

主 題

## 이동 통신 전원시스템 (Power Supply System for Mobile Telecom)

SK텔레콤 채 수 형

## 차 례

1. 서 론
2. 이동 통신용 전원시스템
3. 결 론

## 1. 서 론

우리 나라의 통신기술은 100여 년의 유선전화 시대에서 근년에 들어 선진국 수준으로 무선통신 기술이 발전하고 있으며 그 대표적인 기술을 보면 CDMA 방식의 Cellular, PCS 및 무선폭출 서비스 등을 들 수 있다.

최근 개인통신은 언제 어디서나 누구와도 통화가 가능하도록 발전하고 있으며 유선통신망에서 무선통신망으로 급속히 변환 추세에 있으며 궁극적으로 유 무선이 통합되는 IMT-2000으로 발전해 나아가고 있다.

이동통신 가입자의 품질을 충족하기 위해서 다양하게 기지국(Cell Site)의 설치가 요구되는데 이를 위해서 Macro cell, Micro cell, Pico cell 및 다양한 Repeater로 무선망 특성에 적합한 H/W를 선정 구축하고 있다.

따라서 이동통신망 전원시스템도 초기 크기와

설치 면적에서 불리한 철공진 방식에서 망에 적합한 시스템으로 다양하게 개발되어 적용해 왔다. 본 고에서 현재 이동통신망 운용에 이용되고 있는 전원시스템, Back-up 시스템, 그리고 접지 시스템에 대하여 살펴보고자 한다.

## 2. 이동 통신용 전원시스템

## 2.1. 시스템 전원의 공급

이동 통신용 전원 시스템은 교환국과 기지국으로 크게 대별되며 유선전화 전원공급 시스템에서는 공칭 48Vdc를 각각 Subsystem, 국간통신 및 통화에 필요한 전원을 가입자에게 공급하고, 이동통신 서비스를위한 전원공급 장치에는 각각 Subsystem, PSTN간 및 기지국간 통신을 위한 전송로 단국시스템에 전원을 공급하는 점이 다르다.

또한 기지국 전원공급장치는 24Vdc를 모국간 통신을 위한 전송로 단국시스템 및 무선망 운용을

위한 RF시스템에 전원을 공급하고, 가입자는 단말기 자체 전원을 사용하여 통신이 이루어지고 있으며, AC 전원공급 시스템은 각 시스템의 운용과 유지 보수를 위해서 필요하다. 따라서 이동 통신 시스템의 안정적 운용을 위해서 전원 시스템에서 요구되는 특징은 다음과 같다.

- 높은 신뢰성
- 이동 통신 규격에 충족하는 전원품질
- 부하에 대처에 대한 유연성
- 경제성

그리고 부정전 전원공급을 위해서 다양한 Back-up방식을 교환국사에는 3차, 기지국에는 2차까지 설계하며, 1차는 축전지, 2차는 자가 발전기, 3차는 전력공급사의 공급루트 이중화를 들 수 있다.

## 2.2. 전원 시스템의 구성

이동 통신 교환국사 주 교환기는 그림 1과 같은 Block도를 가지며 1차에서 3차까지 Back-up기능을 구축하고 있다.

