

W-CDMA 단말기 수신 시스템에서 요구하는 최소성능 분석 및 설계에 관한 연구

정회원 곽준호*, 윤석출*, 정회원 김학선**

A Study on the Analysis of Minimum Performance and Design for Receiver System in W-CDMA Handset

Jun-Ho Kwack*, Seok-Chul Yun* Associate Member, Hak-Sun Kim** Regular Member

요약

본 논문에서는 W-CDMA 단말기 표준안에서 요구하는 최소 성능을 분석하고, 현재 상용화되어 있는 부품들을 사용하여 W-CDMA 단말기 수신부를 설계 및 제작하였다. 표준안의 테스트 조건들로부터 수신 시스템의 최대 잡음지수와 IIP3를 도출하였으며, 인접채널에 대한 선택도 및 프론트-엔드 단의 최소 성능을 결정하였다. 제작에 앞서 ADS를 이용하여 성능검증을 하였으며, 모두 분석된 최소성능을 만족하였다. 끝으로 W-CDMA 단말기 수신부를 헤테로다인 구조로 RF 단에서 IF 단까지 제작하였으며, 측정을 하였다. 따라서 본 논문이 W-CDMA 단말기를 제작함에 있어 이론적인 설계 기준이 될 것으로 여겨진다.

ABSTRACT

In this paper, we have analyzed minimum performance required for W-CDMA Handset from standard and implemented the receiver for W-CDMA Handset. We have derived the noise figure and IIP3 of receiver and determined the selectivity about adjacent channel and minimum performance for front-end stage. Before the implementation, we have verified the performance using ADS simulator. In conclusion, we have implemented the receiver for W-CDMA Handset using the heterodyne architecture and performed measurement. Therefore, this paper will give a guideline for design of the W-CDMA Handset.

Key Words : W-CDMA, Handset, Receiver, Minimum Performance

1. 서론

3세대 이동통신인 IMT-2000은 미국을 중심으로 한 동기식과 유럽을 중심으로 한 비동기식이 있다. IMT-2000 서비스의 상용화가 시작되면 현재 사용 중인 시스템과의 호환성이 중요한 문제가 된다.

우리나라에서 IMT-2000 서비스는 초기에 일부대 도시 지역에서만 행하며, 나머지 지역에서는 현재의 서비스(2G/2.5G) 망을 이용할 것으로 본다. 따라서 단말기 측면에서 보면 멀티밴드/멀티모드 서비스를

행할 수 있는 송수신기가 필요하다. 하드웨어 측면에서 보면 멀티밴드/멀티모드 송수신기를 구현하기 위해서는 먼저 각각의 표준규격(Standard)으로부터 최소요구 사항 및 성능을 분석하고, 시스템 레벨을 도출해야 한다.

CDMA 방식의 디지털 이동통신 시스템은 다른 디지털 이동통신 시스템보다 선형성을 매우 중요시하는 시스템이다. 즉, 잡음과 상호간섭에 의해서 통화용량이 결정되기 때문에 시스템에서 생성되는 각 잡음성분들을 명확히 분석하여 시스템에 미치는 영

* 한밭대학교 무선통신 연구실, ** 한밭대학교 정보통신컴퓨터공학부 부교수
논문번호 030573-1226, 접수일자 2003년 12월 26일

항을 최소로 설계해야한다. 수신 시스템 측면에서 보면 시스템에서 요구하는 SNR (BER)을 만족시키기 위해서 시스템에서 생성되는 잡음성분들을 표준안에서 제시하는 요구조건 이하가 되도록 설계하는 것이 중요하다. 현재 2세대 CDMA 단말기를 기초로 W-CDMA 단말기와 시스템에 대한 연구가 활발 진행 및 개발되고 있다. 이에 본 논문에서는 상용화 초기단계에 있는 W-CDMA 단말기 수신부를 설계함에 있어 요구되는 중요 파라미터들(RF 성능)을 분석하고, 시스템 레벨을 도출하였으며, 이를 바탕으로 각 부품들의 최소요구 성능을 결정 및 제시하였다. 또한, 현재 상용화 되어 있는 부품들을 이용하여 본 논문으로부터 도출한 최소요구 사항을 만족시키는 W-CDMA 단말기 수신 모듈을 헤테로 다인 구조로 RF 단에서 IF 단까지 설계 및 제작하였다.

