

경제성 분석기반 산업용 태양광발전장치 최적 용량 설계 시뮬레이터 연구

심태형, 안윤영

한국전자통신연구원

thshim@etri.re.kr, yyahn@etri.re.kr

(A) Simulator Study on Photovoltaic Capacity Optimization for Industrial Microgrid Design based on Economical Analysis

SHIM Taehyoung, AN Yoon Young

Electronics and Telecommunications Research Institute

요약

본 논문에서는 산업설비, 재생에너지 발전장치, 에너지저장장치로 구성된 산업용 마이크로그리드에서 산업설비의 전력 소비 패턴 특성에 따른 재생에너지 발전설비 용량을 경제성 분석기반 다양한 운영 케이스를 시뮬레이션함으로써 산업용 태양광 발전장치 최적 용량 설계방안을 제시한다.

I. 서론

마이크로그리드는 도서지역, 캠퍼스, 산업단지 등에 구축되고 있다. 특히 산업단지는 수용가의 전기에너지 이용 효율화와 신재생 에너지 전원을 활용한 전력거래를 위해 마이크로그리드를 구축하는 추세이다[1]. 산업단지 마이크로그리드는 신재생 에너지원만으로 부하에 필요한 전력을 공급할 수 없기 때문에 전력계통과 연계된다. 마이크로그리드의 설계에 있어서 구성요소인 분산전원과 에너지저장장치의 운전특성, 부하특성, 전력계통의 구성 등을 고려하여 분산전원의 적정 용량 선정, 운영 알고리즘 선정, 배치 등 엔지니어링 작업이 필요하다. 이때 전력계통과 연계된 산업단지 마이크로그리드의 경제적인 설계를 위해서는 기상정보 등 환경적 요소뿐만 아니라 경제적 요소를 고려한 마이크로그리드의 전체 시스템에 대한 시뮬레이션이 필요하다[2].

본 논문에서는 산업용 재생에너지 발전장치, 에너지저장장치 및 산업설비로 구성된 마이크로그리드에서 산업설비의 전력 소비 패턴 특성에 따른 재생에너지 발전설비에서 경제성 분석기반 다양한 운영 방식을 시뮬레이션함으로써 최적화된 산업설비용 태양광 발전설비 설계방안을 제시한다.

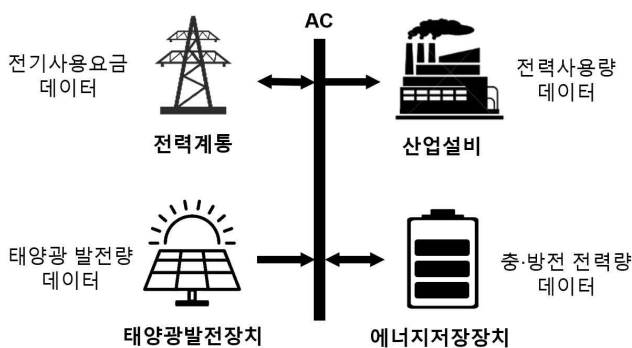


그림 1. 산업용 마이크로그리드 구성도



그림 2. 산업용 마이크로그리드 최적 용량 설계 시뮬레이터: 산업설비 부하 예측

II. 산업용 마이크로그리드 개요

산업용 마이크로그리드는 산업설비 부하에 전력 공급을 위한 태양광발전장치 및 에너지저장장치를 포함하는 재생에너지장치를 갖춘 소규모 전력망으로 구성되며, 외부의 전력계통과 연계 또는 독립적으로 운영된다. <그림 1>은 산업설비, 전력계통, 태양광발전장치 및 에너지저장장치로 구성된 산업용 마이크로그리드 구조를 나타낸다[1]. 산업설비 부하를 가진 공장에서 산업용 마이크로그리드 설계 시 산업설비 정보, 태양광발전 정보, 에너지저장 정보, 산업용 전기요금제 정보를 바탕으로 태양광발전장치 및 에너지저장장치의 최적용량 산정을 통한 재생에너지장치 설치가 필요하다.

III. 산업용 태양광발전장치 용량 설계 절차

산업용 마이크로그리드 설계 목적은 공장에 마이크로그리드 도입 시 경제성 분석 결과기반으로 최적의 재생에너지장치 용량을 도출하는 것이다. 산업설비용 마이크로그리드에서 태양광 발전장치 최적 용량을 선정하기

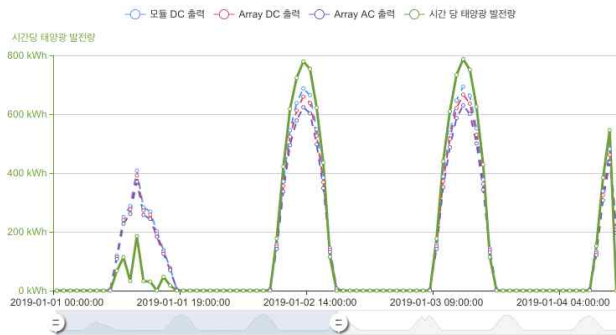


그림 3. 시간당 태양광 발전설비 발전량 출력 시뮬레이션 데이터

위해 요구되는 데이터는 아래와 같다.

- 전력사용량 데이터: 산업분류에 따라 산업설비의 전력사용량 예측 데이터 생성
- 전기사용요금 데이터: 전력사업자가 제공하는 산업용 전기요금제 정보를 기반으로 데이터 계산
- 태양광 발전량 데이터: 산업설비 위치에 따른 기상정보를 연동하여 태양광 발전량 예측 데이터 생성

IV. 산업용 태양광발전장치 입·출력 데이터

태양광 발전장치 용량 산정을 위해 태양광 발전장치 및 기상정보 기반 태양광 발전량 데이터 입력, 태양광 발전량 데이터 출력을 위해 요구되는 데이터는 아래와 같다.

