



## 광역정전 방지를 위한 거리계전기 위험도 관리시스템

■ 이승재, 최면송, 임성일, 임일형, 김진환 / 명지대학교 차세대 전력기술 연구센터

### 1. 서 론

전력계통은 더욱 경제적이고 효율적으로 운영하기 위하여 적은 마진으로 정밀하게 제어할 수 있도록 하기위해 점차 발전하고 있다. 전력계통은 발전기, 부하 및 송전선로 등 구성요소 일부의 탈락이 전체 시스템 붕괴로 이어지는 것을 막기 위하여 안전도(Security)를 유지하여 운전하고 있다. 하지만 후비보호 계전기의 오정정[1], 운영자의 실수[2], 제어시스템 통신실패, 보호계전기의 고장[3] 등의 원인으로 인하여 생기는 광역 정전은 막을 수가 없었다. 여러 분석 및 연구결과에 따르면 과거의 광역정전 사례에서 적절한 시기에 크지 않은 부하를 차단하거나 보호계전기의 동작을 제어 할 수 있었다면 대부분의 광역정전을 막을 수 있었다고 한다.

광역정전사례들을 살펴보면 1995년 Southern Idaho 에 있는 345kV의 사고로 계전기가 정확한 동작을 했지만 다른 계전기의 잘못된 동작과 또 다른 계전기의 과 부하에 의한 동작을 하며 광역정전으로 진행되었고, 2003년 North American 광역정전은 2대의 발전기가 탈락한 것을 시작으로 프로그램 오류가 발생한 가운데 계전기가 동작하여 선로를 차단하고 다시 과부하에 의한 계전기 동작으로 광역정전이 발생하였다.

이와 같이 광역정전의 많은 원인들 중 보호계전기의

동작이 중요한 부분을 차지한다. 계통의 고장 혹은 외란에 의해 선로가 탈락되고 이로 인하여 과부하가 발생하여 보호계전기의 동작 그로 인하여 광역정전으로 발전한 경우가 대부분이었다. 보호계전기에 의한 영향이 전체 광역정전 사례중 75%에 달한다고 한다.[4][5] 따라서 광역정전을 방지하기 위해서는 계통의 상태와 보호계전기의 동작을 사전에 예측하는 시스템 구축이 필요하다.

NERC(North America Reliability Council)의 정전 기록 분석결과에 따르면 800[MW] 이상의 대형 정전사고는 매우 높은 빈도로 발생되고 있는 것으로 나타나고 있다. 이를 방지하기 위한 방법으로 여러 개의 설비가 동시에 고장이 발생하여도 견딜 수 있도록 충분한 여유용량을 확보하여 계통을 운영한다면 이러한 사태를 막을 수 있지만 이는 막대한 시설비가 소요되므로 경제적인 관점에서 현실적인 대안이 되지 못한다.[6]

경제적이고 보다 정확하게 광역정전을 미연에 방지하고자 하는 연구가 여러 능력 있는 연구자들을 통해 연구되고 있다. 대표적인 연구로 보호시스템의 잠재고장(Hidden Failure)이 광역정전에 미치는 영향에 관한 연구가 있다. 잠재고장은 평상시에는 나타나지 않다가 단일 사고(Single Contingency) 발생 시 계통의 일부분이 추가적으로 탈락하며 다중 사고(Multi Contingency)를 일으키므로 계통 안전도(Power System Security)에

미치는 위험성이 매우 크다. 따라서 사전에 잠재고장의 가능여부를 예측하여 사전에 광역정전의 가능성을 줄이는 것이다.

또한 멀티에이전트 시스템을 기반으로 취약성 산정 기법을 이용하여 전력계통에 자기복구 및 재구성 기능을 부여함으로써 광역정전을 막고자 하는 SPID(Strategic Power Infrastructure Defense)이라는 시스템도 개발되어있다. 이를 실현하기 위해 최근에는 GPS를 이용하여 동기화된 데이터 취득과 초고속 네트워크 기반의 데이터 전달체계를 활용하여 광역정전의 진행과정에서 제어계획 수립 및 계통변경을 통하여 안전도를 유지하는 광역 디펜스 시스템의 연구가 다양하게 진행되고 있다.