II. W-CDMA 시스템의 일반적인 특성

다음의 표1은 W-CDMA 시스템의 일반적인 특성을 나타낸 것이다

표 1 W-CDMA 시스템의 일반적인 특성

Parameter		Characteristics	
		Up-link	Down-link
Frequency		1920-1980 [MHz]	2110-2170 [MHz]
Modulation	Data	BPSK	QPSK
	Spreading	HPSK	QPSK
Multiple Access		CDMA/FDM	
Duplexer Method		FDD	
Operating Ch. Spacing		5MHz	
Chip Rate		3.84Mcps	
Data Rate		12.2, 64, 144, 384kbps	

표1을 살펴보면 W-CDMA 단말기 수신부는 2110-2170MHz에서 동작하며, 변조방식은 QPSK 방식을 사용하고 있다. 칩 율은 3.84Mcps로 확산이득(Processing Gain)을 갖게 된다

III. W-CDMA 단말기 수신부의 최소요구 성능 분석

본 장에서는 W-CDMA 표준안에서 제시하는 테스트 조건들로부터 요구하는 최소성능을 분석하고, 이를 만족시키기 위한 각 부품들의 성능을 결정한다.

W-CDMA 표준안은 3GPP에서 권고하는 TS 34.121을 기초로 하여 분석을 하였다.[1][2]

3.1 Reference Sensitivity Level

감도 레벨 테스트조건으로부터 우리는 수신 시스템에서 요구하는 전체 잡음지수(NF)를 도출할 수 있다. 다음의 표2는 표준안에서 제시하는 감도 레벨 테스트 조건이다

표 2. 감도레벨 테스트 조건

Parameter	Level/Status	Unit
\hat{I}_{or}	-106.7	dBm/3.84MHz
DPCH_Ec	-117	dBm/3.84MHz

표2의 조건에서 BER은 10^{-3} 을 초과해서는 안되며, 이때 이스팬드에서 요구하는 E_b/N_t 는 7dB가 된다.[3] 또한 전체 수신 전력에 대한 감도레벨은 -106.7dBm/3.84MHz이고, 이 중에서 실제 음성 및 데이터에 대한 정보가 실려 있는 데이터 채널(Dedicated Physical Channel : DPCH)에 대한 감도 레벨은 -117dBm/3.84MHz이다.

표2의 감도 레벨 테스트 조건으로부터 수신 시스템에서 요구하는 전체 잡음지수는 다음의 수식으로부터 도출 할 수 있다.

$$Sensitivity[dBm] = kTB + NF + \frac{S}{N} \quad (1)$$

$$\frac{S}{N} [dB] = \frac{E_b}{N_t} - G_p \quad (2)$$

$$G_p [dB] = 10 \log \left(\frac{\text{Chip rate}}{\text{Data rate}} \right) \quad (3)$$

감도 레벨 테스트는 데이터 율이 12.2kbps 조건에서 수행한다. 따라서 식(3)에서 25dB의 확산이득(GP)을 얻을 수 있고, E_b/N_t 는 7dB이므로 식(2)에 의해서 -18dB의 S/N을 구할 수 있다.

식(1)에서 kTB는 열잡음(Thermal Noise)으로서 다음과 같이 유도될 수 있다.[4]

$$kTB = 10 \log \left(\frac{1.38 \times 10^{-23} \times 290 \text{ K}}{1 \times 10^{-3}} \right) + 10 \log(BW) \\ = -174 + 10 \log(3.84 \text{ MHz}) = -108.2 [dBm] \quad (4)$$

따라서 데이터 채널에 대한 실제 감도레벨은 -117dBm/3.84MHz 이므로 식(1)에 의해서 9.2dB의

잡음지수(NF)를 결정할 수 있다. 즉, 수신 시스템을 설계함에 있어 표준안에서 요구하는 최소 감도 레벨을 만족시키기 위해서는 수신 시스템의 전체 잡음지수를 9.2dB 이하가 되도록 설계해야 함을 알 수 있다. 이때 실제 제작 시에는 마진을 고려하여 최소한 8dB는 만족시켜야 한다.

3.2 Adjacent Channel Selectivity (ACS)

ACS 테스트 조건으로부터 대부분의 분석이 인접 채널에 대한 감쇄 조건을 유도하였다. 하지만 인접 채널에 대한 감쇄특성은 RF 단이 아닌 IF 단 즉, IF 아날로그 필터나 DSP 디지털 필터에 의해서 좌우된다. 따라서 본 논문에서는 인접채널에 대한 감쇄특성뿐만 아니라 RF 측면에서 인접채널에 의한 교차변조(Cross-Modulation) 잡음과 VCO 위상잡음(Phase-Noise)을 고려한 수신 시스템 'Front -End' 단의 최소 요구사항을 분석하였다.

