

저주파수 계전기에 의한 수용가 발전설비 계통 주파수 제어

김학만, 김동현, 전영환, 김지원, 국경수, 전진홍
한국전기연구원

Frequency Control of Demand Users with Power Plants by Under-frequency Relay

H.M. Kim, D.H. Kim, Y.H. Chun, J.W. Kim, K.S. Kook, J.H. Jeon
Korea Electrotechnology Research Institute

Abstract - This paper deals with frequency control of demand users that have power plants by under-frequency relay. The demand users supply electrical power to a part of their loads by their power plants and to other rest of their loads by utility. While electrical power supply is stopped by faults of utility network, the system of demand users network is separated from total power system and their system frequency goes below normal limits. In this paper, this situation and the effect of under-frequency relay application are simulated by EMTDC.

1. 서론

현재 세계적으로 전력산업의 구조 개편이 추진되고 있으며, 우리나라에서도 현재 전력산업에서의 경쟁체제가 도입되고 있어 추후 전력산업 분야에서 많은 변화가 예상된다. 따라서 민간의 전력산업에의 참여가 유도되고 있으며, 대용량의 전력부하를 이용하는 산업체의 경우는 경제성에 따라 자가 발전설비 설치 및 운용의 폭이 확장 될 것으로 기대된다.

자체 발전설비를 갖춘 산업체 수용가가 자가 생산한 전력으로 내부 부하의 일부를 공급하고 부족분에 대해서 전력회사로부터 전력을 공급받아 내부 계통을 운영하는 중 전력회사 계통 고장으로 전력공급이 불가능할 경우 수용가 계통은 전체 계통에서 분리되어 독립 계통으로 되며 이 때 수용가 계통의 주파수 유지 능력은 자체 부하의 보호 및 산업체의 기능을 중단없이 수행할 수 있는 중요한 관건이 된다. 현재 국내에서 산업체 수용가 계통에 대한 연구는 전체 계통 연구 수준에 비해서 상당히 열악한 실정이며, 이에 대한 다양한 검토가 요구된다.

본 논문에서는 전력회사 계통의 고장에 의해서 수용가 계통이 전체 계통에서 분리되어 독립 계통으로 된 경우 계통 주파수를 유지할 목적으로 부하의 중요도에 따른 우선 순위에 의해서 저주파수 계전기를 설정하고 이에 대한 운용을 EMTDC를 이용하여 기본적인 검토를 수행 하였고 이에 대한 검토 결과를 소개하였다.

2. 저주파수 계전기에 의한 수용가 계통의 주파수 제어

2.1 수용가 계통

본 논문에서 검토한 수용가 그림 1과 같이 전력회사와 154 kV 선로로 연계되어 있으며, 수용가 부하는 전체 13.3 MW로 역률은 0.9로 가정했다. 그리고 열병합 발전 설비는 2대로 전력부분의 정격은 7MVA, 6.6kV로 가정 하였다. 그리고 각 부하 부분에 차단기와 저주파수 계전기가 설치되어 있다.

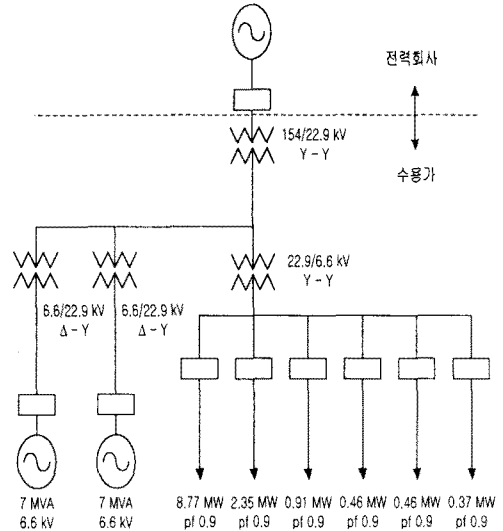


그림 1 열병합 발전설비 수용가 계통 구성

2.2 검토 시나리오 및 주파수 설정

초기에 전력회사로부터 2.5 MW를 수전하며, 자체 발전기로 10.8 MW를 공급하다가 전력회사 계통에 고장을 상정하여 시뮬레이션 시작 2초 후에 수용가와의 154 kV 연계 선로를 개방하였으며, 이 때 주파수 저하에 의해서 미리 설정된 주파수 계전기가 작동하여 부하를 차단시키고 주파수를 회복하도록 하였다. 차단 주파수는 각 부하별로 우선 순위를 고려하여 다음 표 1과 같이 설정하였다.

