

멀티 프로토콜 기반의 태양광 발전 모니터링에 관한 연구

김세웅*, 김학용*, 김용현*, 전 석**, 천우영*

*한국광기술원, **(주)그리다에너지

sw1021@kopti.re.kr

A Study of the multi-protocol communication for Photovoltaics monitoring systems

Kim, Se Woong*, Kim, Hak Yong*, Kim, Yong Hyun*, Jeon, Seok**, Cheon, Woo Yeong*

*A.I Photonic Energy Center, Korea Photonics Technology Institute (KOPTI), **Grida Energy

요약

건물에서의 에너지 절약에 관한 관심이 높아짐에 따라 에너지 모니터링 및 제어 방법에 관한 다양한 연구 사례가 발표되고 있다. 에너지 절감을 위해서 에너지저장장치는 EMS와 연계하여 운용되는데 화재 및 폭발 사례가 다수 발생하면서 현장 설비에 대한 모니터링 및 제어에 대한 관심이 높아졌다. 본 논문은 신재생 에너지 시스템에서 측정된 전력 데이터와 현장 상황에 따라 제어 명령들을 전달할 수 있는 모니터링하는 시스템에 대한 연구로, 신재생 에너지 발전소에 설치된 엔드바이스뿐만 아니라 새로 추가되는 엔드바이스에서 사용하는 다양한 프로토콜들에 대한 확장성이 용이하여 모니터링을 위한 DB 서버에서 데이터 수신에 용이하다는 장점을 가진다.

I. 서론

건물에서 사용되는 에너지의 비용과 수요가 증가함에 따라 많은 기관에서 에너지 절약을 위한 에너지 모니터링 및 제어 방법에 대한 연구를 주도하고 있다.

EMS(Energy Management System)는 태양광 발전을 통해 생성된 전력을 저장하거나, 부하 상황에 따라 전력을 제공할 수 있도록 관리하는 것을 말한다. EMS는 에너지 수요를 충족하면서 비용을 절감하는 데 이바지할 수 있다. 실제 인증된 EMS를 장기적으로 사용하여 에너지 소비를 20% 이상 절감한 연구 결과가 발표되었다[1].

태양광발전시스템은 단일 하드웨어 플랫폼에 EMS와 PMS(Power Management System)를 포함하고 요소 설비 간 통신을 위한 WAS(Web Application Server)와 DB 서버로 구성되어 현장에 설치되고 있다. 이렇게 상용화되어 있는 EMS는 설비의 오작동으로 인한 화재 및 폭발사고 발생 시, 데이터의 보존이 불가능하여 사고 원인을 파악하기 어려워 같은 사고에 대한 예방법을 마련하기 어렵다는 단점이 있다. 이러한 단점을 개선하기 위해 최근 독립형 PMS 또는 EMS를 설계하여 운용하는 연구가 진행되고 있다[2].

최근 산업 현장에서의 ESS의 사고로 화재 및 폭발 위험에 대한 우려가 있으며, 이러한 사고는 경제적인 손실로 직결된다. 따라서, EMS를 활용하여 ESS 뿐만 아니라 모든 산업 현장에서의 설비들에 대한 제어 상태를 실시간으로 감시하고 그 상태를 파악하는 것은 필수적이다.

제어 및 전력 데이터는 통신 인터페이스를 통해 모니터링되며, 이는 메인 서버로 연결되어 실시간으로 전송된다. 산업 현장에서 많이 쓰이고 있는 통신 인터페이스로는 RS232와 RS442, RS485가 있다. 그리고 통신 프로토콜에는 산업용으로 쓰이는 MODBUS, 인텔사의 Bitbus, 로즈마운트사의 Hart, 자동차용으로 많이 쓰이는 CAN, Echelon사의 LON 등이 있다 [3].

본 연구에서는 다양한 분산전원 설비인 에너지 저장장치 및 직류 전력 부하 등 분산형 에너지 자원에 대한 분석을 하고 분기함을 통해 전력 운용을 실시간으로 모니터링하며 제어할 수 있는 시스템을 설계하였다.

