

한국전력 스카다 시스템의 네트워크 구조에 대한 연구

여운중*
한양대학교 전자공학전공*

A Study on the Network Architecture for KEPCO SCADA Systems

Ryo, Woon Jong*
Graduate School of Industry Hanyang University*

요 약 한국전력의 전력을 생산, 수송, 공급하는 3가지 업무분야 중 수송부분을 관리하는 서울전력관리처에 SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) System 이 1980년 초 도입된 후 중앙급전소, 지역급전소, 변전소 업무를 EMS, SCADA, RTU 컴퓨터 설비 3 계층의 1:N 식 방사상 형태로 구성하여 HARRIS 6000, BSC, HDLC, L&N, 도시바 등 5 개 Protocol 로 1200 bps 와 9600 bps 로 Data Link 를 이용하여 왔다. 본 연구는 OSI표준네트워크패킷흐름을 도시하여 DataLink와 Network Layer 를 분석하고, 네트워크 3 계층을 사용하는 X.25 고속 통신망으로 구성된 한국전력 SCADA 네트워크 모델을 제시하였으며, 통신망을 시험 평가하였다. 현재의 스카다 통신구조를 개선한 미래 스카다 통신구조를 제시하고, SCADA DB 구조를 정의하고, 스카다 기능 구조에 원격 SCADA 게이트웨이 개념을 도입 표준 통신프로토콜을 적용 하였다. 따라서 데이터 전송시간 제약완화, 타지역 타 설비에서의 감시 및 제어의 다중화 및 통신 개방성을 확보 하도록 하였다.

주제어 : 한국전력, 스카다시스템, 네트워크구조, 제어 다중화

Abstract SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) System was first introduced to the Seoul Electricity Authority, which manages the transportation part among the three business fields that produce, transport and supply electric power in Korea. Has been using the data link with 1200 bps and 9600 bps in 5 protocols such as HARRIS 6000, BSC, HDLC, L & N and Toshiba by configuring 3 layers of EMS, SCADA and RTU computer equipments in 1: N radial form. This paper presents the OSI standard network packet flow, analyzing DataLink and Network Layer, and presents a KEPCO SCADA network model composed of X.25 high - speed communication network using 3 layers of network. We proposed a future SCADA communication structure that improved the current SCADA communication structure, defined the SCADA DB structure, introduced the concept of the remote SCADA gateway to the SCADA functional structure, applied the standard communication protocol, Multiplexing of surveillance and control in other local facilities and ensuring communication openness

Key Words : KEPCO, SCADA System, Network Structure, Control Multilayered

* 본 논문은 여운중의 석사 논문을 재 구성한 것임

Received 21 April 2017, Revised 29 May 2017

Accepted 20 June 2017

Corresponding Author: Teresa Oh(Cheongju University)

Email: ryowj@daum.net

ISSN: 2466-1139

© Industrial Promotion Institute. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

한국전력공사는 전력을 생산, 수송, 공급하는 임무를 맡고 있다. 생산은 전국 발전소에서, 수송은 각 전력관리처 및 전력소에서, 공급은 각 지사 및 지점에서 맡아 시행하고 있다. 이 임무를 수행하기 위한 자동화 설비를 각각 급전자동화설비, 스카다 시스템, 배전자동화 시스템이라 부른다.

2. 한전 스카다역사

1970 년 후반에 들어 경제규모가 비대해지면서, 급증하는 전력수요를 감당하기 위해 복잡다양한 송변전설비들이 도심지에 밀집되었으며, 이의 운용에 많은 애로를 느끼고 있었다.

그리하여 이의 개선책으로 1978 년 7 월 전자설비를 이용한 변전소집중원방감시시스템(SCADA ; Supervisory Control And Data Acquisition) 시설 기본계획을 수립하였으며, 그해 12 월 미국 Harris 사와 기술제휴한 금성통신과 계약을 체결 하여 본격 추진하게 되었다.

1980년 서울전력관리본부에서 시운전을 실시하고 1981 년 2 월부터는정상 가동하기 시작하였다. 이에 앞서 1980 년 1 월 서울전력관리본부에 제어과를 발족시켜 시스템을 운영하도록 하였다. 이 시스템의 총 투자액은 14 억 7 천 만원이었다.

SCADA 시스템의 기본기능은 변전소 구내의 전력설비 현 황을 실시간으로 센터의 배전사령원에게 전달하고, 센터에서 이 원격조작을 변전소 전력설비에 오차없이 전달하는 것이다. 또한 부가적으로 출입자 감시, 화재경보 등 건물 방호방재의 기능을 수행할 수 있다.