표 1. 저주파수 계전기 설정치

부하번호	2	6	5	4	3	1
주파수[Hz]	59.0	58.8	58.6	58.4	58.2	58.0
부하[MW]	2.35	0.37	0.46	0.46	0.91	8.77

2.3 검토 결과

그림 2는 시뮬레이션 기간동안 전력회사로부터 수전하는 유효전력과 열병합 발전설비로 자가 발전하여 공급하는 유효전력을 나타낸 것이다. 그림 2에서와 2초에서 수전이 중단되는 것이 나타나며 이때 순간적으로 자가 발전기의 출력은 상승되지만 주파수 제어에 의해서 다시 발전력이 감소되어 수렴되어지는 현상을 보인다.

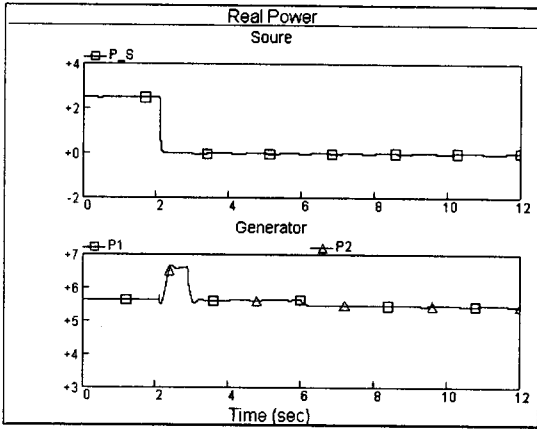


그림 2. 전력회사 및 자가 발전기에서 공급되는 유효전력

그림 3는 시뮬레이션 기간동안 전력회사로부터 수전하는 무효전력과 열병합 발전설비로 자가 발전하여 공급하는 무효전력을 나타낸 것이다. 그림 3에서와 2초에서 수전이 중단되는 것이 나타나며 이때 순간적으로 자가 발전기의 출력은 상승되지만 주파수 제어에 의해서 다시 발전력이 감소되며, 전압 유지를 위해 초기 값 보다 무효전력 생산량이 상승하였다가 부하 차단 후 다시 새로운 평형점으로 도달함을 보인다.

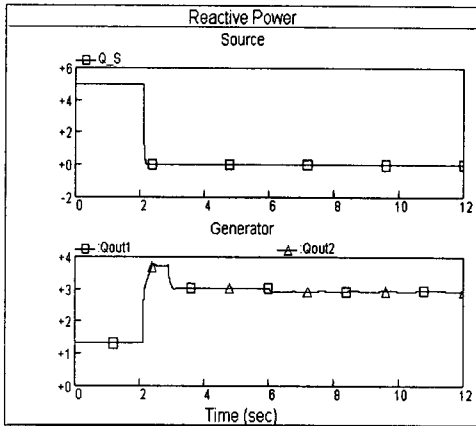


그림 3. 전력회사 및 자가 발전기에서 공급되는 무효전력

그림 4는 초기 60 Hz를 유지하다 수전 중단에 의해서 주파수가 59 Hz 이하로 떨어졌다. 미리 설정된 저주파수 계전기에 의한 부하 차단에 의해서 주파수가 59.8 Hz로 회복됨을 보인다.

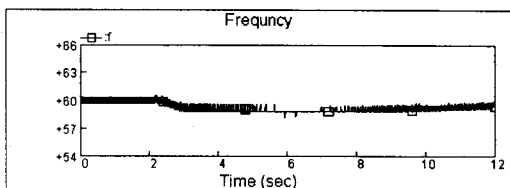


그림 4. 계통 주파수

그림 5는 발전기들의 각속도를 나타낸 것이다. 수전 중단 이후 발전 능력을 초과하는 부하를 담당하므로 주파수가 떨어짐을 보이며, 주파수 계전기에 의한 부하 차단으로 다시 발전기 주파수가 회복됨을 보인다.

