

Static Synchronous Series Compensator(SSSC) 댐핑 제어 및 해석모형

論 文

49A-10-6

Damping Control Strategy and Analysis Model of Static Synchronous Series Compensator(SSSC)

金學萬*·全瑩煥**·吳泰圭***

(Hak-Man Kim · Yeong-Han Chun · Tae-Kyoo Oh)

Abstract - This paper addresses a damping control strategy of Static Synchronous Series Compensator(SSSC) and analysis model for stability study. The effect of injected voltage source generated by SSSC is modelled as equivalent load. This model is thought to be reasonable for the stability study because the dynamics of SSSC is very fast compared with that of power system. Damping controller of SSSC is based on Transient Energy Function method. The proposed control strategy is insensitive to the operating conditions like power flow level because control law depends on the phase angles. The proposed analysis model and control strategy was confirmed by WSCC 9 bus system and two area system. Especially, the robustness of proposed control strategy is demonstrated with respect to multiple operating conditions in two area system.

Key Words : Static Synchronous Series Compensator(SSSC), Stability Analysis Model, Energy Function, Robust Control Strategy

1. 서 론

FACTS(Flexible AC Transmission Systems) 기술은 전력 계통의 주요 파라미터인 선로 임피던스, 모선 전압의 크기 및 위상각을 빠르고 정밀하게 제어하여 계통의 가제어성을 높여서 안정도 개선, 전압변동 억제 등 계통 특성을 향상시키기 때문에, 궁극적으로는 계통설비 이용의 극대화를 목표로 한다[1].

SSSC(Static Synchronous Series Compensator)는 송전선로에 직렬 변압기를 통하여 선로 전류와 위상각 차이가 $\pm 90^\circ$ 가 되는 직렬 전압원을 선로에 주입하여 직렬 커패시터나 인덕턴스의 삽입 효과를 내어 선로의 임피던스를 제어함으로써 TCSC와 같이 전력 조류를 제어하며, 계통 동요를 효과적으로 제어하는 기능을 가지는 전압원 인버터형의 직렬형 FACTS 기기다[2].

직렬형 전압원 인버터형인 SSSC는 직렬 전압원이 선로에 삽입되는 형태로 전력계통의 조류계산을 위한 수리적 모형 수립 측면에서는 기존의 병렬 제어 요소 모형과 달리 이에 대한 모델 수립의 연구가 진행되고 있으며, 직렬 삽입 전압원을 부하로 등가 처리하는 기법이 소개되고 있다[3].

본 논문에서는 삽입 전압과 선로 전류의 위상각 차이가 항상 $\pm 90^\circ$ 가 되는 SSSC의 특성이 반영된 부하 등가 처리 모델을 제시하였다. 특히, 제어요소가 포함된 계통을 해석할 경우, 일반적으로 계통의 특성을 반영하여 제어요소의 파라미터를 결정해야 하므로 제어요소에 대한 깊은 이해가 부족한 경우는 제어요소의 파라미터 결정이 쉽지 않아 파라미터가 잘못 결정된 경우는 적용 효과가 제대로 평가되지 못하는 문제가 발생할 수 있다. 이런 측면에서 본 논문에서 제안한 에너지 함수에 근거한 SSSC의 댐핑 제어기는 에너지가 경로(trajjectory) 상의 시간 미분이 항상 영 이하가 되게 제어되어 계통의 안정도 향상이 보장되며 제어 파라미터가 초기에 삽입 전압의 비례 계수 이외는 없으므로 계통의 운전 조건과 설치 위치와는 민감하지 않는 강인한 특성을 가진다.

제안된 SSSC 안정도 해석 모형과 제어전략을 1기 무한대 계통과 WSCC 3기 9모선 계통에 적용하여 SSSC의 안정화 제어 효과를 검토하였다. 그리고 2 지역(two area) 계통에서 발전량과 부하 변화에 따른 운전조건 변화에 대해서 에너지 함수에 근거한 제어전략에 의해 제어기의 파라미터 변경 없이도 SSSC에 의한 계통의 안정화 제어 효과를 보였다. 계통 동특성 시뮬레이션은 PTI사의 계통 해석 프로그램인 PSS/E를 이용하여 수행하였다[4,5].

