

# 원방감시 시스템의 원리와 응용(7)

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
  - 3. 무선주파수 통신
    - 3.4. 임대회로(Leased Circuits)
    - 3.5. 광섬유 케이블(Fiber Optics Cable)
    - 3.6. 통신위성(Satellites)
  - 4. 표준활동
  - 5. 통신시스템 설계
  - 6. 요약 및 결론
- V. 중앙제어소 구성
- VI. 인간-기계연락장치
- VII. 진보된 SCADA개념
- VIII. 국내현황
- IX. 외국의 기술동향
- X. 결론

### 3. 무선주파수 통신

#### 3.4. 임대회로(Leased Circuits)

I장에서 언급하였듯이 3002형 채널 통신기술은 기본적으로 AT&T시스템 음성대역폭 개인전용선 채널이다. 이 채널 사용조건은 초기 1회 설치비용과 매달 임대요금을 납부함으로써 이용가능하다. 전

화국이 없는 곳과 그와 비슷한 지역에서의 사용자들은 건설비용을 부과하기 때문에 사용하기를 원하지 않는다.

이제는 더욱 새로운 등급의 데이터 회로가 시장에 나오고 있는데 이것은 DDS(Digital Data Service), BDS(Basic Digital Service)라고 부른다. DDS와 BDS는 낮은 전송속도인 1200bps에서 64Kbps까지, 그리고 최대 1.544Mbps까지 혹은 DS-1의 범위로 상호 연결된 디지털 라인에 접속된 CUS(Customer Service Unit)라 불리는 거리가 제한된 모뎀을 사용자가 준비하면 된다. CUS는 4선 데이터 라인을 산업표준인 RS-232C 접속으로 변환한다. DDS와 BDS의 큰 차이는 다음과 같다. DDS는 전화중앙국으로부터 타이밍 펄스를 제공받는 반면에 BDS에서는 사용자가 비동기 또는 자신의 타이밍 펄스를 제공한다. 또다른 차이는 DDS에서는 요금을 부과하지만, BDS에서는 서비스의 요금을 기본당 불륨가격을 협정한다는 것이다.

임대회로를 요약하면 다음과 같은 장단점이 있다고 말할 수 있다.

#### <장 점>

- 조건과 무조건적 많은 임대회로를 여러 지역의 전화국으로부터 얻을 수 있다.
- 임대회로는 통신망 발전을 용이하게 한다. 어떤 경우에는 임대비용이 초기에 개인 소유 통신시스템의 비용과 경쟁할만하다. 통신시스템은 사용자의 통신채널이 4개의 단말 블록으로 분다. 이 통신 시스템은 각각의 시스템 터미널에서 모뎀을 외

부와 편리하게 연결되게끔 한다.

- 허가문제, 부지구입, 선로부지, 빌딩, 탑, 전원, 시설 진입로 등의 문제점이 없다.
  - 통신시스템 설계, 조달, 설치와 보수는 별 문제가 안된다.
  - 자본투자가 최소화된다.
- <단 점>
- 만족할 만한 시스템운영에 대한 설치와 유지책임이 분리되어 문제를 야기시킨다. 단, 여기서 언급하는 시스템은 SCADA 단말 하드웨어와 소프트웨어를 포함한 상호 연결된 통신채널에 한한다. 문제를 해결하는 대신에 불필요하게 서로를 지적하는 결과로 임대인과 임차인 사이의 충분한 대화가 부족하다.
  - 통신채널 오동작을 교정하기 위한 응답시간이 지나치게 길다. 그리고 전력회사도 이러한 상황을 개선할 직접적인 수단을 갖고 있지 못하다.
  - 특별히 회로의 일부분이 다른 전화국의 책임하에 있다면, 임대인 조직안에서 회로길이, 배치, 분리된 책임에만 의존할 수 있다.
  - 초기의 임대회로의 가격비는 해가 갈수록 증가한다. 그래서 통신가격은 조절할 수 없다.
  - 전력회사 자체가 임대회로의 사용이 증가함에 따라 자체와 동일한 통신시스템 건설을 연기하게 된다.

### 3.5 광섬유 케이블(Fiber Optics Cable)

통신용으로 사용되는 광섬유 케이블은 세가지의 기본적인 구성요소로 되어 있다.

- 송신기 : 전기 신호를 광신호로 변환한다.
- 광섬유도체 : 송신기에서 제3의 구성인 수신기로 광을 전송하는 길이가 긴 순도의 유리 또는 플라스틱 섬유이다.
- 수신기 : 광신호를 전기신호로 역변환한다.

추가적인 구성요소로서는 광신호를 전기신호로 변환하여 증폭한 다음 역변환하는 증계기가 있다. 또한 신호를 하나의 섬유에서 다른 섬유로 최소한의 감쇄를 하며 이동하기 위하여 Splicing장치가 필요하다.

