

배전자동화의 기술동향과 전망

金 豪 溶 <한국전기연구소 KODAS팀 팀장>

南 基 榮 <한국전기연구소 KODAS팀 선임연구원>

1. 서 론

현대사회의 필수적인 에너지원인 전기는 생산에서부터 소비까지 여러단계를 거치게 되어 있는데 이를 위해 전력회사는 각 단계별로 다종다양한 설비들을 시설하고 있다. 이중 전기를 직접 사용하는 수용가와 밀접한 관계를 맺고 있으며 수용가에게 효율적으로 전기를 분배하는 단계인 배전계통 구성은 전기를 에너지원으로 사용하는 기기 및 설비가 다양화 되면서 대단히 광범위하고 많은 설비들이 복잡하게 구성되게 되었다. 또, 정보 통신이 현대사회를 주도하면서 근래에는 에너지원으로서 그 다양성이 증가하고 더욱더 높은 공급신뢰도와 질을 요구하는 산업설비 및 정보통신기기들로 인해 새로운 전력설비 및 시스템이 등장하게 되었다.

이처럼 현대 사회의 에너지원으로서의 전기가 차지하는 중요성이 부각되고 있는 사회 환경을 감안한다면 정전의 발생은 전기 이용자의 불편은 물론 국가 경제적으로도 많은 손실을 초래하게 된다. 따라서, 넓은 지역에 산재되어 있는 다종다양한 많은 설비들을 유지하고 운용하는데 있어서 현대 사회환경의 전기 의존도, 및 전기 공급의 중요성을 감안한다면 인력에만 의존하던 종래의 개념은 한계에 이르렀다.

그러므로, 전력회사는 전력공급이 효율성 제고 및 질적 향상 등의 사회적인 욕구에 대처하기 위해 계통운영 및 설비를 컴퓨터와 통신을 근간으

로 하는 자동화 시스템으로 구축하고 있다.

이중 배전계통의 자동화는 공급신뢰도 및 질적 향상을 위해 사용되는 선로운전자동화, 배전계통의 효율성 및 경제성 등을 고려한 부하제어 및 자동검침 등의 기능을 보유한 시스템으로 개발되고 있으나 이는 각국의 전력회사의 목적에 맞게 효과가 가장 큰 어느 특정 기능에 중점을 두어 개발하고 있다. 일례로서 자연현상에 의해 정전이 많이 발생하는 일본 전력회사의 경우 선로운전자동화에 중점을 둔 반면에 미국의 시스템은 경제성에 중점을 둔 부하제어를 주기능으로 하는 시스템을 개발하여 운용하고 있다.

한국전력공사의 경우 일본과 같이 선로운전자동화에 바탕을 둔 자동화 시스템을 우선적으로 채용하고 배전자동화의 나머지 두 기능은 이를 실시할 사회적인 여건 등이 갖추어진 후에 추진할 계획이다.

국내에서는 이와같은 목적의 자동화 시스템이 개발되어 있지않고 운용경험도 적기 때문에 시스템의 개발 및 운용에 앞서 한국전력공사의 목적 및 계통구성에 맞는 시스템의 개발을 유도하고 국내의 개발에 대비하여 각 장치의 규격 및 계통 운용방안 등의 기준을 세우는 것이 중요하며 이는 자동화를 정착시켜나가는데 있어 시행착오를 줄일 수 있는 요소로 작용한다. 결과적으로 이와같은 기술기준의 정립은 사용자는 경제성 있는 시스템을 사용하고 이를 제작하는 메이커는 경쟁력 있는 상품을 개발할 수 있을 것이다.

2. 배전자동화 시스템의 국내외 동향

배전자동화 시스템은 전력설비의 가동을 측면에서 오래전부터 그 중요성이 인식되었지만 기술적으로 곤란했기 때문에 구현되지 못하다가 근래 80년대 중반에 접어들면서 통신, 컴퓨터 및 관련 전력전자 기술의 급속한 성장에 힘입어 인공지능 기술까지 도입되는 등의 실용화된 시스템이 도입되게 되었다.

배전자동화 시스템은 많은 기능을 가지고 있으나, 이중 정전시간의 단축 및 정전지역의 축소를 지향하는 선로운전자동화, 수용가의 부하

기기를 직접 제어함으로써 피크 수요의 경감 또는 부하율의 개선 등을 골자로 하는 부하제어와 수용가의 전력사용량을 검침하는 자동검침 등이 대표적인 기능이라 할 수 있으며 근래에는 더 나아가 수용가 정보 서비스까지도 가능하게 되었다. 이와같은 대표적인 3대기능을 중심으로 배전자동화는 발전되어 왔으며 이 세가지 기능은 각국이 지향하는 주기능을 중심으로 연구 개발되었으나, 근래에 와서는 이러한 기능들을 통합한 종합적인 배전자동화 시스템을 구상하고 있다. 일본의 경우는 자연재해로 인한 정전영향이 심각하기 때문에 선로운전을 자동화에 초점을 맞추고

