

# 배전자동화와 직접부하제어 및 자동검침을 위한 컴퓨터 통신시스템의 신기술 동향

윤갑구 에이스기술단 대표

문홍석 한국전력공사 기술연구원 선임연구원

## 서론

최근 에너지 절약과 환경보전 및 전력공급시설의 경제성 제고를 위하여 수요관리(DSM)의 중요성이 크게 대두되고 있다. 이에 수반하여 부하제어기술의 보급이 증가하고 있다. 종래에는 개별적으로 분리 설치되던 배전자동화(DA)와 자동검침(AMR)시스템들이 직접부하제어(DLC)시스템과 하나의 통합시스템으로 접근되거나 장래의 통합을 고려하고 있다.

이러한 실정에서 DA와 DLC 및 AMR을 위한 컴퓨터 통신시스템의 신기술동향을 조사분석하였다.

## 1. 현황

### 가. 배전자동화

우리나라에서는 한국형 배전자동화 시스템(KO-DAS)의 개발을 추진중에 있다. 이 시스템은 전송매체로 통신선과 저압배전선을 동시에 사용하는 혼합(Hybrid System)형식의 통신매체를 사용하는 것이 특징이다. 이 시스템의 규모는 변전소 16개소, 배전선 250선로, 자동개폐기 3,000개, 수용가 10만호 이상이다.

미국 조지아주 아틀란타에 소재한 Chartwell사의 "배전자동화산업 보고서(The Distribution Automation Industry Report)"는 2,200 이상의 단말

장치로 이루어진 DA설비를 소유하고 있는 25개의 미국 전력회사(총 설비용량 151GW, 수용가수 2,700만호)의 배전자동화 설비 경험과 계획을 조사하였다.

이 조사의 개요는 다음과 같다.

- UCA(Universal Communications Architecture)에 대한 광범위한 지원이 있지만 아직도 표준화된 프로토콜이 없다.
- 스위치 제어가 모든 DA응용에서 가장 많이 설치된 기초가 된다.
- SCE(Southern California Edison)사와 PG & E(Pacific Gas Electric Company)사의 참가에 따라, 전체설비 중 캐패시터 제어가 그 다음으로 많다.
- DA의 경제성은 아직 확실치 않으며
- DA에 따른 서비스 수준향상이 배전자동화 착수의 주요동기가 된다.

### 나. 직접부하제어

COBA-M.I.D.의 '93~'94년 DLC산업보고서에 의하면 미국 30개 전력회사와 영국의 3개 전력회사에 대하여 조사한 결과 27개 회사가 응했는데, 주택용 수용가는 3천만호 이상이고, 상업용/산업용 수용가는 3백만호 이상이다.

또, 1992년에 제어된 주택용 수용가의 수에 의거하여 직접부하제어하의 총 MW를 측정했을 때 Florida Power Corp.(820MW)가 미국에서 가장 큰 프로그램이고, Duke Power(585MW)와 SCE(529MW)가 두번째와 세번째로 큰 프로그램이다.

## 다. 자동검침

'94년 1월 미국전력회사들이 계획하고 있는 자동검침(AMR) 설치수는 197,377유닛이고, '97년까지 750,797 이상으로 조사되고 있다.

### (1) AMR 목적

전력회사의 AMR 목적은 다음과 같이 검침비용 절감, 검침장애해소 및 수용가 서비스 향상을 도모하기 위한 것으로 나타났다.

• 검침비용절감	23%	=====
• 검침장애 해소	21%	=====
• 수용가서비스 향상	16%	=====
• 검침원 안전	8%	=====
• 요금고지주기 단축	7%	=====
• 미래서비스 수용	7%	=====
• R & D	5%	=====
• 도전방지	2%	=====
• 수용가민원 경감	2%	=====
• 매일소비량 감시	2%	=====
• 부하조사	2%	=====
• 정확성	2%	=====

### (2) AMR 다중적용

AMR 시스템 적용현황을 살펴보면 다음과 같이 배전자동화와 부하제어 및 시간대별(TOU) 요금 계산기능들과 다양도로 사용하고 있다.

• 배전자동화	23%	=====
• 부하제어	23%	=====
• TOU	18%	=====
• 수용가에너지관리	12%	=====
• ON/OFF서비스	8%	=====
• 모니터보안	4%	=====
• 음성발송	4%	=====
• TV/전화	4%	=====
• 정전감시	4%	=====

### (3) AMR 전망

전력회사들의 미래의 AMR계획을 살펴보면, DA와 TOU 요금계산의 적용이 각각 25%이고, on/off서비스와 부하제어의 적용이 각각 13%로 나타난다.