2. SSSC 안정도 해석 모형

2.1 SSSC

SSSC는 GTO(gate turn-off) 사이리스터에 의해서 구동되

* 正 會 員 : 韓國電氣研究所 電力研究團 前任研究員 · 工博

** 正 會 員 : 韓國電氣研究所 電力研究團 前任研究員 · 工博

*** 正 會 員 : 韓國電氣研究所 電力研究團 責任研究員 · 工博

接受日字 : 2000年 4月 10日

最終完了 : 2000年 9月 5日

는 전압원 인버터형의 직렬 FACTS 기기로서 그림 1과 같이 송전선로에 직렬 변압기를 통하여 무효전력을 수수함으로써 전력조류를 제어하며, 계통에 외란이 발생한 경우 계통의 동요를 효과적으로 제어하는 기능을 가진다.

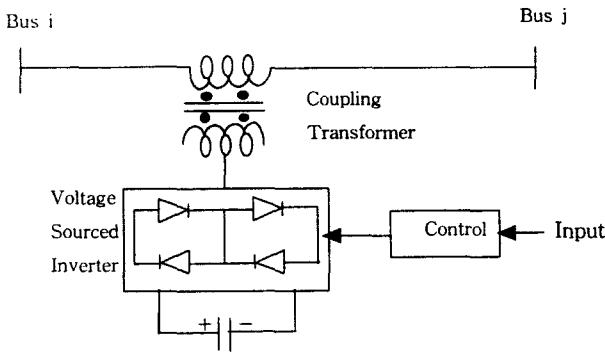


그림 1 SSSC 기본 구성
Fig. 1 Basic Configuration of SSSC

2.2 SSSC 모델링

본 논문에서는 SSSC의 모델링을 부하로 등가 처리하는 주입모델(injection model)을 이용하였다. SSSC는 그림 2와 같이 리액턴스 X_s 를 가지는 이상적인 직렬 전압원으로, 이 직렬 전압원이 선로에 삽입된 형태의 등가회로에서의 벡터도는 그림 3과 같다.

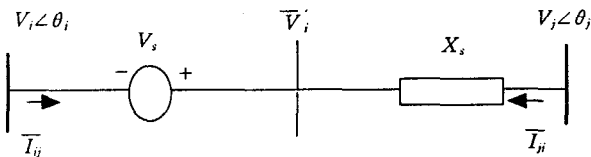


그림 2 직렬 전압원의 표현
Fig. 2 Representation of a series voltage source

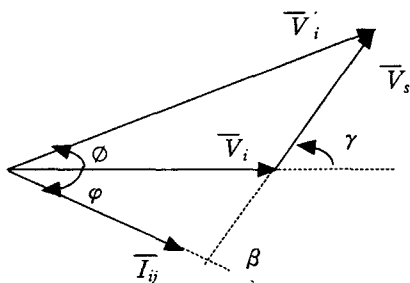


그림 3 직렬 전압원 등가회로의 벡터도
Fig. 3 Vector diagram of the equivalent circuit of a series voltage source

그림 2와 3에서 $\overline{V_s}$ 는 인가되는 직렬 전압을 나타내며, $\overline{V_i}$ 는 직렬 리액턴스 배후 가상 전압을 나타낸다. 또한 위상각 γ 는 주입 전압의 위상각으로 $0 \sim 2\pi$ 범위에서 제어 가능하다. 그림 2의 직렬 전압원은 주입모델(injection model)을 이용하여 그림 4와 같이 등가 부하 처리할 수 있다[3]. 그림 4에서 α 는 $|\overline{V_s}|/|\overline{V_i}|$ 로 정의되고 $b_s=1/X_s$ 로 정의된다.

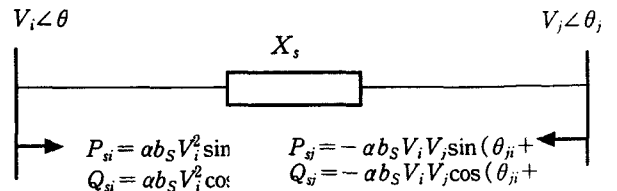


그림 4 주입모델로 표현한 직렬 전압원
Fig. 4 Injection model for a series voltage source

SSSC의 경우는 삽입 전압 $\overline{V_s}$ 의 위상각 γ 가 전류 $\overline{I_{ij}}$ 의 위상각과 $\pm 90^\circ$ 가 되는 특성이 있다. 이 관계가 항상 만족되도록 그림 4의 주입 모델에 반영시키면 주입모델로 표현된 직렬 전압원의 특수한 형태인 SSSC의 모델이 도출된다.

