

계통연계형 인버터의 모델링 및 시뮬레이션

안교상, 임희천

Modelling and simulation of the grid-interactive inverter

Korea electric power research institute

Abstract

This paper describes the computer simulation results of the photovoltaic(PV) power system for the grid-connection. The major contents of this paper consist of the modeling of the PV power system for grid-connection, the analysis of the steady-state characteristics of the system, and the analysis of the transient-state characteristics of the system, respectively.

1. 서 론

화석연료의 사용은 공해물질의 배출로 인하여 지구환경 보호 측면에서 환경 보전에 위협이 되고 있고, 오일 쇼크와 같은 국제정세의 변화는 에너지의 안정적인 확보에 위협을 받고 있다. 부존자원이 거의 없는 국내 실정에서는 에너지의 자급 노력의 일환으로 태양광 발전을 비롯한 신에너지 개발은 깨끗하고 무한한 대체에너지원 개발이라는 목적에 부합된다. 그러나 대부분의 신에너지 기술이 해결해야 할 문제는 경제성과 실용화 기술개발을 들 수 있다.

전력용 태양광 발전시스템은 전력계통과의 연계 유무에 따라 계통과 고립되어 있는 산간벽지 및 도서지역을 위한 독립형 시스템과 계통과 연결되는 주택용, 빌딩용 및 MW급 규모의 계통연계형 분산형 전원시스템으로 분류할 수 있다. 이 경우 각 시스템은 용도에 적합한 기능, 용량을 갖는 직·교류 전력변환을 위한 인버터를 필요로 한다. 특히 최근 보급이 활성화되고 있는 계통연계형 태양광 발전시스템은 분산형 전원으로 연계점에서 역조류가 없는 경우는 문제가 비교적 적지만 역조류가 있는 경우에는 계통과의 보호협조 등 문제점이 많아지고 해결해야 할 과제도 많아진다. 그러나 분산형 전원에 대규모 전원의 보완적 역할을 부여하기 위해서는 역조류를 허용하는 것이 일반적이다. 이러한 역조류가 허용되는 계통연계 태양광발전시스템의 연계에 따른 대책은 계통에서의 측면뿐 아니라 발전시스템의 인버터 제어기법 및 성능과 밀접한 관련이 있다.

따라서 본 고에서는 최근 보급이 확대되는 추세에 있는 3 kW급 단상 계통연계형 태양광 발전용 인버터 시스템의 시뮬레이션을 위한 제어회로 부와 파워 스택을 시뮬레이션 모델링 하였으며, 시뮬레이션 모델로 계통의 전압변동에 따른 정상 및 과도 상태 등의 출력의 변화에 대하여 시뮬레이션을 수행한 결과에 대하여 설명하고자 한다.

2. 본 론

2.1 시뮬레이션 모델링

계통연계형 태양광발전용 인버터시스템의 시뮬레이션을 위한 모델은 개발중인 3 kW급 계통연계형 태양광발전용 인버터의 시스템을 고려한 제어회로 부와 파워 스택을 시뮬레이션 모델링 하였고, 시뮬레이션 모델로 시뮬레이션을 수행하였다. 그림 1은 시뮬레이션을 수행하기 위하여 제어회로 부의 모델링을 위한 파워스택 시뮬레이션 모델을 보여 주고 있다.

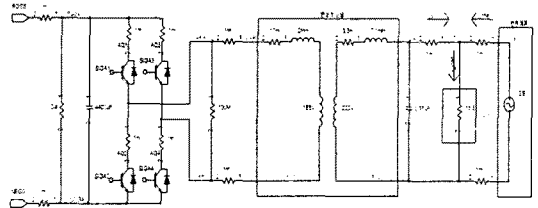


그림 1. 파워스택 시뮬레이션 모델

2.2 정상동작상태 분석 시뮬레이션

정상 동작상태시의 태양광발전 계통연계형 인버터 시스템의 동작에 대한 시뮬레이션을 수행하여 각 부의 파형을 측정하였다.

