

원방감시 시스템의 원리와 응용(9)

글/윤 갑 구(에이스기술단 대표/기술사)
이 두 수(한양대학교 전자공학과 교수)

목 차

- I. 서 론
- II. 사업수행과 관리
- III. 단말장치
- IV. 원격통신
- V. 중앙제어소 구성
 - 2. 마스터 스테이션 소프트웨어구성
 - 3. 최신 마스터 스테이션구성
 - 4. 컴퓨터망
- VI. 인간-기계연락장치
- VII. 진보된 SCADA개념
- VIII. 국내현황
- IX. 외국의 기술동향
- X. 결 론

V. 중앙제어소 구성

2. 마스터 스테이션 소프트웨어 구성

일반적으로 SCADA 소프트웨어 시스템은 컴퓨터 멀티테스킹 운영체제와 데이터 베이스가 협조하여 동작하는 응용 프로그램의 집합으로 구성되어 있으며, 이 응용 프로그램에 표준은 없다. 요구되는 소프트웨어 프로그램은 여러 프로세서에 분포되어 있기도 하고 하나의 프로세서에 한정되어 있기도 하다.

다음은 SCADA 시스템에서 필요한 기본 기능들을 제공하는 여러 응용프로그램 기능들의 목적과 내용을 간결하게 소개한다. 실제의 SCADA 시스템 소프트웨어 목록은 서로 다른 기능을 보이기도 한다.

다음과 같은 응용소프트웨어가 있다.

- 데이터 취득(Data Acquisition)
- 데이터 베이스
- MMI(Man Machine Interface)
- 로컬 Input/Output(I/O)
- 자동발전제어(AGC: Automatic Generation Control)
- 보고서와 계산서(Reporting and Accounting)

2.1 데이터 취득

데이터 취득은 응용 프로그램의 집합이라고 해도 과언이 아니다.

데이터 취득기능은 다음과 같은 일을 수행한다.

- 스캐닝 기능
- 연속사건
- 통신통계

각각에 대하여 설명하면 다음과 같다.

○스캐닝 기능은 각각의 RTU에 스캔계획의 필요성을 포함한다. 각각의 RTU에는 연속적으로 사용되는 여러가지의 스캔형식이 있다. 예를들어 2초로 스캔하는 경우 모든 디지털 포인트와 아날로그 포인트의 1/5을 스캔하여 매 10초후에는 모든 아날로그 포인트를 다 읽을 수 있도록 한다.

스캔 방법중 다른 기술들은 디지털과 아날로그 포인트에 대한 제외하는 스캔방법이다. 즉 데이터가

변화된 것만 되돌아온다. 연속적인 스캔은 주기적으로 정확한 데이터 값을 확인하기 위하여 수행된다.

RTU데이터가 수신될 때 데이터 취득기능은 각각의 포인트를 분석한다. 각각의 상태 포인트에 대하여 상태가 변화되었다면 경보처리 응용프로그램을 지시하여 준다. 이 프로그램은 급전원에게 경보를 알리고 다른 기능을 수행한다. 반면에 아날로그 포인트는 한계범위와 변화율을 조사한다. 그리고 필요하다면 적절한 동작을 알려준다.

정해진 계획에 의하여 펄스 누적기 데이터는 읽고 처리된다.

○ 사고기록(SOE: Sequence of Events)은 스캔계획과 협조하는 응용프로그램이다. RTU는 millisecond단위로 상태변화를 저장한다. SOE데이터는 급전원이 요구한 것을 확실하게 해준다.

○ 데이터 취득기능은 수신 데이터의 적정여부를 감시하고 통계처리하며 RTU 고장이나 데이터 수정을 위한 시작기능을 수행한다. 이러한 기능들은 급전원에게 알려주고 적절한 기능을 수행하도록 한다.