따라서 측정 가능한 정보인 전압 $\overline{V_i}$ 의 위상각과 전류 $\overline{I_{ij}}$ 의 위상각을 이용하여 삽입 전압 $\overline{V_s}$ 의 위상각 γ 와 전류 $\overline{I_{ij}}$ 의 위상각이 항상 $\pm 90^\circ$ 가 되는 특성을 만족되도록 그림 3의 직렬 전압원 등가회로의 벡터도를 이용하여 관계를 유도하면 다음과 같다.

즉, 전압 $\overline{V_i}$ 의 위상각을 기준($\overline{V_i} \angle 0^\circ$)으로 할 경우 전류의 페이저가 그림 5와 같이 각각 놓일 때, 인가되는 전압 $\overline{V_s}$ 의 위상각 γ 는 모두 식 (1)과 같이 전압과 전류의 위상각차인 ϕ 를 포함하는 두 가지의 형태로 동일하게 표현된다.

$$\begin{aligned} \gamma &= \frac{\pi}{2} - \phi \\ \gamma &= \frac{3\pi}{2} - \phi \end{aligned} \tag{1}$$

3. SSSC 댐핑 제어기

SSSC의 제어는 에너지 함수법에 근거하여 계통의 에너지 수준을 감소시키는 방향으로 제어하는 전략을 적용하였다[6]. 에너지 함수는 식 (2)와 같이 표현되는데, 식 (2)에서 E_{KE} 는 계통 운동에너지, E_{PE} 는 위치에너지, E_C 는 평형점에서의 상수를 나타낸다.

4. SSSC 제어 효과 검토

4.1 1기 무한대 모선 계통

그림 6의 1기 무한대 모선 계통에 대해서 3상 고장에 대한 SSSC의 댐핑 제어 효과를 검토하였다. 표 1은 1기 무한대 모선 계통의 선로 데이터를 나타낸 것이다. SSSC의 설치지 점은 모선 2와 선로 2-3 사이로 하였다. 안정도 해석을 위한 1번 모선의 발전기는 고전 모형(classical model)을 이용하였고 5번 모선의 발전기는 관성정수를 크게 하여 5번 모선이 무한대 모선의 효과를 가지게 하였다. 상정사고는 모선 3에 3상 고장을 발생시켜 고장을 6 cycle(0.1초) 지속시킨 후 고장 제거와 동시에 선로 3-4의 1회선을 차단하는 시나리오로 하였고, 이 상정사고에 대해서 SSSC의 댐핑 제어 효과를 검토하였다. 등가부하는 유효전력의 경우 일정 전류 부하로 하였고, 무효전력의 경우는 일정 임피던스 부하로 처리하였다.

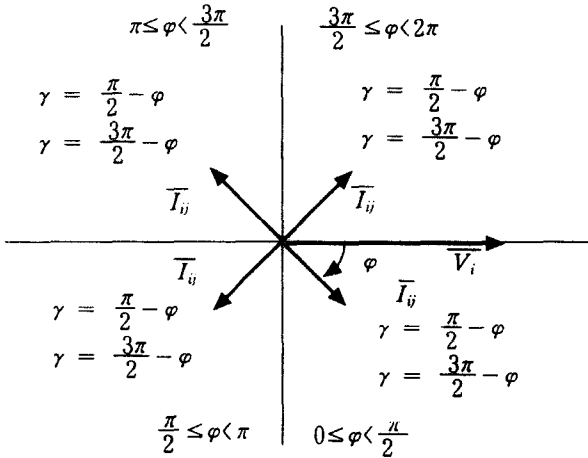


그림 5 \overline{V}_i 과 전류 \overline{I}_{ij} 에 위상차 (φ) 에 따른 SSSC 주입 전압의 위상각
 Fig. 5 Injection voltage angle according to angle difference (φ) of voltage \overline{V}_i and current \overline{I}_{ij}

$$V = E_{KE} + E_{PE} + E_C \quad (2)$$

계통 외란에 대해서 시스템을 안정화시키기 위해서는 SSSC는 에너지가 경로 상의 시간 미분이 항상 영 이하 즉, $\dot{V} \leq 0$ 가 되게 제어되어야 한다. 에너지의 시간 미분에 대해서 근사적인 식으로 나타내면 다음과 같다.

$$\dot{V} = -\alpha b_s V_i V_j \sin(\theta_{ij} + \gamma) \frac{d}{dt}(\theta_{ij}) \leq 0 \quad (3)$$