광섬유의 기본원리는 광이 하나의 매체와 다른 매체사이의 경계에 도달할 때 다른 매체가 낮은 굴절계수를 갖고 있다면 자신의 매체로 역으로 반사된다는 것이다. 그리고 광섬유는 낮은 굴절계수를 가진 Cladding이라 불리는 동심층에 의하여 둘러싸인 긴 원통의 유리 또는 플라스틱 코어로 구성된다. 한쪽의 코어 말단에 들어오는 대부분의 광은 다른 말단으로 광섬유를 따라 사방으로 굴절된다. 그러나 광이 너무 큰 각도로 섬유에 들어온다면 광은 역반사하는 대신에 Cladding을 통해 굴절된다. 이 임계각의 삼각파는 NA(Numerical Aperture)라 부르고 코어와 Cladding 굴절계수의 함수이다.

광섬유 케이블구성에 고려할 필요가 있는 중요요소는 허용되는 모드수(광이 앞뒤로 굴절할 수 있는 각도)이다. 모드수는 파장과 NA와 코어반경의 요소이다. 예리한 각도로 반사되는 광이 섬유중심을 직선적으로 통과하는데 약간의 경사 또는 전혀 경사없이 반사되는 광보다 더 먼거리를 이동한다. 그래서 이러한 광들은 서로의 상이 점점 더 차이가 난다. 시간적으로 일치한 광을 구성하고 있는 펄스 또는 아날로그신호가 섬유에 들어갈 때 섬유의 먼 끝으로 이동하는 것처럼 분산된다. 이것을 모드분산이라 부르고 대역폭의 제한요소 또는 광섬유 시스템의 비트비율이다.

다른 분산효과는 물질분산이라고 불리는데 이것은 서로 다른 파장은 주어진 매체를 통하여 서로 다른 속도로 이동한다는 사실로부터 기인한다. 광, 심지어는 레이저도 절대적으로 단일 파장이 아니기 때문에 신호가 약간의 분산이 발생한다.

또한 신호의 감쇄는 섬유안에 불순물이 광을 흡수하여 열로 바꾸기 때문에 발생한다. 또한 반사가 결코 완벽한 분산효과가 아니고 섬유안에 마이크로벤드가 방사손실을 일으키기 때문이다.

광섬유 도체는 두가지 기본 옵션을 제공한다. 즉 다중모드와 단일모드이다. 다중모드 광섬유 도체는 전송속도 10~45Mbps, 1~10마일의 광밀도로 증거리 사용된다. 또한 다중모드 광섬유 케이블은 100~200Mbps로 동작하는 단거리, 고속LAN에 사용된다.

다. 몇몇 다중모드 광섬유 도체는 800nm(10<sup>-9</sup> meter)와 1300nm 파장으로 동작하는 두개의 원도를 가질 수 있다. 이러한 케이블을 “Dual Cable”이라 부른다. 1300nm에서 다중모드 광섬유도체는 800nm보다 킬로미터당 약 1/2 손실이 있다. 이중 원도 광섬유는 사용자에게 케이블의 대역폭을 확장시킬 수 있게 한다.

단일모드 광섬유 도체는 매우 작은 광학반경을 갖고 있어서 큰 반경을 갖는 LED전송원과는 호환성이 없다. 반경이 큰 광원들은 단일모드 케이블의 10micron 반경보다 근사적으로 약간 작거나 동일한 광폭을 갖게끔 개발하고 있다. 다중모드 광케이블의 경우에 있어서 다중전파 경로 또는 모드가 존재할 수 있는 곳에서 단독모드 광섬유는 하나의 모드만을 전송한다. 단일모드 광섬유는 분산이 최소화되기 때문에 장거리에 걸쳐 고속 데이터 처리가 가능하다.

광섬유 케이블의 설치비용은 마일당 \$5,000~\$50,000('91년 물가)범위이며 광섬유의 도체수, 구성형태와 사용중인 기계지지물에 따라 다르다. 설치형태는 직접매설, 지하관, 고가 전력선구조들이 있다.

OFGW(Optical Fiber Ground Shield Wire)는 새로운 전력선 건설에서는 가격이 저렴하지만 현재 사용하는 송전선에 환선을 설치해야 된다면 매우 비싸게 된다.

광섬유 케이블 통신시스템을 요약하면 다음과 같은 장단점이 있다.

<장 점>

- 전력회사에서의 주된 장점은 변전소과 발전소 스위치 계통에 존재하는 전자기적 간섭으로부터 벗어날 수 있다.
- 광섬유를 이용하여 통신하는 경우의 전자기적 스펙트럼의 가시광영역에 사용할만한 대역폭은 금속 케이블, 전력선 반송 또는 마이크로웨이브링크를 포함한 지상 자유공간무선보다 훨씬 넓다.
- 광케이블은 전력회사의 송전선과 배전선의 선로 부지에 같이 사용할 수 있다.
- 케이블 사이에는 혼선이 없다.

