

대전원 탈락사고시의 주파수특성 개선에 관한 연구

A STUDY ON THE IMPROVEMENT OF THE SYSTEM FREQUENCY CHARACTERISTIC UNDER LARGE GENERATOR UNIT OUTAGE

송길영
도충근
김영택

고려대학교
고려대학교
고려대학교

머리말

오늘날 전력계통은 대용량기의 채용 전원의 집중화로 대전원 탈락사고의 위험이 증대되고 있다. 앞서 계통용량의 10 - 30%에 이르는 대전원 사고시에 있어서의 계통동요특성과 이에 대한 계통 보호대책을 보고한 바 있다. (1), (2), (3)

본 연구는 대전원 탈락사고시 계통의 안전운전을 계속하기 위해서 요구될 부하제한방식 및 계통 보호대책을 보다 종합적으로 검토하고 이들의 협조를 통한 최적인용방식의 수립을 중점적으로 연구 한것이다.

계산방법

전원탈락이 일어난 계통내의 동기기에서는 다음과 같은 운동방정식이 얻어진다.

$$P_G(1+u) - (P_L - \Delta P_L) = \frac{d}{dt} W' \quad (1)$$

여기서 W' 은 계통주파수 f_1 에서의 회전은전 에너지로서

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} W' &= \frac{d}{dt} \left[\left(\frac{f_1}{f_0} \right)^2 W^0 \right] \\ &= -2HPr \frac{d}{dt} \left(\frac{f_1}{f_0} \right) \quad (2) \end{aligned}$$

단 H : 전원의 단위관성정수 [초]

P_r : 계통의 정격용량 [MVA]

W^0 : 정격계통 주파수 f_0 에서의 회전은전 에너지

이다. 이로부터 계통의 주파수저하 특성은

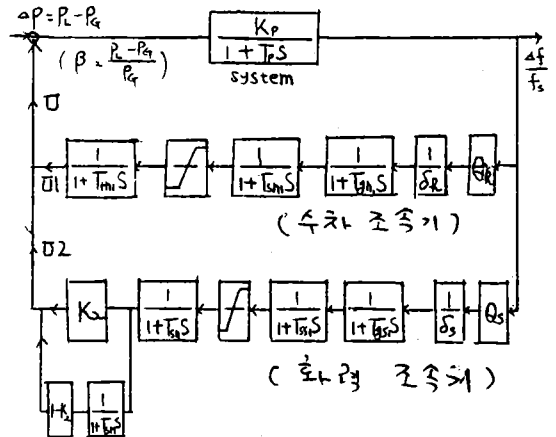
$$\frac{d}{dt} (\Delta f) = \frac{\int_0^t \left[\frac{P_L - P_G(1+u)}{K_L P_r} \right] - \Delta f}{\frac{2HPr}{K_L P_r}} \quad (3)$$

으로 되는데 이의 구체적인 계산은 조속기에 의한 발전기출력의 증가율이 일정하다고 볼수 있는 미소구간 Δt 에 대해서 수정 Euler법을 적용해서 다음과 같이 계산할수 있다.

$$\Delta f_{n+1} = \Delta f_n + \frac{\frac{f_0}{K_L P_r} [P_L - P_G(1+u_{n+1})] - \Delta f_n}{T' + \Delta t/2} \times \Delta t \quad (4)$$

단 $T' = \frac{2HPr}{K_L P_r}$

한편 조속기에 대해서는 그림1의 제어계통 블록선도에 보인바와 같은 표준형식을 취하였다. (4)



단 Δ_R, Δ_S ; 수, 화력기의 속도조정을

θ_R, θ_S ; Gov, Free의 수, 화력 분담비

그림 1. 제어 계통의 블록선도

최적부하제한방식의 결정

먼저 전원탈락시 야기되는 과부하율 ($\beta = \frac{P_L - P_G}{P_G}$) 에 따른 소요부하차단용량 L_D 는

$$P_L - P_G(1+m) - K_L P_L \left(\frac{\Delta f}{f_0}\right) = 0 \quad (5)$$

m : 순동예비율(%)

으로부터

$$L_D = \frac{\beta - m}{1 + \beta} - K_L \frac{\Delta f}{f_0} \quad (6)$$

로 구해진다. 그림 2 (a)는 β 대 L_D 의 관계를 보인 것이며 동그림 (b)는 이에 입각해서 계통 과지점에 배치된 주파수계전기 (UFR)의 부하차단량의 배분 예를 보인 것이다.

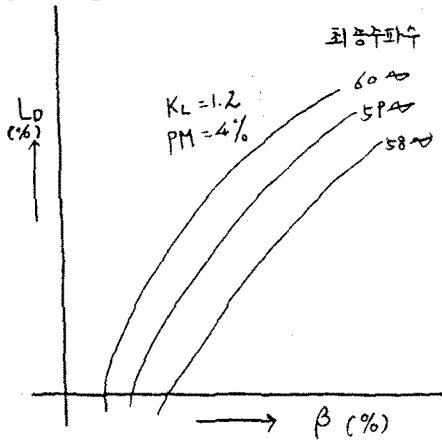


그림 2 (a) 과부하율대 소요부하차단용량

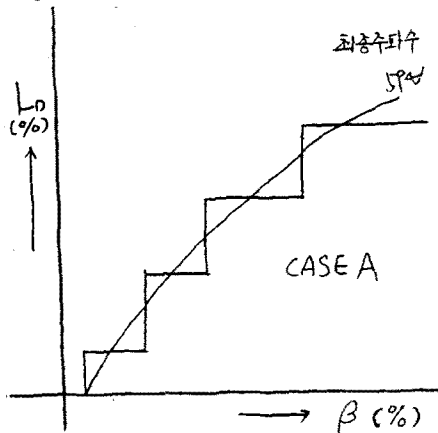


그림 2(b) 소요부하차단용량의 배분 (UFR와 L_{Di} 의 협조)