• TOU요금계산	25%	=====
• DA	25%	=====
• ON/OFF서비스	13%	=====
• 부하제어	13%	=====
• 가격병합	6%	=====
• 선급	6%	=====
• 정전감시	6%	=====
• 수용가 에너지관리	6%	=====
• 음성배분	0%	=====
• TV/전화	0%	=====

### (4) AMR 통신기술

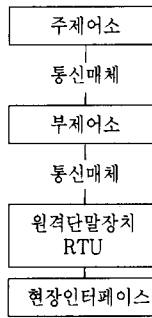
통신기술(검침대수 기준)을 살펴보면 이동 RF를 이용한 것이 2,249,470대(가스 2,122,265대, 전력 86,557대, 수도 28,851대)이고, 수신전화를 이용한 주택용이 519,929대(가스 372,005대, 수도 71,888대, 전력 67,576대)이며, 송신 전화를 이용한 것이 339,384대(수도산업 329,294대)이며, 송신전화를 이용한 것이 339,384대(수도산업 329,294대, 전력 10,000대, 가스 90대)이다.

• 이동RF	69.4%	=====
• 지역전화	16.0%	=====
• 지역외전화	10.5%	=====
• PLC	3.3%	=====
• CATV	0.6%	=====
• 고정무선	0.2%	=====
• 광동축	0.0%	=====

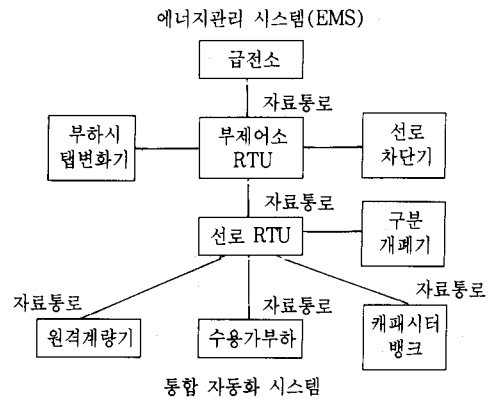
## 2. 제어 및 통신시스템

### 가. 구성

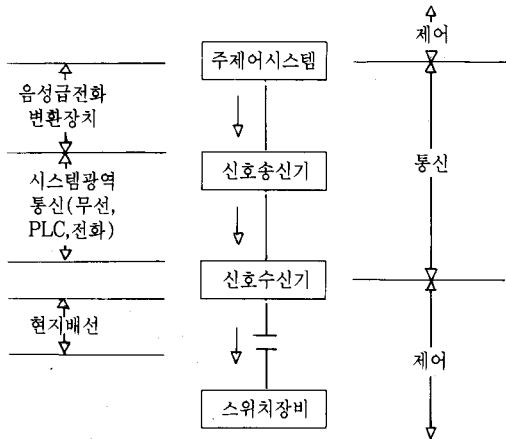
배전자동화와 직접부하제어를 위한 제어 및 통신시스템의 구성은 그림 2-1 과 같고 통신시스템의 구조는 그림 2-2 와 같다.



<그림 2-1> 제어 및 통신시스템의 구성



<그림 2-3> 자료흐름 구성도



<그림 2-2> 일반 통신과 제어 시스템의 구조

- (다) 신호의 복호기(Decoder)
- (라) 신호 응답논리(Logic)
- (마) 출력(계전기, 드라이버, 표시기 등)

### 다. 통신 요구 조건

배전 자동화를 위한 통신 시스템은 다음의 특징을 갖도록 설계한다.

- (1) 통신신뢰도
  - 전자방해(EMI) : 대책 껍 노이즈, 방전, 코로나(Corona), 다른 무선송신기, 낙뢰, 전력계통고장 등
- (2) 가격효율성
  - 초기 비용과 수명기간의 운전유지비용을 반드시 평가에 반영
- (3) 현재와 미래의 합당한 데이터 처리속도의 필요조건 충족
- (4) 양방향 통신기능(몇몇 기능들에는 필요치 않다)
- (5) 정전지역/고장지역으로 통신할 수 있는 성능. 정전기간중에 배터리 또는 다른 어떤 전원으로부터 보완되도록 하는 성능
- (6) 운전과 정비 용이
- (7) 자료흐름의 구조와 일치

## 3. 주제어 서브시스템

### 가. 구성

### 나. 제어시스템의 기능

#### (1) 주 제어장치

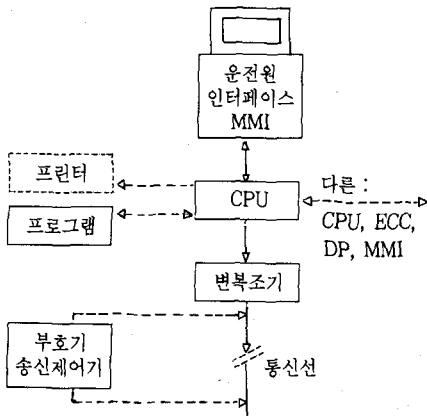
- (가) 전략적인 부하제어시작과 생성, 저장
- (나) 코드를 생성하고 제어신호를 전송
- (다) 운전원 인터페이스 제공
- (레) 시스템 입출력 인터페이스 제공

#### (2) 신호송신기

- (가) 신호전송의 전원
- (나) 제어장치의 코드 제너레이터에 의해 정의되는 정보 전송

#### (3) 수신기

- (가) 통신매체와의 수신 인터페이스
- (나) 신호의 검출



<그림 3-1> 전형적 주제어 구성도

### (1) 전형적 주제어 서브시스템

전형적 주제어 서브시스템의 구성은 그림 3-1과 같다.

