

2. Casing 진동 비교

개선 후 아래 표에서 보는 바와 같이 T10 Casing 및 Gen, Casing Rear Casing 진동은 Vertical 기준 51-163 μ m에서 13 μ m로, 50-155 μ m에서 10 μ m로 급격히 감소하였다.

가. 개선 전: 제17차 O/H 전

(출력 100-0 %, 2007.06.29) 진동 측정치

T9		T10		T11		Gen Casing Front		Gen Casing Rear	
V	H	V	H	V	H	V	H	V	H
22	22	51	11	25	66	19	26	50	9-
-52	-35	-163	-48	-42	-100	-42	-42	-155	41

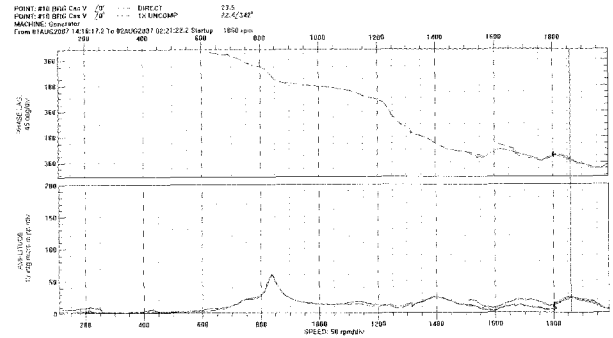
나. 개선 후: 제17차 O/H 후

(출력 100%, 2007.08.03 19:20) 진동 측정치

T9		T10		T11		Gen Casing Front		Gen Casing Rear	
V	H	V	H	V	H	V	H	V	H
17.4	17.5	13.4	4.0	4.2	46.6	13.2	12.0	10.3	3.1

다. 개선 후:

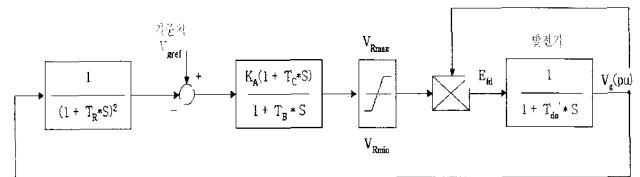
제17차 O/H 후 T10 Casing (Vert.) Bode Plot



동기발전기 여자제어시스템 성능평가(Ⅱ-2)



한전전력연구원
수화력발전연구소
시스템제어그룹
수석(을)연구원/공학박사 임익현
Tel : (042)865-5380



[그림 13] 사이리스터 직접 여자방식 전달함수 모델

[표 10] 사이리스터 여자방식 전달함수 정수(예)

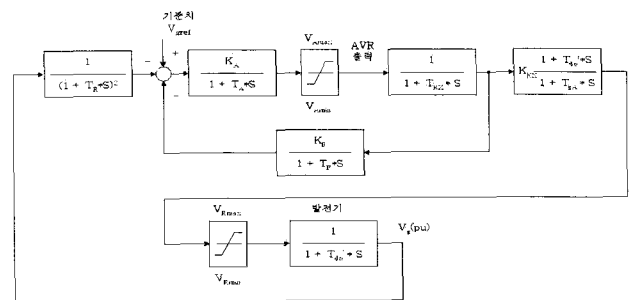
부호(단위)	정수예	부호(단위)	정수예
T_r (초)	0.013	V_{rmax} (pu)	+5
K_A (pu/pu)	150	V_{rmin} (pu)	-4.8
T_b (초)	0.5	$T_{do'}$ (초)	6.0
T_c (초)	0.22		

2.3 주파수 응답 및 계단 응답 계산(예)

사이리스터 여자방식, 교류 여자기 방식에 있어서의 계산 예를 [표 9]와 [그림 13]부터 [그림 20]에서 나타낸다.

