

## 신에너지전원이 연계된 배전계통의 수용가전압 평가에 관한 연구

**김 경범, 최 기범, 차 민준, 노 대석**  
한국기술교육대학교\*\*

### Development of Voltage Regulator Simulator for Distribution Systems interconnected with Dispersed Sources

kyungbum Kim, Gibum Choi, Minjun Cha, Daeseok Rho  
Korea University of Technology and Education

**Abstract** - 태양광, 풍력 등의 대체에너지전원의 개발 및 보급이 증가하는 추세에서 이들 소규모 전원이 도입되는 배전계통의 환경 및 여건을 정비하는 것이 무엇보다 시급하고도 중요한 사항이라고 생각된다. 이들 배전계통의 환경 가운데 가장 중요한 것 중의 하나가 수용가의 전압을 일정한 범위 내로 유지하는 것이다. 전력회사에서는 하계의 피크 부하기간 중에 지정된 고압선로의 직하와 말단의 전압을 측정하여 규정전압(전동 : 220±6%, 동력 : 380±10%)이내에 유지되는 가를 평가하여 산업자원부에 보고하도록 전기사업법에 규정되어 있을 정도로 중요한 목표관리 대상이다. 따라서, 배전계통의 전압조정 기술은 상당히 중요한 기술이므로, 본 논문에서는 분산전원이 배전계통에 연계되어 운용되는 경우, 전압조정장치의 동작을 시뮬레이션할 수 있는 시뮬레이터를 개발하여 수용가의 전압을 평가하고 개선하는 시스템을 개발하였다.

- ② 알고리즘의 프로그램 코딩 및 디버깅 기능
- ③ Visual Basic과 Excel의 Macro를 이용한 S/W 제작
- ④ 사용자 S/W 수정 기능

#### 2.2 평가시스템의 실현

본 연구에서 개발된 평가시스템의 주요 프로그램 내역은 다음과 같다. 마이크로소프트사의 엑셀을 이용하여 개발한 기술지원 평가 시스템의 프로그램 구성 내역은 총 19개의 시트를 기본으로 하여 각종 계산을 수행하도록 하였으며, 이 시트를 효율적으로 관리하거나 수행할 수 있도록 VBA(Visual Basic Application)를 이용하여 총 5개의 모듈 및 23개의 서브 모듈을 개발하였다.

### 1. 서 론

최근 생활수준의 향상과 정보통신산업의 급속한 발전으로 인하여, 정보통신기기 및 정밀제어기기 등의 보급증가로 전압품질에 관한 관심이 높아져가고 있다. 특히, 전압품질에 민감한 수용가(산업체, 공장, 상가, 정보산업관련빌딩 등)의 전기피해 보상문제 등이 증가되고 있는 추세이며, 전 세계적으로도 전력품질에 대한 관심이 높아져 각종 전력품질 개선장치로부터 최적 공급시스템에 이르기까지 다양한 각도에서 전력품질을 향상하기 위한 연구 개발이 활발하게 수행되고 있으며, 또한 부분적으로 실용화되고 있는 실정이다. 배전계통의 전압분포는 배전용변전소의 송출전압과 고저압선로의 전압강하, 고압선로의 전압조정장치, 고압선로의 구성, 수용가의 부하특성 등 여러 가지 요인에 의해 결정되는데, 이중 가장 큰 영향을 끼치는 요소가 배전용변전소의 송출전압 조정으로, 이것이 적절하게 조정되지 못하면 다른 요인을 아무리 잘 조정해도 수용가의 전압을 적절하게 유지시키는 것이 곤란하다. 따라서 본 논문에서는 분산전원이 배전계통에 연계되어 운용되는 경우, 전압조정장치의 동작을 시뮬레이션할 수 있는 시뮬레이터를 개발하여 수용가의 전압을 평가하는 알고리즘을 제시하였다.

### 2. 수용가 전압 평가시스템의 제작

#### 2.1 시스템 개요

본 연구에서는 분산전원을 제작하거나 시공하는 업체나 일반 사용자(분산전원을 잘 모르는 비전문가 포함)들이 손쉽게 접근하여 LDC정정치의 수치변화와 분산전원의 종류에 따라 ULTC 탭변환을 확인하고 수용가 전압이 적정환가를 판정하는 시뮬레이션 프로그램을 제작하였다. 구체적으로는 3개의 기능으로 구성된다. 첫째는 언제 어디서나 접근 가능하도록 인터넷상에 전용서브를 설치하는 것이고, 둘째는 전용서브 상에 지원시스템을 등록할 수 있는 전용 홈페이지를 제작하는 것이며, 셋째는 분산형전원의 배전계통 연계시의 수용가 전압의 적정여부를 판단하는 S/W를 제작하는 것이다. 따라서 이 시스템의 특징은 인터넷을 통하여 지원 시스템의 홈페이지에 방문하여, 제공된 각종 S/W를 다운로드 받아, 누구나 손쉽게 연계 적합여부를 평가할 수 있는 시스템이다.