식 (4)는 에너지 함수에 근거한 댐핑 제어기를 나타낸 것으로 SSSC가 설치되어 있는 모선의 전압 주파수를 입력으로 하여 식 (3)이 항상 만족되도록 삽입 전압의 크기와 위상각을 제어한다. 여기서 삽입 전압 크기의 비례계수 α 는 초기에 결정된다.

$$\text{if } \frac{d}{dt}(\theta_{ij}) < 0$$

$$\text{if } (-\frac{\pi}{2} < \theta_{ij} - \varphi < \frac{\pi}{2}) \text{ then } \gamma = \frac{3\pi}{2} - \varphi$$

$$\text{else } \gamma = \frac{\pi}{2} - \varphi$$

(4)

$$\text{if } \frac{d}{dt}(\theta_{ij}) \geq 0$$

$$\text{if } (-\frac{\pi}{2} \leq \theta_{ij} - \varphi \leq \frac{\pi}{2}) \text{ then } \gamma = \frac{\pi}{2} - \varphi$$

$$\text{else } \gamma = \frac{3\pi}{2} - \varphi$$

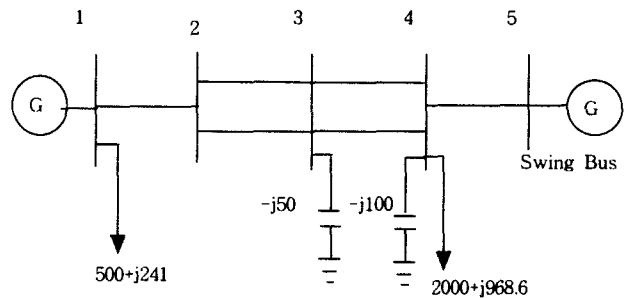


그림 6 1기 무한대 모선 계통
 Fig. 6 One machine infinite bus system

표 1 1기 무한대 모선 계통의 선로 데이터
 Table 1 Line data of one machine infinite bus system

Line	R+jX _L	B
1-2	j0.0045	-
4-5	j0.00005	-
2-3(per 1circuit)	0.002+j0.035	j1.0
3-4(per 1circuit)	0.002+j0.035	j1.0

그림 7은 해당 상정사고 적용시의 1번 모선의 발전기 회전각을 나타낸 것이다. 적용 상정사고에 대해 동요가 지속되는 모드가 나타나는데, SSSC의 댐핑 제어에 의해서 동요 지속 모드가 신속히 제어됨을 보인다.

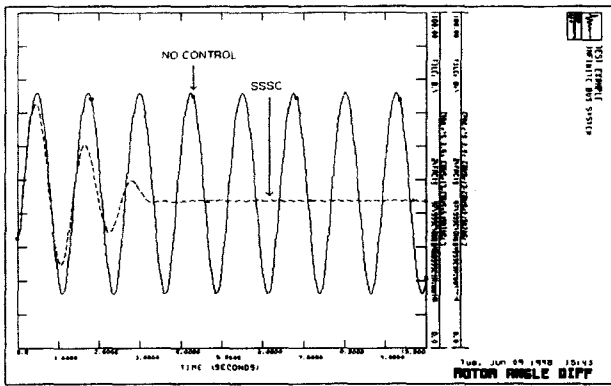


그림 7 SSSC 제어 효과
Fig. 7 Control effect of SSSC

시뮬레이션 기간 중 추정된 SSSC의 최대 용량은 111.65 MVA이며, SSSC의 댐핑 제어에 의해서 동요가 효과적으로 제어됨을 확인할 수 있다.

4.2 WSCC 9모선 계통

WSCC 9모선 계통의 SSSC 설치지점은 그림 8의 모선 9와 선로 6-9 사이로 하였다. 본 연구에서 이용한 WSCC 9모선 계통의 발전기(GENSAL)와 여자계(IEEE1) 데이터는 표 2와 같다.

