

論文98-35T-9-13

DS/CDMA수신기에서 RF변환부의 성능분석

(Performance Analysis of RF Transformation in DS/CDMA Receiver)

片 爽 範 * , 朱 載 韓 **

(Suk-Bum Pyeon and Jae-Han Ju)

요 약

본 논문에서는 DS/CDMA방식을 사용하는 PCS이동국의 표준규격인 J-STD-018에 의한 수신기의 고주파(RF)부 시스템 파라미터를 제시하였고, 수신기의 소자특성에 따른 시스템 성능을 분석하였다. 모의실험 결과 J-STD-018을 만족하는 이동국의 잡음지수가 10dB인 경우 수신 캐리어로부터 1.25MHz떨어진 지점에서 선택도는 -70.96dB이며 제 3고조파 차단점은 I 등급 이동국이 -9.5dBm, II~V등급 이동국이 -14dBm이상이었다. 또한 수신기에 입력되는 간섭신호전력이 작을 경우 LNA의 이득이 클수록 성능이 우수하지만, 간섭신호전력이 클 경우 스푸리어스 영향이 증가하여 성능을 저하시켰다. 따라서 스푸리어스의 영향을 줄이기 위한 방법으로 LNA의 스위치를 On/Off함으로써 효율성을 입증하였다.

Abstract

In this paper, it is derived the system design parameters for the J-STD-018 of the PCS mobile station(MS) minimum performance using DS/CDMA analyzed the system performance due to the receiver components. The simulation shows the selectivity is -70.96dB at 1.25MHz frequency offset from the carrier frequency while the MS noise figure to satisfy J-STD-018 is 10dB and the input 3rd harmonics intercept point of the MS class I and MS class II-V is -9.5dBm and -14dBm respectively. When the interference power level at the receiver is small, the receiver has better performance as we increase the gain of LNA. However, when the interference level at the receiver is large, the receiver performance is decreased by the effect of the spurious. Thus, the effectiveness of LNA On/Off switching technique is proved as to reduce the effect of the spurious.

I. 서 론

최근들어 급속히 발전하고 있는 이동통신은 일반 대중에게 신속, 정확한 정보교환이 시간과 공간에 구애 받지 않는 통신서비스를 제공하고 있다. 또한 개인휴

대 통신시스템은 전송전력의 증가로 인한 용량제한을 막고 고용량, 다매체 서비스를 위한 가용대역이 증가된 통신시스템을 구현하려 하고 있다. 그러나 이를 위해서는 전송주파수가 높아질 수 밖에 없으며 실제로 PCS시스템은 셀룰라 시스템보다 높은 주파수를 사용하고 있다. 이러한 이동통신수요에 대한 수용용량의 한계를 극복하기 위한 방안인 DS/CDMA(Direct sequence code division multiple access)방식은 이동통신환경에서의 유연성, 보안성등의 이점을 가지며 매우 효과적으로 주파수 대역을 이용할 수 있다는 점에서 월등한 사용자 수용능력을 가진다.

따라서 본 논문에서는 DS/CDMA방식을 사용하는

* 正會員, 東岡大學 電子科

(Dept. of Electronic Eng., Dongkang College)

** 正會員, 朝鮮大學校 電子·情報通信工學部

(Dept. of Electronics & Information Communication Eng., Chosun Univ.)

接受日字: 1998年4月18日, 수정완료일: 1998年9月9日

PCS이동국의 표준규격인 J-STD-018^[11]의 수신감도, 단일톤 간섭억제, 상호변조 스퓨리어스등의 규격에 적합한 시스템의 잡음지수, 선택도, 제 3고조파 차단점등을 구하는 방법을 제시하고자 하며 이를 근거로 RF 수신기 설계에 요구되는 파라미터값을 산출한다. 제시된 수신기의 RF설계 파라미터를 근거로 하여 수신기 전단의 LNA의 특성이 변화할 때 수신기의 성능변화와 개선방안을 검토한다.

