

# 임베디드 프로세서를 이용한 계통 보호 IED 설계

## Power system protection IED design using an embedded processor

윤기돈\*, 손영익\*\*, 김갑일\*\*\*  
(Ki-Don Yoon, Young-Ik Son, Kab-Il Kim)

**Abstract** - In the past time, the protection relay did only a protection function. Currently, its upgraded device i.e. IED (Intelligent Electric Device) has been designed to protect, control, and monitor the whole power system automatically. Also the device is desired to successfully measure important elements of the power system. This paper considers design method of a digital protection IED with a function of measuring various elements and a communication function. The protection IED is composed of the specific function modules that are signal process module, communication module, input/output module and main control module. A signal process module use a DSP processor for analysis of input signal. Main control module use a embedded processor, Xscale, that has an ARM Core. The communication protocol uses IEC61850 protocol that becomes standard in the future. The protection IED is able to process mass information with high-performance processor. As each function module is designed individually, the reliability of the device can be enhanced.

**Key Words** : 전력 계통, 보호 IED, 임베디드 시스템, Xscale, DSP

### 1. 서론

현재 전력계통 보호 IED는 보호기능 만을 하던 과거와는 달리 계통 전체를 자동으로 보호, 제어, 감시, 계측하는 '전력설비의 종합 자동화'를 목표로 한다.[1][4] 지금 사용되고 있는 보호 IED는 각 제작사와 개발자에 따라 동일 기능도 서로 다른 S/W구조와 데이터 구조, H/W 구조를 가지며 서로 다르게 제작되고 있어 통합 시스템 구축이 어렵고, 통신 기술의 제약으로 상호 데이터의 교환을 고려하지 않는 지역적 개념에 의존하여 보호기능을 수행함으로써 한계성을 가지고 있다. 보호 IED의 목적은 안전의 확보, 기기손상의 방지, 안전운전의 유지, 공급신뢰도의 확보 등이며 보호계전장치의 역할은 전력계통에 발생하는 고장의 제거, 고장파급의 방지와 고장복구의 신속화이다. 이렇듯 보호 IED의 가장 중요한 기능은 '전력설비의 보호'라 할 수 있다. 이러한 목적 달성을 위해서는 신뢰성, 선택성, 동작속도 그리고 경제성과 확장성 모두를 고려하여 설계해야한다. 본 논문에서는 신뢰할 수 있으며 유연성 있는 다기능의 보호 IED를 설계하려 한다. 보호 IED는 전체 동작을 제어할 수 있도록 고성능의 임베디드 프로세서인 Xscale과 신호처리를 담당하는 DSP 프로세서를 사용한다. 또한 다른 장치와 정보교환을 위한 통신포

트, 그리고 정보를 표시할 수 있는 대형 LCD를 사용한다. 먼저 설계할 보호 IED의 전체 구성에 대해 알아보고 각 부분별 기능과 설계에 대해 논한다.

### 2. 본론

보호 IED는 가장 중요한 기능인 보호를 위해 다양한 보호 요소의 계측과 차단기들의 정보를 얻을 수 있는 입출력 부분과 현재의 상태를 보여줄 수 있는 표시기능을 가지며 그 외 통신기능 및 다양한 보호 요소 계측을 위한 설정값들의 변경이 소프트웨어적으로 가능하도록 하여야 한다.

#### 2.1 보호 IED의 전체구성

보호 IED는 CT와 PT로부터 전력선의 전류와 전압을 측정하여 프로세서가 처리할 수 있는 디지털 데이터로 변환을 하는 아날로그 입력부(Analog Input Unit)와 보호 IED에 연결된 차단기의 상태의 확인과 사고발생시 동작신호를 출력하는 디지털 입출력부(Digital Input/Output Unit)가 있다. 보호 IED의 중요한 부분으로서 전류, 전압 데이터를 통해 정보를 얻을 수 있도록 처리하는 신호처리부(Signal Processing Unit)와 보호 IED 전체 동작을 제어하는 주 제어부(Main Control Unit)로 구성된다. 또한 상위 기기 및 다른 보호 IED와의 통신을 위한 통신부(Communication Unit) 그리고 현재 상태 등을 표시해주는 표시부(Display Unit)로 구성된다. 그림 1은 보호 IED의 전체 구성도이다.

