

大電源 脫落事故時 最適負荷 遮斷方法에 관한 研究

(A Study on the Optimal Load Shedding Method under Large Generator Outage)

俞賢在* · 鄭在吉**

(Hyun-Jae Yoo · Jai-Kil Chung)

요 약

본 논문은 대전원 탈락 사고시 계통의 지나친 주파수하락을 방지하기 위하여 주파수하락의 초기변화율을 근거로 하여 적정부하를 차단할 수 있도록 저주파수계전기의 합리적인 정정방법을 제시한다.

본 연구에서의 부하차단 전략은, 주파수가 59.5[Hz]에 이를때 부하차단 제1단을 일으키고 제1, 2단계의 크기가 주파수하락의 초기변화율을 근거하여 주어진 계통외란의 크기인 총 정태부하 차단량의 1/2이 되도록 정정하였다.

그 결과 새로 제안한 방법이 주파수 회복특성에 있어서 종래의 방법보다 더 효과적임을 알 수 있다.

Abstract

This paper proposes an adaptive methodology for setting of the underfrequency relays that is based on the initial rate of change of the frequency decline to protect for excess frequency decline of power system under large generator outage.

The strategy of the load shedding is as follows : Let the load shedding of the first step occur when the frequency reaches 59.5 [Hz], and the load shedding power of this first and second step be one half of the total "Static Load Shed" value for any given disturbance size based on the initial rate of change of the frequency.

As a results, it is verified that the use of the proposed method is more efficient than the conventional method in the characteristic of the frequency recovery.

1. 서 론

전력계통은 점점 대형화, 복잡화 되어가고 있

어 해석과, 계획 및 운용면에서 더욱 높은 신뢰도가 요구되고 있다. 특히 대용량 전원탈락 등에 의한 주파수의 이상저하는 연쇄적인 대규모 정전을 일으킬 가능성이 있기 때문에 정상시의 예비력 확보와 함께 긴급시에서의 주파수 유지대책이 요구되고 있다.¹⁾

이러한 전원의 탈락사고가 발생시 각종 대책을

*正會員 : 韓國電力公社 技術研究院

**正會員 : 中央大 工大 電氣工學科 教授

接受日字 : 1994年 5月 3日

취하더라도 주파수가 회복되지 않고 더욱 더 저하할 경우에는 연계를 해열하거나 강제적 부하차단을 실시하는 등 적절한 주파수 유지체계를 구성해서 계통상황에 대응한 부하차단 방식이 요구되고 있다. 이에 대해서 유효한 최적의 방법은 저주파수계전기(Underfrequency Relay : UFR)를 이용한 자동부하 차단방식이다. 2)~3)

그러나 종래의 UFR은 차단주파수 및 차단대상 부하를 한번 설정하여 두면 다음 정정기간까지 정정이 불가능하고 차단량 배분의 부적절한 방법에 있어서도 문제점들이 나타나고 있다. 부하차단이 수행되는 과정과 처리방법에 있어서도 계통운용자의 순간적인 판단에 의해 처리하고 있으며 또한 이러한 각종 문제점에 상응한 수식화 및 알고리즘화가 난해한 실정이다. 4)

본 논문에서는 대전원 탈락후 발생하는 과도한 수급 불균형시, 계통주파수 하락의 초기변화율을 계통주파수 응답(System Frequency Response : SFR)모델로 구하고, 이에 의한 UFR의 각 단계별 정정법에 있어서 새로운 부하차단량 정정방법을 제안하여 종래의 방식과 비교하였다.

2. 전력계통의 주파수 분석이론

2.1 주파수분석용 모델구성

발전기의 동요가 심하여 탈락될 시 고려한 독립계통의 주파수 동작은 그림 1과 같이 SFR모델로 간략하게 나타냈으며 본 연구에서 사용한 기호는 표 1과 같다.

2.2 주파수 분석

이 모델계통에 대한 주파수 응답은 다음과 같다.