표 2.1 배전자동화 시스템 비교

		미 국	일 본	한 국
1. 시스템 규모				
	- 변전소 수	-	30(배전용변전소)	16
	- 배전선 수	-	630(6600V배전선)	250(22.9KV)
	- 자동개폐기 수	양방향단말 10만	8,000	3,000
	- 수용가 수	10 만	10만 이상	10만 이상
2. 구비기능				
감시	- 변전소정보	CB 상태	CB, BANK, 상위계	CB 상태
	- 배전선정보		개폐기 상태	
제어	- 개폐기조작	수동조작만 가능	수동 및 프로그램에 의한 자동제어	
	* 사고시 * 작업시			
계측	- 변전소정보	CB 인출단 전압, 전류		
	- 배전선정보	구간 전압, 전류	-	구간 전압, 전류
기록	- 정전보고서		있 음	
	- 설비정보		있 음	
	- 부하		있 음	
M I	- 변전소계통	문자정보 처리	C-CRT에 의한 SEMI-GRAPHIC 처리	
	- 배전선로도	문자정보 처리	G-CRT에 지적을 포함한 GRAPHIC 처리	
3. 통신선로와방식		배전선 PLC	전용통신선	전용통신선
4. 통신속도				
	컴퓨터-통신장치	300 BPS	1,200BPS	1,200BPS
	통신장치-개폐기	72.8BPS	200 또는 600 BPS	300BPS
5. 컴퓨터				
미 니 급				
	- 주기억 용량	최대 9 MB	최대 256 MB	최대 128 MB
	- CPU 처리속도	1 MIPS	5.6-18 MIPS	24 MIPS
6. 개폐기제어방식		RANDOM	SEQUENCE	RANDOM
7. 고장인지와 분리방식		CB정정후 YES-NO LOGIC 사용	CB 정정시 순차투입 방식 사용	CB정정후 YES-NO LOGIC 사용
8. 사고시 계통 자동복구 기능		없 음	있	음
9. SIMULATION		없 음	있	음

* 미국의 경우 EMETCON 시스템을 기준으로, 일본의 경우는 도시바의 TOSCAN-D 시스템을 기준으로 작성된 것이며 한국의 경우는 연구개발된 한국형 배전자동화시스템의 경우이다.

있으며, 미국의 경우는 경제적 효과가 큰 부하제어에 중점을 둔 시스템이 보편화 되고 있다. 이와 같은 배경으로 아래에는 배전자동화 시스템이 가장 활성화 되어있는 일본과 미국의 배전자동화 시스템 및 국내기술에 의해 개발된 한국형 배전자동화 시스템과의 기술수준 비교를 위한 배전자동화 시스템 전반에 대한 비교표를 표 2.1에서 나타낸다.

이하 본고에서 기술되는 내용은 한국형 배전자동화 시스템 개발을 통하여 조사되고 연구개발된 내용을 중심으로 설명하기로 한다.

3. 배전자동화를 위한 요소 기술

배전자동화는 컴퓨터로부터 수용가 단말까지의 제반 장치들 사이의 통신을 전제로하는 시스템이기 때문에 통신을 위한 전송로와 그 구성, 신호방식 등에 의해서 시스템의 방식이 분류될 수 있다. 즉, 배전자동화 시스템의 통신방식은

배전자동화로 구현할 수 있는 기능을 중심으로 대상규모, 지역적 특성과 용도와 경제성등을 감안하여 결정된다. 이미 규모나 기능에 따라 배전자동화를 위한 다양한 통신방식들이 개발되어 시험되고 있거나 실용화되어 있으며, 더 높은 신뢰성과 전송속도를 가진 시스템에 대해 연구가 계속되고 있다.

또 하나, 배전자동화 시스템의 기능 구현을 위해 필요한 것이 컴퓨터와 관련된 기술로서 배전자동화를 위한 컴퓨터 시스템의 규모와 성능은 경제성 및 지역에 따른 운용 효율성을 평가하는 중요한 역할을 한다.

배전자동화 시스템의 중앙장치로 사용되는 컴퓨터 시스템을 어느 수준으로 또 어떻게 구성할 것인가 하는 문제는 시스템을 도입하기전 경제성, 확장성, 편리성, 신뢰성 등 일반적인 고려사항 이외에도 중앙제어장치가 감시제어할 설비의 수와 데이터 발생빈도, 데이터 프레임의 길이를 고려해야 한다. 이외에도 타 시스템과의 정보연

표 3.1 시스템 규모별 구현기능 비교

구현기능	PC급		Workstation 급		Mini 급 이상	
1. 감 시 기 능	- 데이터 처리 능력이 떨어짐	△	- 만족할만한 수준으로 처리	○	- 대량의 감시 포인트 고속 감시	◎
2. 계 측 기 능	- 입출력 능력이 매우 낮아 한계가 있음	△	- 만족할 만한 수준으로 처리 - 여러대를 사용할시 대단히 우수함	○	- 대량 고속이 처리 능력 보유	◎
3. 제 어 기 능	- 저속으로 가능하나 인력에 의해 수동 처리	△	- 프로그램에 의한 처리	○	- 프로그램에 의한 처리	◎
4. 변 전 소 결 선 도	- 만족할 만한 수준으로 지원되지 않음	△	- 다양하게 지원	◎	- 다양하게 지원	◎
5. 계 통 도 표 시	- 단선 결선도 정도의 수준으로 지원		- 지적을 포함한 계통도의 표시 가능	◎	- 지적을 포함한 계통도의 표시 가능	◎
6. 기록, 표시	- 기초적인 데이터만 기록 표시	△	- 만족할 만한 수준으로 지원	○	- 뛰어난	◎
7. 모 의 조 작 및 교 육	- 지원되지 않음	×	- 여러대 사용시만 가능	△	- 기본제공	◎
총 합	- 아주 단순한 감시제어 조작을 행하는 정도로 밖에 지원되지 않음 - 설비수가 적은 변전소 단위 규모의 소규모 시스템용으로 사용 가능		- 한대만 사용할시 부분적으로 만족할만한 수준으로 전기능이 구현 가능하며 여러대 사용할 시는 뛰어난 성능 발휘 - 시스템 사용 대수에 따라 소규모에서 대규모 시스템까지 수용		- 가장 많은 능력을 보유하여 사용자의 편의성, 교육까지 고려하여 기능을 구현할 수 있다. - 대량의 설비데이터를 고속으로 처리할 필요가 있는 대규모 시스템에 적합	

계성, 즉, 상위계통의 자동화 시스템과의 정보연계에 효율적으로 대처할 수 있는 시스템이 선정되어야 하며, 컴퓨터에 사용되는 운용체제, 응용 소프트웨어 등 도 수정의 용이성, 확장성이 충분히 고려되어야 한다. (표 3.1)

여기에서는 배전자동화 시스템의 구성방식에 관련된 요소 기술인 컴퓨터 시스템과 통신방식, 사용되는 응용 소프트웨어 등을 검토 하였으며, 끝으로 실제 명령이 수행되는 단말 장치에 대해 설명하였다.