표 3. 인접채널 선택도를 위한 테스트 조건

Parameter	Level/Status	Unit
DPCH_Ec	-103	dBm/3.84MHz
\hat{I}_{or}	-92.7	dBm/3.84MHz
Ioac(modulated)	-52	dBm/3.84MHz
Fuw(offset)	-5 or +5	MHz

표3은 표준안에서 요구하는 ACS 테스트 조건이고 그림1은 그림으로 도식한 것이다. 테스트 조건을 살펴보면 BER이 10^{-3} 을 초과하지 않는 범위 내에서 수신된 데이터 채널(DPCH)에 대한 레벨은 -103dBm/3.84MHz이고, 인접해서 5MHz 오프셋 떨어진 곳에서 비교적 레벨이 큰 -52dBm/3.84 MHz의 간섭신호가 있다.

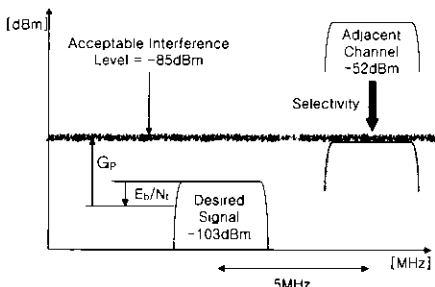


그림 1 인접채널선택도 테스트 조건[4]

$$\begin{aligned}
 P_i &= P_{DPCH_Lc} - \frac{S}{N} \\
 &= P_{DPCH_Ec} - \left(\left(\frac{E_b}{N_t} \right) - G_p \right) \\
 &= -103 - (7 - 25) \\
 &= -85[\text{dBm}]
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

ASC 테스트 조건에서 최대 수용 가능한 잡음레벨(P_i)은 -85dBm이 된다.

따라서 5MHz 오프셋의 인접채널에 대한 선택도는 최소 33dB가 되어야 함을 알 수 있다. 즉 IF 단 이후의 채널 필터의 인접채널에 대한 감쇄특성이 최소 33dB 이상 되어야 한다.

$$\begin{aligned}
 \text{Selectivity}(5\text{MHz}) &\geq P_{AC} - P_i \\
 &= -52\text{dBm} - (-85\text{dBm}) \\
 &= 33[\text{dB}]
 \end{aligned}
 \tag{6}$$

본 논문에서는 다른 측면에서 ACS 테스트를 분석하였다. 인접채널 또한 채널밴드 측면에서 보면 간섭신호이다. 이 간섭신호에 의해서 시스템 내에서 불필요한 잡음성분들을 생성시켜 채널밴드의 SNR을 악화시키는 주 요인이 된다. 따라서 요구하는 SNR을 만족시키기 위한 각 잡음레벨을 분석하고, 이를 만족시키기 위한 부품들의 성능을 결정해야한다.

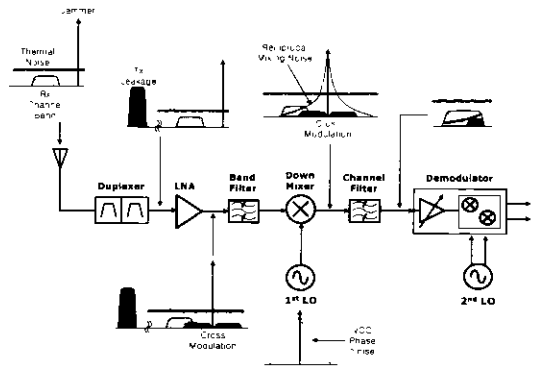


그림 2 간섭신호에 의한 수신부 감도저하

그림2를 보면 인접한 간섭신호에 의해 LNA 출력에서 교차변조(Cross-Modulation) 잡음이 생성되고, 믹서 출력에서 VCO 위상잡음으로 인해서 상호혼합(Reciprocal Mixing)된 잡음이 생성되어 채널밴드에 영향을 주고 있다. 이때 교차변조 잡음은 LNA와 듀플렉서에 의해서 결정되며, 상호혼합된

잡음은 VCO 위상잡음 성능에 의해 좌우된다.