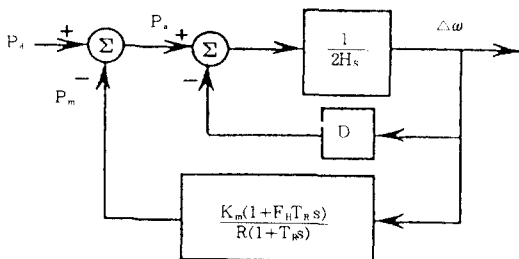


그림 1. 입력에서 외란전력을 갖는 SFR 모델
Fig. 1. Simplified SFR model with disturbance input

표 1. 본 연구에서 사용된 기호

Table 1. The List of Notations

기호	의 미	기호	의 미
K_m	이득계수	ζ	감쇄율
D	제동계수	P_d	외란전력
H	관성정수	P_{step}	외란의 크기(p.u)
T_R	재열터어빈 시정수	M_o	주파수의 초기기울기
F_H	터빈의 고압 분담비	P_{load}	차단부하량
W_o	비감쇄 고유 주파수	R	조속기의 속도조정율
K_L	계통정수	CB	Circuit Breaker

$$\Delta\omega = \left[\frac{R\omega_n^2}{DR+K_m} \right] \left[\frac{(1+T_R s)P_d}{s^2+2\zeta\omega_n s+\omega_n^2} \right] \quad (1)$$

여기서 식(1)은 다음과 같이 된다.

$$\Delta\omega = \left[\frac{R\omega_n^2}{DR+K_m} \right] \left[\frac{(1+T_R s)P_{step}}{s(s^2+2\zeta\omega_n s+\omega_n^2)} \right] \quad (2)$$

식(2)의 단위 출력당 주파수 편차를 시간의 함수로 표시하면 다음과 같이 된다.

$$\Delta\omega(t) = \frac{RP_{step}}{DR+K_m} [1 + \alpha e^{-\zeta\omega_n t} \sin(\omega_d t + \beta\psi)] \quad (3)$$

(p.u)

$$\text{여기서, } \alpha = \sqrt{\frac{1-2T_R\zeta\omega_n+T_R^2\omega_n^2}{1-\zeta^2}}$$

$$\omega_d = \omega_n \sqrt{1-\zeta^2}, \quad \psi = \psi_1 - \psi_2 \quad (4)$$

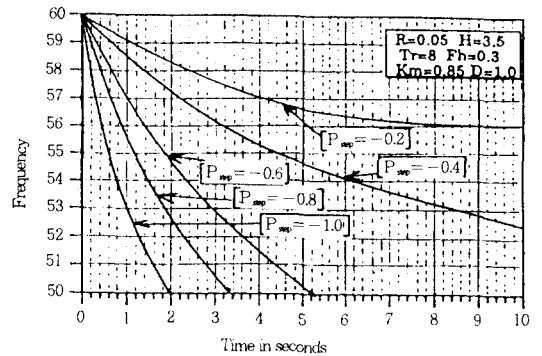


그림 2. 부하외란에 대한 주파수 저하특성

Fig. 2. Frequency decay curves to load disturbances

표 2. 4단계 및 6단계 방식의 주파수 정정치

Table 2. Frequency settings for four step and six step plan

차단단계	주파수 [Hz]		부하차단량(p.u)		지연시간 [s]		
	I	II	I	II	I	II	
1	1	59.5	59.5	0.0625	0.048	0.1	0.1
2	2	59.2	59.3	0.0625	0.048	0.1	0.1
3	3	58.9	59.1	0.0625	0.042	0.1	0.1
4	4	58.6	58.8	0.0625	0.040	0.1	0.1
5	5	58.5	58.5	0.036	0.036	0.1	0.1
						0.1	0.1
6	6	58.2	58.2	0.036	0.036	0.1	0.1

$$\phi_1 = \tan^{-1} \left[\frac{\omega_r T_R}{1 - \xi \omega_n T_R} \right]$$

$$\phi_2 = \tan^{-1} \sqrt{\frac{1 - \xi^2}{-\xi}} \quad (5)$$

그림 2는 식(3)에 의한 전원탈락시의 부하외란에 대한 주파수응답을 나타내고 있다.