그림 2는 인버터 출력의 출력이 연결된 계통선전압을 나타내었고 그림 3은 계통선 전압과 인버터 출력전류를 동시에 나타내었다. 파형상으로 볼 때, 역율이 1에 가까움을 알 수 있다.

그림 4는 부하로 흐르는 인버터 출력전류와 계통선의 전류를 나타낸 것으로 전 전류를 인버터가 부담함을 알 수 있다.

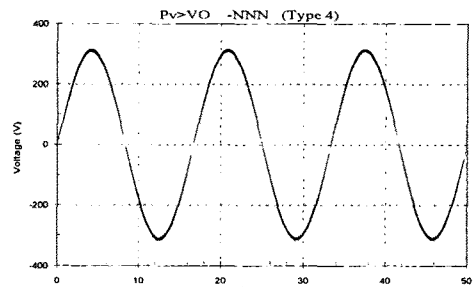


그림 2. 계통선 전압.

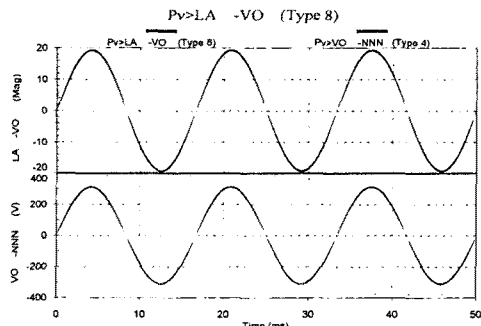


그림 3. 인버터 출력 전류(상)과 계통선 전압(하).

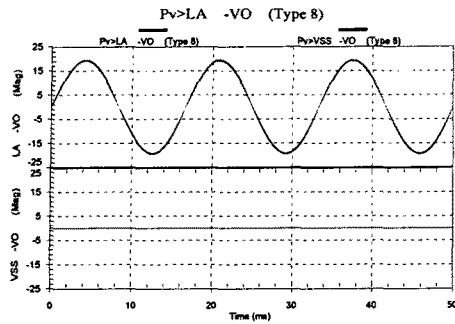


그림 4. 인버터 출력 전류(상)과 계통선 전류(하).

2.3 과도상태 분석 시뮬레이션

과도 동작상태시의 계통연계형 태양광발전용 인버터 시스템의 동작에 대한 시뮬레이션을 수행하여 각 부의 파형을 측정하였다. 그림 5에서 그림 7은 계통선 전압이 순시 적으로 10% 상승시의 각부 동작 파형을 보여 주고 있다.

그림 8에서 그림 10은 계통선 전압이 순시 적으로 10% 감소시의 각 부 동작 파형을 나타낸 것이다.

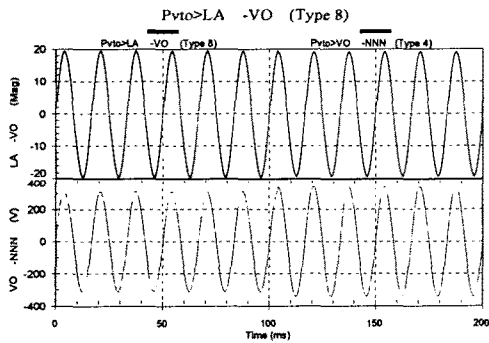


그림 5. 인버터 출력전류(상)과 계통선 전압(하).
(계통선 전압 10% 과도 상승시)

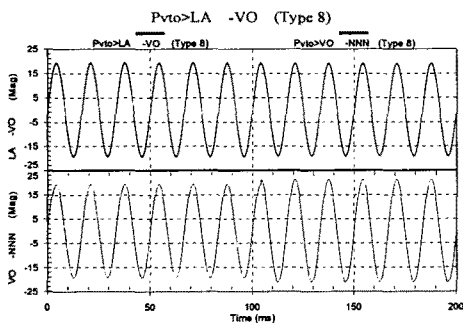


그림 6. 인버터 출력 전류(상)와 부하전류(하).
(계통선 전압 10% 과도 상승시)

