

마이크로 그리드용 원격 전력계측기 개발

양지훈¹, 이정환¹, 레동부¹, 홍성문¹, 박성미², 박성준³
 지엔이피에스¹, 한국승강기대², 전남대³

Development of Remote Power Meter for Micro-grid

Ji Hoon Yang¹, Jung Hwan Lee¹, Tuan Vu Le¹, Sung Mun Hong¹, Seong Mi Park²,
 Sung Jun Park³
 G&EPS¹, Korea Lift College², Chonnam National University³

ABSTRACT

신재생 에너지를 포함한 마이크로그리드가 활성화 되면서 한 장소에 DC 전력과 AC 전력이 혼재하여 서로 연관이 되는 경우가 빈번히 발생하고 있다. 이 경우 PMS(Power management system) 측에서 AC 전력뿐만 아니라 DC 전력에 대한 정보요구가 증대되고 있다. 따라서 본 연구에서는 AC 전력 및 DC 전력을 동시에 계측할 수 있는 마이크로 그리드용 원격 전력계측기를 개발하여 그 성능을 검증하였다. 또한 전력계 사용 시 결선방식과 전류 상을 자동으로 인식하는 방식을 제안하여 일반인도 쉽게 전력계측을 할 수 있는 알고리즘을 제안하였다.

1. 서 론

미국, 일본, 유럽을 중심으로 마이크로그리드의 기술개발 및 사업화를 위한 다양한 마이크로그리드 실증 사업이 추진되고 있으며, 미국이 마이크로그리드 기술을 선도하면서, 최근에는 국가전력망이 열악한 동남아시아나 아프리카, 남미지역 등에서도 실질적인 도입이 수행되고 있으며, 국내에서도 산단을 중심으로 도입이 추진되고 있다. 마이크로그리드 운영은 적용되는 지역여건에 따라 다양한 운영알고리즘이 필요하다. 특히 계통과 연계된 마이크로그리드 경우는 경제성을 반영한 마이크로그리드 운전계획 수립 등 상위단 EMS의 역할이 급속히 증대되고 있다. 경제성 있는 EMS 운영을 위해서는 원격 데이터 취득 기술을 적용한 하위단 설비 제어 및 ESS, PV의 상태 확인 등 실시간 제어계측 및 제어가 필수적이다. 따라서 원활한 EMS 운영을 위해서 AC 전력 뿐만 아니라 DC 전력을 동시에 계측할 수 있는 마이크로 그리드용 원격 전력계측기의 요구가 급증하고 있다.^[1]

2. 마이크로 그리드와 전력계측

2.1 마이크로 그리드와 계측

그림 1은 본 개발품이 적용될 동수농공단지 마이크로 그리드 시스템구성도와 운영플랫폼을 나타내고 있다. 그림에서 보는바와 같은 마이크로그리드 시스템에서 운영플랫폼을 구현하기 위해서는 전력 요구량 및 전력 설비 제어 및 ESS, PV의 상태 확인 등 실시간 계측을 위한 원격 계측기 설치가 필수적이다. 또한 원격 실시간 계측이 필요한 장소에 DC 전력과 AC 전력이 동시에 존재하므로 AC 전력뿐만 아니라 DC 전력에 대한 계측이 동시에 필요로 하며, 그 값과 상태를 원격으로 전송할

수 있는 기능을 탑재하여야 한다. 이러한 상황에 적합한 AC 및 DC 전력을 동시에 계측할 수 있는 고정도 계측기 보다는 고 신뢰성 및 경제성을 겸비한 장비개발에 대한 요구가 급증하고 있다.

