

PSS 튜닝을 위한 기본 연구 PART II : PSS 실계통 최적 정수 선정을 위한 튜닝기법

論 文
49A-7-6

A Basic Study for Tuning Power System Stabilizer PART II : Tuning Methods for Selecting Optimal PSS Parameters in Real Power Systems

申政勳* · 金泰均** · 尹用範*** · 金東俊§ · 文英煥§§ · 白榮植§§§

(Jeong-Hoon Shin · Tae-Kyun Kim · Yong-Beum Yoon · Dong-Joon Kim · Young-Hwan Moon · Young-Sik Baek)

Abstract - Based on the results in the first-part paper, PSS tuning methods including the determination of PSS gain and compensation of phasor lagging are investigated in this second part. In the phase compensation, PSS should compensate phase lagging, resulted from power system-generator-excitation system loop, to provide damping torque in equal phase with the generator speed. Also, PSS gain should be determined to provide maximum damping torque as much as possible without the other modes unstable. In this paper, gain tuning method using the root-locus and the phase compensation of PSS at the one machine with infinite bus system are presented. The differences between PSS tuning at the tuning condition and at the least-stable condition are also discussed.

Key Words : 전력계통 안정화 장치, PSS 파라미터튜닝, 자동전압조정기, 저주파동요, 고유치 해석

1. 서 론

발전기 여자시스템에 부가된 전력계통 안정화장치(이하, PSS)는 계통조건이 가장 불안정한, 즉 계통이 가장 작은 댐핑을 갖는 운전점에서도 최대의 댐핑 토오크를 제공되도록 설계되고 튜닝 되어야 한다. 그러나 과거 30여년 동안 PSS 튜닝에 관련된 많은 논문이 발표되고 좋은 해석 프로그램이 개발되었음에도 불구하고 전력계통의 독특한 특성 때문에 그 튜닝이 어렵고 아직까지 표준화된 PSS 튜닝 절차는 없으며 여전히 많은 연구가 행해져야 할 과제로 남아 있다.[1] 전력계통의 운전조건은 매 순간 부하가 변동하여 일정하지 않으며, 미소신호 안정도 뿐만 아니라 과도 안정도에 큰 영향을 미치는 송전선로의 임피던스도 증설 또는 개폐 등의 이유로 계통구성이 변하기 때문에, 이러한 폭 넓은 운전조건을 만족시키는 PSS의 튜닝은 매우 어려우며, 전력계통에서 발생하는 동요모드를 안정화시키기 위한 PSS의 튜닝 방법은 현재까지 중요한 연구주제로 되어 오고 있다. PSS를 실 계통에 적용하는데 있어 중요한 두 가지 튜닝 방법은 PSS의 위상보상과 이득결정이다.[2] 위상보상은, 발전기, 여자시스템 그리고 전력계통을 통해서 발생하는 위상지연을 PSS가 보상하도록 하여 PSS와 연결된 여자시스템, 발

전기 그리고 전력계통 루프가 발전기의 속도 위상과 동일한 전기적 토오크를 제공하도록 하는 것이다. 반면, PSS의 이득 결정 방법은 댐핑 토오크를 가능한 한 가장 크게 제공하면서 다른 모드들에 악영향을 주지 않도록 하는 데 있다. PSS의 튜닝에 대한 본 논문은 PSS의 기본개념과 계통 운전조건에 따른 계통특성 분석에 대한 Part I의 논문을 기초로, PSS 최적 튜닝을 위한 PSS의 위상보상과 근궤적을 이용한 이득결정 기법에 대해 분석하였다.

2. PSS 최적 정수 튜닝 기법

2.1 PSS의 정수 튜닝조건

PSS를 튜닝함에 있어서, 어떤 부하조건에서 그리고 어떤 계통조건에서 튜닝해야 하는가는 동요 발생시 PSS를 최고의 성능을 발휘하도록 하는데 있어 매우 중요하다. 일반적으로 튜닝조건에 대해서 혼동하기 쉬운 것은 전력계통이 본질적으로 가지고 있는, 댐핑 성분이 가장 적은 운전조건에서 PSS를 튜닝하는 것이 가장 좋은 PSS 튜닝조건(tuning condition)이라고 생각하는 것이다. 그러나 이것은 잘못된 인식이다. Part I의 논문에 기술한 PSS 기본 개념에서 처럼 PSS 튜닝은 전력계통이 가장 이득이 큰 강건한 운전조건에서 행해져야 한다. 전력계통이 강건한 경우는 송전선로의 임피던스가 적고 발전기의 송전출력이 크며 진상으로 운전될 때이다. 이때의 운전조건에서는 계통-발전기-여자기(이하, PGE(s))의 이득이 가장 크게 되고 PGE(s) 함수의 위상지연이 가장 클 조건이 된다. PGE(s)의 이득이 가장 큰 운전조건에서 튜닝된 PSS는 어떤 운전조건에서도 불안정을 초래하지 않고 시스템을 안정하게 운전할 수 있게 한다. PSS가 적응제어를 하지 않는 한, 한번 튜닝된 PSS의 정수들은 계통의 운전조건에 대해서 변화지 않기 때문에 가장