저자 소개

- \* 윤 기 돈 : 명지대학교 전기공학과 석사과정
- \*\* 손 영 익 : 명지대학교 전기공학과 교수
- \*\*\*김 갑 일 : 명지대학교 전기공학과 교수

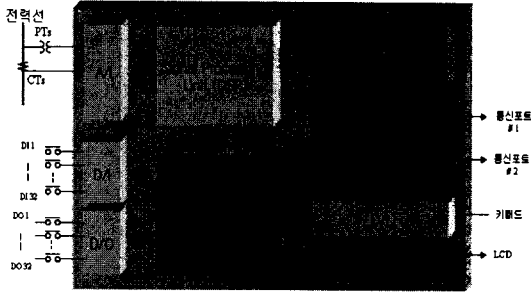


그림 1 보호 IED의 전체 구성

## 2.2 주제어부 (Main Control Unit)

주제어부는 보호 IED 전체를 제어하는 부분으로서 신호처리부로부터 입력된 정보를 바탕으로 보호 알고리즘을 적용하여 계통에 이상이 감지되었을 때 계통보호를 위한 차단기를 동작시킬 수 있도록 디지털 출력을 제어하며 외부기기와의 통신기능 제어와 표시장치에 출력할 데이터 처리와 키입력 장치로부터 입력받은 데이터를 처리한다. 주제어부는 보호 IED 전체를 제어하여 신뢰성을 보장하며 안전한 전력을 공급하여야하기 때문에 보호 IED의 성능을 결정짓는 중요한 부분이라 할 수 있다. 주제어부의 프로세서로는 고성능의 프로세서인 Intel Xscale PXA-250을 사용한다.[5] 다음은 논문에서 사용하는 Xscale 프로세서의 사양이다.

PXA250은 ARM 기반에 Intel의 Architecture를 첨가한 구조로 기존의 ARM과 호환성이 있다.

- ARM™ Version 5TE ISA compliant.
- ARM Thumb Instruction Support
- ARM DSP Enhanced Instructions
- Low power consumption and high performance
- Intel Media Processing Technology
- Enhanced 16-bit Multiply
- 40-bit Accumulator
- 32-KByte Instruction Cache
- 32-KByte Data Cache
- 2-KByte Mini Data Cache
- 2-KByte Mini Instruction Cache
- Instruction and Data Memory Management Units
- Branch Target Buffer
- Debug Capability via JTAG Port

## 2.3 신호처리부 (Signal Processing Unit)

보호 IED의 기본인 보호기능을 위하여 아날로그 입력부로부터 입력받은 전류, 전압 데이터를 처리하기 위한 부분이다. 계통의 이상상황을 빠르고 정확하게 감지하는 것이 필수

적이므로 빠른 데이터 처리를 위해 DSP 프로세서 TMS320C6416를 사용하였다.[6] 다음은 논문에서 사용하는 DSP 프로세서의 사양이다.

- Excellent Performance Digital Signal Processor
- L1/L2 Memory Architecture
- Enhanced Direct-Memory-Access(EDMA) Controller
- 32-Bit External Memory Interface(EMIF)
- 16-Bit Host-Port Interface(HPI)
- Two Multichannel Buffered Serial Ports
- Two 32-Bit General-Purpose Timers
- Flexible Phase-Locked-Loop (PLL) Clock Generator
- A Dedicated General-Purpose Input/Output Module
- IEEE-1149.1(JTAG) Boundary-Scan-Compatible

## 2.4 입출력부 (Input Output Unit)

### 아날로그입력 (Analog Input)

아날로그 입력부에서는 외부 센서(CT, PT)로부터 전류와 전압 값을 입력받아 이를 신호처리 프로세서가 처리할 수 있는 디지털 값으로 변환(A/D 변환)을 하게 된다. 입력신호는 사고를 감지하는 것으로 정확성이 요구되는 중요한 부분이다. 그래서 입력 신호의 노이즈를 제거하여 깨끗한 신호를 처리할 수 있도록 필터를 설계하여야 하며 고 분해능의 A/D 컨버터를 이용하여 데이터 변환이 이루어질 수 있도록 설계하여야 한다.

### 디지털입출력 (Digital Input/Output)

디지털 입출력 부는 사고 발생시 전송로의 개폐를 담당하는 차단기의 현재 상태를 확인하고 동작명령을 출력시키는 기능을 한다. 또한 별도의 키 입력을 받을 수 있도록 하여 보호 IED의 동작을 위한 설정값인 정정치 및 CT/PT의 비, 통신기능 등의 설정과 차단기 수동 동작 기능을 수행할 수 있다.