본 연구에서는 IPIU에서 취득한 계통 정보를 토대로 잠재고장에 대한 취약도 지수와 선로 또는 모선탈락으로 인하여 인근 선로에 미치는 영향도를 나타내는 Sensitivity factor를 이용하여 광역정전에 대한 실시간 거리계전기의 위험정도를 정량화하여 제시하려고 한다. 이 정보를 토대로 광역정전의 주요 원인이 되는 거리계전기에 대한 감시시스템을 개발하여 운영자에게 광역정전에 대한 신속한 조취를 취할 수 있도록 하는 관리시스템 개발을 하고 있다.

## 2.1 거리계전기 감시 시스템

과거에는 통신기술에 한계가 있어 실시간 시스템 적용이 불가능에 가까웠다. 하지만 통신 기술의 발달로 계통의 정보를 실시간으로 취득하는 것이 가능해짐에 따라 전력분야에서 보다 많은 일을 정확하고 빠르게 처리할 수 있는 환경이 조성되고 있다. 그 예로 규모는 작지만 IPIU를 통해서 2초마다 전압, 전류값 등의 정보를 취득하는 환경이 구축되었다. 하지만 이렇게 얻은 정보는 아직까지 계통보호나 감시시스템에 응용되지 못하고 있어 활발한 연구와 개발이 필요하다. 그 중 사고 발생시 어마어마한 손실을 일으키는 광역정전에 대비할 수 있는 감시시스템을 개발하고 있다.

### 2.1.1 감시시스템의 개발 목적

광역정전을 일으킨 원인들 중에 주요한 원인이 되었던 후비보호 거리계전기의 상태를 파악할 수 있다면 광역정전은 사전에 방지할 수 있을 것이다. 이를 위하여 앞서 설명한 취약도 지수 또는 Sensitivity Factor를 통하여 거리계전기의 상태를 예측할 수 있다. 만약 이러한 요소에 따라 거리계전기를 실시간으로 감시할 수 있다면 광역정전은 사전에 방지할 수 있을 것이다. 이러한 역할을 하는 것이 바로 광역정전 방지를 위한 거리계전기 감시시스템의 개발 목적이다.

본 연구에서는 취득하는 데이터를 이용하여 광역정전 방지대책에 응용할 수 있는 시스템 개발을 목표로 취약도를 이용한 계전기 잠재고장 위험도를 알려 위험도가 높은 보호계전기 점검을 주기적으로 하여 잠재고장을 사전에 미리 방지 하는 대책과, 사고 시 계통 변화에 대한 조류변화량을 Sensitivity Factor를 이용하여 예측함으로써 거리계전기 Zone 3 영역 동작에 대한 정보를 시각적으로 표현하여 계통의 위험을 예측 감시함으로써 광역정전을 방지대책에 응용할 수 있는 시스템을 개발하고 있다.

### 2.1.2 광역정전 방지 대책

현재까지 광역정전 방지 대책에 대하여 많은 연구들이 진행되어 오고 있으나 시스템에 적용사례는 없다. 하지만 앞서 설명한 감시시스템을 이용한다면 계통의 정보의 표시와 거리계전기의 임피던스 궤적 등을 시각적으로 표현 가능하다.

광역정전은 사고에 의한 계통의 일부분이 변함에 따라 차츰 연계선로로 영향을 주어 순차적인 선로 및 모선 등의 설비들이 탈락이 이루어지기 때문에 이 감시시스템을 이용한다면 광역정전 가능성에 대한 계측정보 파악이 가능해지고, 실시간 임피던스 궤적과 조류변화를 나타내어 운영자에게 광역정전 가능성에 대한 상황을 알려주어 신속한 대처가 가능하도록 할 수 있다.

요즘 같은 디지털 시대에 장기간의 정전 사고는 피해가 크다. 특히 광역정전에 대해서는 그 피해규모가

어마어마해질 것이다. 따라서 이 실시간 계통 감시시스템을 적용한 광역정전에 대한 대책을 통하여 우리나라 계통에서 일어날 수 있는 광역정전에는 철저한 대비를 할 수 있을 것이다.