2.3 주파수 분석사례

대전원이 탈락하여 부하용량에 대해서 0.6[p.u.]정도의 급격한 과잉부하 현상이 발생되어 UFR에 의한 차단 단계수와 각 단계별 차단부하량을 결정하기 위한 계통의 파라메타는 $K_m=0.85$, $F_n=0.3$, $D=1.0$, $T_R=8.0$, $H=3.5$, $R=0.05$ 이며 표 2와 같이 2종류의 계통보호 방식을 세워서 비교해 보았다.

그림 3의 차단결과에 나타난 바와 같이 정격주파수 유지 관점에서 부하차단량이 정확한 차단시간 보다 더 중요하다는 것을 나타내고 있다.

3. 저주파수계전기 정정방법의 정식화

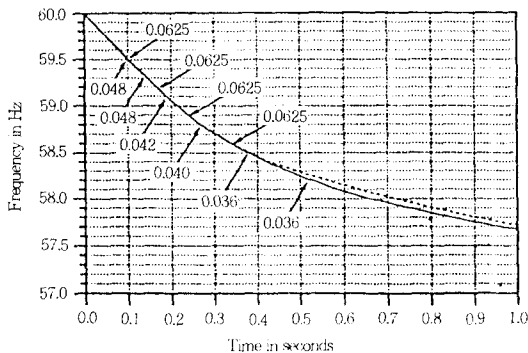


그림 3. 2종류 부하차단 결과의 비교
Fig. 3. Comparison of two load shedding results

표 3. 초기기울기와 최대편차 대 오프셋
Table 3. Initial slope and maximum deviation vs offset

P_{step} [p.u.]	M_o		$\Delta\omega_{max}$ [Hz]	f_{min} [Hz]
	[p.u/s]	[Hz/s]		
-0.2000	-0.0286	-1.7143	-1.6438	58.356
-0.3648	-0.0521	-3.1260	-3.0000	57.000
-0.4000	-0.0571	-3.4286	-3.2876	56.712
-0.6000	-0.0857	-5.1429	-4.9313	55.039
-0.8000	-0.1143	-6.8571	-6.5751	53.425
-1.0000	-0.1429	-8.5714	-8.2189	51.781

3.1 소모 부하차단량 결정

계통의 부하외란 발생시 과부하율에 따른 일반적인 소모부하차단량(L_D)⁷⁾은 주파수 하락을 막을 정도로 충분히 차단되지 않을 수도 있고, 또한 부하차단이 너무 장시간 지연될시 공칭 57[Hz]인 최소 주파수를 초과할 위험성도 있다. 그러므로 과도한 부하외란시 계통주파수 감소의 초기비율을 근거로 하여 제1단과 제2단에서 더 많은 부하량을 신속히 차단하는 것이다.

이때의 주파수 하락에 대한 초기기울기는 다음과 같이 표시된다.

$$M_o = 60 \left. \frac{d\Delta\omega}{dt} \right|_{t=0} = \frac{60 P_{step}}{2H} \quad [\text{Hz/s}] \quad (6)$$

식(6)에서, M_o 가 계속적으로 관찰되면 부하차단은 그 기울기가 어느 한계치를 초과할 때 유발될 것이다. 기울기와 관성정수를 안다면 식(6)에 의해서 다음과 같이 외란의 크기를 결정할 수 있다.

$$P_{step} = \frac{2HM_o}{60} \quad [\text{p.u.}] \quad (7)$$

3.2 부하차단량 결정사례와 전략

대용량 발전기탈락으로 인하여 고립된 계통에 총 발전력의 100[%] (1.0[p.u.])과부하인 최대의 외란상태로 되었을 경우 계통보호를 위한 적정 차단량 결정 사례를 들어 보았다.

먼저, 계통의 파라메타는 주파수 분석사례와 동일하게 주어졌을 경우 초기기울기와 최대 주파수편차는 (표 3)과 같이 계산된다.

표 3에서 57[Hz]를 한계치로 설정한다면 관찰된 초기기울기가 -0.0521 [pu/s]보다 클때 부하차단이 유발되어야 한다.