가. 컴퓨터 시스템의 선정

컴퓨터는 크게 CPU의 처리 성능과, 입출력 처리능력을 쓰는 대상에 따라 선택하게 되는데 이를 대별해보면 PC, WORKSTATION, MINI급 및 대형 범용컴퓨터로 나눌 수 있다.

이들 컴퓨터는 각기 사용 목적에 따른 장단점을 가지고 있기 때문에 배전자동화를 위해 구현할 기능과, 컴퓨터의 능력, 대상 기기의 범위, 경제성 등을 고려하여 개별적으로 선정할 수 밖에 없다.

'80년대 중반까지 제어용으로 사용된 컴퓨터는 대체로 미니급의 컴퓨터였으나, Workstation이 저가 고기능을 바탕으로 최근 제어용으로도 많이 사용되는 추세이다. Workstation급 이상의 수준에서 사용되는 운영체제는 크게 UNIX를 채택한 시스템과 그 시스템 고유의 OS를 채택한 것으로

나눌수 있는데, 두가지를 정량적으로 절대적인 비교를 하는 것은 매우 어려우나 전반적인 배전자동화 기능을 중심으로 그 특성을 정리하면 다음의 두 개의 표 3.2와 같이 분류할 수 있다.

이상에서 살펴본 컴퓨터의 특성을 요약하면 배전자동화를 위한 컴퓨터 시스템은 Workstation이상의 시스템으로 사용하는 것이 바람직하며, 운영체제는 전반적으로 제어용의 실시간 처리를 바탕으로 하는 시스템에서는 어떤 운영체제를 쓰든 별문제가 되지는 않는다. 제어전용 시스템의 독자 운영체제는 오랜 기간동안 제어목적으로 널리 사용되어 그 기술이 이미 확립되어 있는 반면 가격이 비싸며, 그 시스템에 익숙한 고급인력확보가 난제로 꼽히며, 반면 UNIX 또한 장점만 있는 것은 아니다. 원래 UNIX는 제어용으로 개발된 것이 아니며, 이를 개조한 제어용 Real-time 시스템은 대부분 제어용 Kernel이외의 각종 Driver를 사용자가 직접 개발해서 사용하도록 하는 것이 많다는 문제점이 있다. 동일기종이 아닐 경우에 일반 UNIX와는 달리 Real-time UNIX는 실시간 처리의 특성상 시스템의 하드웨어와 연관된 저수준의 시스템 호출을 많이 사용하므로 고유의 독자적인 운영체제를 쓰는 시스템과 마찬가지로 Source level에서의 소프트웨어 호환성이 보장되지 않는다. 그러나 여러가지 면을 고려해 볼 때 미래 지향적인 시스템에는 UNIX를 사용하는 것이 바람직하다고 할 수 있는데, 이는 뒤에 검토

표 3.2 컴퓨터의 운영체제 특성

구 분	Real-Time 적용 OS	Real-Time 전용 UNIX
Real-Time 실행성	제어 목적면에서는 우수한 성능 발휘	제어용 모듈을 갖출 경우 우수한 성능 발휘
Network 기능	만족할만한 수준으로 지원 가능	우수하다.
異 Maker간 결합	TCP/IP지원시 문제없음	TCP/IP등이 기본으로 제공, 결합이 용이
개발 운용인력 확보	독자 OS를 바탕으로 하기 때문에 인력의 육성과 확보가 힘들다.	국제적으로 표준형태가 사용되기 때문에 인력 확보용이
Hardware 경제성	전용 Hardware의 사용으로 고가화	Multi-vendor화에 따라 저가격화 기대
Software 호환성	Source level에서의 호환성 결여	左 同
응용 Software의 개발	제어용 Module, 수식계산 모듈 자체 제공(제어용 Kernel 및 각종 Driver 기본 제공)	제어를 위한 Kernel은 제공되나 Driver를 사용자 목적에 맞게 개발.
기술의 안정성	기술이 확립되어 있다.	기술이 안정화를 통한 확대보급 단계에 있다.

하게 될 시스템 구성에서 분산처리 형태의 시스템 구성이 집중형 시스템 구성 보다는 장점이 많고 분산형 시스템에 가장 많이 사용되는 Workstation의 운영체제로 대부분 UNIX가 사용되고 있으며, UNIX를 위한 각종 표준화 단체에서 일반 표준 UNIX하에서도 Real-time 응용이 가능하도록 표준화를 추진하고 있기 때문이다.

제어목적의 컴퓨터는 일반적인 Data Processing 목적의 컴퓨터와는 달리 그 목적에 적합한 응용 소프트웨어를 최적으로 작성하고 운용할 수 있도록 하는 것이 중요하므로 어떤 운영체제를 사용하는가 하는 것은 선불리 결정할 수 없는 문제이다.

나. 배전자동화를 위한 통신방식

배전자동화를 위해 사용되는 통신 매체는 배전선, 전용선, 무선의 3가지로 나눌 수 있으며 그 구체적인 구성방법은 다음의 그림 3.1과 같다. 이중 무선방식은 선로자동화용으로 실용화된 것은 근래 미국의 일부 전력회사에서 사용되고 있으며 전용선중 전화선의 사용은 극히 제한적이다. 이들 전송선로의 배전자동화 시스템에서의 구성상태는 대단히 많은 조합이 가능하지만 선로운전자동화를 위해서는 다음의 그림에 나타내는 것과 같은 전송로 구성이 일반적이며 이들은 또 모두 연구개발되어 있는 구성 형태이다.