### (2) 주제어시스템의 컴퓨터서브시스템

주제어시스템의 컴퓨터서브시스템은 소규모화(Down-sizing), 저가격화(Low-cost)되고 개방시스템(Open System)으로 진전되고 있다. 이에 수반하여 클라이언트/서버(Client/server) 분산형 구조(Distributed Architecture)로 되고, 원방감시 에너지관리시스템(SCADA/EMS) 등의 관련시스템과 근거리통신망(LAN) 등을 통하여 네트워크(Network)를 구성하고 있다.

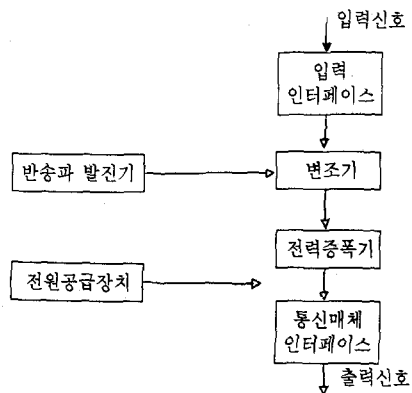
## 나. 하드웨어의 특징

- (1) 프로그래밍이 가능하거나 펌웨어 기능이 있는 프로세서
- (2) 운전원 인터페이스
- (3) 프로그램 저장 시스템
- (4) 신호 부호기(Encoder)
- (5) 통신장비와의 인터페이스
- (6) 중복컴퓨터 하드웨어, 소프트웨어 그리고 주변 기기들
- (7) 다중터미널 인터페이스기능
- (8) 다른 유틸리티 시스템과의 인터페이스

## (9) 프린터

### 다. 소프트웨어의 특징

- (1) 영어 또는 한글사용
- (2) 자동과 수동의 초기화 기능 혹은 순환 프로그램의 종료
- (3) 제어 그룹 접속을 위한 메시지 구조 매트릭스
- (4) 프로그래밍 가능한 순환 스케줄
- (5) 메시지 제어의 개별적이고 혹은 동시 발생적인 루틴
- (6) 순환 프로그램 작동과 시스템상태에 대한 요약 보고
- (7) 수신기 체크를 위한 테스트 코드
- (8) 다중 터미널
- (9) 주사(Scan) 제어
- (10) 정형화된 기록과 리포트
- (11) 출력 또는 리포트 편집
- (12) 제어 메시지 생성의 시험과 기록
- (13) 주제어기와 변환기 사이의 자동 루프 테스트 코드
- (14) 수신기 정보의 기록 유지를 위한 데이터 베이스
- (15) 운전제어를 위한 유틸리티 시스템(수요 등)과 주변 데이터(온도 등)의 입력
- (16) 진단 기능
- (17) 장애시 중복제어기로 자동절체



<그림 4-1> 전형적 신호송신기 구성도

## 4. 신호송신기

### 가. 구성

전형적 신호송신기의 구성은 그림 4-1 과 같다.

### 나. 고려사항

일반적으로 신호송신기의 고려사항은 다음과 같다.

- (1) 송신범위
- (2) 가동률
- (3) 신뢰도
- (4) 기능조건
- (5) 자료처리능력
- (6) 운영제한조건
- (7) 전위 간섭
- (8) 시스템 통합성
- (9) 비교가격

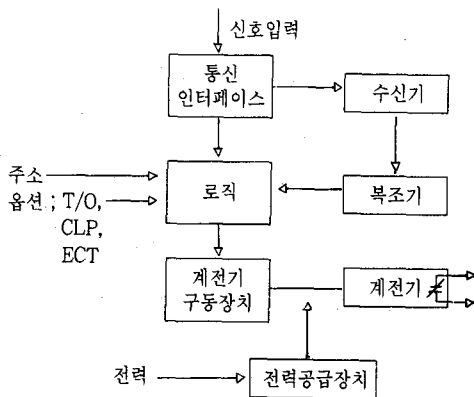
## 5. 수신기

### 가. 구성

전형적 수신기의 구성은 그림 5-1 과 같다.

### 나. 기술적 고려사항

일반적으로 수신기의 고려사항은 다음과 같다.



<그림 5-1> 전형적 수신기 구성도

### (1) 기능

- (가) 기능적 출력의 수
- (나) 번지능력
- (다) 시한
- (라) 테스트 및 정지부하검출(재송전시 제어부하)

### (2) 전기적

- (가) 정격출력
- (나) 정격입력전력
- (다) 전력소모

### (3) 기계적

- (가) 내장장치 요구사항
- (나) 장착시 요구사항
- (다) 외장연결
- (라) 환경조건 : 실내/육외, 온도

### (4) 표준

- (가) 한국공업규격(KS)
- (나) 한국전력표준규격(ESB)
- (다) Underwriter's Laboratories(UL)
- (라) National Electrical Manufacturer's Association(NEMA)
- (마) 연방통신협회(FCC)
- (바) 국제표준(ISO)

## 6. 통신서비스와 전송매체

### 가. 통신 서비스

전력회사의 통신서비스 요구규격은 규모, 계층적 구조 및 인터랙티브 그룹이나 위치의 상대적인 배치를 포함한 수많은 요인들에 좌우되며 대부분은 운영의 자동화수준이나 자료나 음성회로의 수준에 좌우되는 것이다.