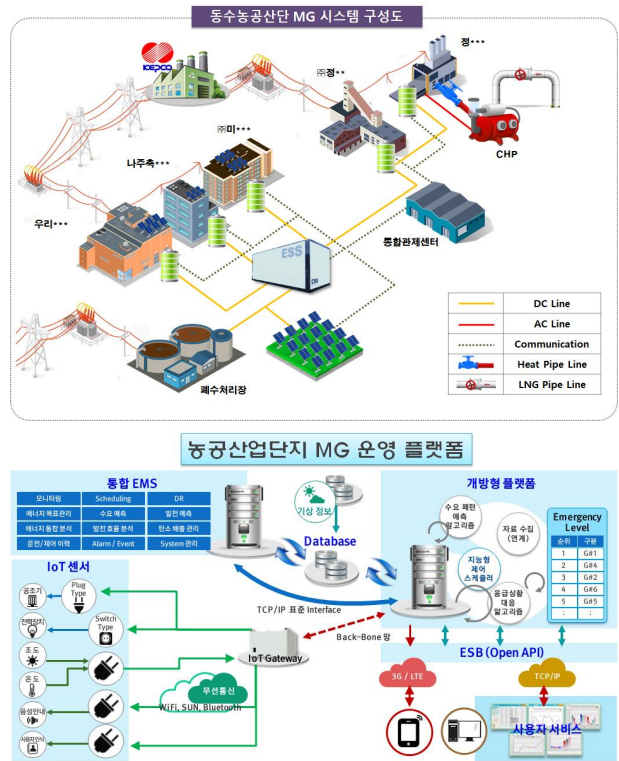


그림 1 동수농공단지의 시스템구성도와 운영플랫폼
 Fig. 1 System configuration and operation platform of Dongosu Agricultural Park

2.2 결선방식 및 전류 상 자동인식 방식

3상 전력을 계측할 경우 사용자가 Y 결선 및 Δ 결선인지를 세팅하고 상 전압에 맞게 상전류를 연결하여야 한다. 이러한 전력계측기는 일반인이 사용하는데 큰 제약요소로 작용한다. 따라서 본 연구에서는 전력 계측기 자체에서 Y Δ 결선을 인지하기 위해 한상(C상)을 인위적으로 결상시킨다. 그림 2는 C 상을 결상할 경우 Y Δ 회로의 구성을 나타낸다. 그림 (a)는 Y 결선된 경우의 회로도이며 이 경우 C상 결상에 관계없이 A

상, B상 전압은 동일하게 검출되나, 그림 (b)는 Δ 결선된 경우의 회로도이며 이 경우 C상 결상이 발생한 경우로 결상이 발생한 경우 A상, B상 전압은 결상 이전의 크기에 비하여 약 86.6[%] 감소하며, 두 전압의 위상차는 180도를 갖는 특징이 있다.

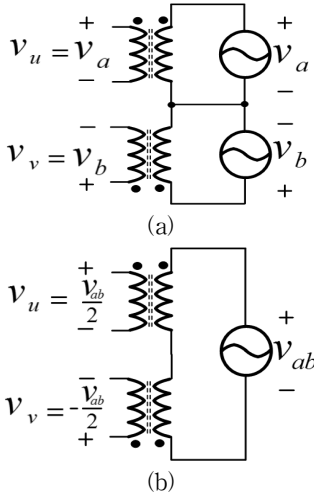


그림 2 한상 결상 시 전압발생도
Fig. 2 The voltage generation in open one-phase

또한 단상전력인 경우 각상에 인가되는 전압은 동상이 된다. 따라서 PLL에 의한 각상의 위상을 추정하여 위상차가 일정이 하인 경우는 단상으로 인지하게 하였다. 또한 한상의 전압에 대한 각 상전류에 대하여 전력을 구하여 9개의 전력정보를 표시하고 유저는 그 중에서 바른 전력정보를 취하게 하였다.

2.3 마이크로 그리드용 전력계측기

그림 3은 본 연구에서 개발한 마이크로 그리드용 AC/DC 원격 전력계측기를 나타내고 있다. 본 계측시스템은 기본적으로 3조의 단상 AC 전압 전류를 계측하여 전력을 계측할 수 있는 전력계와 2조의 DC 전압 전류를 계측하여 전력을 계측할 수 있는 전력계를 구비하고 있으며, 485 모듈버스에 의한 상위제어기 통신할 수 있는 포트를 구비하고 있다. 부수적으로 Brutus에 의한 휴대폰이나 이동장비에 의해 데이터 수수가 가능하도록 하였으며, 외부 출력으로 아날로그 4 channel과 1개의 릴레이 접점을 구비하였다.