## 2.2 잠재고장과 취약도 지수

잠재고장은 평상시에 나타나지 않다가 예측하지 못한 단일 사고나 다중 사고가 동시에 일어났을 때 연계선로에 미치는 영향에 따라 추가적으로 생길 수 있는 고장을 말한다. 이 잠재고장은 이미 일반적인 고장이 난 상황에서 발생하는 상황에 따라 인근 선로에 생기는 영향에 따라 발생되므로 지속적이고 점진적으로 계통에 악영향을 주기 때문에 계통의 안전도에 미치는 위험성이 매우 크다.

보호계전기의 잠재고장은 계전기 고장 및 CB(Circuit Breaker)고장 그리고 계전기의 오정정 등이 존재하며, 이는 계전기의 오부동작을 초래한다. 이는 오동작에 의한 선로의 탈락 혹은 부동작으로 인한 탈락구간의 증가로 이어지게 된다.

취약도 지수는 이러한 보호계전기의 잠재고장이 전력계통에 미치는 악영향을 수치화한 것이다. 이 취약도 지수는 선로의 과부하정도, 전압의 크기 및 위상차, 전류의 크기, 주파수 등을 이용하여 산출할 수 있다.

선로 탈락에 의해 건전 선로에 미치는 영향은 주로 과조류라고 할 수 있다. 이 때 탈락된 선로에 흐르던 유효전력이 타 선로로 유입되므로 타 선로의 과조류로 인한 건전선로의 계전기 오동작 발생확률이 커지게 되므로 선로의 중요도를 대표한다고 할 수 있다.

광역정전 원인의 대부분이 계전기의 오부동작으로 인해 발생되었으므로, 본 연구에서는 계전기로 인한 광역정전 발생을 방지하는 방법의 하나로 계전기의 잠재고장을 수치화하여 제시함으로써 위험요소의 파악 및 광역정전의 발생을 미연에 방지할 수 있는 방안을 제시한다.

### 2.2.1 잠재고장에 의한 탈락 구간 유형

각 계전요소 오정정이 존재하여 계전기가 오·부

동작하였을 경우에 계전기의 특성상 고장 혹은 외란이 발생하지 않으면 계통에 아무런 영향을 주지 않는다. 하지만 고장이 발생한 경우 오정정된 계전요소로 따라 탈락선로가 다르게 나타난다. 정정요소 오류 시 탈락구간을 분석해 보면 오정정으로 인한 탈락 선로가 동일한 유형으로 나타남을 발견할 수 있다. 결과적으로 발생하는 탈락선로의 유형으로 구분하여 분석하면 많은 수의 정정요소를 분석하지 않고 몇 가지 탈락선로 유형만을 분석함으로써 계전요소의 취약도를 계산할 수 있다.

첫 번째 유형은 <그림 1>에서와 같이 전류차동 계전기의  $I_{min}$  값이 작게 설정되어 오정정된 경우, 혹은 거리계전기의 블라인더 요소가 크게 정정된 경우 등으로 인하여 계통에 고장이 발생하지 않았음에도 계전기( $R_9$ )가 오동작하는 경우에 발생하여 선로( $l_5$ )가 탈락된다.

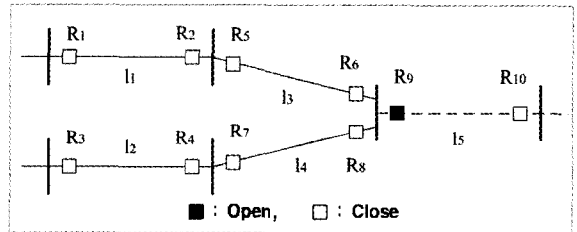


그림 1 계전기 잠재 고장에 의한 탈락 구간 유형 1

두 번째 유형은 <그림 2>를 예로들어 볼 때 계통에 고장이 발생한 경우 전류차동 계전기의  $K$ 값이 크게 동정되어 있고 CT포화가 발생한 경우, 거리계전기의 Zone 1 리액턴스 요소 혹은 Zone 2 리액턴스 요소가 크게 오정정된 경우 그 외에 고장이 발생한 선로( $l_5$ )의 하단 계전기( $R_9$ )가 오부동작하여 발생하며 그 결과는 고장이 발생한 선로( $l_5$ )와 후비보호용 계전기( $R_9$ )가 정동작이 발생한 선로( $l_5$ )가 탈락되어 총 2개의 선로가 탈락된다.

