

원방감시 시스템의 원리와 응용(5)

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

목 차

- I. 서론
- II. 사업수행과 관리
- III. 단말장치
- IV. 원격통신
 1. 통신기술
 2. 매체이용
- V. 중앙제어소 구성
- VI. 인간-기계연락장치
- VII. 진보된 SCADA 개념
- VIII. 국내현황
- IX. 외국의 기술동향
- X. 결론

IV. 원격통신(Telecommunication)

서론

일반적으로 SCADA시스템은 하나의 마스터 스테이션과 여러 지역적으로 나누어져 있는 여러개의 RTU들로 구성되며, RTU들은 여러 종류의 통신채널을 통해 마스터 스테이션과 상호 연결되어 있다. 통신채널의 제한된 이용률과 고가적으로 인하여 마스터 스테이션과 RTU의 설계는 큰 영향을 받는다. 자료를 취득하고 제어하는 속도는 통신채널에 의해 영향을 받으므로 스테이션에서 사람-기계인터페이스

스와 응용소프트웨어 설계도 통신채널의 영향을 받는다. 또한, 통신채널에는 불규칙적으로 발생하는 잡음이 있기 때문에 마스터 스테이션에서 RTU로, RTU에서 마스터 스테이션으로 전송되는 정보가 이 잡음의 영향을 받지 않고 정확히 전달될 수 있도록 하기 위해서는 별도의 스테이션과 RTU 하드웨어와 소프트웨어설계를 필요로 한다.

통신시스템의 구성요건은 다음과 같다.

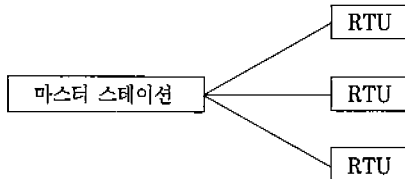
- RTU 개수
- RTU 점수와 요구되는 갱신율(Update Rates)
- RTU 위치
- 통신시설 유용
- 통신장비와 기술수준

가장 간단한 구성으로는 1:1 감시라 불리는 구성인데, 이 구성은 하나의 마스터 스테이션과 RTU에 하나의 통신채널을 요구하기 때문에 적은 점수를 포함한 매우 단순한 시스템에 사용된다. 일반적으로 1:1구성의 마스터 스테이션은 각각의 원격자료에 대응해서 각각의 지시기 또는 표시기를 가지고 있다. 또한 통신방식도 자료점당 하나의 채널 또는 서브채널을 사용 통신한다. 펄스의 지속시간을 아날로그 측정량에 대응시키는 펄스 지속변조방식은 아날로그 측정량을 직류회로의 전류로 변환해서 전송하는 방식이다. 3초 펄스는 0스케일, 12초 펄스는 전범위를 의미한다. 즉 펄스는 매 15초마다 반복한다. 각각의 자료점에 대응하는 직류전류루프방법의 대안으로는 다중톤 방식이 있다. 이 방식은 각각의 점에 서로 다른 주파수(음색)를 사용하여 다이얼업(Dial-Up) 음성회로의 대역폭을 가진 하나의 통신채널로 통신

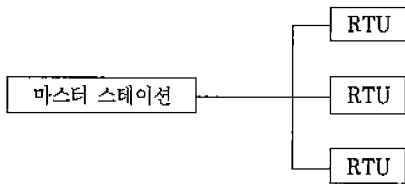
하는 방식이다. 이 후자 방법은 통신가격을 낮추지만 음성채널당 약 25자료점으로 제한된다. 따라서 하나 이상의 음성대역폭 통신채널이 요구되며 통신가격도 증가한다.

1:1 구성의 가장 일반적인 방법은 RTU의 모든 정보를 하나의 직렬 데이터 메시지로 부호화하고 지시기와 표시기에 표시할 수 있도록 마스터 스테이션에 의해 해독된다. 이 방법은 훨씬 더 효율적이며, 일반적으로 하나의 음성채널을 통하여 모든 정보의 전송이 가능하게 된다.

수집할 자료가 여러 지역으로 산재해 있다면 그림 4-1 또는 그림 4-2에 보는 바와 같은 구조를 사용한다.



<그림 4-1> 방사구조



<그림 4-2> 공동선 구조

그림 4-1에서는 하나의 마스터 스테이션이 여러개의 RTU를 공유한다. 일반적으로 마스터 스테이션은 직렬 디지털 데이터 메시지를 사용하여 차례대로 각 RTU와 통신한다. 얻어진 데이터는 각각의 RTU에 대한 지시기와 표시기로 분리해서 구동한다. 이 구성은 여러 RTU사이에서 마스터 스테이션 통신채널을 1:1로 공유하는 장점을 가지고 있다.