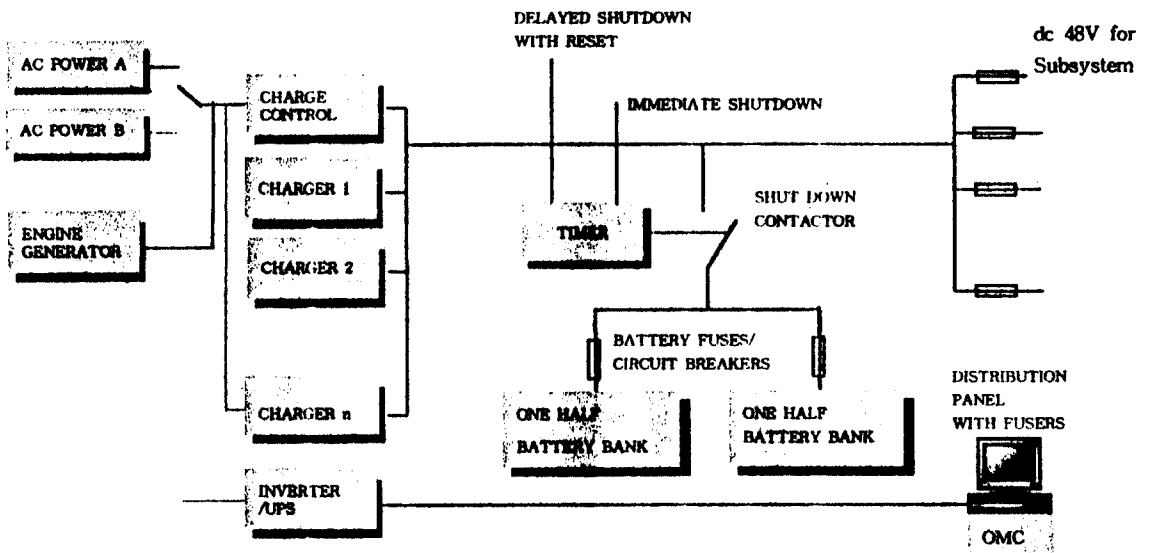
교환기의 안정운용을 위해서 교류전원 안정성이 우선 고려되어야 하며 이를 위해서 순간 정전사고에 대비하여 축전지에서 1차 dc Back-up 기능을 가지며 최소 3시간에서 길게는 8시간까지 중단 없는 전력을 공급할 수 있도록 설계하고 있다.

교환국 내의 정전사고가 장시간 지속되면 즉시 비상 엔진 발전기의 ATS(automatic Transfer system)가 동작되어 수분 내에 교류전원을 공급하며 이를 2차 ac Back-up기능이라고 한다.

장시간 정전 또는 전력회사의 전력사고에 대비하여 인근 각각 다른 변전소로부터 2중화 수전을 받도록 설계를 하며 Hot방식과 standby방식으로 ALTS(automatic line transfer switch)를 운영하고 정전사고 대비 자동 절체 장치에 의해서 안정적인 전원공급이 이루어진다.

직류 전원장치는 공칭 -48Vdc를 기준으로 하며 허용전압은 교환기 설계 기준에 적합하도록 하며 이동전화 전자교환기인 MSC(Mobile Switching Center)의 경우 최저 43.5V ~ 54V허용 전압이 주

(그림 1) Mobile Telecom Power Plant



어진다.

또 축전지의 공칭 전압을 2V를 기준으로 24cell 직렬연결을 1Bank로 하여 전력회사의 전원품질, 교환국 환경, 공급사 권고사항을 고려하여 수Bank를 설치하고 축전지는 전 부동방식을(Floating charging) 채택하여 cell의 만 충전 상태와 성능을 유지하기 위해서 52.08V ~ 53V를 공급 자기 방전을 방지한다.

subsystem(call processing, maintenance 및 중계선, 가입자 정합)은 PDU(power distribution panel)에서 공급받아 dc to dc 콘버터에서 각각의 processor에 기능을 수행하도록  $\pm 12V, \pm 5V$ 를 변환하여 공급한다. 또한 고신뢰성을 위해서 콘버터는 processor와 함께 2중화로 구성되어 있다.

UPS 또는inverter는 교환시스템과 communication을 위해서 OMC(operating maintenance center)운용에 필요한 교류 전원을 공급해야 하고 정전 사고등에 대해서 축전지를 설치 Back-up기능을 수행한다.

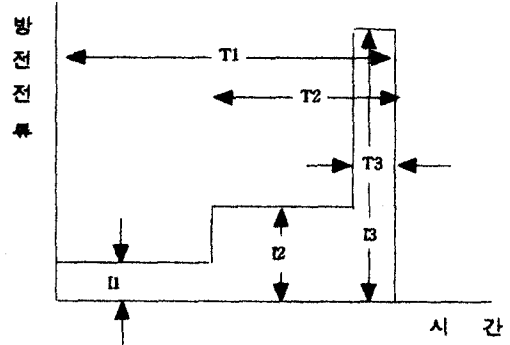
### 2.3. 전원 시스템 성능

#### 2.3.1. 축전지 banks

축전지의 성능은 교류 전원 장애 대비 switching system 1차Back-up에 핵심적인 역할을 한다. 따라서 축전지 특성, 용량과 운전 환경을 감안하여 설계하는 것이 중요하고 그 요소를 살펴보면 축전지 용량은 주위 온도 -15℃ ~ 50℃(충전), 5℃ ~ 50℃(방전) 범위에서 동작되도록 한다. 시스템 총 방전 전류는 3CA이하가 되도록 부하 전류와 Battery Banks수를 고려한다. 축전지 성능유지 및 방전특성을 유지하기 위하여 적절한 부동전압(Float Charging Voltage : 0.15V~0.2V)을 유지해야 하며, 축전기 Cell 용량 선정은 다음 식에 의해서 주어진다.

