

# 스마트그리드 분산전원 정보처리시스템 연구<sup>†</sup>

A Study on Information System of Distributed Energy Resource for Smart-Grid

김 두 경\* · 김 종 훈\*\*

(Doo-gyung Kim · Jong-hoon Kim)

## 목 차

- I. 서 론
- II. 선행연구
- III. 자산재평가의 특징과 유용성
- IV. 결론

## I. 서 론

### 1.1. 연구목적

녹색성장 시대의 도래로 전기차(EV)와 태양광/풍력등 신재생발전을 통한 에너지 개발을 적극 추진하고 있으며, 우리나라를 비롯한 세계 각국에서 추진중인 '스마트그리드'의 확대 시행을 위해 각 요소요소에 2차전지를 비롯한 다양한 용도의 배터리에 대한 수요가 급증할 것으로 전망된다.

2차전지에 필수적인 배터리관리시스템(이하 BMS)는 크게 전기자동차용/신재생에너지 발전용/가정용으로 용도별 구분될 수 있으며, 현재 개발 현황을 살펴보면 전기자동차에 치

† 이 논문은 2013학년도 제주대학교 학술진흥연구비 지원사업에 의하여 연구되었음.

\* 제주대학교 경상대학 경영정보학과 교수

\*\* 제주대학교 경상대학 경영정보학과 박사과정

중되어 개발되고 있어 향후 스마트그리드와 같은 패러다임의 변화 및 상용화에 따라 신재생에너지와 가정용 하드웨어 및 소프트웨어에 대한 연구가 추진 중에 있다.

한국전력에 생산전기를 판매하는 ‘매전’위주의 대형과는 달리, 중소형 신재생에너지 발전은 전력계통에 연결이 힘든 산악지형, 섬과 같은 접근하기 어려운 곳에 설치되고 있어, 그 운영에 있어 실제 발전량에 관한 데이터를 수집하고 처리하는 시스템에 관한 연구이다.

풍력/태양광 발전과 같은 신재생에너지의 구현에는 풍력/태양광을 이용해 생산한 전기를 저장하고 이를 필요한 시기에 사용할 수 있도록 하는 축전지(배터리)가 필수적이며, 수년 내 신재생에너지 상용화에 따라 다양한 형태의 분산전원의 전류/전압에 관한 발전량과 그 사용에 따른 잔량을 무선 송수신시스템을 통해 처리할 수 있는 data collector와 이를 웹을 통해 조회할 수 있는 웹시스템으로 구성하였다.

무선송수신 모듈은 근거리와 원거리 통신이 모두 가능한 하이브리드 타입으로 구현하여, 데이터 수집의 효율성을 높였다.

## 1.2. 스마트그리드

전통적 전력망에 IT기술을 결합하여 스마트한 전력망을 구축, 공급위주의 전력정책에서 탈피하여 탄력적 수요조정으로 에너지문제를 개선하고자 하는 것이 ‘스마트그리드’이다.

전통적 전력계통은 발전에서 사용까지 일방향으로 전력네트워크를 따라 흐르는 구조인데 반하여, ICT의 발전에 따른 기술을 전력에 융합한 스마트그리드는 생산과 소비가 양방향으로 또는 역방향으로 필요에 따라 자유롭게 전환되는 혁신적인 전력 네트워크를 지닌다.

전력망에 정보기술을 접목하여 전력의 생산 및 소비정보가 양방향 실시간으로 유통되는 것을 가능하도록 한 새로운 전력유통기술로 정의되는 스마트그리드는 ‘참여와 공유’로 대표되는 웹2.0을 전력망에 그대로 옮겨놓은 새로운 방식이라 표현할 수 있다. 전력의 생산과 소비가 명확하게 분리된 기존과는 달리 태양광, 풍력 등 신재생에너지원이 군데군데에 혼재되어 있어 생산과 소비가 수시로 변할 수 있는 가치 유연한 Open Platform을 의미한다. 이는 전력에서의 P2P 혹은 웹2.0으로 정의하고자 한다.