- 산업설비의 위치 정보를 기반으로 기상 데이터 입력
- 태양광 모듈 정보를 기반으로 태양광발전장치 정보 입력
- 태양광발전 전력변환장치 정보 입력

태양광발전장치 경제성 분석 및 용량 설계를 위해 다음 정보를 획득한다.

- 태양광발전장치 구축 및 운영비용 정보 입력

그림 3은 태양광발전장치 발전량 출력 시뮬레이션 결과를 나타낸다.

- 태양광발전 모듈 DC 출력: 태양광발전장치 모듈 당 DC 출력 데이터를 단위 시간당 W 단위의 시계열 데이터
- 태양광발전 어레이 DC 출력: 태양광발전장치 어레이의 DC출력 데이터를 단위 시간당 kW 단위의 시계열 데이터
- 태양광발전 어레이 AC 출력: 전력변환장치에서 변환된 태양광발전장치 어레이의 AC 출력 데이터를 단위 시간당 kW 단위 시계열 데이터
- 시간당 태양광 발전량: 태양광 발전장치 어레이의 AC 출력에서 시간 당 일조시간 비율에 따른 태양광 발전량 데이터를 단위 시간당 kWh 단위의 시계열 데이터

V. 산업용 마이크로그리드 경제성 분석 데이터

산업용 마이크로그리드 도입에 따른 경제성 분석 결과는 아래 데이터를 포함한다.

- 재생에너지장치 구축비용: 산업설비에서 재생에너지장치 구축을 위한 초기투자비용 데이터를 백만원 단위로 출력
- 연평균 재생에너지장치 운영비용: 산업설비에서 신재생에너지장치 운영을 위한 연평균 운영비용 데이터를 연간 만원 단위로 출력
- 연평균 전기사용량: 산업용 마이크로그리드 도입에 따른 산업설비의 전기사용량 데이터를 연평균 MWh 단위로 출력

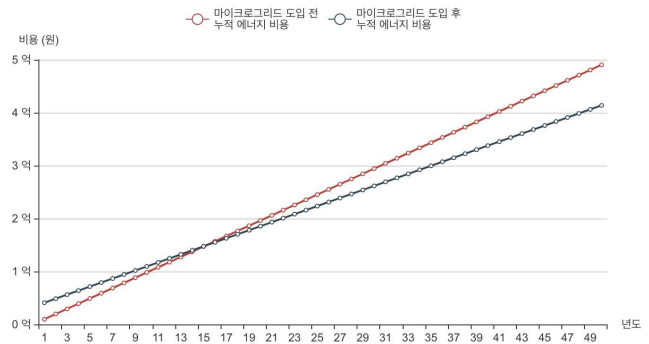


그림 4. 산업용 마이크로그리드 경제성 시뮬레이션 그래프 결과: 산업설비에서 마이크로그리드 도입 전(빨간색 선), 도입 후(검은색 선)

- 연평균 전기사용요금: 산업용 마이크로그리드 도입에 따른 산업설비의 전기사용요금 데이터를 연평균 만원 단위로 출력
- 연평균 마이크로그리드 운영수익: 산업용 마이크로그리드 도입에 따른 각 연도 별 재생에너지장치 운영수익 데이터를 연평균 만원 단위로 출력
- ROI: 산업용 마이크로그리드 도입에 따른 연평균 투자회수율 ROI 데이터를 연간 % 단위로 출력

IV. 산업용 태양광 발전설비 용량 설계 데이터

그림 4는 산업용 마이크로그리드 경제성 시뮬레이션 데이터를 통한 재생에너지 도입 전(빨간색 선)과 후(검은색 선)의 ROI 기반 수익분기점 계산 시뮬레이션한 결과이다. 산업용 마이크로그리드 경제성 분석 시뮬레이션을 통해 산업용 태양광발전장치 최적 용량 설계 도입에 따른 연평균 투자회수율(ROI) 데이터를 연간 % 단위로 출력한다. 초기 태양광발전장치 도입 투자 비용으로 마이크로그리드 도입 시(검은색) 산업설비의 에너지 비용이 높으나, 수익분기점인 이후부터 수익이 발생함을 경제성 분석을 통해 확인할 수 있다. 연평균 전기사용요금제 최적화, 에너지저장장치 용량 설계 및 운영 방법 최적화, 연차별 운영비용 절감 등을 통해 추가로 ROI 개선 방안을 도출할 수 있다.

VI. 결론

본 논문은 산업용 마이크로그리드의 운영 데이터를 활용한 경제성 분석 결과를 기반으로 태양광 발전설비 용량 제어 및 설계 방법을 제공한다. 본 제안 방법으로 산업설비의 전력 소비 패턴 특성에 따른 재생에너지 발전 설비 설계 및 다양한 운영 케이스를 시뮬레이션함으로써, 최적화된 산업설비용 태양광 발전설비 용량 설계를 통한 장기적 마이크로그리드 수익개선에 기여할 것으로 예상된다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 산업기술평가원 에너지기술개발사업 시스템 자율제어 및 보호협조가 가능한 직류 수용가용 DC마이크로그리드 시스템 기기 기술 개발 연구사업의 일환으로 수행하였음(과제번호: 2019381010001B).

참 고 문 헌

- [1] TTA.KO-10.1237, “산업설비를 위한 마이크로그리드 설계 요구사항”, 한국정보통신기술협회(TTA), 2020. 12.