* 正 會 員 : 韓 電 力 研 究 院 研 究 員

** 正 會 員 : 韓 電 力 研 究 院 先 任 研 究 員 · 工 博

*** 正 會 員 : 韓 電 力 研 究 院 責 任 研 究 員 · 工 博

§ 正 會 員 : 韓 國 電 氣 研 究 所 先 任 研 究 員

§ 正 會 員 : 韓 國 電 氣 研 究 所 責 任 研 究 員

§§§ 正 會 員 : 慶 北 大 電 氣 工 學 科 教 授 · 工 博

接受日字 : 2000年 3月 16日

最終完了 : 2000年 6月 21日

불안한 경계조건에서 튜닝이 행해져야 한다. 가장 불안정하게 될 수 있는(least stable condition) 운전조건에서 PSS를 튜닝하는 경우, PGE(s) 함수의 이득이 시스템이 가장 강건한 경우의 PGE(s) 함수 이득보다 작게 되므로, 이 경우의 PSS 이득결정은 상대적으로 크게 된다. 따라서, 이 운전조건에서는 가장 불안정하게 될 수 있는 운전조건에서의 PSS 이득과 PGE(s) 함수 이득의 곱(총 시스템 이득)은 계통이 불안정하게 되는 최대 한계 이득보다는 작으나 운전조건이 변하여 PGE(s) 함수의 이득이 점점 증가하는 경우, PGE(s) 이득에 비례하여 총 이득도 증가하게 된다. 가장 이득이 큰 운전조건에서는 PGE(s) 함수의 이득은 최대로 되고, PGE(s) 함수 이득과 PSS 이득의 곱은 가장 최대로 되어 최대 한계 이득보다 더 커져 불안정할 수 있다. 그러나, PGE(s) 이득이 가장 큰 튜닝조건에서 PSS 이득을 튜닝하는 경우는 PGE(s) 함수의 이득이 이 운전점에서 가장 큰 값이므로, PGE(s) 함수 이득과 PSS 이득의 곱은 최대 한계 이득보다 작게 되며, 전력계통 운전조건이 어떻게 변하더라도 PGE(s) 함수의 이득은 이 튜닝조건보다는 항상 작으므로, PSS 이득과 PGE(s) 함수 이득의 곱은 시스템이 불안정해지는 최대 한계이득을 결코 넘지 않는다.

2.2 PSS의 위상보상(Phase Compensation)

2.2.1 PGE(s)(계통-발전기-여자기) 함수의 위상지연

Part I의 논문에서 기술한 바와 같이 PSS 튜닝조건은 가장 큰 이득과 가장 큰 위상지연이 되는 조건이 전력계통이 강건하고 중부하로 운전되는 경우이다. 이 같은 튜닝조건에서 결정된 PSS는 가장 취약한 조건인 약 계통이고 중부하로 운전되는 운전조건에 대해서도 안정되게 운전될 뿐 아니라 기타 다른 운전조건에 대해서도 잘 동작하게 된다. 본 절에서는 그림 1의 Heffron-Philips 1기 무한 모선 계통[3]에 대해서 PSS 위상회로의 정수결정에 대해 분석한다. 사용된 PSS의 입력신호는 발전기 축 속도이고 모델링 된 발전기는 Part I의 논문에서 사용된 대형 화력 발전기의 모델이다. 운전중인 발전기의 부하조건과 계통조건은 앞서 말한 강계통이고 중부하로 운전되는 튜닝조건으로서 아래와 같으며, 그림 2는 PSS가 없는 경우에 송전선로의 임피던스를 변화시킬 때, PGE(s) 함수의 이득과 위상지연을 보여주고 있다. 그림에서 알 수 있듯이 송전선로 임피던스가 작을수록 PGE(s) 함수의 이득이 크며 또한 위상지연도 크게 나타남을 알 수 있다. 마찬가지로 발전기 출력이 증가할수록 PGE(s) 함수의 이득은 커지고 위상지연도 크게 나타난다.

$P+jQ = 1.0 + j 0.0$, $X_e = 20\%$, $TGR = 20$, $H = 5.0$

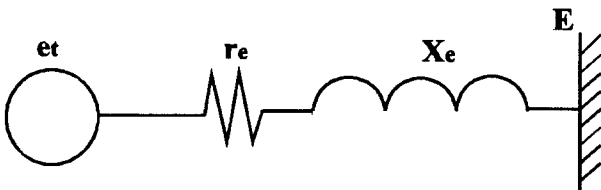


그림 1 1기 무한모선 계통도
Fig. 1 One machine infinite bus system

발전기 축 속도를 입력으로 하는 PSS의 전달함수는 아래와 같이 Lead-Lag 위상 보상 회로, 이득 K_s , washout 회로 그리고 입력신호의 노이즈를 없애는 필터 함수로 구성된다.

$$PSS_w(s) = K_s \frac{T_w s(1+sT_1)(1+T_3)}{1+T_w s(1+sT_2)(1+sT_4)} FILT(s) \quad (1)$$

여기서 사용된 필터는 2차 지연 특성을 가지며, 특성근은 $17.5 \pm j16$ 이다. 이 필터는 축진동 억제필터로써 3.5Hz까지의 축진동을 억제하며 3.0Hz이내의 주파수에서는 위상지연이 될 수 있는 한 작게 설계된 회로이다. 위의 PSS 전달함수에서 washout 시정수는 10sec로 가정한다. 이 시정수가 작을수록 지역모드의 댐핑에 더 효과가 있으며 큰 시정수 일 때는 광역모드에 효과가 더 잘 나타난다. 따라서 설정된 washout 시정수 값이 크므로 washout 회로에 의한 지역모드의 영향은 없다. 2단의 lead/lag 위상보상 회로 시정수는 모두 동일 하게 설정하고, lead 시정수와 lag 시정수의 비율을 10:1로 가정한다. 그리고, 하나의 정수, 보상중심 주파수 f_c 를 아래와 같이 정의한다.

$$f_c = 1/2\pi\sqrt{T_1 T_2} = \frac{\sqrt{10}}{2\pi} T_1 \quad (2)$$

2.2.2 위상보상(Phase Compensation)

PSS에 의한 PGE(s) 함수의 위상지연에 대한 위상보상은 아래와 같이 쓸 수 있다.

$$\tilde{P}(j\omega) = PGE(j\omega)PSS_w(j\omega) = P(\omega)\angle\phi_p(\omega) \quad (3)$$

이상적인 위상보상은 모든 주파수대에서 $\phi_p = 0$ 인 경우가 되도록 보상하는 것이다. 즉 PGE(s) 함수의 위상지연을 PSS가 완전히 보상하여 댐핑 토오크만 제공하는 것이다. 그러나 계통의 부하조건과 계통조건에 따라 PGE(s) 함수의 위상지연이 그때마다 다르기 때문에 이것은 불가능하다. 앞에서 언급했듯이 한번 설정된 PSS의 위상보상과 이득상수의 정수값은 계통의 운전조건이 어떻게 바뀌든지 간에 변하지 않고 일정한 위상특성과 이득특성을 갖는다. PSS 함수 특성은 이와 같이 일정한 반면 PGE(s) 함수의 특성은 계통 운전 조건에 따라 변화하고, 이러한 특징을 인식한다는 것은 PSS 정수 튜닝에 있어 매우 중요하다. 그림 3은 PSS가 PGE(s) 위상보상을 아래와 같은 위상 보상 중심 주파수를 가지고 있을 때의 위상 특성파, PSS가 없는 경우 PGE(s) 함수의 위상지연 특성이다. 여기서,