본 논문의 구성은 제 II장에서 수신기의 구성을 언급하고, 제 III장에서는 시스템 파라미터를 제 IV장에서는 최소규격에 따른 시스템 파라미터를 유도하며, LNA의 특성에 따른 스퓨리어스 및 오울특성을 모의 실험한다. 제 V장에서는 결론을 서술한다.

II. 수신기의 구성

그림 1은 DS/CDMA수신기의 블록도이다. DS/CDMA방식을 사용하는 수신기의 1차 중간주파수변환부는 1차 중간주파수(IF)인 210MHz대역으로 변환하기 위한 저잡음증폭기(LNA), 대역통과필터(BPF), 혼합기(Mixer)등이 있다.

1차 IF를 기저대역으로 변환하기 위한 ASIC칩(Qualcomm's BBA)으로 구성되는 RF변환부와 레이크(Rake)수신기, 결합기, PN코드 복조회로, 디인터리버(Deinterleaver), Viterbi 디코더(Decoder)등을 ASIC화 한 디모듈레이터칩(Qualcomm's MSM)과 Codec등으로 구성된 디지털 신호처리부로 구성된다.

본 논문에서는 RF변환부에 대해서만 중점을 두었으며, 수신기의 시스템규격 및 성능을 유도하기 위해서 각 소자들은 종속연결된 부분으로 간주하였고, 각 단과의 정합회로는 이상적이라고 가정한다.

III. 시스템 파라미터

1. 수신감도

안테나로 입력된 신호전력이 어느 정도 이상일 때

수신기가 규정된 오울이하로 동작할 수 있는 능력을 수신감도라고 하며 수신기의 잡음지수와 관련이 있다^[2,3]. 신호 대 잡음비와 정보비트에너지 대 잡음전력밀도비와의 관계는 다음 식과 같다.

$$\frac{C}{N} = \frac{R}{B_N} \frac{E_b}{N_0} \tag{1}$$

여기서 C : 수신기로 입력되는 신호전력, N : 잡음전력, E_b : 정보비트당 에너지, N₀ : 잡음전력밀도, R : 정보비트율, B_N : 수신기의 등가 잡음대역폭.

수신기 입력단의 등가잡음전력은 다음 식과 같이 나타낼 수 있다.

$$N = KTB_N F \tag{2}$$

여기서 K : 볼츠만상수(1.38×10⁻²³J/°K), T : 상온에서 절대온도, F : 잡음계수.

식(1)과 식(2)로부터 수신기의 전체 잡음계수는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$F = \frac{C}{KT B_N} \frac{N_0}{E_b} G_{Pro} \tag{3}$$

여기서 G_{Pro}=B_N/R : 처리이득.

잡음이 발생하는 소자들이 여러단으로 종속연결되면 전체 시스템 잡음계수는 다음과 같다^[4].

$$F = F_1 + \frac{(F_2 - 1)}{G_1} + \frac{(F_3 - 1)}{G_1 G_2} + \dots + \frac{(F_n - 1)}{G_1 G_2 \dots G_{n-1}} \tag{4}$$

여기서 F : 전체 시스템 잡음계수, F₁~F_n : 각단의 잡음계수, G₁~G_n : 각단의 이득.

식 (4)의 모든 값은 dB값이 아니고 선형값이다. 그리고 잡음지수 NF는 잡음계수 F를 dB로 나타낸 것으로 다음 식과 같다.

$$NF = 10 \log F \tag{5}$$

한편, J-STD-018에서 규정하고 있는 수신감도의 시

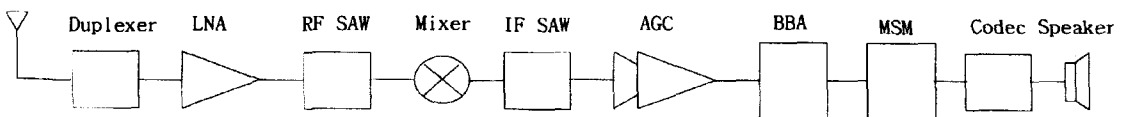


그림 1. 수신기의 블록도
Fig. 1. Block diagram of receiver.

