

## 154kV 방사상 운전계통에 대한 실시간 고장복구시스템 개발 1(알고리즘)

정정원\*, 이기원\*\*, 박규현\*\*, 추진부\*\*\*, 윤용범\*\*\*  
\* 경성대학교, \*\* 기인시스템, \*\*\* 전력연구원

### Development of a Real-Time Restoration System for radially operated 154kV Loop System

Jung-Won Jung\*, Gi-Won Lee\*\*, Kyu-Hyun Park\*\*, Jin-Boo Choo\*\*\*, Yong-Beum Yoon\*\*\*  
\* Kyungsung Univ., \*\* Key-In System CO., \*\*\* KEPRI

**Abstract** - This paper presents an algorithm for real-time restoration of radially operated 154kV loop system. Restoration procedure consists of 4 procedures: recognition of faults, identification of fault locations, separation of fault locations and restoration of blackout areas. This algorithm adopts expert's knowledge for safe and accurate operation of the real-time restoration system (APRS: Automatic Power Reconfiguration System).

#### 1. 서론

송전선로는 공급신뢰도를 향상시키기 위해서 통상 환상망(loop) 계통으로 구성되어 왔다. 그러나 복잡한 환상망 계통은 고장시 고장전류가 증대하게 될뿐아니라, 과부하가 다중적으로 일어나는 현상이 발생할 수 있어 복구조작을 매우 어렵게 하고 경우에 따라서는 정전지역이 확대되는 현상을 초래할 수 있다. 이러한 현상을 막기 위해서 최근 154kV계통에서 일부지역을 환상망 분리하여 방사상으로 운전하고 있다. 방사상 운전 계통의 신뢰도를 제고하는 방법으로서 방사상 운전 계통에 대한 실시간 고장복구 시스템(Automatic Power Reconfiguration System)의 설치를 고려할 수 있다.

전력계통의 고장복구에 대하여서는 외국에서는 이미 많은 연구가[1~6] 진행되어 오고 있으나 국내에서는[7,8] 최근에 들어 이에 대한 관심을 갖기 시작한 실정이다. 고장복구의 연구방향은 거의 대다수가 계통운용자의 지식과 경험을 반영하는 전문가 시스템 혹은 지식-베이스 시스템을 토대로 하고 있다.[1~8] 이들은 통상 복구유형에 따른 지식처리 기법으로 복구계획을 수립하는 방안 제시하고 있다. 이와 아울러 선로과부하를 처리하기 위해서 해석적 기법의 도움으로 선로 및 변압기의 과부하를 유발하지 않는 선로절체에 대한 연구도 진행되어 오고 있다.[6,7,8] 최근에는 대형계통의 복구를 위한 지식-베이스 기법들이 제시되고 있지만[4,5] 이는

발전력재배분등을 포함하므로 현시점에서는 실제계의 실시간제어에는 어려움이 많을 것으로 판단된다.

본 논문에서는 154kV 방사상운전계통에서 정전이 수반되는 고장이 발생할 경우 정전을 자동으로 복구하는 실시간 자동복구시스템(APRS: Automatic Power Reconfiguration System)에 대한 알고리즘을 제시한다. 알고리즘은 고장인식부, 고장구간판단 및 분리부, 정전지역의 복구부로 대별되며 선로의 과부하 방지 논리, 전부하의 복구 불능시 부분부하 복구논리 등이 포함되어 있다.

#### 2. 자동복구시스템의 알고리즘

실시간 자동복구 시스템은 크게 고장상황 인식과정, 고장구간 판단과정, 고장구간 분리과정 그리고 자동복구 과정의 네가지 과정으로 나누어진다. 각 과정별 설명은 다음과 같다.

##### 2.1 고장상황 인식부가. 선로고장

선로고장의 인식은 차단기 상태의 변화와 이에 수반되는 계전기의 동작을 이용한다. 계통상태에 대한 data(status data)를 검색하여 차단기의 상태 변화가 있었는가를 검색한다. 차단기 상태의 변화가 없는 경우에는 계통에 변화가 없었다는 것을 의미한다.

##### 나. 모선고장

모선보호계전기의 동작은 모선고장시와 계전기 지령에 대하여 차단기 동작이 실패한 경우(CB Fail)에 발생하게 된다.

##### 2.2 고장구간 진단가. 개요

선로에 고장이 발생하여 고장선로(고장구간)가 어느 것인지를 찾는 기본적인 개념은 다음과 같다.

우선 동작된 보호계전기에 대하여 그 보호계전기의 보호범위를 찾아 고장후보로 둔다. 즉, 주보호계전기가 동작했다면 주보호계전기의 보호범위인 선로를 고장후보로 두고 후보보호 계전기가 동작했다면 후보보호계전기의 보호범위내의 모든 요소를 고장의 후보로 둔다. 다음은 이들 각 계전기를 동작가능하게 하는 선로인 고장후보구간들의 중복구간을 찾으면 그곳이 바로 고장구간이라 할 수 있다. 고장구간 진단의 유형은 다음과 같다.

