

# Test-Bed용 WLL 가입자장치 RF수신기 설계 및 제작

강 동 균\* · 곽 벽 렬\* · 김 동 일\*\*

A Design and Implementation of WLL RIU RF Receiver for Test-bed

*Dong-kyun Kang\* · B. Y. Kwak\* · Dong Il Kim\*\**

Abstract	5. 제작 및 실험결과
1. 서 론	5.1 제 작
2. RF수신기 기능 및 동작	5.2 실험결과
3. 수신기 설계	6. 결 론
4. 수신기 시뮬레이션	참고문헌

## Abstract

In this paper, RF receiver for CDMA system which has 10 MHz in the channel bandwidth has been designed and fabricated. The designed and fabricated RF receiver is shown useful in operation and the performance has been confirmed by experiments. The results are to be used for establishment of a broadband CDMA wireless access specification standard for WLL system in 2.3 GHz band.

## 1. 서 론

현재 국내 디지털 이동통신 및 PCS에서는 미국 켈컴사가 DS/CDMA방식으로 제안하여 잠정표준으로 IS-95의 규격을 준용하고 있으며, 이동통신시스템의 기지국 및 이동국의 최소성능규격도 역시 IS-98최소성능 규격을 사용하고 있다. 이동통신의 기지국 및 단말기의 RF장치개발은 최소성능규격을 만족시키는 시스템을 구현하기 위하여 각종 시스템 파라미터를 설정하고 그 후 시스템을 구성하는 컴

포넨트 규격을 결정한 후 구현의 단계에 들어간다.

WLL에서는 "2.3GHz대역의 WLL시스템을 위한 광대역CDMA무선접속규격표준"을 국가 표준 화중에 있으며 이를 바탕으로 데이콤의 시스템 요구사항과 최소성능규격에 따라 국내 6개 통신 제조업체에서 상용시스템을 개발 중에 있다. 향후 기지국 및 가입자 접속장치의 현장시험을 통해 데이콤의 시스템규격, 최소성능 규격 및 무선접속 규격을 확정할 예정이다.

본 연구는 이러한 규격의 파라미터를 설정하기

\* (주)데이콤/중합연구소

\*\* 한국해양대학교 전자공학과

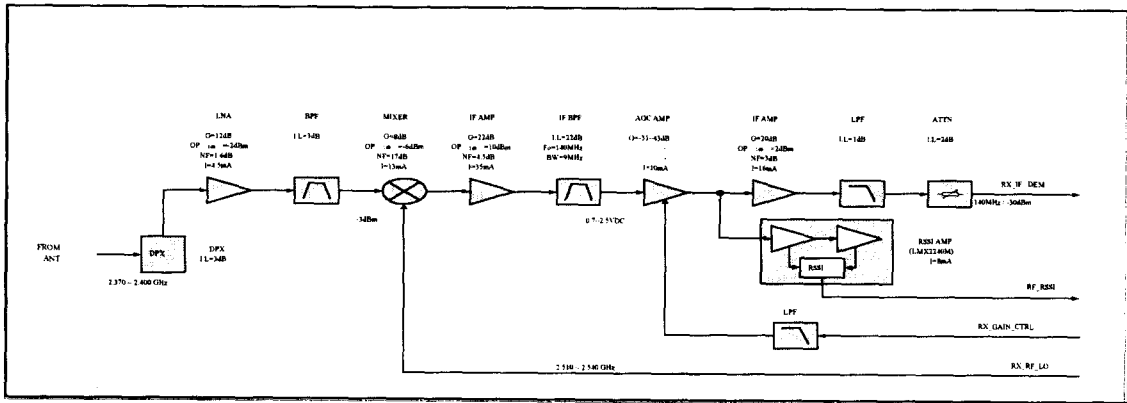


그림 2. 수신기 구조도

위한 RF 송수신장치 개발로서 본 논문에서는 수신부의 개발에 대해 기술한다.

## 2. RF수신기 기능 및 동작

수신부의 목적은 첫째, 선택기능으로 수많은 전파 중에서 임의의 전파를 선택하는 것으로 불필요한 전파를 억제해야하며 둘째, 미약한 신호를 증폭하여 충분히 수신할 수 있게 신호를 증폭함으로써 수신 감도를 높여야 한다. 셋째, 복조기능으로 신호로 변조된 전자파에서 송신의 내용을 원래의 신호로 추출하는 기능이 있어야 한다. 따라서 수신부 시스템 설계방법 및 부품선택에 따라 성능이 크게 좌우되며, 수용 가능한 신호왜곡의 정도에 따라 수신부의 응용분야에 따라 달라진다. 단말장치용 수신단 동작은 듀플렉서로부터 2370~2400MHz 신호를 140 MHz의 중간주파수로 변환하며 주파수변환은 슈퍼헤테로다인방식을 사용하여 주파수합성부에서의 제어신호를 이용하여 High-injection으로 IF주파수로 변환한다. 복조부에서는 일정한 전력레벨의 신호를 공급하여 원래의 송신된 신호에 최소한의 왜곡으로 신호를 복조할 수 있게 한다.