- 낙뢰나 전기적 폭풍영향을 받지 않는다.
- 대표적으로 금속케이블에 적용한 구조방법은 광섬유에 적용하지 않는다. 예를 들어 전선관에 광섬유를 설치하지 않는다.
- 실제 크기가 작고 유연성 있고 단일 광섬유를 다루기 용이함은 다중도체 금속케이블을 훨씬 능가하며 광섬유 대역폭의 다중도체 금속케이블을 앞지른다.
- 금속케이블에 비하여 광케이블은 “shorting”등 쓸모없는 제어신호를 야기시키지 않고 위험한 환경에서 불을 일으키지 않는다.
- 광섬유는 핵방사에 별로 반응하지 않는다.
- 쉽게 감지할 수 있는 조건, 즉 물리적으로 케이블을 절단하거나 결합되어 있지 않는 한 광섬유 케이블을 쉽게 도청할 방법은 없다.
- 광케이블은 지하와 수중에 설치해도 수명이 길다.
- 연방통신위원회(FCC : Federal Communicaions Commission)에 의해 제재를 받지 않으며 어떠한 허가도 필요하지 않다.
- 광케이블 시스템은 디지털 전송에서 탁월한 성능을 갖는다. 디지털 데이터를 아날로그 음성 대역폭회로에 전송할 아날로그 신호로 변환하는 대신에 9600bps를 초과하지 않는 속도에서 디지털로 변환한다. 기본적으로 디지털 데이터의 단독 또는 다중 직렬비트열은 다중화 장치 성능에 의해서 제한된 속도로 전송할 수 있다.

<단 점>

- 중계기는 다중모드에서는 매 10마일마다, 단독모드에서는 20마일마다 필요하다. 광섬유 설계에서 새로운 기술은 중계기가 매 100마일마다 필요하다는 것 뿐이다.
- 송신기와 수신기는 전기적 신호를 빛으로 다시 역으로 변환하는 것을 요구한다. 짧은 케이블을 사용한 광섬유 시스템은 금속케이블과 같은 다른 매체와 가격을 비교하면 효과적이지 못하다. 대역폭이 넓다는 장점이 없다면, 송신기와 수신기의 가격을 가중시킨다. 송신기와 수신기는 능동장비이며, 약간의 직류전력을 요구한다. 마이크로웨이

브 무선과 같은 다른 매체와 비교할때 위의 내용은 단점이 아니고, 동등한 형태의 장비를 요구한다.

- 이웃한 광섬유에 연결하는데는 특별한 커넥터가 필요하며, 설치하는데 훈련이 필요하다.
- 선 접속기(splicing)도 문제가 될 수 있다. 선 접속기 키트는 사용하는데 비교적 쉽기도 하고 매우 어렵기도 하다. 즉, 경감요소(mitigating factor)는 케이블의 구성, 키트 제조업체, 케이블 위치, 현장 작업원의 경험이다.

### 3.6 통신위성(Satellites)

위성통신의 등장은 통신에 관련한 거의 모든 사람의 상상력과 관심을 끌고 있다. 가장 바쁜 도시중심에서 가장 멀리 떨어진 섬들까지의 온 세계는 사실상 위성통신망으로 서로 연결할 수 있다. 이 통신망은 음성, 전신, 데이터와 영상을 포함한 통신신호를 경제적이고 신뢰성 있게 전송할 수 있다.

상업 통신위성 분야는 지구궤도에 있는 위성의 사용을 기반으로 하고 있다. 이 지구 궤도는 적도위의 고도 35,860km(22,282마일)에 있는 회전궤도이다. 이 궤도의 위성은 지구국에서 고정된 공간으로 나타난다. 이것은 확실한 장점이며, 지구국 구성을 매우 간단하게 해준다. 왜냐하면 복잡한 추적 전자장비와 안테나용에 관련된 정밀 서보전력 구동장치가 필요 없기 때문이다. 이 궤도는 통신위성 범위안에서 지구표면의 어느 점들로부터 무선신호를 중계한다. 송신기 출력레벨과 수신기 감도는 어떠한 극도의 경로 길이에도 동작하도록 설계되어야 한다. 그래서 기본적으로 시스템 동작은 지구표면의 어느 두곳 사이의 거리와 독립적이 된다.

상업 위성통신의 장래의 사용자가 매체를 사용할 수 있는 기본적인 가능한 방법들은 다음과 같다.

- 서비스로서 요구한 공간과 지구국시설들을 임대하고, 정보를 site에서 정확하게 전송함으로써 지구 단말의 가동을 인정받는다. 이것은 통신위성 지구국과 요구한 통신현장사이에서 지구통신을 포함할 수 있는 전체 링크의 크고 작은 부분을 의미한다.
- 지구단말에 대한 하드웨어와 소프트웨어 구입과

요구된 통신위성 트랜스폰더(transponder)능력만을 임대한다. RCA, Western Union과 같은 통신위성 커먼 캐리어는 통신위성의 트랜스폰더 기능을 기꺼이 제공한다. 이 경우에 사용자나 외부 계약자는 필요한 모든 절차(시스템 설계, 필요한 FCC/IRAC면허, 조달, 통합, 유지 등을 얻는 것)를 수행해야만 된다.