그래서 본 논문에서는 어떤 외란에 대해 계산된 기울기로부터 0.0521 [pu/s]를 빼서 차단될 부하량을 추정할 수 있도록 하였으며 이때 증가한 부하차단량은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\frac{P_{shed}}{2H} = \left| \frac{P_{step}}{2H} \right| - 0.0521 \quad [\text{pu/s}] \quad (8)$$

여기서 식(7)을 식(8)에 대입하면 총 부하차단량은 다음과 같이 된다.

$$P_{shed} = |P_{step}| - 0.1042H = H \left[\frac{M_o}{30} - 0.1042 \right] \quad (\text{p.u.}) \quad (9)$$

식(9)에 의해 부하차단량을 계산하는데 있어서 근본적인 결함이 있으므로 그림 4와 같은 새로운 부하차단안을 제시하였다.

부하차단 수행시 각 단계별로 지연시간을 고려하고 “동태부하차단”이라는 새로운 곡선을 얻기 위해서는 부하변화에 따른 과부하율의 변동폭과 계통의 안정성을 고려하여 “정태부하차단”곡선에 5[%]를 추가 해야 한다.

중요한 다른 요인은 부하차단시 각 단계간 차단량의 크기이다.

주파수가 59.5[Hz]와 같이 충분히 높은 주파수에 이를 때 부하차단의 첫 단계를 실시하고 이 첫 단계와 다음 단계의 크기가 주어진 계통외란 크기인 P_{shed} 값의 1/2이 되게 하였다.

3.3 저주파수계전기 정정치의 최적배분

제 1, 2단 이후의 각 단계별 배분은 0.2-0.3 [Hz]의 주파수하락에 대하여 0.1[p.u.]정도 이하의 값으로 거의 균등하게 배분하였다.

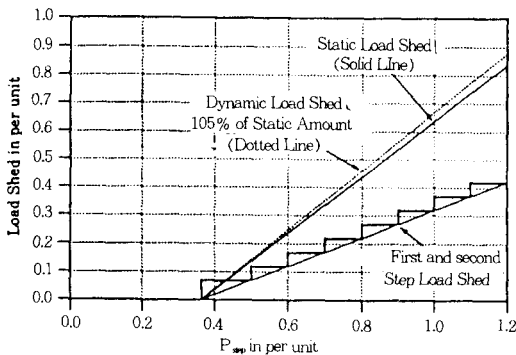


그림 4. 초기기울기를 근거로 한 부하차단 전략
Fig. 4. Load shedding strategy based on the initial slope

표 4. 제안한 방법에 의한 부하차단 계획
Table 4. Load shed planning by proposed method

차단단계	부하차단 주파수 [Hz]	부하차단 양 [p.u.]	지연시간 [s]
1 단	59.5	0.245	0.1
2 단	59.3	0.08	0.1
3 단	59.1	0.08	0.1
4 단	58.9	0.09	0.1
5 단	58.7	0.08	0.1
6 단	58.5	0.06	0.1
총 부하차단량 : $0.635 \times 1.05 = 0.667$ [p.u.]			

여기서 -1.0 [p.u.]정도의 최대 과부하의란에 대한 차단량을 결정하기 위하여 식(9)와 그림 4를 사용한 결과 표 4와 같은 각 단계별 차단주파수와 차단부하량을 새로이 제안할 수 있었다.

4. 사례연구

4.1 모델구성 및 적용데이터

본 논문에서 제시한 알고리즘의 효용성을 입증하기 위하여 그림 5와 같은 모델계통을 사용하였다. 이때 사용된 계통의 모선 입력자료는 표 5와 같으며 계통의 최저주파수는 57[Hz], 최고주파수는 61[Hz]를 유지하도록 한계치를 설정하였다.

