

Micro SMES를 이용한 전원공급 안정화장치 시뮬레이션을 위한 PSCAD/EMTDC 컴포넌트 모델링

김봉태*, 박민원**, 성기철***, 유인근*

*창원대학교, **차세대초전도응용기술개발사업단, ***한국전기연구원

Component Modeling of Micro SMES Based Design of Stabilizer Simulation for Power Supply using PSCAD/EMTDC

Bong-Tae Kim*, Minwon Park**, Ki-Chul Seong***, In-Keun Yu*

*Changwon National University, **CAST, ***KERI

Abstract - Recently, electric power reliability of our country has been improved. However, there are still remaining problems which are short-duration variations like instantaneous and momentary interruption and voltage sag by nature calamity ; typhoon, lightning, snow, etc. Besides, power quality ; harmonics, caused by using power electronics equipments, become a hot issue Malfunction of controller and stop machinery, and losing the important data are caused by poor power quality at a couple of second.

Due to those, UPS, which is made up battery, has been used, but there are several disadvantages ; long charge and discharge time, environmental problem by acid and heavy metal, and short life time.

As generally know, micro-SMES is a method to settle those mentioned.

However, there need huge system apparatuses in order to verify the effect of system efficiency and stability considering the size of micro-SMES, the sort of converter type, and various conditions ; inner temperature, magnetic field, quench characteristic of micro-SMES, and etc. .

In this paper, in order to bring the mentioned above to a settlement, a micro-SMES is modeled with characteristics of micro-SMES is interfaced to EMTDC program using Fortran program interface method. We obtained hopeful answers and made the simulation model of micro SMES.

1. 서 론

최근 우리나라의 전력계통 신뢰도는 많은 향상이 되어지고 있으나, 태풍·낙뢰·설해와 같은 자연재해로 야기되는 순간정전이나, 순간적으로 전압이 저하되는 피해는 해결하기 어려운 만성적이며 고질적인 문제로 남아 있다. 그리고 최근 반도체 전력소자의 스위칭 능력을 응용한 제어가 범용화·대형화되어 전압, 주파수 등의 전력 품질이 저하하는 반면 각종 정밀가공기계, 컴퓨터 설비 등에서는 수초 정도의 짧은 시간 동안에도 제어용 콘트롤러의 고장, 기기의 정지 및 중요한 데이터의 손실과 같은 문제를 일으키고 있다. 이와 관련하여 국내 산업수용가들은 1년에 약 4000억원의 피해를 입는다고 조사되고 있다[1]. 현재 축전지를 사용한 UPS가 개발되어 사용되고 있지만, 충·방전시간이 길며, 수명이 짧은 등의 여러 단점이 제기되고 있다. 반면에 micro-SMES(소형 초전도 에너지저장장치)는 고속 충·방전이 가능하고, 수명이 반영구적이며, 효율이 매우 높은 장점을 갖고 있다[2]. 따라서 PSCAD/EMTDC를 사용하여 micro-SMES를 이용한 수초 사이의 순시정전이나, 순간전압 저하문제를 해결할 수 있는 전원공급 안정화장치 기술 개발 시뮬레이션이 필요하다[3].

본 논문에서는 PSCAD/EMTDC이용하여 micro-SMES를 이용한 전원공급 안정화장치를 시뮬레이션을 하기 위한 일차적 단계로서 micro-SMES 모델링 방법과 시뮬레이션에 쓰이게 될 전력변환기를 소개한다[4-6].

2. Micro-SMES 모델링

EMTDC 및 EMTP ATP Drawer의 경우는 전압원 전원, 저항 및 변압기 등과 같은 컴포넌트를 팔레트 상에서 연결하여 컴파일 한 후 컴파일을 통해 생성된 프로그램을 계산하여, 보고자 하는 부분의 결과를 얻을 수 있는 형식으로 되어 있다.

본 논문에서는 새롭게 micro-SMSE 모델을 컴포넌트로서 만들어 시뮬레이션 상에 이용하였다. 표 1을 컴포넌트 내부 파라미터로 입력하여 식 (1)을 통해 인덕턴스가 결정되어 출력되어지도록 컴포넌트를 작성하였다.

