

한전 변전자동화시스템과 배전자동화시스템의 자료연계방안에 관한 연구

고상천* · 김용팔
전력연구원

A Study on the data link between SCADA and DAS

Sang-Chen Ko* · Yong-Pal Kim
Korea Electric Power Research Institute (KEPRI)

Abstract - Today it is hard to imagine the operation of power network and its facilities without the control systems such as EMS/SCADA/DAS. In KEPCO, data links to the upper layer of control system (SCADA) is required to launched DAS project lately, in terms of the needs of saving cost for the data gathering facilities (RTU) in the substation that previously equipped SCADA RTU. In this paper we researched the circumstance of the KEPCO SCADA systems for data link and present the scheme of the data link between DAS and SCADA.

1. 서 론

한전의 전력계통은 발전-송·변전-배전 등의 물리적인 계층구조로 구분하고 있으며, 각각에 대해 EMS, SCADA, DAS 시스템을 이용하여 전력계통을 운영중에 있다. 그리고 송·변전계통에 대한 원방감시·제어를 수행하는 SCADA시스템과 배전계통을 운영하는 배전자동화시스템(DAS)은 계통운영을 위해 필요한 변전설비에 대한 각 시스템의 운영에 필요한 CB동작정보, 개폐기의 동작정보 등의 정보취득을 위해 변전소에 별도의 설비를 설치하여 운영중이다. 그러나 SCADA와 배전자동화시스템(DAS)간을 연계하여 필요한 공유정보를 취득한다면 배전자동화시스템은 변전소에 별도의 설비를 설치하지 않고도 필요한 정보를 취득할 수 있고 그에 따른 예산의 절감을 실현할 수 있을 것으로 기대된다.

따라서 본 논문에서는 SCADA-DAS간의 데이터 자료 연계를 위하여 SCADA시스템의 운용체계, 경제성, 지리적인 여건을 감안하여 연계점을 선정하였고, SCADA 시스템으로부터 제공받을 수 있는 정보에 대하여 제시하였으며 SCADA 시스템과의 데이터링크를 위한 통신프로토콜에 관하여 논의하였다.

2. SCADA 시스템

2.1 SCADA시스템의 운용체계

송·변전설비에 대한 원방감시·제어를 수행하는 SCADA 시스템은 1981년 4월 서울전력관리처에 최초로 설치되어 현재 전국적인 규모로 발전하였으며 변전소의 무인화운영에 크게 기여하고 있다.

송·변전 자동화시스템인 SCADA시스템의 운영체계는 지역급전소 제어시스템, 지역급전분소 제어시스템, 변전소 원격소장치(RTU : Remote Terminal Unit)로 구분할 수 있다. 현재 지역급전소 제어시스템은 서울 전력관리처의 9개소, 지역급전분소 제어시스템은 의정부 전력소의 30개소, 변전소 원격소장치는 세종로변전소의 400여개가 설치운영중이며 지역급전소(RCC)의 제어시스템을 통하여 관내 급전분소에 설치된 제어시스템 및 유인변전소에 설치된 원격소장치로부터 취득된 데이터의

처리를 담당하고, 지역급전분소(SCC)에 설치된 제어시스템을 통하여 지역급전소 제어시스템의 부하분담 및 관내 무인변전소에 설치된 원격소장치(RTU)를 감시·제어한다.

SCADA 시스템은 송·변전설비의 복잡화·대형화에 의한 요구사항의 증가를 만족시켜주고, 개방형시스템간의 분산처리구조를 수행할 수 있는 제어시스템으로 확장되고 교체되어 가는 추세이다. 미국의 HARRIS사에서 개발한 제품으로 지역급전소 제어시스템인 제천전력관리처의 M-7500 과 광주전력관리처에 설치된 M-9200 등의 제어시스템은 동회사 제품으로 Unix AIX Operating System 의 채택으로 타기종과 Interface 및 유지보수, 운용이 용이하고 무제한 확장이 가능한 Distributed Network SCADA Architecture를 가진 XA/21 시스템으로 교체될 예정이며 전력소에 설치된 Remote Console 및 TADCOM-5000 (금성산전 개발)의 지역급전분소 제어시스템도 TADCOM-X (LG산전 개발), KEMAS-7000(광명제어 개발) 시스템으로 교체되어가고 있는 추세이다.[1]

