

전력계통 제어 훈련용 시뮬레이터 개발

우 희곤 최 성수

양 국모 이 형일

한국전력공사 기술연구원

금성소프트웨어 (주)

Development Of SCADA Simulator For Power System Operator

Hee Gon Woo Seong Su Choi

Cug-Mo. Yang Heoyng Il, Lee

Research Center Of

GoldStar Software . Ltd.

Korea Electric Power Corp.

ABSTRACT

This paper discusses the training simulator designed to improve the skills of operators who handle the SCADA System of KEPCO.

The system is composed of the simulation subsystem and database, and implemented on the 386 based P.C. It is linked to existing SCADA system (HARRIS computer and TADCOM) to work realistically for the situation of accidents and corresponding actions.

본 논문에서는 Simulator의 한 응용으로서 SCADA 시스템에 적용하여 SCADA 시스템의 운전 요원이 실제 상황에서 운용하는 것처럼 훈련을 할 수 있도록 개발된 DTS (Dispatcher Training Simulator) 시스템에 관한 것이다.

본 논문의 본론에서는 DTS 시스템의 개발 배경 및 구성도를 통하여 DTS 시스템의 개략적인 요소를 살펴 보았으며 DTS 시스템의 설계 요건 및 구현상의 방법을 언급하였다.

DTS 시스템은 MS-C 언어 및 MACRO ASSEMBLER를 사용하여 구현되었으며, 386급 P.C에 MS DOS Version 3.3 환경하에서 구현하였다.

1. 서 론

전력계통은 전력을 생산하는 발전소로부터 소비처인 수용가에 전력을 공급하기 위하여 연결된 여러 단계의 전력설비이며 이를 운용하기 위하여 지속적인 전력공급 상태를 감시해야 하고 다수의 전력설비를 동시에 감시해야되며 수요변동에 대한 적절한 대응과 돌발사고 발생시 긴급처리 및 사고 발생의 사전예방등을 할수 있도록 하여야한다. 이러한 기능을 SCADA 시스템(원방감시제어)을 도입하여 운용을 하고있는데 시스템의 효율성을 높이기 위해서는 SIMULATION기능이 대두되고 있고 그 응용을 이용하고 있는 분야도 다양하다.

II. 본 론

2.1 DTS 시스템의 개발 배경

SCADA 시스템의 운용효율을 향상시키기 위하여 여러분야에서 개선되었지만 전력설비 돌발사고시 SCADA 시스템에서 조치를 취해야 할 사항이 단순하지 않고 오조작시 심각한 문제점이 발생하므로 운용요원의 부단한 가상훈련을 해야하며 실제 운용 및 제어 조작시의 부담감이 가중되어 이를 해소하기 위한 방법을 모색하게 되었고 실례로

선진 각국에서는 DTS 시스템을 이미 개발 운용하고 있어서 운용 효율을 극대화 하기위하여 DTS 시스템의 개발이 필요하게 되었다.

2.2 DTS 시스템의 구성

2.2.1 DTS 시스템의 하드웨어 구성

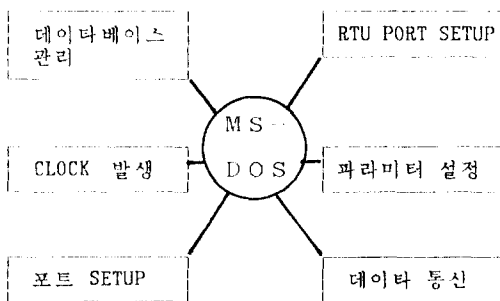
DTS시스템(Dispatcher Training Simulator)는 다음과 같은 하드웨어 환경을 갖추었다.

- . CPU : Intel 80386
- . DISK : Floppy 5.25 인치 1.44 MB
Hard 210 MB
- . Memory: 4 MB
- . 표준 한글·한자 VGA CARD 내장
- . Monitor : VGA용 Color Monitor
- . 통신 포트 : 1 Parallel-Serial
- . 8 Slots

2.2.2 DTS 시스템의 소프트웨어 구성

DTS 시스템은 크게 각 모듈에 접근할 수 있는 MAIN 모듈과 SUB 모듈로 나누어진다.

DTS 시스템의 O.S는 MS DOS VERSION 3.3이며, 그 이하 버전에서도 운용되도록 설계되었다. 다음은 소프트웨어의 BLOCK DIAGRAM이다.