위의 통신 매체중 가장 배전자동화에 많이 쓰

이는 것이 배전선과 전용통신선인데 배전선을 사용한 배전선 반송방식은 상용주파전압에 신호를 중첩시키는 선간 방식과, 배전선과 대지간에 신호를 주입하는 대지귀로 방식의 두가지로 대별할 수 있다.

배전선을 신호 전송로로서 만 볼 경우, 신호감쇄, 잡음, 임피던스 특성은 신호전송에 부적합한 방식이다. 그러나, 배전선로가 배전기에 직접 접속되어 있다는 이점을 활용하여 배전기의 정보 수집 및 제어를 하기 위한 연구는 오래전부터 이루어져서 통신선로에 사용되고 있는 전송기술에 배전선로의 특성을 가미한 기술이 개발되어 왔으며 일부의 목적에 대해서는 제한적으로 실용화된 시스템이 개발되어 있다. 또, 배전선로 고유의 성질을 이용하여 전용선에서는 사용되지 않는 방식도 실용화 되고 있다.

현재 배전선을 전송로로 이용하는 통신방식인 금속회로 방식에서는 음성주파수 대역의 저주파를 이용하는 리플레이방식이 대표적이며 대지귀로 방식에서는 고주파를 사용하는 PLC(Power Line Carrier)방식이 대표적이다.

또, 전용통신선 방식은 제어용의 신호전송매체로 전용통신선을 사용한 것으로 전송방식을 전송로별로 분류하면 개폐기 제어에 사용되는 것은 페어 케이블, 동축케이블, 광 케이블 방식으로 대별할 수 있는데, 배전선의 경우보다 통신속도, 전송품질 등이 뛰어나기 때문에 일본의 경우 가장

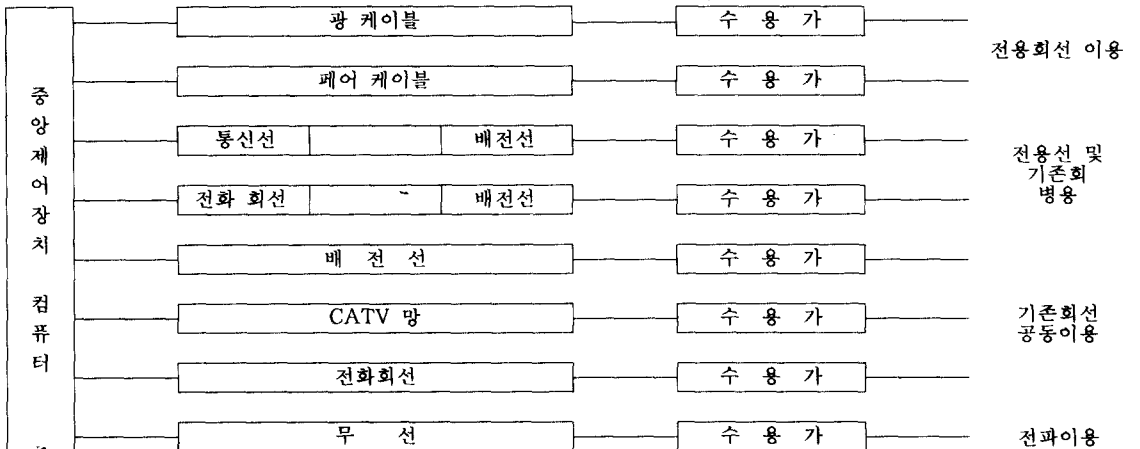


그림 3.1 배전자동화용 전송매체와 구성방법

많이 채택되고 있다, 앞으로의 배전자동화 시스템에서는 전용선을 중심으로한 통신방식을 거의 채택할 전망이다. 이는 전적으로 제어의 종류, 규모, 적용기능에 따라 좌우된다고 할 수 있는데 이는 전송품질은 경제성과 밀접한 관계를 갖고 있기 때문이다.

다. 소프트웨어

배전자동화를 지원하기 위해 필요한 응용 소프트웨어는 여러가지가 있는데 이를 대별하면 사고시의 개폐기 조작 및 부하 유통처리를 근간으로 하는 실시간 처리 프로그램과 이 프로그램이 수행되기 전의 처리 및 수행 후의 처리를 담당하는 관리제어 소프트웨어로 대별할 수 있다. 이외에 이들 프로그램의 효율적인 수행을 위해 반드시 갖추어져야할 데이터베이스가 있다. 이들의 구성을 보면 다음의 표 3.3과 같다

(1) 관리제어 소프트웨어

관리제어 소프트웨어의 의미는 컴퓨터 시스템에서 수행되는 모든 기능들이 수행되고 유지될 수 있도록 관리하고 제어하는 소프트웨어를 통칭

표 3.3 배전자동화 시스템의 소프트웨어 구성과 기능

관 리 제 어 소 프 트 웨 어	통신 서브시스템	- 통신 Scheduling - Data Acquisition - Data Analysis
	Alarm/Event 서브시스템	- 가청경보 발생 - Alarm/Event Logging - 모자이크 보드 제어
	Data Management 서브시스템	- DB 입력/수정/삭제 - Reporting(일보/월보/년보 등) - 실시간(메모리상주) 데이터관리
	MMI 서브시스템	- 명령어 인터페이스 - 지적 및 선로도 관리 - 그래픽 MMI - C-CRT MMI - 변전소 단선결선도 관리
실시간 처리 소프트 웨어	선로운전 시스템	- 고장상태 파악 - 고장구간 분리 - 계통조작 - 부하유통 - 부하예측 - 전압강하 계산

한다.

이 소프트웨어는 많은 기능들이 모듈별로 구성되어 상호 연관을 갖고 수행되게 되는데 이들 소프트웨어중 배전자동화에 필요한 응용 소프트웨어는 크게 다음과 같은 것들이 있다.