[표 9] 주파수 응답 및 계단응답

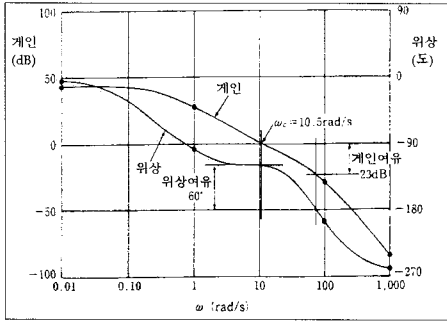
NO	여자방식	주파수 응답			계단 응답	제어정수 정정(예)
		게인 여유	위상 여유	보드선도		
1	사이리스터 직접 여자방식	23 dB	60°	[그림 15]	[그림 16] ($\pm 2\%$ 스텝) [그림 12] ($\pm 10\%$ 스텝)	[표 7]
2	교류여자기 방식	16 dB	44°	[그림 18]	[그림 19] ($\pm 2\%$ 스텝) [그림 15] ($\pm 10\%$ 스텝)	[표 8]



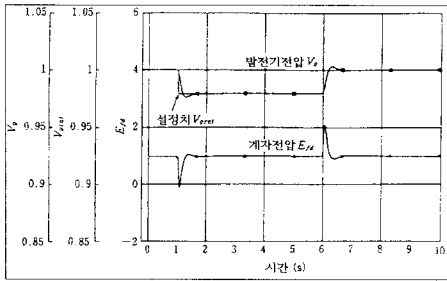
[그림 14] 교류여자기 방식 전달함수 모델

[표 11] 교류 여자기 방식 전달함수 정수(예)

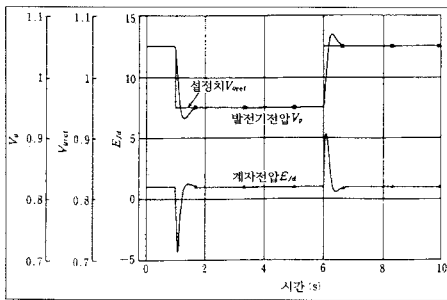
부호(단위)	정수예	부호(단위)	정수예
Tr(초)	0.013	T _{do'} (초)	6.0
K _A (pu/pu)	37.5	T _{gA} (초)	3.0
T _A (초)	0.01	V _{Rmax} (초)	5
V _{Amax} (pu)	1.0	V _{Rmin} (초)	0
V _{Amin} (pu)	-0.8	Tr(초)	0.5
T _{EX}	1.0	K _R (pu/pu)	0.12
K _{EX}	4		



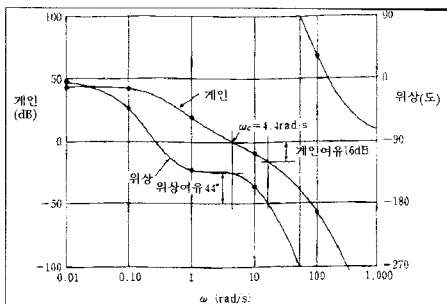
[그림 15] 무부하 주파수 응답 (사이리스터 직접 여자방식 : ST1A Model)



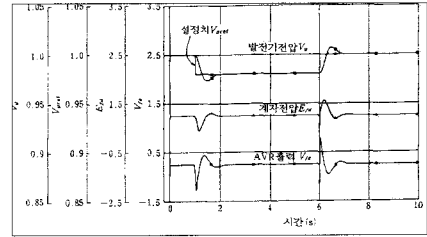
[그림 16] ±2% 무부하 스텝 응답 (사이리스터 직접 여자방식)



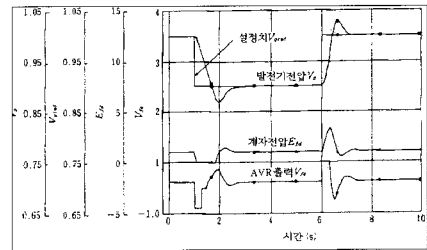
[그림 17] ±10% 무부하 스텝 응답 (사이리스터 여자방식)



[그림 18] 무부하 주파수 응답 (교류 여자기 방식)



[그림 19] ±2% 무부하 스텝 응답 (교류 여자기 방식 : ACIA Model)