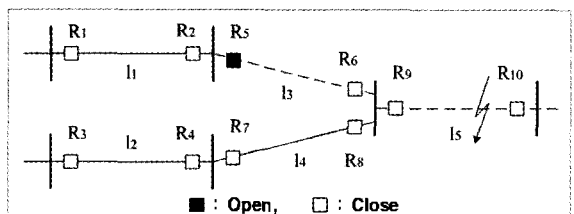


그림 2 계전기 잠재 고장에 의한 탈락 구간 유형 2

세 번째 유형은 <그림 3>에서와 같이 선로( $l$ )에 고장이 발생하였을 때 거리계전기( $R_g$ )의 Zone 1 리액턴스 값이 작게 오정정되어 오부동작한 경우, 혹은 Zone 2 리액턴스 값이 작게 오정정되어 오부동작한 경우, 그리고 CB의 고장 혹은 계전기의 오정정으로 인한 오부동작이 발생한 경우가 해당되며 이 경우 1개 모선에 연결된 모든 선로( $b, l, k$ )가 탈락된다.

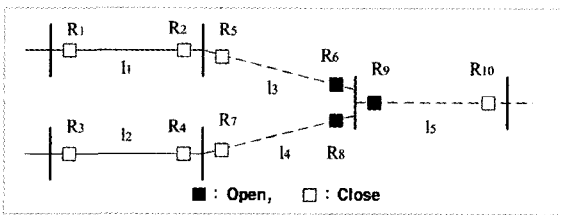


그림 3 계전기 잠재 고장에 의한 탈락 구간 유형 3

### 2.2.2 취약도 지수의 계산

2.1.1에서 살펴본바와 같이 거리계전기의 잠재고장 유형에 따라 탈락선로가 다르게 나타난다. 계전기의 잠재고장 시 탈락구간을 분석해보면 탈락선로가 동일한 유형으로 나타나는 잠재고장들을 발견할 수 있다. 이를 바탕으로 발생하는 탈락선로의 유형으로 구분하여 분석하면 많은 수의 잠재고장 요소를 분석하지 않고 몇 가지 탈락선로 유형의 취약도를 분석하고 각 유형에 해당하는 잠재고장요소를 정리하는 것만으로 계전기의 잠재고장 시 취약도를 계산할 수 있다.

취약도 지수를 계산하기 위하여 사용가능한 요소는 선로의 과부하정도, 전압의 크기 및 위상차, 전류의 크기, 주파수 등을 이용하여 취약도를 산출할 수 있으나, 본 연구에서는 우선 유효전력을 대상으로 하고 있다. 이는 과조류에 의한 탈락시 큰 유효전력이 타 선로로 유입되므로 타 선로의 과조류 발생 확률이 커지게 됨으로 선로의 중요도를 대표한다고 할 수 있고, 과조류에 의한 선로의 열화 등으로 선로의 탈락으로 이어짐으로 계전기의 위험정도를 판단하는데 유효전력의 중요성이 기타 수치에 비하여 그 중요도가 매우 높다.

$i$ 호선로의  $i$ 모선에 설치된 보호계전기의 취약도 계산을 위해  $VI_{ij}(T1)$ ,  $VI_{ij}(T2)$ ,  $VI_{ij}(T3)$ 를 계산후 각 취약도

의 최대값을 취득하면 계통의 각 지점의 취약도를 계산할 수 있다. 계산은 각 타입별 조류계산을 통하여 선로에 흐르는 전력을 예측하고 제한한 수식을 이용하여 취약도를 계산하면 취약도가 높은 계전기의 유형을 파악하여 해당 유형의 요소를 확인하여 우선적으로 점검함으로써 잠재고장 가능성을 판단하여 광역정전을 사전에 방지할 수 대책을 세울 수 있다.

$$VI_{ij} = \max[VI_{ij}(T1), VI_{ij}(T2), VI_{ij}(T3)] \quad (1)$$

$VI_{ij}(T1)$  :  $ij$ 구간을 보호하는  $i$ 모선에 연결된 계전기의 1번 유형의 취약도 지수

$VI_{ij}(T2)$  :  $ij$ 구간을 보호하는  $i$ 모선에 연결된 계전기의 2번 유형의 취약도 지수

$VI_{ij}(T3)$  :  $ij$ 구간을 보호하는  $i$ 모선에 연결된 계전기의 3번 유형의 취약도 지수

식 (1)은 최종적인 앞서 설명한 취약도 지수를 나타내고 있다. 이 식은 3가지 잠재고장 유형의 취약도 지수중 가장 큰 값을 취하게 된다. 각 유형별 취약도 지수는 다음과 같이 구하게 된다.