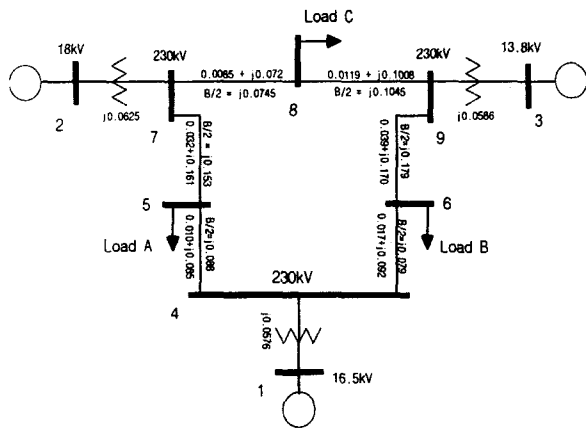


그림 8 WSCC 9 모선 계통
Fig. 8 WSCC 9 bus system

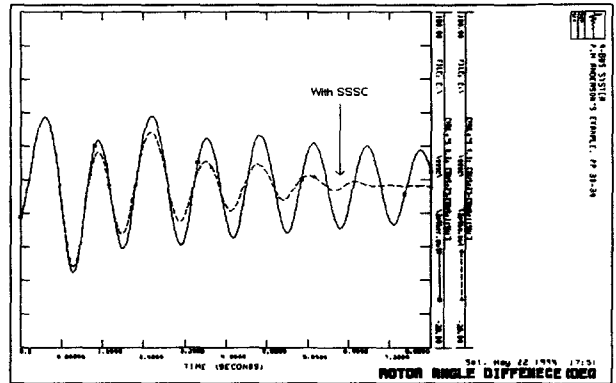
WSCC 9모선 계통에서 모선 7에서의 3상 모선단락 사고 후 고장이 3 주기 지속되다 선로 5-7을 차단하여 고장이 제거되는 상정사고에 대한 시간 모의 결과로, 각각 회전자 위상각 차이는 그림 9에 나타내었다. 등가부하의 경우 일정 전류 부하로 하였고, 무효전력의 경우는 일정 임피던스 부하로 처리하였다.

표 2 발전기와 여자계 데이터

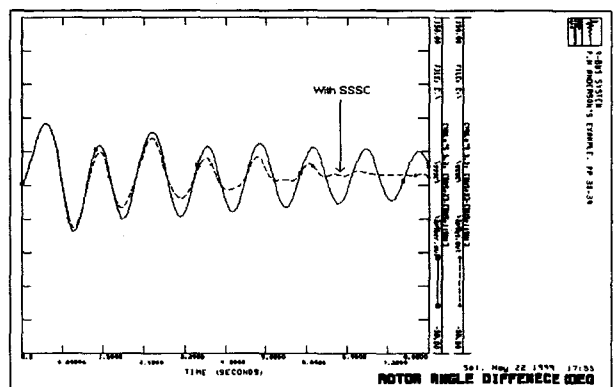
Table 2 Generator and excitation system data

	Gen #1	Gen #2	Gen #3
Rated MVA	247.5	192.0	128.0
kV	16.5	18	13.8
x_d [p.u.]	0.361	1.720	1.680
x_d' [p.u.]	0.150	0.230	0.232
x_q [p.u.]	0.240	1.660	1.610
x_q'' [p.u.]	0.240	0.378	0.320
H[MW-s/100 MVA]	9.55	3.33	2.35
D	0.0	0.0	0.0
T_{do}' [sec]	8.96	6.0	5.89
T_{do}'' [sec]	0.5	0.535	0.6
T_A [sec]	0.06	0.06	0.06
T_E [sec]	0.5	0.5	0.5
T_F [sec]	1.0	1.0	1.0
K_A	25.0	25.0	25.0
K_E	0.0445	0.0445	0.0445
K_F	0.046	0.046	0.046

* System Base : 100 MVA



(a) 발전기 1과 2의 회전자 위상각 차이
(a) Rotor angle difference between generator 1 and 2



(b) 발전기 1과 3의 회전자 위상각 차이
(a) Rotor angle difference between generator 1 and 3

그림 9 회전자 위상각 차이

Fig. 9 Rotor angle difference

시뮬레이션 기간 중 추정된 SSSC의 최대 용량은 12.93 MVA이며, SSSC의 제어에 의해서 동요가 효과적으로 제어됨을 확인할 수 있다.

5. 제어 강인성 검토

5.1 검토 조건

그림 10의 2 지역 계통에 발생하는 지역간(interarea) 모드에 대한 SSSC의 댐핑 제어기의 강인제어 효과를 검토하였다. 계통 조건은 표 3과 같이 3가지 조건에 대해 검토하였다.

