

## 배전자동화 적용선로 보호기기 자동정정 프로그램 개발

강문호, 하복남, 임성일, 조남훈, 이흥호\*  
전력연구원, 충남대\*

### The Development Plan of the Protection Device Auto-coordination Program in the Distribution Automation System

Moon-Ho Kang, Bok-Nam Ha, Seong-IL Lim, Nam-Hun Cho, Heung-Ho Lee\*  
Korea Electric Power Research Institute, Chung-Nam Univ.\*

**Abstract** - In order to improve the reliability of power service and the effective management of distribution power system, DAS(Distribution Automation system) is widely used in KEPCO(Korea Electric Power Corporation) branch offices. Based on the present protective device coordination program which used in KEPCO, this study presents the new concept about both protective device coordination program maximizing the characteristics of DAS and development plan of protective device auto-coordination program with the merits of DAS.

#### 1. 서 론

배전설비는 대부분이 대기에 노출되어 있어 뇌격, 외물접촉, 기차재 자연열화 등 다양한 고장요인들이 산재해 있어 고장이 없는 공급신뢰도 100%를 유지하는 Dream 선로는 배전설비의 특성상 매우 어려운 것이 현실이다. 그러나 배전선로의 공급 신뢰도를 향상시키기 위해 모든 전력사들이 노력을 기울이고 있다. 이러한 배경에서 배전선로의 고장구간을 축소하고 공급신뢰도를 향상시키기 위한 보호기기 협조프로그램이 개발되어 널리 활용되고 있다. 또한 같은 목적으로 최근 전국 배전사업소를 대상으로 배전자동화 시스템이 개발되어 확대 적용되고 있다.

국내에서는 중소규모 도시를 대상으로 하는 소규모 배전자동화 시스템이 금년에 설치가 완료될 예정이며, 대도시 배전사업소를 대상으로 하는 대규모 배전자동화 시스템은 일부 사업소에서 시범 운영중에 있으며 내년부터 확대 적용할 예정이다. 따라서 현재 배전사업소에서 활용하고 있는 보호협조 프로그램의 기능을 근간으로 하여 배전선로 자동화시스템의 기능을 극대화할 수 있는 새로운 개념의 보호협조 프로그램의 개발이 요구된다.

본 연구에서는 현재 한국전력공사에서 활용하고 있는 보호협조 규칙을 바탕으로 자동화 기기의 실제측 및 타 시스템간 연계를 통한 보호협조용 데이터베이스 구축 방안, 배전자동화 선로의 보호기기 자동정정, 자동화기기 고장표시기(Fault Indicator) 최적 동작치 선정, 배전선로 자동화시스템을 통한 원격설정 등 배전선로 자동화 시스템의 장점을 지닌 배전자동화 선로 보호기기 자동정정 프로그램의 개발 방안을 제시하고자 한다.

#### 2. 본 론

##### 2.1 기존 배전계통 보호협조 프로그램

배전계통 보호협조 프로그램은 배전선로에 고장이 발생할 경우 고장점이 보호장치의 설치점에서 부하측인 경우 전위보호장치는 후비보호장치보다 먼저 동작하여 고장구간을 분리하여 정전구간을 최소화한다는 시간차에 의한 보호협조원칙을 기본으로 하고있다. 또한 각각의

보호기기 특징에 따라 상호 정정규칙을 가지고 있다. 현재 한국전력공사에서는 배전계통 보호협조를 위하여 보호협조 프로그램(KEDPRO II)을 자체 개발하여 전국 배전사업소에서 활용하고 있으며, 금년 기존 배전분야와 영업분야로 이원화된 정보체계를 하나의 단일시스템으로 통합한 신배전정보시스템(NDIS)이 개발되었으며, 시스템내에 보호협조 프로그램을 포함하고 있다.

##### 2.1.1 KEDPRO II

가장 오랜 기간 업데이트되면서 현재의 KEDPRO II 까지 모습을 이루어 온 보호협조 프로그램이다. 또한 추가적으로 체계적인 단선도 관리기능, 각 종류별·제작사별 확대·축소가 가능한 보호기기(Relay, Recloser, Fuse)의 T-C커브를 제공하는 CURVE 보기기능, 정정작업이 완료된 단선도상에서 협조여부를 모의할 수 있는 시뮬레이션기능 등을 제공하고 있다. 그림 1에 KEDPRO II의 보호협조 흐름도를 나타내었다.