식 (1)에서 μ_0 는 자유공간의 투자율, H는 자장의 세기, L 및 I_{op} 는 각각 micro-SMES의 인덕턴스 및 운전 전류이다. 식 (1)로부터 저장에너지는 인덕턴스 및 운전 전류의 제곱에 비례함을 알 수 있다.

그림 1은 실제 EMTDC의 Draft 상에서 표현된 micro-SMES 컴포넌트의 외형이며 보여지는 수치는 출력되는 인덕턴스의 값이다.

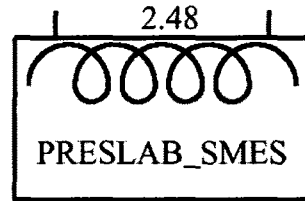


그림 1 Micro-SMES 컴포넌트

$$W_H = \frac{\mu_0}{2} \int_v H^2 dv = \frac{1}{2} LI_{op}^2 [J] \quad (1)$$

표 1 Micro-SMES 모델의 초기치 파라미터

Parameter input	Limited current
	Operated current
	Stored energy
Output	Ramp rate
	Inductance

ILC	Limited current	1250	A
IOC	Operated current	900	A
PSE	Stored energy	1000	KJ
IRR	Ramp rate	4	A/sec
<input style="margin-right: 20px;" type="button" value=" ? "/> <input style="margin-right: 20px;" type="button" value=" PROCEED "/> <input style="margin-right: 20px;" type="button" value=" CANCEL "/>			

그림 2 Micro-SMES 모델의 파라미터 입력형태

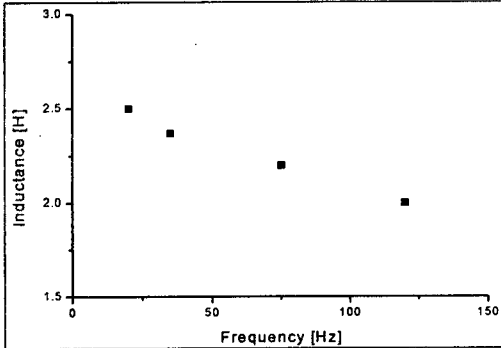


그림 3 Micro-SMES의 주파수별 인덕턴스특성

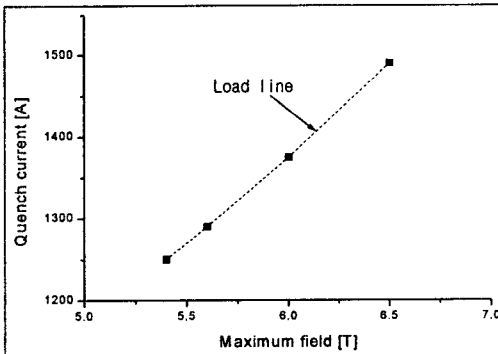


그림 4 Micro-SMES의 자장에 따른 퀸치전류특성

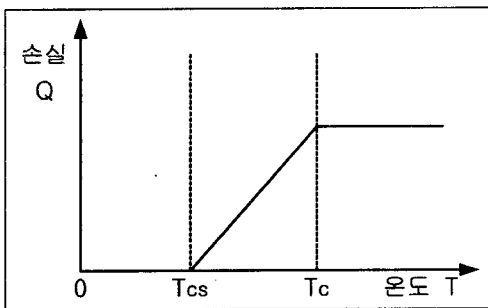


그림 5 초전도 도체의 손실-온도사이의 관계

그림 2는 그림 1에서 표현된 모델을 EMTDC의 Draft 상에서 클릭 하였을 때 나타나는 파라미터 입력의 외형이다. 시뮬레이션은 Limited current, Operated current, Stored energy, Ramp rate를 입력하면 인덕턴스가 결정이 된다.

그림 3은 micro-SMES의 주파수별 인덕턴스 특성을

보여주는 그래프이다. 결과에서 알 수 있듯이 일반적인 인덕턴스의 주파수 의존성과 같이 주파수가 감소함에 따라 인덕턴스가 증가하고 있다. 그림 4는 micro-SMES의 직류 퀸치특성을 보여주는 그림이다. 자장의 증가에 따른 퀸치전류의 증가를 알 수 있다. 그림 5는 초전도 도체의 온도에 따른 손실을 보여주는 그림이다. micro-SMES를 컴포넌트 작성시 온도에 따른 손실은 무시하였다.