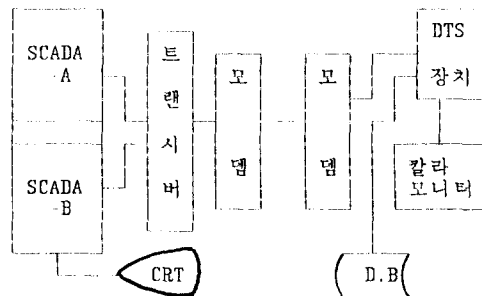
[그림 2.1] DTS 소프트웨어 구성도

데이터베이스 관리는 SCADA시스템을 시뮬레이션 하기 위해 사용할 데이터를 관리하는 모듈로서 시스템이 POWER ON되어 있으면 메인 메모리에 상주하도록 되어 있고 다른 모듈에서 데이터 FETCH 요구가 들어왔을 경우에 데이터를 제공해주는 역할을 한다. 또한 BATCH 작업시의 데이터 삽입 및 수정, 검색이 가능하도록 지원해준다. 이 모듈의 기동은 시스템이 POWER ON될때 자동으로 메인 메모리에 로딩(LOADING)되도록 AUTO EXEC.BAT에 지정을 해 놓았다.

포트SETUP 모듈은 시뮬레이션 대상 시스템의 통신프로토콜의 변화에 쉽게 대응되도록 RS 232C PORT의 프로토콜을 변경가능 하도록 해주는 모듈이다. 기본 프로토콜은 1200 BAUD RATE, 7 BITS DATA LENGTH, 1 STOP BIT, ODD PARITY이다.

파라미터 설정 모듈은 데이터 통신중에 각종 전송 AREA에 할당된 값에 대한 초기화를 해주는 모듈로서 SCADA에서 DATA ACQUISITION이 발생하였을 경우에 상호인식을 위한 조건및 통신상의 딜레이 (DEALY) TIME을 설정해 주는 기능이 가졌다.

데이터 통신 모듈은 SCADA와 DTS장치간의 데이터 통신을 하는데 있어서 데이터 SCAN PROTOCOL에의하여 이루어지며 REQUEST COMMAND에 의하여 DTS장치의 RESPONSE가 발생하면서 각종 C.B상태 또는 ANALOG DATA의 변화를 화면상에 디스플레이 해 준다.



[그림 2.2] DTS 하드웨어 구성도

2.3 DTS 설계요건

2.3.1 MAIN SYSTEM 설계요건

MAIN SYSTEM에서는 BATCH PROCESSING 과 ON-LINE PROCESSING으로 나누어서 운용할 수 있도록 구성해야 한다. BATCH MODULE 및 ON LINE MODULE을 이용하기 위한 접근 방법은 모두 MENU-DRIVEN 방식을 채택하였으며 모든 MENU는 WINDOW 개념을 도입한 PULL DOWN & POP UP방식을 이용하여 설계하였다. 화면이 변할때마다 사용자가 취하여야 할 서브메뉴(SUB-MENU)가 항상 나타나 사용자의 편의를 도모하도록 설계하였다.

2.3.2. 데이터베이스 설계요건

데이터베이스는 DBM(DATABASE MANAGER)이 항상 메인메모리에 상주하도록 하였으며 데이터베이스를 이용하고자 할 경우에 DBM (DATABASE MANAGER)가 지원을 해 주도록 설계가 되어 있다.

사용자는 데이터베이스에 입력하거나 검색, 수정 작업을 할 경우에 DBM에 대하여 모르더라도 쉽게 이용할 수 있도록 메뉴(MENU)에 의하여 간단하게 이용이 가능하도록 설계가 되었다. 데이터를 삽입을 할경우 똑같은 레코드에 대해서는 삽입할 수 없도록 설계를 하였으며 수정 모듈을 이용하여 기존의 레코드를 변경시킬수 있도록 하였다.

또한 데이터베이스에서는 화면 디스플레이 관련하여 디스플레이(DISPLAY)위치(POSITION)및 데이터 길이, 데이터 어트리뷰트(ATTRIBUTE)에 대한 정보를 데이터베이스에 관리하도록 설계가 되었으며, 데이터 적재시에 해당 디스플레이 화면의 관련 정보가 메인메모리(MAIN MEMORY)에 LOADING되도록 설계되었다.