### 1.3. 분산전원의 특징

전통적 전력망에서 발전소의 생산된 전력이 계통을 거쳐 공급되는 개념에 반해, 신재생 에너지 등에서 채택하고 있는 2차전지, 납축전지 등으로 구성된 소규모(3~50kW)의 전력 공급원을 분산전원(Distributed Energy Resource)라고 한다.

최근에는 2차전지의 소재기술 및 제어기술의 발달로 보다 큰 대용량 에너지저장장치(ESS: Energy Storage System)도 등장하고 있으나, 아직 높은 설치비용 등으로 인해 초기단계에 머무르고 있다. 하지만 전력망 연결이 힘든 섬지역에서 진행하고 있는 녹색섬 프로젝트에서는 발전시스템에 못지않게 생산전력을 저장하고 이를 방전할 수 있는 에너지 저장시스템이 필수적이다. 특히 스마트그리드는 신재생에너지, 전기자동차 및 양방향 전력 관제시스템으로 구성되며, 풍량 또는 일조량에 따라 변동성이 심한 신재생에너지에서 생산된 전력의 저장 뿐만 아니라 전력품질을 유지하는 역할을 한다.

신재생에너지의 대표 주자로 현재 가장 주목받고 있는 풍력, 태양광 발전의 경우 전력 생산이 기후 변화에 급변하는 단점을 가지고 있고, 또한 전력의 생산과 소비시점의 불일치가 존재하는 단점을 가지고 있다. 이를 극복하기 위해서는 발전 능력과 소비수요 사이에서 완충장치 역할을 할 전력 저장장치의 도입이 더욱 중요해질 전망이다(홍일선 “LG경제연구원 ‘신재생에너지 확대의 관건, 전력 저장장치’, LG경제연구원, 2010.7).

전기에너지는 계통을 통한 송전과정에서 손실이 불가피하여 생산과 소비가 로컬에서 이루어지는 것이 바람직하다. 향후 다양한 분산전원의 확대에 따른 실시간 정보에 대한 수요는 급증할 것이며, 무선을 이용한 데이터의 수집과 웹을 통한 즉각적인 모니터링은 스마트그리드의 효율성과 에너지 사용의 편의를 증대시킬 것이다.

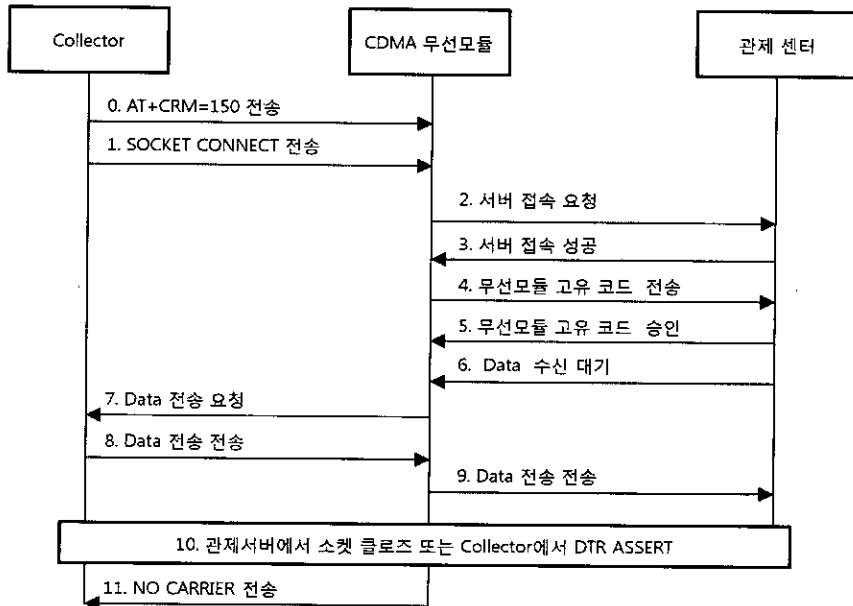
## II. 본 론

### 2.1. 데이터 측정시스템

분산전원의 전압, 전류량과 온도를 측정하기 위해 측정센서와 데이터를 처리하기 위한 CPU, 제어 회로를 설계하였다.