2.2 데이터베이스

SCADA시스템의 데이터베이스는 처리속도를 올리기 위하여 주문형으로 설계한다. 데이터가 호출되고 신속하게 저장되는 것이 반드시 필요하다. 데이터 베이스는 매 스캔마다 갱신(update)된다. 대표적으로 각각의 디지털 데이터 비트와 아날로그 값은 여러개의 워드가 서로서로 관련되어 하나가 된다. 이 어트리뷰트 값은 시스템을 정의하고 설계하는 동안에 미리 정해진다. 대부분의 값은 급전원에 의해 변하기도 한다. 어트리뷰트에 관련한 응용프로그램은 포인트를 조절하기 위한 명령어이다. 다음과 같은 어트리뷰트들이 있다.

- 저장된 데이터를 관련된 컬러로 표시
- 상태 감시포인트가 동작되거나 비동작상태를 표시
- 관련된 계측값의 한계(limit) 표시
- 장치의 제어성
- 포인트의 경향(trend) 표시
- 표시된 숫자의 실제값, 모의값, 계산값 구분

2.3 MMI(Man Machine Interface)

MMI 응용 소프트웨어는 급전원에게 시스템의 상태, 데이터 값들의 변화, 시스템의 구성, 전력시스템의 제어를 보여준다. MMI 소프트웨어는 전체 소프트웨어의 일부분이며 분리하기는 어렵다. 예를 들어 2.2절에서 언급한 데이터 베이스는 급전원인 포인트의 값 또는 상태를 변화시키거나 포인트의 값을 첨가하거나 삭제할 수 있게끔 “hooks”를 가지고 있어야 한다. 반면에 원방감시 기능은 급전원의 요구에 의해 스위칭 장치의 개폐에 응답한다. 그리고 나서 데이터 베이스는 이러한 동작들에 영향을 받아 변화된다. 이들 동작의 각각은 MMI로 간주할 수 있는 소프트웨어 관점을 가지고 있다.

MMI 응용소프트웨어의 다른 특징은 다음과 같다.

- 표시번호, 이름, 메뉴, poke포인트를 지정함으로써 표시시킬 수 있는 능력
- 주어진 포인트와 데이터나 어트리뷰트를 편집하기 위해 전체 데이터를 보여줄 수 있는 능력
- 화면을 만들거나 편집할 수 있는 능력
- 시스템의 포인트를 제한된 범위에서 첨가 또는 삭제할 수 있는 능력
- 팬(pan), 줌(zoom)과 같은 풀 그래픽 시스템의 표시방법을 사용할 수 있는 능력
- 시스템의 모든 프로그램을 제한하거나 수동으로 시작하거나 그것을 재계획 할 수 있는 제어능력

2.4 로컬 I/O

로컬 I/O 응용 소프트웨어는 다음과 같은 기능들을 수행하는 다중 패키지로 구성되어 있다.

- 로컬의 RTU를 스캔하고 제어를 제공한다.
- 로컬 RTU(팬, 레코드, 메터, 디지털 디스플레이)출력 제어신호를 제공한다.
- 랩보드 제어장치를 가지고 랩보드 출력제어를 제공한다.
- 직접 또는 로컬 RTU를 통하여 로컬 시간이나 주파수를 스캔한다.

2.5 자동발전제어(AGC: Automatic Generation Control)

AGC 응용 소프트웨어는 RTU들을 통해 전력계통에 제어능력을 제공한다. 많은 시스템들은 두개의

AGC 버전(pool 버전, off pool 버전)을 가지고 있다. 각각의 전력회사는 독립적으로 동작할 수 있어야 한다(off pool).

보통 AGC 패키지는 전력계통의 여러가지 시스템 모드와 운전 유닛 모드들로 제안한다.

운전 시스템 모드들은 다음과 같다.

○ 고정된 양의 전력을 계통에 병입 및 분리시킬 수 있는 Constant Met Interchange

○ 전력계통을 일정한 주파수로 유지하게끔 전력을 제어하는 Constant Frequency Mode

○ 전력이 Constant Net Interchange와 Constant Frequency로 유지하게끔 전력을 제어하는 Tie Line Bias

○ 시간과 전력누적 또는 부족을 정정하는 여러개의 Auto Correcting Mode

○ 매뉴얼 모드

운전 유닛모드들은 다음과 같다.