### 표시 (Display)

표시부는 현재의 계측한 값들을 표시하거나 사고 발생시 저장된 데이터를 사용자에게 대형 LCD에 표시하여 줌으로써 전력계통의 상태를 확인하고 분석할 수 있도록 해준다. 표시 내용으로는 전압, 전류의 크기 및 파형, 유효/무효 전력 그리고 주파수 등의 순시값들과 정정치, CT/PT비, 시간정보, 통신정보와 디지털 입출력 상태 등 보호 IED로 들어오는 모든 정보를 표시해준다.

## 2.5 통신부 (Communication Unit)

하나의 보호 IED의 정보뿐만 아니라 각 지역적으로 설치되어있는 다른 보호 IED로부터의 정보를 이용하여 전력계통에 사고가 퍼져나가는 것을 차단함으로써 신뢰성 있는 전력 설비를 건설할 수 있다. 이렇듯 주변의 보호 IED와의 정보

교환은 안전한 전력공급을 위한 매우 중요한 요소가 된다. 정보교환을 위한 보호 IED간의 통신 기능 그리고 모든 보호 IED의 정보를 수집하는 상위 기기와의 통신 기능은 필수적이다. 그림 2는 통신의 개념도이다. 통신을 통해 인접한 지역의 보호 IED와 정보교환을 하고 또한 수집한 정보를 상위기기로 전송을 한다. 상위기기에서는 각 지역에 있는 보호 IED들의 정정치 등을 통신을 통하여 설정함으로써 현재 설치되어 있는 곳을 직접 가서 설정할 필요 없이 통신을 통해 간편하게 수행할 수 있다. 전력설비의 자동화를 위해서는 계통에 설치된 많은 장치들 간의 통신이 자유로워야 하는데 이는 통신프로토콜의 통일이 요구되어 진다. 본 논문에서 설계하는 보호 IED 또한 앞으로 전력설비의 표준이 될 IEC61850 프로토콜을 적용한다.

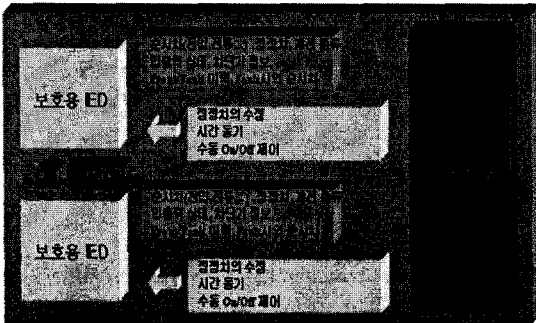


그림 2 통신 개념도

### 3. 결론

본 논문에서는 전력설비의 사고를 정확히 감지하고 신속하게 대응을 하여 사고가 발생하였을 때 사고 지역을 계통으로부터 분리함으로써 피해를 최소화 하는데 필수적인 장치인 보호 IED를 설계하였다. 고성능의 프로세서를 이용한 설계와 각각의 특정기능을 하는 모듈로 구성하여 보호 IED의 동작 신뢰성을 높이고 고장시 고장이 발생한 모듈만을 교체함으로써 유지보수를 위한 비용 절감과 시간을 단축할 수 있다. 신뢰성 있는 다기능의 보호 IED 설계를 통해 안정된 전력계통을 확보할 수 있으며 전력설비의 자동화 및 장치의 국산화에 많은 도움이 되리라 생각된다.

#### 감사의 글

본 연구는 과학기술부 및 한국과학재단의 ERC 프로그램을 통한 지원으로 이루어졌으며 이에 감사드립니다.

### 참 고 문 헌

- [1] 김철환, 여상민, "디지털 계전기와 연구 동향", 대한전기학회지, 11호, 제 50권, pp. 12-17, 2001. 11.
- [2] 백영기, "전력계통 보호계전기술의 현황과 전망", 대한전기학회지, 4호, 제43권, pp. 4-7, 1994. 04.
- [3] 박종근, 강상희, "디지털 보호계전기의 하드웨어와 소프트웨어", 대한전기학회지, 4호 제43권, pp 11-19, 1994. 04.
- [4] (주)효성중공업 연구소 전략팀, "디지털 보호계전기와 변전소 자동화 시스템 개발", 대한전기학회지, 3호, 제50권, pp 40-43, 2001.
- [5] Intel, "PXA-250 Applications Processors", White Paper, February 2002.
- [6] Texas Instruments, "TMS320C6000 Reference Guide", Manual, SPRS088L, May 2004.