4.2 시뮬레이션 케이스 및 결과

먼저 총 부하차단량의 결정과 각 단계별 배분

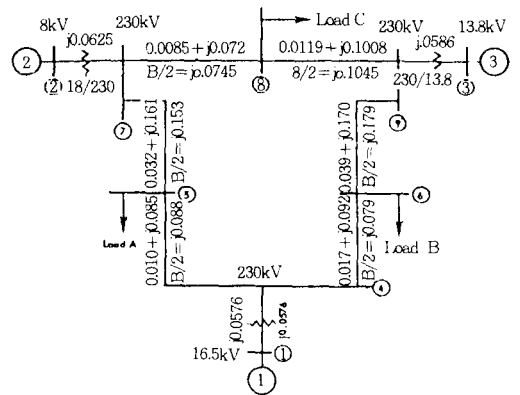


그림 5. 9모선 계통의 단선결선도
Fig. 5. One-line diagram of 9-Bus system

표 5. 9모선 모델계통의 모선자료

Table 5. Bus data of 9-Bus model system

Bus No	Voltage (pu)	Angle (deg)	Generation		Load		(+CAP) (Mvar)
			(MW)	(Mvar)	(MW)	(Mvar)	
1	1.040	0	161.2	69.0	0	0	0
2	1.025	9	153.0	47.9	0	0	0
3	1.025	5	85.0	23.3	0	0	0
4	1.017	-2	0	0	0	0	0
5	1.017	-4	0	0	155	60	0
6	0.980	-4	0	0	110	40	0
7	0.980	4	0	0	0	0	0
8	0.996	1	0	0	130	45	0
9	1.017	2	0	0	0	0	0

에 관한 문제이다.

그림 5에서 계통운전용량 399[MW]+j140 [Mvar]으로 운용중인 계통에서 우선 대전원인 153[MW]+j47.9[Mvar]용량을 갖는 No 2발전기가 계통에서 탈락된 후의 과부하율 P_{step} 은 0.6220(p.u) (62.20(%))가 된다.

이에 본 연구에서는 소요 부하차단량 P_{shed} 값은 식(9)및 과부하율의 변동폭과 이에 따른 계통의 안정성을 고려 총 부하차단량을 계통출력의 30(%)로 하였으며 부하차단량의 각 단계별 배분은 다음과 같은 방법으로 계산하였다.

1) 저주파수계전기 정정치별 부하배분 방법

우선 표 3을 근거로 다음과 같이 각 단계차단량을

1단 주파수 59.5[Hz] 차단량 11(%), 2단 주파수 59.3[Hz] 차단량 4(%)

3단 주파수 59.1[Hz] 차단량 4(%), 4단 주파수 58.9[Hz] 차단량 5(%)

5단 주파수 58.7[Hz] 차단량 4(%), 6단 주파수 58.5[Hz] 차단량 2(%)

지연시간은 공히 0.1[s]로 우선 결정하여 협조여부를 검토한다.

(편의상 P_{step} 은 O_L (%), P_{shed} 는 L_D (%)로 놓는다.)

1) 제1단계과 제2단계의 협조문제 검토

① 제1단계로 부하가 차단되고 주파수가 제2단의 정정치인 59.3[Hz]까지 떨어지는 과부하율

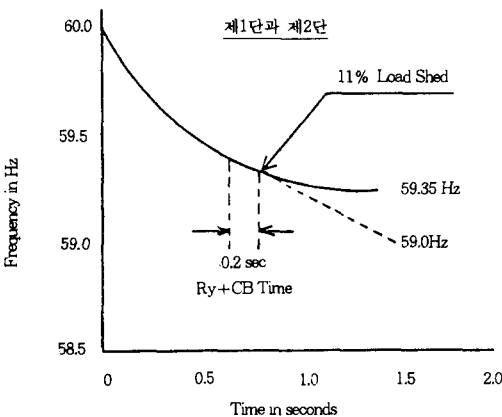


그림 6. UFR간 협조곡선
Fig. 6. Coordination curves of UFR

을 결정한다.

차단부하량 $L_D = (O_L - O_{L_i}) / (1 + O_L)$ 가 되나 O_L 을 Initial Overload인 $Ini O_L$ 로 나타내고 식(10)과 같이 변형한다.

$$Ini O_L = \frac{O_L + L_D}{1 - L_D} \quad (10)$$

여기서 $Ini O_L$ 은 59.5[Hz]에서 11(%)부하를 차단하고 주파수가 59.3[Hz]가 되는 초기 과부하율로 보고 O_L 는 부하를 차단하지 않고 최종 주파수가 59.3[Hz]로 되는 과부하율로 보면 O_L 는

$$\frac{59.3}{60.0} = \frac{1 + O_L \left(\frac{24-1}{24} \right)}{1 + O_L}$$

에서

$O_L \approx 0.03 \approx 3.0$ (%)가 되므로 $Ini O_L = 15.7$ (%)

② 과부하율 15.7(%)일 경우에 제1단계이 11(%)부하를 차단하게 되는데 이 차단은 주파수가 제2단 정정치인 59.3[Hz]에 도달하기 전에 이루어져야 협조가 되는 것이므로 이를 검토해야 한다. 15.7(%)의 과부하로 59.5[Hz]까지 주파수가 저하하는 시간은 다음식에서 구할 수 있다.

