

분산전원 배전계통연계해석 프로그램

권명현, 박정배, 곽병규, 김재언
충북대학교 전기공학과

Utility Interactive Analysis Program for Interconnecting Distributed Generation into Distribution System

Myung-Hyun Kwon, Jeong-Bae Park, Byung-Kyu kwak, Jae-Eon Kim
Dept. of Electrical Engineering, Chungbuk National University

Abstract -태양광과 풍력 등의 신·재생에너지 전원은 기후나 온도, 지형적인 영향을 많이 받기 때문에 배전계통에 연계 시 기존 배전계통의 전압품질에 좋지 않은 영향을 미치게 된다. 따라서, 분산전원 계통 연계 시 부하와 전원이 혼재되어 운용되는 형태의 배전계통에서 야기되는 여러 가지 문제점을 검토, 분석할 수 있는 배전계통 연계해석 프로그램의 개발이 요구되고 있다.

본 논문에서는 비전문가라도 쉽게 사용이 가능한 일반용 평가 시스템을 엑셀 프로그램으로 구현하였다.

1. 서 론

분산전원 설치 시, 발전사업자 측에서는 설비비용의 절감을 이유로 일반배전선로에 직접 연계를 요구하고 있고, 한전 측에서는 계통운용의 어려움으로 인하여 변전소 모선에 연결하기를 원하고 있어 한전 측과 발전사업자간의 이해가 상충되는 부분이 있어 연계와 관련된 분명한 기술적인 지침이 요구된다 [3]. 평가 시스템 개발로 인한 기대효과로는 분산형전원단지의 도입대상 배전계통의 효율적 운용으로 인한 전력 품질 확보 대책비용 절감, 신재생 에너지와 같은 분산형전원의 원활한 확대 보급을 위한 정책에 기여, 분산형 전원 발전사업자, 발전설비 제조업체 및 전기사용 고객에 대한 고품질 전력서비스 홍보효과를 거둘 수 있을 것으로 예상된다 [5]. 따라서 본 논문에서는 보호협조 검토 항목에 대한 사항을 일반용 평가시스템에 대한 다양한 실제통의 기술검토를 실행하여 객관적인 면에서 시스템의 완성도를 갖춘 평가시스템을 개발하였다.

2. 본 론

2.1 평가 시스템 프로그램의 특징

배전계통이나 분산전원의 비전문가라도 분산전원의 도입에 대한 동일한 평가와 분석결과를 산출할 수 있는 표준 계통과 판정 알고리즘을 근거로 한 S/W이다. 이것은 기존의 평가방법이 평가자의 개인 능력과 취득할 수 있는 자료에 따라 상이한 평가와 결과를 산출하는데 비하여 분산전원 도입에 따른 공평한 평가를 내릴 수 있다는 큰 장점을 가질 수 있다. 본 논문에서 개발한 시스템은 분산전원이 연계되기 전의 배전계통 상태를 해석할 수 있고, 분산전원 연계 전의 배전계통이 적절하지 못한 경우 이에 대한 대책을 제시할 수 있으며, 또한 분산전원이 연계된 배전계통의 상태를 해석할 수 있으며, 연계된 후의 배전계통이 문제가 있는 경우에 이에 대한 대책을 제시할 수 있어서 발생 가능한 4종의 계통상태를 모두 해석 및 평가를 수행할 수 있다는 점이 우수하다 [4].

2.2 평가 시스템의 보호협조 항목 검토 방법

2.2.1 유도 발전기의 돌입전류

-임피던스 계산: $\%Z_s = \%Z_{154} + \%Z_{MTr,100} + \%Z_{pcc}$

-선로 단락용량계산 : $S_{S,pu} = \frac{100}{\%Z_s} \times [MVA] = \frac{100}{\%Z_s} [pu]$

