자동 원격검침시스템과 DAS의 연계

정점수, 이홍호
한전 전력연구원, 충남대학교

Interface design Between AMR and DAS

Abstract - Computer and communication of based IT technology use to das that remote control, monitering ,measuring automation gas switch, recloser located far about 20~30km. For increasing efficiency billing, metering of high voltage customer use to amr system. If between das and amr interface operate when generated fault in high voltage electric equipment of customer part, amr system serve to das quickly in fault information data, correct fault location.

1. 서 론

전력계통의 맨 하위에 위치하는 배전계통은 넓은 지역에 산재되어 있고, 다른 전력설비에 비해 기기의 종류와 수량이 많아 유지관리에 많은 노력을 요하게 되며, 수용가와 직결되어 있어 서비스 면에서도 신속하고 정확한 관리가 요구된다. 특히 전력사용 의존도가 매우 높아진 선진사회가 되면서 비록 단 시간의 정전일지라도 사회에 미치는 영향은 매우 클 수밖에 없게 되었다

현재 배전계통에서 운영중인 배전자동화 시스템은 컴퓨터와 통신기술 등 IT기술을 접목하여 원거리에 산재되어 있는 배전선로용 개폐장치를 중앙 제어 운영실에서 원격으로 조작하고 고장구간을 찾아내며, 전압 전류 등 선로 운전 정보를 수집하는 시스템으로 정의한다

자동 원격검침 시스템은 전력회사의 검침 및 요금업무의 효율적인 운영에 기여 할 수 있는 시스템으로서 중앙의 컴퓨터 시스템과 전자식 전력량계를 무선 이동통신 모뎀을 이용하여 네트웍 형태로 구성하여 검침 및 요금 업무를 원격에서 일정 시간을 스케쥴링을 수행하고 취득한 데이터는 서버에 저장을 하고 있다.

지금까지 DAS에서는 배전계통을 감시 및 제어를 통해서 정전 시 고장구간을 판단하여 신속하게 배전자동화 기기를 조작해서 고장구간을 분리하고 정전시간을 단축시키는 것에 주력하였다. 하지만 특 고압 수용가 구내 전기설비 소손 등의 정전에 의해 한전 배전계통으로 파급되는 정전대해서는 정확한 고장지점을 찾기도 어려울 뿐 아니라 위치를 찾는 데 장시간 소요된다. 2008년 한전 마케팅 본부 업무보고 자료에 따르면 이러한 고장유형은 전체고장 유형 중 16%에 이른다

따라서 본 논문에서는 위에서와 같이 배전계통에서 발생한 고장의 경우가 아닌 특 고압 수용가 구내의 전기설비 소손 및 기타 사유에 의해 정전이 발생한 경우 정확한 고장위치를 찾는 방법을 제시하고 있다. 그 방법은 현재 배전계통에서 운전 중인 배전자동화 시스템과 자동 원격검침 시스템 연계를 구현하여 특고압 고객 구내의 고장 지점을 빠른 시간에 정확하게 찾는데 크게 기여할 것으로 기대한다.