## 2.2. 무선 송수신시스템

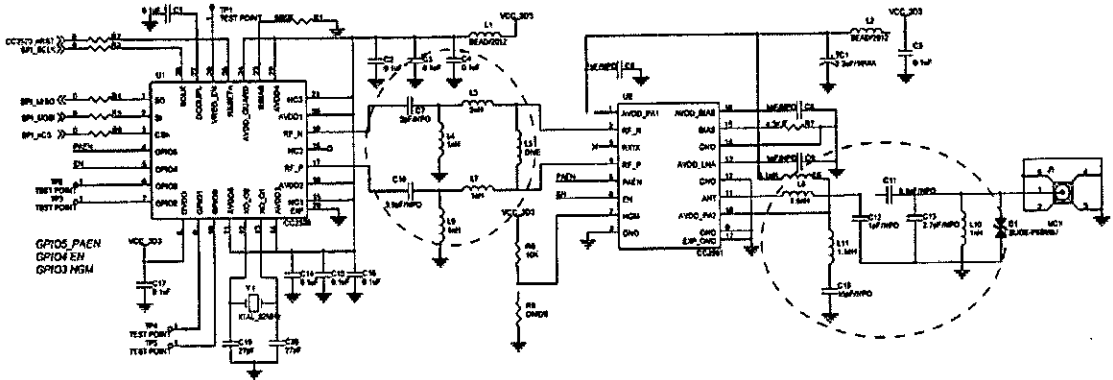


<측정 데이터 무선 송신 시나리오>

### 2.2.1. 근거리 무선통신(ZigBee)

CC2520과 메인 CPU간의 통신은 SPI통신(MOSI,MISO,SCLK,nSS의 4핀)으로 구성하였고, MOSI(Master Out Slave In)핀으로 마스터에서 데이터를 보내고 MISO(Master In Slave Out)핀으로 슬레이브에서 마스터로 데이터를 보낸다.

SCLK(Serial Clock)은 항상 마스터에서 제공하며, nSS(negative Select Slave)는 다수의 슬레이브 연결 시 각 슬레이브를 선택하는 신호이고 클럭에 동기되어 데이터를 전송하는 Sync통신으로 CC2520의 경우 8Mbps의 고속 통신이 가능하다

