

실시간 사고영역을 표현하는 디지털 보호계전기 개발

조철희, 이병호, 김윤희
 현대중공업(주) 기계전기연구소

Development of the digital protection relay which displays the trip area in real time

Chul-Hee Cho, Byeong-Ho Lee, Yoon-Hoe Kim
 Electro-Mechanical Research Institute, Hyundai Heavy Industries. Co, Ltd.

Abstract - The existing digital protection relay is continuously growing with an improvement in technology. In this paper, we propose the development of the digital protection relay which displays the trip area in real time. In most of the digital protection relays monitor whether analog signal enters into the pre-determined trip area, but those aren't provide the trip area information for a operator in real time. Therefore, if the digital protection relay continuously displays the trip area in real time, the operator analysis power system status easily. This paper particularly introduces selective ground protective relay and differential protective relay with trip area and presents a method of providing the trip area information to operator in real time.

고 이 사고영역 내로 영상전류가 진입시 사고선로로 판단하여 선택 차단하는 것이다. 그림 2는 선택 지락 계전기에서 설정하는 사고영역을 벡터적으로 나타낸 그림이다.

1. 서 론

전력계통 내에 설치되는 디지털 보호계전기는 선로, 발전기, 변압기, 모터와 같은 전력설비에 대하여 감시 및 보호를 수행하는 기기로서 주 기능은 계측(measurement), 계전(Protection), 사고이력 저장(fault history recording), 사고파형 저장(fault wave recording) 및 통신(communication)기능에 최근에는 PLC(Programmable Logic Controller) 기능까지 매우 많은 기능들이 탑재되어 있다. 현재 디지털 보호계전기는 마이크로프로세서 등의 성능향상을 통하여 지속적으로 기술적 진보를 이루고 있으며 사용자 편의를 극대화하기 위하여 끊임없이 연구 및 개발이 진행되고 있다.

본 논문에서는 실시간으로 사고영역을 표현하는 디지털 보호계전기에 대하여 소개한다. 지금까지 사고영역을 통하여 계전을 수행하는 디지털 보호계전기는 현재 디지털 보호계전기로 입력되는 전류 및 전압값이 사고영역을 기준으로 어느 곳에 위치하고 있는지에 대한 정보를 사용자에게 제공하고 있지 못하였다. 사용자는 사고 후 비로소 저장된 사고정보를 통하여 확인할 수 있었다. 만약 입력되고 있는 전류 및 전압값이 사고영역을 기준으로 어느 곳에 위치하는지에 대한 정보를 실시간으로 사용자에게 제공할 수 있다면 사용자는 계통의 안정도를 실시간으로 확인할 수 있는 장점을 갖게 되고 위험수준에 대한 신속한 대응이 매우 용이할 것이다.

본 논문에서는 사고영역을 통하여 계전을 수행하는 계전기 중 선택 지락 계전기와 비율 차동 계전기에 대하여 설명하고 이 두가지 계전기를 통하여 실시간으로 사고영역에 위치하는 입력 정보를 제공함으로써 얻게 되는 장점에 대하여 기술한다.

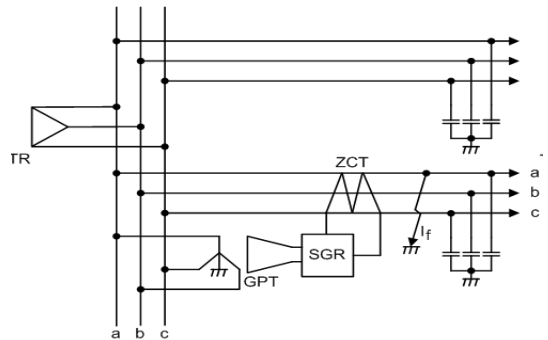
2. 본 론

2.1 사고영역 계전방식

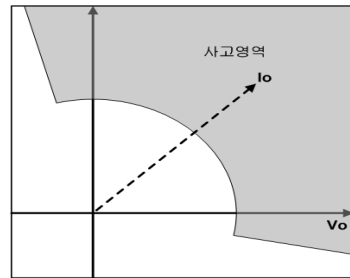
2.1.1 선택 지락 계전기

비접지 계통의 배전선 지락사고를 검출하여 사고선로만을 선택 차단하는 방향성 계전기인 선택 지락 계전기(Selective Ground Relay)는 지락 사고시 계전기 설치점에 나타나는 영상전압과 영상 지락 사고전류(비접지 계통에서는 지락 사고시 계통 충전전류 및 GPT 2차 저항에 따라 사고전류가 제한된다)를 검출하여 선택 차단한다. 계전기에 도입되는 영상전압은 모선에 설치하는 GPT 3차측 권선을 개방 델타 결선하여 사용하고 영상 사고전류는 지락 사고시 선로 충전전류와 제한저항에 의한 전류의 합이 비교적 작기 때문에 영상 CT(zero CT or ZCT)를 사용한다. 그림 1은 계통내의 선택 지락 계전기의 결선을 나타내고 있다.