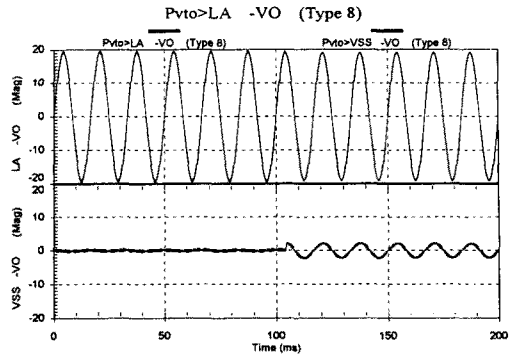


그림 7. 인버터 출력 전류(상)와 계통선 전류(하).
(계통선 전압 10% 과도 상승시)

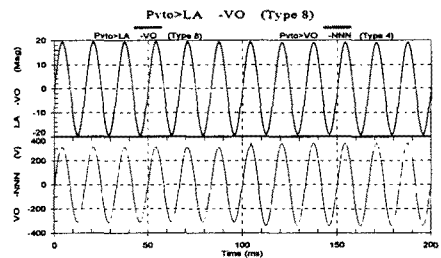


그림 8. 인버터 출력 전류(상)과 계통선 전압(하).
(계통선 전압 10% 과도 감소시)

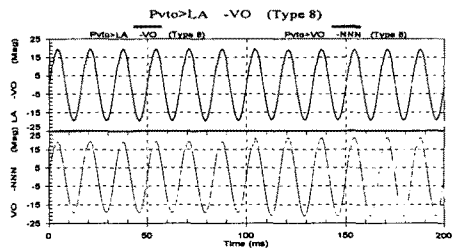


그림 9. 인버터 출력 전류(상)와 부하전류(하).
(계통선 전압 10% 과도 감소시)

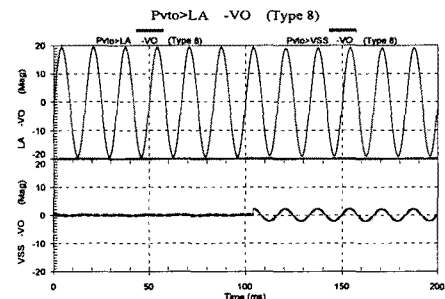


그림 10. 인버터 출력 전류(상)와 계통선 전류(하).
(계통선 전압 10% 과도 감소시)

3. 결 론

계통연계형 태양광 발전시스템은 분산형 전원으로서는 연계점에서 역조류가 없는 경우는 문제가 비교적 적지만 역조류가 있는 경우에는 계통과의 보호협조 등 문제점이 많아지고 해결해야 할 과제도 많아진다.

그러나 분산형 전원에 대규모 전원의 보완적 역할을 부여하기 위해서는 역조류를 허용하여야 하며, 이러한 역조류가 허용되는 계통연계 태양광발전시스템의 연계에 따른 제반 대책은 계통에서의 측면뿐 아니라 발전시스템의 인버터의 제어 및 성능에 밀접한 관계를 가진다.

발전시스템과 배전계통과의 상호 부하분담의 관계와 이에 따른 보호 협조 관계를 기본자료 분석을 위하여 인버터 시스템을 모델링 하였으며, 시스템의 정상상태, 과도상태 동작에 대한 시뮬레이션을 수행하였다.

[참 고 문 헌]

- [1] 황인호 외, "상태공간 모델링을 이용한 계통연계 태양광 발전시스템의 설계 및 제어", 대한전기학회 하계학술대회, 1996.
- [2] Electric Power Research Institute, AP-3351 : *Photovoltaic Power Systems Research Evaluation : A Report of the EPRI Ad Hoc Photovoltaic Advisory committee*, Prepared by Strategies Unlimited, EPRI, Palo Alto, CA, 1983, p. C-5.
- [3] U.S. Department of Energy, *National Photovoltaic Program : Five Year Research Plan, 1987-1991*, U.S. DOE, Washington DC, 1987, p. 26.
- [4] Matthew Burresch, "Photovoltaic Energy Systems", McGraw-Hill Book Company, 1993