### (1) 음성회로

- (가) 운영용 전화
- (나) 관리용 전화
- (다) 이동식 무선장비회로

## (2) 자료회로

- (가) 원격제어
- (나) 원격보호신호
- (다) 원격검침
- (라) 원격인쇄장치

## 나. 전송매체

### (1) 통신선(Wire and Cable)

- (가) 지중 및 가공 꼬임 복선 케이블
- (나) 동축 케이블
  - 고주파운영(RF Carrier) 및 수천 채널
- (다) 노천 선로
  - 병렬식 나선 도체, 통상 약 0.2m 이격
- (라) 광 케이블
  - 보증 손실률 : 0.5 dB/km
  - 측정 손실 : 0.25dB/km(1300nm)

### (2) 전력선 반송

- (가) 전력선 반송(PLC)
  - 고주파 신호방식 : 50~400kHz
  - 배전선 반송(DLC)
    - 대지귀로방식 : 5~10kHz 고주파 신호
    - 저압배전선의 신호전송방식 : 수 kHz~수십 kHz
    - 고주파 수신호 방식
    - 기상펄스신호방식
    - 고전압 배전선 쌍방향 전송
- (나) 음성주파 전압신호방식(Ripple Control)
  - 150~2000Hz(일본 : 150~600Hz 50Hz 계 : 283.3Hz, 60Hz 계 : 260Hz)
  - 세계적으로 부하관리시스템의 80%
- (다) 영교차기술(Zero Crossing Technique)
  - 파형변조 : 60Hz 전압이나 전류 영교차점에 신호를 실음

### (3) 무선

- (가) 마이크로웨이브(M/W)

- 통상 2GHz 또는 7GHz 밴드를 사용
- 10GHz 이상의 새로운 밴드 사용

- (나) 극초단파 무선(UHF)
  - 300~3,000MHz, 단 모든 것이 1,000MHz 이상일 경우
  - FCC는 이미 전력회사용으로 940~952 MHz대로 고정
  - 6~60 채널

- (다) 초단파 무선(VHF)

- 30~300MHz
- 낮은 폭 : 30~50MHz
- 중간 폭 : 70MHz
- 높은 폭 : 150MHz

- (라) 고주파 무선(HF)

- 3~30MHz

- (마) 방송 FM/SCA

- 55~99kHz, 중앙주파수 : 57,67,92kHz (FSK)

- (바) 위성(Satellites)

- 통상 약 50Mbits/sec 속도로 자료를 처리
- 약 700 음성채널에 상응
- C-band(4~6GHz), Ku band(10.8~18GHz)

- (사) 셀룰러 무선시스템 활용

### (4) 일반 반송

- 전용선 및 채널

## 7. 통신방식별 전송특징

### 가. 지중 및 가공 꼬임 복선 케이블

#### (1) 장점

- (가) 임대료 없음, 허가절차 간편
- (나) 거리가 짧으므로 경제적
- (다) 간편하고 입증된 기술
- (라) 광범위한 채널을 이용가능 하도록 설계 가능

#### (2) 단점

- (가) 통화절차 필요
- (나) 건설공사로 인한 파손 문제

- (다) 침수 가능성
- (라) 전력계통의 장애 또는 낙뢰로 인한 접지전위 상승(GPR)으로 인한 파손 문제
- (마) 장애를 발견하기 어려움
- (바) 네트워크 재구성 융통성 없음

### (3) 현상과 전망

- (가) 개발상태 : 양호하게 입증됨
- (나) 최대자료처리속도 : 560kbits/sec
- (다) 전형적 거리 : 1km
- (라) 비용 효과적인 수량 : 1~500
- (마) 다중사용용량/전형적인 각 네트워크당 사용자의 수 : 2~200
- (바) 원격 양방향 수신기의 목표가격 : \$ 100~300
- (사) 1 피트당 설치비용 : \$ 40~2.25
- (아) 상대적 초기비용 : 선로 시스템의 설치비용이 가장 높음

## 나. 동축 케이블

### (1) 장점

- (가) 다채널 능력
- (나) 발전된 기술

### (2) 단점

- (가) 꼬임 복선 케이블의 단점에 아래 사항 추가
- (나) 각 사용자마다 전자다중처리기 필요
- (다) 리피터 설치장소 필요

### (3) 현상과 전망

- (가) 개발상태 : 양호하게 입증됨
- (나) 최대자료처리속도 : 9,600~15,440kbits/sec, 15Mbps/sec, 50(Baseband), 350(Broadband)Mbps/sec
- (다) 전형적 거리 : 3(Baseband), 10(Broadband) 킬로미터
- (라) 비용 효과적인 수량 : 1~50
- (마) 다중사용용량/전형적인 각 네트워크당 사용자의 수 : 64-1,024(Baseband), 200~