- C : 25℃ 에 있어서의 정격 방전을 환산용량
- L : 보수율
- K : 방전시간T, 축전지최저온도 및 허용된 최저 전압에 따라 결정되는 용량 환산시간(시)(제조사제공)
- I : 방전 전류(A)
- 첨자 1, 2, 3 ...n : 방전전류의 변화의 순서에 번호를 붙인 T,K,I로서 그림 2의 부하특성도 참조.

(그림 2) 부하 특성



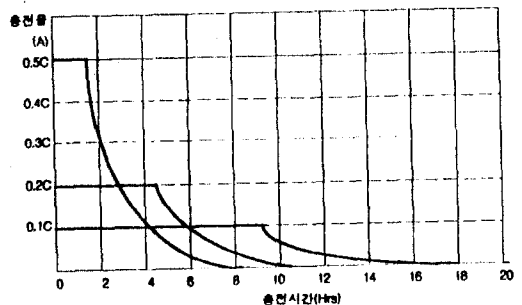
시간이 경과함에 따라 부하전류가 증감할 때 전류가 감소하기 직전까지 부하의 크기별로 부하 전류를 구하고 이렇게 구한 축전지 용량 중 최대의 것을 전체의 부하에 필요한 정격 방전전류 환산 용량으로 산출 적용한다.

이동 통신의 교환국이나 기지국에서 운용되는 축전지는 몇조의 cell bank형태로 무보수 밀폐형 축전지가 이용되고 있으며, 특히 기지국(cell site)의 경우 정전통계를 이용 1차 back-up시의 적절히 증감 경제성도 함께 고려하고 있다.

#### 2.3.1.1. 축전지의 특성

장시간 최상의 성능 및 수명을 유지하기 위해서 충전전압 및 주위온도는 중요한 역할을 한다. 충전 방식은 반드시 정전압 충전방식(constant voltage charging)에 의하며 충전전류와 시간은 그림 3과 같은 특성을 보이며 설치되어 있는 축전지 banks

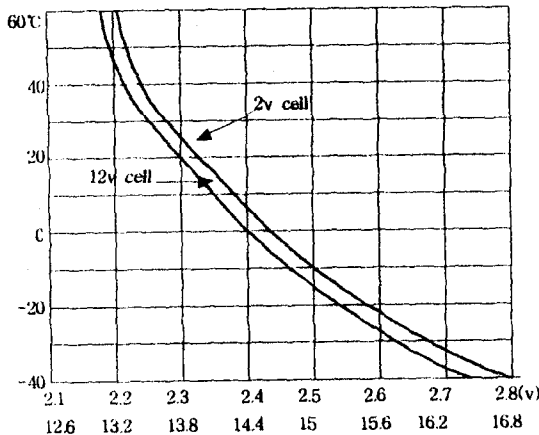
(그림 3) 충전 특성



수와 충전전류를 계산하여 충전전압을 적절히 조정해야 한다.

동일한 충전이라도 설치장소 및 축전지 주위 온도에 따라 과충전 또는 부족 충전 현상으로 축전지 특성이 떨어져 성능이 저하한다. 높은 온도에서 장시간 사용되면 성능이 단축된다. 그림 4에서 보는 바와 같이 2V 축전지인 경우 25°C 에서는 충전전압이 2.3V/Cell이나 60°C에서는 2.2V/Cell로 충전되어야 함을 알 수 있다.