본 논문에서는 그림2에서의 모든 잡음성분들을 고려하여 ACS 테스트에서 요구하는 BER을 만족시키기 위한 'Front-End' 단의 성능을 결정하였다.

다음의 수식은 ACS 테스트 조건을 만족시키기 위한 부품들의 성능을 도출할 수 있는 'Noise-Equation' 이다. 인접채널 간섭신호에 의해 시스템 내에서 생성되는 모든 잡음 성분들을 고려하여 'Front-End' 단의 최소 성능을 분석 할 수 있다. CDMA 셀룰러 표준안(IS-98D)에서 'Single Tone Desensitization' 테스트 조건으로부터 분석된 수식을 본 논문에서는 W-CDMA 시스템 사양에 맞도록 수정 및 모델링 하였다.[5]

$$10 \log \left[10^{\frac{N_T}{10}} - 10^{\frac{N_{Th} + N_{Fi}}{10}} - 10^{\frac{PN_{VCO} + 13.8}{10}} \right] + 4 \text{ dB}$$

$$= -2 \text{ IIP3}_{LNA} + 2 \cdot (P_{TX_PA} - \text{Isolation}_{\text{duplexer}}) + P_{\text{jammer}} + 6 \text{ dB} \quad (7)$$

여기서, N_{IT} : 최대 수용 가능한 잡음(-85dBm)

N_{Th} : 열잡음(kTB:-108dBm)

N_{FT} : 시스템 전체 잡음지수

PN_{VCO} : VCO의 위상잡음 특성

P_{TX_PA} : Power Amp의 출력 전력(27dBm)

P_{jammer} : 인접한 간섭신호 전력(-52dBm)

IIP3_{LNA} : LNA의 IIP3 값

$\text{Isolation}_{\text{duplexer}}$: 듀플렉서의 격리도 값

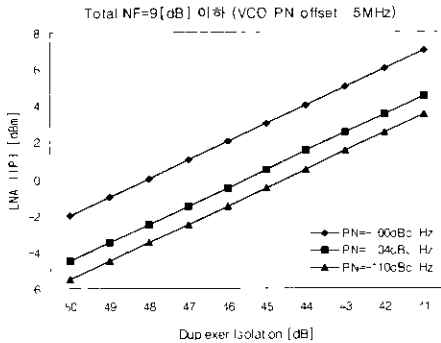


그림 3. ACS 테스트를 만족시키기 위한 각 부품들의 성능

그림3은 식(7)을 이용하여 ACS 테스트 조건을 만족시키기 위한 부품들의 성능을 결정한 것이다. 결과를 살펴보면 잡음지수를 9dB이하로 설계할 때 VCO 위상잡음(PN) 특성에 대한 LNA의 IIP3와 듀플렉서의 격리도 값을 결정하였다.

현재 상용화되어 있는 부품들의 특성을 고려하여 ACS 테스트 조건을 만족시키기 위한 최적의 부품 성능을 본 논문에서는 표3과 같이 결정하고, 제시한다

표 3 Front-End 단 최적의 부품사양

Parameter	Value
Total NF	9dB 하
VCO Phase Noise	-110dBc/Hz 하
LNA IIP3	0dBm 상
Duplexer Isolation	45dB 상

3.3 Intermodulation Characteristics

수신부의 원하지 않는 두개의 간섭신호에 의해 혼변조(Intermodulation) 성분이 발생되며, 그 중에서 3차 혼변조 성분이 채널밴드 내로 들어와서 수신감도에 영향을 준다. 수신부의 IIP3는 이 혼변조 테스트 조건으로부터 도출할 수 있다. 표4는 표준안에서 요구하는 혼변조 테스트 조건이다

표 4 혼변조 특성을 위한 테스트 조건

Parameter	Level/Status	Unit
DPCH_Ec	-114	dBm/3.84MHz
\hat{I}_{cc}	-103.7	dBm/3.84MHz
$I_{ow1}(CW)$	-46	dBm
$I_{ow2}(\text{modulated})$	-46	dBm/3.84MHz
$F_{uw1}(\text{offset})$	10 -10	MHz
$F_{uw2}(\text{offset})$	20 -20	MHz

