

부하설비의 전력품질 분석을 위한 데이터 획득시스템에 관한 연구

유재근†, 이상익*, 최규하**

†* 한국전기안전공사 부설 전기안전연구원, ** 건국대학교

A Study on the Data Acquisition System for Power Quality Analysis of Load Equipment

†* ESRI of KESCO, ** konkuk univ.

ABSTRACT

In order to analyze voltage, current, electrical power, harmonics and so on of electrical load equipments, electrical power analysis by real measurement rather than mathematical modeling is necessary, and plan of countermeasure for efficient management, energy frugality and accident prevention of electrical equipments using it is possible. Especially, electrical power analysis by real measurement is indispensable in order to consider countermove of harmonic occurred by nonlinear load. So, in this paper, we developed DSP(Digital Signal Processor) based low price data acquisition system, and verified it's ability by performing measurement and analysis of electrical power and harmonic in the real power system.

1. 서론

이산화가스 저감대책 등 지구 온난화와 에너지 자원의 감소로 인해 에너지 절약에 대한 관심이 점점 고조되고 있다. 특히 공장이나 빌딩의 전기에너지의 사용자들은 제품생산과 설비 유지관리에 있어 비용을 최대한으로 억제하기 위해 에너지 절약에 대한 투자는 더욱 활발해지리라 예상된다. 이러한 에너지 절약을 실천하고 전기부하설비의 유지 관리를 위해 전압, 전류, 주파수, 역률 등의 전력관련 데이터의 파악을 통해 대책을 수립하는 것이 필수적으로 필요하다.

따라서, 관련기술의 구현을 통해 국내에서 전력분석장치 제작기술의 발전과 관련기술의 저변 확대를 위하여 전기부하설비의 전력을 분석할 수 있는 DSP 기반의 저가형 데이터 획득 장치를 개발하였다. 이는 전압 및 전류신호의 동시 A/D 변환이 가능하고 내부 버스신호를 제어하기 위해 PLD (Programmable Logic Device)를 사용하여 그 구성을 간단히 하였다. 본 논문에서 개발된 데이터 획득시스템은 3상 4선식 계통에 설치하여 동작시험을 수행하였다[1-4].

2. 시스템 설계

본 논문에서 제안한 데이터 획득 시스템은 전압전류를 측정하는 센서와 입력되는 전기신호의 최대 주파수를 제한하기 위한 필터로 구성되는 신호 입력부, 아날로그 신호를 디지털

신호로 변환하는 A/D 변환부, 연산기능과 주변장치를 제어하는 디지털 신호처리부, 논리연산을 통해 시스템 인터페이스 처리를 수행하는 PLD부, S-RAM 및 F-ROM으로 구성되는 메모리부, 시스템의 동작전원을 공급하는 동작 전원부로 구성되며 블록다이어그램과 실제 제작한 보드를 그림 1과 2에 나타내었다.

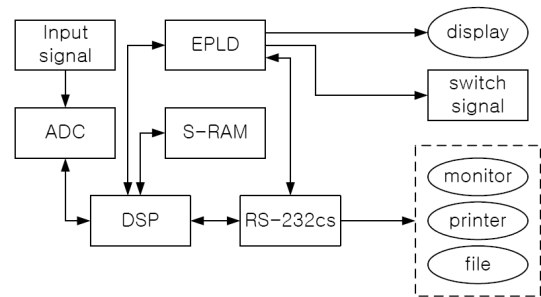


그림 1. DAS 블록 다이어그램
Fig. 1. Block diagram of DAS

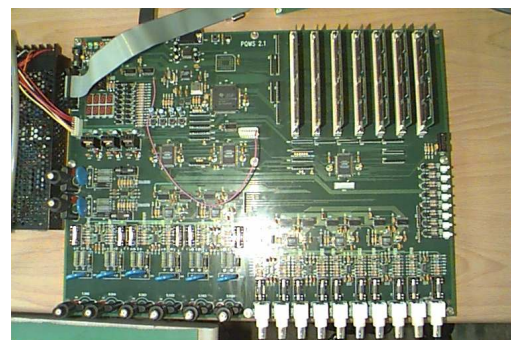


그림 2. DAS 하드웨어
Fig. 2. HW of DAS

2.1 아날로그 신호 입력부

전압신호 입력회로에서 센서에 의해 측정된 전압신호를 시스템에 맞는 신호크기로 바꾸기 위해 용량 3[W], 오차율 0.01[%] 그리고 온도 특성 B급의 고정밀 저항을 이용하여 전압 분배기를 설계하였다. 이는 시스템에 사용된 A/D 변환기의 입력신호에 적합한 전압범위로 조정하는 역할을 수행한다. 또

한 시스템의 서지보호를 위해 바리스터를 사용하였고 양방향 제너다이오드를 이용하여 과전압으로부터 시스템을 보호할 수 있게 하였다.