$$VI_{ij} = \sum_{n=1}^k (EF_{nm}) \quad (n \neq m) \quad (2)$$

$i, j, n, m$  : Bus Number

$k$  : Total Bus Number

$EF_{nm}$  :  $nm$ 선로의 영향도

각 선로의 과부하정도에 따라 선로의 탈락확률과 영향이 다르며, 계통의 구성에 따라서 그 이차적인 영향이 다르게 나타남으로 영향도에서는 앞서 설명한 각 유형에 따른 요소를 고려하였다.

$$EF_{nm} = w_1 \cdot w_2 \cdot w_3 \quad (3)$$

식 (3)은 취약도 지수를 나타내며 각 선로의 EF의 합으로 나타내어진다.

$$w_1 = \begin{cases} 0 & : 0.8 \cdot P_{\max} < P_{nm} \\ \frac{5 \cdot P_{nm}}{P_{\max}} - 4 & : 0.8 \cdot P_{\max} < P_{nm} < P_{\max} \\ 1 & : P_{nm} < P_{\max} \end{cases} \quad (4)$$

$$w_2 = \frac{P_{nm}}{P_{\max}} \quad (5)$$

$$w_3 = \sum_{\beta=1}^k \frac{P_{\beta\beta}}{P_{max}} \quad (6)$$

$w_1$ : 선로의 탈락 가능성

$w_2$ : 선로에 흐르는 과조류 정도

$w_3$ : 선로 탈락에 따른 영향정도

$P_{max}$ : 계전기 동작 조류

식 (4)는 계전기의 동작 확률을 의미하며 현재 선로에 흐르는 조류가  $P_{max}$ 보다 크면 계전기의 동작확률을 1, 조류가  $P_{max}$ 의 80%이하에서는 동작하지 않는다는 가정으로 확률을 계산하였다. 수식(5)는 현재 조류의 위험정도를 나타내는 지수로 조류가 많이 흐르면 그에 비례하여 선로탈락시의 영향정도도 증가함으로 계전기 동작조류에 대한 비로 나타낸다. 식 (6)은 선로의 과 조류가 타 선로에 미치는 영향정도를 나타내며 식 (5)의 과 조류 정도도 타 선로에 미치는 영향정도로 생각할 수 있지만 과 조류가 흐른다고 하여 선로 탈락시 타 선로에 미치는 영향이 크다고 할 수는 없다. 이는 계통의 구성에 따라서 부하량, 발전량에 따라 영향정도가 달라지기 때문이다.

계전기의 잠재고장은 실제 발생유무를 계통에 사고가 나기 이전에는 운영자가 알 수 없으므로 미연에 방지하는 것이 매우 중요하지만 현실적으로 모든 잠재고장을 운영자가 방지하기는 어렵다. 따라서 취약도를 계산하여 취약도가 높은 위치와 유형의 계전기와 계전요소를 운영자에게 우선적으로 알려 운영자는 그 계전기를 감시하고 점검함으로써 잠재고장에 의한 광역정전의 발생을 방지할 수 있을 것이다.

## 2.3 Sensitivity Factor 및 거리계전기

### 2.3.1 Sensitivity Factor의 개요

단순한 계통의 단일 고장이 최악의 경우 cascading 현상을 일으켜 광역정전으로 발전될 수 있다. 하지만 대부분의 광역정전은 초기 고장이 발생 하였을 때 적은양의 부하차단과 같은 단순한 제어로 방지할 수 있는 것이었다. 계통에 변화가 있을 때 각 선로에 흐르는 조류 변화량을 예측할 수 있었다면 광역정전을 막

을 수 있었을 것이다.

하지만 광역정전으로 진행 될 때는 계통의 조류가 [6]은 시간 내에 바뀌게 된다. Sensitivity Factor는 계통에 변화가 있을 때 각 선로에 흐르는 조류를 예측할 수 있는 요소이다.[7] 이를 이용하여 계통의 상태를 시각적으로 운영자에게 알려 부하차단 및 후비보호 거리계전기의 Zone3동작을 막는 등의 조치를 통해 광역정전을 막을 수 있을 것이다.