선로상태에 따라 다르지만, 사고선로의 영상전류 위상은 누설전류도 고려하면 영상전압보다 60~85° 정도 진상이 된다. 이는 건전선로의 전류방향과 반대이기 때문에 이것으로 선택성을 갖는다. 결국, 선택 지락 계전기는 영상전압과 영상전류의 크기 및 위상으로 사고영역을 설정하



<그림 1> 선택 지락 계전기 결선



<그림 2> 선택 지락 계전기 사고영역

선택 지락사고시 디지털 보호계전기는 사고 후 사고분석을 할 수 있도록 사고사항을 저장하는데, 그림 3은 일반적으로 디지털 보호 계전기에서 제공하는 저장된 선택 지락 사고정보이다. 이 정보를 통하여 사용자는 사고시 영상전압 및 영상전류의 크기 및 위상차 정보를 얻게 된다.

[ANSI 67GS Selective Ground Relay Trip !!]	
2007. 07.11 15 : 30 : 35 : 18	
Setting	: 5.0 [mA]
Pickup	: 5.5 [mA]
Angle	: 69 [deg]
Trip Time	: 3.01[sec]

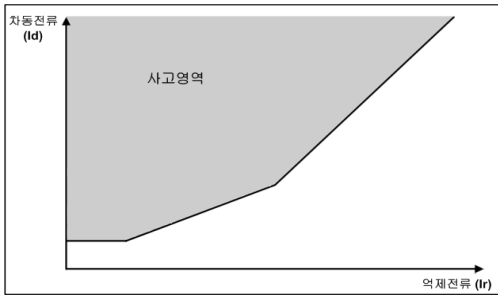
<그림 3> 선택 지락사고 내용

2.1.2 비율 차동 계전기

가장 일반적으로 사용되고 있는 변압기 보호계전기는 기본적으로 변압기 각 상의 1, 2차측간 차전류를 이용하며 변류기의 특성차, 변압기 결선에 의한 위상차, 변압기 탭의 변동 등에 의한 오동작 방지책을 고려한 비율 차동 계전기(Differential Protective Relay)이다. 차동계전 방식에 의하면, 변압기의 1차와 2차측에 흐르는 전류는 정상상태에서 대수합이 0이다. 하지만 변압기 내부 사고시에는 이 상태가 붕괴되어 차전류가 발생하게 된다. 비율 차동 계전기는 이러한 원리를 이용하여 사고를 검출하는 계전기이다.

그림 4는 사용자가 설정한 비율 차동 계전기의 특성곡선으로써 비율 차동 계전기는 3상의 차전류가 사고영역에 진입시 변압기 사고로 판단

하여 선로를 차단한다. 그림 5는 일반적으로 차전류에 의한 변압기 사고 시 비율 차동 계전기에 저장된 사고정보를 보여주고 있다.



<그림 4> 비율 차동 계전기 특성곡선

[ANSI 87 Differential Relay Trip !!]
 2007. 05.11 15 : 30 : 35 : 18
 Setting : 10.0 [A]
 Pickup : 10.5 [A]
 Phase : B
 Trip Time : 1.55 [sec]

<그림 5> 비율 차동 사고내용

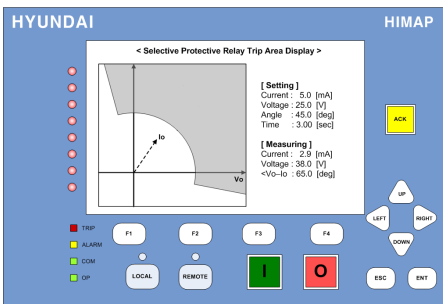
2.2 실시간 사고영역 표현

본 논문에서는 앞서 소개한 선택 지락 계전기와 비율 차동 계전기에 실시간으로 사고영역내의 전류 및 전압 값을 표현하는 기능을 추가함으로써 사용자로 하여금 현재 계통의 상태를 지속적으로 확인할 수 있도록 하였다. 이는 단순한 텍스트로 전류 및 전압값을 제공하는 수준을 넘어서 사고영역 정보를 시각적으로 함께 제공함으로써 사용자의 편의를 크게 향상시킬 수 있다.

