

호머를 이용한 디젤 발전량을 줄이기 위한 태양광 및 배터리 용량 산정

이일화
LS산전

Estimation of Photovoltaic and Battery Capacity to reduce the Diesel Generation Cost with HOMER

LEE YIL HWA
LSIS

ABSTRACT

신재생 에너지와 배터리를 이용하여 소규모로 계통을 구축하여 부하에 전기를 공급하는 시스템을 Microgrid라 한다. 태양광 모듈과 배터리의 성능 향상 및 가격 경쟁력 강화로 인하여, Microgrid는 오지에 전기를 공급하거나 기존 디젤 발전시설을 대체하거나 운영 비용을 감소하는 용도로 각광 받고 있다. 본 논문에서는 디젤 발전기와 강에서 유체동력 발전기로 전기를 공급하는 시스템에 태양광과 배터리를 설치하여 기존 발전 비용을 최소화 하면서 최단 시간내에 투자 비용을 회수할 수 있는 솔루션을 제안한다.

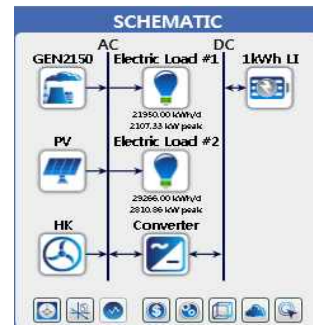
1. 서 론

부하, 발전, 배터리 설비가 배전계통 혹은 독립계통으로 이루어 지는 것을 Microgrid라 한다. 소규모 계통을 위한 발전설비로는 디젤을 기본으로 하여 태양광과 풍력과 같은 신재생 에너지 발전기기가 선호되고 있으며, 기타 수력, 지열과 같은 에너지 사용에 대한 연구도 활발하게 이루어지고 있다. 배터리 설비로는 리튬 이온과 납축전지를 주로 하여 플라이휠, 레독스폴로 및 다양한 에너지 저장장치들이 연구 및 사용되고 있다. HOMER는 Microgrid를 구성하는 다양한 발전 설비와 에너지 저장장치를 부하와 연계하여 발전 및 배터리 설비와 용량, 계통의 정합성을 판별하고, 최적의 비용 및 구조에 대한 다양한 구조를 제안한다. 본 논문에서는 HOMER를 이용하여 강의 흐름을 이용한 조류 발전 설비가 운영되고 있는 특수한 지역의 부하 스케줄에 따른 최적의 솔루션을 제안하는 방안을 다룬다.

2. 본 론

2.1 HOMER 세팅

시뮬레이션을 돌리기 위해서는 다양한 환경 정보가 필요하다. 메인 그리드와 연결이 없는 독립형 그리드로 부하의 증가에 따른 디젤 연료비를 최소화 하는 것이 목적이다. 지역에 맞도록 발전, 배터리 및 부하를 설정하고 시뮬레이션을 돌려 결과를 분석하여 최적의 솔루션을 도출한다.



2.1.1 환경 설정

지도를 이용하여 태양광, 풍력 그리고 온도 데이터를 쉽게 인터넷에서 가져올 수 있다. 대상 지역의 경우 강에서 조류 수력 발전기를 메인으로 사용하고, 디젤 발전기는 보조로 사용한다. 지역의 강 흐름의 속도 데이터를 얻는 것은 어렵지만, 수력 발전기의 발전량 데이터는 상대적으로 구하기 쉽다. 흐름 속도는 발전량 데이터와 흐름에 따른 조류 수력 발전기의 발전량으로 유추한 시간 강의 흐름 속도 및 계절별 특성 정보를 입력한다.

2.1.2 발전 설정

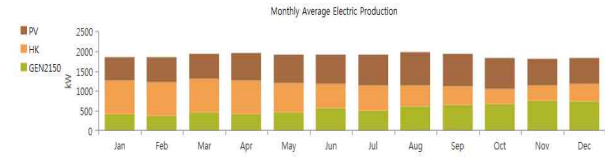
발전 설비로 디젤 발전기와 조류 수력 발전기가 사용되어 왔다. 지역 특성상 바람 리소스는 매우 부족하여 풍력은 제외한다. 태양광 리소스는 풍부한 편이어서, 지역에 태양광 발전 설비와 배터리 설비를 추가한다. 메인 그리드와 연결이 안되어 있는 관계로 태양광 설비에서 과도하게 발전되는 전기를 처리하는 방안으로 배터리가 사용된다.

PV 용량(kW)					
2016년	0	1200	3000	5000	10000
2017년	3000	5000	10000		
2018년	3000	5000	10000		

2.1.3 배터리 설정

배터리는 리튬이온과 납축 전지가 많이 선호되고 있다. 납축 전지는 부피는 크지만 저렴하고 온도에 덜 민감하며 안정적인 장점인 있다. 리튬 이온은 부피는 작고, 응답 특성이 빨라서 주파수 제어 및 신재생 출력 안정화 기능이 가능하다. 그러나 비싸고, 온도에 민감하며 폭발의 위험성을 내포하고 있다.