그림 4-2의 마스터 스테이션은 공동선 통신채널을 거쳐 RTU와 통신을 한다. 이 경우 채널상에 있는 각각의 RTU에는 특별한 주소가 요구된다. 이 구성은 마스터 스테이션 통신로직과 통신채널을 공유할 수 있는 장점을 가지고 있다. 공동선 구성은 통신가격을 격감시키는 유일한 장점을 가지고 있는 반면에

방사구조는 낮은 통신부하(좀더 빠른 Update Rates), 용이한 유지보수(각각의 RTU 채널은 다른 RTU 채널에 간섭 없이 개별적으로 시험하고 보수할 수 있다)의 장점을 갖고 있다.

대부분 SCADA시스템에서 통신시스템은 방사구조와 공동선 구조의 혼합형태이며 각각의 서브스테이션 RTU에 대하여 상반된 경제성과 신뢰성을 기반으로 하고 있다.

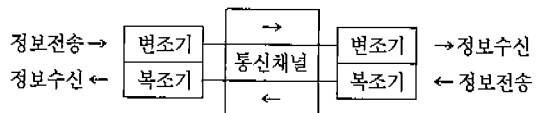
1. 통신기술(Communication Techniques)

1.1 변조(Modulation)

통신 채널을 거쳐서 한 점에서 다른 점으로 정보를 전달하기 위해서는 다른 점에서 인지할 수 있도록 한 점의 신호 또는 변경사항을 전송할 필요가 있다. 이런 전송방법은 다음과 같다.

- 신호 진폭변조(AM:Amplitude Modulation)
- 신호 주파수변조(FSK:Frequency Shifting Keying)
- 신호 위상변조(PSK:Phase Shift Keying)

통신채널의 수신 종료시에는 복조기(Demodulator)는 신호의 변조를 감지하고 전송할 정보를 출력한다. 정보가 단방향으로 전송된다면 단방향 채널로 간주된다. 또한 정보가 동시에는 아니지만 양 방향으로 전송된다면 반 이중(Half-Duplex) 채널이라 부른다. 마지막으로 정보가 동시에 양방향으로 전송되려면 전 이중(Full Duplex)채널이 필요하다. 반 이중과 전 이중 데이터 전송은 그림 4-3과 같이 채널의 말단에 변조기와 복조기가 필요하며 결합했을 때는 이것을 모뎀이라 부른다.



<그림 4-3> 반, 전이중 채널

1.2 다중화(Multiplexing)

송신기는 다양한 위치에서 여러 정보들을 수신기에 전송하는 것이 바람직하다. 가능한 방법중 하나는 각각의 정보에 대하여 분리된 직류루프 통신채널

을 제공하는 것이다. 그러나 통신채널, 송신기와 수신기의 가격으로 인하여 매우 값비싼 접근법이다. 좀 더 경제적인 방법은 여러 정보들에 대하여 하나의 통신채널을 사용하는 것이다. 이것은 다중화기법으로 다음과 같이 두가지 방법이 있다.

1.2.1 주파수분할 다중화(FDM:Frequency Division Multiplexing)

그림 4.4와 같은 전용 통신채널 스펙트럼을 갖고 정보를 전송한다. 음성 채널에 대하여 분리된 서브채널(채널당 간격이 120Hz)을 25개까지 사용할 수 있다. 각각의 25개의 정보들은 부가적으로 음성 채널을 요구한다. 그래서 큰 시스템은 실용할 수 없을 만큼 많은 채널을 요구한다.

1.2.2 시분할 다중화(TDM:Time Division Multiplexing)

그림 4.5와 같은 분리된 시간범위를 가진 적절 디지털 메시지로써 개개의 정보를 수신기에 의하여 복호화해서 전송한다. 디지털 메시지는 가능한 한 높은 데이터 량을 얻기 위하여 전체의 통신채널 스펙트럼을 사용한다. 현재 시분할 다중화(TDM)의 효율과 저가격으로 인하여 다중화 방식은 규모가 작은

SCADA 시스템을 제외하고 거의 모든 곳에서 사용된다.

데이터 전송속도는 초당 비트수(BPS:Bit Per Second) 또는 보오(Baud)로 측정한다. 그러나 이 두 단위들은 반드시 동의어는 아니다. 보오는 가장 짧은 신호요소의 시간의 역수로 규정한다. 가장 짧은 요소가 0.833mS라면 신호 비율은 1,200보오(초당변화)이다. 초당비트를 결정하기 위하여 다음과 같은 공식을 사용한다.

