

효율적인 계통보호 데이터베이스 디자인 방법에 관한 연구

안영태* 최면송* 이승재* 강상희* 김호표** 최홍석**
 *명지대학교 전기공학과 **한국전력공사

A Study of an Effective Database Design Method for Power System Protection

Y.T. Ahn* M.S. Choi* S.J. Lee* S.H. Kang* H.P. Kim** H.S. Choi**
 *Myongji Univ. **KEPCO

Abstract - The setting of protective relays, which is critical to the system security, requires a huge volume of data and a lot of repetitive calculations. Since an effective design of a database is essential. The relay setting database must accommodate a variety of protective devices. Also its information can be viewed and updated with easy by humans and by computer programs. This paper describes several existing database designs for power system protection, their advantages and disadvantages. Also this paper develops an effective database for power system protection with their advantages.

1. 서 론

미국, 스웨덴, 일본 등 선진국가에서는 계통보호를 위해 자국의 계전기들만을 사용하므로 계통보호를 위한 정정 작업에 큰 어려움이 없다고 할 수 있다. 그러나 국내 계통에 사용중인 계전기는 외국의 업체로부터 도입된 계전기를 사용하고 있으므로 그 종류와 수가 다양하고 동작 파라미터와 이들의 결정 방법 또한 상이하여 정정에 많은 어려움이 있다. 또한 90년대에 들어 PCM 전류차동보호 방식이 도입되고 디지털 계전기가 적용되어 그 종류가 더욱 늘어나게 되었으며, 따라서 정정에 어려움이 가중되었다. 보호계전기의 동작치 및 동작시간을 결정하는 정정 업무는 계통의 안정도에 중대한 영향을 미치므로 관련정보의 신뢰성이 높아야 한다. 그러므로 보호계전기의 전산화는 필수적이며, 이를 뒷받침하기 위해서 정정 업무에 필요한 관련 정보들을 효율적으로 종합 관리하는 계통보호 데이터베이스가 요구된다. 이러한 계통보호 데이터베이스는 보호 대상에 따라 다양한 보호 방식을 수용할 수 있어야 하고 여러 가지 타입의 계전기에 대한 특징을 고려하여야 한다. 또한 사용자와 정정 프로그램에서 쉽게 정보를 조작 할 수 있어야 한다.

이러한 관점에 따라, 본 논문에서는 기존의 계통보호를 위한 데이터베이스 디자인을 소개하고 이들의 장점과 단점을 비교하였다. 그리고 이 연구 결과를 바탕으로 국내의 송전계통보호에 적합한 데이터베이스를 개발하였다.

2. 본 론

2.1 기존의 계통보호 데이터베이스 디자인

현재 여러 전력회사에서 사용중인 계통보호를 위한 데이터베이스 디자인 방법들의 특징을 살펴보았다.

2.1.1 Text-Type 디자인

텍스트 타입 데이터베이스는 일반적인 식별자 데이터와 모든 세팅 정보를 입력하는 하나의 긴 텍스트 필드를 갖는다. 이 타입은 일반적인 데이터베이스 엔진에서 쉽게 구현될 수 있다.

PanelName	RelayType	Settings
1110112011	TBT10D-TUIQ	5, 8.7, 4.6
1110112011	ECO4D-PG2	3.3, 2.6

그림 1. Text-Type 디자인

이 방식은 세팅 데이터의 순서와 구조가 명확하지 않으므로 사용이 어렵다. 왜냐하면 같은 계전기에 대한 세팅 데이터라도 완전한 세팅 데이터를 요구하는 경우와 그렇지 않은 경우가 있을 수 있기 때문에 응용 프로그램에 의해서 자유로운 문장 구조를 갖는 데이터 필드에서 데이터를 추출한다는 것은 불가능하다.

2.1.2 Flat-File 디자인

플랫 파일 디자인은 하나의 테이블에 세팅 데이터를 저장하고 변수 이름을 저장하기 위한 추가 테이블을 만들어 주는 방식이다. 이 방식은 관계형 데이터베이스를 사용하여 두 테이블을 조인 함으로 각 계전기 타입에 대한 변수명과 세팅 값을 보여주게 된다.

PanelName	RelayType	Setting1	Setting2	Setting3
1110112011	TBT10D-TUIQ	5	8.7	4.6
1110112011	ECO4D-PG2	3.3	2.6	

(a) 세팅값 테이블

RelayType	Name1	Name2	Name3
TBT10D-TUIQ	Tap871st	Tap872nd	Tap873ry
ECO4D-PG2	Tap50SH	Tap50SL	

(b) 세팅이름 테이블

그림 2. Flat-File 디자인

이 방식에 있어서의 문제점은 세팅 변수가 고정됨으로 새로운 계전기 타입이 테이블의 폭 이상의 세팅 변수를 가질 경우 테이블을 변경해야 한다. 또한 실제적용에 있어서 테이블이 여러 계전기 타입을 수용해야 하므로 많은 칼럼을 갖게 된다. 그러나 대부분의 데이터는 칼럼의 일부분만을 필요로 하기 때문에 컴퓨터 메모리의 낭비를 초래한다.