1983 년과 1985 년사이에 부산 및 영등포 지역의 SCADA 시스템이 시설되면서 계속 전국적으로 확산되어 1987 년에 는 4 개 전력관리처와 1 개 지사에 시스템이 설치되었고, 1997 년 3 월 현재 9 개 전력관리처와 1 개 지사, 43 개 전력소, 382 개 변전소가 이 시스템에 수용되었다.

SCADA 시스템은 그 기능상 무인화가 가능하도록 되어 있다. 그래서 완전무인화를 목표로 하였으나 초기부터 완전 무인화를 하기에는 각종 전력기기들의 신뢰성이

미흡하여 시운전 기간을 거쳐 운전원을 감축하였다. 그러나 한 사람 만이 근무하게 되면 근무자의 신변에 이상이 발생될 때와 대형설비사고가 발생할 때 등 문제점이 노출되어 근무인원 의 감축은 보류되었었다.

SCADA 주장치 컴퓨터의 도입기종으로는 1981 년 미국HARRIS 사의 M-7500 시스템, 1922 년 M-9200 시스템, 1995 년 XA/21 시스템이다.

1989 년 부터는 동시다발적인 사고등 긴급사태가 발생했을 때 그 처리능력 향상을 위해, 지역제어소의 업무를 분할하고 그 기능을 분담할 전력소 단위의 급전분소용 SUB-SCADA 주장치 (TADCOM-5000, TADCOM-X, KEMAS-7000)를 시설하기 시작하여 1977 년 3 월 현재 43 개 전력소에 19 개 시스템을 설치하였으며, 전국 382 개 변전소중 197 개 무인변전소를소규모 제어소에 직접 수용, 운영중에 있고, 2000 년대 까지 계속 확대 시설할 예정이다.

또한 관련된 전력설비의 보강과 아울러 점진적으로 스카다시스템을 통한 원방조작을 정착시킴과 동시에 인공지능 (Artificial Intelligence)을 이용한 전문가 시스템 추정, 안정적 분석, 사고예방에 대한 연구가 진행되어진다. 그리고 최적조류제어 등의 각 종 응용프로그램의 적용과 EMS, ADS 를 연계한 전력설비 종합자동화 시스템 구축에 관한 연구를 추진중에 있다.따라서 멀지 않아 전 변전소 100% 완전 무인운전도 실현 될 것으로 전망하고 있다.

3. 스카다 4 계층 구조 및 기능

전력계통운영은 본사 중앙급전소(NCC;National Control Center), 각 전력관리처의 지역급전소(RCC;Regional Control Center), 각 전력소의 급전분소(SCC;Sub Control Center), 변전소(S/S;SubStation) 4 계층으로 이루어져 있으며, 각 운용설비로는 EMS, SCADA, SUB-SCADA, RTU, 배전 설비 개폐기가 있다.

중앙급전소에서는 전력수급조절, 전력계통운용상태 파악, 총괄업무, 기간계통의 진압, 주파수, 무효전력제어, 기간계 통의 구성결정, 수용예상, 경제발전계획, 전력설비와 작업정 지계획, 사고 미연방지대책과 사고시의 신속 복구를 담당한다. 지역급전소에서는 관내 345KV, 154KV

송변전 전력계통의 감시, 운용상태과악, 변전소 총괄, 평상시 계통지령, 사고시 복구조작지령, 지방계통구성의 결정, 관내설비의 작업정지 계획, 급진기록통계등을 담당한다. 급전분소에서는 154KV 이하 전력계통감시, 제어, 사고시 복구 및 무인변전소 운용을 담당한다. 변전소에서는 변전소내 설비 운용, 감시 조작 및 전압 전류등 측정 기록, 고장복구 및 보수작업 등을 담당한다.

<Table 1> SCADA 설비 현실치상태 집계표

처별	전력소별	변전소별 유인(무인)	합계
서울	4(3)	23(32)	55
남서울	2 (2)	20/14	34
수원	4 (3)	23/22	45
대전	7 (4)	30/17	47
제천	7 (1)	10/26	36
광주	3 (2)	23/16	39
대구	8 (2)	26/23	49
창원	3 (3)	19/12	31
부산	4 (3)	9/25	34
제주	1 (0)	3/9	12
합계	43 (19)	186/196	382

4. SCADA 시스템 주요 기능

SCADA 시스템 주요 기능은 전력설비 감시, 제어, 측정, 계산등 크게 4 가지로 나눌 수 있다.