### 2.3.2 거리계전기 Zone 3 영역 동작

거리계전기는 전압과 전류의 비로 동작한다. 일반적으로 거리계전기는 Zone 1, Zone 2, Zone 3로 나누어 이용된다. Zone 1은 요소는 주보호이며 전압, 전류데이터를 이용하여 2주기 이내에 선로를 보호하며 Zone 2 요소는 주보호구간의 모든 부분과 일부 상대단의 후비보호로 24주기 정도의 시간 딜레이를 가진다. Zone 3 요소는 모든 후비보호 선로가 보호구간이 되며 약 100주기의 시간 딜레이를 갖는다.

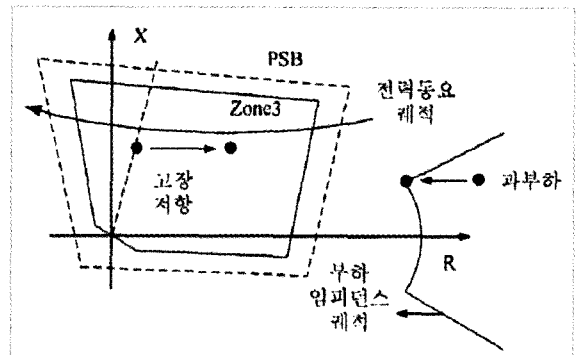


그림 4 거리계전기 동작특성도

거리계전 보호방식은 고장저항에 의한 부동작을 방지하기 위하여 blinder 요소를 두어 고장시 선로 임피던스 이외의 고장저항이 존재 할 시때에도 동작할 수 있도록 하고 있으며 이때 최대 부하임피던스를 고려하여 최대부하 임피던스에 오동작하지 않도록 정정한다. 하지만 선로 탈락에 의하여 계전기가 계산하는 임피던스 값이 변경 되었을 때에는 오동작할 수 있다.

2.2.3 Sensitivity Factor의 계산

Sensitivity Factor는 계통의 일부분이 여러 가지 이유로 조류가 변할 때 계통의 다른 부분에 주는 영향 정도를 나타내는 것이다. Sensitivity Factor는 GSF(Generation Shift Factors)와 LODF(Line Outage Distribution Factors) 2가지로 나눌 수 있다.

GSF(Generation Shift Factors)는 발전 모선 g의 조류 변화에 대한 선로 l에서의 조류 변화율을 나타내는 요소다. GSF는 수식(7)에서 나타내고 있다.

$$a_{lg} = \frac{1}{x_l} (X_{ng} - X_{mg}) \quad (7)$$

l : 선로 number

g : 모선 number

$x_l$  : 선로 l의 리액턴스

$X_{ab}$  : a,b번 X matrix 요소

m, n : 선로 k에 연결된 버스 number

LODF(Line Outage Distribution Factors)는 선로 k가 탈락으로 인한 선로 l에서의 조류 변화율을 나타내는 요소다. LODF는 수식(8)에서 나타내고 있다.

$$d_{lk} = \frac{\frac{x_k}{x_l} (X_{in} - X_{in} - X_{kn} + X_{jm})}{x_k - (X_{mi} + X_{nm} - 2X_{im})} \quad (8)$$

$x_k$  : 선로 k의 리액턴스

$X_{ab}$  : a,b번 X matrix 요소

i, j : 선로 l에 연결된 버스 number

m, n : 선로 k에 연결된 버스 number

수식(7)과 (8)에서 GSF(Generation Shift Factors)와 LODF(Line Outage Distribution Factors)를 나타내고 이 두 요소를 이용하여 선로 l의 조류를 계산할 수 있다. 또한 계통에 변화가 있을 때 X matrix와 리액턴스의 업데이트가 필요하지 않아 빠른 연산이 가능하다.

$$\widehat{P}_l = P_l + a_{lg} \Delta P_g + d_{lk} \Delta P_k \quad (9)$$

$\widehat{P}_l$  : 선로 k 탈락 후 선로 l에 흐르는 조류

$P_l$  : 선로 k 탈락 전 선로 l에 흐르는 조류

$\Delta P_g$  : 발전 모선 g의 조류

$\Delta P_k$  : 선로 k의 조류

수식(9)은 발전 모선과 선로의 변화에 대한 다른 선로의 조류를 예측하는 식으로 1차적인 요인만을 고려하였다. 이를 이용하면 계통의 다양한 상황에 대해 각 선로의 조류 변화를 알 수 있고, 이는 식 (10)과 같이 나타낼 수 있다.