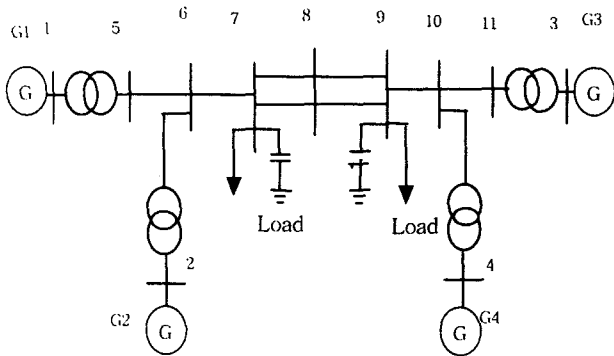


그림 10 2 지역 계통
Fig. 10 Two area system

표 3 계통 검토 조건

Table 3 System study condition

Case	Generation		Load	
	P[MW]	Q[MVar]	P [MW]	Q[MVar]
Case 1	2,237.4	93.1	2,187.2	160.0
Case 2	2,525.0	244.0	2,460.6	180.0
Case 3	2,815.1	440.5	2,734.0	200.0

그림 10의 2 지역 계통의 선로 데이터는 표 4와 같다.

SSSC의 설치위치는 모선 7과 선로 7-8 사이에 2회선 각각에 설치하였다. 동적 모의에서 발전기들은 PSS/E에서 제공하는 GENROU[5]를 이용하였고 여자시스템은 EXAC1[5]를 이용하였다. 상정사고는 9번 모선에 3상 고장을 발생시켜 0.04초 지속시킨 후 고장 제거와 동시에 선로 8-9 1회선을 차단하는 것으로 하였다. 안정도 해석을 위한 부하모형으로는 유효전력은 정전류 부하로 하였고 무효전력은 정임피던스 부하로 모의하였다.

표 4 2 지역 계통의 선로 데이터

Table 4 Line data of two area system

Line	R+jX _L	B
1-5	j0.0167	-
2-6	j0.0167	-
3-11	j0.0167	-
4-10	j0.0167	-
5-6	0.0025+j0.25	j0.0438
6-7	0.001+j0.01	j0.0175
7-8(per 1circuit)	0.011+j0.11	j0.125
8-9(per 1circuit)	0.011+j0.11	j0.125
9-10	0.001+j0.01	j0.0175
10-11	0.0025+j0.25	j0.0438

SSSC의 설치위치는 모선 7과 선로 7-8 사이에 2회선 각각에 설치하였다. 동적 모의에서 발전기들은 PSS/E에서 제공하는 GENROU[5]를 이용하였고 여자시스템은 EXAC1[5]를 이용하였다. 상정사고는 9번 모선에 3상 고장을 발생시켜 0.04초 지속시킨 후 고장 제거와 동시에 선로 8-9 1회선을 차단하는 것으로 하였다. 안정도 해석을 위한 부하모형으로는 유효전력은 정전류 부하로 하였고 무효전력은 정임피던스 부하로 모의하였다.

5.2 검토 결과

표 5는 각 Case에 대해서 모드해석을 수행하여 동특성에 주요하게 영향을 미치는 모드를 나타낸 것이다. 표 5에서 확인할 수 있듯이 2 지역 계통은 부 댐핑(negative damping)이 있는 불안정한 경우로 주요모드는 0.5~0.6 Hz 부근의 지역간 모드와 1.08~1.12 Hz 부근의 지역 모드가 증첩된 형태로 보인다. 계통의 부하가 증가에 따른 계통 조건 변화에 대해서는 댐핑이 낮아지는 경향을 보인다.

표 5 Case 별 주요 모드

Table 5 Dominant Modes of Case 1, 2, 3

Case	Mode		Damping	
	Real	Imaginary	Hertz	Ratio
Case 1	0.04244	± 3.661	0.5827	-0.0116
	-0.5572	± 6.848	1.0899	0.0811
	-0.5781	± 7.023	1.1177	0.0820
Case 2	0.1242	± 3.518	0.5600	-0.0353
	-0.4898	± 6.883	1.0955	0.0710
	-0.5061	± 7.061	1.1238	0.0715
Case 3	0.2150	± 3.341	0.5318	-0.0642
	-0.4297	± 6.899	1.0980	0.0622
	-0.4388	± 7.081	1.1270	0.0619

그림 11은 Case 1에서 해당 상정사고 적용시의 1번 모선의 발전기 회전자각을 나타낸 것이다. 적용 상정사고에 대해 동요가 지속되는 모드가 나타나지만 SSSC 적용시는 선로의 조류 제어에 의해서 동요 지속 모드가 신속히 제어됨을 보인다. 시뮬레이션 기간 중 SSSC의 최대 용량은 59.66 MVA로 추정되었다.