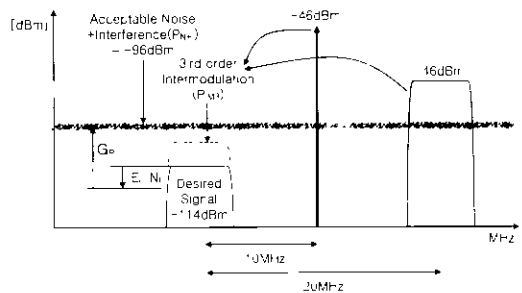


그림 4 3차 혼변조 성분에 의한 수신 감도저하

표4를 살펴보면 수신된 데이터 채널에 대한 전력 레벨은 -114dBm/3.84MHz이고, 10MHz 오프셋에 -46dBm의 CW 간섭신호와 20MHz 오프셋에서 -46dBm/3.84MHz의 변조된 간섭신호가 있다. 이때 BER은 10^{-3} 을 초과해서는 안되며, E_b/N_0 는 7dB가

된다. 그림4는 표4의 테스트 조건을 도식화 한 것이다.

그림4에서 보듯이 요구하는 BER 조건을 만족시키기 위한 최대 수용 가능한 잡음레벨(PN+I)은 -96dBm 이다. 본 논문에서는 간섭신호들의 오프셋이 멀리 떨어져있기 때문에 각 간섭신호의 VCO 위상잡음에 의한 상호혼합(Reciprocal Mixing) 된 잡음은 그 영향이 적어 무시하기로 한다. 수신전력 레벨을 비교해보면, 혼변조 테스트 조건이 감도 테스트 조건에 비해 3dB가 높다. 그렇다면 시스템에서 요구하는 Eb/Nt에 상응하는 SNR을 만족시키기 위해서 신호레벨을 3dB 높였다는 것은 두개의 간섭신호에 의해 생성된 잡음이 3dB 더 증가한 것으로 볼 수 있다. 따라서 최대 수용 가능한 잡음레벨 (PN+I)에서 3차 혼변조 성분만 고려한 잡음레벨 (PIM3)은 3dB를 뺀 -99dBm이 된다.

$$\begin{aligned}
 P_{N+I} &= kTB + NF \\
 &= -108.2\text{dBm} + 9.2\text{dB} = -99\text{dBm} \\
 P_{N+I} &= kTB + NF + P_{IM3} = P_N + P_{IM3} \\
 &= -99\text{dBm} + P_{IM3} = -96\text{dBm} \\
 \therefore P_{IM3} &= -99\text{dBm}
 \end{aligned}
 \tag{8}$$

따라서 수신부에서 요구하는 전체 IIP3는 다음과 같이 계산할 수 있다.[4]

$$\begin{aligned}
 IIP3 &= P_{in} + \frac{P_{in} - P_{IM3}}{2} \\
 &= -46 + \frac{(-46 + 99)}{2} \\
 &= -19.5[\text{dBm}]
 \end{aligned}
 \tag{9}$$

수신부 전체의 선형성을 나타내는 지표로서, IIP3가 -19.5dBm 이상 되도록 설계해야 함을 확인할 수 있다.

IV. 시스템 시뮬레이션 검증

본 논문에서는 현재 상용화 된 부품들을 이용하여 W-CDMA 단말기 수신부를 헤테로다인 구조로 RF 단에서 IF 단까지 설계하였다. 또한 제작에 앞서 ADS 시뮬레이터를 활용하여 설계된 시스템의 성능이 분석된 최소요구 성능을 만족하는지 사전에 비교 검증 하였다.

표5는 설계에 사용된 각 부품들의 성능을 나타낸 것이고, 그림5는 설계한 W-CDMA 단말기 수신부의 블록 회로도이다. 헤테로다인 구조로서 중간주파수

(IF)는 190MHz를 사용했으며, 국부발진기(LO)는 RF 주파수보다 높은 'High-Injection' 구조를 사용하였다

표 5 설계에 사용된 W-CDMA 단말기 수신부의 부품 특성

	Gain [dB]	NF [dB]	IIP3 [dBm]	Atten [dB].
Duplexer	-1.8	1.8	-	54 (Isolation)
LNA	14	1.5	9	-
RF SAW	-2.2	2.2	-	41 (Image Band)
Down Mixer	8	12	1	-
IF SAW	-8	8	-	35 (@5MHz)

