

# 전자 계산기를 이용한 보호 계전 방식

## (COMPUTER RELAYING)

최 일 순

한국전력 사원 연수원

### 1. 서론

전력수요가 증가하고 설비가 확장됨에 따라 장거리, 대용량 송전, 조상설비 및 케이블의 증가, 계통의 단단자화, 병가 다회선 선로의 증가등으로 보호상 많은 문제점이 발생되어 고성능의 계전방식이 필요하게 되었다.

(5)

현재까지 사용되고 있는 계전기들은 전자력이나 전자소자의 개폐 작용을 이용하여 동작하므로 고도의 특성을 요구하는 계통 보호에는 문제점이 많았다.

그러나 최근 반도체 기술의 발달로 제어용 전자 계산기가 범용화됨에 따라 보호 계전 장치로서 이용하고져 하는 연구가 60년대 후반부터 시작되었다.

이 계전 방식의 장점으로는 (1) 신기능 및 특성의 실현, (2) 신뢰성의 향상, (3) 계전 방식 변경이 용이, (4) 장치의 표준화, (5) 장치의 소형화, 저부담화, 적력화 등이 있다.

이런 점에 의해 보호 계전 기술로는 최근에 개발된 최신기술이므로 이에 대한 이론, 이용상태를 소개해 보고자한다.

### 2. 계전 장치의 구성

변성기에서 입력된 전압전류는 보조변성기에서 사용하기 좋은 입력으로 변환되어 필탁

에 입력된다. 필탁로는 L.P.F 와 B.P.F 를 사용하여 SOFTWARE 로 간단히 실현할수 있는 디지털 필탁를 많이 사용한다.

필탁를 추가하는 목적은 입력에 포함되는 불필요한 성분 제거에도 목적이 있지만 입력에 주파수가 샘플링 주파수에 1/2 이상의 성분이 포함되면 연산에 오차가 발생되므로 이 이상의 주파수 성분 제거에 있다.

필탁의 종류에는 순회형과 비순회형이 있지만 비순회형이 많이 사용되고 있다.

필탁의 출력은 표본, 양자화 되는데 그 주파수는 표본화 정리에 따르나 다음 요인을 고려하여 선정한다.

- (1) 사고시 발생하는 계통의 고조파.
- (2) 계전기의 동작 시간.
- (3) 계산기의 연산 처리 능력.
- (4) 연산 처리의 용이도.

이며, 대개  $60\text{A}$  계에는  $720\text{A}$  에  $30^\circ$  로 샘플링 한다.

표본 양자화된 출력은 A/D 변환기를 거쳐 계산기에 입력되며 멀티플라이어로 시분할되어 A/D 변환기로 입력된다.

A/D 변환기는 보통 연환속도, 오차등을 감안하여 12비트 전, 후의 축차비교형의 것을 사용

하며, 계산기에는 보호 연산의 고속화를 위하여 4축 연산 전용의 고속 연산소자와 입력신호를 고속으로 읽어 드리는 D.M.A.(DIRECT MEMORY ACCESS) 기능이 부가되어 있다.

### 3. 기본적인 연산

(1) 절대치 : 샘플링된 1개의치를 연산 하는것.

변적법 : 반파의 샘플링 치를 합산하는 방법.

$$\sum_{n=0}^k A \sin(\omega t + \phi + n\phi) = KA$$

$\phi$  : SAMPLING 간격

적 법 :  $a_1 = A \sin \omega t, a_4 = A \sin(\omega t + 90^\circ)$   
 $= A \cos \omega t \quad a_1^2 + a_4^2 = A$