$$\text{초당비트 (bps)} = \text{보오} \times \text{보오당비트 (bit per baud)}$$

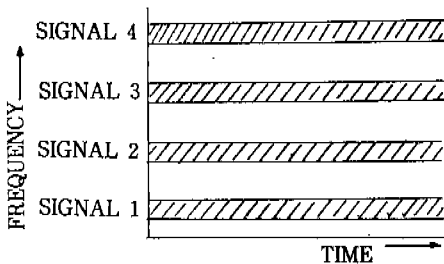
$$\text{단, 보오} = \text{신호량 (초당변화)}$$

$$\text{보오당비트} = \text{변화당 초정보 (비트) 량}$$

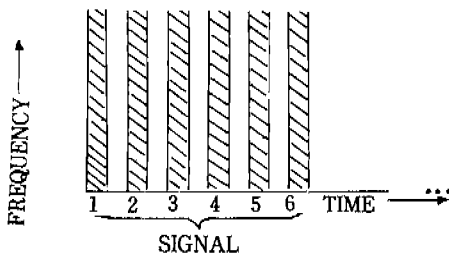
예를 들어 각 변화는 가능한 두가지 상태, 즉 FSK 모델에서 1,200Hz와 2,200Hz를 갖는다면 각 변화는 한 비트 정보를 포함한다. 그래서 1,200보오의 신호량과 1,200bps의 데이터량이 된다. 각 신호 요소가 4개의 상태(PSK모델의 4개 위상)를 갖는다면 각각의 보오는 2개비트의 정보를 포함한다. 이 경우에 1,200보오의 신호량은 2,400bps의 데이터량이 된다. 그래서 데이터량은 애매함을 피하기 위하여 항상 초당 비트로 규정해야 된다.

통신채널을 통하여 정보를 전송하는데는 기본적으로 비동기와 동기식의 두가지 형태의 모델이 사용된다. 비동기 형태는 송신기가 변조하는 만큼의 비율로 수신기가 복조하기 위하여 각 데이터 링크 말단에서 다른 타이밍 소스(크리스털)를 사용한다. 그러므로 데이터 메시지를 짧은 블록 또는 글자들로 나누어질 때 마다 데이터 메시지는 재 동기되어야 한다. 이러한 특징은 빠른 동기가 요구되는 짧은 메시지의 전송에서는 장점이 된다. 그리고 동기화 부담이 낮기 때문에 비교적 효율이 높고 단순하기 때문에 매우 저가격이 된다.

동기 모델은 수신기와 송신기가 정확하게 동기하기 위하여 데이터 흐름에 따라 동기 클럭신호를 전송한다. 이 기술은 동기를 벗어나는 문제가 없이 매우 긴 메시지와 높은 데이터 속도의 전송이 가능하다. 그러나 데이터 부담비율이 높기 때문에 짧은 메시지에 대하여 단점이 있기 때문에 동기를 수행하기



<그림 4.4> 주파수분할 다중화



<그림 4.5> 시분할 다중화

위해서는 긴 시간이 걸린다. 일반적으로 동기 모델은 2,400bps~1Mbps에서 사용되고 가격차이가 감소하고 있지만 비동기보다 가격이 비싸다. 비동기와 동기 모델의 통신에 대한 요약비교는 표 4·1에 나타났다.

<표 4·1> 비동기와 동기모델 통신의 요약비교

구 분	동 기	비 동 기
모델	수신기와 송신기에 분리된 타이밍 전원	연속적으로 타이밍 신호 전송
메시지 허용길이	일반적으로 최대 32비트	수백 비트 또는 그 이상
효율성	짧은 메시지에서 좋음	긴 메시지에서 좋음
데이터 전송	150~9,600bps	2,400~1Mbps
모델 가격	매우 낮음	중간이지만 감소중
채널 요구	무조건 음성급	무조건 또는 조건 음성급

SCADA 통신에 사용되는 비동기와 동기 모델은 음성 통신채널을 사용한다. 대부분의 모든 SCADA 시스템은 전화선이나 전용선을 사용할 수 있다. AT & T에서는 음성 채널을 “Type 3002 Unconditioned” 채널로 정의하였고 채널 임피던스 특징, 최대 감쇠, 주파수 응답(300~3,000Hz), 지연특징, 잡음특징 정도 규정하였다. 채널특징을 검증하는데는 많은 시간이 필요하기 때문에 최소한의 채널요구와 최대한의 진단특징을 가진 모델을 구입하는 것이 현명하다. 이 특징들은 End-To-End시험을 허용하는 루프백을 포함하기도 한다. 즉 전송, 수신, 반송, 송신요구(Request-To-Send), 송신해제(Clear-To-Send) 모델이 아는 상태와 자기시험 모드를 알리는 표시램프가 있다. 자기시험 모드는 시험신호 전송을 가진 원격제어 디지털 또는 아날로그 루프백을 포함하기도 한다. 또한 신속하게 시험장비를 연결하는데는 플러그인 잭을 추천한다.