(가) Communication Subsystem

- Data Acquisition
- Data Analysis
- Communication Control

(나) Alarm/Event Subsystem

배전자동화의 기능중 선로운전자동화는 배전계통에서 발생하는 사고와 고장에 신속하게 대처하여 이를 해소하기 위한 해결책 즉, 고장 발생의 인지 및 정보 등을 시스템을 관장하는 조작자들에게 제공할 수 있어야 하는데 이를 위해 이 프로그램은 각종 경보와 이를 분석하기 위한 여러가지 기록을 남기는 역할을 수행한다.

- 경보발생
- Alarm/Event Logging
- 모자이크 보드 제어

(다) Data Management Subsystem

이 프로그램은 컴퓨터 내에서 처리되는 데이터를 효율적으로 처리 관리하고 기록하는 것으로서 주로, 데이터베이스와 관련된 사항들을 관리하는 역할을 수행한다.

- DB Editing
- DB Reporting
- 실시간 데이터 관리

(라) MMI Subsystem

MMI라 함은 기계와 기계, 인간과 기계간에 상호 정보를 인지할 수 있도록하는 매개체로 소프트웨어 및 하드웨어가 모두 포함된다.

MMI가 요구되어 지는 것은 자동화 시스템에서 조작자의 편의 및 시스템의 정확하고 적절한 운용을 위해서이며, 또, 자동화시스템의 컴퓨터 시스템은 개개의 요소들이 상호보완 관계를 갖고 운영되기 때문에 이들의 유기적인 관계를 효율적으로 운용하기 위해서 이다.

흔히 사용하는 PC의 각종 tool들이 마우스 등의 입력장치와 함께 윈도우 기능을 이용하고 있고 최근 급증하고 있는 워크스테이션 또한 고해

상도, 고속 그래픽 처리 기능을 강조하고 있다. 이러한 추세는 인간이 표현하는 정보 전달의 가장 좋은 방법이 시각적 표현이라는 점에서 앞으로도 계속될 것으로 전망되며 배전자동화 분야에서도 이를 반영하여 최근의 개발 시스템 들은 고기능 User인터페이스 개발에 많은 비중을 두고 있음을 알 수 있다.

- 명령어 인터페이스
- 그래픽 MMI

(2) 실시간 처리 프로그램

배전자동화를 위해 실시간레벨 즉 사고 인지에서 처리까지의 일련의 작업을 빠른 시간내에 수행해야 하는데에 필요한 응용 프로그램들은 크게 선로의 기기들을 제어하기 위해 필요한 프로그램과 이를 위해 필요한 데이터의 수집과 계통해석에 관련된 프로그램 들로 분류할 수 있다.

라. 선로운전 Subsystem

- 감시상태 파악
 - 계통조작
 - 부하용통(건전정전구간 부하절체 및 복전)
- 고장분리를 위한 일련의 조작이 끝나면 건전 정전 구간을 복전 시키기 위해 계통의 보호협조 체제 및 기기의 동작형태가 고려된 제어 알고리

즘을 바탕으로 개발된 부하절체를 위한 프로그램이 수행된다. 이 때 이 용통 프로그램은 기기를 조작 했을 때 발생하게 되는 여러가지 제약조건, 즉 전압강하, 설비용량 초과 등의 문제를 발생시키지 않고 신속하고 개폐기의 조작이 최소화 될 수 있는 해를 제공할 수 있어야 한다.

- 조류계산
- 전압강하 계산
- (1) 데이터베이스

데이터베이스 관리 시스템은 파일 시스템에서 데이터를 관리하고자할 때 야기되는 데이터의 종속성과 중복성의 문제를 해결하기 위한 방법으로 제안되었다. 그러므로 데이터베이스는 서로 다른 부분에서 관리하던 데이터를 모두 가지고 있어야 하며 데이터의 효율적인 이용을 위해 최소한의 중복된 데이터를 모두 가지고 있어야 하며 서로 관련된 데이터는 관련된 데이터끼리 모아진 구조를 가진 자료들의 집합으로서 다수의 사용자가 공유할 수 있어야 한다.

데이터베이스 시스템의 목적은 정보의 중복을 최대한 줄여서 데이터베이스 변경시 발생할 수 있는 이상현상을 억제하고 저장 공간을 효율적으로 이용할 수 있도록할 뿐만아니라 사용자의 새로운 요구 사항에 적절히 대처해 나갈 수 있도록

표 34 단말제어장치의 기능

	기 능	수 행 내 용
감 시	- 주접점 상태 - 주접점 상태변화 - Fault Ind. 상태 - Fault Ind. 상태 - 단선/결상 - 상일치 - 개폐기의 Battery 상태	- 투입/개방 Lock - 변화여부 - 최종상태 - 상태변화 Count - 유/무 - 여/부 - 양/불량
제 어	- 개폐기제어 - Fault Indicator - Counter Reset	- 투입/개방/Lock/Unlock - Reset - Reset
계 측	- 배전선로의 상태	- 3상 전류, 3상 전압
설 정 및 점 검	- 개폐기제어 - Address 설정 - Display - 고장확인 - 조작현들의 위치 - 전원상태	- 투입/개방/Lock/Unlock - Hardware에 의한 설정 - 송/수신 데이터, 동작상태 확인, A/D 변환 결과 값 - 정상/고장점검: 고장부분표시. - Local/Remote - 단말제어장치의 전원장치점검

하는데에 있다.