○ 매뉴얼 모드

○ 베이스 모드. 단 발전은 어느 레벨에 고정되어 있다.

○ 조절(regulating)모드. 발전은 유동적이다.

○ 경제 모드. 단 발전 출력은 발전의 전체비용을 최소화하기 위하여 계획되었다.

또한 AGC는 다음과 같은 지원 프로그램을 포함한다.

○ 경제급전은 경제적인 제한조건내에서 발전을 제공한다.

○ 예비력 감시는 여러개의 예비력형태를 계산한다. 즉 전력예비력, 즉 계통에서 가능한 spinning 예비력, nonspinning 예비력, regulating 예비력, total 예비력 들이다.

○ Unit commitment은 제약조건안에서 발전 사용에 대한 계획을 제공한다.

AGC는 MMI, 경보, 보고에 관해서 자신의 응용 프로그램을 가지고 있어야만 한다. 특별히 NERC(North American Electric Reliability Council)은 보고서절차에 대한 기준을 제안한다.

2.6 보고서와 계산서(Reporting and Accounting)

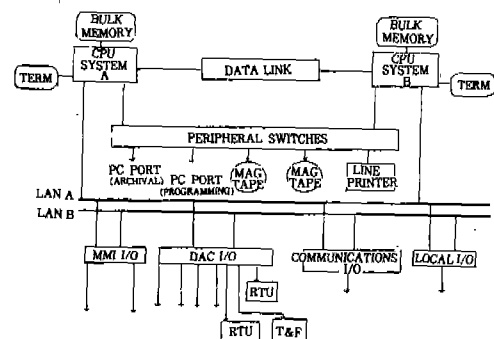
각각의 SCADA시스템은 보고서와 계산서 작성기능을 가지고 있다. 일반적으로 보고서와 계산서 요약은 하루의 계획된 시간들을 미리 지정하거나 자동적으로 만들어진다. 보고서와 계산서 계획량은 급전원에 의해서 편집된다. 새로운 보고서와 계산서 요약은 엔지니어링 지원요원에 의해 요구되는 시스템에서 정의되고 수행될 수 있다.

3. 최신 마스터 스테이션 구성

마스터 스테이션장치 구성은 컴퓨터 제조업자가 새로운 하드웨어와 소프트웨어를 소개함에 따라 새로운 것으로 발전된다. 컴퓨터 사용자 모임의 일반적인 경향은 "Open System"으로 가는 것이다. 이 개념은 유저들이 일관적이고 논리적으로 다양한 장비를 시스템에 인터페이스 시킬 수 있기를 원한다는 것이다. 이것은 LAN과 표준규약 등 이러한 목적을 달성하기 위한 인터페이스의 사용을 촉진한다. 이 부분에서는 두가지의 구성을 소개하고 그에 대하여 설명한다.

3.1 대표적인 마스터 스테이션장비 구성

그림 5-2는 전형적인 중규모의 마스터 스테이션의 구성이다. 이 구성에서 온라인 CPU는 모든 처리를 수행한다.



CPU A와 B인 두대의 컴퓨터가 있다. 보통 CPU의 하나는 온라인상태에 있고 다른 하나는 대기상태에 있다. 이 구성에서 온라인 CPU는 시스템 응용기능과 SCADA기능의 모든 것을 수행한다.

CPU상호간은 데이터 링크가 되어 있다. 이 데이터 링크는 온라인 CPU에서 대기 CPU의 데이터를 갱신시키기 위하여 연속적 또는 주기적으로 데이터를 전송하는 것을 가능케 한다.

주 데이터 통신경로는 두개의 LAN을 이용한다. 하나의 LAN이 고장시에도 시스템이 정상적인 동작을 하기 위하여 두개의 LAN을 사용한다.

MMI I/O는 급전원 콘솔을 온라인 각 콘솔과 연결시켜준다. 이 연결은 이중으로 하는데 그 이유는 두개의 CPU로 각 콘솔과 연결할 수 있기 때문이다.