2.1.3 File-Specific 디자인

관계형 데이터베이스의 이 디자인 방법은 한 테이블에 식별자 정보를 저장하고 계전기 타입에 따라 만들어진 여러 테이블에 세팅 정보를 저장하는 것이다.

PanelName	RelayType
1110112011	TBT10D-TUIQ
1110112011	ECO4D-PG2

(a) 식별자 정보 테이블

PanelName	Tap871st	Tap872nd	Tap873ry
1110112011	5	8.7	4.6

(b) TBT10D-TUIQ 계전기 테이블

PanelName	Tap50SH	Tap50SL
1120113011	3.3	2.6

(c)ECO4D-PG2 계전기 테이블

그림3. File-Specific 디자인

이 디자인 방법은 가장 많이 사용되어지는 방법으로 계전기 타입에 따라 정확하고 분명한 데이터를 표현할 수 있다. 그러나 계전기 타입에 따라 테이블이 만들어지기 때문에 방대한 수의 테이블을 관리하고 유지하기가 어려워지며 새로운 계전기 타입에 대해 테이블을 새로이 만들어 주어야 하므로 데이터베이스는 계속 변경되어야 한다. 또한 데이터베이스 엔진은 많은 테이블간에 결합 트랙을 유지하여야 하므로 비실용적이며 테이블 사이에 데이터 쿼리를 만들기 어렵다.

2.1.4 IEEE Relaying Committee 디자인

각각의 계전기가 순시과전류요소, 한시과전류요소, 방향성, 거리, 타이머 등의 기본적인 요소들로 다루어진다. 이 점에서 제안된 개념적인 디자인 방법이다. 이 방법은 각각의 기본적인 요소들에 대한 모든 입력 소스와 세팅값을 나타낼 수 있다.

이 디자인 방법은 단락회로와 계전기 협조 프로그램들에서 요구되는 논리적 관점에 일치한다는 것이다. 따라서 데이터베이스와 응용프로그램 사이에 인터페이스가 간단해진다. 그러나 광범위한 계전기 타입을 다룰 수 있는 방법과 데이터를 표현하는 방법이 불분명하다.

2.1.5 변형된 Flat-File 디자인

식별자 정보 테이블을 갖고, 다른 하나의 테이블에 모든 계전기들의 세팅 값을 저장하고 분리된 다른 테이블에 모든 계전기 타입들의 변수 명을 저장한다.

RNumber	RelayType	Setting
1.0	TBT10D-TUIQ	5
2.0	TBT10D-TUIQ	8.7
3.0	TBT10D-TUIQ	4.6
4.0	ECO4D-PG2	3.3
5.0	ECO4D-PG2	2.6

(a)세팅값 테이블

RNumber	Name
1.0	Tap871st
2.0	Tap872nd
3.0	Tap873ry
4.0	Tap50SH
5.0	Tap50SL

(b)세팅이름 테이블

그림4. 변형된 Flat-File 디자인

이 방법은 계전기 세팅 파라미터들의 수에 한계를 두지 않으며 사용자가 데이터베이스 디자이너의 도움 없이 간단히 새로운 계전기 타입에 대한 틀을 만들 수 있다. 또한 테이블의 수가 많지 않으므로 데이터베이스의 유지 및 관리에 이점이 있다. 계전기 타입 데이터와 계전기 파라미터의 이름을 입력해 주어야 하므로 File-Specific 디자인에 비해 입력해야 할 데이터 량이 상대적으로 많고 두 테이블간의 데이터가 일치해야 하므로 입력할 때 오류가 발생할 가능성이 있다.

2.2 계통보호 데이터 분석

계통을 보호하기 위하여 각 모션에는 배전반이 존재한다. 배전반은 보호기기에 따라 선로 보호용 배전반, 모션 보호용 배전반, 변압기 보호용 배전반이 있다.

이러한 배전반 중에서 송전선로 보호용 디지털 배전반의 경우와 같이 적용되는 계전요소가 항상 일정한 것이

있다. 이와 같은 경우에는 본 논문의 2.1.3절에서 소개된 File-Specific 디자인 방법을 이용하여 배전반 타입에 따라 개체(entity)를 분리하였다. 이와 같은 방법을 사용함으로써 배전반에 따른 정확하고 분명한 정정 데이터를 표현할 수 있었고, 배전반 타입의 수가 계전기 타입처럼 많지 않으므로 File-Specific 디자인에서의 문제점을 해결할 수 있었다.