-연계용 변압기 임피던스($Z_{TG,pu}$) 입력

-유도발전기 정격용량($S_{DG,pu}$) 입력

-유도발전기 계수(β =기동전류/정격전류)입력

-연계점 기동 시 전압 계산

$$V_{L,pcc,pu} = \frac{(1 + \beta \times S_{DG,pu} \times Z_{TG,pu}) \times S_{S,pu}}{(1 + \beta \times S_{DG,pu} \times Z_{DG,pu}) \times S_{S,pu} + \beta S_{DG,pu}} \quad [6]$$

(0.9984 ≤ $V_{L,pcc,pu}$ ≤ 1.0513)

2.2.2 공진현상

-S/S측 콘덴서 뱅크 삼상용량(S_C [KVA]) 입력

-계통 측 단락용량(S_S [MVA]) 계산 $S_S = \frac{100}{\%Z} \times 100 [MVA]$

-분산전원 측 역률 보상용 콘덴서 용량(S_G [KVA]) 입력

-연계점에서 바라본 계통 측 단락용량(S_{pcc} [MVA]) 계산

$$f_1 = \sqrt{\frac{S_s \times 1000}{S_C}} \times 60, f_2 = \sqrt{\frac{S_{pcc}}{S_G}} \times 60$$

$$|f_1 - f_2| > f_2 \times 0.1 \text{ 이면 양호 [6]}$$

2.2.3 자기여자 현상

유도발전기

-유도발전기 측 역률보상용 커패시터 용량(Q) 입력

-유도기 보화계수(σ)와 전격전압의 무부하시 여자전류(I_2) 입력

-발전기 정격전압(V_{DG} [kV]) 입력

$$Q \times 1000 < \frac{\sqrt{3} \times V_{DG} \times 1000 \times I_2}{(1 + \sigma)}$$

동기 발전기

-동기발전기 수송가 측 역률 보상기 용량(Q [KVA]) 입력

-동기 발전기 포화계수(σ)와 단락비(K_{SG}) 입력

-발전기 정격전압(V_{DG} [kV]) 입력

$$Q \times 1000 < \frac{K_{SG} \times V_{DG}^2}{(1 + \sigma)} \quad [6]$$

2.2.4 분류효과

-Recloser or OCR RY의 정정치(I_{OCR}) 입력

-사고 지점을 말단으로 하여 %임피던스 계산

-S/S에서 연계점까지의 선로임피던스 : $Z_{1,pu}$

-연계점에서의 말단까지의 선로임피던스 : $Z_{2,pu}$

-연계용 변압기의 임피던스 : $Z_{3,pu}$

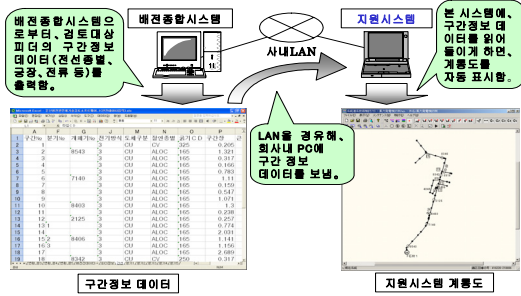
-고장전류 계산 : $I_{fault} = \frac{1}{\frac{Z_1 \times Z_2}{Z_3} + Z_1 + Z_2}$

$I_{OCR} < I_{fault}$ 이면 양호(Relay의 정상동작) [6]

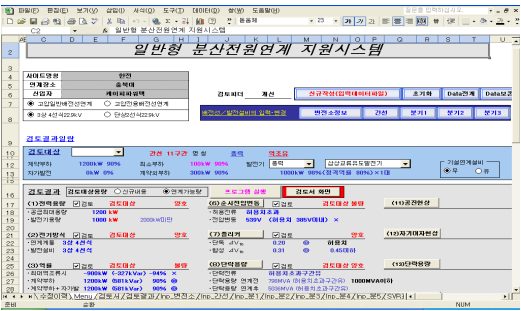
2.3 평가 시스템 프로그램

2.3.1 배전선 데이터의 입력

배전종합시스템이 보유한 배전설비데이터 가운데, 검토대상 피더의 필요한 구간정보데이터를 출력한다. 이 데이터는 한전 내 LAN을 경유하여 개인용 PC로 연결되어, 평가시스템의 입력파일인 구간정보 데이터로 입력된다. 다음에 본 시스템을 기동하여 구간정보 데이터를 읽어 들이면, 검토 대상 피더의 계통도가 자동으로 표시되거나 입력화면으로 자동 연결된다. 그림 1은 배전선 데이터의 취득 과정을 나타낸 것이다 [4].