1.3 메시지 형식

시분할 다중화기술을 사용하여 마스터 스테이션과 RTU 사이의 정보전달(양방향)은 직렬 디지털 메시지를 사용한다. 이들 메시지는 효율적이고 신뢰성이 있고 유연성이 있어야 하며, 하드웨어나 소프트웨어

적으로 쉽게 수행할 수 있어야 한다. 효율성은 전송된 정보비트 전송/전송된 전체 비트로 정의한다.

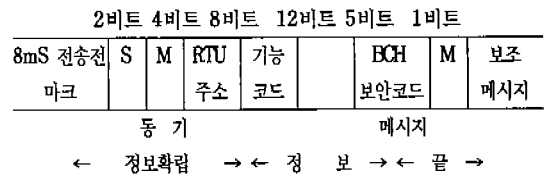
신뢰성은 원래의 정보전송에서 통신채널의 잡음에 의한 에러를 감지할 수 있는 능력이다. 유연성은 마스터 스테이션 명령으로 얼마나 많은 서로 다른 정보 등을 전송할 수 있는나 하는 것이다. 하드웨어와 소프트웨어의 설계는 복잡한 로직과 메모리 저장과 동작속도를 최소화하는 문제이다.

모든 메시지는 다음과 같은 세가지 기본적인 부분으로 나누어 진다.

- 메시지 확립(Establishment): 수신기와 송신기를 동기하기 위하여 신호를 제공한다.
- 정보: 수신기가 정보를 해독하고 적절하게 사용하기 위하여 코드형식으로 데이터를 제공한다.
- 메시지 끝: 메시지 보안체크와 메시지의 끝을 표시하는 수단을 제공한다.

메시지 보안체크는 메시지와 함께 미리 규정한 체크비트수를 전송한 데이터에 대한 논리동작으로 구성된다. 수신기측에서도 데이터에 대하여 똑같은 동작을 하여 수신체크비트를 비교한다. 만약 체크비트가 똑같다면 메시지는 받아들여지고 그렇지 않으면 원래의 메시지를 재전송할 것을 요구한다.

일반적으로 사용되는 비동기 메시지 형식의 대표적인 예는 그림 4·6에 나타내었다.



<그림 4·6> 전형적인 비동기 메시지형식

메시지 제정항목은 세가지 성분을 갖는다.

- 8ms(min): 동기비트에 따라 모델의 수신상태를 설정하기 위한 마크이다.
- 동기(2비트로 구성): 마크는 하나의 공백을 수반한다. 비동기 접속은 마크에서 공백으로 변화한 후에 해독비트가 시작되도록 설계되었다. 그래서 전

송전 마크로부터 공백으로 되는 변화는 이러한 변화 과정을 제공한다.

- RTU 주소 : 수신기가 메시지에서 지정된 공동 선상의 RTU를 지정하도록 하여준다. RTU를 옳게 지정하지 못하는 경우를 피하기 위하여 시스템의 각 RTU는 고유번호를 갖고 있다.

정보의 항목은 20비트로 구성되는데 8개의 비트는 기능비트이고, 12비트는 데이터로 사용된다. 원격 → 마스터메시지 전송에서, 정보항목은 순서대로 첫번째 메시지가 전송된다. 그리고 처음 메시지에 뒤따라 추가적인 메시지가 RTU 주소와 기능코드 공간에 배치되어 전송된다. 그래서 24비트 데이터가 전송된다. 이러한 24비트들은 2개의 12비트 아날로그 값 또는 24개의 설비 상태들을 포함한다. 정보항목 사용에 대한 추가적인 언급은 “정보전송”항에 표현하였다.

정보단말항목은 다음과 같다.

- BCH(Bose Chaudhuri Hocquenghem) 안전 코드는 5개의 비트를 갖고 있고 대부분의 메시지 에러를 감지하는 수신로직으로 되어 있다. 만약 에러가 감지된다면 정확한 메시지를 얻기 위하여 메시지를 재전송한다.

- 메시지 마크말단의 끝은 이 메시지 다음에 다음 메시지가 즉시 따라올 수 있도록 하나의 마크로한 비트를 제공한다(동기용 마크 → 공백변화는 장비의 설계 조건이다).

메시지 형식의 효율성은 첫번째 메시지에 대하여 12/32 또는 37.5%이고 그 이후의 메시지는 24/32 또는 75%이다. 이것은 비동기 형식의 대표적인 것이다.