이와 달리 변압기 보호용 배전반의 경우와 같이 배전반에 적용되는 계전요소가 일정하지 않는 경우에는 배전반 타입에 따라 개체를 분리할 수가 없으므로 배전반 위치 식별자 개체와 함께 2.1.5절에서 제안된 방법을 사용하여 배전반 정정을 하였다. 이와 같은 방법을 사용함으로써 어떠한 배전반 타입도 모두 수용할 수 있었으며 두 테이블 간의 입력 오류 발생 가능성은 비주얼 베이직을 이용한 입력 폼에서 쉽게 입력할 수 있게 함으로써 선로보호용 배전반 타입에서와 마찬가지로 정확하고 분명한 정정 데이터를 표현할 수 있었다.

국내에는 여러 가지 타입의 배전반이 사용되고 있으며, 배전반 타입에 따라 사용되는 계전요소들이 다르다. 이러한 계전요소들은 각기 다른 정정요소를 갖고 있고, 정정률에 따라 정정요소들의 정정값을 결정하기 위한 입력요소를 갖고 있다. 따라서 정정요소와 입력요소 개체를 분리하여 배전반 정정에 이용하였다. 입력 요소들 중에는 각각의 배전반에서 공통적으로 필요로 하는 속성들이 있는데 그러한 공통 속성은 하나의 개체로 만들었다.

고장계산을 수행하기 위한 PSS/E 프로그램의 계통정보를 데이터베이스에 저장하기 위하여 전력계통 정보는 PSS/E 프로그램의 계통데이터 입력 양식을 분석하여 데이터베이스를 구축하였다.

- 배전반타입(PanelType) 데이터: 배전반타입, 보호기기, 제작사, 룰(rule)타입
- 배전반(Panel) 데이터: 배전반타입, 배전반 이름, 설치모션, 상대모션, 회선식별자, 주보호 구분, 제작연도, 후비보호여부 (공통 속성을 갖는 데이터)
- 정정요소 데이터(D2L7ESetting 등): 배전반 타입에 따라 분리하였으며 타입에 따라 다른 속성을 갖는다. (※송전선로용 디지털 배전반의 경우)
- 입력요소 데이터(D2L7EInput 등): 배전반 타입에 따라 분리하였으며 타입에 따라 다른 속성을 갖는다. (※송전선로용 디지털 배전반의 경우)
- 계전기타입 데이터(RelayParameter): 정정요소 번호, 배전반타입, 계전기 타입, 정정요소
- 세팅 데이터(Settings): 배전반 이름, 정정요소 번호, 세팅값 (※변압기 보호용 배전반의 경우)
- 입력 데이터(Inputs): 배전반 이름, 정정요소 번호, 입력값 (※변압기 보호용 배전반의 경우)
- 탭값(Taprange): 계전요소 번호, 스텝, 최대값, 최소값 (※정정요소의 일반적인 range 데이터)
- range: 계전요소 번호, 이산 값 (※정정요소의 range중 이산 값의 데이터)

2.3 계통보호 데이터베이스의 설계

기존의 디자인 방법들 중에서 국내 배전반 타입의 특성에 따라 적절한 방식을 선택하여 데이터베이스 설계에 적용하고 개념적 설계, 논리적 설계의 순서로 디자인을 수행한다.

2.3.1 개념적 설계

계통정보에 관한 내용은 지난번 춘계 논문에서 제시되었으므로 생략하고, 2.2절 데이터의 구성에서 분석된 요구사항과 이들간의 연관성을 배전반에 적용된 여러 가지 디자인 방식에 적용하였다. 그림5는 이러한 적용을 E-R 다이어그램으로 보인 것이다. 배전반(Panel) 개체

는 식별자로서 위치를 나타내고 선로 보호용 디지털 배전반의 경우에는 관계(Relationship) T/L과 연결되어 지고 변압기 보호용 배전반의 경우에는 Tr 과 연결되어 입력 개체는 정정에 필요한 데이터를 세팅 데이터는 정정값을 저장하는데 사용된다.

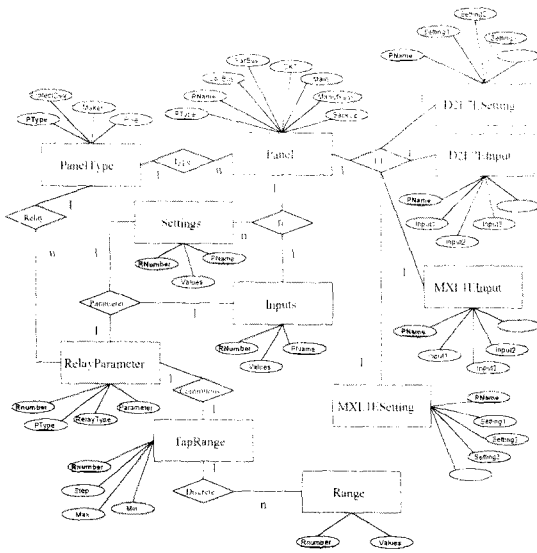


그림5. 배전반 E-R 다이어그램

2.3.2 논리적 설계

2.3.1절에서 수행된 개념적 설계를 바탕으로 관계형 데이터베이스의 데이터 모델을 이용하여 데이터를 그림 6에서처럼 조직화하였다.

