

에너지 자립률 확보를 위한 소규모 MG

김종철*, 조주형*, 이석호*, 김춘성*

*(재)녹색에너지연구원

e-mail:sacredwind@gei.re.kr

Small-scale Microgrid for Achieving Energy Self-Sufficiency in Aquaculture Farms

Jong-Cheol Kim*, Ju-Hyeong Cho*, Suk-Ho Lee*, Chun-Sung Kim*

*Green Energy Institute

요약

본 논문에서는 전력공급이 불안정한 환경에서 안정적인 전력 공급이 가능하도록 하기위해 새우양식장을 대상으로 사용 전력의 50%를 저감할 수 있는 소규모 마이크로그리드 시스템을 개발하고, 시뮬레이션으로 이를 검증하였다.

2. 본론

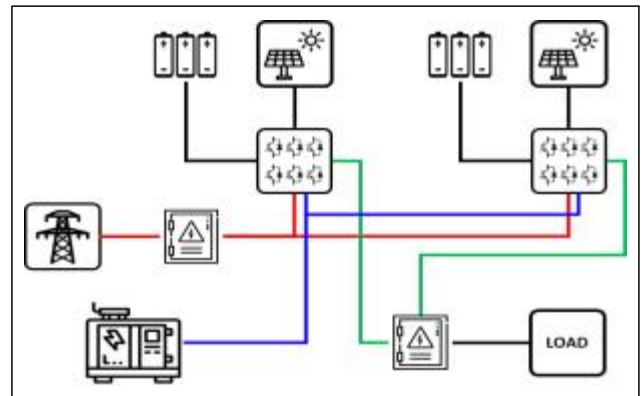
1. 서론

현재 새우 양식장의 전력 공급 방식은 주로 상용 전력에 의존하고 있으며, 재생에너지와 저장 시스템을 효율적으로 통합하여 활용하는 방안은 초기 단계에 머물러 있다. 이로 인해 불필요한 전력 낭비가 발생하고, 운영 비용 최적화가 제한적이다. 또한 전력 수요와 재생에너지 공급의 변동성을 고려한 정교한 최적화 알고리즘 부재는 실질적인 에너지 절감 효과를 제한하는 요인으로 작용한다.

따라서 새우 양식장 전력 부하의 특수성을 정확히 분석하고 이를 고려한 맞춤형 최적화 알고리즘을 개발하는 것은 필수적이다. 이러한 접근은 단순히 전력 비용 절감에 국한되지 않으며, 저탄소·친환경 양식 시스템 구축과 수산업의 지속가능성 확보에 있어서도 핵심적 역할을 수행할 수 있다.

본 논문에서는 새우양식장을 대상으로 소규모 마이크로그리드 기반의 최적 전력 공급 알고리즘을 개발하고, 이를 통해 기존 대비 전력 사용량의 50% 이상 절감을 달성하는 것을 목표로 한다.

2.2 환경분석



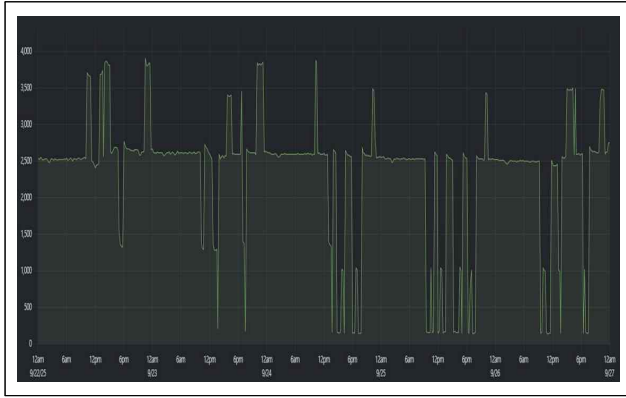
[그림 1] 새우 양식장 소규모 마이크로그리드 구성도

본 논문에서 적용하고자 하는 새우 양식장 소규모 마이크로그리드는 그림 1과 같이 구성되어 있으며, 각 설비의 용량은 표 1과 같다.

[표 1] 마이크로그리드 설비 용량

구분	용량	set	비고
ESS	57.6kWh	2	납축전지
인버터	10kW	2	하이브리드 인버터
태양광	10.8kWp	2	600Wp × 18ea
디젤발전기	10kW	2	비상발전기

2.2 부하 특성 분석

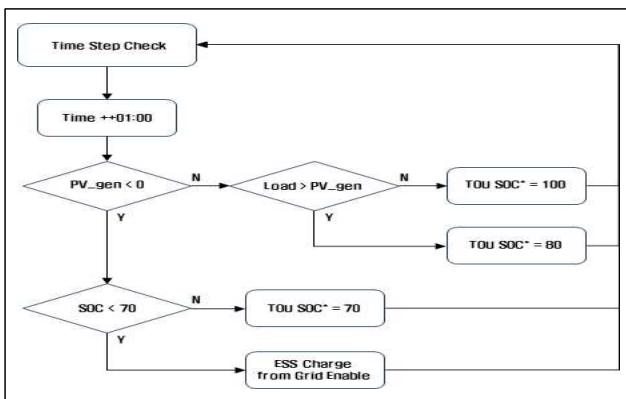


[그림 2] 새우양식장 부하 패턴(5일)

그림 2는 새우 양식장의 5일 기준 전력 사용 패턴이다. 24시간 부하를 사용하는 형태를 띄며, 새우의 상태에 따라 최대 전력 사용량은 3.9kW, 최소 전력 사용량은 0.14kW이다. 평균 전력 사용량은 2.3kW이며, 1일 기준 전력 사용량은 최대 전력 사용일 기준 64.8kWh이다.