통신 I/O 인터페이스는 CPU로 데이터의 송신과 수신이 가능하게 해준다. 보통 통신 I/O는 타 전력회사, 기상 서비스, 관련된 컴퓨터, 다른 입력장치와 통신할 수 있다.

로컬 I/O는 차트 레코더나 랩보드와 이중으로 연결된다. 어떤 경우에는 로컬 RTU와 T&F도 로컬 I/O장치를 통하여 인터페이스된다.

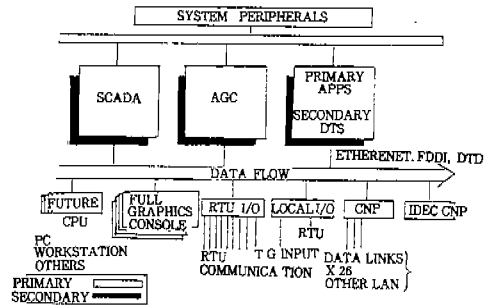
두 컴퓨터 사이에는 각 컴퓨터의 라인 프린터, 자기 테이프장치 등 주변기기를 호출하고 단말에서 프로그램하고 저장하여 통신을 가능하게 해주는 주변 스위치가 있다.

이 시스템의 데이터 취득(DAC) I/O 인터페이스는 양쪽의 LAN으로부터 출력장치의 모뎀을 거쳐 통신을 가능하게 해주는 서브시스템이다. 출력장치는 데이터를 송신하는 RTU와 보수팀에 의해 사용되는 계통의 시차, 주파수장비 그리고 RTU가 있다.

3.2 대규모 마스터 스테이션 구성

그림 5-3은 대규모 마스터 스테이션 구성을 나타낸다. 그림 5-3a에서 SCADA, AGC 제2의 응용 프로세서는 DTS(Dispatcher Training Simulator)도 된다. 이것은 그 기능에 대한 프로세서의 비용을 절약하기 위해서 그렇게 한다.

만일 DTS기능이 사용되고 있고 제1의 프로세서가 고장이 발생하여도 DTS기능은 끝나지만 응용 프



<그림 5-3a> 대규모 마스터 스테이션 구성(실시간 데이터 부분)

로그래밍은 제2프로세서에서 계속 실행된다.

그림 5-3a에서 각각의 프로세서는 두개의 LAN에 인터페이스되며 흔히 Ethernet LAN이 사용된다. 하위 Ethernet LAN은 모든 I/O기능을 갖고 있는 반면에 상위 Ethernet LAN은 시스템 디스크와 다른 주변기기들과 인터페이스된다. 이 두개의 LAN은 이중 구조로 되어 있으며 각각의 프로세서는 자신의 터미널과 프린터를 갖고 있다. 시스템 주변장치로는 시스템 디스크와 프린터, 테이프장치로 구성되어 있다.

시스템 I/O기능들은 그림 5-2에서 언급한 것과 비슷하거나 다른 점도 있다. 추가적으로 PC와 워크스테이션을 시스템에 인터페이스 할 수 있는 것은 미래의 프로세서에 대한 준비라고 할 수 있다. 이 경우에는 급전원 콘솔들은 고해상도의 World Map 상에 팬, 줌과 같은 보조 기능을 지원하는 완전한 그래픽이 된다.

RTU I/O는 중요한 많은 라인과 RTU들을 지원하고 이전의 시스템과 비교한다.

이 경우에 로컬 I/O는 시차와 주파수장비와 랩보드 제어기장비를 경우하여 로컬 차트 레코더와 랩보드를 구동하는 로컬 RTU를 지원한다.

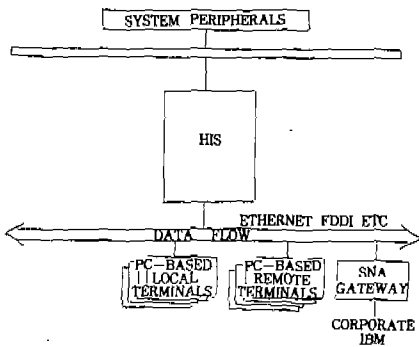
CNP는 다른 유틸리티 또는 다른 장소와 모든 통

신을 다루는 통신망 프로세서이며 앞의 시스템과 비교하여 SCADA 프로세서를 독립적이며 부하를 줄이도록 한다.