1. $f_c = 1.0\text{Hz}$ ($T_1 = 0.5$ sec)
2. $f_c = 2\text{Hz}$ ($T_1 = 0.25$ sec)
3. $f_c = 3.4\text{Hz}$ ($T_1 = 0.15$ sec)
4. $f_c = 5.0\text{Hz}$ ($T_1 = 0.10$ sec)
5. $f_c = 10\text{Hz}$ ($T_1 = 0.05$ sec)
6. PSS가 없는 경우의 PGE(s) 함수의 위상지연

그림 2의 위상특성 1은 5 rad/sec까지 위상보상이 과보상

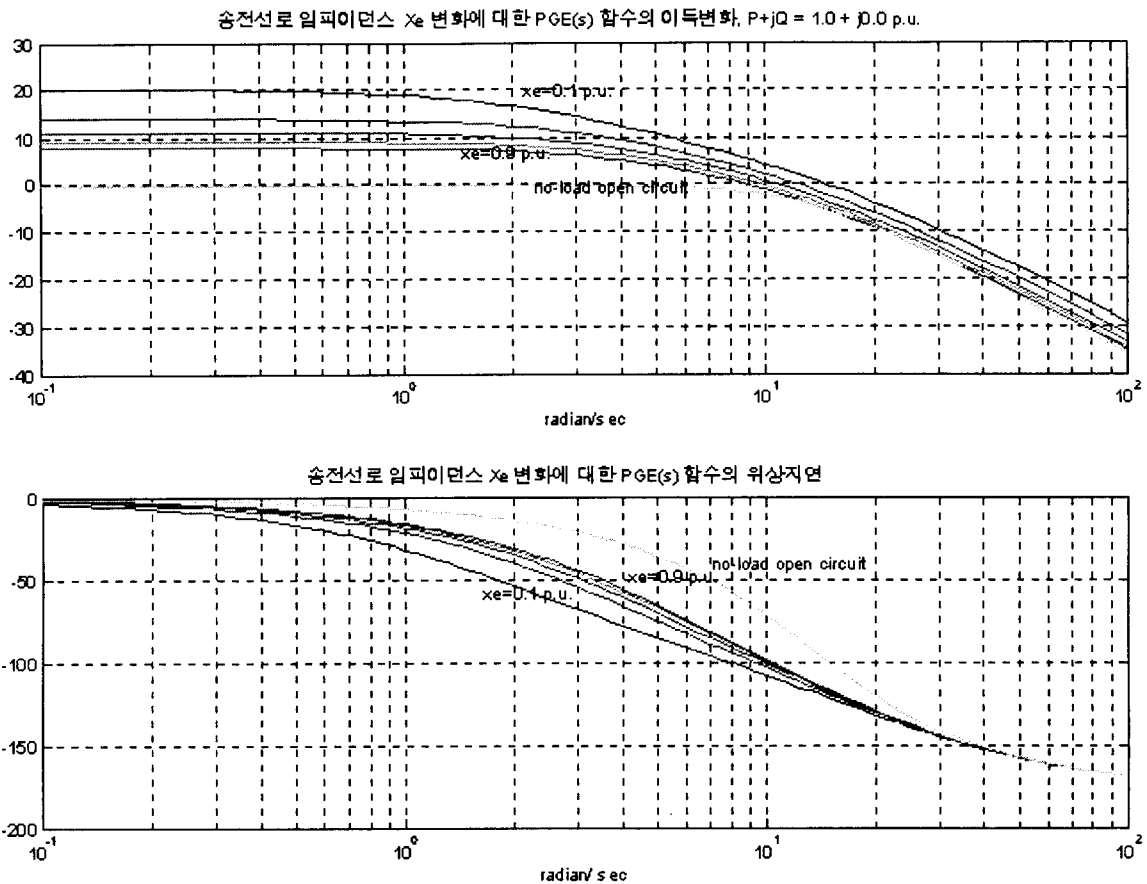


그림 2 송전선로 임피던스 변화에 대한 위상지연과 이득
 Fig. 2 Phase delay and gain with respect to variation of transmission line impedance

됨을 보여준다 ($\phi_p > 0$). 보상된 위상이 과보상시는 댐핑 토오크에는 양의 토오크를 제공하여 안정도에 향상을 도모하지만, 동기화 토오크에 대해서는 이 주파수 영역에서 음의 토오크를 제공하여 안정도를 떨어뜨린다. 그림 3의 위상특성 2부터 5는 위상보상 중심주파수가 클수록 위상지연이 더 큼을 보여 준다. 위상특성 6은 PSS로 위상보상이 안된 $PGE(s)$ 함수 자체의 위상특성을 나타낸다. 보상된 위상지연이 -90 이내 ($\phi_p > -90$) 에 있는 주파수 영역에서는 양의 댐핑 토오크를 제공한다. 예를 들면, 보상된 위상지연 특성 5는 주파수 9rad/sec 까지 양의 댐핑 토오크를 제공하는 반면 위상특성 2는 거의 20 rad/sec 까지 제공함을 알 수 있다. 넓은 영역의 주파수대에서 댐핑 토오크를 제공하도록 PSS 위상보상을 하는 것이 하나의 좋은 튜닝 판별법이 될 수 있다. PSS가 부착된 발전기의 지역모드가 7rad/sec (1.1Hz)라고 가정하면 그림에서 지역모드에 가장 좋은 위상특성을 보여 주는 것은 위상특성 2가 된다. 지역 모드 7rad/sec 에서 이 보상된 주파수의 지연은 다른 위상특성에 비해서 가장 적은 20 정도이다. 따라서 위상특성 2가 가장 큰 댐핑 토오크를 제공하는 경우임을 알 수 있다. 또한, 위상특성 2는 광역모드의 주파수대에서도 위상지연이 상대적으로 다른 특성들에 비해 아주 적어 광역모드에도 크게 기여함을 알 수 있

