

## 효성 IED를 위한 통합형 파형 분석 툴 개발

김성식\*, 이준철, 최대희, 최인선  
(주)효성, 종공업연구소

### Development of An Unified Wave Analyzer for the HYOSUNG Intelligent Electronic Devices

Sung-Sik Kim, Jun-Chol Lee, Dae-Hee Choi, In-Sun Choi  
HYOSUNG Corporation, Power & Industrial R&D Center

**Abstract** - 본 논문에서는 당사에서 개발한 Digital Relay 및 Meter와 같은 IED들의 고장/이벤트 파형을 분석하는 툴인 Wave Analyzer를 소개한다. 기존 당사 파형 분석 툴들은 각기 하나의 IED에 대해서만 적용 가능하다. 그러나 Wave Analyzer는 당사의 모든 IED에 대해 적용 가능하도록 통합형으로 개발하였다. 또한 고조파 분석, 벡터 다이어그램 등 파형 분석에 필요한 다양한 기능을 제공한다.

Wave Analyzer는 다양한 기능을 가지고 있으며 모든 IED에 적용할 수 있어 당사 IED를 사용하는 사용자들에게 보다 편리함과 유용함을 제공할 것이다.

## 1. 서 론

산업이 발달함에 따라 전기에너지에 대한 의존도가 높아지고 있으며 전력의 안정적인 공급과 전기 품질의 향상에 대한 요구가 급증하고 있다. 이에 따라 과거 아날로그 방식의 Relay와 Meter 대신 고성능 디지털의 Digital Relay와 Meter가 일반화되고 있으며 이를 IED(Intelligent Electronic Device)들은 파형 저장기능을 가지고 있어서 계통 사고나 전기 품질 이상 발생시 자동으로 파형을 저장하여 사고 분석 및 전기 품질 분석에 이용할 수 있도록 하고 있으며 이러한 저장 파형을 분석할 수 있는 툴을 함께 제공하고 있다.

당사에서 개발한 IED들에 대해서도 이러한 파형 분석 툴이 제공되고 있으나 기존에는 각 IED마다 서로 다른 분석 툴을 제공하여 왔다. 이렇게 파형 분석 툴이 하나로 통일되지 못하여 발생하는 사용자들의 불편함을 해결하고 좀 더 다양한 분석 기능을 제공하기 위하여 통합형 분석 툴인 Wave Analyzer를 개발하였으며 당사에서 개발한 모든 IED에 적용할 수 있도록 하였다.

## 2. 본 론

### 2.1 Wave Analyzer 구성

효성 IED의 파형 분석을 위한 Wave Analyzer는 실행파일인 Wave Analyzer.exe와 각 IED를 위한 dll로 구성된다. 각각의 dll은 하나 혹은 몇 개의 IED를 담당하도록 하여 새로운 IED를 개발할 경우 dll만 추가하면 되도록 하였다. 현재 당사에서 개발된 IED 중 고장이나 이벤트 파형을 저장하는 기능을 가진 것은 HPR Series, ProPAC-II Series, ProTAC-Q1 등이 있으며 Wave Analyzer는 이러한 모든 IED에 대한 dll을 링크하고 있으며 Wave Analyzer 실행 화면에서 IED를 선택할 수 있다.

Wave Analyzer의 화면 구조는 그림 1과 같다. Wave Analyzer는 사용자가 사용하기 편리하도록 직관적이고 다양한 UI를 구현하였으며 파형 분석에 필요한 다양한 기능을 제공하도록 하였다.

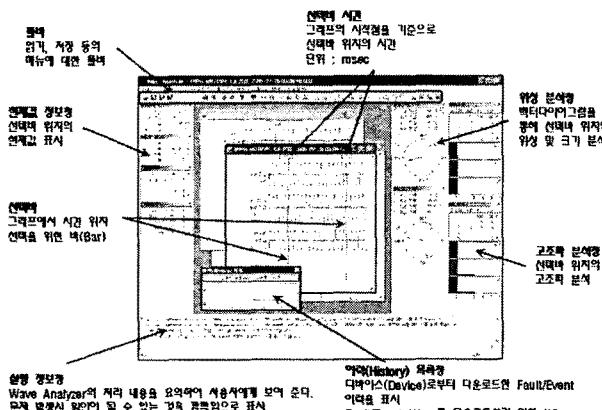


그림 1 Wave Analyzer 화면 구조

### 2.2 Wave Analyzer 기본 기능

Wave Analyzer는 크게 파형 다운로드, 파형을 파일로 저장, 파일로부터 저장 파형 읽기, 인쇄 등의 기본 기능과 고장/이벤트 파형 분석 기능을 가지고 있다. 또한 Information창을 이용하여 Wave Analyzer의 동작 이력을 요약하여 보여 주며 문제 발생시 원인이 될 수 있는 사항들을 알려 줌으로써 사용자의 편리를 도모하였다.