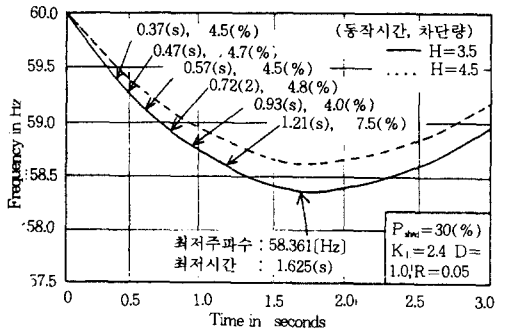


그림 7. 종래의 방법에 의한 부하차단 결과
Fig. 7. Results of shedding by the conventional schedule

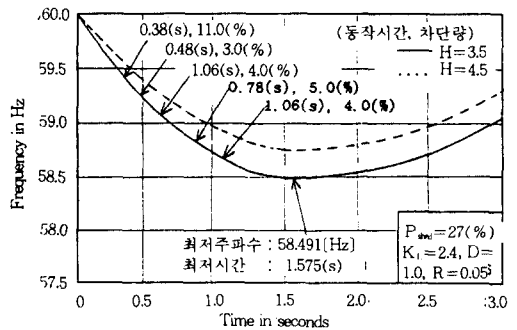


그림 8. 본 연구방법에 의한 부하차단 결과
Fig. 8. Results of load shedding by the adaptive schedule

$$\Delta f = f_n \frac{O_L}{K_L(1+O_L)} (1 - e^{-t/T_0}) \quad (11)$$

여기서 계통 부하역률은 일반적으로 $\cos\phi=0$. 85가량 되므로 $P_n/P_{co}=1.176 \approx 1.2$ 이므로 $2P_nH/P_{co} \approx 2.4H$ 이다.

따라서 $T_0 = \frac{2.4H}{K_L(1+O_L)}$ 로서 식(11)은 다음과 같이 된다.

$$\Delta f = f_n \cdot \frac{O_L}{K_L(1+O_L)} \cdot (1 - e^{-\frac{t/(2.4H)}{K_L(1+O_L)}}) \quad (12)$$

여기서 시간 t 를 구하면 $\therefore t=0.85(\text{sec})$

같은 방법으로 59.3[Hz]까지의 시간은 $\Delta f=0.7$ [Hz]이므로 식(12)에서 계산하면 $t=1.27(\text{sec})$ 를 얻는다. 제1단의 동작시간 0.1(sec)와 CB의 차단시간 0.1(sec)를 가산하면 실제로 59.5[Hz]에서 11(%)부하의 차단시간은 $0.85+0.1+0.1=1.05(\text{sec})$ 이다. 이때까지의 주파수 저하는 $t=1.05(\text{sec})$ 를 식(12)에 대입하여 계산하면 $\Delta f=0.6$ [Hz]로서 주파수는 59.4[Hz]이다.

11(%)부하차단 후의 과부하율은 식(10)에서 $O_L = \text{Ini.}O_L - L_D(1 + \text{Ini.}O_L)$ 이므로 $O_L=0.157-0.11(1+0.157)=0.03$, 즉 3.0(%)가 된다. 이때 부

표 6. 저주파수계전기의 정정치별 비교

Table 6. Comparison of settings for Underfrequency Relay

차단 단계	주파수 [Hz]	지연시간 (sec)		차단부하량 (%)		차단누계 (%)	
		I	II	I	II	I	II
1	59.5	0.1	0.1	4.5	11.0	4.5	11.0
2	59.3	0.1	0.1	4.7	3.0	9.2	14.0
3	59.1	0.1	0.1	4.5	4.0	13.7	18.0
4	58.9	0.1	0.1	4.8	5.0	18.5	23.0
5	58.7	0.1	0.1	4.0	4.0	22.5	27.0
6	58.5	0.1	0.1	7.5	3.0	30.0	30.0