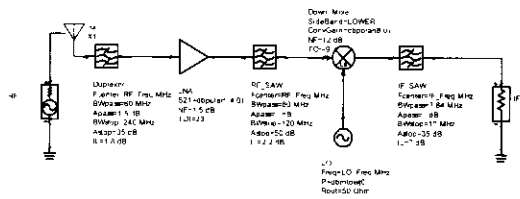


그림 5 W-CDMA 단말기 수신부 블록 회로도

4.1 Budget Simulation

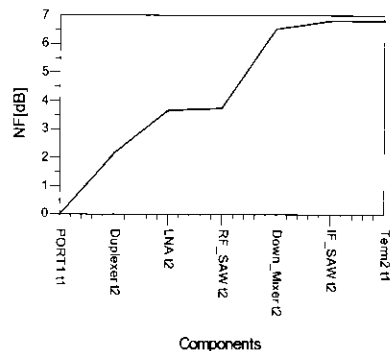


그림 6 수신부 NF-Budget 시뮬레이션 결과

설계에 사용된 부품들의 'Worst-case'인 경우를 적용해 버짓 시뮬레이션을 수행하였다. 그림6은 시뮬레이션 결과로서 7dB 이하의 잡음지수 값을 얻었다. 이는 분석에 의한 최대잡음 지수인 9.2dB에 만족하며, 제작마진을 고려해도 만족함을 알 수 있다. 즉, 잡음지수 측면에서 설계에 사용된 부품들의 적

절성을 검증할 수 있었다.

4.2 Adjacent Channel Selectivity

분석결과 인접채널에 대한 선택도는 33dB이상의 감쇄 특성을 요구하였다. 그림7은 IF 채널 필터의 감쇄특성과 투톤(Two-tone : 2140, 2145MHz)을 인가했을 때 IF-단 출력에서의 응답이다. 결과를 보면 최소 35dB 정도의 인접채널에 대한 감쇄특성을 제공하며, 이는 요구하는 최소성능인 33dB를 만족함을 확인할 수 있었다.

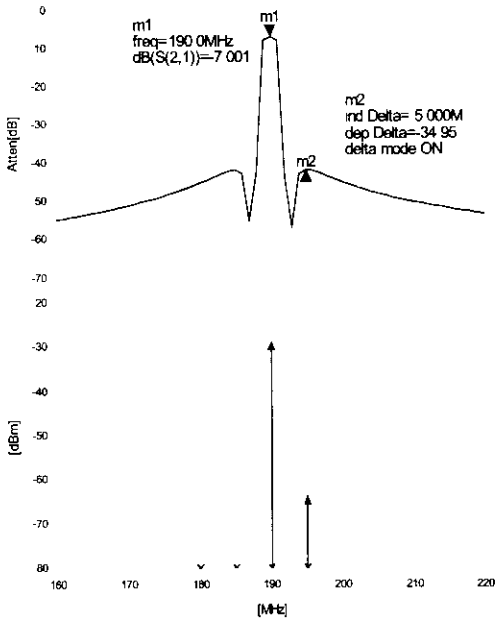


그림 7 인접채널 선택도에 대한 시뮬레이션 결과

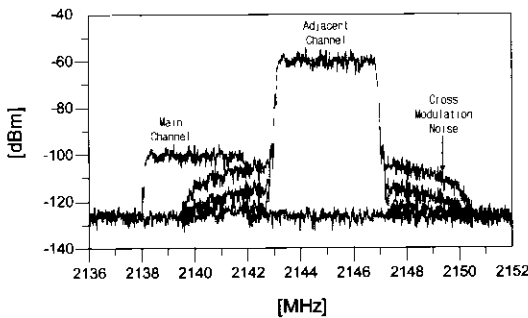


그림 8. LNA 출력에서 Cross-Modulation 잡음

그림 8은 인접채널에 의해 생성된 교차변조 잡음의 영향을 분석하기 위한 시뮬레이션 결과이다. 듀플렉서의 격리도 값이 54dB이고, LNA IIP3가 각각 -5dBm, 0dBm, +5dBm일 때 시뮬레이션 결과로 LNA IIP3가 +5dBm 이상인 경우 채널밴드에 교차변조 잡음의 영향이 최소화됨을 알 수 있다. 설계에 사용된 듀플렉서의 격리도와 LNA IIP3가 각각 54dB, +9dBm이므로 설계된 W-CDMA 수신기는 인접채널에 의한 교차변조 잡음에 대한 영향을 거의 받지 않음을 확인할 수 있다.