감시기능에는 전력설비(차단기, LS, DS, EDS, 리레이, 스위치 등), 건물내 및 지중전력구 화재감지설비(화재 감지기 센서, 하론설비), 출입자 감시설비(정문, 도아, 창문, 울타리 등)등 현재 설비상태 및 동작 변동 사항 등이 있다.

제어기능에는 감시설비중 원격제어가 필요한 설비(차단기, LS, DS, 화재감지 및 방지설비, 출입자감시설비등)의 ON/OFF 조작, 변압기 TAP 조정, 유.무효전력제어(STACON, SHUNT REACTER 설비조작) 등이 있다.

측정기능에는 345KV, 154KV, 22.9KV 등 송전선로, 변압기, 배전선로의 전압(KV) 전류(A), 유효전력(MW), 무효전력 (MVAR), 변압기 TAP 위치, 변압기 온도 (TEMP) 등이 있다.

계산기능에는 송전선로, 변압기, 배전선로의 설비용량대 현재부하를 나타내는 현재 부하률(%), 전류값, 역률, 일일 최대부하, 평균부하, 설비별, 변전소별 합계 등이 있다.

SCADA 설비 현재 설치 상태는 본사 중앙급전소의 EMS SCADA 를 중심으로 1:N 방식, 방사상 망구조로,

4 계층을 연계하여 운용중이다. 설치수량은 본사의 EMS SCADA 1 대를 중심으로, 10 개 전력관리처의 SCADA System 과 관리처 관내 43 개 전력소중 19 개소에 SUB-SCADA System 을 설치완료 하였고, 앞으로 계속하여 설치할 계획이다. 43 개 전력소 SUB-SCADA 에 196 개의 무인변전소 (RTU : 무인화율 50 %)가 연결 운전중이며 장차 186 개의 유인변전소 포함 총 382 개의 유무인변전소를 연결할 예정이다.

SCADA 설치 상태는 표1과 같이 10 개 전력관리처관내43 개 전력소중 19 개소에 설치 완료하였고, 앞으로 계속하여 설치할 계획이다. 43 개 전력소 SUB-SCADA 에 196 개의 무인변전소가 연결 운전중이며 장차 186 개의 유인변전소 포함 총 382 개의 유무인변전소를 연결 운전할 예정이다. 컴퓨터간 통신방식은 표 2과 같이 Harris 6000 프로토콜(1981 년 SCADA: 미국), L&N 프로토콜 (1979년 EMSSCADA: 미국), 도시바 프로토콜 (1984년 EMS SCADA:일본), BSC방식 (1981SCADA), HDLC방식 (1995 년SCADA)등 5 가지가 있으며, 데이터 전송속도는 1200bps 와 9600bps 가 쓰이고 있다. 전송로는 통신 케이블, 전력선 반송, 광케이블로 Half Duplex, Full Duplex 방식이 사용되고 있다.

SCADA 주장치와 RTU 장치간 Scam Time 은 상태 감시 (Status)는 2 초, 제어(Control)는 1 초이내, 측정 (Analog)은 10초이다.

<Table 2> 컴퓨터간 통신방식 및 전송속도

컴퓨터간연결구간	통신방식	전송속도
SCADA-RTU 구간	HARRIS 6000 프로토콜	1220 BPS
SCADA-EMS 구간	BSC 프로토콜, HDLC 프로토콜	9600 BPS
SCADA-SUB SCADA 구간	HARRIS 6000 프로토콜	9600 BPS
SUB SCADA-RTU 구간	HARRIS 6000 프로토콜	1200 BPS
EMS - EMS RTU 구간	L&N 프로토콜도시바 프로토콜	1200 BPS

통신선로 및 통신하드웨어의 속도는 관리대상 포인트 및 그룹 수를 제한하여 대상 포인트가 증가하면 연결은 전면 적인 수정이 필요하게 된다. 이런 관리대상 포인트의 제약은 현재 여러 곳에서 발생하는 경향이 있으며 그 예로 근래에 구축된 수원과 신인천의 경우를 고려해 본다. 수원과 신인천사이에는 9600bps 의 통신선로상에서

HDLC 로 Poll/Select 방식에 의해 구동된다. Poll/Select 방식이란 마스터와 슬레이브가 지정되어 마스터가 모든 통신을 시작 한다. Poll/Select 방식에서 마스터와 슬레이브관계를 도식한다. Poll 은 마스터가 명령을 내리고 슬레이브로부터 응답을 기다리는 방식으로 슬레이브로부터 정보를 가져올 때 사용되며, Select 란 마스터가 명령을 내리고 슬레이브로부터는 아무런 응답을 요구하지 않는 방식으로 마스터로부터 정보를 슬레이브로 보낼 때 사용된다.