배터리 용량(kWh)					
2016년	1500	5000	6000	10000	30000
2017년	3000	5000	10000	15000	30000
2018년	3000	5000	10000	15000	



2.1.4 부하 설정

부하 내용은 매년 바뀐다. 2016년은 이지만, 본격적인 개발로 인하여 2017년, 2018년 매년 부하는 증가하여 2021년 정상을 찍고 그 이후로는 거의 증가가 없다. 부하 증가에 따른 최적 솔루션이 변경되므로, 이를 분석에 반영해야 한다.

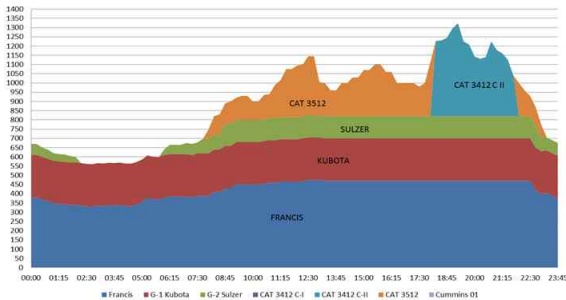
2016년	2017년	2018년	비고
1.5MW	2.5MW	3.5MW	

2.2 최적화

각 모듈별 설정 값들을 적용하여 HOMER의 다양한 시뮬레이션을 수행하고, 결과들을 비교하여 최적의 솔루션을 찾는다.

2.2.1 2016년 부하 및 솔루션

아래 2016년 발전 그래프를 보면, 대부분의 부하를 수력발전에서 처리하는 것을 볼 수 있다.



2016년 부하 1.5MW를 기준으로 최적 시스템을 분석하면, 2가지가 나온다. 첫째는, 1500kWh 배터리만 추가해서 loss가 발생하는 수력 발전량을 충전해서 사용하는 것으로 디젤 연료 비용을 30% 가량 줄일 수 있으며, ROI는 5년 나온다. 둘째는 1500kWh 배터리에 1200kWp PV를 추가하는 방법으로 디젤 연료 비용을 50% 가량 줄이면서, ROI는 5년이 나온다.

2.2.2 2017년 부하 및 솔루션

2017년 부하는 2.5MW로 증가하면서 2016년에 제안한 솔루션은 효과적이지 못하다. 부하 증가분 1.0MW는 수력 발전이 처리하지 못하는 부하들로 디젤 발전기가 처리하면서 디젤 발전 비용이 2배 가까이 증가하게 된다. ROI가 가장 좋은 시스템은 3MWp PV와 3MWh의 배터리를 설치하는 것으로 ROI가 11년이 나오지만, 디젤 연료 비용은 30% 가량만 줄일 수 있다. 나머지 시스템들은 ROI가 15년 이상 나오므로 적절한 솔루션이 될 수 없다.

2.2.3 2018년 부하 및 솔루션

2018년 부하는 3.5MW로 증가하면서, 2016년 대비 2.0MW의 부하량이 증가하지만 디젤 연료 비용은 3배 가까이 증가한다. 디젤 연료 비용을 PV와 배터리의 조합으로 줄일 수 있지만, 비용이 급증하면서 ROI수치가 급격하게 악화된다. 두 가지 안을 제시 가능하다. 1. PV와 배터리를 각각 5MWp와 5MWh를 설치하면 ROI는 10년이 나오고 디젤 연료비는 40% 가량 절약 가능하다. 2. PV를 10MWp 설치하고, 배터리를 15MWh를 설치하게 되면 디젤 연료비를 60% 가량 절약이 가능하고 ROI는 15년이 나온다.

PV 5000					
Optimization	PV	5,000			
	배터리	5,000			
	인버터	5,000			
	설치 비용		13,000,000	14,543,100,000	
	디젤가격(1년)		2,101,422	2,350,860,791	
	디젤차액			1,397,811,175	
	디젤 절약 비율(%)				63%
회수 기간(년)				10	
PV 10000					
Optimization (fuel)	PV	10,000			
	배터리	15,000			
	인버터	10,000			
	설치 비용		30,500,000	34,120,350,000	
	디젤가격(1년)		1,320,320	1,477,041,984	
	디젤차액			2,271,629,983	
	디젤 절약 비율(%)				39%
회수 기간(년)				15	

3. 결 론

매년 급증하는 부하를 처리하기 위해서 PV와 배터리를 혼합 운영하는 방법으로 솔루션을 찾을 수 있지만, 일정 용량을 지나면서 용량이 커질수록 비용대비 효율이 급격히 떨어진다. 주요 원인은 배터리 비용으로, 리튬 이온 배터리 대신 납축 전지를 사용하게 되면 해당 비용을 낮출 수 있다. 이 지역의 경우 꾸준한 발전량을 제공하는 강이 있으므로, 조류 수력 발전기 용량을 PV 및 배터리와 함께 증가시키면 설치 비용 및 디젤 연료 비를 적은 비용으로 크게 줄일 수 있으므로 적절한 ROI 산출이 가능하다. 10MW 용량을 넘어가는 PV와 10MWh를 넘어서는 배터리를 조합해서 Microgrid 시스템을 구성하는 것은 Off-Grid 상태에서는 비용으로 인한 한계가 있다.

참 고 문 헌

- [1] Tom Lambert, Micropower System Modeling With HOMER, Integration of Alternative Sources of Energy, pp. 379-418, 2006.
- [2] Chemmangot V.Nayar(2010). High Renewable Penetration Diesel Generator Systems, Paths to Sustainable Energy, Dr Artie Ng