24,000(Broadband)

- (바) 원격 양방향 수신기의 목표가격 : \$ 500~1,000
- (사) 1 휘트당 설치비용 : \$ 2.50~4.00
- (아) 상대적 초기비용 : 선로 시스템의 설치비용이 가장 높음

## 다. 광 케이블

### (1) 장점

- (가) 전자 자기적 장애의 제거
- (나) GPR의 제거
- (다) 저렴한 운영비
- (라) 특허료 지급 불필요

### (2) 단점

- (가) 신기술-설치 및 유지보수요원이 신기술 습득 필요
- (나) 고가의 시험장비를 필요
- (다) 파손과 침수를 전제로 한 구부러지지 않는 네트워크 구성 문제

### (3) 현상과 전망

- (가) 개발상태 : 양호하게 입증됨
- (나) 자료처리속도 : 0.96~1.544Mbps/sec, 800Mbps/sec
- (다) 전형적 거리 : 10km
- (라) 비용 효과적인 수량 : 1~10
- (마) 다중사용용량/전형적인 각 네트워크당 사용자의 수 : 2~8
- (바) 원격 양방향 수신기의 목표가격 : \$ 500~1,000
- (사) 1 피트당 설치비용 : \$ 2.00~7.00
- (아) 상대적 초기비용 : 선로 시스템의 설치비용이 가장 높음

## 라. 전력선 반송(PLC)

### (1) 장점

- (가) 회로가 필요한 곳에 위치

- (내) 장비가 항상 전력회사 소유지(변전소)
- (내) 발전된 기술 상대적으로 유지하기 쉬움
- (래) 신뢰성 높음
- (매) 원거리 적은 패널 사용으로 경제적

## (2) 단점

- (가) 전력수송계통으로부터 비독립적
- (내) 반송 주파수가 자주 우선적으로 보호되지 않음
- (래) 패널 가동률 낮음
- (매) 한 패널당 가격 비쌈

## (3) 현상과 전망

- (가) 개발상태 : 실제 현장 테스트 가능
- (내) 자료처리속도 : 60~300bits/sec
- (래) 비용 효과적인 수량 : 100
- (매) 원격 양방향 송신기의 목표가격 : \$ 100~300
- (매) 상대적 초기비용 : 전 선로에 신호주입장치 설치 비용

## 마. 배전선 반송(DLC)

### (1) 장점

- (가) 양방향 처리능력
- (내) 변전 및 배전선로 중심
- (래) 전력회사측의 경험이 많음
- (매) 수신기 가격이 다른 기술에 비하여 경제적

### (2) 단점

- (가) 보급상의 문제점들이 통신에 영향을 줌
- (내) 적합성과 부차적 재원
- (래) 자료처리 속도가 늦음
- (매) 배전선로를 보강해야 하는 잠정적 필요

### (3) 현상과 전망

- (가) 개발상태 : 실제 현장 테스트 가능
- (내) 자료처리속도 : 초당 76비트까지
- (래) 비용 효과적인 수량 : 100
- (매) 원격 양방향 수신기의 목표가격 : \$ 100~300
- (매) 상대적 초기비용 : 주입기, 부수장비를 설치

하기에 적절한 비용

### (배) 부하제어 비용

: 손익 분기점 ; 36,000 장치 (vs VHF)

### (사) 자동시간대별(TOU) 계량

: 손익 분기점 ; 30,000 장치(vs VHF)

### (아) 배전선반송 금속회선방식

- ASK(진폭변조) : 5bits/sec

- FSK(주파수변조) : 200bits/sec

- 음성주파전압신호방식(Ripple Control)

: 신호 주파수 ; 260Hz,

송신기출력 ; MTr.용량의 1/1,000 정도

## 바. 음성주파전압신호방식(Ripple Control)

### (1) 장점

- (가) 한번의 송출로 광범위한 지역에 전송가능
- (내) 전력회사의 완전한 통제가 가능한 통신 시스템
- (래) 트랩 캐패시터(Trap Capacitor Banks)가 불필요하거나 또는 다른 방법으로는 전력계통을 조정

### (2) 단점

- (가) 송출장비가 상대적으로 고가임
- (내) 최신의 새로운 디자인이 될 때까지는 수신장치도 고가
- (래) 송출자들간에 혼신 가능성
- (매) 상대적으로 낮은 자료처리속도(30bits/sec)
- (매) 송출전용