다. 전체적으로 살펴보았을 때 위상특성 2가 가장 원하고자 하는 보상된 위상지연 주파수 특성이다. 이득이 증가할 때 고유치의 이동경로는 지역모드 주파수에서의 위상으로 결정된다. 지역모드의 주파수가 7rad/sec (1.1 Hz)일 때 완전하게 위상이 보상이 될 경우는 지역모드 주파수에서 $\phi_L = 0.0$ 이다. 이때는 순수한 댐핑 성분만 적용되어 고유값은 지역모드 주파수 변화 없이 왼쪽으로 이동하게 된다. 위상지연이 존재하는 경우, 지역모드 주파수 증분은 댐핑의 증분에 비례하여 아래와 같이 증가한다.

$$\Delta\omega_L = -\tan\phi_L \Delta\sigma_L \tag{4}$$

여기서, ω_L = 지역모드 주파수 (rad/sec)
 σ_L = 지역모드 감쇠율 (decay rate, sec)
 Δ = 안정화 장치에 의한 변화량

지역모드에서 $\phi_L = -45.0$ 인 경우는 댐핑이 증분하는 율과 똑같이 지역모드 주파수 증분은 증가하고, $\phi_L = -90.0$ 인 경우는 댐핑 변화는 없으나 지역모드 주파수는 증가하고 그 이상인 경우는 댐핑을 해치면서 주파수는 증가하게 된다.

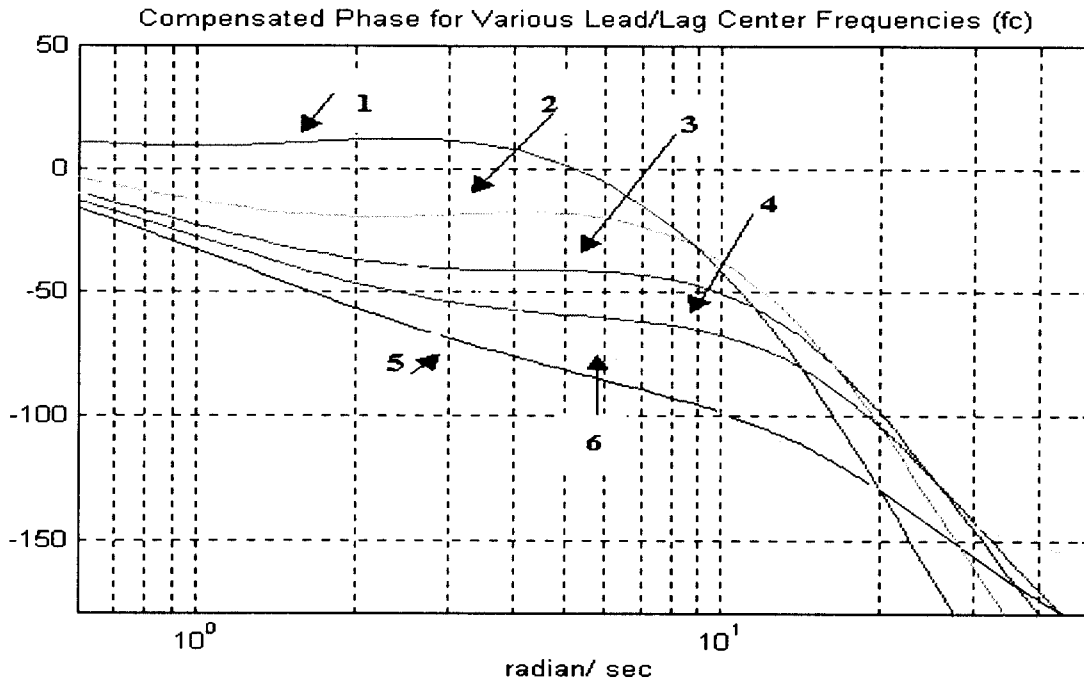


그림 3 보상된 위상 특성들(1~5)과 PGE(s) 함수의 위상지연(6)

Fig. 3 Compensated phase(1~5) characteristics and phase delay of PGE(s) function

2.3 Root Locus를 이용한 PSS의 이득결정

2.3.1 튜닝조건에서의 이득결정

그림 4-7는 각기 다른 위상보상 중간 주파수 f_c 에서 이득 정수 K_s 가 증가시 고유값의 이동 경로를 보여준다. 여러 개의 고유치가 있지만 여기서는 단지 PSS에 관련된 지역모드와 제어모드 (혹 여자기 모드)만을 나타냈다. 튜닝조건은 앞서 설명한 가장 PGE(s) 함수가 가장 이득이 크고 위상지연이 많은 전력계통이 강 계통이고 중부하이머 제로 역률각을 갖는 조건이다. 그림 4는 $T_1 = 0.5$ 이고 f_c 가 1.0Hz 인 경우 K_s 가 증가시 고유치의 궤적을 보여준다. K_s 가 증가시 지역모드 주파수는 크게 변하지 않고 고유치의 실수부가 왼쪽으로 이동하므로 댐핑이 좋아짐을 알 수 있다. 그러나, PSS 이득이 증가할수록 제어모드의 고유치는 우측으로 이동하여 불안정으로 향하게 된다. 따라서 여기서의 최적 PSS 이득상수 결정은 제어모드도 안정되게 하면서 지역모드도 안정하게 하는 최적의 PSS 이득으로 결정하는 것이다. 이때의 이득 결정은 지역모드의 댐핑률과 제어모드의 댐핑률이 같게 하는 이득, 즉 댐핑 각(angle)이 같은 점에서 결정된 PSS 이득값으로 결정한다. 고유값, 댐핑률 그리고 댐핑각과의 관계는 아래와 같다.