A/D 변환과정에서 샘플링 정리에 의해 샘플링 간격(또는 샘플링 주파수)을 정하기 위해서는 연속신호가 갖는 최고의 주파수 성분을 알 필요가 있다. 그러나 센서로부터 입력받은 전압과 전류의 연속신호는 정확한 주파수 대역을 알 수 없다. 따라서 저역통과 필터를 구성하여 신호의 상한값을 설정하고 측정하고자 하는 최고 고조파 입력주파수를 제한하여야 한다. 본 논문에서 제작한 시스템에서는 50차 고조파까지의 주파수를 측정할 수 있도록 차단주파수가 3kHz가 되도록 R, C, OP-AMP LM2902M을 사용하여 설계하였다.

2.2 A/D 변환부

시스템에 입력되는 전압 4채널과 전류 5채널의 아날로그 신호를 동시에 A/D 변환하기 위해 AC레벨의 아날로그 입력 4채널, Analog Device사의 14bit A/D 컨버터를 3개 사용하였고 샘플링 주파수는 FFT 알고리즘에 의해 7.68kHz 선택하였고 전압과 전류 신호의 한 주기가 128개의 샘플로 분해된다. 또한 A/D 변환부의 어드레스 및 데이터 버스는 소자의 고장이 발생할 경우 소자에 국한적인 독립고장으로 국한시키기 위해 8bit 양방향 버퍼(Buffer) 74F245SJ를 설치하여 DSP와 A/D 변환기 사이의 고장발생에 의한 안정성을 확보하였다.

2.3 디지털 신호처리부

디지털 신호처리부의 DSP는 장치 본체의 모든 주변장치를 PLD를 이용하여 제어하며, A/D 변환기에 의해 검출된 불연속 신호는 UART 및 전압 Buffer IC를 이용하여 RS232 방식으로 PC로 측정데이터를 송신하는 역할을 수행하며, FFT-전력량 계산 등을 수행한다. 본 시스템에서는 TI사의 32bit 부동소수점 연산방식의 DSP를 사용하였다. 또한 데이터 획득 시스템에서 DSP와 연결하여 동작 오류 및 정전 등의 상황에 대처하여 측정 환경 및 진행 상태 등을 저장할 수 있는 4kByte 용량의 EEPROM 24LC32A를 설계-장착하였다. 그리고 시스템 내부의 온도를 측정하여 OP-Amp의 주파수 온도특성을 보정할 수 있도록 IC 디지털 온도 센서를 설계-장착하였다.

이러한 디지털 신호처리부에서 본 시스템에 사용된 DSP가 50MHz의 높은 주파수로 동작하므로 인터페이스 회로가 이에 무리 없이 따라가도록 하기 위해 사용자가 논리회로를 설계하여 프로그램 할 수 있는 PLD를 사용하였다. 또한 DSP의 hardware reset 동작을 위해 외부 스위치로 동작을 제어할 수 있는 reset 전용 IC DS1233Z-6을 사용하였다.

2.4 메모리부

메모리 부분은 데이터의 저장을 위한 주 메모리인 SRAM(K684008C1C-TC15)과 DSP의 프로그램 메모리로 사용되는 F-ROM(Am29F040B), DSP와 연결하여 시스템의 동작 오류 및 정전 등의 상황에 대처하여 측정 환경 및 진행 상태 등을 저장하기 위해 사용된 EEPROM(24LC32A)으로 구성된다.

2.5 인터페이스부

시스템 본체의 측정데이터와 PC의 제어데이터의 송수신을 담당하는 부분으로 RS232C 방식을 사용하여 PC로부터 장치의 제어명령을 입력받아 전원품질을 측정하고 측정결과를 PC로

전송하는 동작을 수행하도록 설계-제작하였다. 시스템과 PC와의 데이터 송수신을 위해 데이터의 직렬 변환용 소자로 PC16550을 사용하였고 RS232C 인터페이스를 위해 Maxim사의 MAX232를 사용하였다.

3. 측정 및 분석

그림 2의 DSP를 기반으로 설계한 데이터 획득 시스템을 그림 3과 같이 22.9kV를 수전하여 380V로 공급하는 3상 4선식의 변압기(300[kVA]) 2차측에 설치하여 측정하였다. 데이터 획득 시스템에서 얻어진 데이터는 PC로 전송되어 저장되어 PC에 설치되어 있는 Origin 프로그램을 이용하여 그래프 처리하였다. 측정결선도는 그림 3과 같으며, 그림 4와 그림 5는 제한된 시스템으로 측정된 삼상의 전압 및 전류파형이다.

을 상별로 보여주고 있고 그림 6은 RMS 상전류의 크기변화를 상별로 나타내었다.