결국 최적부하제한방식은 일정한 서어비스 수준 유지와 소요부하차단량 최소화라는 관점에서 과지점에 배치된 UFR 동작주파수와 차단책임량의 협조를 어떻게 최하는가에 따라 구해질 것이다. (5) (6)

여기서는 UFR에 의한 부하제한을

가) 최저주파수가 57.5 사이클 이하에서 2초 이상 지속되지 않을 것

나) 주파수가 15초 이내에 59사이클 이상으로 회복될 것

다) 오버슈어율이 일어나지 않을 것

을 이 경우의 제어목적으로 삼고 이때의 부하차단량을 최소화 하는 것을 최적부하제한방식으로 정의하여 검토하였다. 그림 3은 그 일례로서 표 1에 보인바와 같은 몇가지 부하제한 방식에 따른 제어결과를 보인 것이다.

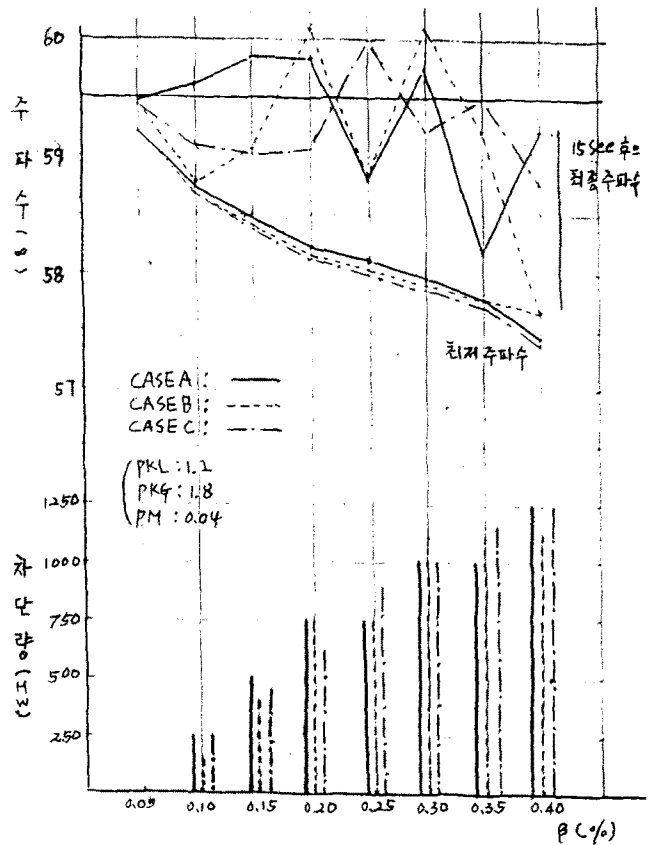


그림 3 부하제한방식에 따른 계산결과

표 1 부하제한방식 (UFR 정정치)

UFR 정정치		58.8	58.5	58.2	58.0	57.5	지연* 요소
소요	케이스 A	5	5	5	5	5	0
차단	케이스 B	3	5	7	7	3	0
량 (%)	케이스 C	3	4	5	6	5	2

지연요소 : 계통주파수가 일정한 수준을
10초 이내에 회복 못할 경우
추가로 차단로록 함

결론

사례연구 검토 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 현재 운용중인 방식을 보다 개선할 수 있는 새로운 부하제한 방식을 개발 제시 할 수 있었다.
2. UFR 의 최적운용방식을 위해서는 Jf/dt 요소 검출 차단방식의 추가가 효과적임을 밝혔다.
3. 보다 종합적인 계통보호방식 수립을 위해 서는 마이크로 프로세서에 의한 계통 안정화장치의 설치가 요망됨.

참고 문헌

- (1) 송길영 : "최적부하 제한방식의 채용에 관한 연구"
대한전기학회지 Vol.24 No.5 1975
- (2) 송길영 : "순동에비력을 고려한 계통의 최적 운용방식에 관한 연구"
대한전기학회지 Vol.24 No.5 1975
- (3) 송길영 : "온전에비력의 최적운용 방식에 관한 연구"
대한전기학회지 Vol.28 No.3 1979

- (4) Japanese Committee : "Stability of power System and Simulations in Japan"
Symposium, June 1981
- (5) R.C.Durbeck : "Simulation of five Load shedding schedules"
IEEE PAS.89 pp959-966 1970
- (6) M.S.Baldwin 의 : "Determination of frequency Decay Rates during periods of Generation Deficiency"
IEEE PAS.95 pp26-36 1976
- (7) D.W.Smaha 의 : "Coordination of Load Conservation with Turbine-Generator Under frequency protection"
IEEE PAS.99 No.3 pp1137-1150
1950