$$\lambda = \sigma \pm j\omega \tag{5}$$

$$\zeta = \frac{-\sigma}{\sqrt{\sigma^2 + \omega^2}} \tag{6}$$

$$\theta = \cos^{-1} \zeta \tag{7}$$

그림 4에서 결정된 PSS 이득은 약 3.0 p.u. (per unit) 정도이고, 이 값은 제어모드가 불안정해지는 이득 값 약 10 p.u.에 대해서 3분의 1이다. 그림 5는 $T_1=0.25$ 인 경우로써, 앞의 경우와 비슷한 고유값 궤적을 보여주나 이득은 앞의 경우보다 더 크게 결정될 수 있다. 앞의 경우와 같이 제어모드와 지역모드의 댐핑률이 같은 점에서 PSS 이득을 결정하면 약 15 p.u.정도가 된다. 이 결정된 값 15 p.u.는 제어모드가 불안정해지는 값 약 50 p.u.에 대해서 3분의 1정도이다. 결정된 PSS 이득이 불안정해지는 값의 3분의 1이라는 사실은 주목할 만 하다. 그림 6은 $T_1=0.15$ 로써, PSS이득을 아무리 증가해도 제어모드는 불안정해지지 않음을 알 수 있다. 이 경우 이득 결정은 지역모드의 댐핑이 가장 큰 이득에서 결정할 수 있다. 이득은 약 30~40 p.u.에서 결정될 수 있고, 이 값은 지역모드가 불안정하게 하는 값 90 p.u.에 대해서 3분의 1정도가 된다. 그림 7은 PSS이득을 증가할수록 댐핑이 악화되는 것을 보여준다.

2.3.2 안정도 여유가 적은 운전조건에서의 이득결정

본 절에서는 앞 절에서 기술한 튜닝조건에서 결정된 PSS의 이득과, 안정도 여유가 가장 적은 운전점에서 PSS 이득을 결정할 경우에 대해서, 안정도 관점에서 어떠한 관계가 있는지 살펴본다. 가장 안정도 여유가 적은 운전조건은 가장 시스템 댐핑이 적게 되는 운전조건이다. 이러한 운전조건은 시스템이 약소하고 중부하로 운전되며 역률이 지상이고 나쁠 때이다. 상정된 운전조건은 아래와 같다.

$$P+jQ = 1.0 + j 0.4, X_e = 0.8$$

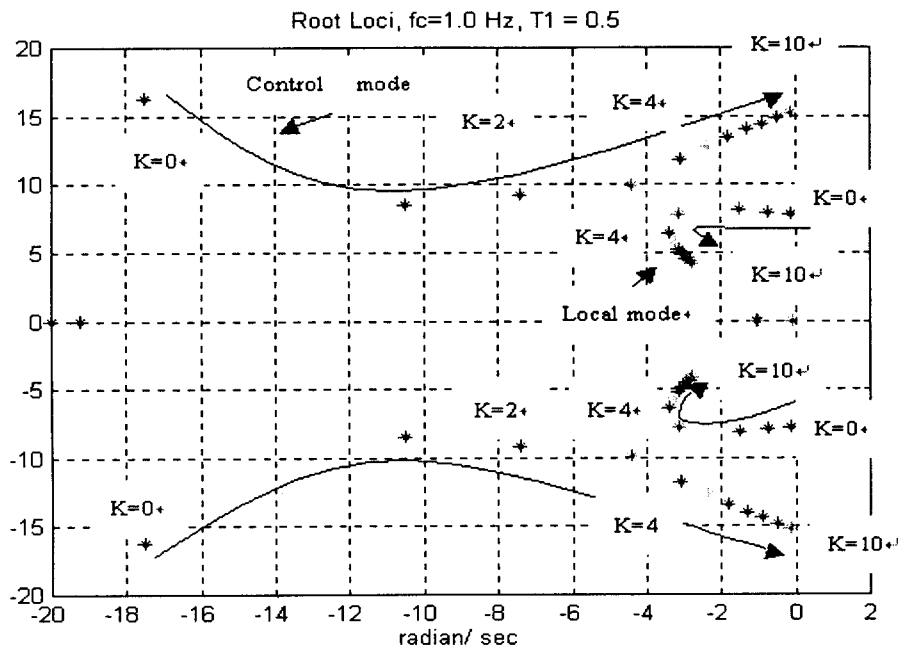


그림 4 이득 상수 K 변화에 대한 지역모드와 여자기모드 궤적
($T_1=T_3=0.5, T_2=T_4=0.05$)

Fig. 4 Local mode and control mode with respect to the gain K

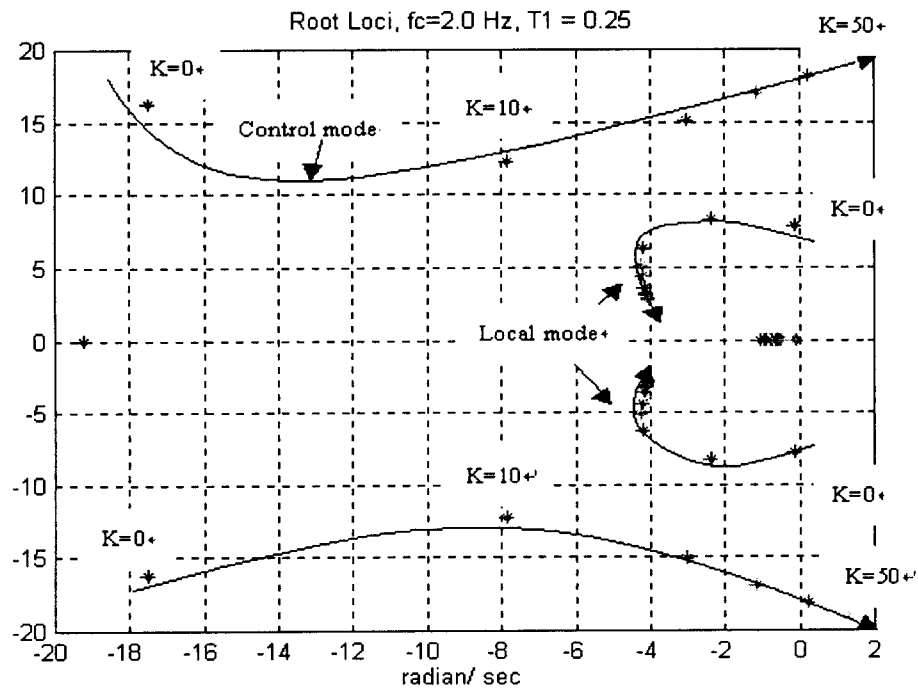


그림 5 이득 상수 K 변화에 대한 지역모드와 여자기모드 궤적
($T_1=T_3=0.25, T_2=T_4=0.015$)