본 연구에서 개발한 평가시스템의 분석 프로그램은 다음과 같은 기능을 가지도록 설계하였다.

- ① 사용하기 편리한 MMI 기능 도입



〈그림 1〉 메인 화면

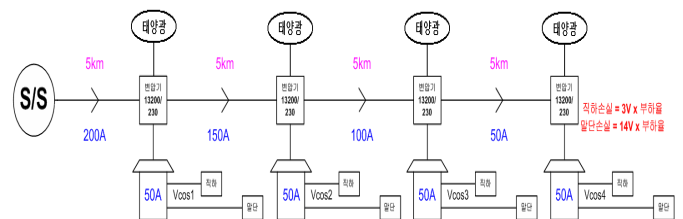
### 3. 시뮬레이션 및 분석 결과

#### 3.1 모델계통 및 입력 데이터

시간	부하율(%)	시간	부하율(%)	시간	부하율(%)	시간	부하율(%)	시간	부하율(%)
0:00	72	4:00	36	8:00	96	12:00	70	16:00	90
0:30	59	4:30	36	8:30	96	12:30	83	16:30	72
1:00	49	5:00	36	9:00	96	13:00	96	17:00	65
1:30	39	5:30	37	9:30	98	13:30	98	17:30	95
2:00	38	6:00	43	10:00	100	14:00	100	18:00	75
2:30	37	6:30	47	10:30	99	14:30	98	18:30	96
3:00	36	7:00	50	11:00	98	15:00	96	19:00	70
3:30	36	7:30	77	11:30	84	15:30	93	19:30	89
23:00	88								
20:30	69								
21:00	76								
21:30	84								
22:00	73								
22:30	89								
23:00	74								
23:30	87								

피크부하 : 54 MW    역률 : 0.9    동기임피던스 : 1.3    부하중심점전압 : 21500  
 분산전원용량 : 1지점 0    2지점 8    3지점 0    4지점 8

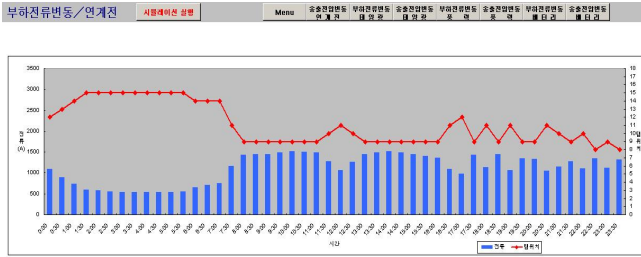
〈그림 2〉 배전계통 입력데이터 화면



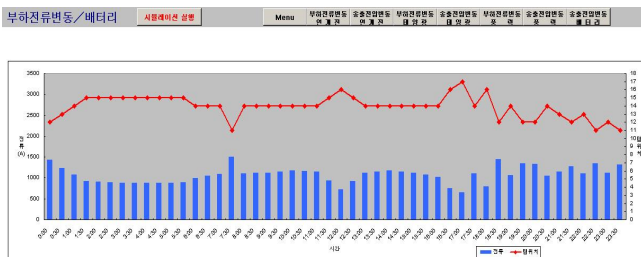
〈그림 3〉 모델 배전계통

### 3.2 해석결과 및 분석

(1) 분산전원 연계 전·후 비교 (등가임피던스:1.3, 부하중심점 전압:21500V)



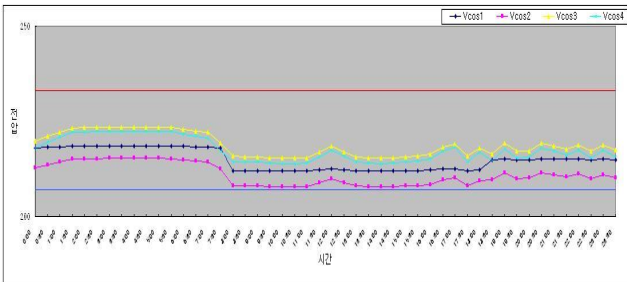
**<그림 4> 분산전원 연계전 부하 전류 및 탭위치 (분산전원용량 : 0MW)**



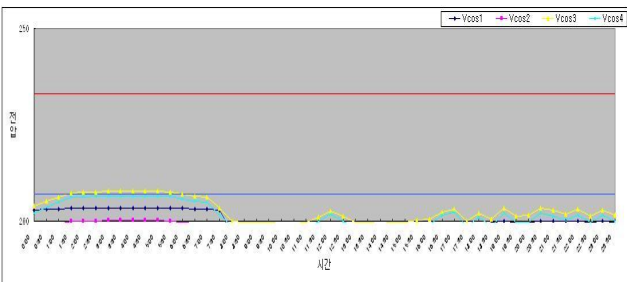
**<그림 5> 분산전원 연계후 부하 전류 및 탭위치 (분산전원용량 : 각 지점마다 2MW 투입)**

분산 전원 도입 시 ULTC 탭 동작횟수를 감소시키고 시간대별 탭 위치 변동폭도 더 완만한 조건을 찾을 수 있음을 확인하였다.

