

## Digital Relay 자동성능평가 시스템 개발

민병운, 박동호, 김정환, 최항섭  
기계전기연구소, 현대중공업주식회사

이승재  
차세대 전력기술연구센터, 명지대학교

### Development of Automatic System for Estimation of Digital Relay Performance

Byoung-Woon Min, Dong-Ho Park, Jung-Han Kim, Hang-Sub Choi, Seung-Jae Lee  
Electro-Mechanical Research Institute, Hyundai Heavy Industries, Co., Ltd. NPTC, Myong-ji University

**Abstract** - This paper introduces the development of automatic system for estimation of digital relay performance. We have developed an automatic estimation system "HRV2004(Himap Relay function Verifier 2004)" for digital relay in 2004 and it has been verified in the field for one years. This paper describes the development details and field experience of HRV2004.

HRV2004 can perform a series of jobs required for the relay testing in one environment and could handle most of all models of protective relay currently produced by Hyundai Heavy Industries. The functionality of this program consists of GUI of relay setting for beginner, fault record analysis and relay performance estimation. The core of this system is an automatic reporting of estimation test. If user is only click a button for relay estimation and one will received testing report to deliver customer. Additional benefit is fast response than the manual estimation. For example, the manual estimation takes spending 6 hours but this system is about 15 minutes.

는 자동화 시스템인 HRV2004(Himap Relay function Verifier Ver 2004)은 개발 하였다. [1][2]

## 2. 본 론

### 2.1 시스템 구성

HRV2004는 디지털 계전기의 성능평가를 수행하기 위해 그림 1과 같은 구성을 갖추고 있다. 디지털 계전기의 전 계전요소 및 기타 성능을 테스트 할 수 있는 성능평가용 시스템과 성능평가용 시스템에서 생성된 고장 파형 데이터를 이용하여 고장파형을 생성시키는 Generator로 구성되어있다. 그리고 성능 평가용 시스템에는 성능평가 및 분석이 효율적으로 이루어지도록 다양한 기능을 갖도록 구성하였다. Digital Relay의 전 계전 요소 및 기타 성능을 테스트 할 수 있는 자동 성능 평가 기능과 계전 요소의 동작 특성을 그래프로 확인하며 원격으로 디지털 계전기를 설정할 수 있는 그래픽 계전기 설정 기능과 고장 테스트 수행 후 계전기에 저장된 고장파형을 읽어와 각종 다양한 분석을 수행할 수 있는 고장파형 분석 기능과 성능평가 결과를 한눈으로 확인할 뿐만 아니라 소비자에게 제출 할 수 있는 포맷으로 성능평가결과를 출력 하는 출력 기능을 갖추고 있다. [3]

## 1. 서 론

과거의 계통은 집중화된 발전기와 일반적인 부하들로 이루어진 계통이었으므로 단순한 계전요소를 지닌 아날로그 계전기에 의해 보호되어 왔다. 그러나 현재의 계통은 복잡한 부하의 증가, 전력공급의 경쟁 도입, 소비자의 전기품질 요구 및 분산 발전 등으로 복잡성은 나날이 증가되고 있다. 따라서 현재의 복잡한 계통을 적절하게 보호하기 위하여 각종 다양한 계전요소를 포함한 디지털 계전기가 대중적으로 사용되어지고 있다. 디지털 계전기는 다양한 보호 성능을 발휘 할 수 있도록 많은 계전요소를 포함하고 있다. 예를 들면 Feeder보호를 위해 이용되어지는 디지털 계전기의 경우 보호요소만도 10여종(과전류, 지전압, 불평형 등)이상 포함하고 있다. 따라서 이런 수많은 계전요소들이 적절하게 성능을 발휘하는지 평가하기란 무척이나 많은 시간과 인력이 낭비된다. 하나의 디지털계전기를 전체적(계전요소별, 특성곡선별, 입력 신호 크기별, 평가타입별 등)으로 성능을 평가할 경우 많은 시간이 소요된다. 따라서 디지털계전기의 납품시 성능평가 결과서를 소비자에게 납품하는 경우 계전기납품업체는 제품을 정해진 시간 내에 납품하기 위하여 많은 인원을 투입하여 계전기를 평가해야 한다는 문제점을 가지고 있다. 뿐만 아니라 성능평가를 수행할 수 있는 한정되어 있는 전문가의 제한으로 인해 적절하고 효과적인 평가가 이루어지가 힘들다. 이런 문제를 해결하고자 본 논문에서는 전문가가 아니라도 디지털 계전기의 전 계전요소의 성능을 평가하고 평가 결과를 출력할 수 있