- 두번째 옵션과 통신위성을 발사하고 난 후 모든 절차를 수행한다.

첫번째 옵션은 전력회사로 보면 호의적으로 보이지 않는다. 아마도 서비스 등급이 지구 커먼 캐리어에서 얻는 것보다 더 좋은 반면에 위에서 언급한 임대회로에서의 분리된 책임문제가 똑같은 정도로 존재하기 때문이다.

두번째 옵션은 전력회사에게 실행할 수 있는 것이다. 사용자가 통신위성 트랜스폰더 스펙트럼을 다른 사용자와 분배할지라도 현재의 지구 단말기술을 사용한 통신위성 호출기술은 한명의 사용자가 통신위성의 유일한 사용자로 보이게끔 시스템을 만들 것이다.

세번째 옵션도 매우 실행할 수 있는 것이고, 이러한 목적으로 전력회사 컨소시엄 또는 비슷한 목적을 가진 다른 사용자 컨소시엄의 구성에 의해 발생할 수 있다.

통신위성 송신의 단점은 신호가 꽤 먼 공간으로 이동해야 되기 때문에 지연이 발생된다는 것이다. 전체적인 신호전파시간은 약 240ms이다. 단, 통신위성의 시정선은 일반적으로 22,300마일이며 지구국의 위치에 따라 약간 변한다. 이러한 조건때문에 통신위성에 의한 대안 양방향이라면 음성대화를 한 통신위성 사용자는 약 480ms동안 대화를 나눈 사람의 응답을 기다린다. 이것은 수용할 수 있는 시간이 된다.

데이터 전송에서 통신위성의 지연은 BiSync와 같이 상호작용을 하는 통신규약의 사용에 심각한 영향을 줄 수 있다. 대표적인 BiSync링크용으로 모의 단말로 동작하는 각각의 통신위성 단말에 있는 메시지 버퍼를 사용함으로써 해결된다. 더 새롭고 상호작용을 하지 않는 통신규약은 이러한 문제가 없다.

지구마이크로웨이브 무선릴레이와 같이 통신위성은 송수신에 대하여 서로 다른 주파수를 사용해야 된다. 그렇지 않으면 고전력송신 신호는 약하게 입력되는 신호를 간섭할 수 있다. 신호를 수신하는 장비는 신호를 증폭하고 주파수를 바꾸어 재 송신한다. 이 장치는 트랜스폰더(transponder)라 부른다.

통신위성 링크에 사용되는 주파수들은 4/6GHz, 12/14GHz, 20/30GHz들이며, 각각의 경우에 첫번째 숫자는 다운링크의 주파수로, 두번째 숫자는 업링크로 간주된다.

현재 통신위성으로 사용되는 무선주파수 대역은 UHF, SHF이다. UHF는 300~3,000MHz범위를 포함하며, SHF는 3~30GHz의 범위를 포함한다. 상업 통신위성은 주로 4/6GHz대역을 사용한다. 즉, 이러한 주파수들은 때때로 C대역으로 간주되며 지구로 마이크로웨이브 전송에 주로 사용되는 주파수들이다. 이들 주파수들은 설계에 많은 경험이 있다는 장점이 있지만 통신위성과 지구마이크로웨이브 링크가 서로 간섭할 수 있는 아주 나쁜 단점이 있다. 이러한 문제를 피하기 위하여 12/14GHz라는 새로운 시대의 통신위성기술을 사용할 것이다. UHF주파수가 작아진다면 SHF보다 훨씬 더 낮은 용량을 갖춘 지구국의 비용이 낮아진다. 이들 주파수들은 선상, 휴대용 스테이션, 군사지역 스테이션 등과 같은 것을 설치하여 같은 이동국이 사용된다. 이러한 비트율이 요구되는 곳에서 저 가격, 저 비트율 지구국단말을 제공하기 위하여 사용되는 전력회사 통신위성 사용자 컨소시엄을 적절한 제정을 갖고 조직할 수 있다.

대부분의 통신위성은 하나이상의 트랜스폰더를 갖는다. 트랜스폰더가 다루는 대역폭은 통신위성 설계에 따라 다르지만 현대의 통신위성은 36MHz대역폭을 가진 트랜스폰더를 갖는다. 이 대역폭의 사용방법은 관련된 지구국장비에 달려 있다는 것이 매우 중요하다. 대표적인 통신위성 WESTAR는 하나의 트랜스폰더를 가지고 다음의 어느 것도 중계할 수 있다.

- 1200baud 음성 채널
- 50Mbps 데이터 속도

○ 각 밴드의 24MHz중심으로 (1.544Mbps의 16채널 또는 64,000bps의 400채널 또는 40,000bps의 700채널) 중계된다.

부가적인 트랜스폰더는 수많은 협소뱅크와 비교적 낮은 정격속도로 지구국 사용을 가능하게 해 준다.