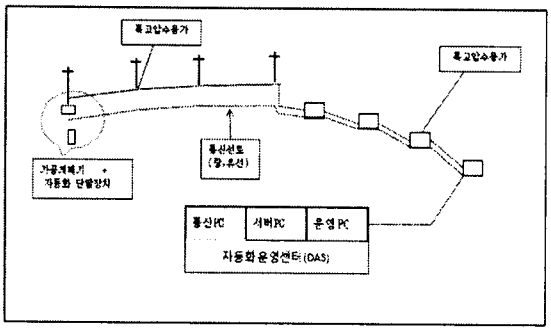
2. 본 론

2.1 배전계통의 구성

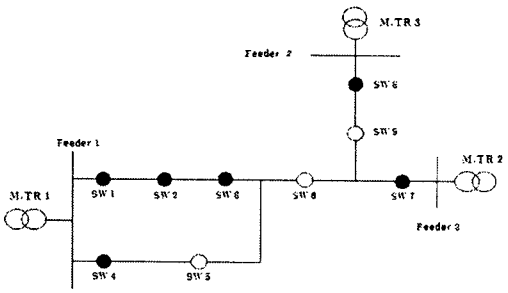
전력자동화 시스템은 우리나라 전체 에너지의 수요, 공급, 수송을 제어하는 에너지 관리시스템(EMS : Energy Management System), 송전 및 변전설비의 감시제어를 담당하는 송·변전계통 감시 제어시스템 (SCADA : Supervisory Control And Data Acquisition), 배전계통의 감시, 제어, 계측을 담당하는 배전자동화시스템 (DAS : Distribution Automation System), 수용가의 전자식 전력량계의 검침정보를 무선 이동 통신방식으로 단 방향 데이터를 취득하는 자동 원격검침시스템(AMR : Automatic Meter Reading)으로 구성되어 있다.

그 중 본 논문에서 다루게 되는 부분은 전력자동화 시스템 중에서 AMR 시스템과 DAS 간의 연계 구현이다.

Fig. 1, 및 Fig. 2는 우리나라의 배전계통 구성도 이다. 배전계통의 구성은 변전소 구내 CB로 인출된 배전선로를 일컬어 말할 수 있으며 계통의 구성은 선로간의 LOOP 형태로 구성되어 전용선로를 제외한 모든 배전선로는 타 선로와 연계되어 운전하고 있다. 배전선로에는 스위치와 같이 부하전류 개폐 능력을 가지고 있는 지상 및 가공개폐기가 있고 그 역할은 배전선로 운전용으로서 하나의 배전선로에 기준 선로 운전용량인 10,000kW 이상의 부하가 발생 했을 때 그 선로와 연계되어 있는 타 배전선로로 일부 부하를 절체 하는 기능을 수행하고 선로에 고장이 발생했을 때 개폐기를 이용하여 고장구간을 분리하고 나머지 건전구간을 송전시키는 역할을 수행하는 기능이 있다. 리클로저는 고장전류 차단능력을 가지고 있어서 배전선로에 고장발생시 고장전류 차단 및 설정된 재폐로 시퀀스에 따라 자동 투입하는 기능이 있다.



<Fig. 1> Distribution Overhead and Underground



<Fig. 2> Distribution Single Diagram

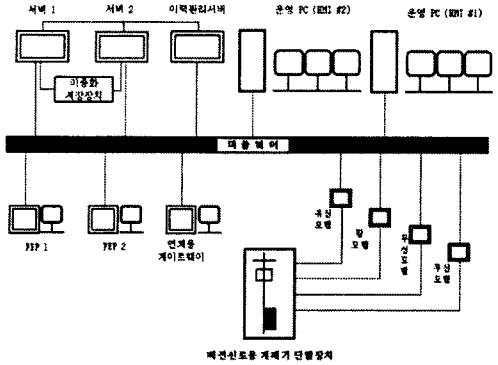
2.2 DAS

2.2.1 DAS의 구성과 기능

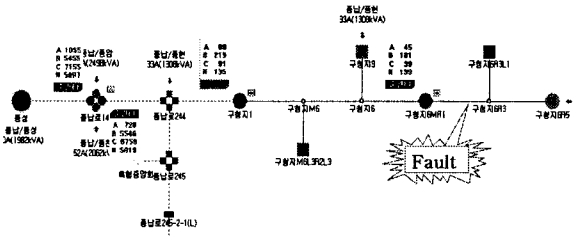
Fig. 3 과 같이 DAS는 일반적으로 중앙제어장치, 통신장치, 유·무선통신망, 자동화기기 제어용 단말 장치(FRTU : Feeder Remote Terminal Unit) 및 자동화 기기로 구성된다. 중앙 제어장치는 성능이 우수한 3~4대의 서버급 컴퓨터를 LAN으로 연결한 서버/클라이언트 형태로 구성된다. 통신장치는 중앙제어장치의 명령을 단말 장치에 전달하는 통신부분을 전담하는 장치로서 컴퓨터와 통신 모뎀들로 구성된다. 통신을 전담하는 전단처리장치(FEP : Front End Processor), 이 역할을 수행하고 있다. 통신망은 기기의 정보를 수집하고 주장치의 명령을 수행하는 매체로서 광(Optical),무선통신방식(Wireless), 유선통신방식(Wire) 등 다양한 통신방식 중에서 적용지역의 여건에 따라 선택된다. 배전제어용 단말 장치(FRTU)는 주로 자동화기기에 내장되거나 기기 하부에 설치되는 것이 일반적인데 주장치의 명령을 해석하여 기기에 전달할 뿐만 아니라, 자동화 기기의 운전정보들을 가공하여 주장치로 전달하는 역할을 담당한다. 맨 하위 구성요소인 자동화기기는 단말 장치의 명령을 받아 제어 명령을 수행하고 그 결과를 제공하거나 전압, 전류 등 운전정보를 계측하여 단말 장치에 제공하는 역할을 하고 있다.