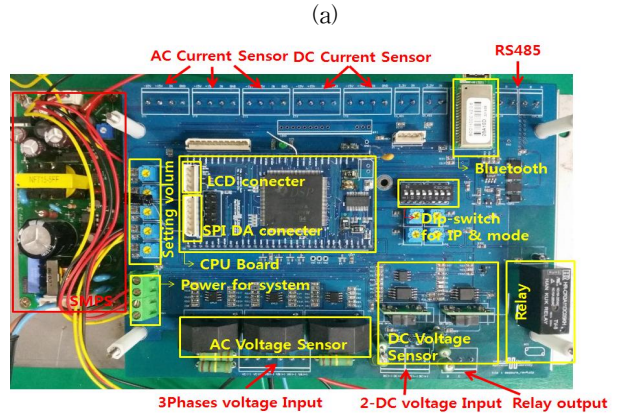
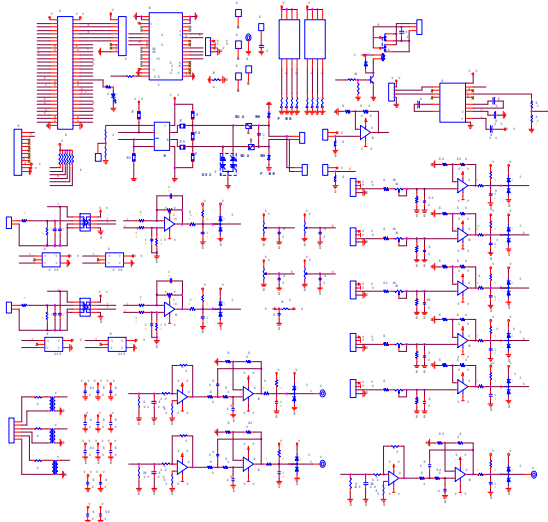


그림 3 AC/DC 원격 전력계측기 구성
Fig. 3 The configuration of AC / DC Remote Power Meter

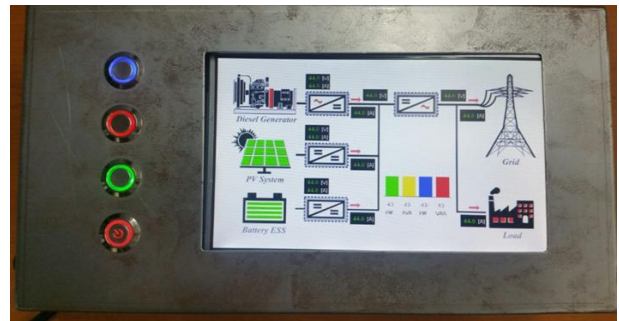


그림 4 AC/DC 원격 전력계측기 디스플레이 구성
Fig. 4 The Display configuration of AC / DC remote power meter

그림 4는 본 연구에서 개발한 마이크로 그리드용 AC/DC 원격 전력계측기 디스플레이 구성을 나타내고 있다. 단상 및 3상의 벡터도를 독립적으로 또는 3상 연계적으로 표현하기 위해 육각형 형태로 표현하였으며, 각 상전압 및 상전류의 위상을 알기 쉽게 도식적으로 표현하였으며 그 값을 수치적으로 표현하였다. 또한 DC 직류 전력은 간략하게 수치로 표현하였다.

4. 결론

본 논문에서는 DC 전력과 AC 전력을 동시에 계측하고 그 상태를 모듈버스를 통하여 상위제어기로 전달할 수 있는 기능을 겸비하는 계측용 전력계를 개발하였다. 특히 제안된 전력계 사용 시 결선방식과 전류 상을 자동으로 인식하는 방식이 양호하게 동작됨을 확인하였다. 따라서 본 계측기는 전력계측에 대한 전문지식이 없는 일반 유저가 사용하기 편함을 확인하였다.

본 연구는 산업통상자원부와 한국산업기술진흥원이 지원하는 지역주력산업 육성사업으로 수행된 연구결과입니다.

참고 문헌

[1] Dwi Riana Aryani , Hwa chang Song, "A Droop Control Strategy for AC/DC Microgrids", Korean Institute of Intelligent Systems ,25(2), 167-168. 2015