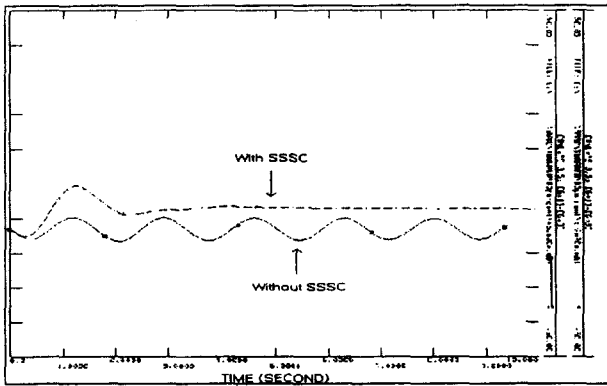


그림 11 SSSC 제어 효과 (Case 1)
Fig. 11 Control effect of SSSC (Case 1)

그림 12는 Case 2에서 해당 상정사고 적용시의 1번 모선의 발전기 회전자각을 나타낸 것이다. 적용 상정사고에 대해 동요가 지속되며 점차 증가되는 모드가 나타나지만 SSSC 적용시는 선로의 조류 제어에 의해서 동요 지속 모드가 신속히 제어됨을 보인다. 시뮬레이션 기간 중 SSSC의 최대 용량은 62.77 MVA로 추정되었다.

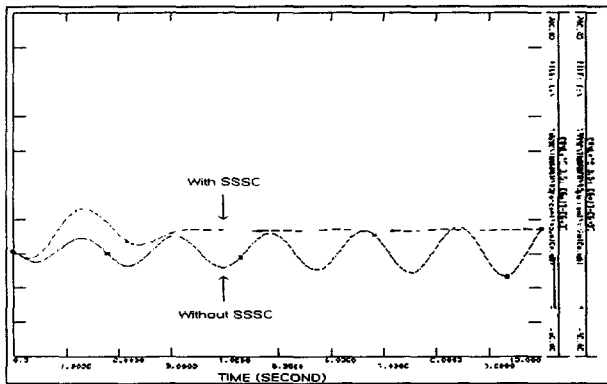


그림 12 SSSC 동요 억제 효과 (Case 2)
Fig. 12 Control effect of SSSC (Case 2)

그림 13은 Case 3에서 해당 상정사고 적용시의 1번 모선의 발전기 회전자각을 나타낸 것이다. 적용 상정사고에 대해 동요가 지속되다 동요가 점차 증가하며 5과 이후는 탈조되는 모드가 나타나지만 SSSC 적용시는 선로의 조류 제어에 의해서 동요 지속 모드가 신속히 제어됨을 보인다. 시뮬레이션 기간 중 SSSC의 최대 용량은 67.78 MVA로 추정되었다.

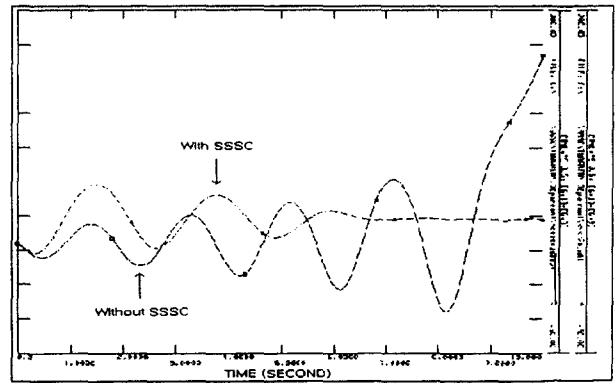


그림 13 SSSC 동요 억제 효과 (Case 3)
Fig. 13 Control effect of SSSC (Case 3)

표 5와 그림 11, 12, 13에서 확인할 수 있듯이 부하가 증가 되는 계통 변화에 따라 계통 안정도는 더욱 불안정하게 되지만 각 Case에 대해서 제시한 SSSC의 댐핑 제어기에 의해서 효과적으로 제어함을 보임으로써 제안하는 제어전략의 강인성을 확인할 수 있었다.