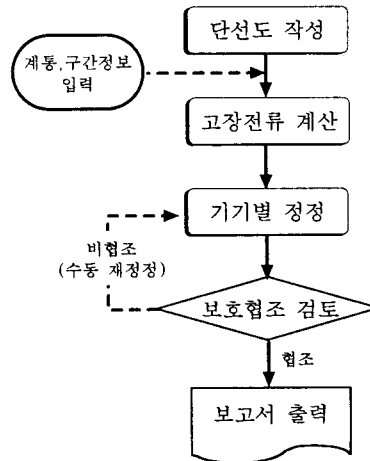


그림 1. KEDPRO II 보호협조 흐름도

##### 2.1.2 NDIS 보호협조 프로그램

최근 IT(정보통신)분야의 발전과 더불어 한국전력공사에서는 기존의 배전분야와 영업분야에서 각각 활용되고 있는 정보시스템을 체계적으로 통합하여 신배전정보시스템(NDIS)을 개발하였다. 특히 배전분야에서는 거의 모든 배전업무를 전산화하여 업무 효율성의 극대화를 추구하였다. 그중 보호협조 프로그램은 스몰월드툴을 이용하여 계통도를 구현하고 이것을 단선도로 활용하고 있으며, 계통도상의 구간별 검색을 통해 보호기기 정정에 필요한 구간부하를 자동으로 계산할 수 있는 기능이 추가되었으며, 클라이언트-서브구조로 구현되어 있어 협조결과 데이터의 온라인 공유기능을 제공하여 누구나 필요한 구간의 협조결과를 제공받을 수 있는 기능이 추가되

었다. 그림 2에 NDIS상에서 구현된 보호협조 프로그램의 흐름도를 나타내었다.

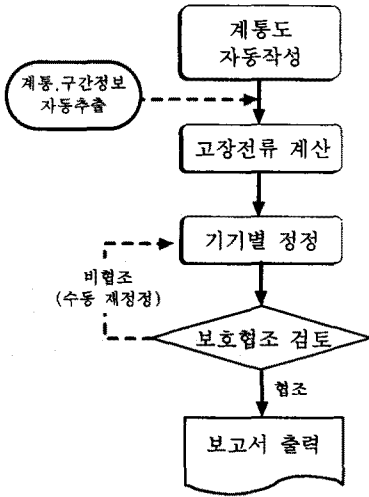


그림 2. NDIS 보호협조 흐름도

### 2.2 배전자동화 시스템

국내에서는 1984년부터 배전자동화 시스템에 대한 연구 시작되었으며, 정부의 지원하에 KODAS(KOREA Distribution Automation System)라는 최초의 국산 배전자동화 시스템이 1993년 말 그 모습을 드러내었다. 1997년 초까지 3년간의 실계통 실증연구가 수행되었으며, 1998년부터 현장 배전실비를 원격에서 감시 제어하는 소규모 배전자동화 시스템이 전국으로 확대되었으며, 금년 중소규모 도시의 배전사업소에 설치 완료될 예정이다. 대규모 배전자동화 시스템은 현재 시범운영 중에 있으며 내년부터 대도시 배전사업소를 대상으로 확대 적용될 예정이다. 그림 3은 본 연구의 대상이 되는 대규모 배전자동화 시스템의 구성도를 보여주고 있다. 그림에서 보는 것과 같이 유·무선 통신방식을 이용하여 전주에 설치된 자동화 기기를 제어하며, 계측장치를 이용하여 현장의 전류 및 전압을 측정하여 운영자에게 제공한다.

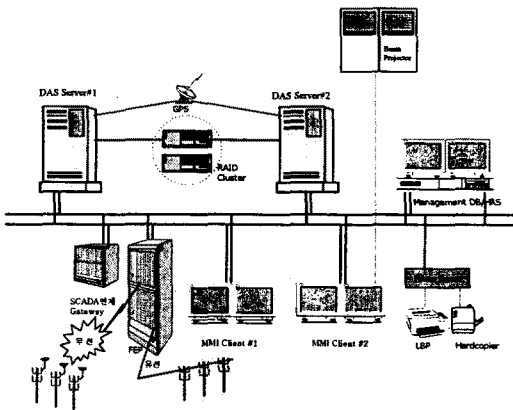


그림 3. 대규모 배전자동화 시스템 구성도

### 2.3 배전자동화 적용선로 보호협조 프로그램

전산기술과 IT산업의 발전과 더불어 배전계통에도 최신의 전산기법과 IT기술을 이용한 배전선로 자동화 시스템이 확대 적용되고 있다. 따라서 본 연구에서는 기존의 보호협조 프로그램의 기능을 근간으로 하여 배전선로

자동화시스템의 기능을 극대화할 수 있는 새로운 개념의 보호협조 프로그램 개발 방안을 제시하고자 한다.

먼저 보호협조 프로그램의 공통 구현부분인 고장전류 계산과 보호협조검토는 현재의 보호협조 프로그램과 동일하게 구현한다. 이때 이용되는 데이터는 과거 운영자의 경험, 추정, 일부구간 측정값을 이용해 협조검토가 이루어져왔다. 따라서 부정확한 데이터 입력으로 인해 정정이 부정확할 수 있는 부분이므로 이러한 부정확성을 배제하고자 타 시스템간 연계를 통한 데이터 공유 및 배전자동화 개폐기의 계측장치들 통해 실측한 데이터로부터 보다 정확한 보호협조용 데이터베이스를 구축한다. 현재 시스템간 연계는 배전자동화 시스템과 SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) 시스템 및 NDIS 시스템간의 연계를 위한 방안이 수립되어 있으며 표 1과 표 2는 연계를 통해 구축하려는 보호협조 데이터의 일부분을 보여주고 있다.