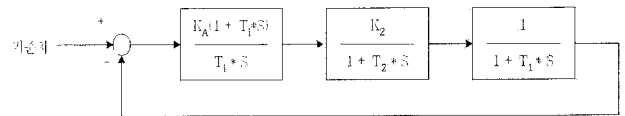


[그림 20] ±10% 무부하 스텝 응답 (교류 여자기 방식)

3. 비례·적분형 AVR 정수의 정정방법

3.1 기본방법

비례·적분형 AVR에 있어서는 그림 2.76에 나타난 바와 같은 기본적인 형태를 먼저 고려해야 한다. 즉, 큰 시정수(T_1 : 가령 발전기의 T_{do}')와 작은 시정수(T_2 : 가령 전압검출기 시정수)를 갖는 일차 지연의 종속 접속의 모델을 제어대상으로 하고, 비례·적분형의 제어계의 정수를 정한다.



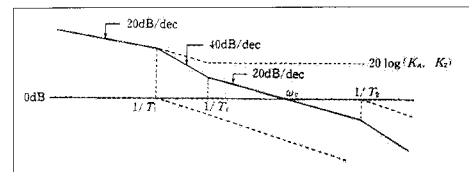
$$\text{단 } T_1 > 4 \cdot T_2$$

[그림 21] 비례·적분형 AVR에 있어서의 기본 모델

[그림 21]에 있어서 제어계 정수를 아래와 같이 설정 한다

$$\text{적분시정수 : } T_I = 4 \cdot T_2$$

$$\text{AVR 게인 : } K_A = \frac{T_1}{2 \cdot K_2 \cdot T_2} \quad (6)$$



[그림 22] 비례, 적분형의 보드선도

이 설정결과를 보드선도로 나타내면 [그림 22]와 같다. 이 정정 방식에서는 새롭게 위상특성을 구하지 않더라도 적절한 게인 여유와 위상여유가 자동적으로 확보된다.

PSS를 부가하지 않는 경우에는 ω_c 를 10[rad/sec] 이하가 되도록 정정하는 것이 일반적이다.

3.2 싸이리스터 직접 여자방식

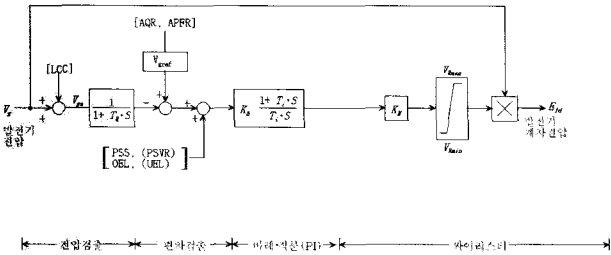
[그림 21]의 싸이리스터 직접 여자방식의 경우에는 T_1, T_2, K_2 는 각각 T_{do}' , 전압검출기 시정수 0.02[초], 싸이리스터 이득 4.2[PU/PU]에 대응한다. [그림 23]에 있어서 T_{do}' 를 5.2[초]로 가정한 경우 식 6 으로부터 AVR의 이득과 시정수는 각각 다음과 같이 된다.

$$T_i = 4 \cdot T_2 = 0.08[\text{sec}]$$

$$K_A = \frac{T_1}{2 \cdot K_2 \cdot T_2} = \frac{T_{do}'}{2 \cdot K_2 \cdot T_2}$$

$$K_A = \frac{5.2}{(2 \times 4.2 \times 0.02)} = 30.95[\text{PU/PU}] \quad (7)$$

이 경우, ω_c 는 22[rad/sec]가 되고, PSS를 추가하지 않으면 난조 현상을 발생시킬 가능성이 있다. 이것 때문에 아래에 ω_c 를 6[rad/sec]로 한 경우의 설정 방법을 다시 나타낸다.



