

디지털 전압 계전기에 관한 연구

박철원*, 강물결, 김예지, 윤희환
강릉원주대학교

A Study on Digital Voltage Relay

Chul-Won Park, Mool-Kyul Kang, Ye-Ji Kim, Yun-Hui Hwan
Gangneung-Wonju National University

Abstract - 보호장치는 전력계통에 고장이 발생할 경우 신속·정확하게 고장을 검출하여 고장부분을 계통으로부터 분리시킴으로써 각종 설비의 손상을 막고 정전구간을 최소화 하여 계통의 안정화를 향상시키는 장치이다. 현재 한전 및 발전사 뿐만아니라 수자원공사의 수도사업장에서도 원격감시 제어를 통한 무인화와 함께 디지털보호계전기가 설치 운영되고 있다. 디지털 보호계전기는 기존의 기계식 보호계전기가 수행하는 보호기능보다 우수한 성능이 입증되었으며 최근 반도체 기술의 비약적 발전과 보호 알고리즘의 지속적인 개발로 보호계전기의 디지털화가 가속되고 있고 더욱 개선된 고성능, 다기능의 보호계전기 또는 IED가 산업현장에 적용되는 추세에 있다. 본 논문에서는 과전압 보호계전기와 부족전압 보호계전기의 기능 및 동작특성에 대하여 연구하였다.

1. 서 론

1901년 미국에서 개발한 플렌저형 과전류계전기를 시작으로 이후 유도 원판형 과전류계전기 등의 전자기계식 계전기에서 트랜지스터를 이용한 정지형 계전기로 발전되었다. 1960년부터 마이크로프로세서를 이용한 디지털형 보호계전기로 발전되었다. 국내의 보호계전기는 지금까지 전기기계식, 전자식 형태 및 정지형(Solid-State)의 보호계전기가 대부분의 보호기능을 수행하여 왔으나 이런 형태의 보호계전기로는 전력 수급의 대규모화로 인한 각 기기간의 결선이 복잡해짐과 전력계통의 안정화 요구를 만족 시킬 수 있는 기능을 갖기 어렵고, 특히 전력계통 자동화 시스템의 구현 및 실행에 아주 취약한 문제점을 가지고 있다. 이러한 문제점의 해결과 성능향상을 위해서 전선 외국에서는 마이크로프로세서를 이용한 디지털 보호계전기를 개발하여 현재 전력설비보호용으로 널리 사용하고 있다.

디지털 보호계전기는 기존의 기계식 보호계전기가 수행하는 보호기능보다 우수한 성능이 입증 되었으며 최근 반도체 기술의 비약적 발전과 보호 알고리즘의 지속적인 개발로 보호계전기의 디지털화가 가속되고 있고 더욱 개선된 고성능, 다기능의 보호계전기가 개발되고 산업현장에 적용되는 추세이다. 디지털보호계전기는 다양한 보호계전요소를 제공하고 있으므로 이를 활용하여 적절한 보호방식을 적정하게 구성할 필요가 있다[1]. 계전기는 전기기계식과 정지형계전기의 시대를 거쳐 최근에 이르러서는 마이크로프로세서 기술의 발전에 힘입어 디지털계전기가 개발되게 되었다. 아직도 디지털계전기가 보호계전기의 모든 분야에 완벽하게 적용되고 있지는 않으나, 산업현장에서 가장 널리 쓰이는 전동기 보호, 과전류 보호 등 필요한 계전기는 이미 실용화되어 있는 단계이다[2].

본 논문은 대형 발전기 내부사고 보호를 위한 다기능 IED(Intelligent Electronic Device) 시제품 기술 개발 과제 of 일부로서 0사의 DGP(Digital Generator Protection)를 Target 계전기로 삼아 연구를 수행하였다. 본 논문에서는 디지털 과전압계전기(Over Voltage Relay) 및 부족전압계전기(Under Voltage Relay)의 TC 곡선, 동작특성 그리고 정정 등에 대하여 연구하였다[6].