(그림 4) 온도와 충전 전압 특성



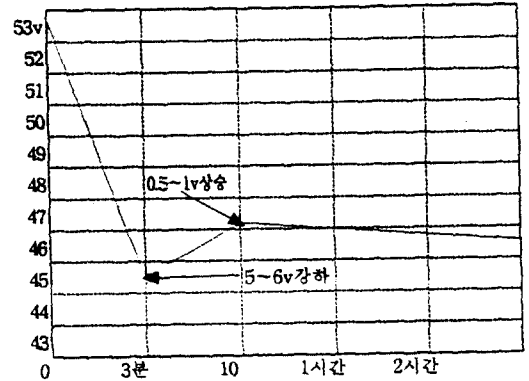
평소에는 수백에서 수천 암페어 이상의 전류가 교환기 및 기지국 시스템에 공급된다. 방전 중에는 순시 전압강하분의 전류가 증가(11~12 배) 초기 전압강하의 특성이 중요하다. 초기 전압이 허용전압의 폭 이상으로 저하하면 콘버터 및 RF시스템을 동작시키는 허용 범위를 벗어남에 따라 심각한 장애를 유발하기도 한다. 이를 위해서 운용시스템의 부하전류와 축전지 초기 방전특성을 분석하고 Bank조정이나 전압강하를 고려한 배전선의 굵기 조정이 요구된다.

그림 5는 1,900A의 부하전류가 흐르는 교환국의 초기 방전 특성으로 정전과 동시에 축전지 전압이 급격히 45.3V까지 방전하여 다시 46.3V점차 회생하는 현상을 보여 주고 있으나 여기에서 초기전압을 되도록 48V에 근접하게 가지고 갈 수 있는 안정된

전압 확보를 위해서 축전지의 기종선택과 직류배전선 전압강하를 허용 전압 이내로 두는 것이 중요한 요소이다.

따라서 축전지 설치 장소는 Back-up시 전압강하에 심각한 영향을 미치므로 가능한 직류 전원 시스템과 축전지를 일체화하여 근접 시공과 방전구간의 전압강하를 일반적으로 0.5V이하로 한다.

(그림 5) 축전지 초기 방전 특성 곡선



### 2.3.2. 직류 전원 시스템의 성능

Charger는 SMPS(Switching Mode Power Supply)원리로 Module화하여 고장발생에 대하여 신속히 대처할 수 있도록 하였고 그 구조는 교류 배전반, 고주파 변환 정류기, 직류 배전반으로 구성 되어있으며, 정류장치는 최대 8대(3,200A)까지 Load sharing 방식에 의한 각 Module이 병렬로 운전된다

전자 교환기는 기계식 교환기와는 달리 반응이 빠르며 전압의 세분화로 매우 짧은 시간에 전압 변동이 시스템이 중대한 오동작을 유발 각 축적식 프로그램에 의해서 동작되는 subsystem의 프로세서에 Memory scramble등을 야기 또는 H/W(반도체 회로팩) 소손을 야기할 수 있다.

따라서 직류 전원설비는 어떠한 경우에도 중단이 없어야 하며 배전선로의 전류가 급변할 경우 보

호차단기 등이 동작할 때 과도현상에 의한 Surge 전압이 유기될 수 있다. 이러한 과도현상은 심각한 하드웨어와 소프트웨어 장애를 유발한다.

이러한 과도현상에 의한 surge전압을 방지하기 위해서 고저항성 배전 방식을 채택한다.

전원장치 정상운전은 교류전원(380V 3 $\phi$ 4W)을 교류배전반으로 입력받아 각각 정류장치 Module에서 ac to dc로 convert(52.08Vdc)하여 직류배전의 circuit breaker를 통하여 각 subsystem에 공급하고 축전지에는 floating voltage(48V+4.08)에 의한 자기 방전 전류를 공급하여 만 충전 상태를 유지한다.

교류전원이 정전되면 무 순단으로 축전지에서 전원을 공급함과 동시에 경보반에서 정전과 축전지 방전중임을 운전자에게 가시 가청으로 알리게 된다.

