

분산형 에너지 관리 시스템에의 직렬접속 BUS 적용

김 정호, 김 정훈, 한 동원, 채 영도

자동화기술 개발부, 한국전자통신연구소

Serial interconnection BUS
in the Distributed Energy Management Systems

J.H. Kim, C.H. Kim, D.W. Han, Y.D. Chae

Automation Technologies Department, ETRI

Abstract

This paper describes the configuration of serial interconnection BUS, BitBUS, for Energy Management Systems, and it provides low cost, high performance approach in distributed data acquisition and control applications.

경제성, 유지보수 및 확장성등을 요구하고 있으며, 분야에 따라서는 제한된 시간범위내에서 정확한 응답처리와 예기치 않은 사건에 대한 신속한 조치등을 행하는 실시간 처리 시스템을 필요로 한다.

본 논문에서는 EMS의 SCADA 기능을 위한 종래의 PLCs (Programmable Logic Controllers)를 대신하여 단일 칩 제어기를 사용하고, 제어기와 호스트, 제어기와 제어기간의 통신을 위한 Intel사의 직렬접속 (Serial Interconnection) 방식인 "BitBUS" network 구성에 관하여 기술한다.

1. 서론

에너지 관리 시스템(EMS:Energy Management System)이 갖는 기능은 크게 데이터 수집, 전달, 처리를 하는 SCADA(Supervisory Control And Data Acquistion) 기능과 수집 데이터의 연산, 분석, 예측 관리를 하는 응용정보 관리기능으로 분류된다.[1,2] 특히, 종래의 중앙집중방식 시스템에서는 원거리 제어단으로부터의 데이터 수집, 관리는 시스템의 성능제한으로 한정된 거리에서의 처리기능만 제공하고 있으며, 시스템 공유자원의 효율적 관리와 확장이 곤란하고, 유지보수 측면에서도 비경제적이다. 따라서, 각 기능별로 분리되어 독립된 처리기능을 갖고 master-slave network 구성으로 slave단에서도 master와 같은 의사결정을 내릴 수 있는 분산방식의 시스템으로 EMS의 구조가 바뀌고 있다. 또한, 반도체 및 컴퓨터 기술의 급속한 발달로, 기존의 제어 및 통신용 기능들이 단일 칩으로 구현되어 다양한 기능들을 칩내에 내장시켜 독립된 역할을 수행토록 하고있다.

2. EMS의 구조

기능적인 면에서 EMS는 그림 1과 같이 일반적인 제어 시스템이 갖는 구조로서 원격소의 데이터 수집, 처리 및 전송기능과 조작자의 입력 데이터, 지시 선택명령 등의 처리를 위한 man-machine interface, 그리고 수집된 데이터의 복잡하고 다양한 처리를 위한 응용 정보처리 기능으로 분리되어 구성된다.

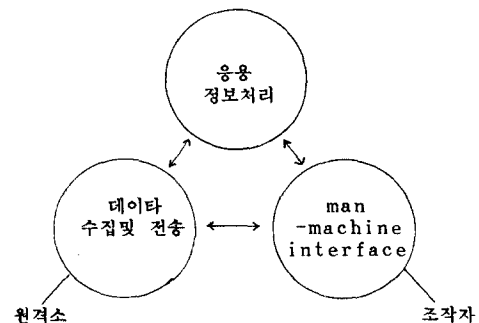


그림 1. EMS의 기능별 구성
Fig.1. Functional block of EMS

최근의 EMS는 시스템 사용자 측면에서도 신뢰성,

본 고에서는 EMS가 갖는 기능중 데이터 수집 및 전송, 그리고 man-machine interface에 관하여 기술한다.

(1) 데이터 수집 및 전송

원격소에 위치한 제어기로 부터 일정한 시간주기로 데이터를 읽어 들이고, 설정치와 측정치의 오차 비교, 그리고 판정에 따른 경고발생 및 조치를 행한다.

수집 데이터의 종류와 신호 레벨을 구분하면 다음과 같다.