배전계통은 계통의 특성상 복잡한 계통구성과 이에 따른 설비의 수가 많아짐으로 인해 데이터의 양이 대단히 많고 빈번한 계통의 변경에 의해 이들 데이터의 추가 삭제 및 수정이 빈번하게 발생한다. 배전업무 또는 배전자동화 시스템은 데이터의 양이 많을 뿐아니라 다양한 기능을 구현하기 위한 각종 응용프로그램과 사용자 인터페이스 등 제반 소프트웨어와 복합적으로 결합되어 있어서 각 Subsystem간의 데이터 처리와 이동이 매우 중요한 요소로 작용한다. 따라서 이들 Subsystem간의 데이터 중복성을 배제하고 데이터의 일관성을 유지하면서 다양한 배전지원 기능을 지원하기 위해서 각 Subsystem 또는 기능별로 이용되는 데이터의 공동체를 데이터베이스로 구축하여 사용하는 것이 필요하다.

배전자동화에 사용되는 배전 데이터베이스는 배전계통의 계획, 해석, 감시, 보고, 제어 및 맵핑의 목적을 실행시키기 위해 수용가 데이터베이스, 변압기 데이터베이스, 선로구간 데이터베이스, 설비 데이터베이스가 기본적으로 구성되어야 하는데 이를 데이터베이스는 모두 간단한 방법으로 연관이 지어진다. 각 수용가는 변전소, 배전지역에 관계된다. 특히 설비 데이터베이스는 선로구간 데이터베이스와 1:1 대응관계를 유지하며 변압기 데이터베이스와 수용가 데이터베이스의 연계를 통해 수용가 billing 파일과 변압기 부하관리를 실행할 수 있다. 선로구간 데이터베이스는 전기적 특성과 결합된 네트워크 구성정보를 제공하고 하위정보(수용가, 변압기 등)를 상위 정보(변전소와 배전지역)와 관련지우기 위해 이용된다.

마. 단말장치 및 개폐장치

배전자동화에 소용되는 단말장치는 적용하는 기능에 따라 다르나, 통신기능을 가진 제어장치와 배전선로기기, 점검 및 부하제어를 위한 수용가 단말장치로 나눌 수 있다. 여기서는 선로운전자동화를 위해 필요한 개폐기와 개폐기 제어장치가 가져야할 기능을 표 3.4로 정리하여 본다.

(1) 단말제어장치

단말제어장치는 전주상에 설치되던 상위기인 중앙제어장치 또는 통신제어장치로부터의 명령을 약정된 신호 레벨과 통신 프로토콜에 따라 수신하고 그 명령을 해독, 검정하여 개폐기의 원격 조작 및 제어, 개폐기의 상태감시와 배전선로의 아나로그 데이터 등을 수집하기 위한 배전자동화용 개폐기 제어장치를 의미한다.

단말제어장치와 개폐장치는 배전선로 현장의 동일전주에 1:1로 접속되어 배전선로의 정보를 수집하고 선로기에 직접 명령을 전달하는 것으로 감시기능, 제어기능, 계측기능 등을 가진다.

(2) 배전자동화용 개폐기

배전자동화를 위해 사용하는 개폐기는 다양한 기능을 가지고 있으나 전체적인 기능은 앞의 배전제어단말장과 거의 유사한데 이것은 배전선로와 접속되어 일차적인 정보를 수집하고 실제계통의 제어가 이루어지는 특성을 갖고 있다.

4. 배전자동화 시스템 도입효과

일반적으로 시스템의 도입효과는 설치에 따른 정성적인효과와 정량적인 효과로 나눌 수 있는데 배전자동화 시스템은 이 두가지 효과가 대단히 크게 나타난다.

가. 배전자동화 시스템의 정성적인 효과

(1) 전력공급신뢰도의 향상

— 고장에 관련된 정보를 신속하고 정확하게 수집하여 사고처리를 신속하게 처리할 수 있다.

— 다분할 다연계된 복잡한 배전계통을 원방에서 제어함으로써 재구성할 수 있다.

— 계절별, 요일별, 시간대별로 과부하가 되지 않도록 원방에서 자동제어할 수 있으므로 과부하로 인한 정전을 예방할 수 있다.

— 설비의 정기적인 감시를 통해 사고이력 등을 관리함으로써 설비의 열화정도와 동작횟수 등을 산정할 수 있으므로 사고회 방지 및 설비의 교체, 또는, 수리시기 등을 합리적으로 계획할 수 있다.

(2) 수용가에 대한 서비스 수준의 향상

— 정전영향을 최소화 함으로써 산업활동의 경

제적인 손실을 최소화할 수 있다.

— 정전구간의 전원공급을 위해 필요한 시간을 최소화 시킬 수 있다.

— 수용가의 정전에 대한 불편을 최소화하고 정전정보를 수용가에게 신속히 안내할 수 있으므로 전력회사의 이미지를 제고시킬 수 있다.

— 정전구간과 정전수용가의 수를 정확히 산출함으로써 배전계통운용, 관리업무의 신속화를 도모할 수 있다.

— 설비의 이용율을 향상시킬 수 있으므로 설비투자 시기를 지연시킬 수 있다.

(3) 인력절감

— 배전설비의 감시, 제어, 및 시스템운동을 컴퓨터와 통신수단을 사용함으로써 인력을 절감할 수 있다.

— 조작데이터, 고장데이터, 관리데이터 등이 자동적으로 수집 기록된다.

— 배전전기원의 근무환경을 개선할 수 있으며, 안전사고를 예방할 수 있다.(개폐기 조작업무 경감, 고장구간 탐사시간 축소 등)

— 종래의 설비로 알아내기 힘들었던 고저항 지락에 의한 단선과 결상 정보를 수집하여 처리할 수 있다.