Fig. 5 Local mode and control mode with respect to the gain K

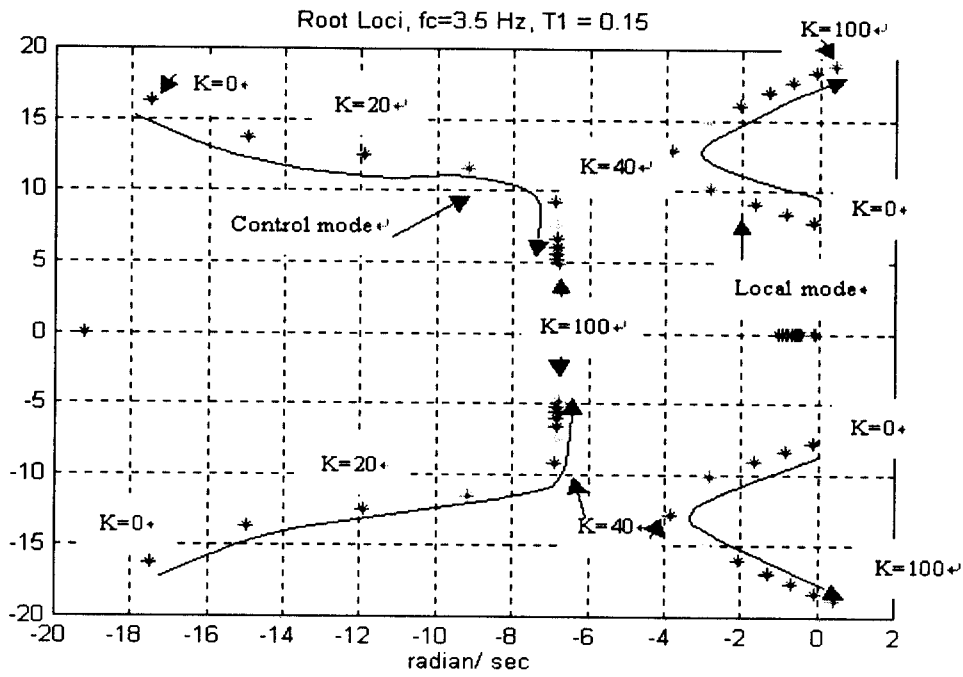


그림 6 이득 상수 K 변화에 대한 지역모드와 여자기모드 궤적
($T_1=T_3=0.15$, $T_2=T_4=0.025$)

Fig. 6 Local mode and control mode with respect to the gain K

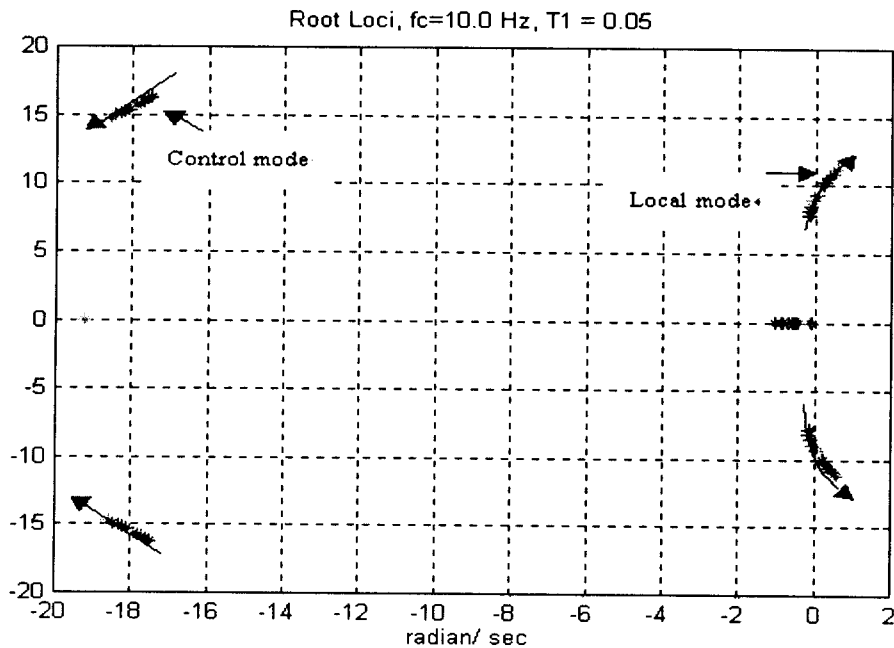


그림 7 이득 상수 K 변화에 대한 지역모드와 여자기모드 궤적
($T_1=T_3=0.05$, $T_2=T_4=0.005$)