이 형식의 안전은 5개비트 BCH 코드이다. 이 코드형식은 모든 하나의 비트, 2중비트의 불규칙 에러와 5개 미만의 버스트(Burst: 연속적인 비트열, 단 첫번째와 마지막 비트들은 최소한의 에러가 있음)들을 검출한다. 따라서 이 BCH 코드는 효율성에 있어서 다소 적은 손실로 좋은 에러 검출을 제공한다. 여러 제조업자들이 사용하는 다른 동등하고 강력한 코드는 기하코드(Geometric Code)들이다. 그리고 패

리티는 메시지의 각 워드에 대하여 사용되고 워드 안에서 패리티의 위치는 동일한 위치이다. 이 코드들은 모든 단일, 이중, 삼중, 비트에러와 다스간 모든 워드 길이의 버스트(대표적으로 16)를 검출한다. 안전코드는 그릇된 메시지 동기인 한 측정하지 못한 에러로부터 보호해야만 한다. 대표적인 비동기 형식은 메시지 시작신호로서 마크 → 공백 변화만을 요구하기 때문에 그릇된 시작이 잡음 스파이크로 인해 메세지전에 여러개의 비트를 발생시킬 수 있다. 이러한 문제를 격감시킬 수 있는 한가지 방법으로 흔히 동기슬립이라 불리는데 메시지의 모든 안전코드를 반전시키고, 2ⁿ개의 그릇된 동기신호마다 하나의 측정하지 못한 에러와 동등한 보호를 제공한다. 여기서 n은 안전코드의 비트수이다. 이러한 접근법으로 안전코드가 길면 길수록 동기슬립으로부터 더 좋은 보호를 제공한다.

1.4 정보전달(Information Transfer)

1.4.1 마스터 → 원격 데이터 전송

마스터 → 원격 정보전송은 장치제어와 목표값 제어 또는 일괄 데이터 전송을 하기 위함이다. 장치가 부적당한 동작을 한다거나 틀린 제어 메시지를 수신하는 부가적인 제어용 안전코드가 요구된다. 이것은 그림 4-7에 나타난 바와 같이 일반적으로 동작전 선택순서(Select Before Operate Sequence)라 불리는 메시지 순서형식으로 제공된다.

마스터 → 원격제어 선택 메시지

기능코드	제어주소	목표값
------	------	-----

원격 → 마스터 체크백(Checkback) 메시지

기능코드	제어주소	목표값
------	------	-----

마스터 → 원격 실행 메시지

제어코드	제어주소
------	------

원격 → 마스터 실행확인 메시지

제어코드	제어주소
------	------

<그림 4-7> 제어메시지의 순서

다음은 그림 4-7에 적용한 요약이다.

1. 메시지 확립과 메시지 말단 항목은 표시하지 않았다.
2. 제어코드는 RTU가 수행할 수 있는 동작을 규정한다.
3. 제어 주소는 제어할 수 있는 장치나 목표값을 규정한다.
4. 목표값은 RTU가 받을 수 있는 값을 제공한다.
5. 원격 → 마스터 체크백 메시지는 RTU가 제어선택 해석을 정확히 하고 있는지 검증하기 위하여 RTU점선택 하드웨어에서 도출한다.
6. 마스터 → 원격 실행 메시지는 적절한 체크백 메시지를 수신할 때만 전송한다.
7. 원격 → 마스터 실행 확인 메시지는 원하는 제어 동작이 개시할 때에 양극을 표시한다.

선택, 체크백, 실행 메시지에 감지 못한 오차가 발생하여 제어장치를 부적절하게 동작시키기 때문에 위의 메시지 순서는 체크백과 실행 메시지에 의한 부가적인 안전을 제공한다. 위의 순서를 전송하기 전에 제조조작자나 급전자는 제어 콘솔을 경유하여 비슷한 제어-검증-실행-확인 순서를 수행한다.

발전기용 raise/lower 등과 같은 제어작용에서는 장치의 부적절한 동작결과는 부적절한 유닛에 오직 단하나의 펄스를 발생시킨다. 자동발전 제어시스템은 이러한 오차를 수정하기 때문에 심각한 문제는 없다. 그래서 위 순서의 첫번째 메시지만이 전송된다.

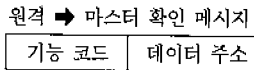
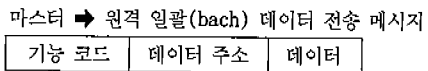
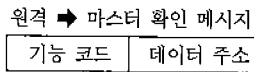
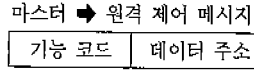
일괄 데이터는 예외보고용 파라미터와 지역적으로 제어되는 장치의 파라미터인 데이터를 포함해서 전송한다. 이러한 전송형태는 그림 4-8에 보인 순서에 의해서 수행된다.

다음은 그림 4-8에 적용한 요약이다.

1. 메시지 확립과 메시지 말단 항목은 표시하지 않았다.
2. 패리티선 통신채널이 사용된다면, 다른 RTU가 일괄 데이터 전송 메시지를 해독하지 못하도록 하기 위해서 특별한 안전대비가 요구된다.