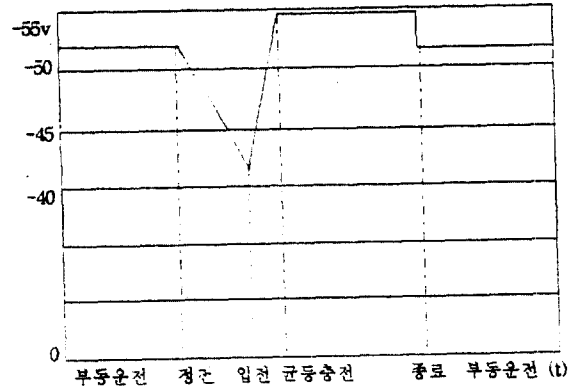
방전시간이 길어지고 종지전압까지 축전지가 방전되어 종지전압에 도달하면 shunt limit 감지 processor에 의해서 직류를 Shut Down 부하에 전원공급을 중단한다. 그러나 각 subsystem에 전원이 중단되지 않도록 하기 위해서 구조의 Battery Banks를 설치하여 운용하게 된다.

교류전원이 재 배전하면 각 정류 Module은 급격한 전류증가를 방지하기 위해서 work in회로가 soft start 하여 교환기에 부하 전류와 축전지에 재충전 전류를 공급하고, 10시간 울에 의해 축전지가 만 충전 상태일 때 부동 충전상태로 동작하게 된다. 그림 6은 전원공급시스템 운전도를 보여준다.

< 철공진 전원장치와 SMPS의 비교 >

항 목	철공진 전원 장치	SMPS 장치	비 고
전원장치 설치면적 및 하중	×	☆	상대 비교임
원격 감시 protocol 지원	×	☆	
장치 증설에 대한용통성	△	☆	
운용중 고장율	☆	☆	
내 낙뢰 신뢰성	☆	△	Protector 보완
효율	×	☆	

(그림 6) 직류전원 배전 전압



2.4. 기지국 전원 시스템

무선망의 서비스 커버리지를 확보하기 위해서 기지국을 운영하며 여기에는 RF 시스템, 전송로 시스템, 냉방시스템, 이를 구동하기 위한 전원시스템으로 구성된다.

전원시스템에는 기지국 형편에 적합하도록 정류 장치, back-up장치(축전지)가 있으며 기지국은 대부분 일반건물과 단독으로 구축하며 한정된 건물에 기계시설을 설치해야 하므로 상면적, 하중, 소음 등에 제한을 받는다.

기지국 전원시스템은 이에 적합하도록 진전 개발되어 왔다. 초기에는 기지국 철공진 제어방식 전원 장치를 운용함에 따라 면적과 하중에 영향을 받았으며 이를 극복하기 위하여 90대 초반부터 기지국형 SMPS방식을 개발하여 이를 해소하였다. 도표 1

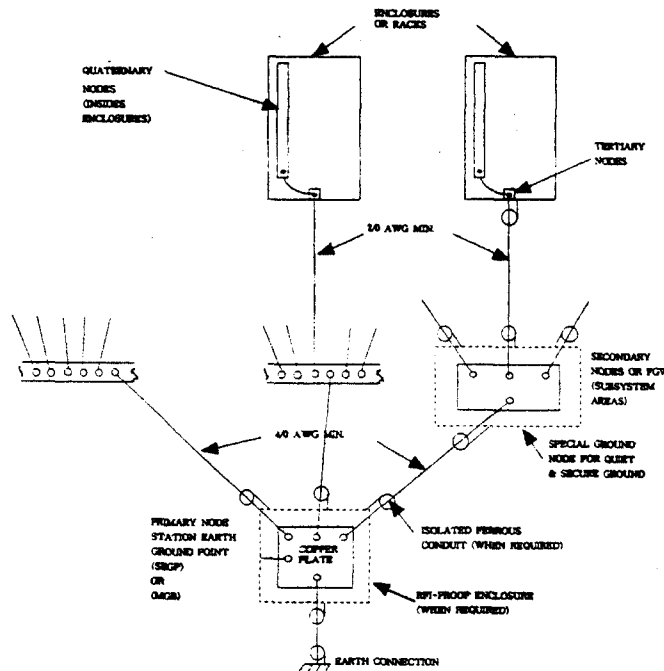
은 철공진 제어 방식과 SMPS방식을 비교하였다.

전압체계는 직류 24V 공칭 전압으로 Processor가 요구하는  $\pm 5$ ,  $\pm 12V$ 는 dc to dc 컨버터에서 안정적으로 공급한다. 정전을 대비하여 축전지는 12Cell을 Back-up시간을 고려하여 수조를 설치하고 부동 전압을 26.06V 유지하여 만 충전 상태를 유지하며 정전이 발생하면 3~8시간까지 Back-up을 해주고 이 시간을 넘으면 이동 발전차에 의해서 2차 Back-up을 하게 된다.