2.3.3 파라미터 정보 SETUP 설계요건

데이터 통신을 하면서 각종 발생하는 상황변화에 대응하는 각종 파라미터의 초기화 작업을 하는 설계 요건은 다음과 같은 요건을 갖추어야 한다.

- (1) 모든 파라미터는 공통영역(COMMON AREA)에서 이용하도록 하여야한다.

- (2) 파라미터는 ONE LINE 상태에서만 유효하도록 하여야 한다.

- (3) 파라미터의 초기치 설정은 해당 운용치별로 다르게 설정할 수 있어야 한다.

2.3.4 ON-LINE 작업을 위한 데이터 LOAD 설계요건

- (1) 메모리의 COMMON AREA에 관련 정보가 데이터베이스로부터 UPLOAD되어야 한다.

- (2) UPLOAD 작업은 BATCH 모듈(MODULE)에서 MENU 선택에 의하여 간단하게 이루어 질 수 있어야 한다

- (3) 실제 운용중인 데이터는 ON-LINE이나 BATCH모듈에 관계없이 메인 모듈에 존재하여야 한다.

- (4) 실제 운용한 데이터를 데이터베이스에 보관이 가능하도록 설계가 되어야 한다.

2.3.5 RTU(REMOTE TERMINAL UNIT) 기능을 위한 설계요건

DTS시스템은 시뮬레이션 기능을 하면서 RTU 기능을 수행하도록 설계가 되었다. 따라서 RTU 기능을 갖추기 위한 다음과 같은 설계 요건을 갖추어야 한다.

- (1) 통신 프로토콜에 항상 융통성이 있어야 한다.

- (2) SCADA 시스템의 POLLING SEQUENCE의 프로토콜에 맞도록 설계를 하여야 한다.

- (3) SCADA시스템의 POLLING 주기의변화에 관계없이 RESPONSE가 가능하도록 설계하여야 한다.

- (4) SCADA시스템의 통신설비요건에 따라 대응할수 있도록 하여야 한다. 즉 MODEM이나 NULL MODEM에 관계없이 작동할수 있어야 한다.

- (5) RTU의 기본 정보는 BATCH 모듈에서 SET-UP 하도록 하여야 한다.

(6) 메시지(MESSAGE)교환 절차용 COMMAND는 다음과 같다.

- . DD : DATA DUMP
- . SCK : STATUS CHANGE CHECK
- . SCD : STATUS CHANGE DUMP
- . SD : STATUS DUMP
- . CPA : CONTROL POINT ARM
- . CPO : CONTROL POINT OPERATE
- . PFR : POWER FAIL RESET
- . PSS : PORT STATUS SCAN

※ 교환 메시지 형태 예) CPA

< 명령 >

P	1	R5	R4	R3	R2	R1	R0	원격소 주소
P	0	0	0	0	1	1	0	OP 코드
P	0	0	0	P3	P2	P1	P0	포트 주소
P	0	A5	A4	A3	A2	A1	S	포인트주소및 상태
P	0	E5	E4	E3	E2	E1	E0	LRC 문자

< 응답 >

P	1	R5	R4	R3	R2	R1	R0	원격소 주소
P	0	0	0	P3	P2	P1	P0	포트 주소
P	0	A5	A4	A3	A2	A1	S	포인트주소및 상태
P	0	E5	E4	E3	E2	E1	E0	LRC 문자

2.3.6 시뮬레이션 위한 설계요건

DTS시스템에서 SCADA 시스템의 시뮬레이션을 위하여 SCADA 시스템에서 작동되는 모니터링(MONITORING) 및 컨트롤(CONTROL) 기능을 수행할 수 있도록 구성되어야 한다. 즉, 시스템 운전원이 DTS시스템을 이용함으로써 SCADA시스템을 운영하고 있는 것처럼 보이기 위하여 SCADA 시스템에서 운용되는 화면상태나 제어기능의 방법에 있어서 동일하게 해주어야 한다.

화면을 구축하는데 있어서 전력계통용 전용 심볼(SYMBOL)들이 존재하는데 이러한 심볼(SYMBOL)을 DTS장치에서 나타내기 위해서는 심볼(SYMBOL) 폰트를 만들어야 한다.

예) 등

상기요건과 더불어 시뮬레이션을 위한 설계요건으로 다음과 같은 요건들을 만족하도록 설계하였다.