실시간 데이터	신호레벨	처리허용시간
아날로그 신호	+~10V, 4~20mA	수십 ms
디지털 신호	+~5V	수 ms

데이터의 전송은 메시지 형태로 호스트에서 원격소의 제어기로 보낸다. 원격소간 신호전송은 데이터의 혼선방지와 수신소로의 정확한 전송을 위하여 호스트로 먼저 요청을 한후, 호스트에서 해당 원격소로 데이터를 전송시킨다. 전송 속도와 시간은 호스트의 polling 시간과 원격소에서 수집된 데이터의 표준신호 변환(scaling)시간을 제외한 것으로, 호스트와 원격소간 거리에 따라 다양한 전송속도를 제공한다.

각 신호의 종류와 인출 위치에 따라 그룹을 정하여, 디지털/아날로그 신호, 그리고 인출신호 개소의 위치에 따라 신호의 증폭과 전송속도, 인출개소의 확장을 고려하여 각 기능별로 디지털 제어기, 아날로그 제어기, 그리고 repeater 등으로 독립된 기능을 부여하여 시스템의 확장, 유지보수를 용이하게 한다.

전송신호는 고속의 짧은 제어/데이터 신호가 쓰이므로 수 bytes 이내의 전송데이터를 사용하며, 접속방식의 유연성을 고려하여 표준화된 방식의 채택과 이 기종간의 접속도 가능케 한다.

(2) Man-Machine Interface

시스템의 용이한 조작과 신속한 응답, 그리고 제한범위내의 운전을 가능케 하여 시스템의 전반적인 신뢰성을 높인다. 이를 위한 기능으로는 다음과 같다.

- 화면 표시기능: 칼라 그래픽스 표현/ 칼라 모니터
 - 경고발생 및 표시
 - 자동/수동 동작 모드 변경
 - 데이터의 추이 및 이력 표시
 - 파라미터의 설정치 변경 표시
- 데이터 입력기능: touch screen, membrane s/w, track ball, mouse, light pen
 - 동작모드 선택
 - 화면 선택
 - 파라미터 설정치 입력
- 데이터 출력기능: historical report/ 칼라 프린터, copier
 - 수집 데이터의 정시 자동인쇄, 일보/월보
 - 화면 표시내용의 인쇄(screen dump)

3. EMS의 SCADA 시스템 model

Model 설정은 인출신호 개소와 원격소의 위치, 신호 전송속도, 그리고 EMS의 power distribution에 따른 각 station의 처리기능과 능력에 따라 다음과 같이 선정한다.

- 제어 센터: 1 개소
- 신호인출 개소(입출력):
 - 측정량 인출개소(아날로그 신호): 200회선
 - 상태 인출개소(디지털 신호) : 200개소 700회선

4. 직렬접속 BUS 적용

종래의 Ethernet으로 구성된 시스템은 고속의 많은 데이터를 전송하지만, 비용이 많이드는 단점이 있다. 또한, parallel 버스를 이용한 접속방식에서는 전송 선로망의 증대가 수반되었다. 그러나, 이러한 문제해결을 위해 직렬접속 방식인 BitBUS는 저가격의 전송선과 point to point 혹은 multi drop network 구성을 취했으며, 확장 node에 BitBUS 제어기를 연결시켜 tree 형태의 network 확장을 가능케한다. [3]

(1) BitBUS 구조

마이크로 제어기와 센서간 접속방식을 규정한 것으로, 저가격, 고신뢰성, 고속의 신호전송에 적합하다. BitBUS 접속규격을 갖는 각 제어기는 고유의 처리기능을 내장시키거나 호스트로부터 downloading 시켜 기능변경 또는 확장이 용이하므로, 각 제어기에 유연성을 부여할 수 있다. 실시간 분산제어 시스템 구성을 위한 것으로 각 제어기는 7개의 user task와 zero task인 RAC (Remote Access and Control) task를 가지며, multitasking 환경과 데이터의 전송을 위해 메시지 구조로서 제어기의 각 task간 통신이나 호스트와 제어기간의 상호 통신을 한다.

직렬접속을 위한 각 계층별 구조는 종래의 접속방식에서 갖고있는 물리적 구조, 전기적 신호, 그리고 데이터 protocol등을 제시하며, twisted pair wire에 걸쳐 multi-drop 방식으로 응용환경에 따라 다양한 network 구성을 가진다.