$$|\widehat{P}_l^M - \widehat{P}_l^E| < \epsilon \quad (10)$$

$\widehat{P}_l^M$  : 사고 이후 선로 l에 흐르는 조류

$\widehat{P}_l^E$  : 사고 이후 선로 l에 흐르는 조류 예측값

$\epsilon$  : 오차 마진

수식(10)에서의 오차 마진( $\epsilon$ )은 Sensitivity Factor를 이용한 예측 값에 대한 오차로 DC 조류계산을 기본으로 한 오차, 선로 탈락 후에도 버스 전압이 동일하다는 가정에 대한 오차, 그리고 계산상의 선로정수의 오차에 대한 여유를 두었다. 이를 통해 거리계전기 Zone 3 동작에서 선로의 실제 고장인지 아니면 다른 선로의 탈락 또는 발전기 탈락에 의한 과부하인지를 알 수 있다. 이것을 이용하여 광역정전으로 발전하는 사고에 대한 계전기 동작을 예측하고 대처 할 수 있을 것이다.

실시간 감시 시스템 개발이 이루어지면 전계통의 사고를 감지할 수 있고, 사고 감지 이후에 각 선로의 조류를 Sensitivity Factor를 이용하면 간단하게 예측할 수 있다. 또한 예측한 정보를 통하여 다른 선로의 사고에 의한 과부하로 인한 거리계전기 Zone 3영역 동작인지 또는 자기 선로의 고장에 대한 Zone 3영역 동작인지를 감지 할 수 있고, 과부하에 의한 Zone 3 동작을 계전기 자체 또는 상위 시스템에서 거리계전기 Zone 3 영역 동작을 blocking 하여 광역정전의 주요인인 계전기 동작을 제어 함으로써 광역정전 방지 대책을 수립 할 수 있다.

3. 결론

광역정전 발생 원인은 여러 가지가 있지만 전체 광역정전 사례 중 75%가 보호계전기와 밀접한 관련이 있다. 따라서 광역정전 방지를 위해 보호계전기의 오동

작, 오부동작을 방지하는 것이 매우 중요하다.

본 연구에서는 광역정전 방지 방안으로 두 가지를 제시한다. 첫 번째 보호계전기 잠재고장에 대해 취약도 지수를 이용하여 운영자에게 계전기 잠재고장에 대한 위험도가 높은 기기의 점검과 관리를 통해 광역정전 발생을 미연에 방지하는 것이며 두 번째로 SF(Sensitivity Factor)를 이용하여 계통에 사고 발생 시 조류 변화를 예측하여 운영자에게 빠른 후속조치를 취할 수 있게 하는 것이다. 이 두 가지 방안을 효과적으로 하기 위해 실시간 계통 정보를 이용한 감시시스템을 개발 하고 있다.

#### 참고 문헌

- [1] Gregory S. Vassell, Fellow, "Northeast Blackout of 1965", IEEE Power Engineering Review, pp. 4-8, January 1991.
- [2] "NIGHT OF TERROR", TIME, pp. 24-26, July 25, 1997.
- [3] C. W. Taylor, "Improving Grid Behavior", IEEE Spectrum. June 1999. pp. 40-45.
- [4] J. Chen, J.S. Thorp and M. Parashar, "Analysis of Electric Power System Disturbance Data", Proceedings of the 34th Hawaii International Conference on System Science, 2001.
- [5] A.G. Phadke and J.S. Thorp, "Expose Hidden Failure to Prevent Cascading Outages", IEEE Computer Application in Power, pp. 20-23, July 1996.
- [6] P. Fairley. "The Unruly Power Grid.", IEEE Spectrum, pp. 22-27, August 2004.
- [7] Seong-Il Lim, Han-Chuan Yuan, Seung-Jae Lee, Myeon-Song Choi and Seong-Jeong Rim, "Adaptive Blinder for distance Relay Based", IEEE Digital Object Identifier, pp. 1-5, October 2006.