- (1) 화면의 상태표시 및 ANALOG DATA POSITION은 SCADA 시스템과 똑같이 한다.
- (2) 화면의 색깔도 SCADA 시스템과 동일하게 한다.
- (3) 화면의 상,하단에는 ALARM 및 SYSTEM STATUS LINE으로 구성해야 한다.
- (4) 여러개 화면을 PAGE별로 볼수 있도록 이동 가능하여야 한다.
- (5) 화면상 또는 SIMULATOR에서 RTU고장을 발생 할수 있도록 시스템이 구성되어야 한다.
- (6) 고장 발생시 조작 순서 운용자에 알리기 위한 화면을 구성해 주어야 한다.
- (7) 어느 시나리오에나 대응 가능토록 설계를 하였다.
- (8) SCADA에서 오조작이 발생하였을 경우 ALARM MESSAGE를 디스플레이 해주어야 한다.

2.4 DTS 구현

본절에서는 실제DTS의 구현방법을 서술하였으며, 구현상의 우선순위 및 ONE LINE DIAGRAM을 쉽게 그리기 위한 TEXT EDITOR 이용에 대하여 설명하겠다.

2.4.1 구현 방법

우선 MAIN 모듈로서 WINDOW MENU-DRIEVEN 방식에 근거한 메인모듈을 구현하는데있어서 화면 DISPLAY의 신속성을 기하기 위하여 ROM-BIOS INTERRUPT를 이용하였다. 따라서 화면에 디스플레이 되는 속도가 상당히 빨라 한 화면에서

다른 화면으로 이동시에 순식간에 바뀐다.

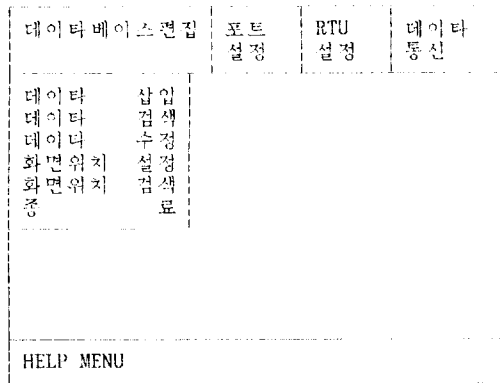
그리고 각 화면의 PULL-DOWN & POP-UP 개념을 이용 하였으므로 한 화면에 여러개의 WINDOW를 띄울수 있도록 구현하였다.

MAIN모듈에서는 시물레이션 MODULE을 운영하는 데 있어서 필요한 파라미터 및 데이터의 초기화를 해줄 수 있도록 시스템을 구현하였다.

또한 시나리오용 데이터를 운용하기 위하여 데이터 베이스에서 데이터를 읽어서 개인 메모리에 적재할 수 있도록 구현을 하였다.

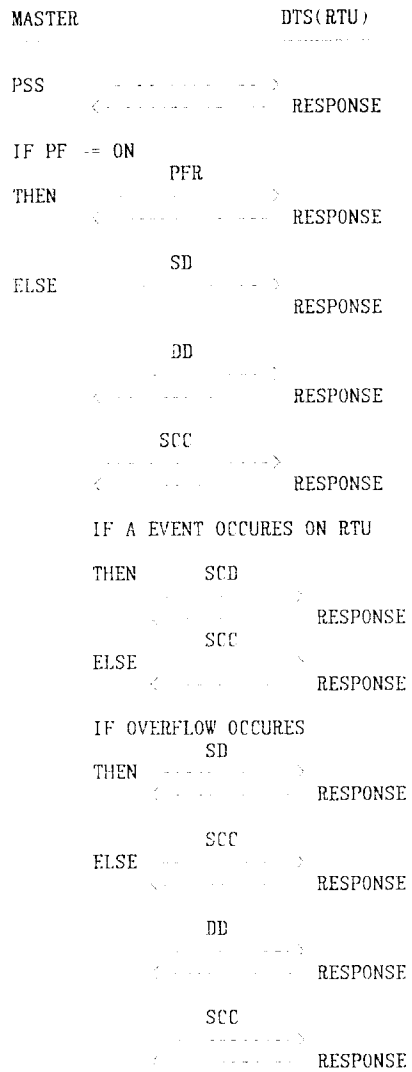
현재 메인메모리에 적재된 시나리오용 데이터의 상태 및 ANALOG DATA를 포트및포인트별 검색해 볼 수 있는 모듈도 MAIN MODULE에서 이용하도록 구성 되었으며 데이터베이스에는 여러개의 STATION 데이터가 존재하기때문에 운용하고자하는 STATION 데이터만 메모리에 LOAD 하기 위하여 운용 RTU를 선택할 수 있도록 구현되었다.