통신위성 Westar는 각각 12개의 트랜스폰더를 갖고 있으며, 그중 2개는 나머지의 사고에 대비한 예비비용이다. 통신위성 RCA SATCOM은 24개의 트랜스폰더를 갖고 있다. 미래의 위성들은 더 많은 숫자의 트랜스폰더를 갖고 있을 것이다.

일반적으로 지구국의 통신위성은 SHF와 그 이상에서 파라볼라안테나를 갖고 있는데 이 안테나는 기본적으로 지구로 향하는 마이크로웨이브를 이웃 타워와 연계된 파라볼라안테나 포인트에 중계시키는 비슷한 방법으로 통신위성을 가르킨다. 보통 지구국 안테나는 반드시 크지는 않지만 좁은 빔각도로 전송하고 있다.

지구링크와 다른 통신위성링크는 천체가 빛을 가리는 현상에 영향을 받기 쉽다. 첫번째로 지구의 그림자가 통신위성을 지나갈 때 통신위성의 태양전지는 동작을 멈춘다. 이 현상은 봄밤에는 44번, 가을밤에도 44번 발생한다. 즉, 일년중 277일은 이 현상과 무관한 날이 된다. 이 현상의 최대는 춘(추)분에 발생하며, 65분동안 지속된다. 다른 날에는 이러한 현상이 보다 짧다. 일반적이 아니지만 지구에 일식이 일어나는 것처럼 달의 그림자가 통신위성을 지나간다.

이보다 더 극심한 현상은 통신위성이 태양전면을 똑바로 지나갈 때 발생한다. 고온도가 발생되고 있는 태양은 굉장히 강력한 노이즈원이며, 통신위성의 전송을 방해한다. 이러한 현상은 일년에 2번, 5일 연속해서 약 10분간 지속된다. 연속적인 전송을 할 수 있는 유일한 방법은 두개의 통신위성을 사용하여 일식이 일어나기 전에 영향을 받지 않는 채널로 전환하는 것이다. 대부분의 통신위성은 이중계도를 갖고 있어 일식현상으로부터 보호를 받을 뿐만 아니라 다른 쪽의 통신위성이 떨어지더라도 보호받을 수 있다.

때때로 달도 통신위성 뒤를 똑바로 지나간다. 태양빛과 달빛이 지구 안테나에 똑바로 들어가더라도 전송을 방해하지는 않지만 잡음이 증가해서 전송을 격감시킨다.

통신위성 구조를 분리해서 길게 설명할 수 있다. 그러나 전력회사의 컨소시엄은 그 자체 또는 대부분의 통신위성에 대하여 부족하기 때문에 장차 개발되어야 한다. 전력회사가 사용하고 있는 통신매체에 위성통신을 추가하는데 가장 적절한 매체는 옵션 2를 수행하는 것이다. 요구된 공간 세그먼트 트랜스폰더 용량을 임대하는 대신에 이것은 자신의 지구단말을 소유하는 것이다. 필수적으로 분담된 통신시스템 책임에 대한 결점을 제거할 것이다. 이 때문에 멀티유저응용에 대하여 위성통신을 특별히 알맞게 만드는 지구단말 특성의 일부분만 간단하게 언급한다.

통신위성은 어떤 사용자가 사용할 수 있는 것보다 훨씬 더 큰 대역폭과 디지털 처리능력을 갖고 있다. 서로 다른 사용자가 독립적으로 사용할 수 있도록 분리된 많은 채널용량이 필요하다.

인공위성의 용량은 나누어진 두가지 면에 있다. 첫번째는 다중화와 지구 자유공간 마이크로웨이브무선에서 언급한 주파수분할과 시분할 다중화이다. 통신위성이 단순히 두개의 지구국 사이를 포인트 대 포인트링크를 제공한다면 다중화는 모두가 필요로 할 것이다. 그러나 통신위성에 대해 가장 가치있는 면의 하나는 지구에 분산되어 있는 많은 안테나들에 의해 분배될 수 있다는 것이다. 기본적인 다중화에 부가해서 통신위성을 분배하기 위하여 지리적으로 분산되어 있는 많은 지구국을 허용할 수 있는 방법이 고안되어야 한다. 이 방법이 다중호출(multiple access)이라 간주되며, 사실상 채널수있는 지리적으로 분리된 지역에서 순간적으로 변한다. 그래서 순간의 수요에 따라서 시간변화방법으로 다중호출을 할당하는 것이 바람직하다. 동적으로 위치가 다양한 채널은 DAMA(Demand Assigned Multiple Access)이다.

넓게 다양한 변조와 다중호출방법은 유용하다. 다중호출의 한 형태는 유용한 송신대역(4/6GHz통신

위성 시스템에서 5.925~6.425GHz)을 주파수 슬롯으로 분리함으로써 얻을 수 있고 유일한 주파수 슬롯 안에 각각의 지구국 반송주파수를 할당한다. 이 형태의 다중호출은 FDMA(Frequency Division Multiple Access)라 부른다.