## 3. 수신기 설계

수신기를 설계하기 위해서는 먼저 기본블럭을 설정한다. 수신부의 각 회로블럭 요구사항을 만족하

기 위한 단계는 다음과 같다.

첫째, 송수신단 주파수를 배치한다. 송수신단 구조설계로서 입출력해야 하는 송수신주파수에 따른 내부주파수를 배치한 뒤 IF주파수와 국부발진주파수를 결정한다.

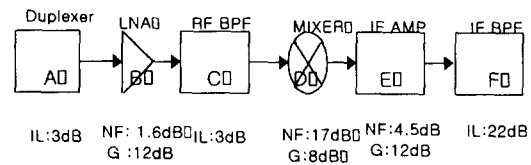


그림 1. 수신부 Level Chart

둘째, 요구되는 수신부의 수신감도와 상호변조왜곡에 맞는 대략적인 이득 및 손실을 각 블럭에 할당한다. 시스템에서 요구되는 수신감도와 상호변조 제거량이 적절하다면 각각의 회로블럭에서 필요한 이득, 손실과 인터셉터점을 구한다. 그림 1은 Level Chart를 참조하여 종속연결된 소자의 잡음지수와 수신되는 입력전력에 따른 신호를 계산한다. 잡음지수는 아래식 (1)과 같이 계산한다.

$$NF = NF_1 + \frac{NF_2 - 1}{G_1} + \frac{NF_3 - 1}{G_1 \cdot G_2} + \dots + \frac{NF_n - 1}{G_1 \cdot G_2 \cdot \dots \cdot G_{n-1}} \dots \text{식(1)}$$

셋째, 주파수혼합기에 대해 고려한다. 주파수혼

합기는 수신부성능을 결정하는 가장 중요한 회로로서 능동주파수 혼합기는 상호변조, 성능 면에서 유리하나 큰 LO전력을 필요로 한다. 능동주파수혼합기는 작은 LO전력으로 충분하나 잡음지수측면에서 불리하다.

넷째, 여파기 사양을 결정한다. RF여파기는 선택된 IF주파수와 국부발진 주파수에 따라 결정된다. WLL에서는 채널대역이 좁으므로 우수한 감쇠특성을 지니고있는 SAW(표면탄성파 ; Surface Acoustic Wave)여파기를 사용한다.

다섯째, IF증폭기를 설계한다. 모든 회로블럭이 결정되면 IF증폭기의 이득을 상세히 조절하며 각 단마다 임피던스정합과 이득 레벨을 맞춘다.

구조설계가 완료된 후 소자 각 단마다 정합용 회로와 이득평형용 감쇠기를 삽입하며 제작사에서 제공되는 참조회로를 이용하여 회로설계를 한다. 그림 2는 설계된 수신부 구조도를 나타내었다.

### 4. 수신기 시뮬레이션

설계된 RF수신부에 대한 검증 및 분석을 위해서 CDS상용소프트웨어를 이용하여 시뮬레이션하고 그 결과를 나타내었다. 각 소자 들의 파라미터는 제작사에서 제공되어지는 데이터를 이용하였으며 미제공되어지는 파라미터는 회로설계규격을 기준하여 블록 튜닝을 통하여 결정하였다. 케이스케이드로 연결된 수신부의 각 부품별 특성을 보기 위하여 Budget시뮬레이션을 하였다. RF입력전력이 100dBm인 경우에 대하여 그 결과를 <표 1>에 나타내었다.

<표 1> 수신부 Budget 시뮬레이션

NAME	N/F	GAIN	IP30	GC
Duplexer	1.756	-4.3	1000.0	0
LNA	3.3561	10.12	8.6170	0
RF BPF	3.3996	9.332	7.7228	0
MIXER	9.4208	17.112	4.3101	0
IF AMP	9.4525	36.37	18.862	0
ATTN	9.4525	32.96	16.862	0
IF BPF	9.4664	13.37	-4.872	0
ATTN	9.4828	11.37	-6.872	0

Large Signal Sweep Bench를 이용하여 수신부의 Power Sweep을 수신입력신호에 따른 전력과 이득의 관계를 그림 3에 나타내었다. 시뮬레이션결과 수신이득은 설계치와 같은 10dB정도의 이득을 가지고 있었으며, 잡음지수는 10dB정도의 결과가 나타났다.