2. 본 론

2.1 보호계전시스템 구성

한전인입 보호계통 구성은 전기설비기술기준령 제 43조, 제45조 및 특별고압 수전설비 표준 결선도에 의하여 적합하게 구성되었다.

<표 1> 인입계통 보호방식 구성

용도	계전기종류	정정 값		
		요소	동작 값	동작시간
전압상승	과전압	한시	한전 입력전압의 110%	이상전압상승 110%에 2.5초 이하
전압강하	부족전압	한시	한전 입력전압의 80%	이상전압강하 80%에 2.5초 이하

한전선로의 이상전압강하 80%에 2.5초 이하에 동작하기도 하고, 이상전압상승 보호를 위하여 과전압계전요소를 추가하고 이상전압상승 110%에 2.5초 이하에 동작하도록 설정한다[9].

2.2 과전압 계전기 반한시 특성 연구[4]

발전기에서 과전압이 꼭 V/Hz의 제한치를 초과하지 않을 수 있으며, 일반적으로 과전압은 수차 발전기와 연계된 문제인데 수차 발전기에서 대용량 부하가 탈락되면 정격속도의 200[%]를 초과하는 속도까지 상승할 수 있다. V/Hz를 기준으로 볼 때 정격부하를 담당하다가 부하가 탈락되어 무부하가 된 경우에도 과여자가 그렇게 심하지 않을 것이므로 전압도 어느 한계치내에서 상승하게 되고 속도가 증가하는 만큼 주파수도 상승하여 V/Hz 계전기가 이 상태를 과전압으로 인식할 수 없기 때문에 별도의 과전압 보호계전기가 필요하다. 부하탈락의 속도상승에 의한 과전압 발생은 스팀터빈 및 가스터빈 발전기에서는, 이들의 속도제어 시스템과 AVR의 빠른 응답특성으로 인해 문제가 되지 않는다.

2.2.1 과전류 계전기의 동작특성[6,7]

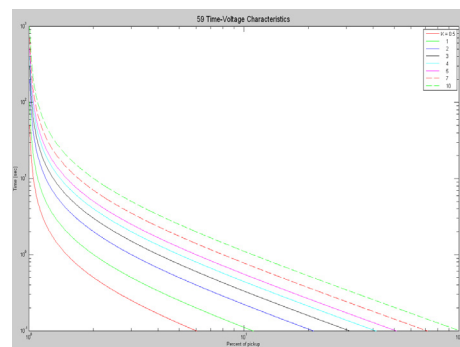
$$T_1 = \frac{K}{\frac{V_1}{V_{PU}} - 1} \text{seconds} \tag{1}$$

$$T_2 = K \text{ seconds} \tag{2}$$

여기서, K = 시간요소
 V_1 = 정상분 전압
 V_{PU} = 과전압 초기 동작치

<표 2> 과전압계전기 정정 및 비율

SETTING	RANGE			DEFAULT	
	5AMP	1AMP	UNITS	5AMP	1AMP
TRIP	0000 to 1111		N/A	0000	
ALARM	0000 to 1111		N/A	0000	
INV PICKUP	100 to 350/100 to 200		V	120	
TIME FAC	0.1 to 99.99		sec	1.00	
CURVE#	1(Inverse) 2(Definite Time))		N/A	1	
INST PU	100 to 400		V	240	



<그림 1> MATLAB을 이용한 59 특성곡선

2.3 부족전압 계전기 반한시 특성 연구[5]

저전압 보호의 주요 기능은 위험한 전압강하의 결과에 대해 발전기를 보호하는 것이다. 그것은 전력계통으로부터 발전기를 분리하므로 허용할 수 없는 동작상태와 안정성 손실의 가능한 위험을 방지한다.