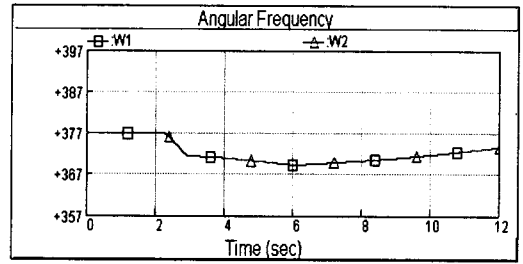


그림 5. 발전기 각속도

그림 6은 계전기에 의한 부하 차단을 보인다. 부하의 우선 순위에 따라 미리 설정된 59 Hz, 58.8 Hz의 부하 2와 6이 계전기에 의해서 차례대로 차단됨을 확인할 수 있다. 그리고 2초에서 무효전력의 수급 부족으로 순간적으로 전압이 강하므로 전압의 함수인 부하가 순간적으로 떨어짐을 확인할 수 있다.

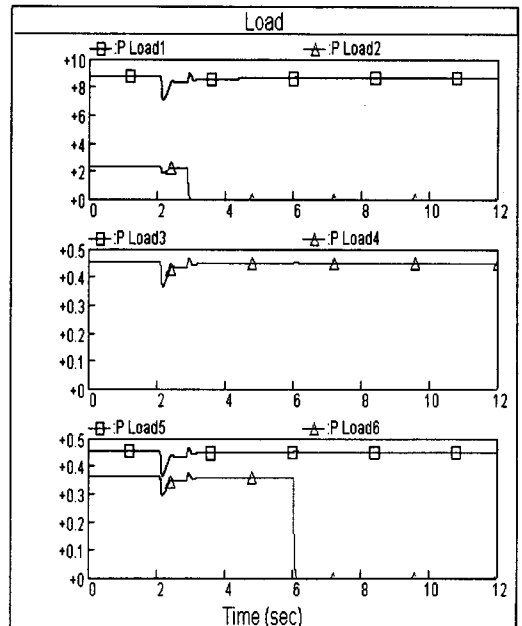


그림 6. 부하

그림 7은 각 부하 모선의 전압을 나타낸 것이다. 2초에서 무효전력의 공급 부족으로 전압 강하가 발생하며, 부하 차단에 의해서 전압이 회복됨을 확인할 수 있다. 그림 7의 전압은 그림 6의 부하의 변화와 일치함을 보이며, 그림 3의 자가 발전설비의 무효전력 생산의 순간 상승과 일치함을 보인다.

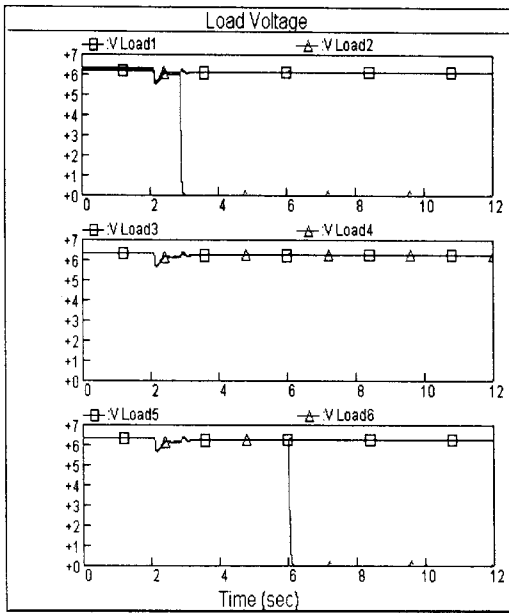


그림 6. 부하측 모션전압

3. 결 론

전력산업에 민간 발전설비의 역할이 증대되며, 이를 위한 민간 발전설비 계통 해석의 필요성이 증대될 것으로 전망된다. 따라서 이 분야에 대한 많은 관심과 연구 영역의 확대가 예상된다.

본 논문에서는 전력회사의 수전과 자체 발전설비의 전력생산으로 내부 부하를 분담하는 산업체 수용가에 대해서 전력회사 계통의 고장에 의해서 수용가 계통이 전체 계통에서 분리되어 독립 계통으로 된 경우 주파수 저하를 회복하여 산업체 전력계통을 안정적으로 운용하고 고유의 산업체 기능을 수행할 수 있도록 하기 위해서 부하의 중요도에 따른 우선 순위에 의해서 저주파수 계전기를 설정하고 이에 대한 운용을 EMTDC를 이용하여 기본적인 검토를 수행하였다.

추후 더욱 세부적이고 다양한 계통 현상과 운용전략에 대해서 연구를 수행할 계획이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 자가용 발전기 병렬연계선로 보호방식에 관한 연구, 한국전력공사 기술연구소, 1985. 4.
- [2] 계통 연계 운전형 신에너지 전원의 표준화 및 보급체제 정비, 한국전력공사연구원, 한국전기연구소, 2000. 12.