

윈도우즈 기반 배전반 회로시험기용 모니터링 프로그램

박철원\*, 이복구\*\*, 오봉환\*\*, 김종형\*\*\*, 신명철\*\*\*  
 \*원주대학 \*\*영지전문대학 \*\*\*성균관대학교

Monitoring Program based on Windows for Distribution Panel Tester

C.W. Park\*, B.K. Lee\*\*, B.W. Oh\*\*, J.H. Kim\*\*\*, M.C. Shin\*\*\*  
 \*W.J. Nat'l College \*\*M.J. College \*\*\*S.K.K. University

**Abstract** - This paper deals with the monitoring program based on Windows for Distribution Panel Tester. The monitoring software has variety function : data file conversion, user define data generation, data metering and signal analysis etc. The software is designed for GUI because it provides easy test and control interface for users or operators.

여기서, N은 기본주파수 성분의 한주기에 대한 샘플링 수이다.

기본 주파수 성분의 실효치와 위상을 계산하는 알고리즘 중 하나인 이산 푸리에 변환(DFT)을 이용하여 전기량을 계산하였다. DFT 알고리즘은 왜곡된 계전신호로부터, 고조파와 직류 오프셋을 제거하는 필터의 역할을 함으로서, 입력 신호의 기본파의 위상각과 실효치, 즉, 페이저를 연산하게 된다.

1. 서 론

전력 수용가의 주파수와 전압을 일정하게 유지시켜주고 정전시간을 최소화하는 등 양질의 전기를 공급해주는 관련설비들의 안정적인 운용이 필연적이다. 이에 따라 배전반을 구성하는 각종 계기와 보호계전기들이 생산업체에서 설계, 제작이 될 때와 관련 산업현장에 설치하여 운영하기 전에 그 성능과 동작상태 등 각종 시험들이 수행되어야 하는데, 이때 시험자와 사용자의 관리와 운영하기에 편리해야 한다. 그러나 종래에는 아날로그 시험기로 시험할 때에는, 각종 계기와 보호계전기들의 올바른 성능평가와 정확한 동작상태 시험이 이루어지지 못하였다. 따라서 신뢰성 있는 정밀측정과 아울러 운영·관리·시험하기에 편리한 사용자 편의성 제공이 요구되었다[1,2].

본 논문에서는, 종래의 배전반 회로시험기의 단점을 보완·개선시키기 위해서, 현장으로부터 수집된 실제용 신호와 사용자 정의 테스트 파형을 시험 할 수 있도록 특정 파형 발생 프로그램 모듈을 개발하고, 각종 전기신호의 그래픽관리 모니터링을 할 수 있는 데이터베이스 모듈을 개발하였다[3,4]. 아울러 Target 계측기와와의 I/O 접점의 통신 및 원격 제어를 지원하는 모듈을 개발하였고, 디지털 필터링에 의한 전압, 전류, 주파수, 역률, 유/무효전력 등의 정밀한 연산 기능모듈이 구비된 사용자 인터페이스 디지털 회로 시험방식의 모니터링 프로그램을 개발·구현하였다.

2. 본 론

2.1 디지털 필터링과 페이저 연산

주기 신호 z(t)의 2π 주기 동안의 실효치는 식(1)을 이용하여 구할 수 있다. 샘플링된 이산신호 z<sub>k</sub>에 대한 실효치는 식(2)를 이용하여 계산할 수 있다.

$$Z_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} z^2 dt} \tag{1}$$

$$Z_{RMS_i} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{r=0}^{N-1} z_{k-r}^2} \tag{2}$$

복소수 페이저의 실수부와 허수부는 식(3)으로 계산되고, 위상각은 식(4)으로 계산된다.

$$Z_{r_i} = \frac{2}{N} \sum_{r=0}^{N-1} z_{k-r} \cos \frac{2\pi r}{N} \tag{3}$$

$$Z_{i_i} = \frac{2}{N} \sum_{r=0}^{N-1} z_{k-r} \sin \frac{2\pi r}{N}$$

$$\theta = \tan^{-1} \left( \frac{Z_{i_i}}{Z_{r_i}} \right) \tag{4}$$

2.2 역률과 유효 및 무효전력 연산

전압과 전류가 θ의 상차를 가지는 경우, 평균전력은 식(5)가 된다.

$$P = VI \cos \theta \tag{5}$$

단, θ = θ<sub>v</sub> - θ<sub>i</sub>

저항 회로의 전력계산에서는 전압과 전류를 곱하기만 하면 되지만 교류회로의 전력계산에서는 전류, 전압이 동상인 경우를 제외하고는 전압, 전류의 실효치에 식(6) 역률(pf) cos θ를 곱해야 한다.

$$pf = \cos \theta = \frac{P}{VI} \tag{6}$$

또한, VIcos θ [W], VI sin θ [Var]를 각각 유효전력(평균전력)P, 무효전력 Q 라고 한다.