표 1. NDIS 연계 DB

선로(구간)정보
Section_ID
선로공장(Km)
상별(1φ, 3φ)
선종(중성선포함)
구간부하(KVA)

표 2. SCADA 연계 DB

회선정보
변전소명(ID)
회선명(ID)
연간최대부하(kW)

배전자동화 데이터베이스를 이용해 고장전류를 계산하고 배전선로별로 부설된 보호기기류의 보호기기 정정 작업을 수행한다. 정정결과를 바탕으로 보호협조 검토작업이 시행되며 이때 비협조 선로가 발생할 수 있다. 현재는 운영자 경험과 선로부하조사 등을 통해 수동으로 개정정작업이 이루어진다. 이 부분은 현장운영자의 경험적 지식을 룰베이스화하여 자동정정하는 모듈을 개발한다. 이 모듈에는 ①설정값 변경 루틴 ②커브변경 루틴 ③부설위치이동 루틴 등으로 구성될 것이다. 또한 배전자동화 선로의 고장구간정보 취득에 이용되는 고장표시기(FI)의 최적동작값 제시 모듈도 개발되어야 한다.

또한 다년간 배전사업소에서 활용되고 있는 KEDPRO 프로그램의 검증된 계통임피던스, T-C 커브 등에 관한 데이터 재활용을 통해 관련 데이터베이스 구축에 효율성을 기할 필요가 있다. 제시된 정정 결과에 대해 운영자 최종적인 확인점검 후 배전자동화 시스템을 이용하여 각 보호기기별로 원격설정작업 수행한다. 그리고 마지막으로 관련 보호협조 보고서를 출력하는 모듈이 개발되어야 한다. 그림 4는 지금까지 제시한 배전자동화 적용선로의 보호협조 프로그램 개발방안을 흐름도로 표시하였다. 또한 지금까지 논의한 보호협조 프로그램의 간략한 특성을 비교한 표를 아래에 나타내었다.

표 3. 보호협조 프로그램 비교

프로그램	KEDPRO	NDIS	배전자동화
단선도 작성	수작업	계통도 활용	자동생성
T-C 커브	제공	제공	제공
비협조 재정정	수작업	수작업	자동재정정
원격설정	미구현	미구현	구현

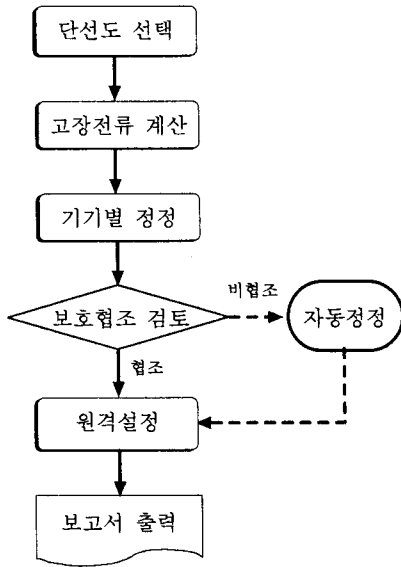


그림 4. 배전자동화 선로 보호협조 흐름도

### 3. 결 론

지금까지 기존 비자동화 선로의 보호협조 프로그램에 대해 간략히 설명하고 이를 바탕으로 배전자동화 시스템의 장점을 이용한 새로운 개념의 배전자동화 선로용 보호협조 프로그램 개발방안을 제시하였다. 아직 프로그램이 개발중이므로 내부 알고리즘까지 소개하지는 못하였다. 다만 현재 눈부신 발전을 하고 있는 정보통신분야의 기술을 배전계통에 적용하여 고장구간을 축소하고 공급 신뢰도를 향상시키는 배전선로 자동화는 가속화될 것으로 전망된다. 따라서 많은 종류의 배전자동화용 기기류가 개발될 것으로 예상되며, 이를 효율적으로 활용하는 배전보호협조 프로그램의 개발이 필요하다. 특히 자동정정모듈의 개발은 새로운 알고리즘과 전문가 룰의 개발이 필요한 부분으로 더욱더 많은 개발이 필요할 것으로 생각된다.

#### [참 고 문 헌]

- [1] 한국전력공사, 배전보호기술서, pp.147-179, 1995.
- [2] 윤만철 외, "22.9kV 배전선로 보호협조 개선에 관한 연구", pp.169-206, 1992.8.
- [3] 정연평 외, '보호협조 프로그램 사용자 설명서', 2000.1.
- [4] 하복남 외, '신 배전자동화 시스템 개발 연구', 2000.10.