6. 결론

본 논문에서는 부하 증가 모형으로 처리하는 SSSC의 안정도 해석 모형과 에너지 함수에 근거한 댐핑 제어전략을 제시 하였다. 개발된 SSSC의 모형을 이용하여 1기 무한대 모선 계통과 2 지역 계통에서 동요에 대한 SSSC의 제어 효과를 검토하였다. 검토 결과, 에너지 함수에 근거한 SSSC의 댐핑 제어기는 SSSC의 안정도 해석 모형의 제어 파라미터를 설정하는 어려움 없이 SSSC에 의한 안정도 향상 효과를 검토하는 것이 가능함을 보였다. 그리고 2 지역 계통의 3가지 계통 운전 조건에 대해서 고장 발생 시 나타나는 지역간 모드의 계통 동요에 대해서 SSSC의 제어 효과를 검토하였다. 검토 결과, 중부하로의 계통 운전 조건의 변화에 따라 계통은 불안정도로 이행되지만 제어 파라미터의 변화 없이 우수한 제어 성능을 보이는 강인성을 확인할 수 있었다.

본 논문에서 제안한 SSSC 안정도 모형과 제어전략은 전력 계통 해석 실무자가 안정도 향상을 위한 SSSC의 적용 효과를 검토할 경우, 계통 조건 변경에도 SSSC의 제어 파라미터의 설정하는 어려움 없이 SSSC의 적용 효과를 검토할 수 있으므로 SSSC의 실 계통 적용 검토에 많은 활용이 기대된다.

참고 문헌

- [1] IEEE FACTS Working Group, FACTS Applications, IEEE Power Eng. Society, 1995.
- [2] Laszlo Gyugyi, Colin D. Schauder and Kalyan K. Sen, "Static Synchronous Series Compensator : A Solid-State Approach to the Series Compensation of Transmission Lines", IEEE Trans. Power Delivery, Vol.

12, No. 1, pp. 406-417, Jan. 1997.
 [3] M. Noroozian, L. Angquist, M. Ghandhari and G. Andersson, "Use of UPFC Optimal Power Flow Control", IEEE Trans. on Power Delivery, Vol. 12, No. 4, pp. 1629-1634, Oct. 1997.
 [4] Power Technologies Inc., PSS/E-24 Power System Simulator Program Operation Manual & Application Guide, Dec. 1995.
 [5] Power Technologies Inc., PSS/E-24 IPLAN Version 11.0, Dec. 1995.
 [6] M. Noroozian, L. Angquist, M. Ghandhari and G. Andersson, "Improving Power System Dynamics by Series-Connected FACTS Devices", IEEE Trans. on Power Delivery, Vol. 12, No. 4, pp. 1635-1641, Oct.

1997.
 [7] 김학만, 오태규, 장병훈, 추진부, "IPLAN을 이용한 UPFC 안정도 해석 전산 모형" 전기학회 논문지, 48권, 3호, pp. 220-225, 1999.
 [8] M. Noroozian, "A Robust Control Strategy for Shunt And Series Reactive Compensators to Damp Electro-mechanical Oscillations", PE-244-PWRD-0-12-1997, 1997.
 [9] P. Kundur, Power System Stability and Control, McGraw-Hill Inc., 1994.
 [10] P.M. Anderson and A.A. Fouad, Power System Control and Stability, Iowa State Univ. Press, 1977.

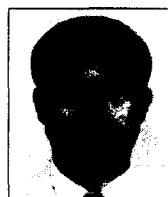
저 자 소 개



김 학 만 (金學萬)

1966년 2월 11일생. 1991년 성균관대 공대 전기공학과 졸업. 1993년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1998년 동 대학원 전기공학과 졸업(공박). 현재 한국전기연구소 전력연구단 FACTS & Power Quality Group 선임연구원

Tel : 055-280-1353
 E-mail : hmkim@keri.re.kr



오 태 규 (吳泰圭)

1951년 4월 30일 생. 1978년 서울대 공대 공업교육과 졸업. 1984년 Iowa State Univ. 전기공학과 졸업(석사). 1986년 동대학원 전기공학과 졸업(공박). 1991년 ~ 1992년 미국 Pennsylvania State Univ. 전기공학과 Visiting Scholar. 현재 한국전기연구소 전력연구단 단장(책임연구원)

Tel : 055-280-1300
 E-mail : tkoh@keri.re.kr



전 영 환 (全瑩煥)

1961년 2월 8일생. 1983년 서울대 공대 전기공학과 졸업. 1985년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1993년 Univ. of Southern California 전기공학과 졸업(석사). 1996년 동경대학교 전기공학과 졸업(공박). 현재

한국전기연구소 전력연구단 FACTS & Power Quality Group 그룹장(선임연구원)
 Tel : 055-280-1303
 E-mail : yhchun@keri.re.kr