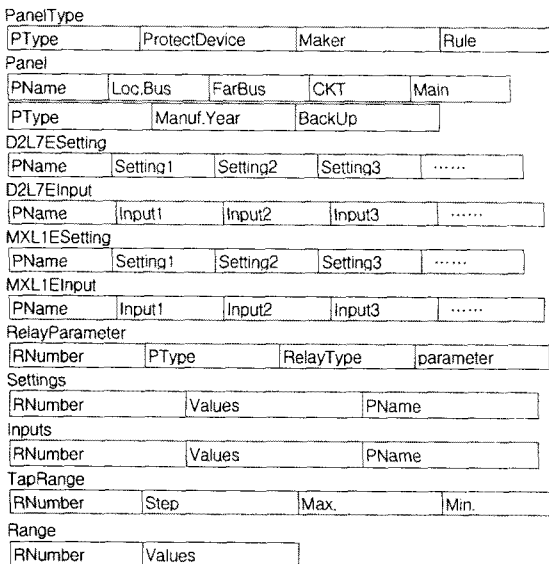


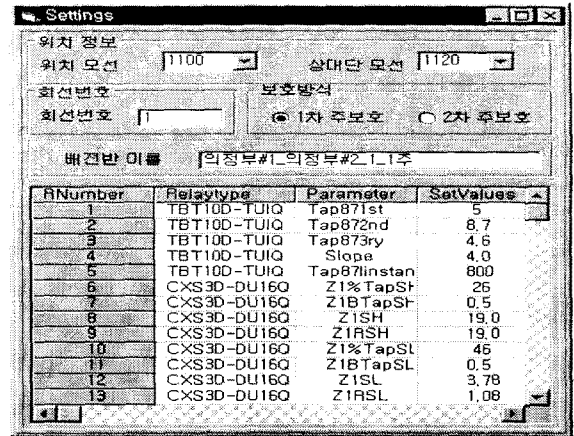
그림6. 배전반 스키마 다이어그램

2.4 구현 및 적용 사례

데이터베이스 관리시스템은 상용 데이터베이스 툴인 오라클을 사용하였다. 그림7은 비주얼 베이직을 이용하여 배전반의 특징에 따라 데이터가 리포트 되어지는 것을 보인 것으로 (a)는 File-Specific 디자인을 적용한 송전선로 보호용 배전반의 리포트 형식이고, (b)는 변형된 Flat-File 디자인을 적용한 변압기 보호용 배전반의 리포트 형식이다.



(a)선로보호용 MXLIE 타입 배전반



(b)변압기 보호용 배전반

그림7. 배전반 데이터 리포트 폼

3. 결 론

계통보호를 위한 정정 업무에 신뢰성을 높이기 위한 전산화를 위해서는 적절한 데이터베이스 구축이 필요하다. 본 논문에서는 외국의 전력회사에서 현재 사용하고 있는 계통보호용 데이터베이스 디자인들을 살펴보았으며, 국내의 계통보호를 위하여 배전반 데이터의 특성을 분석하고 기존 디자인 방식의 비교를 통해 송전선로용 디지털 배전반에는 File-Specific 디자인을 적용하였으며 변압기 보호용 배전반에는 변형된 Flat-File 디자인을 적용하여 국내의 배전반 특성에 적합한 데이터베이스를 설계하였다. 그리고 한전 실계통 보호계전기 정정 작업의 전산화 프로그램인 보호관련 종합환경 시스템에 구현된 계통보호 데이터베이스를 적용하였다.

[참 고 문 헌]

- [1] 한국전력공사 기술연구원, "계통보호 데이터베이스 구축에 관한 연구", 1992
- [2] 이석호, "데이터베이스 시스템", 정익사
- [3] 김광호, "배전 자동화 시스템을 위한 데이터베이스 설계", 1997년도 하계학술대회 논문집, 50권 C호
- [4] 정운 외 2인, "데이터베이스 시스템", 법문사
- [5] H.F. KORTH 외 1인, "데이터베이스 시스템 총론", 형설 출판사
- [6] John McClain 외 2인, "Relay Database Design", IEEE Computer Application in Power, July 1995
- [7] T.E. Kostyniak, "PSS/E-24 Power System Simulator Program Operation Manual Volume I", December 1995