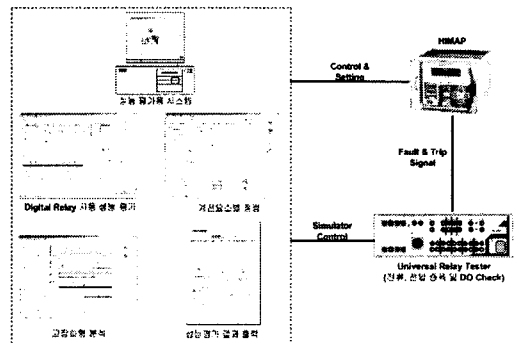


그림 1 시스템 구성

### 2.2 HRV2004의 기능

HRV2004는 디지털 계전기의 자동성능평가를 원하게 수행하기 위하여 다음과 같은 기능을 갖추고 있다. 비 전문가라도 손쉽게 계전요소를 설정할 수 있도록 특성곡선을 그래픽 처리한 계전요소 설정기능을 갖추고 있다. 그리고 계전기내에 기록된 고장파형을 읽어와 각종 분석을 통하여 올바른 동작을 수행하였는지 판단하는 고장파형 분석기능을 갖추고 있다. 그리고 비 전문가라도 모든 성능평가를 단순히 버튼하나의 클릭으로 수행 할 수 있도록 구성된 자동성능평가 기능을 갖추고 있으며 그 밖에 성능평가결과를 소비자에게 직접 제출할 수 있도록

포맷을 정규 및 비정규 포맷으로 규정하여 출력할 수 있는 출력 기능을 갖추고 있다.

### 2.2.1 그래픽 계전요소 정정 기능

디지털 계전기에 포함되어 있는 전 계전요소를 손쉽게 정정할 수 있는 기능으로 계전요소의 정정시 변경되는 동작특성을 사용자에게 바로 Feedback함으로써 정정 오류를 최소화 할 뿐만 아니라 비 전문가라도 정정이 가능하도록 개발하였다. 그림 2는 계전요소 정정기능 화면을 나타내는 것으로 정정값의 변경에 따라 동작특성 곡서 및 위상특성 곡선이 변경되어지는 것을 나타내고 있다.

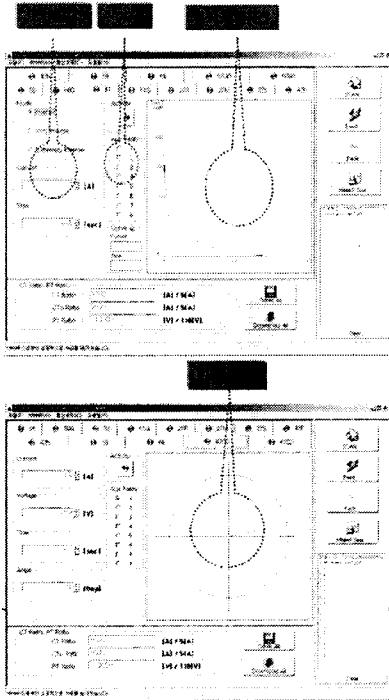


그림 2 계전요소 정정 기능

### 2.2.2 자동성능평가를 위한 DB

디지털 계전기의 원활한 성능평가를 수행하기 위해서는 성능평가 시 설정해놓은 각종 각색의 계전기 정정값 및 성능평가 항목 설정 값을 관리하는 것과 성능평가가 수행됨에 따라 산출되는 수많은 데이터를 관리하기 위하여 DB를 사용하였다. 그림 3은 자동성능평가 DB를 나타내는 것으로 성능평가 설정요소 및 타이틀이 Main Index임을 확인 할 수 있다. 본 DB의 개발로 성능평가자가 원하는 DB를 구성하여 필요한 항목만 설정하여 수행할 수 있으며 고유모델에 따라 표준화된 DB를 구축할 수 있다.

TEST_FLOW		RELAY_TEST	
ALL_LISTCOUNT	평가 항목 수	SET_ATTRIBUTE_0	평가 항목 수
SETTING_ENABLE	최소값 여부	SET_ATTRIBUTE_1	최소값 여부
TABLENAME	HIMAP 설정 테이블명	SET_ATTRIBUTE_2	HIMAP 설정 테이블명
ATTICOUNT	HIMAP 설정 요소 수	SET_ATTRIBUTE_3	HIMAP 설정 요소 수
ATTRIBNAME	HIMAP 설정 요소명		
OPTMODEINDEX	HIMAP 최적 곡선 설정	TEST_SET	
TESTNAME	평가 테이블명	SELFSJ	Simulation 설정
TESTSETVALUELOW	평가 조건 낮은 값	SELFUN	Simulation 방법
TESTSETVALUEHIGH	평가 조건 높은 값	FROM	Simulation 시작 시간
SETINLAWTESTMODE	평가 방법 모드	TO	Simulation 종료 시간
		INTV	Simulation 2차 변경 단위
		INTF	Simulation 2차 변경 단위(최소)
		LAMP	각종 평가 조건 평가 크기
		LPHAS	각종 평가 조건 평가 위상
		V.PHAS	각종 평가 조건 평가 위상