(4) 기존설비의 효율적인 이용

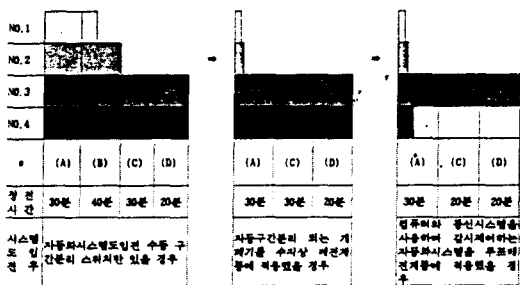
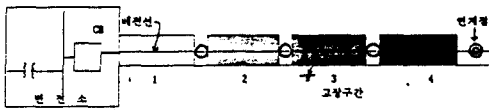


그림 4.1 배전선로 고장시 배전자동화의 효과

- * (A) 고장현장 출동에 필요한 시간,
- (B) 고장구간 분리조작에 필요한 시간,
- (C) 고장구간에서 고장점 탐색시간,
- (D) 고장수리 시간

— 전력손실을 최소화할 수 있는 계통계획과 배전선별 전력공급량을 계통해석 기능과 원방제어 기능을 통해 수행하여 설비의 이용율을 향상시킬 수 있다.

— 부하제어를 통한 신규 발전설비 증설에 따른 투자비를 장기간 지연시킬 수 있다. 즉, 수용가에게는 불편을 주지않고 하계 냉방 부하로 인한 피크 전력을 완화 시킬 수 있다. 따라서 피크 전력을 공급하기 위한 설비투자를 기존설비를 이용하면서 장기간 지연시킬 수 있다.

— 자동검침 기능으로 검침에 따른 전력회사의 불신감을 해소시킬 수 있으며 시간대별 전력사용량 검침 등을 통해 간접적인 부하제어의 효과를 볼 수 있으며, 또, 심야전력 이용기기의 사용을 촉진함으로써, 부하율을 개선할 수 있다.

나. 정량적인 효과

배전자동화 시스템(선로운전자동화 위주)을 도입함으로써 발생하는 정량적인 효과는 정전으로 인한 공급지장비를 얼마나 줄일 수 있는가? 인력대치 효과는 얼마나 되는가? 등의 직접적인 경제적 효과를 말하며 여기서는 정전 구간의 축소 및 정전시간의 단축을 통한 효과를 도시적(그림 4.1)으로 해석하고 한국전력공사의 두개 지점과 일본 전력회사에서 평가한 경제적인 효과를 표 4.1로 비교하였다.

(1) 정전시간 단축 및 정전구간 축소로 인한 효과

배전계통에서의 정전은 크게 변전소 사고로 인한 것과 배전선에서 일어난 사고로 대별할 수 있는데 여기서는 배전선로에서 발생한 경우를 대상으로 한 효과를 일본의 배전자동화 시스템과 일본의 배전계통에 적용했을 때의 예를 보인 것이다.

배전자동화 시스템의 효과는 사용하는 컴퓨터, 통신방식 등에 의해 다른데 일본의 예는 전용통신선(페어케이블)방식과 중앙집중형 미니 컴퓨터를 사용한 시스템을 적용했을 때의 예이며 한국 전력공사의 경우 평가된 두개 지점의 경우는 분산형 컴퓨터 시스템 구성과 전용통신선(페어케이블)을 사용했을 경우와 전력선 반송방식 및 앞의

배전자동화 시스템을 발전시키기 위한 기술개발 과제와 전망을 간단히 그림으로 정리하였다.

를 보인다.

나. 배전자동화를 위한 기술 개발과제 및 향후 전망

가. 배전자동화 시스템 개발순서 및 체계

배전자동화 시스템을 도입함에 있어 그 개발이 전적으로 전력회사에서 이루어질 수 없고, 또 제작회사 독자적으로 시스템을 개발한다면 실제 운용자의 운용형태, 실계통 상황의 수용 등 실제 계통의 운전상황을 고려하는 것이 대단히 힘들다. 따라서, 시스템을 개발하는 제작자와 시스템의 개발 방향과 목적, 기능 등을 제시해줄 운용자가 협의하여 시스템을 개발할 수 밖에 없다. 아래의 그림 5.1에서 배전자동화 시스템의 도입까지 일반적으로 채용하고 있는 개발순서 및 체계를 보인다.

일본에서 80년대 중반부터 본격적으로 도입된 배전자동화 시스템은 시스템 선정에 필요한 요소 기술을 중심으로한 첨단 소재를 사용한 전력설비의 보강 및 컴퓨터와 통신기술의 접목을 통한 각종 정보수집의 첨단화, 사고의 예방, 시스템의 진단등이 향후 집중적으로 배전자동화 시스템에 도입될 전망이다. 뿐만아니라 전력계통을 단일 통신망으로 연결하여 발전에서부터 배전계통에 이르기까지를 통합한 종합자동화 시스템으로 발전할 전망이다.