2.2 제어소간 데이터링크를 위한 프로토콜

SCADA 시스템은 원격소장치로부터 취득된 데이터를 지역급전소 제어시스템과 급전분소 제어시스템간에 데이터 전송회선과 통신제어장치를 이용하여 송·수신하기 위한 통신프로토콜로 제어소간의 기종에 따라 RTU 전용프로토콜인 HARRIS프로토콜 및 HDLC 통신프로토콜을 통하여 전송한다.

2.1.1 HARRIS 프로토콜

제어소(Control Center)간 데이터 송·수신을 위한 HARRIS 프로토콜은 기존 HARRIS사의 SCADA 제어시스템에서 데이터링크를 위한 통신포트를 지원할 수 있는 기능확보가 어려웠던 환경으로 인해 구성에는 용이하나 Polling 방식의 데이터링크기능에는 미흡한 RTU 전용프로토콜을 지역급전소 제어시스템과 지역급전분소 제어시스템간에 사용한 것이다. 운용개념은 지역급전분소 제어시스템을 원격소장치(RTU)의 논리적 집합체로 보고 지역급전소 제어시스템에서는 RTU의 통신채널을 이용하여 데이터 링크하는 개념으로 RTU 포트구성 포맷을 따르며 그에 따른 전송용량의 제한, Response Time이 느린 문제점이 있다. 현재 M-7500 과 M-9200 등의 지역급전소 제어시스템이나, TADCOM-5000의 급전분소 제어시스템과 데이터링크를 수행하는 제어시스템간의 통신 프로토콜로 사용되고 있다. HARRIS 프로토콜로 마스터와의 통신은 마스터 측에서의 명령이 있을 때만 이루어지며 단위정보 전송바이트의 구성은 1 start bit, 7 data bit, odd parity, 1 stop bit로 구성된 비동기(Asynchronous)이다.[2] 제어시스템간의 명령데이터, 응답데이터의 프레임구조는 아래 그림. 1,2와 같고 다양한 명령코드에 의해 원하는 기능을 수행하며 응답데이터의 형식이 정해진다.

| | | | | | |
|--------|------|---------|-----|---------|-----|
| RTU 주소 | 명령코드 | 확장문자 #1 | ... | 확장문자 #1 | LRC |
|--------|------|---------|-----|---------|-----|

그림. 1 Master to RTU(명령프레임 형식)

| | | |
|--------|-------|-----|
| RTU 주소 | 응답데이터 | LRC |
|--------|-------|-----|

그림. 2 RTU to Master(응답프레임 형식)

2.1.2 HDLC 프로토콜

기존의 HARRIS 프로토콜을 사용하는 SCADA 제어 시스템은 일정한 길이의 데이터비트 전·후에 start bit 와 stop bit를 첨가해서 보내는 비동기방식을 사용하므로 데이터 전송속도가 느리고 또한 제어시스템간 데이터 링크시 RTU 포트구성 포맷을 따르는데 따른 전송용량의 제한을 가져왔다. 따라서 지역급전소 제어시스템인 XA/21 과 지역급전분소 제어시스템인 TADCOM-X, KEMAS-7000 시스템간에서는 데이터링크기능이 우수한 X.25/HDLC 통신프로토콜을 이용한 데이터 전송을 수행하고 있다.