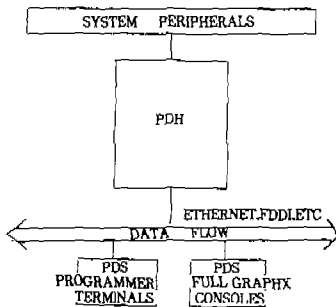
IDEC CNP는 이 통신기능을 위한 전용 프로세서이다.

그림 5-3b는 단일의 HIS(Historical Information System)를 나타낸 것이다. 이 시스템은 자신의 터미널과 주변기기들과는 독립적이다. 하위 LAN과는 이중으로 인터페이스하고 주변기기를 지원하는 상위 LAN은 단일 인터페이스한다.

HIS프로세서는 보고서, 계산서 작성과 시스템에 대한 이 데이터의 저장을 지원한다.



<그림 5-3b> 대규모 마스터스테이션 구성(HIS부분)



<그림 5-3c> 대규모 마스터 스테이션(PDS부분)

그림 5-3c는 PDS(Program development System)를 나타낸다. 이 시스템은 프로그래머가 새로운 프로그램을 개발하고 완성시키는 데 이용된다.

PDS 프로세서는 자신의 제어기에 의해 지원되는 자신의 주변기기를 가지고 있으며 이중 LAN상에서 이중으로 인터페이스되어 있다.

PDS 프로세서는 프로그램 개발을 위한 여러 프로그래머들에게 단말을 지원한다.

하위 이중 LAN은 데이터가 시스템의 어느 곳에서도 분포되게끔 전체의 시스템에 공통적으로 사용된다.

4. 컴퓨터 망(Computer Networks)

다종의 컴퓨터들은 향상된 시스템의 기능과 성능을 얻기 위하여 데이터와 작업처리 부하를 분해하여 상호 연계시킬 수 있다. 상호연계의 데이터 전송능력은 주로 연결되는 컴퓨터의 수와 물리적으로 분리되는 수에 달려 있다. 다음의 세부항목은 상호연계의 방법과 SCADA 시스템에서 대표적인 응용을 요약해서 설명하였다.

4.1 상호연계방안

대표적으로 10대 미만의 컴퓨터들이 하나의 캐비닛에 조립되며 고속 데이터 베이스를 통해 상호연결된다. 이러한 기법은 상호 "Closely Coupled" 다중 프로세서 사이에서 500Mbps이상의 데이터 전송비율을 지원할 수 있다. 이러한 구성의 주요목적은 기본 프로세서의 처리능력 확장이며 기능확장은 아니다. 프로세서 처리능력은 거의 그 그룹의 프로세서의 대수에 비례하여 증가한다.

LAN은 상호 직접연결 가능한(보통은 한 건물이다) 범위에 있는 수백대의 컴퓨터사이에서 정보교환을 제공한다. 여러 공급업자들이 공급하는 여러개의 국제표준 LAN형태가 있다. 이 기준들은 서로 다른 형태의 컴퓨터를 상호연결을 지원하며 1~100Mbps 범위로 프로세서 사이에서 최대의 데이터 전송률을 유지한다. 초기에 LAN은 다종의 컴퓨터사이에서 프린터와 같은 값비싼 주변기기를 분해해주는 편의 설비로 개발되었다. 현재 LAN은 분리된 컴퓨터에

서 실행되는 독립된 응용과 관련된 응용에 의한 데이터와 소프트웨어의 분배를 지원한다.

WAN(Wide Area Network)은 지역적으로 떨어진 컴퓨터간 제한된 대수사이에서 데이터의 교환을 제공하며 일반적으로는 SCADA시스템 응용에서는 10대 미만을 사용한다. 대표적으로 이 망은 2,400bps~2Mbps 데이터를 범위에서 동작하는 다중 직렬 데이터 링크로 구성한다.