#### 2.2.1 파형 다운로드

Wave Analyzer는 IED에 저장되어 있는 고장/이벤트 파형을 분석하기 위하여 IED 전면에 있는 RS232 Serial 통신 포트를 통해 파형을 다운로드한다. Wave Analyzer는 고장/이벤트 이력을 먼저 수신하여 IED에 저장되어 있는 고장/이벤트 파형 중 원하는 파형을 선택하여 다운로드 할 수 있도록 하였다. 그리고 IED로부터 파형을 다운로드할 때 주로 노트북을 사용하는 데 최근에 사용되는 노트북 중 대부분은 Serial 통신 포트 구성이 일정하지 않기 때문에 Wave Analyzer는 PC나 노트북의 Serial 통신 포트를 검색하여 사용자가 사용 가능한 포트를 선택할 수 있도록 하였다.

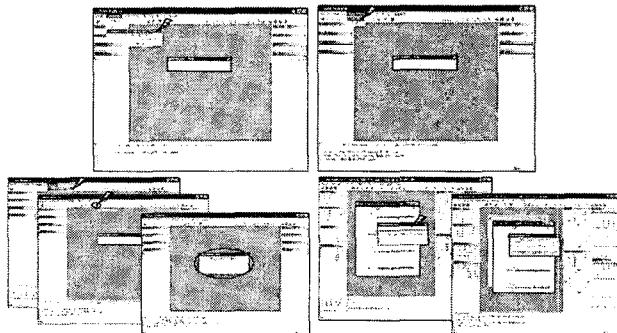


그림 2 고장/이벤트 파형 다운로드 과정

#### 2.2.2 파일 저장/열기

Wave Analyzer를 이용해 IED로부터 다운로드한 파형은 다음과 같이 세 가지 종류의 확장자로 구별되는 파일로 저장할 수 있으며 Wave Analyzer는 WAD 파일 형식만 읽어 들일 수 있다.

① WAD 파일 : Wave Analyzer의 기본 저장 파일형식으로 데이터는 이진파일로 되어 있어 Wave Analyzer에서만 읽어 들일 수 있으며 또한 Wave Analyzer가 읽어 들일 수 있는 유일한 파일 형식이다. 따라서 파형을 다시 읽어 들여 분석하고자 할 때는 반드시 WAD 형식으로 저장하여야 한다.

② COMTRADE 파일 : IEEE Std C37.111.1999 표준 포맷으로 파형 시뮬레이션을 위한 기기에서 사용할 수 있으며 Wave Analyzer에서는 저장만 가능하고 읽어 들일 수는 없다.

③ CSV 파일 : 쉼표(,)를 이용하여 데이터를 구분하는 표준 포맷으로 MS Office Excel과 같은 프로그램에서 파일을 읽어 들여 그려파 등을 그려 파형을 분석하고자 할 때 사용할 수 있으며 Wave Analyzer에서는 저장만 가능하고 읽어 들일 수는 없다.

#### 2.2.3 파형 인쇄

Wave Analyzer는 분석중인 파형을 프린터로 출력하기 위하여 파형 그래프를 일정한 규칙에 맞게 여러 페이지로 나누어 인쇄하거나 한 페이지에 모든 그래프를 다 인쇄하는 두 가지 방법 중 하나를 선택하여 사용할 수 있도록 하였다. 또한 인쇄 미리보기를 지원하여 사용자가 인쇄 내용을 미리 확인할 수 있도록 하였다.