특히 기지국 전원시스템은 무인운용중 지정한 종류의 경보가 발생하면 원격으로 운용자에게 호출하여 발생한 정보를 제공하는 Protocol이 지원된다 따라서 운용자는 효과적으로 상황에 대처할 수 있게 된다.

## 2.5. 접지 시스템

(그림 7) Single Point 접지 배선도



### 2.5.1. 통신 접지

통신시스템은 본질적으로 잡음전압에 민감하므로 잡음 레벨은 적절한 접지장치에 의해 제어되어야 하며, 장치구동을 위해서 시스템과 시스템간 기준전위를 제공하고 정전기를 원활히 대지로 방전시키기 위한 접지시스템은 다른 접지시스템과 독립적으로 원활한 방전 회로를 구성하기 위해서 저임피던스로 설계한다.

또한 접지배선과 접지배선간 존재하는 common noise의 영향을 낮추기 위해서 시스템 주파수를 고려한 접지선 굵기를 선정하여 구조물에 걸리는 전압이 최소한 값으로 제한되도록 해야한다.

교환시스템과 기지국시스템은 안전관련 사항보다 시스템간 상호 간섭으로 발생하는 문제를 해결하기 위해서 시스템 상호간에 Single Point 방식을 채택하고 있다

이 방식은 노드형태를 갖추고 전자기파 및 잡음 전압으로부터 장비가 보호될 수 있도록 사용된 개념으로 접지분배를 Tree 혹은 Star로 구성한다. 그 구성은 그림 7과 같다.

접지점으로부터 SEGP(system earth ground point) 1차 노드를 설치하고 각각 Subsystem으로 분배하기 위해서 2차 노드를 구성한다

또한 subsystem의 내부에 각 기능별 Processor에 접지 배선을 분배하기 위해서 3차 노드를 구성할 수도 있다.

접지 점은 접지기능을 수행하기 위해서 최종 접지 저항치는 최대 5ohm까지의 저항을 가져야 하고 가능한 1 ~ 2ohm 이 좋다 이는 토양조건에 영향을 받으므로 이 값을 낮추는데 여러 가지 방법을 도입하여 현장에 적용하고 있다.

### 2.5.2. 기지국 접지 시스템

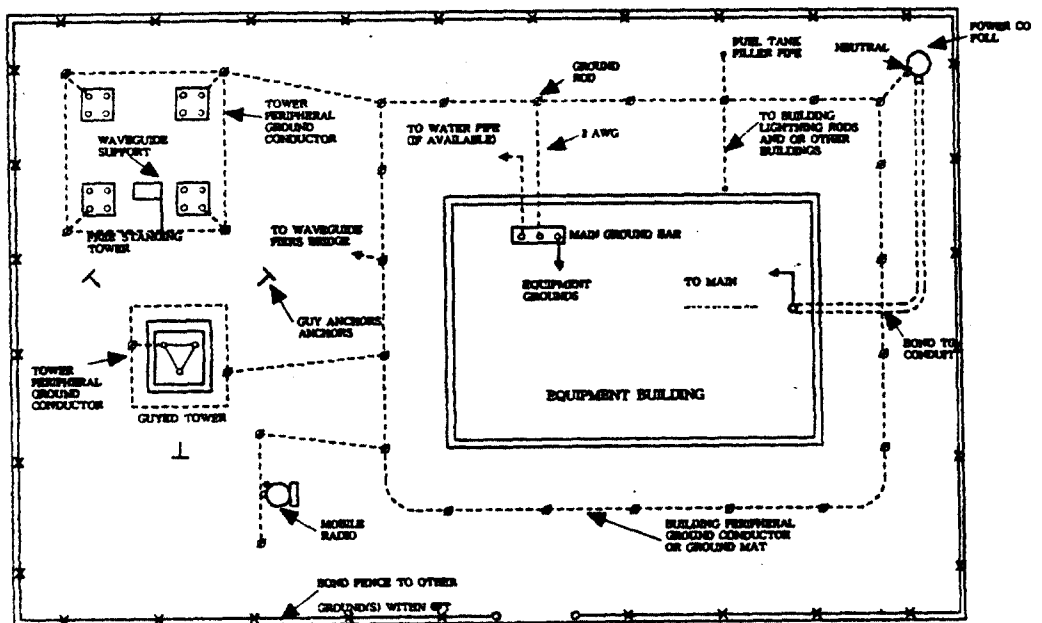
기지국 접지시스템은 크게 낙뢰보호, 전기안전, 통신 시스템으로 구분하고 대지의 전위 경도를 낮추기 위해서 접지저항을 최대 5ohm 또는 이하로 설계하여 이를 공통 접지 점으로 이용 통신시스템과 전기보안 접지배선은 Single Point 접지배선을 구성하고 낙뢰방지를 위한 피뢰침 설비는 철탑 구조물과 철탑에 설치한 통신용 Antenna 보호 앙각 45°이내의 안전도를 고려하여 설비하고 있다.