그림 4-8에서 첫번째 두개 메시지의 목적은 RTU가 표준보다 긴 메시지를 수신하기 위하여 준비하였다. 세번째 메시지는 데이터를 전송하고 네번째 메

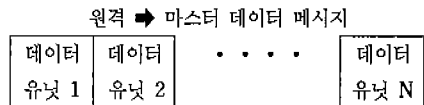
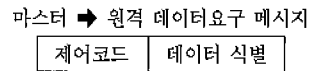
시지는 데이터가 RTU에 정확히 수신되는가를 지시한다.



<그림 4-8> 일괄 데이터 전송용 메시지 순서

1.4.2 원격 → 마스터 데이터전송

모든 원격 → 마스터 데이터 전송은 서로 다른 데이터 형태를 조정하기 위하여 항목 정의의 변동을 사용하여 하나의 기본 메시지 순서를 수행한다. 기본 순서는 그림 4-9에 나타내었다.



<그림 4-9> 데이터 취득용 메시지 순서

다음은 그림 4-9에 적용한 요약이다.

1. 메시지 확립과 메시지 말단항목은 표시하지 않았다.
2. 기능코드는 RTU가 전송하는 데이터의 형식을 규정한다.
3. 데이터 식별은 마스터 스테이션이 요구하는 데이터의 양과 형태를 확인한다.

RTU가 각각의 메시지를 전송할 때에는 RTU버퍼 안에 전송한 메시지를 유지할 필요가 있다. 단, 현재 데이터만을 포함한 메시지는 제외한다. 그래서 마스

터 스테이션이 메시지를 정확히 수신하지 못한다면 재전송을 요구할 수 있다. 그렇지 않으면 이 정보는 잃어버릴 것이다.

그림 4·9의 순서를 사용하여 기본적인 세가지 데이터형식을 전송한다.

1. 현재 데이터 : 외부장비의 현재 상태와 데이터가 마스터 스테이션으로 전송될 때의 처리과정에 관계된다. 데이터 유닛은 아날로그값(값당 12비트로 표현)이기도 하고, 스위치의 이진상태(스위치당 1비트) 또는 과거 상태변화를 포함한 스위치의 이진상태(스위치당 2비트)이기도 하다. 각각의 메시지는 위 데이터 형식의 많은 데이터 유닛을 포함하기도 하고, 미리 지정된 순서로 전송된다. 마스터 스테이션이 예견되는 데이터 유닛수를 알기 위하여 메시지는 보통 고정길이를 갖는다. 모든 데이터가 하나의 메시지로 전송될 수 없다면 모든 데이터가 수신될 때까지 마스터 스테이션은 추가 메시지를 요구할 것이다. 다음과 같은 예제 메시지이다.

- 16 아날로그값(데이터 유닛당 1)
- 128 상태비트(데이터 유닛당 16)
- 64 상태/메모리쌍을 포함한 상태(데이터 유닛당 8)
- 아날로그값과 상태비트를 조합

과거 상태변화 메모리를 포함해서 전송한 메시지는 어떤 데이터 손실을 피하기 위하여 전송버퍼에 의해서 보호되어야만 한다.

2. 데이터 스냅샷(Data Snapshot) : 어떤 과거 순간에 RTU에 저장한 정보로 구성된다. 보통 이 정보는 마스터 스테이션 또는 RTU에 있는 Local Time Source가 명령한다. 데이터 유닛은 아날로그 값(보통 수치당 12비트) 또는 메모리 장소(장소당 8 또는 16비트)로 정의된다.

종종 여러개의 RTU로 부터 동시에 스냅샷을 얻는 것은 바람직하기 때문에 마스터 스테이션은 이들 RTU에 동시에 "Broadcast Freeze" 명령을 전송한다. 이 명령은 메시지 확립항목안에 있는 RTU주소를 대신하여 특정한 코드를 갖고 있다. 즉 이 코드는 영향을 받는 모든 RTU에서 받아 들여진다. 기능코

드는 수행되어지게끔 데이터 스냅샷의 형태를 지시한다.

3. 예외보고 데이터(Data by Exception Reporting) : 이미 보고한 이후로 변화된 외부 장비의 상태와 정보로 구성된다. 예로서 이미 보고된 스위치의 상태와 프리셋 증감 그 이상으로 변한 아날로그 값들이 있다고 하자. 마스터 스테이션은 보고된 값들을 알 수 없기 때문에 각각의 데이터 유닛은 새로운 장비상태 또는 아날로그 값에 추가해서 RTU안에 있는 점주소를 포함하여야 한다. 그리고 마스터 스테이션은 전반적인 메시지 길이를 알 수 없기 때문에 이들 메시지들은 고정 길이를 가져야만 한다. 사용하지 않는 비트는 유효한 데이터를 표현하지 않는 코드로 가득차 있을 수도 있다. 다중의 메시지들은 모든 변화를 보고하게끔 요구되기도 한다. 어떤 시스템들에서는 각 스위치상태의 변화를 RTU에서 기록하기도 한다. 흔히 연속사건(Sequence of Events)으로 표현되는 이 기술은 상태변화가 발생한 시간 순서에 의해서 필드 디바이스의 동작에 관한 정보를 제공한다. 이러한 적용을 지원하기 위하여 각각의 데이터 유닛은 새로운 장치상태와 점주소를 추가해서 거의 Milisecond에 가까운 시간안에 이루어져야 한다.