2.3 모니터링 시스템 소프트웨어 구성

본 논문에서는, 회로시험기로 각종 계기(전압계, 전류계, 역률계, 무효전력계, 전력계)와 보호계전기들의 성능이 정확하게 평가되고 동작상태가 확인될 수 있도록 모니터링 시스템 소프트웨어를 작성하였다. 특히, 사용자가 시험하고 운영관리가 용이하도록 Visual C++ 언어를 이용하여 사용자 인터페이스 모니터링 프로그램을 개발함으로써 배전반 회로시험기의 신뢰성 향상과 아

올러 사용자의 편리성 제공과 생산성 향상, 제품의 경쟁력을 도모하도록 하였다. 여러 가지 고장현상에 대한 전압, 전류에 따른 고조파 합성과 크기, 위상각 등을 임의로 설정하여 계기와 보호 계전기의 사용자 정의 테스트 파형을 시험 할 수 있도록 특정 파형 발생 프로그램 모듈을 개발하였다. 또한 각종 전기신호의 입출력 파형에 대한 그래픽관리 모니터링 기능을 제공하고, 통신포트를 이용한 회로시험기와 원격 제어를 지원한다. 아울러 디지털 신호처리기법에 전압, 전류, 전력, 역률, 유/무효전력 등의 정밀한 연산 기능이 구비된 사용자 인터페이스 모니터링을 할 수 있도록 윈도우즈 기반 응용 프로그램을 개발하였다. 이와 같은 회로시험기용 모니터링시스템 소프트웨어의 구성은 그림 1과 같다.

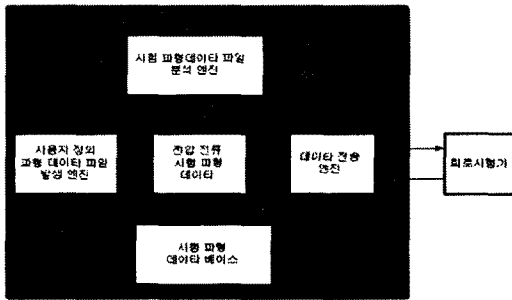


그림 1 모니터링 시스템 소프트웨어의 구성도

## 2.4 데이터분석 엔진

데이터 분석엔진 알고리즘은 특정형태의 파형 데이터와 다양한 형태의 계전기 입력에 알맞은 전압, 전류신호에 대한 FFT(DFT) 주파수 분석, 실효치 연산, 위상각과 역률, 유효전력과 무효전력을 계산하여 그래픽 형식의 창으로 사용자가 쉽게 분석 할 수 있도록 인터페이스를 제공한다. 그림 2는 데이터분석 엔진의 흐름도이다.

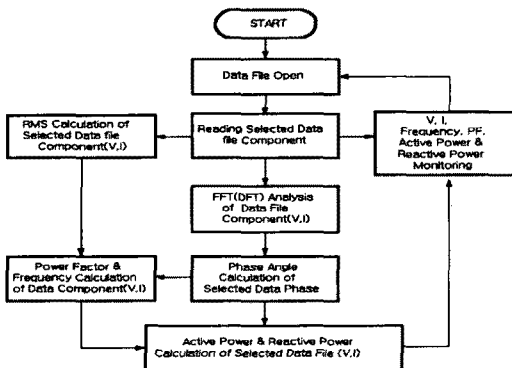


그림 2 데이터분석 엔진의 흐름도

## 2.5 모니터링 시스템 소프트웨어

### 2.5.1 소프트웨어 실행 화면

윈도우즈 기반 모니터링 소프트웨어는 Windows 환경에서 구동 될 수 있도록 MS Windows 기반의 GUI형식의 프로그램으로 개발하였다. 본 프로그램은 폼 뷰(Form View) 형식의 GUI환경으로 구현되었기 때문에 일반적인 Windows 응용 프로그램을 다룰 수 있는 사

용자라면 전력공학이나 디지털 신호처리의 상식 없이도 쉽게 구현하고 사용할 수 있도록 편리한 인터페이스를 제공하고 있다.

주 화면은 특정 테스트 데이터를 분석하고 데이터 베이스 파일에 저장되어 있는 전력시험용 데이터를 GUI 환경의 사용자 선택에 의하여 쉽게 그래프 형식으로 볼 수 있는 환경을 제공한다.