지구국에 반송을 미리 할당하는 대신에 수요가 있을 때에만 지구국에 반송을 할당하는 것이 가능하다. 이 형태의 다중호출을 DAMA(Demand Assignment Multiple Access)라 하며 송신대역안에서 정의되어진 반송주파수들의 조합이며 요구할 때 사용자에게 불규칙적으로 할당된다. DAMA시스템에 대하여 주파수 할당을 기록하기 위하여 어떤 보조제어장치가 필요하게 된다.

다중호출의 다른 형태는 각각의 지구국이 송신에 대하여 유일한 슬롯이 할당되었을 때 얻을 수 있다. 이러한 다중호출의 형태는 TDMA(Time Division Multiple Access)라 하며 모든 지구국들에 공통으로 하나의 반송주파수를 사용한다. 보통 이 반송주파수는 유용한 대역의 중심에 있다. 디지털이건 아날로그건 간에 변조 IF신호는 이 반송주파수를 변환하고 할당된 시간슬롯에 정보의 버스트(burst)로 송신한다.

위성통신은 다음과 같은 장단점이 있다.

<장 점>

- 대역폭은 전력회사의 필요에 대처하는데 충분하다.
- 일반적으로 통신위성사고가 적고, 위성통신은 지구 자유공간 마이크로웨이브 무선통신의 장점을 갖고 있다.

<단 점>

- 아직도 소형, 저 가격, 저 비트율의 지구단말을 생산하지 못한다. 그러나 충분한 수요가 있다면 위와 같은 제품을 만들 수 있는 기술은 있다.
- 하나 또는 그 이상의 통신위성궤도의 위치를 결정하는 것은 비용이 비싸다. 그러나 통신위성을 하는게 전력회사의 요구사항은 아니다. 더군다나 하나 또는 그 이상의 통신위성 가격은 이러한 문제를 해결할 수 있는 조적이 있을 때 유저 컨소시엄사이에서 준비되어 있다.

- 송신선 보호릴레이와 같이 고속 동작에 대해 충분하지 못한 위성통신에 포함된 시간의 지연이 있다.

#### 4. 표준활동(Standard Activities)

SCADA시스템의 표준은 느리고 어려운 절차를 거쳐서 발전하였다. 현재의 주요 표준은 ANSI/IEEE C37.1-1987, "Design, Specification and Analysis of Systems used for Supervisory Control, Data Acquisition, and Automatic Control"이다. 원격통신에 대해서는 다음과 같이 목록의 여러 부분에 있다.

- 3. 정의(Definitions) - 많은 데이터 통신과 SCADA용어 정의를 제공한다.
- 4. 기능적 특징 - 대표적인 장비구성과 기능적인 적용을 제공한다.
- 5.4 통신 - 인터페이스 특징, 마스터/리모트 통신 인터페이스, 채널 부하계산을 제공한다.
- 7.4.2 통신 보안 - 오차제어를 위한 성능 요구사항을 제공한다.

그러나 C37.1표준은 마스터 스테이션과 RTU사이의 메시지 표준을 정의하는데 짧게 설명되어 있으나 필수조건만 기술되었다. 이 주제는 다음과 같은 내용을 포함해서 공개한 "IEEE Recommended Practice for Master/Remote Communication"이다.

- 3. 정의 - 항목과 개념이다.
- 4. 통신채널 - 통신을 하는 지역에서 통신형태를 정의
- 5. 통신인터페이스 - 물리적, 전기적 접속과 제어순서를 정의
- 6. 통신 메시지 형식 - 메시지의 기본구조와 내용을 제공
- 7. 정보분야항목 - 채널유지에 대한 절차를 정의

여러 벤더들은 이 IEEE에서 추천하는 실제와 일치해서 마스터/RTU 규약 개발계획을 발표하고 있으며, 표준화하는데 장기간의 기한이 지연된 절차이다. 규약 사용을 무시하고 추천한 방법은 SCADA 시스템을 설계하는데 유용성하고 많은 지침이 된다.

국제사회에서 규약은 마스터/RTU통신에 적용될

수 있는 데이터 통신용을 개발하였다. 이러한 것들은 ISO(International Standards Organization)와 OSI(Open Systems Interconnection)에 대한 기준 모델을 포함한다. 이 모델은 통신절차를 독특한 층으로 분리하며, 각각의 층사이의 인터페이스를 잘 정의한다. 각각의 층사이에서 표준이 개발되고 적용되고 있다. 마스터/RTU 통신에 대하여 관심있는 표준은 HDLC(High Level Data Link Control) 규약이다. 그러나 이 규약을 감시제어에 적용할 때 규약구조를 보호해야 되기 때문에 적용하지 않는다. 또한 HDLC와 같은 표준규약의 효율성은 SCADA에 대해서는 설계한 규약보다 떨어진다. 이러한 이슈들은 아직도 연구되고 있다.