다양한 사용자 특허와 국제 표준 데이터통신 프로토콜은 이러한 하드웨어 상호연결기법을 사용한 데이터 교환들을 지원한다. 이 데이터 교환들은 주로 노드, 장치, 데이터 이름, 프로토콜(메시지 형식, 에러 감지, 복구절차), 통신망 크기제한, 성능 특징의 세부항목에서는 다르다. 이러한 규약들은 처음에는 Non Time Critical을 제공하기 위하여 개발되었지만 독립된 장비 사이에서 신뢰성 있게 데이터 교환을 한다. 실시간 응용은 송수신 장치의 작업부하와 서비스 응답시간을 최소화하기 위하여 어떤 범용기능은 삭제할 필요하기도 한다.

4.2 SCADA시스템의 다중 프로세서 작용

SCADA 시스템의 처리능력은 흔히 SCADA시스템의 내용 연수에도 상당한 증가가 요구된다. 이러한 증가는 원방감시되는 시스템의 발달과 새로운 SCADA 응용의 개발이 요구되기 때문이다. 대표적으로 구형의 SCADA시스템에서의 이러한 증가들은 중앙장치의 교체나 주요 프로그램의 교체와 운전을 중단시킬 수 있다.

현재 다중 프로세서 시스템 구성은 SCADA시스템에서 많이 사용한다. 이 SCADA시스템은 중앙 제어 프로세서 능력의 점진적인 확장에 대하여 편리한 시설을 제공한다. 이러한 확장은 운전시 최소 고장과 보다 작은 소프트웨어를 변화시킬 수 있도록 장치화 시킬 수 있다.

4.3 SCADA시스템 LAN적용

LAN기술은 기존 SCADA시스템의 처리능력과 기능을 필요시 간단히 추가시킬 수 있도록 한다. 예를 들어 구식 시스템의 디스플레이 서브시스템을 적정한 LAN들을 경유시켜 시스템 중앙 프로세서들과

결합한 고성능 워크스테이션들로 대체시킨다. 이러한 워크스테이션들은 MMI기능과 성능, 신뢰성을 향상시킨다. 또한 모든 정적 디스플레이 데이터의 현장저장(local storage)장치를 제공함으로써 시스템 운전원을 지원하는 SCADA시스템 중앙프로세서 작업부하를 줄일 수 있다. 일단 중앙 프로세서들의 요구에 의해 동적 디스플레이 데이터의 루틴 전달을 지원하면 LAN의 일은 끝난다.

새로운 SCADA시스템 설계는 다중 LAN들을 경유하여 상호 연결된 다중 프로세서의 사용을 기반으로 한다. SCADA시스템의 작업부하는 프로세서 사이에서 분리되어 있으며 자동적으로 어떤 사고시에는 백업 유닛들을 재지정한다. 이 방법은 시스템 처리능력과 통신, MMI지원시설들의 장래 추가를 단순화시키며 또한 절대로 안전한 특성을 필요로 하는 SCADA시스템의 기능을 향상시키고 효과적인 신뢰성을 증진시킨다.

4.4 SCADA시스템의 WAN 적용

WAN기술은 고레벨로 집적 시스템을 형성하는 지리적으로 명백한 시, 도 또는 지역 SCADA시스템을 링크하는 데 적용된다. 또한 전력회사의 하나의 전압레벨을 개별적으로 감시할 의무를 지고 있는 SCADA시스템들도 조직적인 망을 형성하기 위하여 링크되어진다. 흔히 이러한 망들은 하나의 LAN과 WAN시설의 조합으로 구성된다. 이 새로운 시스템은 대규모 전력회사 운영이나 여러 협력 전력회사들의 공동운영을 총괄하도록 지원한다. 하나의 전압만 감시하는 전력회사의 개별적인 감시의무를 가지고 있는 SCADA 시스템들도 광역망을 형성하기 위해 연계된다.

<다음호에 계속……>