DAS의 중앙제어장치는 서버를 이중 화 형태로 구성하여 서버 및 하드디스크의 불량과 같은 비상시를 대비하도록 한다. 운용자 클라이언트 컴퓨터의 수는 1대부터 여러 대까지 필요에 따라 조정이 가능한데 국내에서는 일반적으로 HMI(Human Machine Interface) 1대와 3개의 모니터로 구성하여 하나의 모니터에는 계통도, 다른 하나의 모니터에는 제어 창, 다른 하나는 단선도로 구성되어 있다.

지금까지 언급한 주장치 구성방식은 클라이언트/서버 구조의 이중화된 시스템이라고 말하며 2008년 7월 현재 전국의 배전사업소 중 87개의 사업소에 종합 배전자동화 시스템이 구축되었으며 현재 통합 IT 사업의 일환으로 하나의 대규모 사업소에서 인근의 중소 규모 사업소의 배전자동화 시스템을 운영하는 광역사령실 구축 사업이 활발하게 이루어지고 있다. 이와 같이 자동화기기 설치 확대 및 자동화시스템의 다양한 연구가 진행되면서 배전계통의 고장 감소 및 정전시간이 획기적으로 단축하는 효과를 가져왔고 그에 따른 경제적인 효과는 더욱 커졌다. Fig. 4 는 배전자동화 운영시스템 중 단선도 프로그램으로서 선로고장발생 및 기타사유에 의한 모든 자동화기기 조작을 위한 프로그램이다. [1]



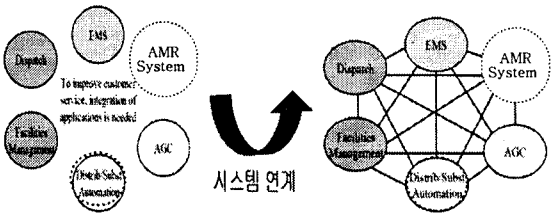
<Fig. 3> The Configuration of TDAS



<Fig. 4> Single Diagram of TDAS Fault Status

하지만, 본 논문에서 두 시스템 간의 연계를 구현하기 위해서는 DAS의 주요 핵심기술인 컴팩(Compaq)에서 개발된 BASEstar의 Open형태인 Middleware 기반으로 분산개방형 제어기술을 사용하고 있다. 이와 같은 미들웨어 소프트웨어는 서로 다른 통신 프로토콜, 시스템 아키텍처, 운용체제 및 데이터베이스와 다양한 어플리케이션 서비스를 지원하기 위해서 네트워크를 통하여 하드웨어에 독립적으로 연결하여 주며 물리적인 연결이 아닌 논리적인 연결을 가능케 하는 소프트웨어 이다.

거대한 분산시스템을 기반으로 대규모의 시스템이 현대 IT 시스템의 표준 기술과 그 기술을 이용하여 통합 프레임워크의 개발과 인터페이스 구축, 설계되는 현 시점에서 이런 분산시스템에서 각각의 시스템 간의 통신이 필수적이며 시스템 간에 데이터를 교환하여 시스템을 유지하게 된다. 이러한 통신을 필요로 하는 시스템에서는 네트워크 프로그래밍 기법을 통해 통신을 수행 하던 것이 기존의 방법이었다. 하지만 시스템이 점점 거대화 되고 복잡 화됨에 따라 시스템 간의 통신연결과 데이터 교환은 점점 더 복잡해 졌다. 또한 시스템 간에 이종(Windows, Unix) 일수록 이러한 작업은 더욱 더 복잡하게 된다. 이러한 사실은 각각의 하드웨어와 소프트웨어 플랫폼 상의 서로 다른 API와 기능 내용을 가지고 호환되지 않는 네트워크 프로토콜 혹은 컴포넌트 라이브러리 형태로 나타날 뿐만 아니라, 운영체제에 내장된 프로세스 간 통신 및 동시처리 장치의 한계 때문에 발생할 수 있는 우발적 복잡성도 나타나게 된다. Fig. 5 는 타 시스템간의 데이터 교환 시 나올 수 있는 복잡한 구성화면을 보여준다.