마스터/RTU통신에 부가하여 마스터에서 마스터 통신은 매우 중요하다. 일반적으로 현재 시스템들은 시스템 벤더가 소유하고 있는 규약을 사용하며 융통성이 매우 없다. 대부분의 시스템은 Digital Equipment Corp의 DENet와 같은 컴퓨터 제조업자의 규약을 사용한다. 이 단점을 고치기 위하여 WSCC(Western Systems Coordinating Council)는 "Guidelines for Inter-Utility Data Communications"을 개발하였다. 이것은 매우 성공적이며, 최근에는 미국의 35개의 유틸리티에서 사용된다. 중요한 응용은 시스템 보안과 사용자료(Accounting Data)교환용이다. 다른 규약은 미국동부 유틸리티 집단에 대한 IDEC(Inter-Utility Data Exchange Committee)에 의해 개발되고 있다. 초기수행은 1991년에 계획되었다.

현장 구내나 서버 시스템내의 통신에 대하여 광섬유를 사용한 LAN기술은 현재 잘 개발되어 있다. 이 통신들은 수 킬로내에서 공동버스를 사용한 고속의 망(network) 또는 링구조이다. IEEE 802. X LAN 표준은 이 형태의 시스템을 구축하는데 거의 유일하게 사용된다. 이들 시스템들은 장치의 다중원, 고 용량, 전자기적 잡음에 강하고, 모듈할 수 있는 장점이 있다.

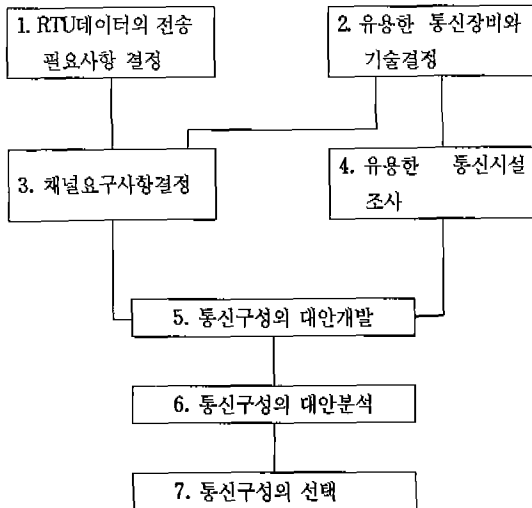
수 킬로 이상의 거리에 대하여 대도시 지역망(MAN: Metropolitan Area Network)과 광역 지

역망(WAN : Wide Area Network)에 대한 표준을 개발하고 있는 중이다. MAN표준은 SCADA에 적용하는 반면에 WAN은 상호 유틸리티연계(Inter-Utility Exchange)에 적용한다. 현재 시스템은 여러해 동안 효과가 계속되었다.

정보연계분야에서 미국 전기회사에 공동의 방향을 제공하기 위하여 EPRI(Electric Power Research Institute)는 UCA(Utility Communication Architecture)프로그램이 진행중이다. UCA는 SCADA 시스템, 발전소, 수송가 인터페이스, Inter-Utility 교환 등을 포함한 모든 전기회사 응용들에 대한 전반적인 구조를 정의하기 위하여 설계하고 있다. MAP(Manufacturing Automation Protocol)를 사용하여 산업체는 약 10년간에 걸쳐 UCA를 진행하고 있다. 또한 구조중내에서 산업표준사용을 권장한다. 이 노력은 마스터/RTU통신지역에 확실히 영향을 주지만 수년간 그러하지는 않았다.

### 5. 통신시스템 설계(Communication System Design)

중(대)규모의 SCADA시스템에 대한 통신시스템 구성선택은 그림 4-17에 나타낸 바와 같이 7스텝



<그림 4-16> 통신구성의 선택

을 포함한 상세한 연구가 필요하며 좀 더 자세한 것은 앞으로 언급한다.

#### 절차 1 : RTU데이터의 전송 필요사항 결정

데이터의 위치, 양, 포인트 형태, 요구되는 갱신을(Update Rates)의 형태로 데이터 전달에 필요한 것을 결정한다. SCADA시스템 기능이 정의되었다면, 지리적 위치, 포인트 양, 포인 형태(스위치 상태, 아날로그 측정 또는 카운터)가 결정될 수 있다. 또한 기능으로부터 요구되는 갱신율은 각각의 데이터 형태에 대하여 결정될 수 있다. 예를 들어 스위치 동작을 감지하는 것이 더 중요하기 때문에 상태(Status)는 보통 아날로그 측정보다 흔히 더 빠르게 갱신(Update)된다. 데이터 양은 초기 포인트의 필요뿐만 아니라 미래의 확장을 수용하게끔 결정되어야 한다. 새로운 요구사항은 신기술과 오늘날의 변전소를 포함한 장비에 따라 개발될 것이다.

#### 절차 2 : 유용한 통신장비와 기술결정

절차 3, 4에서 수행하기 위하여 대표적인 SCADA와 모뎀 제조업자가 유용한 통신장비와 친숙해질 필요가 있다. 유용한 데이터 비율, 변조기술, 다중화 능력과 채널 요구사항이 결정되어야 한다. 또한 제조업자의 마스터에서 리모트로 가는 메시지 형식은 능력, 효율, 융통성, 보안항목으로 분석되어야 한다. 이러한 절차로부터 각각의 데이터 형식이 RTU에서 마스터로 전달되는데 필요한 시간을 알아야 된다.