### 2.5.2 입출력 파형의 그래픽 모니터링 화면

그림 4는 입출력 파형의 그래픽 모니터링 화면이다. 좌측상단에 시험 데이터 파일인 dat파일을 사용자가 선택하면, 선택된 파일의 이름과 데이터 파일이 표시되어 있는 전류, 전압등 데이터 구성성분을 ListBox 형식의 창으로 제공함으로써 데이터 파일의 분석이나 사용자 조작이 유연하도록 구현하였다. 또한 우측 상단의 그래픽 창을 통하여 사용자가 선택한 데이터를 그림 형식으로 제공하며, 하단은 관심 대상 파형에 대한 분석창의 실행화면으로서 여기서는, C상 전압파형에 대하여 분석한 화면이다. 시간에 따라 전 대역 및 지역별로 샘플링 데이터의 실효치와 피크치, 주파수분석 고조파성분을 이동 윈도우로 제공한다.

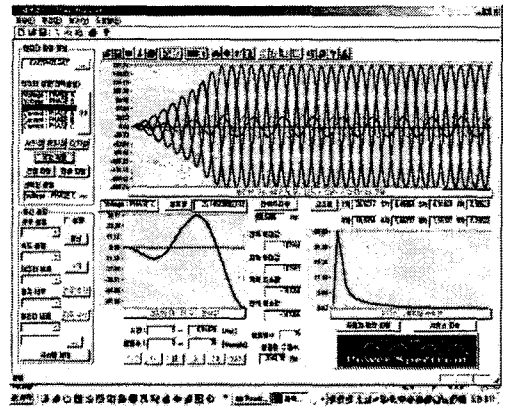


그림 3 입출력 파형의 그래픽 모니터링 화면

데이터를 그림형식으로 제공하는 창은 사용자가 선택한 모든 데이터를 적절하게 그림형식으로 표현하며 사용자 정의 메뉴를 이용하여 다양한 각도로 그림형식의 데이터를 분석 할 수 있다. 예를 들면 현 상태의 데이터 그래프를 출력하거나, 특정 부분을 확대, 축소할 수 있으며, 그래픽형식의 그림파일만을 데이터 형식의 파일과 그림형식의 파일로 저장할 수 있는 기능을 제공한다.

### 2.5.3 사용자 정의 특정신호 발생 다이얼로그 모듈

디지털 모니터링 소프트웨어에는 계통 시뮬레이션 엔진으로부터 발생된 시뮬레이션 데이터 이외에 사용자가 정의하거나 작성한 특정 계통 시뮬레이션 데이터를 제작할 수 있는 사용자 정의 파형 인터페이스를 제공하고 있다. 그림 4는 사용자 정의 파형 발생 다이얼로그 박스이다. 그림에서 보는 바와 같이 3상 전류, 전압 성분을 발생 할 수 있으며, 기본파의 제7차 고조파 성분까지 사용자의 정의로 파형을 발생시킬 수 있다. 기본파의 주파수와 샘플링 수, 주기수 등을 사용자의 편의에 의하여 조작할 수 있도록 하였다. 또한 각 상별 위상을 조작할 수 있는 편집 창을 설정하였으며, 사용자에게 의하여 정의된 파형의 변화를 그래프형식의 창을 통하여 실시간으로 확인할 수 있다. 그리고 사용자에게 의하여 정의된 시뮬레이션 파형은 사용자가 선택한 형식의 파일로 저장될 수 있다.

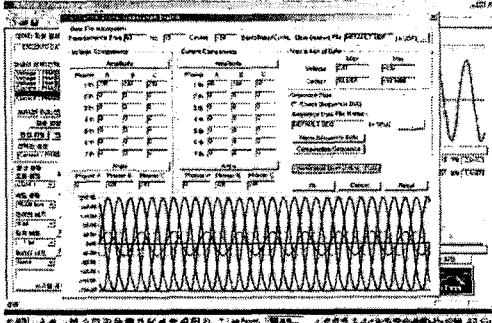
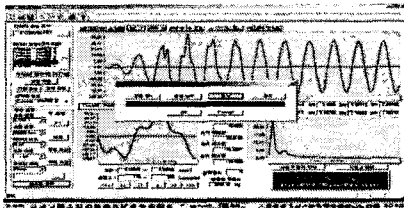