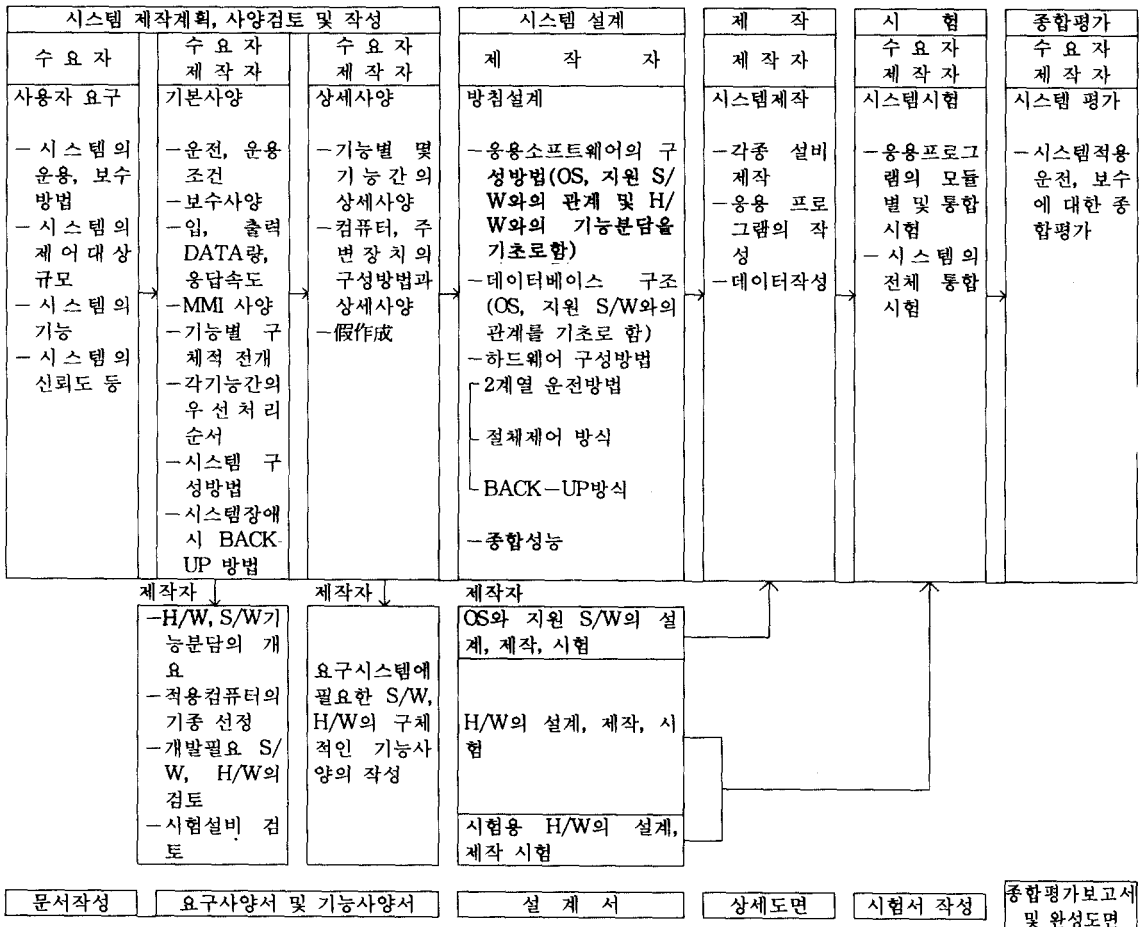


그림 5.1 배전자동화 시스템 개발순서 및 체계

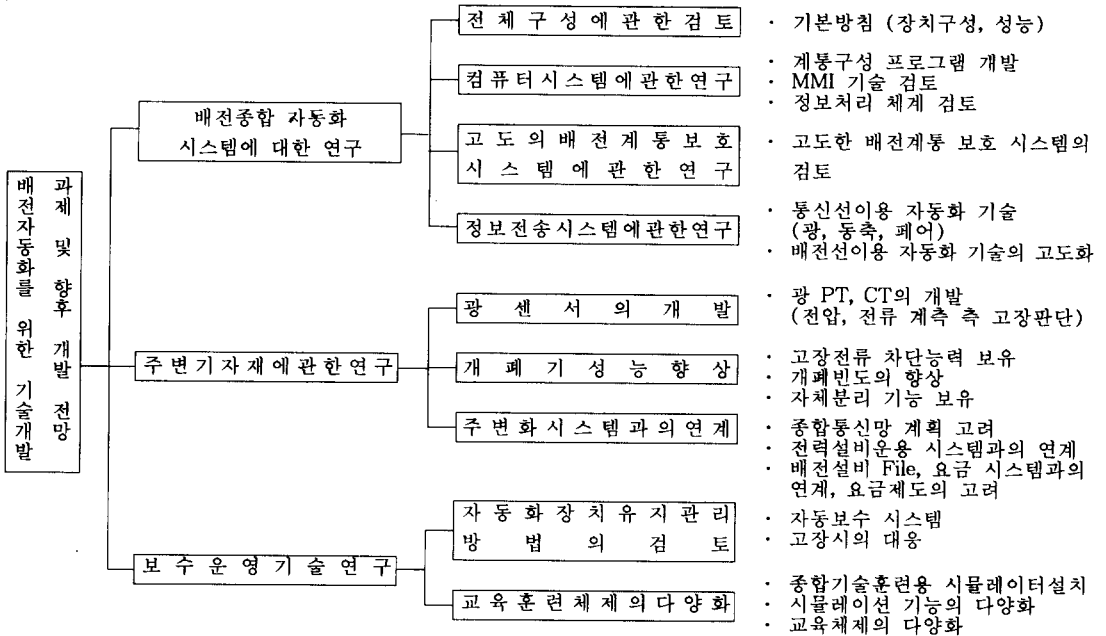


그림 5.2 배전자동화를 위한 기술개발 과제 및 향후 전망

참고 문헌

1. “わが國における停電コストの評価”電力中央研究所研究報告 No.582007, 電力中央研究所, 1982. 12.
2. “配電總合自動化に求められる機能と技術課題”, 電力中央研究所研究調査資料 No. T89912, 1990. 4.
3. “配電自動化システムの經濟的効果の算定”北海道電力
4. “SCADA 시스템과 전력계통 운용”, 한국전력공사, 서울 전력관리처, 제어부, 1987.10.
5. “배전자동화 알고리즘 정립 및 표준화 연구”, 한국전력공사, 1993.5
6. “배전설비 자동화를 위한 실시간 처리 프로그램 개발” I, II, III, 상공자원부 1991-1993
7. “DISTRIBUTION AUTOMATION SYSTEM”, TOHIBA, 1990

◇ 著者紹介 ◇



김 호 용 (金豪溶)

1952년 9월 1일생. 1979년 서울대학교 공과대학 전기공학과 졸업. 1985년 Texas대학교 전기공학과 졸업(박사) 1986~현재 한국전기연구소 책임연구원.



남 기 영 (南基榮)

1958년 5월 18일생. 1982년 성균관 대학교 공과대학 전기공학과 졸업. 1984년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1984~현재 한국전기연구소 선임연구원.