## 사. 파형 변조(Waveform Modification)

### (1) 장점

- (가) 전력회사의 완전한 통제가 가능한 쌍방향 통신 시스템
- (내) 트랩 캐패시터가 불필요하거나 또는 다른 방법으로 전력계통을 조정

### (2) 단점

- (가) 송출장비가 상대적으로 고가



- (내) 상대적으로 낮은 자료처리 속도
- (대) 수신기가 고가

#### 아. 마이크로웨이브 무선(Microwave Radio)

##### (1) 장점

- (가) 높은 채널용량
- (나) 전력선이나 전화회사로부터 독립적으로 운영
- (대) 용지 또는 우선사용권 비용이 매우 낮을 수 있음

##### (2) 단점

- (가) 적합한 주파수 지정을 획득하기 어려움
- (나) 현장에서 가끔 송출이 중지되어 전달조건이 좋지 못한 경우가 있음
- (대) 리피터를 개발하는 것이 고가
- (래) 특수한 시험장비와 훈련이 필요
- (매) 가끔 높은 탐이 필요
- (배) 무선신호가 전파의 강도가 시간적으로 변하는 현상(Fading)의 영향을 받음

#### 자. 극초단파 무선(UHF Radio)

##### (1) 장점

- (가) 가끔 채널용량이 전력회사의 필요에 적합
- (나) 웨이브가이드 조건이 마이크로웨이브보다 덜 엄격

##### (2) 단점

주파수 지정을 받기 어려움

##### (3) 현상과 전망

- (가) 개발상태 : 양호하게 입증됨
- (나) 자료처리속도 : 초당 1,200~40,000비트까지
- (대) 비용 효과적인 수량 : 10~100
- (래) 원격 양방향 수신기의 목표가격 : \$ 500~1,000
- (매) 상대적 초기비용 : UHF 서브마스터 설치비용이 최소화됨

#### 차. AM/VHF, HF 무선

##### (1) 장점

- (가) 원거리간의 통신
- (나) 가끔 채널용량이 전력회사의 필요에 적합함
- (대) 웨이브가이드 조건이 마이크로웨이브보다 덜 엄격함

##### (2) 단점

적합한 주파수 지정을 획득하기 어렵다.

##### (3) 현상과 전망

- (가) 개발상태 : 실제 현장 테스트 가능
- (나) 최대자료처리속도 : 초당 100비트까지
- (대) 비용 효과적인 수량 : 100
- (래) 원격 양방향 수신기의 목표가격 : \$ 100~300
- (매) 상대적 초기비용 : AM 송출이나 VHF 수신기에 적합한 비용
- (배) 포워드 링크(Forward Link)방식에서 120마일까지 성공률 98% 이상 VHF/UHF 리턴 링크(Return Link)방식에서 10개 지점에 대한 테스트에서는 18마일 범위내에서 성공률 90% 이상 달성
- (배) VHF 무선스위치 가동률 총설치의 3%, 장애발생까지의 평균시간(MTTF)은 20년

#### 카. 방송 FM/SCA(Subsidiary Communications Authorization)

##### (1) 장점

- (가) 저렴한 자본투자비(송신기와 탐을 구매하고 설치할 필요가 없음)
- (나) 높은 데이터 처리율(초당 10,000비트까지)
- (대) 한 개의 송신기로부터 광범위한 송신
- (래) 연속적인 신호송출로 송달범위 체크가 간편
- (매) 저렴한 수신기 가격

##### (2) 단점

- (가) 부하제어 신호 송출을 제 3자(방송국)에 의존
- (나) 송출전용(쌍방향)이 아님

### (3) 방송 AM 부반송(Subcarrier)

- (가) 저속(10baud 이하)
- (나) 정상 AM 수신기는 위상변조를 검출하지 않으므로 영향을 줄 수 없음

## 타. 위성(Satellite)

### (1) 장점

- (가) 광범위한 송달범위
- (나) 원격 현장에 접속가능
- (다) 비용이 거리에 좌우되지 않음
- (라) 낮은 실패율
- (마) 통신패턴을 바꾸는데 적용 가능
- (바) 통화절차 불필요하고, 지상기지가 변전소에 위치 가능

### (2) 단점

- (가) 원격통신 기지에 전적으로 의존
- (나) 송신설비의 통제가 적어짐
- (다) 느린 송신시간(각 방향에서 약 250ms)
- (라) 춘분, 추분 기간중에 송신감소
- (마) 지역위성에 접속 필요

### (3) 현상과 전망

- (가) 개발상태 : 제한된 현장 테스트 가능
- (나) 자료처리속도 :  $1.2 \times 10^{-3} \sim 1.544 \text{Mbits/sec}$
- (다) 비용 효과적인 수량 : 500
- (라) 원격 양방향 수신기의 목표가격 : \$3,000~5,000
- (마) 상대적 초기비용 : 지상터미널 비용이 최대