### 2.3 Wave Analyzer 파형 분석 기능

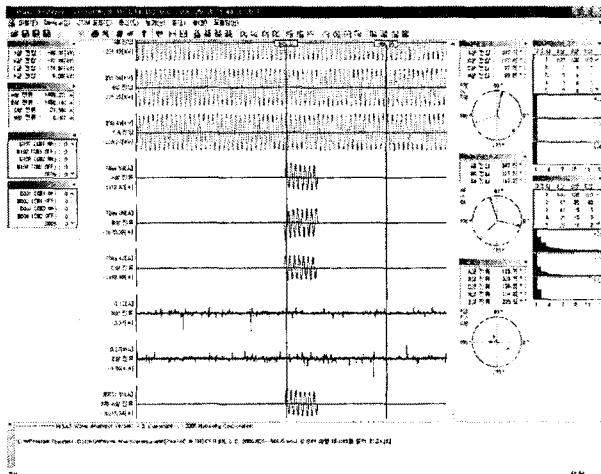
고장/이벤트 파형에 저장되어 있는 데이터는 전압/전류와 같은 Analog 데이터와 DI/DO/Flag와 같은 Discrete 데이터가 있다. Wave Analyzer는 그래프 분석, 벡터도 분석, 고조파 성분 분석을 이용하여 이러한 고장/이벤트 파형을 분석할 수 있도록 하였다.

### 2.3.1 그래프 분석

Wave Analyzer는 고장/이벤트 파형을 분석하기 위하여 기본적으로 시간에 따른 파형의 변화를 그래프 형식으로 나타낸다. 디지털 계전기의 경우 CT/PT 2차단, 즉 계통의 실제 전압/전류가 아니라 계전기로 들어오는 변환된 전압/전류의 실효값을 이용하여 계전 요소를 설정하기 때문에 실제 고장이나 이벤트가 발생했을 경우 계통의 전압/전류뿐만 아니라 CT/PT 2차단 전압/전류도 분석할 필요가 있다. 따라서 Wave Analyzer는 고장/이벤트 파형에 대하여 CT/PT 1차단 순시값, CT/PT 1차단 실효값, CT/PT 2차단 순시값, CT/PT 2차단 실효값의 4가지 그래프를 모두 표시하도록 하였다. 또한 그래프에는 두개의 선택바가 있어서 마우스를 이용하여 이 선택바를 시간축을 따라 움직임으로써 특정 시각의 그래프 값을 현재값 정보창을 이용하여 표시하도록 하였다. 그럼 3은 실제 고장 파형 분석화면으로 CT/PT 1차단 순시값을 표시하였다.

Analog 데이터의 Y축에는 그래프에서의 최대값과 최소값을 표시하였으며, 선택바를 이동하면 선택바가 위치한 시각이 선택바 위의 시각표시상자에 나타나도록 하였다. 또한 시간축에 대하여 두 개의 선택바를 이용한 줌인이 가능하도록 하여 특정 시간대를 보다 자세하게 표시하고 분석할 수 있도록 하였다.

시간을 기준으로 나타낸 파형 그래프를 통하여 사용자는 어떠한 고장이 어느 순간에 발생하였는지 알 수 있으며 고장이 지속된 시간과 고장이 종료된 혹은 차단기가 동작한 시간을 분석할 수 있을 것이다.



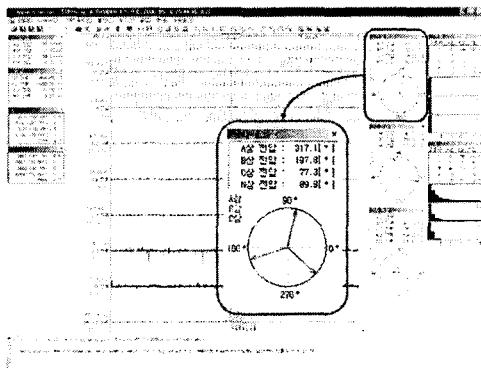
〈그림 3〉 실제 고장 파형 분석 화면

### 2.3.2 벡터도 분석

Wave Analyzer는 전압/전류의 벡터도를 사용하여 고장/이벤트 파형의 실효값 크기와 위상 변화를 분석할 수 있다. 그래프 창에 있는 선택바를 시간축을 따라 이동시키면 선택바가 위치한 시각의 전압/전류가 벡터도로 표시됨과 동시에 위상이 Degree 값으로 표시된다. 벡터도는 A, B, C상만을 표시하도록 하였으며 각각 붉은색, 녹색, 파랑색으로 표시하였다. 벡터도에서 각 상의 화살표 크기는 전압/전류의 실효값의 최대값을 기준(위의 반지름)으로 그 크기 비율을 나타낸다.

벡터도의 위상은 기본적으로 선택바가 위치한 시각에서의 각 상의 절대위상을 표시하고 있으며, 메뉴의 위상 기준을 선택함으로써 전압 A, B, C 상을 기준으로 한 상태 위상을 표시할 수도 있다.

벡터도 분석을 통해 사용자는 전압/전류의 각 상의 위상 변화와 각 상 사이의 위상차 변화 그리고 전압과 전류 사이의 위상차와 그 변화를 분석할 수 있을 것이다.