나. 1회선 선로의 고장 또는 2회선중 1회선 정지중인 때의 선로고장

1회선 선로의 고장이나 2회선중 1회선이 정지중인 때의 선로고장은 중복구간이 없어도 고장구간으로 인식한다.

다. CR(PW)정보의 이용

CR(PW)동작 정보를 이용하여 CR(PW)가 동작한 선로는 고장범위에서 제외한다. CR가 blocking signal을 방출했다는 것은 그 선로 밖에 고장이 났다는 것을 의미하기 때문이다.

라. 다중고장

다중고장의 경우는 트립된 어느 차단기의 보호범위가 트립된 또다른 차단기의 보호범위와 중복되지 않는 경우가 발생한다. 이 경우 타계전기의 보호범위와 중복이 가능한 것끼리 묶어 중복구간을 구하면, 복수개의 선로(구간)이 도출되고 이들 각각은 다중고장으로 인하여 발생한 고장구간이라고 할 수 있다.

### 2.3 고장구간 분리

가. 개요

고장구간 분리과정은 정전지역의 복구를 위하여 정전지역에 전력공급을 재개할 때, 고장점에 송전을 재개하는 일이 없도록 고장구간을 미리 건전구간으로부터 떼어 놓는 과정이다. 앞단계인 고장구간 진단과정에서 도출된 고장구간(선로)의 트립되지 않은 차단기를 개방함으로써 고장구간을 건전계통으로부터 분리할 수 있다.

### 2.4 자동복구 조작

가. 변전소群的 분류

먼저, 고장발생후의 계통을 다음의 3가지 형태의 변전소 그룹들로 분류한다. 여기서 그룹이란 전기적으로 접속된 변전소들의 집합을 의미한다.

그룹의 형태는 세가지가 있는데 첫째는 source선로에 접속된 변전소가 두개 이상 있는 그룹으로 이는 환상망 계통임을 나타낸다. 두번째는 source선로에 접속된 변전소가 하나뿐인 그룹으로 이 것은 방사상계통임을 나타내고, 세번째는 source선로에 접

속된 변전소가 하나도 없는 그룹으로 이 것은 이 그룹의 모든 변전소는 정전되어 있다는 것을 나타낸다.

나. 복구의 기본 개념

정전지역의 부하를 건전계통으로 복구하는 과정은 다음과 같다. 우선, 정전그룹과 건전그룹을 연결하는 선로 및 모선분리점을 찾아 건전계통과 연결했을 때 선로에 부담을 가장 적게 주는 루트를 선택하여 정전부하를 복구하는 것이다.

다. 과부하가 예상되는 경우의 동작

① 부하 일부만의 복구 (일부부하 차단)

만일, 정전변전소가 하나뿐이고 어떠한 건전계통과 접속하더라도 과부하선로가 발생하는 것을 피하지 못할 때는 부하분담이 큰 변압기순서로 복구하도록 한다.

② 복수 변전소의 분할복구

다음은 정전지역이 두개이상의 변전소인 경우이다. 이 때에는 정전지역을 분할하여 각기 다른 건전 그룹으로 연결함으로써 전체 부하 복구를 시도한다.

## 3. 사례연구

사례연구에 이용된 계통은 한전계통을 약간 변형한 것이다. 서울TP, 육인, 성동의 3개의 source로부터 내부 10개의 변전소가 전력을 공급받고 있고, 방사상계통으로 운전되고 있다. 복구시 과부하가 예상되어 일부부하만 복구하는 경우에 대하여 자동복구시스템의 동작상태를 보기로 한다.

### ● 고장상황

[고장지점] 중부-현저 선로

[정전지역] 현저S/S

### ● 고장구간 진단(그림 1)

[정보] 중부SS의 중부-현저 선로측 CB 주보호

[진단] 1회선이므로 중복구간이 아니어도 중부-현저선로의 고장으로 진단

### ● 고장구간 분리

중부-현저 선로의 현저측 CB 개방

### ● 자동절체 동작

① 현저SS의 부하를 홍인측으로 절체시 과부하 예상(185/163=114%)

② 현저SS(그림 2)에 있는 3개의 MTR 가운데 가장 부하량이 작은 #0 MTR을 개방한 채 공급 가능 여부판정 (과부하여부 계산)

③ 현저SS의 MTR중 부하가 많은 #1, #2 MTR만을 복구(일부복구) (그림 3)

(현저-홍인간 선로를 통하여 홍인측으로 절체)