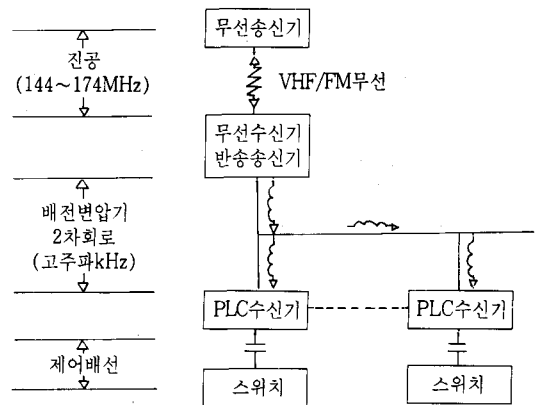
## 파. 임대회로

### (1) 장점

- (가) 자본 비용의 적은 지출
- (나) 통신전문가를 필요로 하지 않음
- (다) 교통패턴을 바꾸는데 적용 가능함

### (2) 단점

- (가) 회로의 질을 통제하기 어려움
- (나) 수리 및 정비를 외부에 의존



<그림 7-1> 혼합 무선/전력선 반송시스템 구조도

- (가) 요구되는 회로의 형식이 어떤 현장에는 없을 수 있음
- (라) 금속회선방식은 접지전압상승으로부터 보호되어야 함
- (마) 전화회사에서 제안하는 요금이 비용 효과적 이 아님
- (바) 다이얼 방식의 전화선 이용은 전용선에 비하여 비용은 저렴하지만 다이얼하는 시간으로 인하여 장애차단이나 작업수행결과 저장 등과 같은 수행기능이 매우 느림

## 하. 일반반송선

### (1) 혼합 무선/전력선반송(Hybrid Radio /PLC)(그림 7-1 참조)

### (2) 현상과 전망

- (가) 개발상태 : 양호하게 입증됨
- (나) 자료처리속도 :  $300 \sim 9,600 \text{bits/sec}$
- (다) 비용 효과적인 수량 : 1~50
- (라) 원격 양방향 수신기의 목표가격 : \$300~4,100
- (마) 상대적 초기비용 : 설치비용 저렴

## 8. 통신선택

### 가. 통신방식 비교

COBA-MID에서 배전자동화와 직접부하제어

<표 8-1> 통신방식별 비교

통신방식	장점	단점	부하제어스위치제작사
FM/VHF 무선	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 적은 비용</li> <li>• 입증된 기술</li> <li>• 손쉬운 시스템 구축</li> <li>• 기존 중계망 이용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 제한된 기능</li> <li>• 허가 조건 복잡</li> <li>• 154MHz 주파수를 여러 회사에서 사용하면 곤란</li> <li>• 즉시 확인 곤란</li> <li>• 기능 향상에 제약</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Scientific-Atlanta</li> <li>• RELM</li> <li>• Fisher Pierce</li> <li>• ABB</li> <li>• QEI</li> <li>• Dencor</li> </ul>
FM/SCA 무선	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 적은 비용</li> <li>• 입증된 기술</li> <li>• 기존 FM방송망 이용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FM방송국 주파수만 사용가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ABB</li> </ul>
셀룰러(Cellular) 무선	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 양방향 통신</li> <li>• 높은 처리도</li> <li>• 배전선 자동화</li> <li>• 가스배관 자동화</li> <li>• 실시간 능력</li> <li>• 원격자료 취득</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 비용</li> <li>• 용용범위 좁음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Domestic Automation Co.</li> <li>• Iris</li> </ul>
전력선반송(Powerline Carrier /Mainsborne)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 다기능</li> <li>• 기존망 이용</li> <li>• 전력회사의 통신망을 완전히 제어</li> <li>• 손쉬운 기능향상</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 투자비와 운전보수 비용증가</li> <li>• 하나의 공급자</li> <li>• 배전선 유지보수 기능향상 필요</li> <li>• 낮은 전송속도</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ABB</li> <li>• DCSI</li> <li>• QEI</li> </ul>
리플(Ripple)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 낮은 주파수</li> <li>• 고 신뢰성</li> <li>• 오래된 적용기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 단방향통신</li> <li>• 기존기술향상의 어려움</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ABB</li> </ul>
TRS (Trunking Radio Systems)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 부하관리, 배전자동화 및 검침 기능</li> <li>• C Bus 프로토콜을 사용한 개방형 구조</li> <li>• 정교한 검침기술</li> <li>• 모듈화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 비용</li> <li>• 지역 제한</li> <li>• 동시 부하제어 곤란</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ericsson/GA Mobil Communications</li> </ul>
임대전화선 (Leased Telephone Lines)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 적은 투자비용</li> <li>• 설치공사 편리</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 높은 운영비</li> <li>• 작은 수용가 적용 곤란</li> <li>• 전화회사의 제어 한계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Local Telephone Co.</li> </ul>
전화선 (Dial-up Telephone Lines)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 투자비용 무</li> <li>• 기존 시설</li> <li>• 부하관리시스템 감시기능</li> <li>• 정전 및 복전보고</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 실시간 불가</li> <li>• 관련시스템 연결 곤란</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Scientific-Atlanta</li> <li>• ICS</li> </ul>
패킷무선(Packet Radio)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 무허가 무선밴드 운용</li> <li>• 검침, 부하제어, 배전자동화 기능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 비용</li> <li>• 주파수 사용 초과제어 불가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metricom</li> </ul>
광/동축(Fiber/Coaxial)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 고전송률</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 비용</li> <li>• 지역제한</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• First Pacific Networks</li> </ul>

및 자동검침에 주로 사용하는 통신방식을 비교한 것은 표 8-1 과 같다.