I : 종래의 방법 II : 본 연구방법

표 7. 저주파수계전기에 의한 부하차단 결과(종래의 방법)

Table 7. Results of load shedding by UFR (conventional method)

전압 변동률 (%)	UFR설정에 의한 부하차단량(MW)						부하 차단량 (MW)	최 저 주파수 (Hz)	최 종 주파수 (Hz)
	59.5Hz	59.3Hz	59.1Hz	58.9Hz	58.7Hz	58.5Hz			
4%	5%	5%	5%	4%	7%	(MW)	[Hz]	[Hz]	
50	16					16	59.257	59.528	
70	16	20				36	59.175	59.575	
90	16	20	20			56	59.046	59.621	
110	16	20	20	20		76	58.737	59.745	
130	16	20	20	20	16	92	58.604	59.762	
150	16	20	20	20	16	92	58.361	59.355	
170	16	20	20	20	28	120	58.234	59.314	

하차단 후의 주파수특성은 다음과 같다.

$$\Delta f = f_n \frac{O_L}{K_L(1+O_L)} - A e^{-t/T_0},$$

$$T_0 = \frac{2P_nH/P_{co}}{K_L(1+O_L)} \quad (13)$$

식(13)에서 초기조건에 의해 A를 구하면

$$0.6 = 60 \times \frac{0.030}{2.4(1+0.030)} - A e^{\frac{(-0.35)}{1-0.030}}$$

$$\therefore A = 0.308, \Delta f = 0.7 - 0.308 e^{-t/3.40}$$

$t=1.27(\text{sec})$ 까지의 주파수저하, $\Delta f = 0.7 - 308 e^{-1.27/3.40} = 0.65(\text{Hz})$

따라서 이때의 주파수 $f=60-0.65=59.35(\text{Hz})$ 로서 제2단의 정정치인 59.3[Hz]보다 높으므로 제2단계의 UFR는 동작하지 않으며 서로 협조가 된다.

2) 제2단과 제3단 및 이후의 협조문제 검토

제2단과 제3단 및 다음단 간의 협조문제에 대

표 8. 저주파수계전기에 의한 부하차단 결과(안)

Table 8. Results of load shedding by UFR (conventional method)

전압 변동률 (%)	UFR설정에 의한 부하차단량(MW)						부하 차단량 (MW)	최 저 주파수 (Hz)	최 종 주파수 (Hz)
	59.5Hz	59.3Hz	59.1Hz	58.9Hz	58.7Hz	58.5Hz			
11%	3%	4%	5%	4%	3%	(MW)	[Hz]	[Hz]	
50	44					44	59.484	59.864	
70	44	12				56	59.398	59.775	
90	44	12	16			72	59.152	59.821	
110	44	12	16	20		92	58.898	59.846	
130	44	12	16	20	16	108	58.718	59.865	
150	44	12	16	20	16	108	58.491	59.631	
170	44	12	16	20	16	120	58.357	59.478	

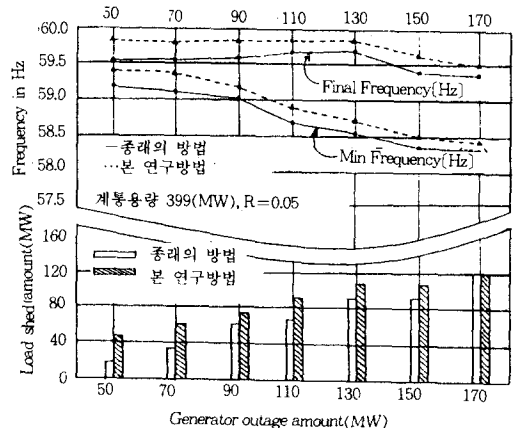


그림 9. 부하차단 결과의 비교

Fig. 9. Comparison of results for load shedding

해서는 제1단과 제2단 간의 협조문제와 유사한 방법으로 검토하였으며 이때의 UFR간의 협조곡선 관계를 그림 6에 나타내었다.