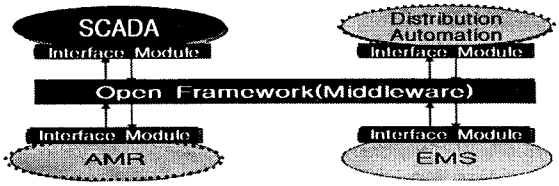


<Fig. 5> System interface

현대화된 시스템에서 운영체제 상의 내장된 API와 알고리즘 의존적인 디자인 기술을 사용하여 전반적으로 시스템을 개발하는 것은 고비용과 많은 시간이 소비되기 때문에 그 사용이 감소하는 추세이므로 이종 간의 시스템을 조율하는 프레임워크가 필수적이며, 복잡한 분산 환경의 배전자동화시스템(DAS)은 HMI, FEP, AMR서버, SCADA서버, DMS서버, GIS서버 등이 연동되어 시스템이 구성되어지고, 각각의 시스템을 통합하는 프레임워크가 없다면 시스템의 연동이나 시스템의 신규개발 유지보수 등
의 복잡 도를 가중시킬 것이다. 따라서 통합 프레임워크는 다음과 같은 역할로서 배전자동화 시스템에 위치한다.

2.2.2 Open Framework의 역할

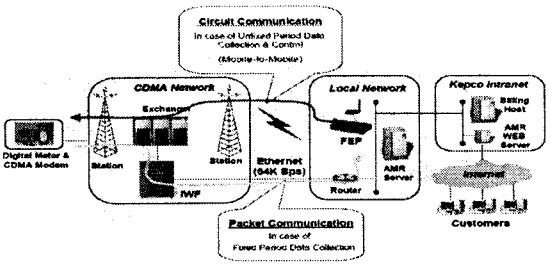
Fig. 6과 같이 개방형 프레임워크는 DAS에서 타 시스템(자동 원격검침 시스템)의 접속 및 상호 작동을 조정하고 단순화하는 것을 돕기 위한 양질의 기능을 제공한다. 프레임워크는 분산처리 방식의 시스템으로서 클라이언트간의 접속 및 메모리 관리연결 종단 점 및 요청사항 다중수신 등의 기본적인 과제들을 자동화할 목적으로 제작 되었다. 프레임워크를 사용하는 개발자는 프레임워크의 객체의 위치 ,언어 ,운영체제, 하드웨어와는 상관없이 사용하고자 하는 객체에 명령을 내릴 수 있다. 프레임워크는 배전 자동화 시스템을 개발과 타 시스템(자동 원격검침 시스템)간의 연계에 큰 이점을 제공하며, 이종의 분산 환경에서 여러 종류의 응용프로그램을 통합하기 위한 결합 방식을 필요로 한다. 이러한 문제들을 해결할 수 있는 방식으로 대두된 것이 CORBA(Common Object Request Broker Architecture) 표준안이며 객체지향 프레임워크 기반 기술이다. 개방형 프레임 워크는 CORBA 기반위에 개발 제작되었다. [2]



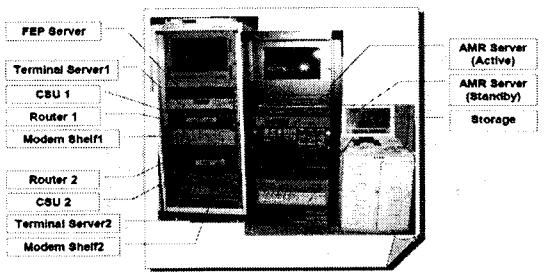
<Fig. 6> Open Framework(Middleware)