4.3 Intermodulation Simulation

3차 혼변조 특성은 수신 시스템의 전체 선형성을 나타내는 지표로서 분석결과 요구하는 수신부의 전체 IIP3는 -19.5dBm 이상 제공되어야 한다. 그림9는 시뮬레이션 결과로서 -8dBm 정도의 IIP3를 제공하는 것을 확인할 수 있으며, 이는 최소요구 성능을 만족하였다.

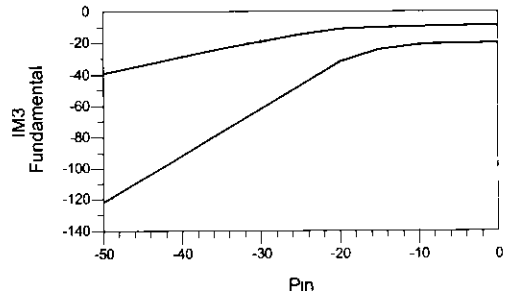


그림 9. 수신부 전체 IIP3 시뮬레이션 결과

V. W-CDMA 수신기 제작 및 측정

본 장에서는 표5에 나열된 부품들을 사용하여 W-CDMA 단말기 수신부를 RF-IF 단까지 헤테로다인 구조로 설계 제작하였다. 제작에 사용된 PCB는 두께가 1.6mm이고, 유전율이 4.6이며, 도체의 두께는 1/2(oz)인 FR4를 사용하였다.

그림 10은 설계 제작한 W-CDMA 단말기 수신 모듈의 실물이다.

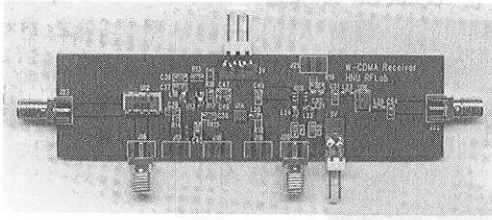


그림 10. W-CDMA 단말기 수신부 모듈

다음의 그림11은 RF(2140MHz) 입력으로 -60 dBm/3.84MHz을 인가했을 때 IF(190MHz) 출력 파형으로 약 10dB 정도의 RF-IF 이득을 얻어 -50.8dBm/3.84MHz의 출력을 얻었다.

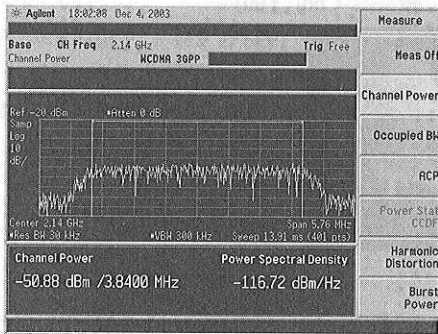


그림 11. IF(190MHz) 출력 파형

그림12는 ACS를 확인하기 위한 IF 채널필터에 대한 감쇄특성을 측정된 결과다. 측정결과 통과대역에서의 삽입손실이 약 -8.5dB 정도이며, 인접채널에 대한 감쇄특성이 최소 35dB 이상으로 요구사항인 33dB를 만족함을 확인할 수 있다.

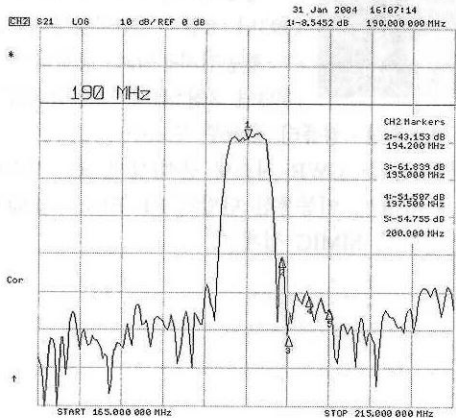


그림 12. IF 채널필터의 ACS 감쇄특성

그림13은 LNA 출력에서 측정결과로 설계에 사용된 듀플렉서와 LNA의 성능이 분석에 의한 최소 요구 성능보다 우수하기 때문에 교차변조 잡음성분이 'Noise floor' 아래에 존재하여 그 영향이 채널 밴드에 거의 미치지 않음을 확인할 수 있다.