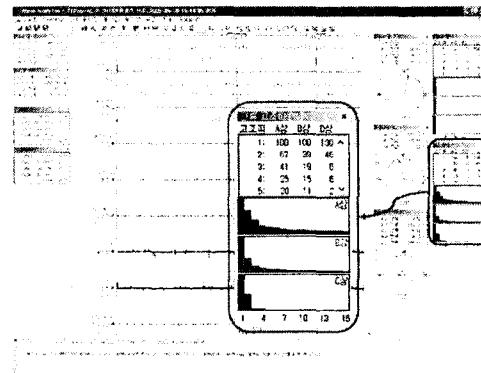
〈그림 4〉 벡터도 분석

### 2.3.3 고조파 성분 분석

Wave Analyzer는 고장/이벤트 파형의 전압/전류에 대해 분석 가능한 모든 고조파 성분을 막대그래프 형식과 숫자로 표시하도록 하였다. 그래프 창에 있는 선택바를 시간축을 따라 이동시키면 선택바가 위치한 시각의 전압/전류의 고조파 성분이 막대그래프로 표시되며 이와 동시에 숫자로 표시되어 정확한 값을 알 수 있도록 하였다.

벡터도와 마찬가지로 고조파 그래프도 A, B, C상만을 표시하도록 하였으며 각각 붉은색, 녹색, 파랑색으로 표시하였다. 또한 고조파 그래프는 각 상의 고조파 성분 중 제일 큰 값을 기준으로 그 비를 표시하도록 하였다.

고조파 분석을 통해 사용자는 파형의 쪼그라짐 정도를 정량적으로 분석할 수 있으며 고장시 어떠한 고조파 성분이 주된 영향을 미치게 되는지 분석할 수 있을 것이다.



〈그림 5〉 고조파 성분 분석

## 3. 결 론

본 논문에서는 당사에서 개발한 모든 IED들에 대하여 고장/이벤트 파형을 분석할 수 있는 툴인 Wave Analyzer에 대하여 소개하였다. Wave Analyzer는 기존의 각 IED마다 개별적으로 존재하던 분석 툴의 불편함을 해결하였으며 다양한 분석 기능을 제공함으로써 사용자로 하여금 다음과 같은 분석이 가능하도록 하였다.

- ① 고장이 발생한 시각
- ② 고장이 지속된 시간과 종료 혹은 차단기가 동작한 시간
- ③ 전압/전류 각 상의 위상 변화와 각 상 사이의 위상차 변화
- ④ 전압과 전류 사이의 위상차와 그 변화
- ⑤ 파형의 쪼그라짐의 정도
- ⑥ 고장시 주된 영향을 미친 고조파 성분

또한 다양한 형식의 파일로 고장/이벤트 파형을 저장할 수 있도록 하여 좀더 세밀한 분석과 보고서 작성이 편리하도록 하였으며, 사용자가 사용하기 편하도록 Wave Analyzer의 UI를 최대한 쉽게 구현하였다.

그리고 실행 파일인 Wave Analyzer.exe에서 각 IED들을 위한 dll을 링크하여 실행되도록 하여 이후에 개발되는 모든 IED들에 대해서도 dll만 제작하여 추가함으로써 Wave Analyzer의 확장성을 확보하였다.

## 참 고 문 헌

- [1] 김성식 외, “부스터펌프 원격관리 시스템 개발”, 2005년도 대한전기학회 하계학술대회 논문집, pp2802~2805, 2005
- [2] 김성식 외, “웹기반 전력관리 시스템”, 2004년도 대한전기학회 하계학술대회 논문집, pp533~536, 2004
- [3] 김성식 외, “디지털 전력관리 시스템의 개발과 적용”, 2004년 전력계통 보호 제어연구회 학술 및 기술발표회 논문집, pp7~14, 2004
- [4] 최대희 외, “변전소 자동화 시스템의 발전 추이와 미래”, 2003년도 대한전기학회 하계학술대회 논문집, pp531~533, 2003
- [5] 최영준 외, “WEB 기반 변전설비 원격 감시/진단 시스템 개발”, 2002년도 대한전기학회 전력기술부문회 주제학술대회 논문집, pp183~186
- [6] 양항준 외, “초고압 변전기기의 예방진단 및 종합 자동화”, 2001년도 대한전기학회 전력기술부문회 춘계학술대회 논문집, pp275~277, 2001