3적법 :  $a_1 = A \sin \omega t, a_2 = A \sin(\omega t + 30^\circ)$   
 $a_3 = A \sin(\omega t + 60^\circ)$   
 $a_1^2 - a_2^2 + a_3^2 = A/2$

$$a_{n+1}^2 - K_1 a_n^2 + a_{n+1}^2 = K_2 A \epsilon^2$$

2치가산법: 서로 위상이 90°다른 2치를

가감산하는 방법

$$a_1 = A \sin \omega t, a_4 = A \cos \omega t$$

$$(a_1 + a_4) + 1/2(a_1 - a_4) = KA$$

(2) 벡터의 내적 : 위상이 다른 2개의치를

샘플링하여 2치에 상응한

치를 연산하는것으로 적방식에

의한 것과 3적법에 의한것이

있다. 3적법으로는  $K_2 AB \cos$

$$= a_1 b_1 - K_1 a_2 b_2 + a_3 b_3$$

(3) 이상연산 : 현재 데이터에서 일정시간전의

데이터를 감산해서 빠른 이상

연산을 하고 가산해서 늦은

이상연산을 한다. 또 메모리에

기록된 데이터를 지연, 출력

해도 늦은 연산이 된다.

$$a_1 = A \sin \omega t \quad a_0 = A \sin(\omega t - \phi)$$

$$a_1 - a_0 = KA \sin(\omega t + \tan^{-1} \frac{\sin \phi}{1 - \cos \phi})$$

이때 샘플링 각을 30°로 하면  $K \approx 0.157$  이라 할때 75°이다.

(4) 선로 방정식형 : 선로방정식  $v = Ri + L di/dt$

에 의해 R 과 L 을 산출

하는 방식

적분형 : 방정식을  $t_0$  t1 과  $t_1$  t2 간으로

적분하여 대형공식으로 근이화하면

$$\int_{t_0}^{t_1} v dt = R \int_{t_0}^{t_1} i dt + L \int_{t_0}^{t_1} di/dt dt$$

$$\int_{t_1}^{t_2} v dt = R \int_{t_1}^{t_2} i dt + L \int_{t_1}^{t_2} di/dt dt$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 1/2 [v(t_1) + v(t_0)] T = R/2 [i(t_1) + i(t_0)] T \\ \quad + L [i(t_1) - i(t_0)] \\ 1/2 (v(t_2) + v(t_1)) T = R/2 [i(t_2) + i(t_1)] T \\ \quad + L [i(t_2) - i(t_1)] \end{array} \right.$$

T : 샘플링 간격

으로 되고 여기서 얻은 R,L 로 임피던스

를 얻는다. 이 방법은 3개의 샘플로 연산이

되므로 응답이 빠르나 연산시간이 늦다.

미분형 : 아래 2개의 방정식을 풀고 이 연산

은 차분 연산으로 근이확된다.

$$\left\{ \begin{array}{l} v = Ri + L di/dt \\ d v/dt = R di/dt + L d^2 i/dt^2 \end{array} \right.$$

### 4. 오프셋 로 계전기에 적용

(1) 오프셋 로 계전기: 이 계전기는 R-X 평면

상에 0점에서 오프셋을 가진 원형의 특성

을 가지며 오프셋 임피던스를  $Z_0$  원점정

임피던스를  $Z_1$  입력 전류를  $I_1$  앞선전류

(75° 또는 60°)로 이상한 치를  $I_1'$  라

고 할때 각 방식들의 연산은 다음과 같 이

한다.

(2) 적연산방식 :  $(Z_1 I_1' - v)$  와  $(v - Z_0 I_1')$

의 벡터 내적을 구하여 KO 와 비교 한다.

(3) 3적방식:  $(\sum_{i=1}^n \lambda'_i - N) (V - \sum_{i=1}^n \lambda'_i)$

의 벡터 내적을 3점의 샘플링 점을 가감산하여 구한다.

$$\begin{aligned} \text{판정식: } & (\sum_{i=1}^n \lambda'_{m-2} - V_{m-2})(V_{m-2} - \sum_{i=1}^n \lambda'_{m-2}) \\ & - (\sum_{i=1}^n \lambda'_{m-1} - V_{m-1})(V_{m-1} - \sum_{i=1}^n \lambda'_{m-1}) \\ & + (\sum_{i=1}^n \lambda'_m - V_m)(V_m - \sum_{i=1}^n \lambda'_m) = \\ & \frac{1}{2}(\sum_{i=1}^n \lambda'_i - V)(V - \sum_{i=1}^n \lambda'_i) \cos \phi \end{aligned}$$

위식이 > KO 이면 동작한다.