동작 mode에 따라 single/double twisted pair wire를 사용한다. 첫번째 node와 첫번째 repeater 사이, 두개의 인접한 repeater 사이, 그리고 마지막 node와 마지막 repeater 사이의 거리를 segment라 하며, 한 segment에 놓일 수 있는 nodes의 갯수는 최대 28개 로서, segment의 집합인 BitBUS network 상에는 총 250개 까지의 nodes로 구성된다.

BitBUS의 구조는 기능별로 그림 2와 같이 4 layers를 갖는다.

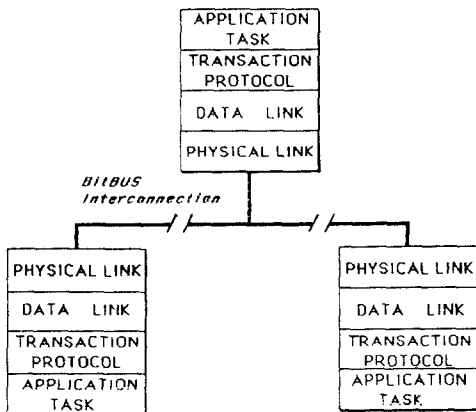


그림 2. BitBUS의 계층구조
Fig.2. Hierarchical structure of BitBUS

(2) BitBUS의 규격

계층구조를 갖는 시스템에서 task들 사이에 짧은 제어 메시지를 고속 전송키 위해 설계된 것으로, 공통 BUS를 기준으로 master와 모든 slave node에 Intel사의 8044 마이크로 제어기를 사용한다. 8044는 기능적으로 8051 마이크로 프로세서와 SDLC Serial Interface Unit(SIU), 그리고 4 Kbytes의 ROM, 192 bytes의 RAM, clock, timer, interrupt controller, memory 확장 bus등을 내장하고 있다.

BitBUS는 제어기간 상호 물리적 접속을 위하여 RS-485 방식을 채택하고 있으며, RS-422 접속방식에 비해 원거리 전송과 확장된 multi-drop 구성을 가능케 한다.

- Electrical Interface: BitBUS의 하위접속 규격으로써, RS-485 표준접속을 기초로 하며, 송수신시에 서로 다른 신호레벨을 사용하여 전송하므로 선로상에 실리는 노이즈를 방지 시킬 수 있다. 저 가격의 접속을 위하여 전화선과 같은 twisted pair wire를 사용할 수 있다. 동작 mode에 따라서 synchronous와 self-clocked mode로 나누어진다. 전송 도달거리는 synchronous mode에서는 500K bps에서 2.4M bps의 전송속도로 30m 이며, self-clocked mode에서는 62.5K bps에서 1.2km, 375K bps에서 300m까지 가능하다. 이 mode에서 repeater를 사용하면, 최대 13.2km 까지 전송할 수 있다.
- Data Link Protocol: IBM의 SDLC protocol의 subset으로서 bit-oriented 데이터 접속제어 protocol을 갖는다. BitBUS 메시지 프레임 형태는 그림 3과 같이 node와 task의 addressing, 데이터 접속제어 기능, 메시지 전송, 에러 점검 기능을 가지며, 프레임의 델리미터로서 01111110(7EH)과 같은 bit pattern을 가진다.

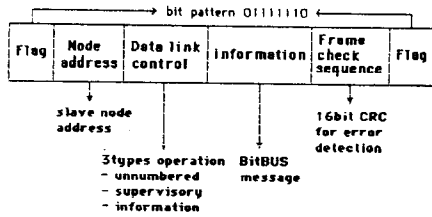


그림 3. 메시지 프레임 형태
Fig.3. message frame format

- Message protocol: 이 레벨에서는 data link protocol 위에서 master node의 task와 slave node task간 통신을 위한 order/reply information field의 메시지 구조를 정의한다. 모든 메시지는 그림 4와 같이 5 byte의 header를 갖고 source/destination, status/control information을 나타내며, 한번에 13 user data bytes 까지 전송한다.

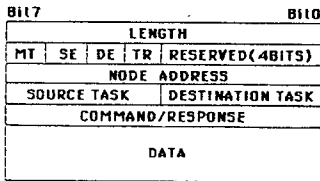


그림 4. 메시지 구조
Fig.4. message structure

- Application task: 직접 message protocol과 접속되며, task는 사용자에게 의해 정의된다. 각 node에 load되는 tasks는 고유의 기능을 가지며, 이러한 task가 필요치 않을시에는 따로 두지 않더라도 동작될 수 있다.

