

배전자동화를 위한 전력선통신 제어 칩 개발

김영현, 박병석, 최문석, 주성호, 최인지
한국전력공사 전력연구원

Development of SoC Sensor Chip based on PLC technology for Distribution Automation System

Young-Hyun Kim, Byung-Seok Park, Moon-Seok Choi, Sung-Ho Ju
Korea Electric Power Research Institute

ABSTRACT

최근 IT 기술의 발달로 배전자동화 시스템에 많은 통신방식들이 적용되고 있다. 이 중에서 기존 인프라를 사용하는 방식인 전력선통신 기술은 가장 효율적인 통신방식으로 언급되고 있다. 이를 배전자동화 시스템에 적용하기 위해서는 별도의 신호처리 장치와 통신장치가 필요하나, 비용, 설치 및 운영의 불편함으로 확대 적용에 많은 애로점을 가지고 있다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 SoC 기술을 이용 전력선통신을 위한 통신 모듈과 고해상도 아나로그 디지털 변환기, 제어용 신호를 처리하는 전용 디지털 신호처리 장치를 결합, 하나의 칩으로 설계하여 경량, 박막화를 실현하였다. 이로 인해 구성부품이 최소화되면서 개발과정이 단축되고, 성능, 전력 소비면에서 유리하며, 다양한 기능을 구비한 전력선통신기반 제어 시스템을 설계할 수 있다.

1. 서론

전력선통신은 전용(통신)선을 이용하는 것이 아닌 전기를 공급받는 전력선을 이용하여 통신할 수 있는 기술이다. 이 기술을 이용함으로써 전기를 공급받을 수 있는 곳이라면 어디서든 콘센트에 전기 플러그를 꼽아서 전기도 공급받고 통신도 함께 이용할 수 있다. 기존의 유선통신방식처럼 통신선을 따로 설치하지 않아도 되며, 무선으로 통신이 힘든 음영지역(지하, 벽과 같은 장애물이 많은 곳)에서도 통신이 유리하다는 장점을 가지고 있다. 이러한 장점을 토대로 배전자동화 시스템을 구축하기 위한 효과적인 통신방식으로 주목을 받고 있다. 그러나 실제 설치 및 운영을 위해서는 제어 신호를 처리하는 장치와 데이터 전송을 위해 가공 처리하는 별도의 장치들이 필요하여 확대 보급하는 데는 많은 애로점을 갖고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 반도체 SoC 기술을 이용 위에서 언급된 장치를 하나의 칩으로 구현하는 것이 필요하다.

본 논문에서는 배전자동화를 위한 전력선통신 제어 칩 개발에 관하여 알아보기로 한다. 2장에서는 전력선통신 기술에 관한 개괄적인 소개 및 기술의 특징에 관하여 요약하고, 3장에서는 현재 운영중인 배전자동화 시스템에 대해 설명한다. 이를 토대로 4장에서는 배전자동화 시스템을 위한 전력선통신 제어



그림 1 전력선통신의 원리

칩을 제안하기로 한다. 끝으로 5장에서는 본 논문의 결론을 맺는다.

2. 전력선통신 기술

2.1 전력선통신 기술 개요

전력선통신 기술은 별도의 통신 케이블 없이 전국 어디서나 설치되어 있는 전력선을 이용하여 통신 서비스를 제공할 수 있는 기술이며, 원리는 다음과 같다.

그림 1에서 보는 바와 같이 전력을 공급하는 전력선의 전원 파형(60Hz)에 수십 kHz ~ 수십MHz의 고주파 통신신호를 함께 실어서 전송하는 방식으로 전송된 신호는 모뎀 및 고주파 필터를 이용하여 통신신호만을 따로 분리해 통신을 가능하게 하는 기술이다.

속도 및 사용 주파수를 기준으로 저속과 고속으로 구분된다. 저속은 100kHz ~ 450kHz의 주파수 대역을 사용하며, 1Mbps 이하의 속도를 가지는 반면 고속 전력선통신 기술은 1MHz ~ 30MHz의 주파수 대역을 사용하며, 1Mbps 이상의 속도를 갖는다. 또한 사용하는 전압에 따라 고압 전력선통신 기술과 저압 전력선통신 기술로도 구분될 수 있는데, 가정 및 사무실에서 사용하는 110V, 220V 및 380V 등을 저압 전력선통신 기술이라 하며, 10 kV 이상의 전압을 사용하는 전력선통신기술을 고압 전력선통신 기술이라 한다.