X.25/HDLC 통신프로토콜은 SCADA 지역급전소 제어시스템인 XA/21시스템과 지역급전분소 제어시스템간의 원방감시·제어 및 계측정보를 주기적으로 양방향 송·수신하여 전력계통의 데이터 자료연계를 수행하며 지역급전소 제어시스템을 Master로 지역급전분소 제어시스템을 Slave로 할 수 있는 관계를 갖고 있다. [3] 지역급전소 제어시스템과 지역급전분소 제어시스템간의 데이터링크용 에뮬레이터는 KDN-HDLC 모델을 사용하고 있으며 세부적인 소프트웨어 Module 구조와 데이터 처리, 통신처리에 대한 내용은 설명서에 포함되어 있다. HDLC 프레임구조는 그림. 3에 나타냈으며 제어영역에 의해 송·수신에 대한 순서제어, 링크의 감시제어 및 수신확인기능을 하며, 정보영역은 명령코드에 따라 원하는 데이터를 전송하기 위한 다양한 데이터포맷을 수용하며, 프레임검사순서는 에러검출용 다항식을 사용하여 에러검출을 수행한다. [4]

| 플래그 (F) | 주소영역 (A) | 제어영역 (C) | 정보영역 (I) | 프레임 검사순서 (FCS) | 플래그 (F) |
|----------|----------|----------|----------|----------------|----------|
| 01111110 | 8비트 | 8비트 | 임의의비트 | 16비트 | 01111110 |

그림. 3 HDLC 프레임 구성

3. 배전자동화시스템

국내 배전자동화시스템은 경기지사서 미국 WHSA EMETCON시스템을 구매하여 배전선반송(PLC)방식에 의한 관내 4개 D/L에 대한 개폐기 원격 감시·제어로 시작해서 서울지역본부의 SCADA시스템을 이용한 지중 개폐기 원격제어, 강동지점에 설치된 국산 배전자동화시스템인 KODAS설비, 여의도의 CATV 전송로를 전송망으로 이용한 시스템에 이르기까지 많은 연구가 수행되었다. 그리고 현재 무선망, 광케이블 등의 다양한 미디어를 이용한 배전자동화시스템의 개발연구가 수행 중에 있으며 가까운 장래에 전국적으로 배전자동화시스템의 설치가 이루어질 것으로 보인다.

현재 국산 배전자동화시스템인 강동지점의 KODAS시스템은 배전계통에 대한 운전예 필요한 변전소 인출CB에 대한 정보를 얻기 위해 별도의 설비를 설치하여 데이터를 취득하고 있는 실정이다.

4. SCADA-DAS 연계방안

SCADA-DAS간의 데이터 자료연계를 위하여 계층간 기능분담에 따른 업무한계, 운용체계, 경제성, 지리적인 여건 등의 종합적인 사항을 고려하여 연계점, 선정하여야 하며 두시스템간의 필요한 데이터의 취득형태, 데이터링크를 위한 통신프로토콜에 관한 정립이 이루어져야 할 것이다. [5]

4.1 SCADA 제어소를 통한 데이터 자료연계

한전의 SCADA시스템은 유·무인 변전소의 형태에 따라 다른 경로의 데이터흐름을 갖고 있으며 업무한계에 따라 차이가 있다. 즉 유인변전소의 원격소장치에서 취득되는 데이터는 지역급전소 제어시스템에 연결되어 데이터의 처리 후 사령원에 의한 조작지시가 이루어지며, 무인변전소의 변전설비에 대한 데이터는 원격소장치에 의해 취득되어 지역급전소 제어시스템에 의한 1차 데이터처리를 수행후 지역급전소 제어시스템과 지역급전분소 제어시스템간의 데이터 자료연계에 의해 지역급전소 제어시스템에 전송되어 데이터의 처리가 이루어진다. 위와 같은 유·무인변전소에 대한 SCADA 시스템의 운영체계와 업무한계, 경제성을 검토한 결과 SCADA-DAS간의 데이터 자료연계는 유인변전소에 대한 정보의 취득은 SCADA의 지역급전소 제어시스템과 배전자동화시스템(DAS)의 통신처리장치를 통하여 연결하고, 무인변전소에 대한 정보의 취득은 SCADA의 지역급전분소 제어시스템과 배전자동화시스템(DAS)의 통신처리장치를 통하여 취득하는 방법이 바람직할 것이다. 위에 내용에 언급한 SCADA-DAS의 데이터 자료연계를 위한 개념을 그림. 4에 나타내었다.