2.3 자동 원격검침 시스템

자동 원격검침 시스템의 구성은 Fig. 7, Fig. 8과 같이 먼저 수용가 구내 수전설비의 특 고압 계기용변성기(MOF) 2차 측에 전자식 전력량계와 계량정보 송신 임무를 담당하는 CDMA 모뎀이 설치되어 있다. 또한, 이동통신 회사 내부에 CDMA Station Network 모뎀이 있고, 한전의 사업본부 및 지점에 설치된 데이터 수집 및 관리 목적으로 설치된 AMR 서버, 데이터 저장장치, 통신 데이터 처리를 위한 FEP 서버, 라우터, 터미널 서버, 모뎀 등으로 구성되어 있다. 그리고 검침 및 각종 정보를 수용가에게 인터넷으로 제공하기 위해 검침 서버, AMR Web 서버 등이 별도로 구성되어 있다.

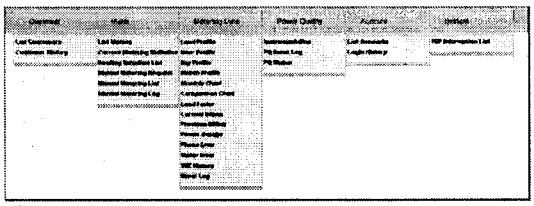


<Fig. 7> The Configuration of AMR System

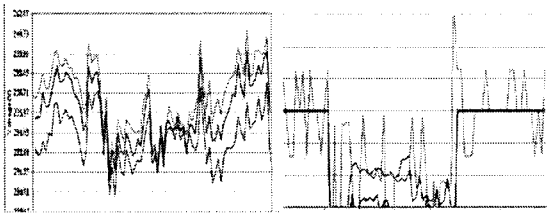


<Fig. 8> AMR Center - System

Fig. 9. 과 같이 자동 원격검침 시스템에서 제공하는 정보는 고객의 목록, 상세정보, 등록, 수정/삭제 기능을 제공하는 "Customer Information" 이 있고, 전력량계의 목록, 상세정보, 지역별 검침상태 통계정보, 검침 스케줄 관리, 수동검침(Load Profile, Previous billing, current billing, event log, PQ data) 기능을 제공하는 "Meter"가 있고, 검침 데이터관리, 시간별 전기 사용량, Trend Graph, 비교차트, 정전정보, 결상정보, 전력량계 이벤트 정보 기능을 가지고 있는 "Metering Data"가 있고, 전력품질 데이터 내역은 THD 및 TDD 순시 데이터, Voltage Sag, PQ Status Monitoring의 기능을 제공하는 "Power Quality" 등이 있다. Fig. 10은 AMR 기능 중 수전설비 전원 측 부분의 설치된 MOF 기기의 전압, 전류, 역률 데이터를 수집하여 가공한 후 파형으로 표현되는 그림이다. 이외에도 기간별 최대수요전력, 유효·무효 사용량 등의 데이터도 표현이 가능하다.



<Fig. 9> AMR Main Function



<Fig. 10> Voltage and Power factor per phase

따라서, 특 고압 수용가 구내 전자식 전력량계와 무선 이동 통신방식을 이용하여 기본적인 고객정보, 검침정보, 사용량정보 등을 원격의 데이터 서버에서 주기적으로 수집하고 그 데이터를 이용하여 전기요금관련 업무 및 기본적인 전력사용량 수집 업무를 목적으로 사용하고 있는 자동 원격검침 시스템과 DAS를 연계시켜 평상시 고객의 부하율을 감시하고, 부하의 정확성을 확보하여 배전선로 운영을 책임지는 DAS 운영자에게 정보를 제공함으로서 배전선로의 최적 운전상태 및 비상시 전력공급 대책 수립 등 안정적인 전력공급 시스템을 확보할 수 있다