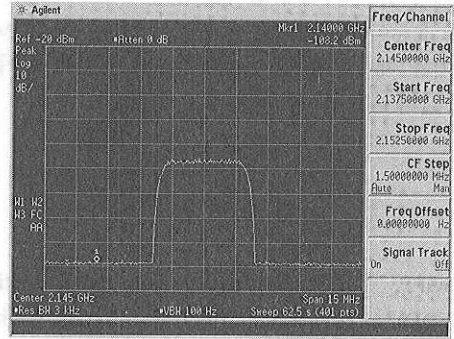


그림 13. Cross-modulation 잡음 측정결과

VI. 결론

본 논문에서는 IMT-2000 방식 중 비동기 방식인 W-CDMA 단말기의 수신 시스템을 설계하기 위한 최소요구 성능을 분석하고, 현재 상용화되어 있는 부품들을 이용하여 설계 및 제작하였다. 표준안의 테스트 조건으로부터 W-CDMA 단말기 수신기에서 요구하는 잡음지수, IIP3, 인접채널에 대한 선택도를 분석하였으며, 기존에는 분석되지 않았던 'Front-end' 단의 최소 성능을 결정하였다. 끝으로 표6에 물레이션 결과와 측정 결과를 비교하였다. RF 시스

표 6. W-CDMA 단말기 최소요구 성능

	Requirement	Simulation	Measurement
Total NF (Max.)	9.2dB	6.8dB	7.3dB
Total IIP3 (Min.)	-19.5dBm	-8dBm	-
Selectivity (@5MHz)	33dB	35dB	35dB
Front-End Stage			
	Requirement	Design Component	
LNA IIP3	0dBm 이상	9dBm	
Duplexer Isolation	45dB 이상	54dB	
VCO Phase Noise (@5MHz offset)	-110dBc/Hz 이하	-130dBc/Hz (@1MHz offset)	

본 논문에서 분석한 W-CDMA 단말기 수신기의 최소요구 성능을 제시하고, 설계한 시스템의 시스템 측면에서의 측정은 검증하기에 한계가 있으므로 향후 이스밴드까지 전체 시스템을 구축하여 BER 초과여부로서 본 논문에서의 분석결과를 검증하고, 측정해야 하는 과제가 남아있다.

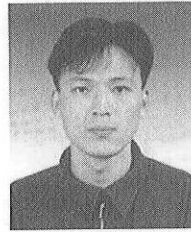
본 논문이 상용화 초기 단계에 있는 W-CDMA 단말기를 제작함에 있어 RF 시스템 측면에서 이론적인 설계 기준이 될 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- [1] 3GPP, UE Radio Transmission and Reception (FDD) (Release 1999)", Technical Specification 25. 101, V3.10.0, Mar. 2002
- [2] 3GPP, Terminal Conformance Specification; Radio transmission and reception(FDD) (Release 1999)", Technical Specification 34.121, V3.7.0 Dec. 2001
- [3] O.K. Jensen, et al. RF Receiver Requirements for 3G W-CDMA Mobile Equipment", *Microwave Journal*, Feb. 2000
- [4] P. Vizmuller, *RF Design Guide*, Morwood, MA; Artech House, pp. 227, 183- 188, 1995
- [5] 광준호, 김학선, CDMA 셀룰러 RF 시스템에서 교차변조 잡음레벨 분석 및 최적화", *한국통신학회 논문지*, vol.28 no.6A, June, 2003

곽 준 호(Jun-Ho Kwack)

준회원



2001년 2월 : 한밭대학교 전자공학과 졸업, 공학사
2004년 2월 : 한밭대학교 정보통신전문대학원 졸업, 공학 석사

<주관심 분야> 이동통신 단말기 RF 시스템 분석/설계/제작, 이동통신 RF 시스템 시뮬레이션

윤 석 출(Seok-Chul Yun)

준회원



1998년 2월 : 한밭대학교 정보통신공학과 졸업, 공학사
2004년 2월 : 한밭대학교 정보통신전문대학원 졸업, 공학 석사

<주관심 분야> RF MEMS, 이동통신 단말기 RF 시스템 분석/설계

김 학 선(Hak-Sun Kim)

정회원



1986년 2월 : 한국항공대학교 항공전자공학과, 공학사
1990년 2월 : 한국항공대학교 항공전자공학과, 공학석사
1993년 8월 : 한국항공대학교 항공전자공학과, 공학박사
1993년 8월 "현재" : 한밭대학교

정보통신·컴퓨터 공학부 부교수

<주관심 분야> UWB 시스템 분석/설계, RF 시스템 분석/설계, 이동통신 단말기 RF Block 설계/제작/측정, MMIC 설계