〈그림 1〉 평가시스템의 데이터 취득과정



〈그림 2〉 프로그램 실행 시 메인화면

2.3.2 검토결과와 확인

평가시스템의 메인 메뉴화면에서 계산실행 키를 누르면 각 검토항목의 계산은 일괄적으로 실행된다. 또한 검토 결과 표시키를 누르면 계통도(전문가용)와 검토결과 일람표(일반용)를 표시한다.

불량개소가 있는 경우, 계통도상에 적색으로 표시되거나(전문가용), 결과일람표에서 적색(일반용)으로 나타난다. 검토 결과에 분산전원 연계 시에 부적합한 사항이 존재하는 “불량”이 있는 경우에는 연계가능용량을 산출하고 수치를 그래프로 자동적으로 표시된다 [4].

2.3.3 보호협조항목 검토결과와 출력

검토 결과를 엑셀 파일로 출력한다. 계통연계 기술검토서 내역으로는 신청내용, 연계 배전계통, 9개 항목 검토결과 내용, 보호협조 검토항목 검토결과, 연계가능용량 등이다.

〈그림 3〉 전체 검토결과 화면

〈그림 4〉 돌입전류 검토결과 화면

〈그림 5〉 공진현상 검토결과 화면

〈그림 6〉 자기여자현상 검토결과 화면

〈그림 7〉 분류효과 검토결과 화면

3. 결 론

분산형전원이 배전계통에 연계되는 경우, 계통연계 기술요건 가이드라인 및 기술지침에 근거하여, 연계에 의한 공급신뢰도 및 전력품질의 면에서 다른 수용가에 악영향을 끼치지 않도록 기술검토를 실시하여야 한다. 그러나 지금까지 이들에 대한 검토는 배전계통과 분산형전원에 대한 전문가만이 수행할 수 있었다. 또한, 이들에 대한 전문가라 할지라도 구체적인 분석을 위한 각종 데이터의 수집이나 전문적인 S/W의 사용법을 숙지해야 하는 번거로움이 있었다. 따라서 비전문가라도 쉽게 접근 가능한 분산전원 배전계통연계 평가시스템을 개발하였다. 일반용 평가 시스템은 이동용 매체를 통하여 개발된 기술 프로그램을 실행시키는 것으로, 분산형전원의 도입 및 운용에 대한 각종 정보를 배전계통이나 분산형전원에 대한 비전문가라도 제공받을 수 있는 시스템을 의미한다. 분산전원 연계 시에 검토해야 할 항목이 많고, 검토 내용도 복잡하여 검토 업무를 지원하는 툴(tool)이 필요한데, 본 연구에서 개발한 평가시스템은 분산전원을 제조하거나 설치, 운용하는 업체나 배전계통의 운전자에게도 업무의 효율성 및 편리성을 제공할 수 있도록 하였다.

〔참 고 문 헌〕

- [1] 한국전력공사 중앙교육원 “관내SI 배전부분 사용자안내서 배전공통” 2003. 5.
- [2] 한국전력공사 전력연구원 “배전전압관리 개선에 관한 연구 최종보고서” 2004. 3.
- [3] 한국전력공사 “분산전원 배전계통 연계기술기준” 2005. 4.
- [4] 산업자문부 “분산전원 배전계통연계 해석 프로그램 개발 1차년도 중간보고서” 2006. 5.
- [5] 산업자문부 “분산전원 도입에 따른 복합배전계통 운영에 관한 연구” 2004. 8.
- [6] 김재연 “분산전원이 도입된 배전계통의 보호방식해설 실무 개요” 2006. 6.