표 3 은 현재 정의된 감시 및 제어의 종류별로 스캔주기와 정의된 그룹 수 및 정보의 크기(바이트 수)를 나타내고 현재 통신선로를 고려한 통신시간을 나타낸다.

<Table 3> Poll/Select 방식

NO	명령어	스캔주기	그룹수	크기	비고
1	Status Dump	300 초	14	257	
2	Status Change Check	2 초	14	5 1016 1684	최저 중간 최고
3	Control	선택시(∞)	8	4	
4	Analog Dump	10 초	4	1284	
5	Accumulat or Dump	∞	0	502	
6	Time sync	변화 시	-	7	

* 수원 SCADA - 신인천 Sub SCADA 간 HDLC Data 평균 전송시간/초 =

$$\sum (크기)_{i} \times (그룹수)_{i} (스캔주기)_{i} \text{ 통신속도}$$

$$8258 \times 14 + 5 \times 14 + 1284 \times 4 = 300 \quad 210$$

$$96008$$

$$12.04 + 35 + 513.6 = 1200 = 0.467 \text{ 초}$$

70% 통신선로 효율을 계산하면 0.467 초는 약 67%의 통신폭을 차지하여 스캐닝 주기를 단축하거나 스캐닝 그룹을 증가시키려면 통신선로 속도에 제한 받게 되어 짧은 미래에 이 문제에 봉착될 것이다.

5. 문제점 해결방안

컴퓨터, 소프트웨어 및 통신기술의 발전으로 인해 과거 억제되어 왔던 정보에 대한 욕구는 폭발적으로 증가하고 있다. 이러한 폭발적인 정보에 대한 욕구는 지역적

제약을 넘어서게 되고 SCADA 시스템간에 다양한 연결 및 통신이 필요하게 된다.

과거 사용되어온 계층적 구조의 연결은 시스템간을 Point-to-Point 방식과 특화된 통신소프트웨어에 의해 해결하여 왔으나, 늘어나는 정보에 대한 욕구를 만족하지 못하고 있으며, 미래 증가하는 정보요구에 대해서는 이내 한계에 도달하게 된다.

본 논문은 이러한 문제를 해결하기 위해서 다양한 연결을 유연하게 구현할 수 있는 컴퓨터 네트워킹방법을 연구 하며 감시 및 제어를 위해 SCADA 시스템간의 통신의 기본 아키텍처 및 명령 체계를 정의하도록 한다.

5.1 네트워크 모델

네트워킹 초기에는 컴퓨터 회사마다 고유의 네트워크 프로토콜을 소유하였다. IBM 프로토콜만 하여도 무려 십수 개 에 이른다. 결국 여러 개의 컴퓨터 회사로부터 구입된 컴퓨터는 하나의 네트워크로 통일될 수 없게 되었고, 이러한 문제는 네트워크의 표준화를 불러일으키게 되었다. 이장에서는 OSI 표준 네트워크 모델에 대해 살펴 보고 및 SCADA 에 적합한 네트워크 모델을 정의하기로 한다.

5.2 OSI 표준 네트워크 모델

네트워크 모델은 다양한 프로토콜의 표준화 노력의 일환으로 국제 표준 기구 (ISO)에 의해 제정된 것으로서 ISO OSI (Open System Interconnection) 참조모델이라고 부른다. 이 모델은 기능적으로 명확히 작은 7 개의 계층을 정 의하며 계층간의 독립성을 확보하여 전체 시스템의 기능이 한 계층에 의존됨을 방지하게 된다. OSI 모델을 이용한 데이터 전송을 도식한다. 통신 프로세스는 송신하고 자 하는 데이터를 응용계층에 넘겨주면 헤더를 부쳐 하부 계층으로 점차 전달된다. 각 하부 계층은 거치는 과정에서 역시 계층별 헤더가 앞에 추가 되어 결국 물리계층을 통해 수신측의 물리계층으로 전달된다. 수신측의 각 계층은 송신측에 의해 추가된 헤더를 복사하여 상위 계층으로 Body 부분을 전달하게 되고 결국 수신프로세스에게 데이터가 전달 된다.