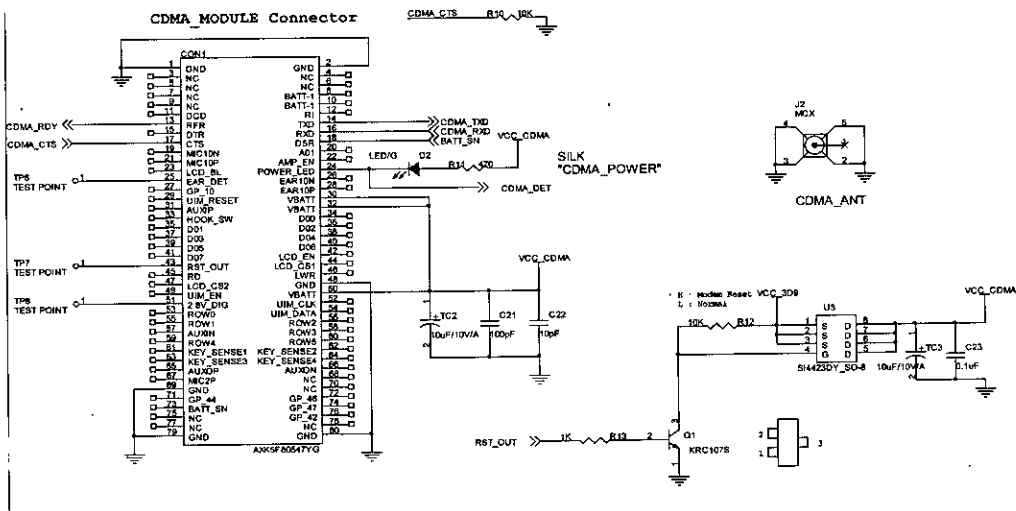


<Zigbee 회로도>

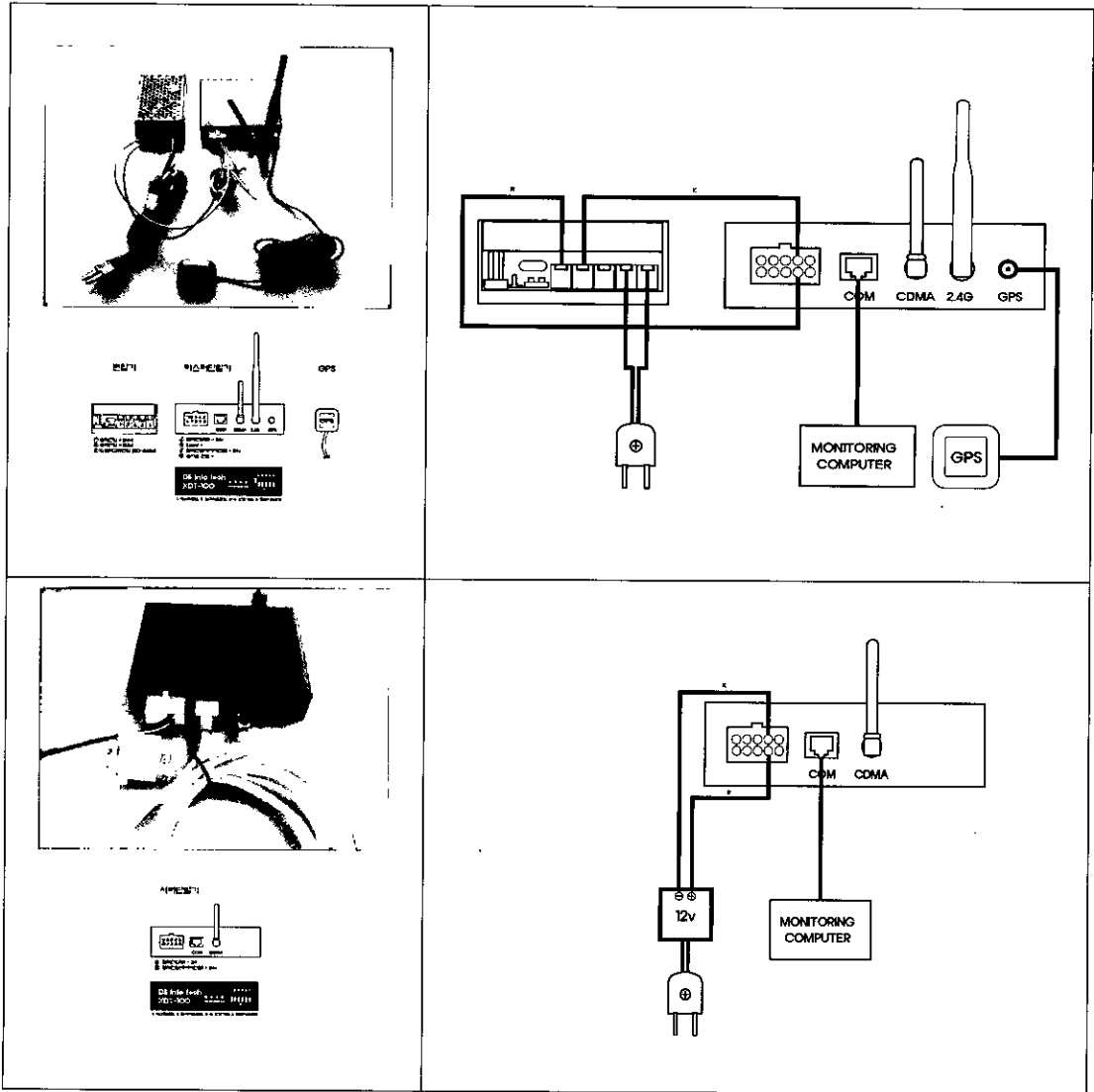
2.2.2. 원거리 무선통신(800MHz)

근거리 Zigbee를 이용하여 일차적으로 주변 다수의 분산전원의 데이터를 수집하고, 이를 DB서버가 위치한 원거리로 전송처리하기 위해 800MHz 무선통신을 구현하였다. 원격지에 설치된 다른 송신장치를 통해 데이터를 실시간으로 문자메시지 형태로 수신하고 DB를 생성한다.