EPRI에서 부하제어 통신기술을 비교한 것은 표 8-2 와 같다.

#### 나. 무선기술의 우월성

#### (1) 과거

과거의 무선기술은 주로 단방향(One-way)이 지배적이었다. 신호는 부하를 주기적으로 운전(On) 또는 정지(Off)시킬 때마다 보내져야만 했다. 이것은 분산지능화(Distributed Intelligence) 되지 못했기 때문에 한번의 신호로는 제어시간을

<표 8-2> 부하제어 통신기술 비교

기술	무선	리플	전력선반송	파형변조	전화	위성	케이블
주파수	VHF/UHF/AM	150~1,000Hz	5~10kHz	60Hz	300~3,000Hz	4~6GHz	100~300kHz
수신기단가	\$ 50~70	\$ 75~130	\$ 80~85	\$ 75 이상	\$ 100~450	\$ 2,500	\$ 100~300
송신기단가	\$ 15k~25k	\$ 5k~300k	\$ 8k~18k	\$ 12k 이상	불필요	\$ 15k	\$ 5k
송신소	매 50마일	지정한 시스템점	변전소	각변전소	전화국	지정한 위치	기존케이블시스템
양방향추가비용	시험중	불가능	\$ 200~480	포함	포함	\$ 3,200	CATV포함 CATV/PLC 하이브리드불가능
적용시스템수	156	106	67	14	2	1	10
적용점수	1,700,000	150,000	200,000	35,000	150	50	5,000
공급업체수	2~4	1~3	2~3	1	5	1~2	1~2

스위칭할 수 없었다. 이로 인해 몇몇 지역에서는 154MHz 주파수의 과부하 현상을 가져 왔다. 이 방법은 이미 광범위하게 설치되어 있고 짝 가격 조건 때문에 아직까지도 널리 사용되는 기술이다.

### (2) 현재

현재는 분산지능화된 스위치들이 설치되고 있다. 이러한 스위치가 설치된 전력회사는 하루당 계획주기당(Per Cycling Scheme Per Day) 단 한번의 신호만으로 가능할 수 있게 되었다. 스위치들은 일반적으로 개별적 번지방식이 아니고 구급번지 방식으로 되어 있다. 단방향통신 분산지능화에 따른 10% 할증이 있다. 만약 시스템이 양방향통신을 필요로 하면 대개 전화선 연결을 통한 설비가 가능하다. 이 방법에 대한 감시는 일반적으로 큰 산업용 수용가들에 대해서 전개된다. 양방향 라디오 기술은 가능하지만 대규모 개발은 아니고 기술에 대한 시험은 진행중이다.

### (3) 미래

장차 양방향 기술은 기술이 확립되고 가격이 싸지고 실질적인 감시의 필요성이 증가될 때면 쉽게 적용될 것이다. 이와 같은 스위치 기술은 과거 20년 동안 부하관리와 계시별 요금(TOU Rates)을 폭넓게 실행해 온 영국 같은 곳에서 검침기술과 결합될 것이다. 이 기술은 세분된 요금 설계와 투자회수방법과 함께 발달될 것이다. 어떠한 경우에 서든지 증가되는 많은 자료들이 필요하게 될 것이다.

## 9. 결론

배전자동화와 직접부하제어 및 자동검침 등을 위한 컴퓨터통신기술은 개방 분산형 시스템으로 발전되고 있으며, 통신방식으로 그동안 세계적 사용실적은

(1) 리플콘트롤(Ripple Control)

(2) 무선방식

(3) 전력선반송방식(PLC)

의 순으로 많이 사용되었다.

앞으로의 동향은 배전자동화와 직접부하제어 및 자동검침기능을 종합적으로 자동화하고 있다. 통신방식은 양방향통신(Two-Way Communications)이 필요하며, 수요관리(DSM)를 적극적으로 도입하고 있는 미국에서 거의 무선방식(RF)을 채택하고 있다. 아울러 배전선반송방식(DLC)의 기술발전에 힘입어 근거리통신망(LAN)으로 저압배전선을 이용하고 광범위통신망(WAN)으로 RF를 연계하는 PLC와 RF 혼합 시스템의 적용이 크게 증가될 전망이다.

고도정보화시대를 맞이하여 공중통신망을 종합정보통신망(ISDN)으로 구성하고 있고, 이동체통신과 CATV 등의 보급확대가 이루어지며, 전력설비 원방감시제어(SCADA)분야가 질적으로 향상되고 양적으로 크게 증대되는 등 관련산업의 경쟁성이 크게 향상될 전망이며, DA, DLC, AMR을 위한 컴퓨터 통신기술도 비약적으로 발전해 갈 것이므로 이에 대응할 필요가 있겠다.