그림 8은 기지국 접지설비에 대한 일반적인 접시 시스템을 보여주고 있다.

기지국을 감싸고 접지도체를 매설하였고 통신시스템 접지는 지중 접지 점에서 접지배선을 인출하여 MGB접속 각각의 subsystem에 공급하고 전기 안전접지와 동일 접지 점을 이용하였으며, 자립식 철탑의 경우 철탑자체와 둘레에 지중 도체를 매설 bond 접속을 한 것을 알 수 있다.

본 접지시스템의 특징은 기지국 부지전체를 이용하여 지중 도체를 망형으로 매설하였고 기지국

(그림 8) 기지국(Cell Site) 접지도



설비 전체의 어느 시스템에서든 전하가 충전되면 가장 가까운 대지로 방전시킬 수 있도록 되어 있는 것이다.

### 3. 결론

이동 통신의 전원공급과 Back-up, 그리고 접지시스템에 대해서 알아보았다. 현재 운용되고 있는 SMPS방식 전원시스템은 국내외 기종 교환기와 기지국 시스템에 유연한 호환성을 갖추고 고장 없는 안정된 전력을 공급하고 있다.

그러나 축전지 Back-up방식에서는 무보수 밀폐형 전지를 선호하여 적용하고 있으나 초기 방전전압이 저하하면서 전류는 증가 subsystem까지 전압강하에 의한 심각한 장애를 유발할 수 있다.

따라서 축전지 초기 방전특성을 고려한 축전지 Bank 선정이 고려되어야 한다.

정보통신은 유선에서 무선으로 기술 진화의 속도가 급속히 발전하고 있는 추세이고 이들 서비스를 제공하기 위해 기지국과 다양한 중계기 등이 개발되고 있으나 Back-up 방식에 대해서는 소홀히 하는 경향이 있다. 무선통신 서비스는 특히 재해발생 대비 유용한 통신수단을 제공하므로 정전을 대비한 Back-up 방식은 다양하게 고려되어야 하겠다.

끝으로 새로운 서비스에 대비한 하드웨어 개발 시점에서 전원시스템에 대한 연구개발이 동시에 이루어져야 안정된 전원시스템을 구현할 수 있으므로 염두에 두고 꾸준한 연구개발이 이루어져야 한다.

#### [참고 문헌]

- (1) NTS, Telecom Power Supply 1998. 5. 24
- (2) SK Telecom, 전원 공급장치 운용지침서 1996. 1
- (3) (사) 대한 전기 학회, SMPS 기술 현황 1997. 1
- (4) Lucent Technologies, Air Loop Wireless Local

Loop 1998. 5

(5) 사단법인 일본 축전지 공업 협회, 고정용 연 축전지 용량 산출법 1982. 9

(6) SK Telecom 접지 일반 이론 1995. 8

(7) 뉴미디어통신 공동 연구소, 한중이동통신 공동 심포지움 1997. 11



채 수 형

- 1957. 8. 29생
- 1986. 2 대전 공업대학 전기공학과졸업
- 1989. 8. 한양 대학교 산업대학원 전기공학과 졸업
- 1977 ~ 1991 한국 전기 통신공사 근무
- 1991 ~ 현재 SK Telecom 수도권 생산본부 무선호출 팀장