다음은 메인 모듈의 MAIN 화면이다.



데이터통신 모듈에서는 시물레이션과 RTU기능을 동시에 만족하도록 구현을 하였다. 즉 SCADA 시스템의 DATA SCAN 명령에 따라 응답을 해주어야 하고 상황에 따라서는 데이터의 변화 또는 상태의 변화를 보관해 주고 이를 SCADA CRT처럼 감시를 해주는 시물레이션 및 RTU 기능이 들어가 있다.

다음은 RTU기능으로서 SCAN SEQUENCE이다.



2.4.2 ONE-DIAGRAM EDITOR

ONE LINE DIAGRAM EDITOR는 여러개의 화면을 프로그래머가 쉽게 화면 DESIGN을 할 수 있도록 개발된 TEXT ONE SCREEN용 화면 EDITOR이다. 이 EDITOR는 화면 DESIGN을 하는데 있어 화면에서 LINE이나 특수 문자등을 그릴수 있으며 각 필드별로 ATTRIBUTE를 부여하여 색상을 자유자재로 나타낼수 있다. 또한 색상을 선택할 경우에는 색상 선택 부메뉴에서 BACKGROUND및 FOREGROUND를 지정하여 EDIT를 할 수 있도록 구현되었다.

III. 결 론

본 논문은 전력계통의 운전원 모의훈련용으로서 시스템의 효율적인 운용 및 사고 사전예방과 사고시 운전원의 신속한 조치능력의 배양을 위한 DTS 장치에 관하여 서술하였다.

본 논문에서 서술한 ONE LINE DIAGRAM EDITOR 가 DTS장치와 통합되지 않고 별개의 프로그램으로 되어 있어서 앞으로 통합의 여지가 있으나 프로그램의 사이즈(SIZES)문제가 대두 될 것으로 본다.

본 논문에서 서술한 가상 시나리오의 변화에 대한 대처 방법이 그다지 용이하지 못하여 개선의 여지가 있다. 현재는 시나리오가 변경될 경우에 다시 프로그램에서 처리하고 있지만 이를 프로그램 처리하지 않고 어떤 정형화된 TOOLKIT에 의하여 이용할 수 있도록 개선할 여지가 있다고 본다.

위의 사항을 고려하여 조금더 개선을 한다면 전력계통에서 유용한 장치로서 이용이 기대된다.

IV. 참고문헌

- [1] "원격소장치 사용자지침서", 금성통신(주)
- [2] "CRT 디스플레이 기법", 이병태, 김영해, 기전연구소
- [3] "데이터 통신 및 컴퓨터 네트워크", 변옥환, 정진욱, Ohm사
- [4] "NETWORK COMMUNICATION SUBSYSTEM [VOLUME v PART 6 SECTION v]", HARRIS CO.
- [5] "DATA COMMUNICATION TECHNIQUES AND TECHNOLOGIES", Joel Effron, Lifetime Learning Publications, 1984
- [6] "VOSDRS DEVICE HANDLERS [VOLUME v PART 6 SECTION vi]", HARRIS COPORATION
- [7] "IBM AT/XT TECHNICAL REFERENCE", IBM
- [8] "ENERGY CONTROL CENTER DATA ACQUISITION AND COMMUNICATIONS SUBSYSTEM CONTROL DIVISION, 1977
- [9] TOMAS E. DY LIACCO: AN OVERVIEW OF POWER CONTROL CENTERS ENERGY CONTROL CENTER DESIGN, IEEE TUTORIAL COURSE, PP, 5~16, 1997
- [10] D.J. GAUSHELL, W.L. FRISBIE: ANALYSIS OF ANALOG DATA DYNAMIC FOR SUPERVISORY CONTROL AND DATA ACQUISITION SYSTEM IEEE TRANSACTIONS ON POWER APPALATUS AND SYSTEM, PP, 270~ 280, 1983