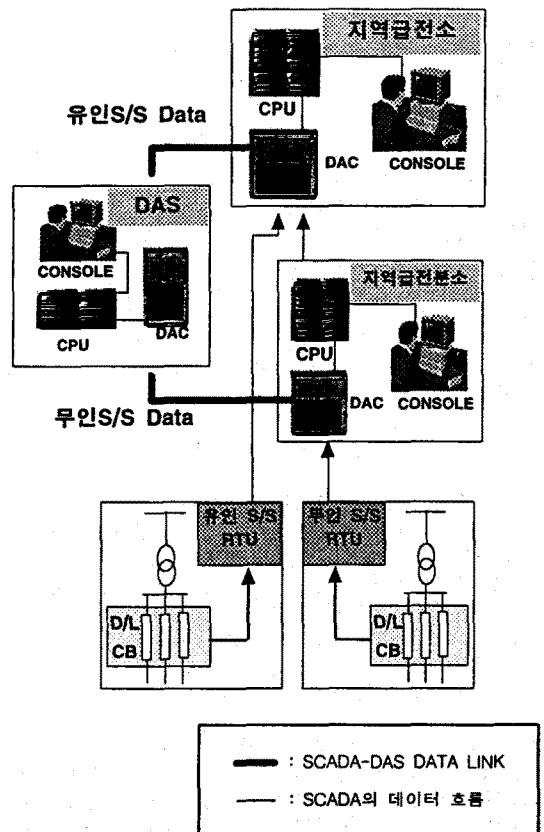


그림.4 SCADA-DAS간의 데이터 자료연계 개념

4.2 연계 데이터

한전의 배전자동화시스템은 배전선로의 효율적인 운영을 위하여 배전계통에 관련되는 상위계통의 변전설비에 관련한 정보를 필요로 한다. 현재 강동지점에 설치된 배전자동화시스템은 변전소의 CB 동작정보를 얻기 위해 별도의 CB용 FRU를 설치하여 운영중에 있다. 그러나 SCADA-DAS간의 데이터 자료연계를 통해 배전자동화시스템은 변전설비에 대한 데이터를 취득할 수 있을 것으로 기대되며 SCADA로부터 취득 가능한 데이터를 살펴보면 표. 1과 같다.

아래 표에 보듯이 배전자동화시스템이 SCADA로부터 취득할 수 없는 정보는 3상전류·전압, 고장표시기(Fault Indicator)정보 등에 불과하다 그러나 3상전류를 취득하지 못하고 단상전류만을 취득할 경우 각각의 전류 불평형을 알지 못하는 단점은 있으나 이것은 배전자동화시스템의 운전에 큰 문제가 되지 않을 것으로 보이며, 변전소에 가까운 자동화개폐기의 3상전류 정보는 배전자동화시스템이 쉽게 취득할 수 있으므로 이 문제는 해결될 것으로 보인다. 또한 변전소 인출CB의 고장표시기(Fault Indicator)의 동작정보를 얻지 못하는 문제는 YES-NO 알고리즘에서는 문제가 될 수 있으나 만약 순송방식을 채택한다면 문제가 되지 않을 것이며 굳이 YES-NO 알고리즘을 채택하고자 할 경우에도 변전소 CB ON/OFF 상태정보와 배전선로에 설치되어 있는 자동화개폐기의 Fault Indicator의 동작정보를 조합하여 분석하면 고장구간을 찾을 수 있을 것이다. 따라서 배전자동화시스템은 변전설비에 대한 정보를 별도의 설비를 설치하지 않고 SCADA와의 데이터 자료연계를 통해 충분히 얻을 수 있을 것으로 보인다.[6]