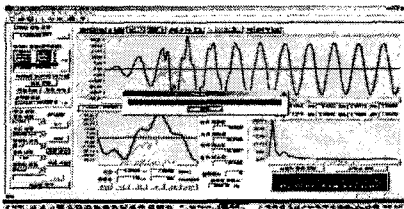
그림 4 사용자정의 특징신호 발생 다이얼로그 박스

#### 2.5.4 통신포트 사용자 설정 및 전송 모듈

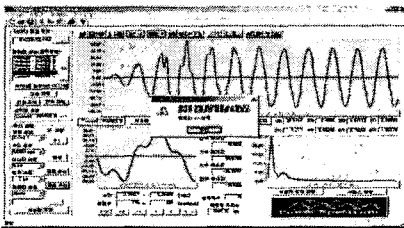
이 소프트웨어의 궁극적인 목적은 계통 시뮬레이션 데이터나 사용자 정의 데이터를 회로시험기에 데이터를 전송하여 실제 계통상의 현상을 모의하여 미터링 계기와 계전기의 성능을 테스트하고 검증하는데 있다. 그림 5는 사용자정의에 의하여 직렬통신포트를 설정하는 다이얼로그 박스 인터페이스이다. 하드웨어와 연결하기 위하여 기본 직렬 통신포트 설정외에 타 기기 혹은 컴퓨터와의 직렬 통신을 위하여 사용자 정의 직렬 포트 설정 인터페이스를 구비하였다. 따라서 직렬 포트로 통신할 수 있는 모든 기기를 사용자 정의 직렬 포트 설정으로 서로 연계할 수 있어 타 기기와 시스템과의 호환성을 유지하였으며, 회로시험기의 동작 상황을 외부에서도 감시, 확인 할 수 있도록 하였다.



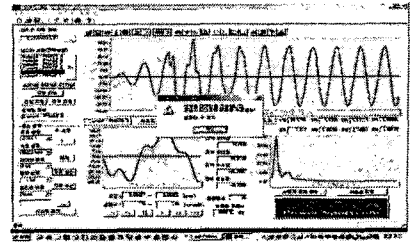
(a) 포트설정과 Panel Control



(b) Communication Process



(c) 데이터 수신



(d) 데이터 전송

그림 5 통신포트 사용자 설정 및 제어 다이얼로그 박스

#### 2.5.5 디지털기법에 의한 전기량 정밀계측기능

윈도즈 기반 디지털 모니터링 소프트웨어는 파형 데이터 파일인 dat 파일을 변환하여 이를 분석하는 GUI환경을 제공한다. 그림 6은 시험데이터 파일인 dat파일을 분석하기 위한 데이터 분석 다이얼로그 박스이다. 데이터 분석 GUI환경은 사용자가 시험데이터 파일을 선택하여 분석할 수 있는 인터페이스를 제공한다.

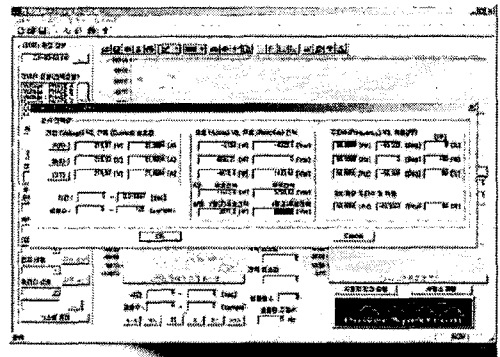


그림 6 디지털기법에 의한 전기량 정밀계측기능

### 3. 결 론

본 논문에서는 윈도즈환경에서 구동 될 수 있도록 MS 윈도즈 기반 GUI형식의 프로그램을 개발하였다. 모니터링 시스템 프로그램은 폼 뷰 형식의 GUI환경으로 구현되어 일반적인 윈도즈 응용 프로그램을 다룰 수 있는 사용자라면 전력공학이나 디지털 신호처리의 상식 없이도 쉽게 다룰 수 있는 편리한 인터페이스를 제공하도록 하였다. 본 배전반 회로시험기용 프로그램은 컴퓨터와 연계하여 배전반을 효과적인 모니터링 하면서 시험 할 수 있도록 배전반 제작현장이나 계기류 생산공장의 품질 성능시험에 적용하여 측정 자동화에 활용할 수 있을 것이다.

#### [참 고 문헌]

- (1) 박철원, 신명철, "PC인터페이스에 의한 디지털 계전기 시험기", 대한전기학회 논문지, 49A권 11호, pp. 536~541, 2000.
- (2) 박철원, 신명철, 정호성 외, "DSP를 이용한 디지털 보호계전기의 시뮬레이터에 관한 연구", 대한전기학회 2001년도 하계학술대회 논문집A, pp. 237~239, 2001.
- (3) Paul M. Embree, Damon Danielli, al., "C++ Algorithm for Digital Signal Processing", 2 Edition Prentice Hall, 1999.
- (4) Jeff Prosise, "Programming Windows with MFC - Second Edition", Microsoft Press, 1999.