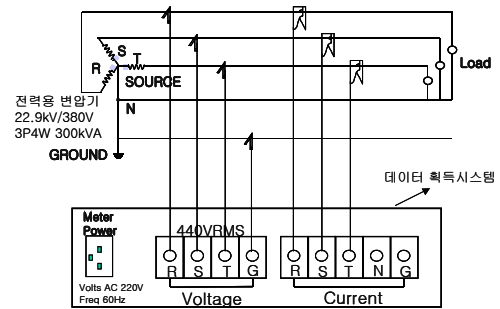


그림 3. 측정 결선도

Fig. 3. Wiring diagram for Measurement

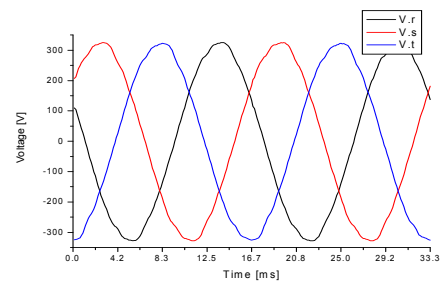


그림 4. 전압 파형

Fig. 4. Voltage waveforms

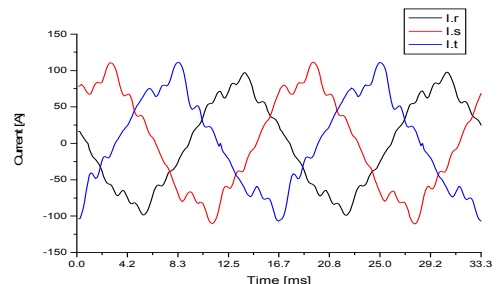
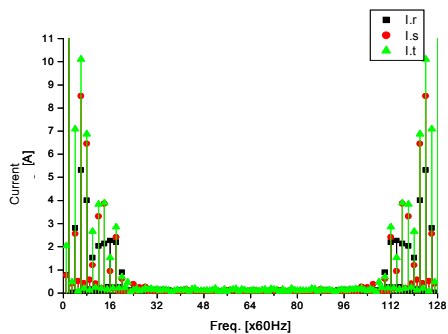
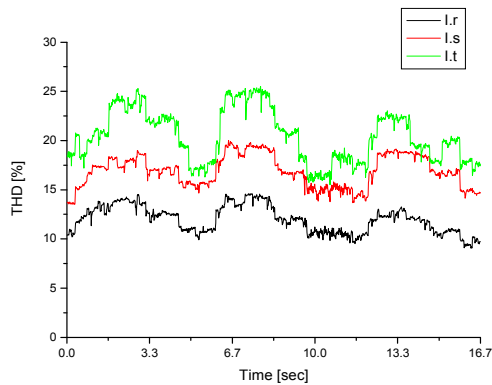
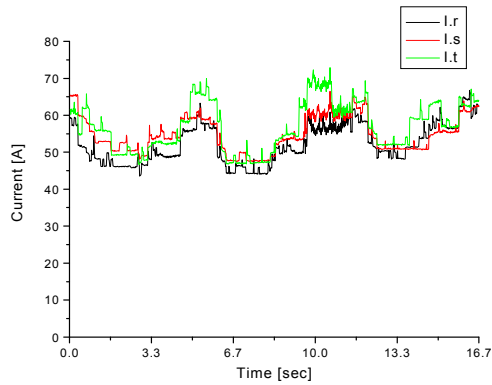


그림 5. 전류 파형

Fig. 5. Current waveforms



4, 결 론

본 논문에서는 DSP를 기반으로 전압, 전류, 전력, 역률 및 고조파 등을 측정할 수 있는 시스템을 개발하였다. 개발된 시스템을 전동, 전열기, 실험장치 등 다양한 부하들이 연결되어 있는 22.9kV/380V 변압기 2차측에 설치하여 전압 및 전류를 측정·분석함으로써 개발된 데이터 시스템의 동작을 확인하였고 각종 데이터는 PC를 이용해 각종 그래프 형태로 나타낼 수 있었다. 측정 및 분석 결과 제안된 데이터 획득 시스템은 전기 부하설비에 공급되는 전압, 전류, 전력 등을 측정하고 분석하는데 충분히 활용할 수 있음을 알 수 있었다. 본 논문에서 제안된 시스템은 DSP를 기반으로 하여 그 구성이 간단하고 저 비용으로 시스템을 구성할 수 있어 관련 장치의 국산화를 통해 외국의 고가장비를 대체할 수 있으리라 사료된다.

참 고 문 헌

- [1] A. Ozdemir, A. Ferikoglu, "Low cost mixed-signal microcontroller based power measurement technique", IEE Proc.-Sci. Meas. Technol., Vol. 151, pp. 253-258, 2004.
- [2] N. Nagaoka, T. Miki, A. Mizutani, A. Ametani, "Development of harmonic measuring system using PIC", IEEE Internal Conference on. Universities Power Engineering Conference(UPEC), Vol. 3, pp. 929-933, 2004.
- [A] H. C. Lin, "Power System Harmonics Measurement using Graphical Programming Tool", Proceedings of the 2004 IEEE Conference on Cybernetics and Intelligent Systems. Singapore, 1-3, pp.885-889, 2004
- A[4] Thip Manmek, Colin Grantham, Toan Phung, "A New Efficient Algorithm for Online Measurement of Power System Quantities", The 30th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, November 2-6, pp. 1184-1189, 2004.