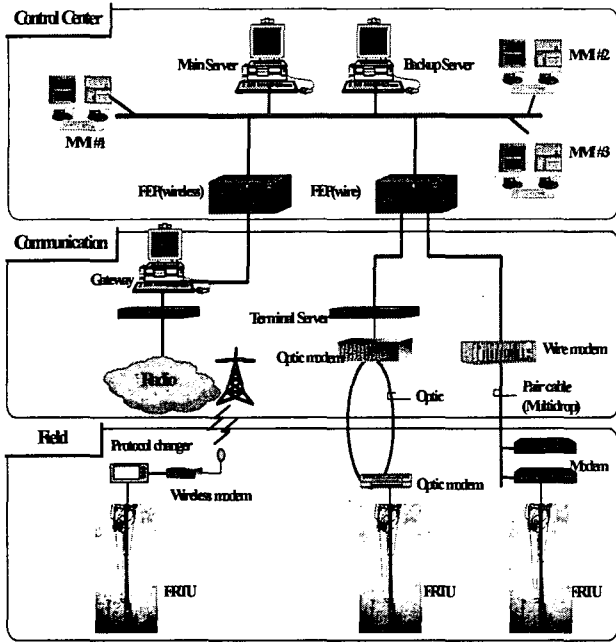


그림 2 배전자동화 시스템 구성도

전력선통신은 기존에 구축된 전력선을 통해서 통신을 하기 때문에 구축 비용이 저렴하고 확장이 용이하다. 특히 타 유선 네트워크 방식과 달리 추가 배선 공사가 없으며, 전력선통신 모델을 이용하여 전기 소켓에 꼽기만 하면 Plug & Play로 네트워크를 구성할 수 있다. 이러한 장점은 기존 통신방식인 DSL과 Cable 통신과의 비교에서도 속도, 비용면에서 우월하며, FTTH와 더불어서 가장 경쟁력이 있는 가입자망 기술로 평가 받고 있다. 또한 유비쿼터스 환경하에서의 설비 정보화용 네트워크로서도 그 활용범위는 확대되고 있다.

2.2 전력선통신 기술의 특성

전력선통신 기술은 위에서 언급하였듯이 설치용이성, 접근성, 속도 및 비용부분에서 경쟁기술에 비하여 여러 장점을 가지고 있다.

전력선은 60Hz의 전원 주파수에 적합하게 제작된 선로이기 때문에 고주파 반송신호 주파수를 사용하는 통신신호는 전송 거리에 따른 신호 감쇄 및 전기 부하기기에 의한 잡음영향을 받게 된다. 또한 전력선통신 채널의 비정형적인 채널 파라미터로 인해 채널 임피던스가 시간에 따라 변화하고 채널 페이딩 현상에 의해 통신성능이 일정하지 않다는 단점이 있다.

3. 배전 자동화 시스템

3.1 배전 자동화 시스템 소개

배전 자동화 시스템은 컴퓨터와 통신기술을 활용하여 원격리에 산재되어 있는 배전선로용 전력설비(개폐장치, 변압기 등)를 현장에 가지 않고 제어실에서 원격 명령으로 운전상태를 감시하고 제어하는 시스템이다. 또한 설비의 고장정보를 수집하

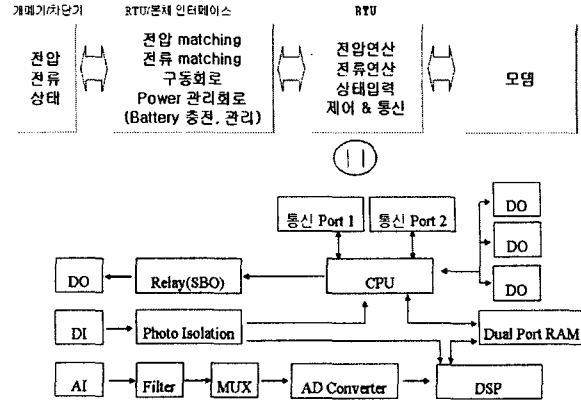


그림 3 개폐기 및 단말장치의 구성도

여 고장구간을 판단, 처리하며 전압과 전류 등 선로운전 정보를 자동으로 수집하여 배전계통을 최적 상태로 운전하도록 한다. 배전 자동화 시스템은 그림 2에서 보는 바와 같이 크게 중앙제어장치와 통신장치, 통신망, 단말장치 및 자동화 개폐기 장치 등으로 구성된다.

배전자동화 시스템을 구성, 효과적으로 운영하기 위해서는 통신방법의 선택이 중요하다. 현재 PCS(Trunked Radio System), TRS(Personal Communication System), 광통신 등 여러 가지의 방식이 적용 운영되고 있다. 이들을 적용하고 효과적으로 시스템을 운영하기 위해서는 통신용 단말 장치와 자동화 개폐기 장치와의 연동이 중요하며, 그림 3과 같이 구성된다.