Fig. 7 Local mode and control mode with respect to the gain K

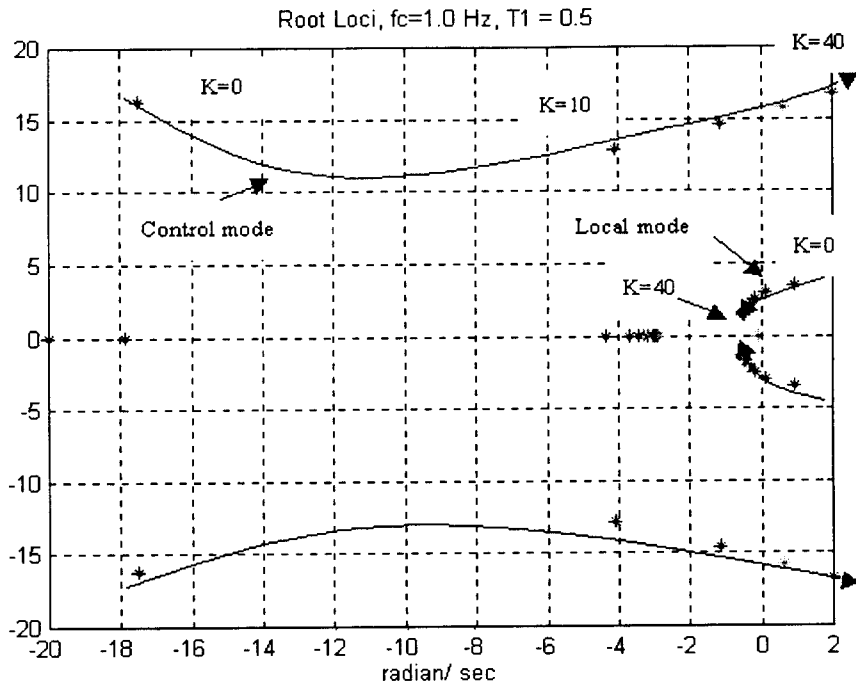


그림 8 이득 상수 K 변화에 대한 지역모드와 여자기모드 궤적
($T_1=T_3=0.5, T_2=T_4=0.05$)

Fig. 8 Local mode and control mode with respect to the gain K

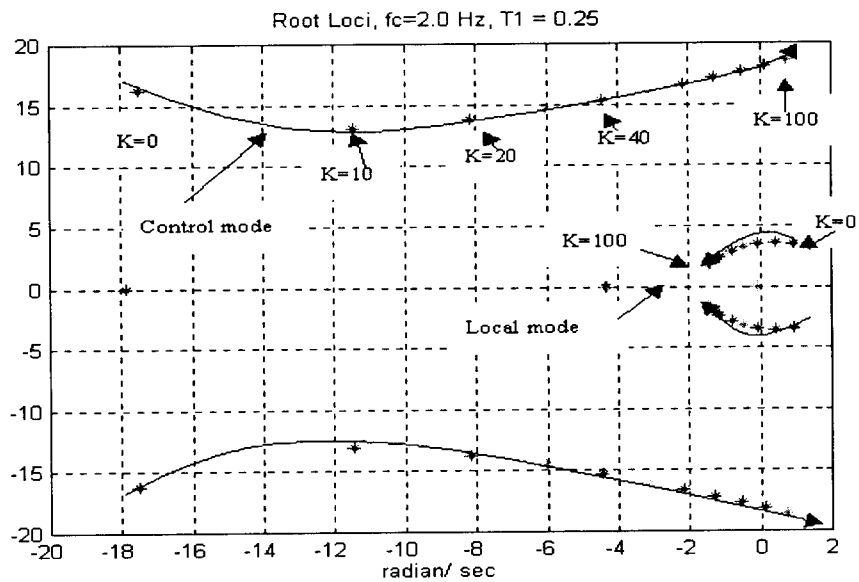


그림 9 이득 상수 K 변화에 대한 지역모드와 여자기모드 궤적
($T_1=T_3=0.25, T_2=T_4=0.025$)

Fig. 9 Local mode and control mode with respect to the gain K

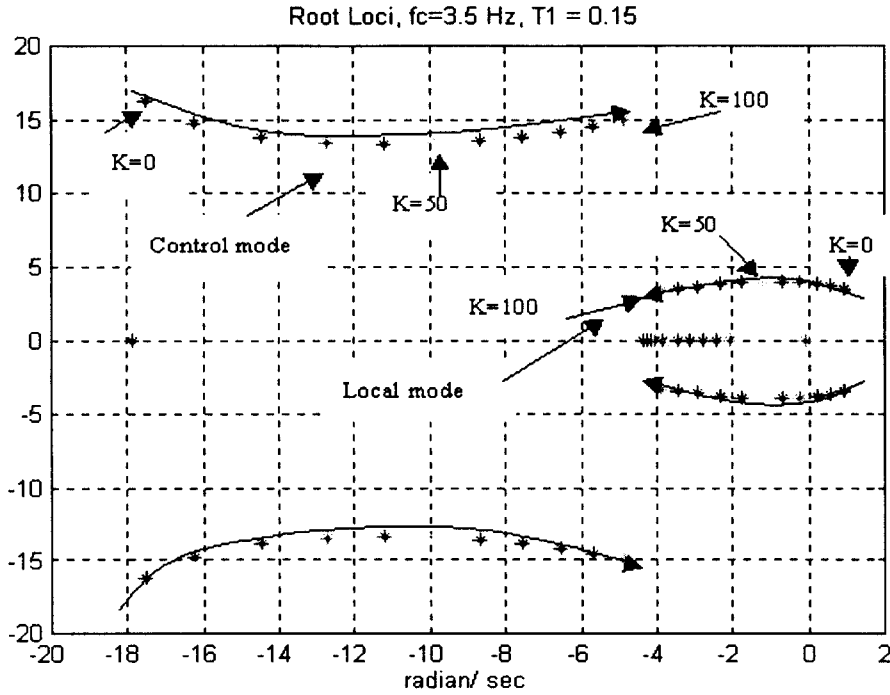


그림 10 이득 상수 K 변화에 대한 지역모드와 여자기모드 궤적
($T_1=T_3=0.15, T_2=T_4=0.015$)

Fig. 10 Local mode and control mode with respect to the gain K

그림 8은 $T_1=0.5$ 인 경우의 근 궤적을 보여준다. 앞에서 PSS 이득결정 방법과 같이 이득을 결정하면, 이득은 약 10 p.u. 가 되며, 이 값은 제어모드가 불안정해지는 값 약 30 p.u.에 대해서 3분의 1정도다. 결정된 약 10 p.u. 값은 앞의 튜닝조건에서 결정된 값, 3.0 p.u.보다 크고 제어모드가 불안정해지는 값과 같다. 이와 같이, 만약 가장 안정도 여유가 없는 운전조건에서 이득을 10 p.u.로 결정하고, 앞의 튜닝조건인 PGE(s)함수가 이득이 크고 위상지연이 큰 지역에서 운전하게 되면 불안정하게 되어 버린다. 그림 9는 $T_1=0.25$ 로서, 결정된 이득은 약 30 p.u. 정도이고 앞에서 결정된 값 15 p.u. 보다 크게 결정되었음을 알 수 있다. 그림 10은 $T_1=0.15$ 에 대한 근 궤적으로 이득이 100 p.u.임에도 불구하고 안정된 결과를 보여준다. 그림 8, 9, 10의 결과는 댐핑이 가장 적은 운전조건에서 PSS 이득을 결정할 경우, 앞 절의 튜닝조건보다 더 큰 값으로 결정됨을 보여주고, 이렇게 크게 결정된 값은 앞의 튜닝조건에서는 불안정하게 되는 값으로 될 수 있음을 나타낸다.