(4) 면적방식: 음색 모의 원중심점에서의 반경보다

$(V - z_1 + z_2/2 \cdot I)$ 가 크게 되면 동작한다.

$$\text{판정식: } \left| z_1 + z_2/2 \cdot I \right| - \left| V - z_1 + z_2/2 \cdot I \right| > K$$

(5) 디지털 연산은 지근점 단락시 캐모티 작용과

보, 리액탄스 직렬처리 등에 의해 이들 두 개의 작용은 중력에 계전방식보다 용이하다.

(6) 계전기의 판정

이상의 판정을 실제로는 3상분처리가 필요하므로 3상직렬처리가 되며 판정과 계속동작 판정 결과 불합할때는 다음 처리로 이송된다. (2), (4), (5),

(7)

## 6. 실제 적용이 실제

(1) 디지털 전류 자동 계전장치

제작자: (東京芝浦) 전기주식회사

설치장소: 1980.5. 東京 전력 275kV 梓川線

의 3단자계통

중요기능: 전류 자동 보호, 말조 감출, 재폐로, 자동 감시

(2) 전 디지털형 방향비교, 캐리아 릴레이

제작자: 三菱 전기주식회사

설치장소: 소화55년 6월 1일 函館 전력

154kV 飛騨 신간선 (星) 21.3

계폐소 小高反 계폐소에서 시험중

소화 55년 11월까지 사고 32건 발생

에 전부 정상 응답.

주요기능: 주보호와 후비보호는 전원, 입출력을 완전 분리하고 주, 후 각 메인과

고장검출 계전기는 직렬 2중화 하였고, 공통 후비보호를 하게 하였으며 자동점검과 기록을 하게 하였다.

(3) 초고압 계통용 디지털형 후비보호 계전장치

제작자: 日立 제작소

설치장소: 中津 전력 函山 지점 東海

변전소 275kV 東海 간선에 소화 54년 7월

부역 55년 3월까지 시험중 15건의

사고 발생에 전부 정상 동작하였으

며 시간은 270 (ms) 이다.

중요기능: 제1의 계산기는 단락용 주보호와 지락사고 검출.

제2의 계산기는 지락용 주보호와 단락 사고 검출.

제3의 계산기는 앞의 2계산기 감시용이다.

샘플링 360사이의 1 샘플 내에 전요소 에 처리를 하여 적방식으로 연산을 한다.

## 5. 결론

전자계산기를 사용한 보호 계전장치는 이상 엄격한 외에도 계통안정화장치, 고장계속 검출장치, 부족주파수 계전기, 말조 미연방지 장치, BLOCK 제어사고 파급 미연방지 시스템 (B.S.P.Q 등)에 광범위하게 이용되고 있으며 충분히 연구할 가치가 있을 것으로 한다.

(1), (7)

참고문헌

- (1) 昭和56年 日本電氣学会全国大会講演論文集(分冊12) 444~448 昭和56年 3-4月 (pp.1398-1404, 1417-1418, 1429-1437) 参考文献 1084, 1085, 1086, 1087, 1097, 1098, 1106, 1107, 1108, 1109, 1110
- (2) 大津修文 保護継電技術の発展 電氣書院 昭和56年 pp.163~183
- (3) 石田浩二 電力系統の保護制御システム 電氣書院 50年 pp.117~140
- (4) トラツツスタリルシステム 電氣書院 昭和56年 pp.113~136
- (5) 長井三夫, 坂山誠, 吉崎敦浩 保護継電器のハードウェア 電氣書院 昭和56年 pp.219~222 271~281
- (6) 日立評論社 日立評論 昭和56年 (Vol.64) pp.41~46
- (7) 明電時報社 明電時報 1980.3 (Vol.152) pp.19~29