본 논문에서는 식 (1)과 표 1에서 보여지는 입력 파라미터를 이용하고, micro-SMES의 주파수별 인덕턴스특성과 micro-SMES의 자장에 따른 직류 퀸치특성 등을 참고로 하여 실제와 거의 같은 micro-SMES 컴포넌트를 모델링하였다.

3. 전력변환기 모델링

Micro-SMES에 에너지를 저장하고 저장된 에너지를 이용하여 전력계통의 순간정전에 대처하기 위해서는 적절한 전력변환기의 선정이 필수적이다. 이러한 전력변환기를 선정하기 위한 요구조건은 원가를 낮추고 제작을 용이하게 하기 위해서는 단순해야하며, 전력변환기가 항상 계통에 연계되어 있어야하기 때문에 고효율이어야 하며 전력계통의 고조파 및 불평형 등을 보상할 수 있는 능력을 가져야 전원공급 안정화장치로서 사용할 수 있다. 그리고 마지막으로 제어가 용이해야 한다.

현재 제안되고 있는 대표적인 micro-SMES용 전력변환기로는 병렬형과 직렬형, 그리고 직·병렬형으로 나눌 수 있다.

병렬형 전력변환기는 3상 인버터가 계통라인에 병렬로 접속되는 구조이고, 직렬형 전력변환기는 3상 인버터가 계통라인에 직렬로 접속되는 구조이다. 직·병렬형 전력변환기는 병렬형과 직렬형을 조합한 구조이다.

본 논문에서는 micro-SMES를 이용한 전원공급 안정화장치용 전력변환기로 직·병렬형 전력변환기를 사용하였다.

4. Micro-SMES를 이용한 전원공급 안정화장치시스템 모델링

그림 6은 micro-SMES를 이용한 전원공급 안정화장치 구성도이다. 전력계통상에 전력변환기 및 micro-SMES, 그리고 부하를 구성하고 Fault Generator를 연결하여 시스템을 구성하였다. 정상시에는 micro-SMES에 충전하고 Fault Generator에서 순간정전 등의 사고가 모의되면 micro-SMES에 충전에너지가 전력변환기를 통해 부하로 공급된다. 그림 8은 PSCAD/EMTDC상의 구성된 전원공급 안정화장치를 시뮬레이션하기 위한 Fault Generator를 보여주고 있다. Fault Generator는 micro-SMES를 이용한 전원공급 안정화장치를 시뮬레이션 함에 있어 여러 가지 사고를 모의실험 할 수 있다.

그림 7은 PSCAD/EMTDC에 의해 구성된 micro-SMES 시스템을 보여주고 있다. 전력계통을 모의하고, 직렬형 전력변환기와 병렬형 전력변환기에 연결된 micro-SMES와 부하를 구성하여 시스템을 구성하였다.