그림 3 자동성능평가 DB

### 2.2.3 고장파형 분석 기능

디지털 계전기는 고장을 제거하기 위한 동작인 Trip 동작시 Trip 동작의 원인 분석을 위한 데이터로 Trip 동작을 일으킨 고장파형을 기록하는 기능을 갖추고 있다. 본 고장파형 분석 기능은 디지털 계전기에 기록된 데이터를 읽어와 각종 분석을 수행 할 수 있도록 구성되어 있다. 일반적인 고장파형 분석(순시, RMS, 위상, AI, DI Time chart 등) 및 고장파형을 계전기 동작 곡선 상에 도식하여 계전기의 동작이 올바르게 동작하였는지를 판단하는 기능을 갖추고 있다. 그림 4는 한시과전류계전기(동작값 : 5[A], 특성 : 반한시, Lever: 0.05)에 10A의 전류의 고장전류를 입력했을 때 동작한 디지털 계전기의 고장파형 분석화면을 나타내는 것으로 위의 화면은 일반적인 고장파형 분석 화면을 나타내고 있는 것이다. 각종 동작특성 곡선 상에 고장파형을 도식하여 얼마나 적절하게 고장제거를 위한 동작을 했는지를 손쉽게 판단 할 수 있도록 하였다. 고장파형의 변화의 시간적인 변화에 따라 동작 특성상에 표시되며 동작하지 않은 다른 계전요소에도 똑 같은 고장파형을 도식함으로써 전 계전요소가 얼마나 적절하게 정정되었는지를 판단 할 수 있도록 하였다.

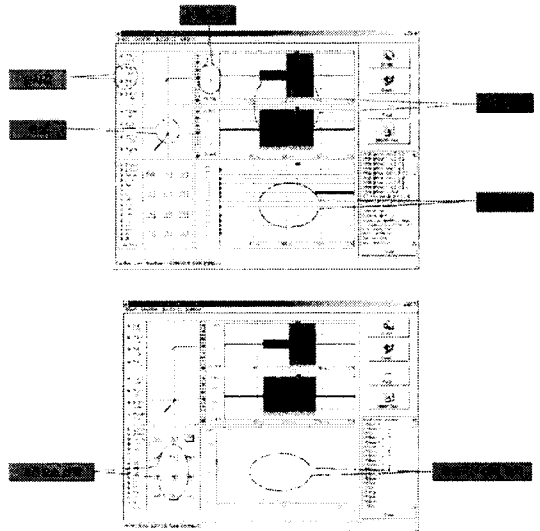


그림 4 고장파형 분석

### 2.2.4 자동성능평가 기능

본 기능은 HRV2004의 핵심 기능으로 디지털 계전기의 많은 계전요소와 기타 기능의 성능평가를 자동으로 수행 할 수 있도록 개발 된 기능이다. 이 기능의 개발로 사용자는 미리 설정해 놓은 성능 인증을 위한 전체적인 평가(한국전기연구원 기준)와 사용자에게 제출하기 위한 제출평가서용 간이 Test를 이용해 목적에 맞도록 성능평가를 수행 할 수 있다. 이 기능을 이용한 경우 비 전문가라도 단순한 버튼 클릭만으로 원하는 결과를 출력해 받아 볼 수 있도록 하였다. 그리고 각종 성능평가 및 성능평가 대상 요소에 따라 개별 성능평가를 수행 할 수 있도록 구성하였으며 User Type 기능을 추가하여 성능평가자가 원하는 성능요소만을 설정하여 성능평가를 수행 할 수 있도록 하였다. 그림 5는 자동성능 평가화면을 나타내고 있다.

디지털 계전기의 성능평가를 수행하기 위해서는 과거에 이용되던 방식은 다음과 같다. 첫 번째로 성능평가 대상 계전요소를 정정하고 성능평가에 사용될 고장파형을 생성 후 디지털 계전기에 입력하여 올바른 동작여부를 판단한다. 이런 과정을 반복적으로 수행하여 전체적인 성능평가가 이루어진다. 이 방식을 이용해 한 개의 디지털 계전기의 전요소를 평가할 경우 약 한달의 기간