위와같은 방법에 의해서 1단에서 11(%), 2단 3(%), 3단 4(%), 4단 5(%), 5단 4(%), 6단은 3(%)를 배분하는 것으로 최종 결정하였으며 다음과 같이 CASE별로 3초간 Simulation을 실시하였다.

CASE I) 종래의 정정방법(현재 한전의 정정치)으로 제1단은 59.5[Hz] 마지막인 제6단은 58.5[Hz]로 상향 조정하고 지연시간은 0.1[s]로 하였다. 차단결과는 그림 7과 같으며 이때 사용된 계전기의 파라메타는 표 5와 같다.

CASE II) 본 연구에서 제안한 정정방식으로 조건은 CASE I)과 동일 하나 제1, 2단에서 총 차단부하량의 1/2이 제거되도록 하였으며 배분에 따른 차단결과 및 관련 파라메타는 그림 8과 표 6에 나타내었다.

표 7, 표 8은 전원탈락량을 변화시켰을 경우 UFR동작에 의한 부하차단으로 주파수특성이 어떻게 개선되고 있는가를 CASE별로 비교하여 나타낸 것이다.

그림 9는 이때의 일례를 도시한 것이다.

6. 결 론

본 논문의 주요 특징은 다음과 같다.

(1) 대전원 탈락사고시 부하를 긴급차단할 경우 주파수의 초기변화율을 근거로 하여 전원 탈락량을 결정할 수 있는 저주파수계전기의 새로운 정정안을 제시하였다.

(2) 종래의 방법에 비하여 정격주파수로의 회복시간과 부하차단량이 감소하였으며 주파수변동편차의 폭도 감소하였다.

(3) 정격주파수 회복시의 부하차단 단계수도 감소 되므로 차단횟수에 따른 각 발전기-터빈의 Damage방지 및 계전기의 피로현상도 줄일 수 있었다.

(4) 현재 한전의 주파수 초기정정치인 58.8[Hz]는 59.0-59.5[Hz]로 상향조정 하는것이 최저주파수 저하값을 줄이는데 효과적이라고 여겨진다.

앞으로 인공지능을 이용한 디지털 저주파수계

전기 방식을 가능한 빨리도입 적용해야 할 것이며 Micro-Processor에 의한 계통 안정화장치의 설치가 요망된다.

참 고 문 헌

- 1) Laszlo, P.Hajdu, John Peschony, "Optimum Load Shedding Policy for Power Systems", IEEE Trans. on Power Apparatus and Systems, Vol.PAS-87, No.3, March, pp.784-787, 1968.
- 2) H.E.Lokay and V.Burtnyk, "Application of Underfrequency Relays for Automatic Load Shedding", IEEE Trans. on Power Apparatus and Systems, Vol.PAS-87, No.3, March, pp.776-783, 1968.
- 3) W.C.New, "Load Conservation by Means of Underfrequency Relay", Conference on Protective Relays, pp.3-11, May, 1961.
- 4) Wej-Jen Lee and Jyh-Cherng Gu, "A Microcomputer-Based Intelligent Load Shedding Relay", ESRC The University of Texas at Arlington, IEEE/PES 1989 Winter Meeting, pp.1-7, 1989.
- 5) 한전 기술연구원, "전력계통 안정도해석과 향상대책", 최종보고서, 1989. 7.
- 6) W.C.New, "Load Conservation by Means of Underfrequency Relay", Conference on Protective Relays, pp.3-11, May, 1961.
- 7) 송길영, "전력계통의 해석 및 운용", 통일출판사, 1984.

◇ 著者紹介 ◇



유 현 재(俞賢在)

1952년 2월 20日生. 1979년 東亞大工大 電氣工學科 卒. 1981년 東亞大大学院 電氣工學科 卒(碩士). 1994년 中央大 大学院 電氣工學科 卒(博士). '79~'現在 韓國電力 技術研究院 先任研究員.



정 재 길(鄭在吉)

1934년 9월 24日生. 1961년 서울大工大 電氣工學科 卒. 1973년 서울大大学院 電氣工學科 卒(碩士). 1984년 崇實大 大学院 電子工學科 卒(博士). '61~'74년 韓國電力 勤務. 大韓電氣學會 財務理事. 74년~現在 中央大 工大 教授. 現在 大韓電氣學會 監査