표. 1 SCADA-배전자동화시스템간 연계데이터 분석

| 구분 | DAS시스템에서 필요한 변전소 요구정보 | SCADA에서 제공 가능한 연계정보 |
|-----------|---|---|
| 정보취득 필수정보 | <ul style="list-style-type: none"> • 22.9KV 종합CB ON/OFF 상태 • 변전소 인출CB ON/OFF 상태 • 인출CB 고장표시동작여부 • 22.9KV 종합CB 3상전류 • 22.9KV 모선 3상전압 • 43RC 상태정보 | <ul style="list-style-type: none"> • 22.9KV 종합CB ON/OFF 상태 • 변전소 인출CB ON/OFF 상태 • 별도의 고장표시기 부가 필요 • 22.9KV 종합CB 단상전류 • 22.9KV 모선 단상전압 • 43RC 상태정보 |
| 유용한 정보 | <ul style="list-style-type: none"> • 변전소 단선결선도 • 계전기 동작정보 | <ul style="list-style-type: none"> • 변전소 단선결선도 • 계전기 동작정보 |

4.3 통신프로토콜

한전의 SCADA 시스템의 지역급전소 제어시스템과 지역급전본소 제어시스템간의 데이터자료연계는 앞에서 보았듯이 기종에 따라 HARRIS 프로토콜 및 HDLC 통신프로토콜에 의해 데이터를 전송한다. 따라서 SCADA-DAS간의 데이터 자료연계는 HDLC 통신프로토콜을 이용하는 방법에 의해 통신하는 방안이 바람직할 것이다. 그러나 현재 SCADA 지역급전본소 제어시스템인 TADCOM-5000 시스템은 HDLC 통신프로토콜을 지원하기에 미흡한 환경이고 점차 교체되어 가는 추세에 있으므로 SCADA-DAS간의 데이터 자료연계를 위하여 우선은 HARRIS 프로토콜과 HDLC 통신프로토콜을 병행해서 데이터 자료연계를 수행해야 할 것이다. 그리고 여기서 제안한 자료연계를 수행하기 위해서 SCADA에서는 별도의 통신프로세서 부가할 필요없이 배전자동화시스템에서 SCADA와 데이터 자료연계를 위한 HARRIS프로토콜 및 HDLC 통신프로토콜을 지원할 수 있는 통신소프트웨어의 도입이 필요하며 배전자동화

시스템의 Communication Controller에 프로토콜 변환장치를 설치하면 시스템간 통신프로토콜의 변환, 코드 변환, 정보전송 증계기능을 수행할 수 있을 것이다.

3. 결 론

한전·전력계통의 효율적인 운영을 위한 EMS, SCADA, DAS 등의 제어시스템은 발전-송·변전-배전계통을 운영하기 위하여 각기 독립적으로 설치, 운영하고 있으나 전력계통운영에 있어서 서로 밀접한 관련성을 갖고 있다. 따라서 각각의 제어시스템은 데이터 자료연계를 통해서 전력계통운영에 필요한 정보를 얻을 수 있으므로 전력계통의 조작에 대한 신뢰성과 운영효율을 증대시킬수 있을 것이다.

본 논문에서는 SCADA-DAS 시스템간의 데이터 자료연계방안을 제시함으로써 배전계통운영에 필요한 정보를 취득할 수 있었고 배전자동화시스템에서 별도의 기기를 설치하지 않음으로서 예산절감 효과를 기대할 수 있었다. 앞으로 배전자동화시스템은 GIS, 경영정보시스템 등과 자료연계하는 방안도 검토되어야 할 것이다.

(참 고 문 헌)

- [1] "송변전 자동화를 위한 중앙제어장치 및 소프트웨어 개발 연구 중간보고서", 한전기술연구원, 1994
- [2] "전력설비 종합자동화 기본계획수립을 위한 연구", 한국전력공사 전자통신처, 1989
- [3] "한전정보네트웍(주) 구매시방서", 한전정보네트웍주식회사, 1997
- [4] 成勝喜·李仁行, "데이터통신과 프로토콜", 흥통과학출판사, 1993
- [5] "대용량 RTU 사용설명서", 한전정보네트웍주식회사, 1996
- [6] "신배전자동화시스템 개발연구 1/4분기 보고서", 전력연구원, 1998