원거리 무선통신 설계는 아래와 같이 CDMA\_RXD 및 CDMA\_TXD핀으로 메인 CPU와 UART통신으로 이루어져 있으며 두 핀 외에 RTS/CTS가 있어 흐름제어(Flow control)가 가능하도록 하고, 이동통신을 이용 데이터를 송수신 할 수 있게 하였다.



<MDT800 회로도>



### 2.3. 웹 시스템

분산전원에서 수집된 전압/전류/온도/위치 데이터를 무선네트워크를 통해 DB서버로 수집하고 웹으로 모니터링 관리하기위한 시스템을 구현하였다. 주요기능은 상태 표시 [good or bad], 현황 DB 구축, 로그온 방식 및 Software 분석, 다양한 그래픽 리포트 기능, 실시간 단위 셀전압[V] 및 임피던스 저항[Ri] Report, 데이터 History 등으로 설계하였다.

측정데이터를 실시간으로 무선전송한 결과값을 웹으로 처리하고 조회하는 시스템은 다

음과 같다.

```

ZigBee Rx:ㄱR02D
21.294- 발전기 전압
21.223- 배터리 충전전압
00.000-충전전류
00.402-방전전류

00.00000.00400.0000000000.0000000+ 25.6000
00000000ㄱ

ZigBee Rx:ㄱR02D
21.285
21.232
00.053
00.402

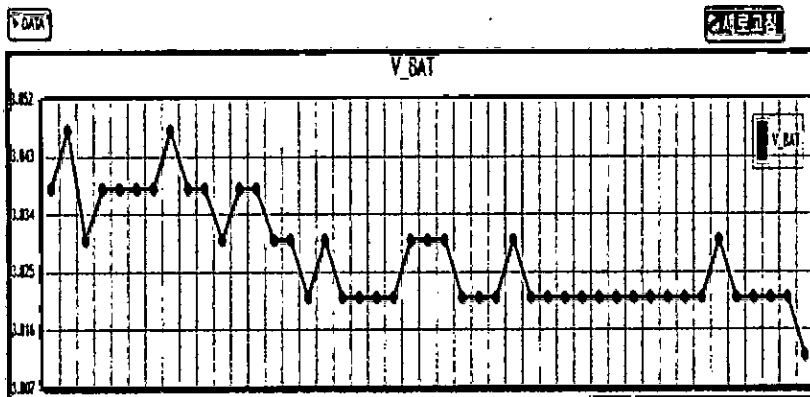
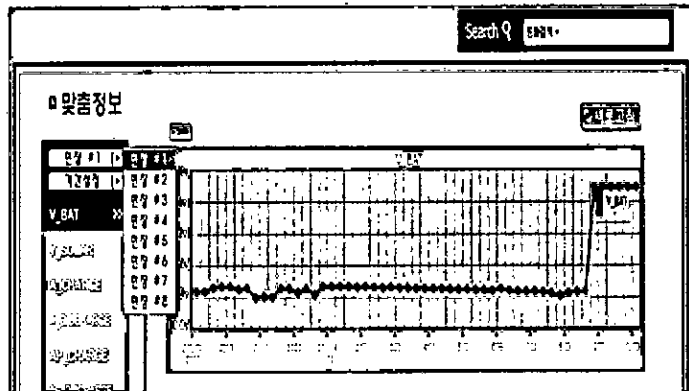
00.024

00.03500.0000000000.0000000+ 26.4000
00000000?

*SKT*MOACK:0,1
call number =01020498972
callback number =01035415817
SMS-Z : ㄱR02D21.27621.21400.00000.40200.03400.09033.4559328126.5656448+ 26.900000
000000?
*SKT*MOREQ:1
*SKT*MOACK:0,1
ZigBee Tx = ㄱASSㄱ
ZigBee Rx:ㄱR02D21.27621.21400.00000.40200.03400.09300.0000000000.0000000+ 27.0000
00000000}ㄱ
ZigBee RSSI = -51dBm
ZigBee Tx = ㄱASSㄱ
ZigBee Rx:ㄱR02D21.27621.22300.00000.40200.03400.09400.0000000000.0000000+ 27.0000
00000000~ㄱ
ZigBee RSSI = -45dBm
ZigBee Tx = ㄱASSㄱ
ZigBee Rx:ㄱR02D21.27621.21400.00000.40200.03400.09500.0000000000.0000000+ 27.0000
00000000 ㄱ
    
```