5. 시스템 구성

상기 model을 기준으로 제어 센터와 원격소간 접속과 원격소에서의 인출신호 접속을 위하여, 그림 5와 같이 적렬접속 BUS인 BitBUS로 구성하며, 호스트와 각 원격소에

위치한 제어기의 처리기능과 구조는 다음과 같다.

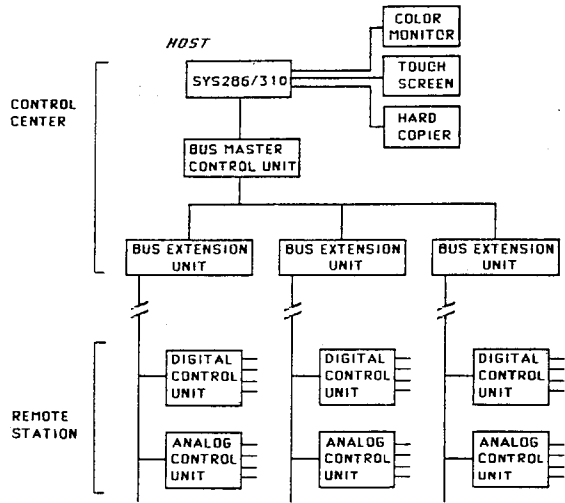


그림 5. 시스템 구성
Fig.5. system configuration

(1) 호스트

- 규격
 - 8 MHz 16 bit 80286/80287 마이크로 프로세서
 - 1 Mbytes RAM
 - iRMX86 0.S
 - 5" 30M winchester hard disk
 - 5" 320K floppy diskette drive
 - 19" 640X480 color graphics monitor
 - touch display terminal & hard copier
 - BUS master control unit

기능

- BitBUS network의 master station

(2) 디지털 제어기

- 규격
 - 12 MHz 8 bit 8044 microcontroller
 - iRMX 51 executive firmware
 - Eurocard, DIN connection
 - programmable 24 digital i/o
 - TTL level의 입출력 신호

◦ 기능

- BitBUS remote digital i/o
- repeater(신호증폭 및 거리확장)
- 상태신호(on/off) 처리

(3) 아날로그 제어기

◦ 규격

- 12 MHz 8 bit 8044 microcontroller
- iRMX51 executive firmware
- resolution: 12 bit
- aggregation throughput: 20 KHz
- S/W programmable gain: 1,10,100,500
- 16 single-ended, 8 differential 입력 채널
- 2 출력 채널
- +-10V, 4~20mA
- A/D 변환시간: 30us

◦ 기능

- BitBUS remote analog i/o
- 센서 측정신호 처리

(4) BitBUS 확장 unit

◦ 규격

- BitBUS mater 제어기 + 디지털 제어기
- iSBX connection

6. 결론

직렬접속 BUS(BitBUS)를 통한 EMS의 SCADA model 시스템 구성에서 각 제어기의 처리기능별 tasks를 분산시켜 호스트의 overhead를 줄일 수 있으며, 표준접속방식을 채택함으로써 다양한 제어기를 network의 각 node에 설치할 수 있다. 분산제어구성을 가지므로 각 node에서 동시에 data acquisition을 행하며, 많은 소요시간이 드는 수집데이터의 연산기능은 node별로 분산시켜 시스템의 전체 효율을 높이고, 시스템 size를 줄일 수 있다. 따라서 저가격의 고신뢰성을 갖는 network 구성으로 실시간 데이터 수집 및 처리를 요하는 EMS 및 공정제어용 network 구성에 적합하다.

참고문헌

1. A.Crewe & C.A.Lynch, "The Development of A Distributed Architecture Energy Management System," IEE 2nd International Conference on Power System Monitoring & Control, pp. 199-204, July, 1986
2. B.Barazesh, J.W.Lloyd and W.D.Wilson, "Integration of Modern Real Time Energy Management Systems," IEE 2nd International Conference on Power System Monitoring & Control, pp. 211-216, July, 1986
3. Intel, "Guide to Using the Distributed Control Modules," 1984