2.3 운영 알고리즘

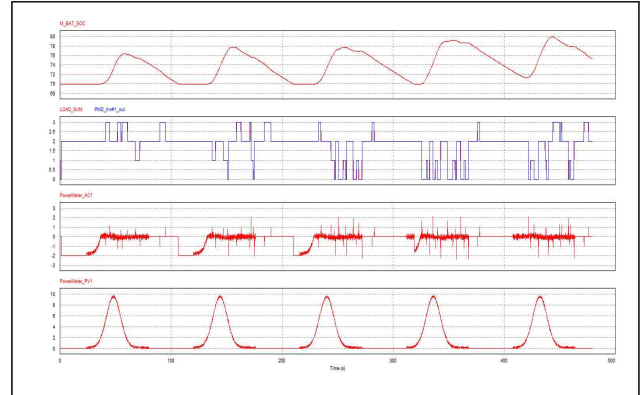
ESS에 사용된 배터리인 납축전지의 특성상 잦은 SOC 변동은 배터리의 수명에 영향을 끼치므로 충방전이 자주 일어나지 않도록 하였으며, 실제 구축된 하이브리드 인버터의 제어요소는 별도의 제어지령치를 통한 직접제어가 아닌, 배터리 스케줄 운전과 SOC 제한값 변경을 통한 간접적인 제어가 이루어지도록 하였다.



[그림 3] SOC 및 스케줄 운전 기반 알고리즘

구축된 하이브리드 인버터는 직접적인 출력 지령치의 제어가 불가능하며, 때문에 스케줄 운전 기능 내에 있는 SOC 제한값을 변경하였다. 납축전지의 안정적인 수명 확보를 위해 DoD는 70%~100%까지 30%으로 운전하였으며, SOC가 그 이하는 경우 계통을 통해 배터리를 충전하도록 하였다.

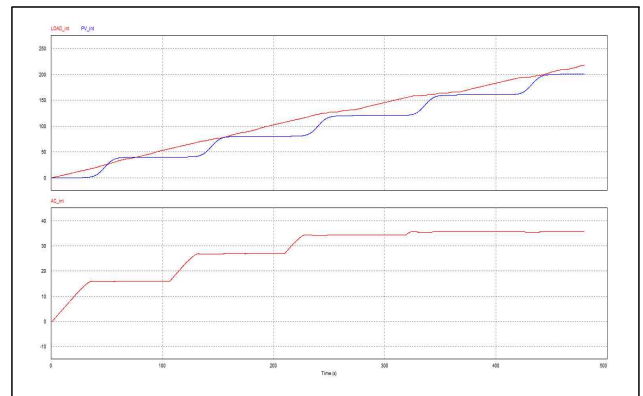
2.1 시뮬레이션



[그림 4] 시뮬레이션 발전량 및 부하량 모의

5일 간의 태양광이 이상적인 발전량을 출력한다고 가정하고 실제 부하 패턴을 시뮬레이션에 적용 하였다.

ESS의 SOC는 안정적으로 유지되며 이상적인 상황에서는 꾸준히 충전되는 모습을 보였다. PV 발전량이 없고 SOC가 부족한 새벽~아침 시간대에서는 계통전력을 통한 전력공급이 이루어짐을 확인할 수 있다.



[그림 5] 부하량 대비 발전량, 계통전력 사용량

5일 기준, 발전량과 부하량, 계통전력 사용량의 적분치를 가시적으로 표현하면 그림 5와 같으며, 이상적인 태양광 발전량을 가진다고 가정할 경우, 부하량의 약 90%를 감당할 수 있는 것으로 확인 된다.

3. 결론

본 논문에서는 새우양식장을 대상으로 소규모 마이크로그리드 기반의 최적 전력 공급 알고리즘을 개발하고, 이를 통해 기존 대비 전력 사용량의 50% 이상 절감을 달성하는 것을 목표로 하였으며, 이상적인 발전량을 가정하였을 때 전력 사용량의 약 90%를 절감할 수 있는 것을 시뮬레이션으로 검증하였다.

사 사

이 논문은 2025년도 정부(기후에너지환경부)의 재원으로 한국에너지기술평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (RS-2025-02318111, 다양한 제조설비 부하 유형에 능동적으로 대응 가능한 표준형 DR 운영 플랫폼 개발 및 전력망 연동 실증)

참고문헌

- [1] 김지훈, 이병하.(2014).신재생에너지발전의 확률적인 특성과 탄소배출권을 고려한 마이크로그리드 최적 운용.전기학회논문지,63(1),18-26.
- [2] 정태영, 백영식.(2010).실시간 전기요금제에서 마이크로그리드의 운용 방법.전기학회논문지,59(12),2165-2172.
- [3] Renata Rodrigues Lautert, Adriano Gomes de Freitas, Ana Paula Militz Dorneles, Anderson Vinck, Émerson Isaias da Silva, Isabella Basso Pereira, Maurício Sperandio, Filipe Gabriel Carloto, Luciane Neves Canha, Wagner da Silva Brignol, "Management of Distributed Energy Resources in a Rural Microgrid", 2022 14th Seminar on Power Electronics and Control (SEPOC), pp.1-6, 2022.
- [4] A. Merabet, Z. Qin and A. M. Y. M. Ghias, "Control of Simulated Solar PV Microgrid Operating in Grid-Tied and Islanded Modes," IECON 2018 - 44th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, Washington, DC, USA, 2018, pp. 1729-1734, doi: 10.1109/IECON.2018.8591692.