2. 매체 이용(Media Usage)

통신시스템을 이해하고 사용하기 위해서는 장단점에 의해서 유용한 매체 대안을 광범위하게 이해할 필요가 있다. 따라서 다음과 같은 각각의 유용한 매체형식을 검토하겠다.

2.1 금속 케이블(Metallic Cable Pairs)

서브 스테이션의 전력회사나 발전소 건설로 인해 금속 케이블이 광범위하게 사용되기 때문에 대부분의 유틸리티에는 케이블 특성을 아주 잘 알고 있는 사람이 있다. 케이블은 새로운 기술을 적게 포함하고 있다는 장점이 있다. 그래서 데이터 전송용 케이블쌍을 사용하는 것은 비교적 쉽다. 단, 대표적으로 이러한 하나의 쌍은 초당 2,400비트까지 속도를 올

려서 단방향 또는 반이중전송용으로 사용될 수 있다. 앞서 설명한 방법은 대표적으로 프랜트안에서 SCADA시스템용으로 사용될 수 있다. 단 케이블의 길이는 1마일이하 이다. 전송용으로 지상 케이블 또는 매설 케이블의 설치비용이 비교적 비싸고 다른 값싼 매체 옵션이 있기 때문에 상호장소 통신용으로 사용하지 않는다. 회로 경로가 길어서 비교적 가격이 비싸더라도 운하구조와 급수시스템용 파이프라인 제어를 포함해서 SCADA설치에 사용된다. 대표적으로 이러한 적용에 대한 케이블 설치의 운하의 오른쪽길을 따라서 매설하며 전선 손상을 방지하기 위하여 특별한 형태의 피복을 입히기도 한다. 그리고 전반적인 주파수 응답을 평탄하게 하기 위하여 간격 주기로 선부하코일 조건이 되어야 한다. 다른 예로는 제어 케이블이 유틸리티의 전송선 구조 또는 전신주에 설치된 경우이다. 매설 케이블은 덜 파괴적인 경향이 있는 반면에 전송선 구조를 지상된 경우는 이웃 전송선으로 부터 전자기적, 정전기적 간섭을 받기 쉽다. 대표적으로 전화국에 설치된 케이블은 가스 튜브보호기와 같은 보호장치를 사용하여 유도 전압서지 또는 낙뢰에 대하여 보호되어야 한다. 추가적으로 고전압 서브 스테이션으로 들어갈 경우에 케이블은 중성선 변압기와 같은 보조장치 사용을 통해 서브스테이션 고장전류조건 동안에 대지 포텐셜과 큰 차이로 부터 보호되어야 한다.

2.2 전력선 반송(Powerline Carrier)

전력선 반송장치는 1920년 초기부터 미국의 전력 회사에서 사용되고 있다. 첫번째 적용은 음성통신 목적이었고 이윽고 전력선 반송 채널이 전력회사가 사용하는 여러 다른 기능들을 위한 회로를 제공할 수 있다고 인정받았다.

1920년 후반부터 전력선 반송은 Pilot보호계전기 용으로 사용되어지고 있다. 2차 세계대전 이후에는 전력선 반송은 원격측정의 전송과 상호연결 시스템의 동작에 대하여 요구되는 부하제어정보와 같은 효과적인 수단으로 사용되고 있다. 시스템 전압이 증가함에 따라 흔히 선들은 저압 차단기만을 보호하면

된다. 변압기 사고에 대하여 보호용으로 전달 (Transfer) 트립계전기가 생겨나고 있다.

음성 대역폭 채널과 동등하게 FSK모형을 이용한 SCADA시스템의 등장은 이러한 채널요구가 우연히 전력선 반송과 일치되는 경향이였다.

전력선 반송시스템은 계획적 사용과 전송선 형태로 분류된 여러개의 특정한 적용에 대하여 발전하였다.

○ 38kV와 그 이상의 고전압 전송선들은 대표적으로 50~500kHz범위에서 반송주파수를 사용한다. 이들 주파수들은 보호계전기, 원격측정, 발전제어, SCADA, 잡다한 다른 서비스에 대하여 채널을 제공할 수 있다. 이들 채널들은 하나의 음성회로와 동등한 대역폭을 가질 수 있다. 그러나 몇몇 적용에서는 그러하지 못할 수가 있다.