2.4 자동 원격검침 시스템과 DAS 연계 구현

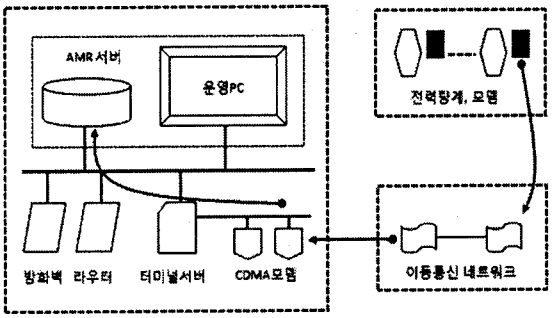
2.4.1 Interface 조건

DAS와 자동 원격검침 시스템의 연계는 XML_SOAP를 이용하여 구현한다. XML Web services는 인터넷상에서 분산된 컴퓨터로 이동하는 데 기본이 되는 빌딩 블록이다. 열린 표준과 통신 중심, 작업자 및 응용 프로그램간의 공동 작업으로 응용 프로그램을 통합하는 데 XML Web services가 플랫폼이 되는 환경으로 구성된다. 응용 프로그램은 위치나 구현 방법과 상관없이 함께 작동하는 다양한 소스의 여러 XML Web services를 사용하여 구성된다.

XML Web Service는 사용자의 필요에 따라 제작되므로 XML Web Service의 정의도 다양하겠지만 모든 정의에는 다음과 같은 공통점을 가지고 있다.

XML Web Services는 표준 웹 프로토콜을 통해 웹 사용자들에게 편리하고 유익한 기능을 표시하며 대부분의 경우 SOAP 프로토콜이 사용되고, XML Web services는 사용자와 대화할 수 있는 클라이언트 응용 프로그램을 만들 수 있는 인터페이스를 세부적으로 설명하는 방법을 제공하며 일반적으로 이 설명은 Web Services 설명 언어(WSDL) 문서라고 하는 XML 문서에 제공된다.

XML Web services 아키텍처의 주요 장점 중 하나는 별도의 플랫폼에 별도의 언어로 작성된 프로그램들이 표준 기반으로 서로 통신할 수 있다는 점이다. 또한 XML에 기반의 분산된 환경에서 정보를 교환하는 간단한 프로토콜로서 메시지 내용, 그 내용을 처리하는 방법을 설명하는 프레임워크를 정의한 데이터 형식을 나타내는 일련의 인코딩 규칙, 원격 프로시져 호출 및 응답을 나타내는 규칙으로 구성되어 기존의 인터넷 환경을 사용하여 어플리케이션이 방화벽에 의해 차단되는 일 없이 다른 어플리케이션과 직접 통신할 수 있게 만드는 방법으로 SOAP(Simple Object Access Protocol)를 적용하고 있다. 또 다른 큰 장점은 표준 웹 프로토콜인 HTTP 및 TCP/IP와도 연계가 가능하므로 대부분의 웹 프로그램에 유사한 방법으로 연계가 가능하기 때문에 향후 타 시스템과의 연계 호환성을 확대 할 수 있다.



<Fig. 11> 자동 원격검침 시스템과 DAS 연계

2.4.2 프로그램 코딩

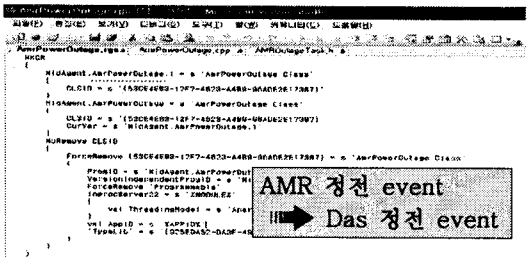
2006년 전체 1,371건의 고장정전 중 수용가 구내 파급 고장정전이 215건으로 15.6% 이르고 있다. 고장 파급의 피해는 배전계통 보호기기인 리클로져가 차단되면서 기타 건전 배전계통이 정전 되고 고장 위치를 찾지 못하고 장시간 정전이 소요되면서 그 피해가 확산되는 것에 대해 수용가 구내 고장정전에 대해 DAS로 이벤트 형태로 정보를 제공하여 빠른 시간 내에 고장 위치를 파악하고 정전시간을 대폭 감소시키는 해결책을 제시할 것으로 기대

한다. 사실 현재까지는 파급사고의 경우 배전계통에서의 고장 구간은 신속하게 찾을 수 있었으나 정확한 고장지점은 고장발생 수용가의 신고전화가 있기 전에는 직원이 현장에 출동하여 선로를 순시하는 방법을 통하여 찾을 수밖에 없는 실정이었다.