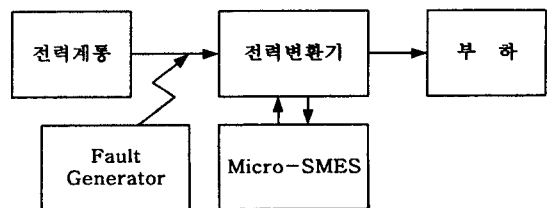


그림 6 Micro-SMES 시스템 구성도

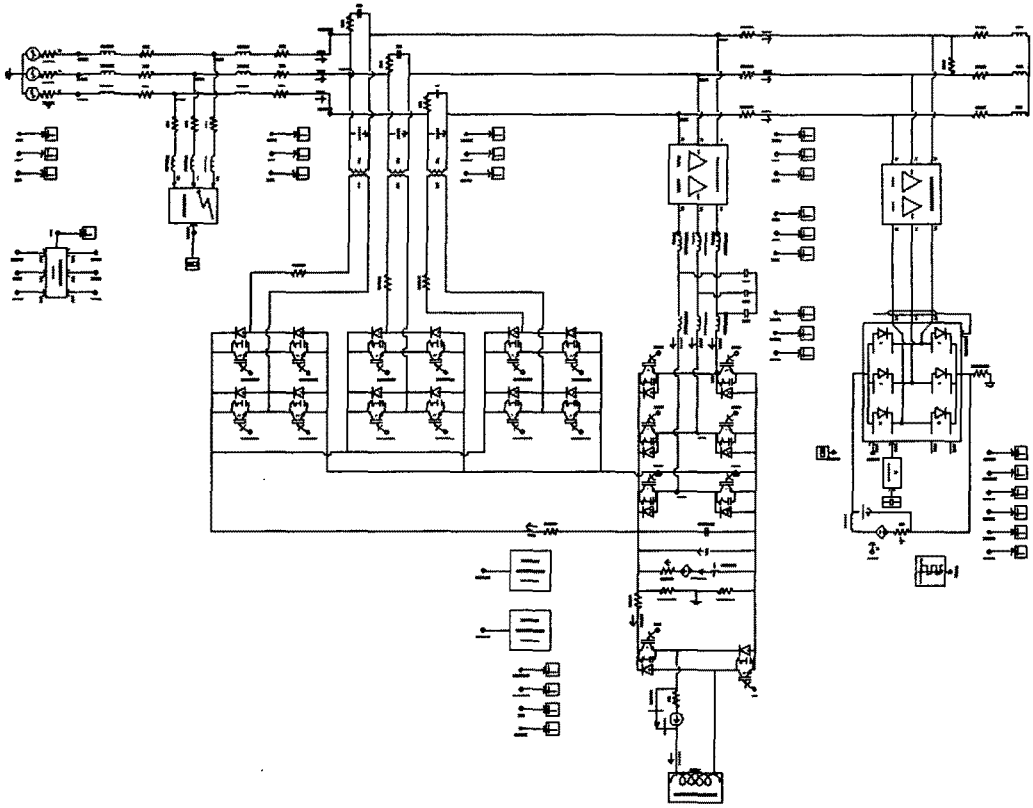


그림 7 실제 구성된 PSCAD/EMTDC상의 micro-SMES 시스템

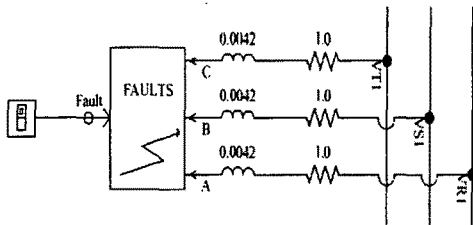


그림 8 Fault Generator

5. 결 론

본 논문에서는 EMTDC를 이용하여 micro-SMES를 이용한 전원공급 안정화장치 시뮬레이션을 하기 위한 일차적 단계로서 micro-SMES를 EMTDC 컴포넌트로서 구현하였으며, 시뮬레이션에 쓰이게 될 전력변환기를 소개하였다.

본 논문에서 제안된 micro-SMES 모델을 EMTDC상에서 이용하여 시뮬레이션을 실시하게 되면, 실제 값과 근사한 micro-SMES를 이용한 전원공급 안정화장치 시뮬레이션이 적은 투자비로서 가능하게 되며, 이는 micro-SMES를 이용한 전원공급 안정화장치에 관한 연구개발 및 설계제작의 활성화에 크게 기여할 것으로 기대된다.

본 연구는 과학기술부·한국과학재단지정 창원대학교 공작기계기술연구센터의 지원에 의한 것입니다.

(참 고 문 헌)

- [1] "UPS용 SMES의 소형 초전도코일 및 전력변환기 요소 기술 개발에 관한 최종보고서", 산업자원부, 1998
- [2] "UPS용 1MJ급 초전도에너지저장시스템 상용화개발에 관한 최종보고서", 산업자원부, 2001
- [3] "PSCAD/EMTDC Power System simulation Software Manual", Manitoba HVDC Research Centre, 1995
- [4] Kevork Haddad, Geza Joos, "There phase active filter topology based on a reduced switch count voltage source inverter", IEEE Power Electronics Specialist Conference proceedings, 1999
- [5] Seong-Jeub Jeon, Gyu-Hyeong Cho, "A series-parallel compensated uninterruptible power supply with sinusoidal input current and sinusoidal output voltage", IEEE Power Electronics Specialist Conference proceedings, 1997
- [6] R. Caceres, N. Viizquez, C. Aguilar, J. Alvarez, I. Barbi, J. Arau, "A high performance uninterruptible power supply system with power factor correction", IEEE Power Electronics Specialist Conference proceedings, 1997