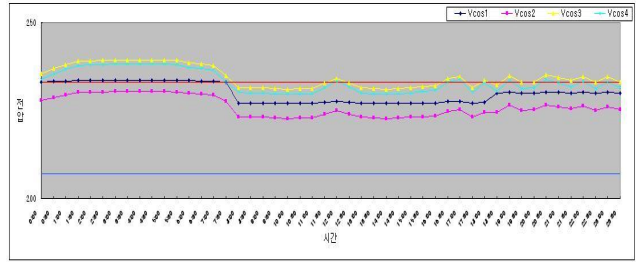
(2) LDC정정치 변경 (Z:1.3, 분산전원용량 : 2MW )



**<그림 6> 분산전원 연계후 말단 수용가 전압 ( V<sub>0</sub> : 21500V, Z : 1.3 )**



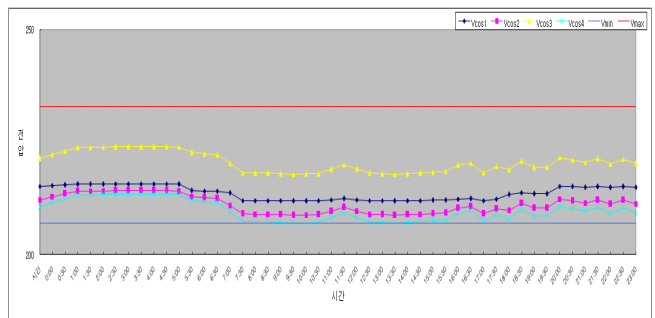
**<그림 7> 분산전원 연계후 말단 수용가 전압 ( V<sub>0</sub> : 20000V, Z : 1.3 )**



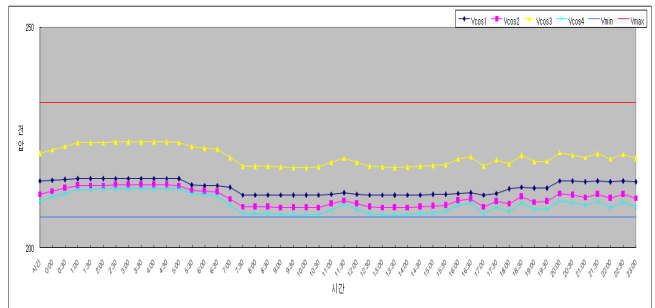
**<그림 8> 분산전원 연계후 말단 수용가 전압 ( V<sub>0</sub> : 23000V, Z : 1.3 )**

부하중심점 전압이 21500V일 경우에는 수용가 전압이 규정범위 내에 들어왔지만, 20000V와 23000V일 경우에는 규정범위 내에 들어가지 못하는 수용가가 발생 하는 점을 확인하였다.

(3) 분산전원용량 변경



**<그림 9> 분산전원 연계 후 말단 수용가 전압 (각 지점마다 0.5MW 분산전원 도입)**



**<그림 10> 분산전원 연계후 말단 수용가 전압 (2지점과 4지점에 1MW분산전원 도입)**

주변압기 측에 연계되는 분산전원의 양을 늘려주면 수용가 전압이 좀 더 안정되는 것을 볼 수 있다.

### 4. 결 론

본 논문에서는 분산전원이 연계된 배전계통의 수용가전압 평가 시뮬레이터를 개발하여 수용가의 전압을 평가하였다. 본 논문에서 개발한 평가 시뮬레이터는 배전계통의 최적 전압조정을 위해 본 시뮬레이션을 사용하여 규정전압에 더 가깝게 유지할 수 있는 조건을 찾을 수 있고 양질의 수용가 전압 공급에 도움이 됨을 확인하였다. 또한, LDC정정책의 변화와 분산형전원의 도입시 ULTC 탭 동작횟수를 감소시키고 시간대별 탭 위치 변동폭도 더 완만한 조건을 찾을 수 있음을 확인하였다.

### [참 고 문 헌]

[1] “분산전원 계통연계가이드라인”, JEC4201, 일본, 2002.4  
 [2] “풍력발전 계통연계 기술지침 및 연계선로 운영기준 제정에 관한 연구”, 한전 전력연구원, 2004  
 [3] “배전전압관리 개선에 관한 연구”, 한전 전력연구원, 2003.10