

센서로부터 측정된 전압은 필터링을 거쳐 16bit AD 변환기에 입력되고, 변환된 data는 RMS 값으로 계산되어져 외부 메모리에 저장된다.

계산된 매 주기동안의 전압에 대한 실효값은 저장된 전력품질 indices에 대한 값들과 비교되어 event 발생시 event 시간과 실효값을 해당 window에 표시함으로써 전력품질 분석을 위한 통계자료로써 활용이 가능하게 된다.

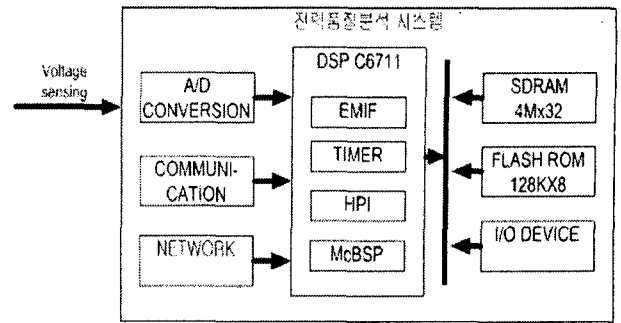


그림 2.3 전력품질분석 시스템의 블록도  
Fig. 2.3 Block diagram of PQA System.

전력품질분석을 위한 메인 시스템은 60Hz 입력 전압에 대해 120 samples/cycle 로 샘플링하며 매 샘플링 구간에 대해 실효값을 계산하여 일정 시간 동안 메모리에 저장되게 된다.

### 2.4 주변 시스템

입력 전압에 대한 계측부는 정류회로와 필터회로, 그리고 zero crossing 검출부로 구성되어 있다. 정류시의 전압 강하를 막기 위해 op-amp를 사용하였다. 그림 2.4에 계측부의 개략적인 블록도를 나타내었다.

Zero crossing 검출부는 외부 인터럽트를 사용하여 반주기동안의 입력신호에 대한 sampling data를 얻기위한 방법으로 사용되었다.

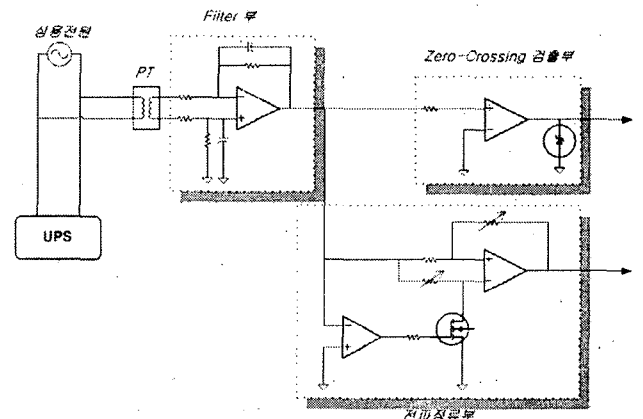


그림 2.4 입력전압 계측부 블록도  
Fig. 2.4 Block diagram of input voltage measurement.

그밖에 타이머는 event 시작 시간 및 동작 시간을 측정하여 프로그램에 나타내주며, 사용자의 설정값을 저장하는 보조 메모리, 입출력 I/O 부분을 담당하는 CPLD등으로 구성되어 있다.

## 2.5 모니터링 프로그램

본 논문에서는 분석된 data를 중앙 서버로 보내 매 순간의 event를 확인 할 수 있도록 모니터링 프로그램을 제작하였다. 아래 그림 2.5는 제작된 전용 모니터링 프로그램을 보여주고 있다.

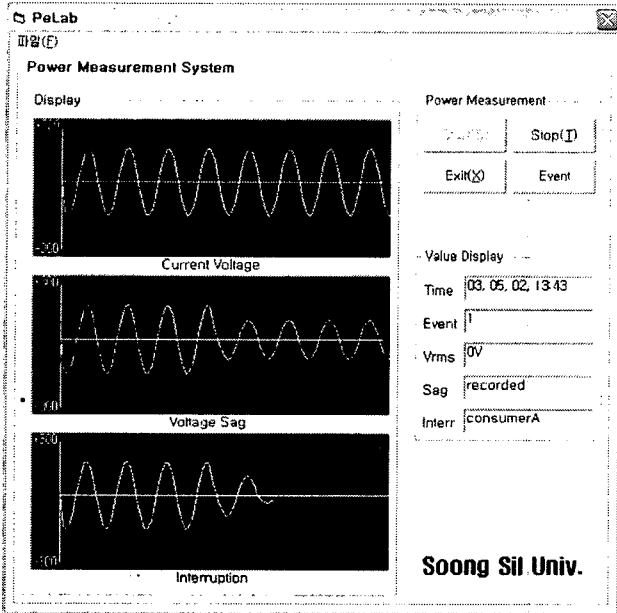


그림 2.5. 전력품질분석 모니터링 프로그램  
Fig. 2.5 Monitoring program of PQA

모니터링 프로그램은 visual basic을 사용하여 제작하였고, online을 통한 중앙 시스템에서의 전체 계통의 전력품질 분석이 가능하다.

그림 2.5의 상단에 있는 창은 현재의 전압에 대한 상태를 보여주고 있다. 중앙의 창은 voltage sag의 발생을 보여주고 있으며, 이시점에서의 event 시간이 데이터 베이스에 기록되게 된다. 하단은 interruption이 발생했음을 나타내고 있다.

voltage sag 발생 이후 추가적인 event 발생은 계속적으로 데이터 베이스에 저장되며, window에는 최근 event만을 보여준다.

우측 event 버튼은 지속적으로 event를 저장하여 일정 기간동안의 event를 살펴볼수 있도록 데이터 베이스를 구현해 놓은 것이다.

## 3. 결론

산업 분야에서 전반적으로 전력 품질에 대한 관심과 연구가 활발해지고 있다. 이에 따라 전력 품질을 분석하는 시스템과 분석된 data를 모니터링하는 프로그램에 관한 연구 역시 중요한 부분이다. 본 논문은 이러한 상황에서 전력품질의 분석을 위

한 voltage sag, 및 interruption에 관한 정보와 결과를 보여 주었으며, 향후 다른 전력품질 분석에 관한 연구를 위해 가능성을 보여주었다.

향후의 과제로는 전체 계통에서의 data를 획득하여 자동으로 분석 및 보상할 수 있는 IED (Intelligent Electronic Devices)에 관한 연구로 진행이 될 수 있을 것이다.

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구  
(R01 -2002-000-00497-0)지원으로 수행되었음.

## 참고 문헌

- [1] Mladen Kezunovic, Fellow, "A Novel Software Implementation Concept for Power Quality Study", *IEEE Transaction On Power Deleivery*, Vol. 17, No. 2, April 2002.
- [2] Mladen Kezunovic, Fellow, "TMS320C6000 Programmer's Guide", *Texas Instruments*, 2000.
- [3] Levent Eren and Michael J. Devaney, "Power Quality Index Meter", *IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference Anchorage, AK, USA*, 21-23, May 2002.
- [4] John Stones and Alan Collinson, "Power quality", *Power Engineering Journal*, April 2002.
- [5] CHristopher J. Melhorn, Mark F. McGranaghan, "Interpretation and Analysis of Power Quality Measurements", *IEEE 1995 Annual 3-4*, May 1995.