○ 보통 38kV 이하의 저압배전선은 만족할만 하다. 다양한 시스템들은 45~55kHz, 3~10kHz, 100~1kHz범위의 주파수를 사용한다. 대표적으로 이들 어느 시스템들도 SCADA시스템에 대한 음성 대역폭채널의 최소한의 필수조건들을 제공하지 않는다.

미국에서는 다른 통신수단에 따라서 전력선 반송은 연방통신협회의 관할권에 있다. 여러 통신형태와 같지는 않지만 전력선 반송의 사용에 대한 공적인 허락이 요구되지는 않는다. 허가된 통신서비스에 간섭의 원인이 되는 범위를 초과한 복사는 금지되어 있지만 전송력 준위는 제한되어 있지 않다. 서로다른 반송서비스 사이에서 간섭이 발생한다면 문제해결에 관련된 공동선의 책임이다.

전력선 반송 시스템의 기본은 특징있는 세가지 부분으로 구성된다.

첫째, 말단 조립품과 전송기, 수신기와 관련된 부품으로 구성된다.

둘째, 고전압시스템의 선택점과 말단을 연결하는 수단으로 제공되는 결합하고 조절하는 장치이다.

셋째, 말단사이에 고주파수 에너지를 전송하기 위해서 적당한 경로를 제공해야만 하는 고전압시스템의 자체이다. 말단에서 한개 그 이상의 전송기와 또

는 수신기가 요구되고 수행될 기능수에 달려있다.

전력선에 결합은 반송신호를 도통시키는 고전압 결합 커패시터의 사용으로 성취할 수 있다.

말단의 중간점들은 스위치나 변압기와 같은 불연속기 주변을 반송주파수가 바이패스를 요구하기도 한다. 이 경우에서 불연속측과 반송주파수를 조정하는 라인튜닝장치 사이를 결합해서 두결합점들 사이에서 완벽한 반송경로로 사용된다.

반송력 손실을 최소화하기 위하여 외부선 또는 말단 스테이션 버스에 인덕터의 선트랩을 삽입해서 신호가 원하는 선부분으로 향하게 한다. 반송 주파수를 적절하게 선택함으로써 여러 서비스들이 간섭없이 같은 선도체에서 동작할 수 있다.

보통 단말장치는 선길이가 무관하게 똑같다. 단 일반적으로 1~20와트 범위이지만 100와트와 같이 높을 수도 있는 전송기 출력 파워의 변동은 제외한다.

전송시스템 전력선 반송은 다음과 같은 요약된 장단점을 가지고 있다.

<장 점>

- 사용자는 전화국과 같은 제3의 공통선이 포함되어 있지 않은 통신시스템에 걸쳐 완전 제어를 가질 수 있다.
- 연방통신협회에 공식적인 허락이 필요하지 않다.
- 점대점 통신에 대한 Time Honor 개념이 증명되어 있다.

○ 단말장치는 SCADA용 채널 뿐만 아니라 음성, 보호계전기, 원격측정과 발전제어신호를 제어할 수 있는 융통성이 있다.

○ 때때로 지형과 거리에 기인하여 유지 점대점 통신의 실행할 수 있는 수단만이다.

○ SCADA에 대하여 전력선 반송은 일반적인 모델을 사용하여 초당 2,400비트까지 처리할 수 있는 채널을 제공할 수 있다.

<단 점>

○ 기후, 폭풍 특별히 진눈깨비(동우)의 변화에 민감함은 전력 전송선에 반송신호를 증가된 감쇄를 야기시킬 수 있다.

○ 임피던스 변화는 동적으로 발생할 수 있고 이러한 변화가 전력선 반송신호에 심각한 영향으로 줄 수 있다.

○ 전송선은 백색잡음과 임펄스잡음이 있어 매우 잡음이 많다. 점대점 통신은 차단기와 스위치동작과 낙뢰로부터 발생할 수 있는 임펄스 잡음에 매우 영향을 받기 쉽다.

○ 최근의 전송기-수신기장치일지라도 4개의 음성등급 양방향 채널까지 확장된다. 이 이상은 주파수 스펙트럼이 유용하다고 가정하고 새로운 단말장치가 추가 되어야 한다.

○ 본질적으로 50~500kHz스펙트럼은 시스템 확장을 제한한다.

<다음호에 계속...>

바로 잡습니다

• 7월회지 74p 경기지부대행업체 초청간담회 내용중 중소기업활동 규제완화에 관한 특별조치법을 기업 활동 규제완화에 관한 특별조치법으로, 자가용전기설비 범위조정을 제조업체에 한해 75kW에서 1,000kW로 상향조정을 75kW에서 100kW로 바로 잡습니다.