#### 절차 3 : 채널요구사항 결정

절차 1에서 데이터 전달에 필요사항과 절차 2에서 데이터 형식당 필요한 시간이 결정된다. RTU, 채널 요구사항은 갱신을 대처하기 위하여 사용되는 시간의 향으로서 계산된다. 경험에 비추어 각각의 채널이 메시지 오차에 기인한 재전송과 제어동작, 장애의 확장에 대해 허용되는 유용한 데이터 스캐닝시간의 50%만 사용되어야 한다. 이 절차로부터 통신 채널의 대수와 형태가 결정되어야 한다.

#### 절차 4 : 유용한 통신시설 조사

절차 3과 병행하여 지역에서 유용한 통신시설 조사는 완벽해야 된다. 이 시설은 임대능력, 광섬유 케



이블, UHF무선, 마이크로웨이브를 포함한다. 유용한 채널의 대수와 위치, 신뢰성, 가격은 부수적인 경제분석을 수용하기 위해 결정되어야 한다.

**절차 5 : 통신구성의 대안개발**

절차 3에서 채널요구사항과 절차 4에서 유용한 통신시설을 기반으로 하여 여러개의 대안 통신시스템 구성을 발전시킬 수 있다. 각각의 대안은 채널구성과 하나 또는 여러개의 관련된 통신설비를 포함한다.

**절차 6 : 통신구성의 대안분석**

다음으로 절차 5로부터 각각의 구성은 동작의 신뢰성, 확장성, 재난으로부터 안전, 보수, 가격(장비와 동작비용)항으로 분석된다.

**절차 7 : 통신구성 선택**

절차 6의 결과로부터의 양과 질을 기본으로 가격이 가장 효과적인 통신구성은 SCADA시스템 요구에 대처하여 선택될 것이다. 선택후, 부가적인 사항들은 선택된 구성의 장치화를 하기 위하여 개발할 수 있다.

가능하다면 장래의 통신확장을 시험하기 위하여 위의 분석을 확장하는 것이 바람직하다.

이러한 방법으로 유틸리티에 대하여 음성대역폭 아날로그 통신채널만을 공급하게끔 본질적으로 제한되어 있지 않은 새로운 통신매체를 고려하는 것이 가능하다. 이러한 방법으로 앞에서 언급한 통신채널을 선택하기 위한 7단계의 절차는 모든 유틸리티 데이터 전송필요사항과 좀더 다양한 통신매체를 포함하기 위하여 확장시킬 수 있다. 광범위한 통신요구사항은 다음과 같은 사항에 대한 회로를 포함할 수

있다.

- 급전원 음성
- 이동통신
- 전송선 보호계전기
- 다른 전력시스템 데이터(사고연속 기록기, 디지털사고 기록계, 전력회사 요금 계산서 등)
- 시스템 보수
- 상업데이터
- 고속 서류전송(FAX)
- 원격지와 영상회의

**6. 요약 및 결론(Summary and Conclusions)**

4장에서 서로 다른 통신구성과 그의 사용을 언급하였다. 다음으로 복잡한 통신시스템에 적당한 설계방법을 설명하였다. 또한 부가적으로 마이크로웨이브와 광섬유를 사용하려는 경향과 함께 다양한 통신매체와 그의 장단점도 언급하였다. 독자에게 용어를 친숙히 하고 다양한 제공을 위하여 신호기술을 포함한 통신기법과 메시지 형식, 정보전달들을 설명하였다.

메시지 형식에 관련한 현재 산업적용은 각각의 밴더에 대하여 그들 자신의 유일한 규약을 제공한다. 그러나 최근 노력의 일환인 EPRIUCA 프로젝트는 표준규약으로 채택되었다. 이것은 서로 다른 밴더로부터 똑같은 마스터 스테이션에서 쉽게 사용되게끔 사용자에게 혜택을 주므로 가격도 줄어든다. 그래서 표준규약의 개발과 사용은 매우 바람직하다.

<다음호에 계속...>

**경기남지부 체육대회 개최 안내**

경기남지부(지부장:이해우)에서는 전기기사들의 체력단련 및 건강증진의 일환으로 작년에 이어 금년에도 각 지역 기술협의회(안양, 안산, 수원, 부천, 안성, 성남)주관하에 아래와 같이 체육대회를 갖고자 하오니 회원 여러분분의 많은 참여를 바랍니다.

1. 일 시 : 93. 10. 24(일) 오전 10:00~17:00
2. 장 소 : 「수원」 삼일공업(상업)고등학교 T:(0331)255-3131  
→ 동문에서 팔달문쪽으로 150m 이내 위치하고 있음.
3. 종 목 : 축구, 족구, 단축마라톤