[그림 23] 비례 적분(Pi)방식의 싸이리스터 여자방식 전달함수 모델

- ① AVR 게인
 ω_c 부근의 이득 특성은 거의 발전기와 싸이리스터의 이득만으로 정해지므로 다음식이 성립한다.

$$K_A \approx \omega_c \cdot \frac{T_{do}'}{K_2} \approx 7.5[\text{PU/PU}] \quad (8)$$

- ② 적분 시정수
 ω_c 보다 작은 주파수에서 20[dB/dec]의 기울기의

[표 12] 비례 적분(Pi)방식의 싸이리스터 여자방식 전달함수 모델 정수(예)

부 호 (단위)	정수예	의 미	부 호 (단위)	정수예	의 미
T_r (초)	0.02	전압검출기 시정수 (2단의 경우도 있음)	K_M (pu/pu)	4.2	싸이리스터 게인
K_A (PU/PU)	7.5	AVR Gain	V_{Rmax} (PU)	4.2	싸이리스터 최고 출력전압
T_i (초)	0.5	적분 시정수	V_{Rmin} (PU)	-4.2	싸이리스터 최저 출력전압

[표 13] 비례 적분(Pi)제어방식의 브리시레스 여자방식 전달함수 모델 정수(예)

부 호 (단위)	정수예	의 미	부 호 (단위)	정수예	의 미
T_r (초)	0.02	전압검출기 시정수 (2단의 경우도 있음)	K_B (PU/PU)	1.5	ACR 게인
K_A (PU/PU)	1.2	AVR Gain	K_R (PU/PU)	0.2	전류 검출기 게인
T_i (초)	0.8	AVR 적분 시정수	T_M (초)	0.006	전류 검출기 시정수
T_B (초)	1.8	ACR 적분시정수	K_M (PU/PU)	4.6	싸이리스터 증폭기 게인
V_{Amax} (pu)	4.6	AVR 출력상한	V_{Amin} (pu)	-4.6	AVR 출력상한

*1 수력이 등에서 부 여자를 갖지 않는 자력방식(발전기 단자에서 전원을 취한다)의 경우 적용

부분을 10dB분 확보하기 위해서는,

$$20\log(T_i \cdot \omega_c) = 10$$

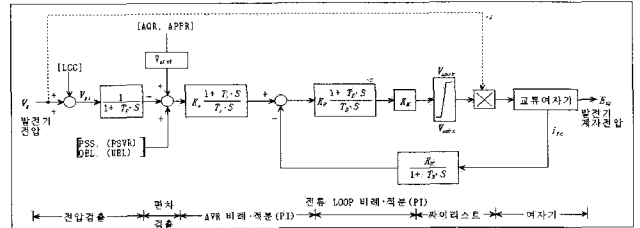
을 풀어서

$$T_i = 0.527 \approx 0.5[\text{sec}]$$

가 된다.

3.3 브리시레스 여자방식

[그림 24]로 표현되는 브리시레스 여자방식에서는 교류여자의 비례·적분 정수의 설정(전류 루프)과 AVR의 설정으로 나누어서 생각한다.



[그림 24] 비례 적분(Pi)제어방식의 브리시레스 여자방식 전달 함수 모델

3.4 교류 여자기 전류 루프 정수 (K_B, T_B)의 설정

교류 여자기 전류 루프에 있어서도 여자가 동기발전기이므로, 앞에서 설명한 방법을 적용하여, 정수를 설정해간다

단, 설정한 정수에서 전류 루프의 폐루프 전달함수를 구하고, 그 등가 일차 지연 시정수와 AVR부의 일차 지연 시정수 T_r 과의 합([그림 24]의 T_2 에 상당)이 주발전기의 T_{do}' 의 1/4 이하(목표로서는 1/10) 임을 확인한다.

3.5 AVR부의 정수(K_A, T_i) 설정

교류여자의 전류 루프는, 등가적으로는 거의 일차 지연 전달함수이므로, 그 게인과 시정수를 구하고, [그림 21]의 T_2, K_2 로 한다.

이것을 이용하여 싸이리스터 여자방식과 같은 방법으로 AVR 부분의 게인 K_A 와 적분 시정수 T_i 를 설정한다.