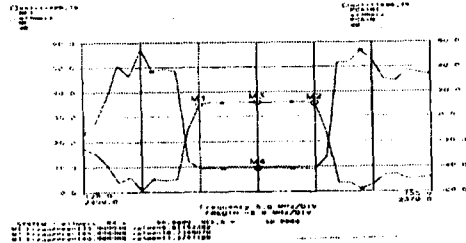


그림 3. 시뮬레이션 결과

## 5. 제작 및 실험결과

### 5.1 제작

실제 제작된 수신기의 PCB기판의 유전율은 4.56, 두께가 1.6mm인 에폭시기판을 사용하여 제작하였다. 인접채널에 의한 수신기의 선택도를 향상시키기 위해 사용된 표면탄성파 대역통과여파기의 삽입 손실 및 위상특성은 통과 대역내에서 각각 최대 1dB정도의 리플을 갖고 있으며 실장제작후 전원, 이득 등을 튜닝을 통하여 조정하였다.

### 5.2 실험결과

#### 5.2.1 수신AGC범위측정

무선통신에서는 여러 가지 원인에 의해 수신전계 강도가 변하게 된다. 자동이득제어회로는 이와 같은 변동에 대응하여 수신증폭기의 이득을 제어함으로써 수신기의 출력을 일정하게 유지하게 하는 기능으로 사용된다. 본 논문에서는 CDMA전력제어를 수행하기 위해 입력레벨을 비교하여 수신복조출력이 규정된 값을 초과하지 않고 일정한 입력전력레벨의 범위로서 단말장치의 안테나 단자에서 측정했을 때 회로의 일정한 값을 유지하는 범위를 말하며

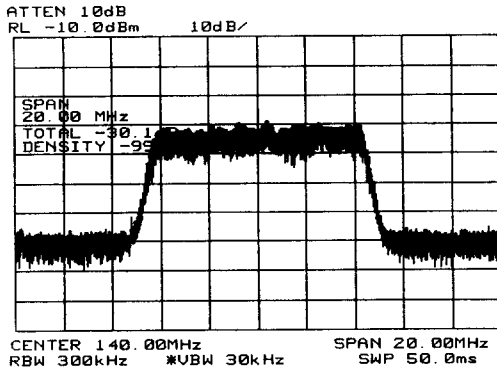


그림 4. -90dBm입력시 수신된 CDMA신호

측정결과 그림 4에 나타냈다.

실제 AGC동작범위인 90dBm~30dBm까지 안정된 AGC동작을 하였으며, IF레벨변동범위도 설계규격인 30dBm±1dB이내를 만족하는 안정된 특성을 나타내었다.

### 5.2.2 수신스푸리어스 응답

수신기에서 발생하거나 증폭되어 단말기 안테나 콘넥터에 나타나는 스푸리어방사로서 수신부 출력단에서의 원하는 수신주파수 이외의 충분한 큰 스펙트럼으로서 송신대역에 대한 규격은 60dBm으로 측정결과 그림 5와 같다.

## 6. 결 론

본 논문에서는 10 MHz RF채널대역폭을 가지는 광대역 코드분할 다원접속 RF수신기를 설계 및 제작하였으며 성능평가로 수신AGC 동작범위와 스푸리어스방사특성으로 실험결과 양호한 동작특성을 나타내었다. 앞으로 개선해야 할 점으로 수신기내의 여파기들로 인한 위상변화 및 국부전력발진기에 의

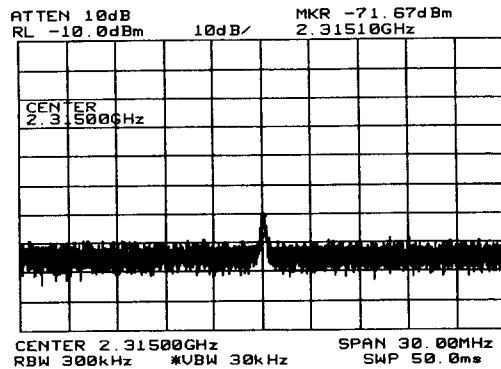


그림 5. 송신대역내 스푸리어스 방사특성

한 위상잡음의 정확한 측정이나 모델링이 이루어져 수신감도에 어떠한 영향을 미치는지를 해석해야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

- [1] S. J. Erst, Receiving System Design, Artech House, 1984.
- [2] Lawrence E. Larson, RF and Microwave Circuit Design for Wireless Communications, Artech House, 1996
- [3] P. Vizmuller, RF Design Guide, Artech House, 1996
- [4] 데이콤, 무선가입자망(WLL)시스템요구 사항(안), 1997.1
- [5] 정영준외 3인, "Wideband CDMA PCS 기지국용송수신기 설계 및 구현", 한국전자파학회 논문지, 제8권, PP61-77, 1997. 02.
- [6] HP-Eesof Microwave & RF System Design, Hewlett Packard Co., 1997. 03