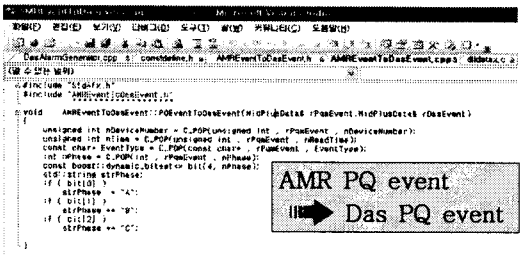
또한, 부가적인 기능으로 고조파, 순간전압강하, 전압, 전류 등의 전기품질이 내장된 전자식 전력량계를 설치 운전함으로서 평상시 특 고압 고객의 전기품질 상태를 감시하여

고조파 등에 의한 변전소 구내 배전선로 인출 CB의 보호계전기인 OCGR 계전요소의 오동작 등을 미연에 방지할 수 있는 부가적 기능이 있다.

Fig. 12. 은 수용가 측의 정전 이벤트 발생정보를 나타내고 Fig. 13 은 PQ 이벤트 발생정보를 나타내며 이와 같이 이벤트 정보는 자동 원격검침 시스템 서버에서 DAS 서버로 데이터를 전달하고 그 데이터는 운영자 관리 HMI로 전송하여 운영자가 고객의 정전 및 PQ 데이터를 실시간으로 인지할 수 있도록 프로그램 코딩된 자료를 보여주고 있다. [3]



<Fig. 12> 자동 원격검침 시스템 정전정보 ⇒ DAS event



<Fig. 13> 자동 원격검침 시스템 PQ event ⇒ DAS PQ event

본 연구는 지식 경제부 전력 IT 기술개발사업의 지원을 받아 수행하였습니다.

3. 결 론

이와 같이 배전선로에서 고장원인별 분석결과 16%를 차지하는 수용가 설비에 의한 파급고장이 발생되고 있고, 이러한 고장에 의해 배전계통으로 고장이 파급될 경우 기타 건전고객은 불가피하게 정전을 경험하게 되는 형태로 운전 중이다. 또한, 현재의 DAS에서는 자동화 기기 사이에서 발생된 정전에 대해서 고장구간을 축소하고 연계선로부터 전원을 공급 하게 되고, 정확한 고장지점을 찾기 위해서는 직원이 직접 현장의 선로를 순시해서 찾아야 하는 실정이다. 따라서 고장 완전복구에 이르는 시간은 고장지점을 발견 후 고장원인을 해소시키는 시점이 된다. 본 논문에서는 파급고장의 경우 정확한 고객의 정전정보를 취득하여 정확한 고장지점을 파악하여 고장 완전복구에 이르는 시간을 대폭 감소시킬 수 있을 것으로 기대한다.

[참 고 문 헌]

[1] 현덕화, 김명수외 "배전자동화용 응용프로그램 개발 및 시스템간 연계에 관한 연구" 최종보고서, 2007

[2] 하복남, 박신열외 "배전변압기 감시제어 기능이 통합된 지능형 배전자동화 시스템 개발", 2005

[3] 하복남, 이성우외 "배전지능화 시스템 중앙제어장치 개발" 중간보고서, 2007

◇ 저 자 소 개 ◇

정 점 수

1971년 11월 20일생. 1997년~현재 한국전력연구원 배전연구소 배전IT 그룹 연구원. 연구 분야 : 컴퓨터 및 IT 기술 기반의 배전자동화 및 다양한 분산전원과 배전계통 연계 기술 연구.

이 홍 호

1950년10월28일생 1973년 서울대학교 공업교육과 전기전공 졸업 1977년 서울대학교 공업교육과 전기전공 졸업(석사) 1994년 서울대학교 컴퓨터공학과 졸업(박사) 현재 충남대학교 전기정보통신공학부 전기공학전공 교수 관심분야 : 전기설비자동화 디지털 응용