II. 본론

본 논문에서는 태양광 발전 PCS(Power Conversion System), ESS(Energy Storage System)와 EV(Electric Vehicle) 충전장치에서의 전력 데이터를 측정하고 각 설비들의 제어 상태를 서버에서 수신하여, 실시간으로 전력 데이터를 분석하고 제어 명령을 엔드바이스에 전달할 수 있는 시스템을 설계하였다.

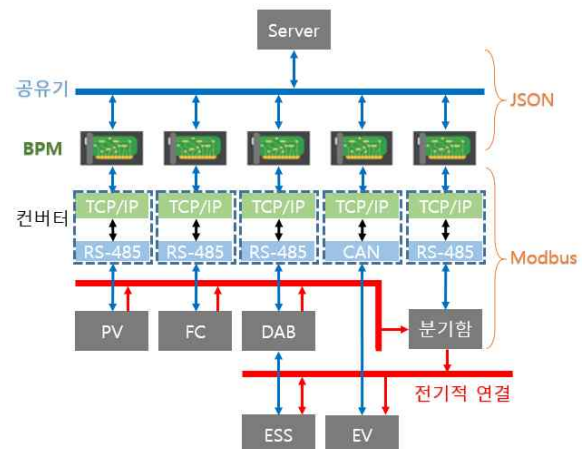


그림 1. 멀티 프로토콜 통합 모니터링 시스템 구성도

엔드바이스는 그림 1과 같이 PV 전력변환기와 FC(Fuel Cell) 전력변환기, ESS와 연결된 DAB(Dual Active Bridge)전력변환기, EV(Electric

Vehicle) 충전장치, 그리고 전력 운용을 위한 분기함에 해당한다.

모든 엔드디바이스는 운영에 따른 전력 데이터와 제어 상태를 서버로 전송한다. PV, FC는 입·출력에 대한 전압, 전류, 전력 데이터와 Idle, Ready, 동작 중, 고장상태에 대한 상태 데이터를 전송하며, ESS와 DAB에서는 배터리 전압, 충·방전량, 배터리 트레이별 전압값, 배터리 온도 데이터를 전송하며, 그리고 EV 충전장치에서는 AC 전압, 전류, 전력, 역률, 배터리 상태 데이터를 전송한다.

제어 상태 데이터는 현장에 설치된 설비의 사고 검출기를 통한 제어 명령과 서버를 통해 제어 명령을 수신하고 제어 동작을 수행한 기록들에 해당한다. 엔드디바이스는 MODBUS 데이터 포맷으로 데이터를 전송하며 BPM(통신변환기)를 활용하여 Json 데이터 포맷으로 변환하여 서버로 다시 전송한다. 이는 향후에 설비의 추가 및 확장을 통해서 발생 가능한 MODBUS 데이터 포맷이 아닌 임의의 데이터 포맷을 갖는 엔드디바이스가 추가되더라도 BPM에서 Json 포맷으로 변환하여 서버에 전송할 수 있다.

EV 충전장치 측의 엔드디바이스는 자동차 전자제어장치의 통신에 적합한 CAN 통신을 수행하고 PV, FC, ESS, 분기함은 원거리 직렬 통신에 적합한 RS-485 통신을 수행한다. 통신 프로토콜은 엔드디바이스와 BPM(통신변환기) 사이에 위치한 컨버터를 거쳐 TCP/IP 통신 프로토콜로 변환된다. 변경된 데이터는 공유기를 거쳐 유/무선 네트워크를 통해 모니터링 DB 서버에 전송된다. 그림 2는 전체 시스템을 구성한 모습을 나타낸다.