5.3 SCADA DB 의 정의

각 SCADA 시스템은 해당지역에 신경망과 같이 분산

된 N 개의 전력포인트를 관리한다. SCADA 시스템이 관리하는 전력포인트 집합 P 라 하면 $P = \{p_i \mid 0 \leq i < N\}$

SCADA 시스템은 전력포인트에 대해 주기적인 모니터링을 수행하여 상태(status), 아날로그치(analog)를 기록하며, 이들에 대한 제어를 실행하여 상태 및 아날로그치를 변경한다. 전력포인트의 상태 및 아날로그치를 감시하고 제어하는 함수를 $e(t, p_i)$ 라 정의한다.

전력포인트마다 주기적으로 모니터링된 상태 및 아날로그치는 SCADA DB 에 보관된다. 시간 t 에서 한 SCADA 시스템이 관리하는 모든 전력포인트에 대한 값의 집합을 S (t) 라 하면 $S(t) = \{e(t, p_i) \mid 0 \leq i < N\}$

SCADA DB 를 S 라 하면 S 는 과거부터 현재까지의 S (t) 의 집합이 되므로 $S = \{S(t) \mid -\infty < t < T\}$ 여기서 T 는 현재 시간을 나타낸다. 스카다 DB 의 구조를 나타내고 있다. 스카다 DB로 부터포인트에 대해 정의(Definition), 상태(Status) 및 아날로그(Analog)로 검색할 필요가 있을뿐만 아니라, 제어를 수행할 수 있어야 한다. 전력 포인트에는 직접 연결된 로컬 포인트(Local point)와 간접 연결된 원격 포인트(Remote Point)가 있다. 로컬포인트는 직접 연결된 스카다 시스템에 의해 관리되어지며, 원격포인트는 직접 연결된 스카다 시스템의 DB 에서 추출될 수 있다.

SCADA 네트워크로 연결된 SCADA 시스템에서 체계적인 감시 및 제어를 수행하기 위해서 Remote SCADA Gateway 에 는 다음과 같은 7 가지 함수가 정의된다:

- ① RemoteGetDefinition
- ② RemoteGetStatus
- ③ RemoteGetStateBetween
- ④ RemoteGetAnalog
- ⑤ RemoteGetAnalogBetween
- ⑥ RemoteSetStatus
- ⑦ RemoteSetAnalog.

원격 SCADA 게이트웨이 함수 정의 및 기능

① RemoteGetDefinition

한 SCADA DB 에 정의된 전력포인트 p_i 에 대한 정의를 타SCADA 시스템이 사용할 수 있도록 검색하여 송신한다.

Start Algorithm RemoteGetDefinition Given p_i
 Giving definition found Search point definition for p_i
 Return point definition found End Algorithm RemoteGetDefinition

② RemoteGetStatus

전력포인트 p_i 가 정의된 SCADA DB 로 부터 시간 t 의 상태 값을 읽어 송신한다. 전력포인트 p_i 를 정의하는 SCADA DB 는 연속적으로 상태값을 보관하므로 단순한 검색으로 해석된다.

Start Algorithm RemoteGetStatus Given p_i, t
 Giving status found Search status for p_i at t Return status found
 End Algorithm RemoteGetStatus

③ RemoteGetStateBetween

전력포인트 p_i 가 정의된 SCADA DB 로 부터 시간 t_1 과 t_2 사이의 상태 값을 읽어 송신한다. 전력포인트 p_i 를 정의하는 SCADA DB 는 연속적으로 상태값을 보관하므로 단순한 검색으로 해석된다.

Start Algorithm RemoteGetStateBetween
 Given p_i, t_1, t_2 Giving status found
 Search status for p_i between t_1 and t_2
 Return status found
 End Algorithm RemoteGetStateBetween

④ RemoteGetAnalog

전력 전력포인트 p_i 가 정의된 SCADA DB 로 부터 시간 t 의 아날로그치를 읽어 송신한다. 전력포인트 p_i 를 정의하는 SCADA DB 는 연속적으로 상태값을 보관하므로 단순한 검색으로 해석된다.