3. 결 론

본 논문에서는 발전기 축 속도를 입력으로 하는 PSS의 최적 정수 선정을 위한 위상보상과 이득결정 방법론을 제시하였다. 튜닝조건은 PGE(s) 함수의 이득이 가장 크고 위상지연이 많은 전력계통이, 강건하고 중부하로 운전되며 제어역할각을 갖는 조건이다. 이와 같은 조건에서 튜닝할 경우,

다양한 운전조건 변화에 대해서도 PSS를 안정하게 동작시킬 수 있다. PSS의 위상보상과 근 궤적을 이용한 이득결정 기법에 대해 요약하면 아래와 같다.

- 보상된 위상에서 위상지연이 $\phi_p = -90^\circ$ 시의 주파수가 최대로 되게 위상정수를 결정한다.
- 지역모드 주파수에서 보상된 위상지연은 45° 이하로 하되, 20° 정도가 적합하다.
- 광역모드에 대해서도 댐핑 토오크가 손상되지 않도록 정수를 결정한다.
- 위상보상은 동기화 토오크를 손상하지 않는 부족보상으로 한다.
- 이득 K_s 는 PSS와 관련된 모드, 즉 지역모드 또는 제어모드(여자기모드)가 불안정하게 되는 이득의 3분의 1로 결정한다.

향후, 상기 튜닝기법을 이용하여 1기 무한대 계통으로 축약된 실제통 발전기의 PSS 정수를 최적으로 선정하고, 부하차단 시험 등을 통한 성능검증을 수행할 예정이다[6]. 또한, 다수의 발전기가 참여하는 광역 진동(Inter Area Oscillation) 현상에 대해서는 다수의 PSS와 HVDC 및 FACTS 제어기의 파라미터들이 상호 협조하에 튜닝되어야 하며, 이에 대한 연구가 지속될 필요가 있다.

참 고 문 헌

- [1] 김동준, 문영환, 김태균, 신정훈, "PSS 튜닝을 위한 기본연구 - PART I : 계통운전조건에 대한 토오크 특성 분석", 대한전기학회 논문지, 48 A권, 9호, 1999.9.
- [2] E.V.Larsen and D.A.Swann, Applying Power System Stabilizers : Parts I,II and III, IEEE Trans. on Power Apparatus and Systems, Vol. PAS-100, 1981, pp.3017-3046.
- [3] F.P.de Mello and C.Concordia, Concepts of Synchronous Machine Stability as Affected by Excitation Control, IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Vol. PAS-88, April 1969, pp.316-329.
- [4] P. Kundur, D.C. Lee, H.M. Zein, El-Din, Power System Stabilizers for Thermal Units: Analytical Techniques and On-Site Validation, IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Vol. PAS-100, pp.81-95, Jan. 1981.
- [5] Power System Stability and Control, 1994, Prabha Kundur, pp 179-181.
- [6] "발전기 제어계통 안정화장치(PSS) 개발연구" 중간보고서. 한국전력공사 전력연구원, 1999.1.

저 자 소 개



김 태 균 (金 泰 均)
 1993년 한양대 대학원 졸업(공학). 1996년 한국전력공사 입사 현재 전력연구원. 전력계통연구실 근무



신 정 훈 (申 政 勳)
 1993년 경북대 전기공학과 졸업. 1995년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1995년 한국전력공사 입사. 현재 전력연구원 전력계통연구실 근무



윤 용 범 (尹 用 範)
 1958년 9월 28일생. 1984년 부산대 공대 전기공학과 졸업. 1986년 서울대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1995년 서울대 대학원 전기공학과 졸업(공학). 1996년~1997년 미국 MIT Visiting Scientist. 현재 한국전력공사 전력연구원 전력계통연구실 차세대 전력전송그룹 책임연구원. 대한전기학회 회원. IEEE 회원. 주요연구분야 : 전력계통 안정화, FACTS 운용 및 제어



김 동 준 (金 東 俊)
 1971년 1월 7일생. 1992년 전남대 공대 전기공학과 졸업. 1994년 동 대학원 졸업(석사). 현재 한국전기연구소 전력연구단 시스템제어 연구그룹 연구원. 관심분야 : 전압 붕괴점 프로그램 개발(CPF법, PoC법), 발전기/제어계 모델링. 디지털 제어, AVR/PSS 정수 튜닝. 디지털 PSS 개발
 Tel : 0551-280-1318
 E-mail : djkim@keri.re.kr



문 영 환 (文 英 煥)
 1956년 5월 13일생. 1979년 서울대 공대 전기공학과 졸업. 1981년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1990년 Univ. of Texas(Arlington) 전기공학과 졸업(공학). 현재 한국전기연구소 전력연구단 시스템제어 연구그룹장, 책임연구원. 관심분야 : 발전기/제어계 모델링, HVDC 제어, EMS 프로그램 개발, 전력구조개편, 실계통 AVR/PSS 정수 튜닝, 디지털 PSS 개발
 Tel : 0551-280-1311
 E-mail : yhmoon@keri.re.kr



백 영 식 (白 榮 植)
 1950년 7월 8일생. 1974년 서울대 공대 전기공학과 졸업. 1977년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1984년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학). 1977년 명지대 공대 전기공학과 조교수. 현재 경북대 전자전기공학부 교수
 Tel : 053-950-5602
 E-mail : ysbaek@bh.kyungpook.ac.kr