개폐기 장치에서 취득한 전압, 전류, 상태의 아날로그 정보는 RTU의 아날로그 디지털 변환기(AD Converter)를 통해 디지털 신호로 변환되어 DSP 회로로 전달된다. DSP 회로는 취득한 정보를 판독하여 개폐기 장치에 다시 명령을 하거나 또는 중앙제어장치에 원격으로 데이터를 전송하기 위해 CPU에 처리된 데이터를 전송한다. CPU는 장거리 전송을 위해 데이터를 가공하여 통신포트에 데이터를 전달한다. 통신포트에 연결되는 통신방식은 위에서 언급하였던 TRS, PCS, 광통신 등이 존재하며, 설치된 환경에 따라 선택적으로 사용되고 있다.

4. 전력선통신 기술 적용 방안

4.1 현 시스템 문제점

3장에서 보았듯이 배전자동화 시스템을 구성하기 위해서는 통신 방식의 선택이 중요하다. 여러 방식 중 별도의 통신선이 필요치 않는 전력선통신 기술이 가장 효과적인 통신방법으로 고려되었다. 그러나 이를 구현하기 위해서는 별도의 통신장치 및 개폐기 등에서 취득한 정보를 처리하는 제어처리 장치를 구비해야 한다. 이 경우 회로 구성이 복잡하고 두 장치간의 연결선이 복잡하게 되며, 이로 인해 신호가 불안한 단점을 내포하고 있다. 또한 두 개의 장치가 필요하므로 비용, 설치 문제 등이 부각되어 배전 자동화 시스템을 확대 적용하는데 많은 애로점을 갖고 있다.

[1] J.G Proakis, "Digital Communication," 3rd Edition McGraw-Hill, 1988.

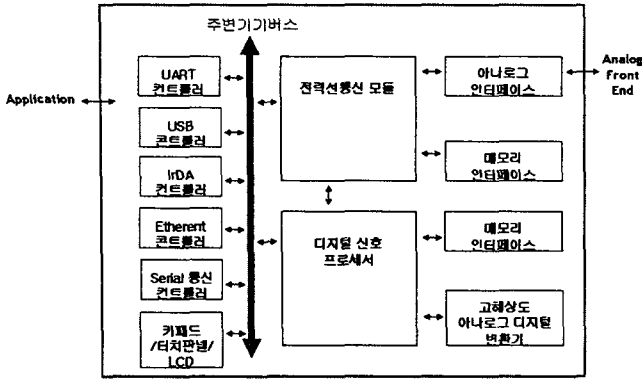


그림 4 전력선통신 센서 칩 구성도

4.2 전력선통신 센서 칩

위에서 언급된 문제점을 해결하기 위해 반도체 SoC(System-On-A Chip) 기술을 이용 데이터 전송을 위한 전력선통신 기능과 전력용 데이터를 처리하는 DSP를 하나의 칩으로 설계하고자 한다. 그림 4는 이에 대한 간략한 블록도이다.

고해상도 아날로그 디지털 변환기를 통해 기기에서 발생한 아날로그 신호를 정확하게 취득하고 이를 디지털 신호로 변환하며, 변환된 데이터는 전용 디지털 신호 프로세서에 의해 가공 처리된다. 처리된 정보는 주변기기버스를 통해 복수의 주변장치 컨트롤러에 또는 전력선통신 모듈에 전달된다. 전력선통신 모듈은 디지털 신호 프로세서에 의해 수신된 신호를 전력선을 통해 전송할 수 있게끔 가공 처리하여 아날로그 인터페이스 또는 복수의 주변장치 컨트롤러에 전달한다. 아날로그 인터페이스는 디지털 신호를 아날로그 신호로 변환하여 전력선에 실는 역할을 수행하거나 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환, 전력선통신 모듈에 전달하는 역할을 수행한다. 외부 응용장치에서 복수의 주변장치 컨트롤러로 수신된 데이터는 주변기기버스를 통해 전력선통신 모듈에 전달되어 처리된다.

이처럼 하나의 칩안에 전력선통신 모듈과 제어 신호를 처리하는 전용 DSP 코어, 다양한 통신 인터페이스, 고해상도 아날로그 디지털 변환기 등을 적재할 경우, 구성부품을 최소화 할 수 있다. 또한 설계가 용이하고, 구성이 간단하며, 시스템온칩 개발이 용이한 전력선통신 제어용 시스템을 설계할 수 있다.

4. 결 론

전력선통신 기술은 별도의 통신선 없이 전력을 공급하는 전기선을 이용 통신을 할 수 있는 기술로서 배전자동화를 구성하는 데 가장 효율적인 통신방식이다. 현재의 배전자동화 시스템은 데이터를 전송하기 위한 통신장치와 개폐기 등에서 수집된 데이터를 처리, 가공하여 통신장치에 전달해 주는 별도의 처리장치가 필요하였다. 본 고에서는 이를 SoC 기술을 이용 위에서 언급한 별도의 장치를 하나의 칩안에 적재하여 구현하였다. 이를 통해 구성 부품을 최소화 하고 용이한 설계 및 간단한 구성에 따른 배전자동화 시스템을 위한 양질의 개발환경 및 확대보급을 위한 발판을 마련할 수 있을 것이다.