승/방전 현황		이력조회		신재생에너지 자료실		
* 승/방전 현황						
순기	위치	전역량(W)	충전량(%)	전압(V)	전류량(A)	충전상태
1순기 급방출/방전 현황	1호스 A자점	60.945	60 %	11.95	5.1	정상
2순기 급방출/방전 현황	1호스 B자점	51.2	80 %	12	5.1	비정상
3순기 급방출/방전 현황	2호스 A자점	60.945	70 %	11.95	5.1	정상
4순기 급방출/방전 현황	2호스 B자점	60.945	50 %	11.95	5.1	정상
▶ 1순기 급방 출/방전 현황		▶ 현재 노드				
- 08 : 00		20%				
09 : 00		30%				
10 : 00		40%				
11 : 00		50%				



### Ⅲ. 결 론

본 논문에서는 근거리와 원거리 무선통신을 혼합한 형태의 하이브리드 송수신 및 DB처리 시스템을 설계, 구현하였다. 풍력/태양광 신재생에너지발전에 채택된 다양한 분산전원의 상태에 대한 데이터를 센싱하고 이를 근거리와 원거리 무선을 통해 DB서버로 취합하도록 한 하이브리 형태의 시스템으로, 원거리 방식만으로 설계된 경우보다 비용효율성이 높은 방식이 채택되었다.

향후 과제로는 풍력 또는 태양광 발전의 데이터를 기초로 발전량 예측과 소모전력량에 따른 예상 사용가능시간 산출 알고리즘에 관한 연구, 그리고 완전 방전에 대비한 통신모듈을 위한 별도 배터리의 장착과 같은 보완이 필요하다.

## 참고문헌

- 홍일선 “LG경제연구원 ‘신재생에너지 확대의 관건, 전력 저장장치’, LG경제연구원 (2010.7)
- 류석환 “리튬폴리머 배터리 잔존충전용량 추정을 위한 비선형 관측기 설계”, 인텔리전트 시스템 학회 Vol.22, No. 3(2012.6), pp.300-304
- 추연규외 “CAN통신 기반 충전 모니터링 시스템 설계 및 구현”, 한국정보통신학회논문지 Vol.16, No.3(2012.2), pp.541-548
- 이정용 “스마트 유틸리티 네트워크”, 고려대학교 학위논문(2011.6)
- 최수진 “스마트그리드 환경에서 웹기반의 전력시스템 모니터링 시스템 개발”, 세종대학교 학위논문(2011.8)
- 최원준 외 “근거리 무선통신(Zigbee)을 이용한 마이크로그리드 운영기법”, 대한전기학회 하계학술대회 논문집(2011. 7), pp.410-411
- 오창록 “임베디드 프로세서를 이용한 스마트 배터리 관리시스템 구현에 대한 연구”, 전기 전자학회 논문지 Vol.15, No.4(2011.4), pp.345-353

## 요약

대량생산에 의한 전력공급관리의 패러다임을 스마트한 분산생산으로 전환하려는 시도가 스마트그리드이다. 스마트그리드는 산재해 있는 풍력, 태양광과 같은 신재생에너지 발전과 이를 저장했다가 전력사용으로 방전하는 분산전원으로 이루어진다. 그러나 신재생에너지는 전력생산량이 일정치 않는 단점을 가지며, 주로 산이나 섬과 같은 오지에 설치 운영되어 관리상의 제약이 따른다. 따라서 무선 데이터송수신망을 이용하여 분산전원의 데이터를 실시간으로 수집하고 이를 처리하여 웹으로 모니터링 할 수 있는 시스템을 제안하고, 검증하였다.

**Key word** : *Distributed Energy Resource, Battery Management system, Wireless network*