발전기의 결함을 허용할 때, 물리적으로 올바른 방법의 보호 기능을 확실히 하기 위해, 정상분 시스템은 보장해야한다. 보호 기능은 이진 입력을 통하여 기동시의 강하 원인을 차단할 수 있다. 차단기의 보조 접점은 차단기의 개방이 목적을 위해 사용될 수 있다. 상태보조 접점은 차단기의 개방이 목적을 위해 사용될 수 있다. 상대적으로 저전압 취득은 도체-구분기준을 활성화 할 수 있다. 게다가 반한시 저전압 보호기능은 전동기 보호를 위해 사용할 수 있다. 트립시간은 저전압 강하에 따라 달라지며, 시간 등급책정이 가능하다.

2.3.1 부족전압 계전기의 동작특성[7,8]

$$T_1 = \frac{K}{(V_{PV}/V_1) - 1} \text{ seconds} \quad (3)$$

$$T_2 = K \text{ seconds} \quad (4)$$

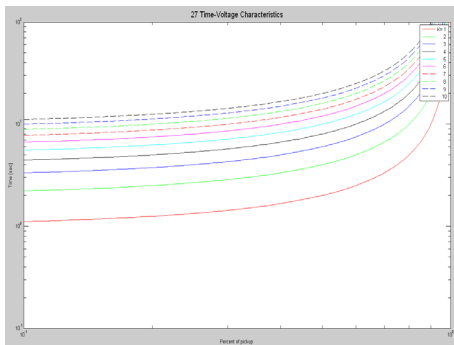
여기서, K = 시간요소

V_1 = 정상분 전압

V_{PV} = 부족전압 기능 임계값

〈표 3〉 부족전압계전기 정정 및 비율

SETTING	RANGE			DEFAULT	
	5AMP	1AMP	UNITS	5AMP	1AMP
TRIP	0000 to 1111		N/A	0000	
ALARM	0000 to 1111		N/A	0000	
PICKUP	40 to 210		V	100	
TIME FAC	0.1 to 99.99		sec	1.00	
CURVE#	1(Inverse: 2(Definite Time))		N/A		1



〈그림 2〉 MATLAB을 이용한 27 특성곡선

3. 결 론

위에 제시한 각 보호기간 협조시간차, 제페로 회수 및 시간은 기기 별 성능시험과 많은 실증시험을 통해 증명한 후 적용 검토되어야 할 것이다. 추가적으로 보호기간의 협조시간을 구현하는 TC Curve에 있어 Curve를 계전기특성에 맞게 변경시켜 안전하면서도 최적상태로 운영을 할 수 있는 대안을 강구해야 된다.

[참 고 문 헌]

- [1]효성중공업 연구소 전력팀, “디지털 보호계전기 개발”, Proceedings of KIEE, Vol. 50, No 3, pp. 2001.
- [2]김동진, “A Study on the Efficient Operation of Digital Protective Relay”, 한밭대학교박사논문, pp. 1~46, 2008.
- [3] “전력감시제어시스템을 위한 모터보호용 디지털 보호계전기 개발”, Proceedings of the 12th KACC, October 1997.
- [4]GE Multilin, “Digital Generator Protection Relay Instruction Manual”, pp. 1~278, 2003.
- [5]이상호, 설일호, “디지털계전기 기반의 배전선로 보호협조 최적운용방안에 대한 연구”, 2006년도 대한전기학회 하계학술대회 논문집, pp. 302~303, 2006.
- [6]박철원 외, “대형 발전기 내부사고 보호를 위한 다기능 IED 시제품 기술 개발”, 지식경제 기술혁신사업 1차년도 연차보고서, pp. 1~286,

2011. 5.

[7]IEEE Power Engineering Society, “Guide for AC Generator Protection”, IEEE Std C37.102-2006 pp. 1~167, 2006. 11.

[8]General Electric Company, “GEK-100605 DGP Digital Generator Protection System”, pp. PD-1~SO-21, 1995.

[9]유상봉 외, “보호계전 시스템의 실무활용기술”, pp. 1~166, 2007. 12.

감사의 글

본 연구는 2010년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지 기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구과제입니다.
(2010T100100415)