Start Algorithm RemoteGetAnalog Given p_i, t
 Giving analog found Search analog for p_i at t Return analog found
 End Algorithm RemoteGetAnalog

⑤ RemoteGetAnalogBetween

전력포인트 p_i 가 정의된 SCADA DB 로 부터 시간 t_1 과 t_2 사이의 아날로그치를 읽어 송신한다. 전력포인트 p_i 를 정의 하는 SCADA DB 는 연속적으로 상태값을 보관하므로 단순 한 검색으로 해석된다.

```

Start Algorithm RemoteGetAnalogBetween Given pi, t1, t2
Giving analog found
Search analog for pi between t1 and t2
Return analog found
End Algorithm RemoteGetAnalogBetween
    
```

⑥ RemoteSetStatus

전력포인트 pi 에 대한 현재 상태를 변화시키기 위한 원격 제어명령을 전력포인트 pi 에 대해 로컬 제어명령으로 번역 하여 현행 SCADA 어플리케이션에 전달하고, SCADA 어플리케이션은 전력포인트 Pi 에 대해 제어명령을 직접한다.

```

Start Algorithm RemoteSetStatus Given pi
Giving status resulted
Issue LocalSetStatus for pi
Return status
End Algorithm RemoteSetStatus
    
```

⑦ RemoteSetAnalog

전력포인트 pi 에 대한 현재 아나로그치를 변화시키기 위한 원격 제어명령을 전력포인트 pi 에 대해 로컬 제어명령으로 번역하여 현행 SCADA 어플리케이션에 전달 하고 SCADA 어플리케이션은 전력포인트 pi 에 대해 제어명령을 직접 수행한다. art Algorithm RemoteSetAnalog Given pi 에 대해 제어명령 Giving status resulted Issue LocalSetStatus for pi Return status End Algorithm RemoteSetAnalog 이러한 표준화된 통신프로토콜은 지속적으로 변화하고 있는 컴퓨터에 대한 투자를 보호하게 된다. 더우기 통신 프로토콜은 작은 원격단말기를 연결 하기 위한 통신 프로토콜 로 등장할 날도 그리 멀지 않다고 생각한다.

6. 결론

한국 전력의 스카다 시스템은 컴퓨터 하드웨어 및 소프트웨어의 발전에 따라 지능화 되어가고 있다. 과거 사람에게 의해 수행되던 기능들은 시스템에 의해 수행되어 무인화가 점차 실현되어 가고 있다. 컴퓨터의 다운사이징은 스카다 시스템의 다운사이징을 불러 일으켜 작은 SUB-SCADA 시스템이 작은 지역을 관장 하기 시작하

였고 이들의 국지적인 감시 및 제어를 위한 체계적 통신이 필요한바 OSI 표준 네트워크 모델인 X.25 가 바람직한 통신 프로토콜이라 하겠다.

References

- [1] 최신 MPEG 멀티미디어 통신연구회편, 정제창역, 교보문고, 1995
- [2] COMPUTER SYSTEM ARCHITECTURE, M.Morris Mano, Third Edition
- [3] 시스템 프로그래밍, John J. Donovan, 김필태 번역, 대은 출판사, 1984
- [4] Artificial Intelligence Structures And Strategies For Complex
- [5] 인공지능의 기법과 응용, 김재희, 교학사, 1988
- [6] Noise Reduction Techiques in Electronic System, Second Edition, Henry W. ott, 1987 edition
- [7] 원방감시제어시스템(SCADA)전무요원양성, 한 국전력공 사, 이원상저, 1995
- [8] TAD-5000 사령원 CONSOL 운영방법, 한전, 1994
- [9] 이기종 접속을위한 TCP/IP 프로토콜 모듈화 연구, 중앙대 정보산업대학원, 이충국 석사 논문, 1994
- [10] 전자통신, 강창인, 북두출판사, 1993
- [11] 한국전력공사정보시스템 경영진단, 앤더슨 컨설팅, 유한 회사, 1993
- [12] EXPORT SNIFFFER NMS, 교육자료-케디씨 정보통신주식 회사, 1993
- [13] 원방감시제어시스템(SCADA)전문요원양성 해외귀국보고 서, 한국전력공사, 김한웅, 1997.3
- [14] SCADA SYSTEM 고장통계 및 분석, 남서울 전력관리처, 홍충희, 1997. 1

여 운 중(Ryo, Woon Jong)



- 1981년 2월 : 한양대학교 전자공학사
- 1997년 8월 : 한양대학교 공학석사
- 2005년 11월 : 대한민국 품질명장
- 1981년 1월 ~ 2013년 9월: 한국전력공사 전력소장, 전자제어부장
- 2013년 8월 : 대한민국산업현장교수
- 관심분야 : 전자제어, 정보통신, 품질개선, 반도체재료, 반도체장비, 경영학, 회계학