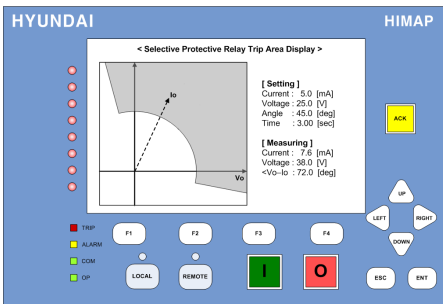
2.2.1 선택 지락 계전기의 사고영역 표현

사고영역 내에서 영상전압과 영상전류의 크기 및 위상 정보를 실시간으로 표현하는 방법을 그림 6과 그림 7에서 보여주고 있다. 그림에서 사고영역 내의 영상전류의 벡터적 위치가 표현되고 있으며, 현재 설정값과 계측값을 텍스트로 함께 표현하고 있다.

그림 6은 정상상태의 선택 지락 계전기를 보여주고 있으며, 그림 7은 사고영역에 영상전류가 진입되어 있는 사고상태의 선택 지락 계전기를 나타내고 있다.



<그림 6> 정상상태의 선택 지락 계전기 화면



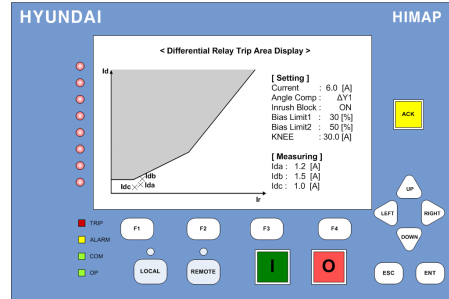
<그림 7> 사고상태의 선택 지락 계전기 화면

2.2.1 비율 차동 계전기의 사고영역 표현

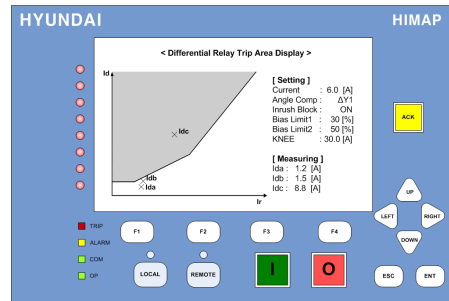
변압기 보호용 비율 차동 계전기의 특성곡선을 디지털 보호계전기에

서 표현하여 현재 변압기 1, 2차 측간의 차전류를 실시간으로 모니터링함으로써 사용자의 편의를 크게 향상시킬 수 있다. 다음 그림 8과 그림 9는 각각 변압기 내부의 3상 차전류를 실시간으로 나타내고 있는 그림으로, 사고영역을 나타내는 특성곡선과 더불어 현재 설정값 및 계측값을 텍스트로 함께 표현하고 있다.

그림 8은 모든 3상의 차전류가 특성곡선에서 사고영역 외부에 위치하여 정상상태의 비율 차동 계전기를 보여주고 있으며, 그림 9는 사고영역 내로 c상의 차전류가 진입되어 있는 사고상태의 비율 차동 계전기를 나타내고 있다.



<그림 8> 정상상태의 비율 차동 계전기 화면



<그림 9> 사고상태의 비율 차동 계전기 화면

3. 결 론

현재 디지털 보호계전기는 마이크로프로세서 등 하드웨어의 향상을 토대로 지속적으로 기술적 진보를 이루고 있으며 사용자의 요구사항을 만족시키고 편의를 제공하기 위한 연구가 끊임없이 진행되고 있다.

본 논문에서는 실시간으로 사고영역을 표현하는 디지털 보호계전기에 대하여 선택 지락 계전기와 비율 차동 계전기로 예를 들어 소개하였다. 디지털 보호 계전기에서 입력되고 있는 전류 및 전압값이 사고영역을 기준으로 어느 곳에 위치하는지에 대한 정보를 실시간으로 사용자에게 제공할 수 있다면 사용자는 시각적으로 계통의 안정도를 실시간으로 쉽게 확인할 수 있는 장점을 갖게 되고 위험수준에 대한 신속한 대응이 매우 용이할 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] Mcleer. P.J, Mir. M, "A New Techniques of Differential Relaying the Differential Relay", Volume PAS-101, Issue 10, Page(s):4164 - 4170, Oct. 1982
- [2] Stringer. N.T, Lawhead. L, Wilkerson. T, Biggs. J, Rockefeller. G.D, "Testing and performance of transformer differential relays", Industry Applications Magazine, IEEE Volume 3, Issue 4, Page(s):36 - 42, July-Aug. 1997
- [3] Bo. Z.Q, Aggarwal. R.K, Johns. A.T, Moore. P.J, "A new directional relay for the protection of distribution feeders", Advances in Power System Control, Operation and Management, 1997. APSCOM-97. Fourth International Conference, Volume 1, Page(s):221 - 225, Nov. 1997
- [4] Johns. A. T, Salman. S. K, "Digital Protection For Power Systems", IEE Power Series 15, Page(s): 171 - 189, Aug. 1995