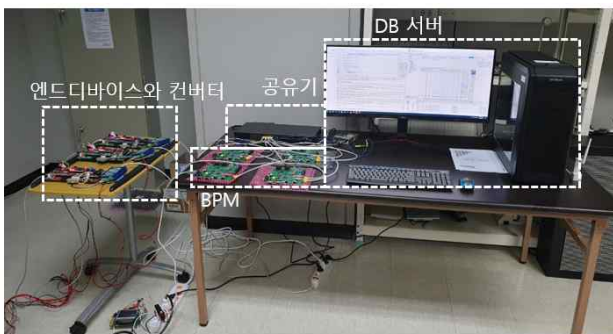


그림 2 멀티 프로토콜 통합 모니터링 시스템

엔드디바이스에서 측정된 전력 및 제어 상태 데이터들은 DB 서버에 저장되고 시스템을 분석하기 위한 자료로 활용된다. 데이터베이스는 MySQL을 사용하였으며, DB를 위한 서버 구축은 Spring Frame Work와 Javascript 및 jQuery를 사용하였으며 이를 통해 구축된 DB 서버를 그림 3에 나타내었다.

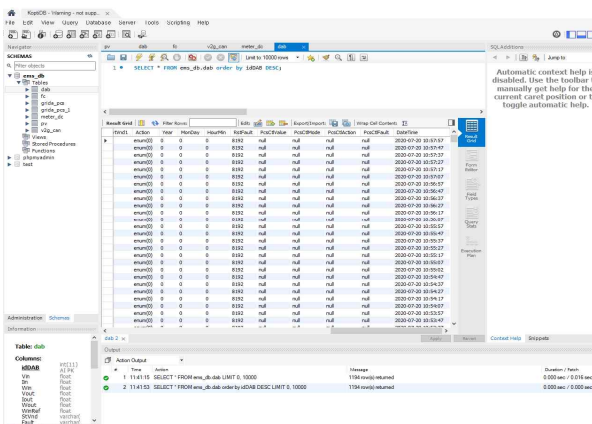


그림 3. 전력 및 제어 데이터를 저장하기 위한 DB 서버

본 논문에서 제안한 시스템은 그림 4와 같이 GUI를 통해 사용자가 편

리하게 모니터링할 수 있도록 구현하였다. 통신 프로토콜 기술을 활용하여 DB에 수신된 데이터는 텍스트와 그래프, 그림으로 나타낸다.



그림 4. 모니터링을 위한 GUI 프로그램

III. 결론

본 연구에서는 기존 태양광 발전 시스템보다 확장성을 가지는 다중 프로토콜 연계가 가능한 에너지 관리시스템을 위한 태양광 시스템, ESS(Energy Storage System), EV 충전소 등 다중 프로토콜로 통신하는 엔드디바이스와 서버로 전송된 데이터를 분석하고 모니터링하기 위한 DB 서버 구성과 사용자 친화적인 GUI를 제작하였다.

본 연구에서 개발한 에너지관리시스템을 통해 DB 서버에서 다중 설비의 운용 데이터 수신 안정성을 확인하였다. 특히 데이터 변환 장치인 BPM을 통해 추후 다른 설비에서 보유하고 있는 상이한 통신 프로토콜과 데이터 포맷을 가지는 엔드디바이스로 확장할 수 있는 장점이 있다.

멀티 프로토콜 연계가 가능한 태양광 발전 모니터링 기술은 여러 개의 신재생발전소를 하나의 서버에 통합하여 모니터링 및 감시할 수 있으며 이 연구를 통해 현재 우리나라의 신재생 에너지 기술에 관한 기술력을 한 단계 더 진보할 수 있을 것으로 예상된다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 산업통상자원부와 한국산업기술진흥원의 “국가혁신클러스터사업(과제번호:P0006693, 과제명:50kW급 밀당용 멀티 프로토콜 기반의 확장형 통합 EMS 플랫폼 개발)”의 지원을 받아 수행된 연구결과임.

참 고 문 헌

- [1] T. Fiedler and P. M. Mircea, “Energy management systems according to the ISO 50001 standard – Challenges and benefits,” 2012 International Conference on Applied and Theoretical Electricity (ICATE), Craiova, 2012, pp. 1–4.
- [2] 하태진, 박종안, 박정민, “태양광전력 안정성을 위한 독립형 PMS · EMS 통합시스템 및 설비 운영”, 한국정보기술학회논문지, 17(3), pp. 23–30. March 2019.
- [3] 김기수, “모드버스 프로토콜 제어”, 한국컴퓨터정보학회 학술발표논문집, 25(2), 319–322. (2017).