험 파라미터는 표 1과 같다^[11].

표 1. 수신감도 시험 파라미터

Table 1. Test parameters for receiver sensitivity.

파라미터	단 위	시험 1	시험 2
수신전력	dBm/1.23MHz	-104	-25
(Pilot E _c)/I _{or}	dB	-7	
(Traffic E _c)/I _{or}	dB	-15.6	

2. 단일톤 간섭억제

희망신호 주파수로부터 어느 정도 주파수 이격된 간섭신호가 수신기로 입력될 때 그 간섭의 영향을 배제할 수 있는 능력이 단일톤 간섭억제이며, 이 특성으로부터 수신기의 선택도를 결정할 수 있고 선택도는 중심주파수로부터 이격된 주파수에서의 감쇄특성을 의미한다. 그러므로 선택도가 결정되면 각 단에 사용할 필터의 차단특성을 배분한다. 또한 간섭신호는 PN 코드에 의해 역확산되어 잡음전력밀도를 증가시키는데 이때의 잡음전력밀도 N_T 는 부가성 백색잡음밀도와 간섭에 의한 잡음전력밀도를 합한 값과 같다. 그러므로 간섭신호가 존재할 경우 전체 시스템 잡음전력밀도는 다음식과 같다.

$$N_T = KTF'_f = N_o + N_i \tag{6}$$

여기서 F'_f 은 간섭신호가 존재할 경우 전체 시스템 잡음계수이고 간섭잡음전력밀도 N_i 는 간섭전력이 수신기

표 2. 단일톤 간섭억제 시험 파라미터

Table 2. Test parameters for single tone desensitization.

파라미터	단 위	시험 1	시험 2
중심주파수로부터 톤 이격	MHz	+1.25	-1.25
톤 전력	dBm	-30	
수신전력	dBm/1.23MHz	-101	
(Pilot E _c)/I _{or}	dB	-7	
(Traffic E _c)/I _{or}	dB	-15.6	

의 선택도에 의해 감쇄된 전력량과 같기 때문에 간섭에 의한 잡음전력밀도 N_i 는 다음 식과 같다^[5].

$$N_i = \frac{P_I - 10 \frac{L_F(f)}{10}}{B_N} \tag{7}$$

여기서 P_I : 간섭전력, $L_F(f)$: 수신필터의 선택도

J-STD-018에서 수신필터의 선택도를 규정하기 위하여 프레임오율(FER)이 0.01이하인 상태에서 표 2와 같은 시험 파라미터로 최소 성능시험을 한다.

3. 상호변조 스퓨리어스

외부 간섭신호가 채널필터 통과대역외에 존재하는 경우에 채널필터 전단에 사용한 LNA와 혼합기와 같은 능동소자들이 비선형성을 갖기 때문에 두 개이상의 신호성분이 비선형 소자를 통과하게 되면 상호변조 스퓨리어스가 발생된다. 상호변조 스퓨리어스중에서 제 2차 상호변조 성분과 제 3차 상호변조 성분 가장 크며, 이중에서도 고려의 대상이 되는 것은 제 3차 상호변조 성분이다. 이것은 제 2차 상호변조 성분은 희망주파수로부터 멀리 떨어져 있는 반면 제 3차 상호변조 성분은 희망 주파수에 인접해 있어서 복조시에 간섭을 가장 많이 일으키기 때문이다. 따라서 입력신호의 전력이 커질수록 제 3차 상호변조성에 의한 영향은 급격히 증가하게 된다. 따라서 간섭신호에 의해 발생하는 스퓨리어스 성분 N_s 는 잡음전력밀도를 증가시키며 결국 시스템 잡음계수를 증가시킨다. 이때의 전체 잡음전력밀도는 다음과 같다.

$$N_T = KTF'_s = N_o + N_s = KTF + 10 \frac{P_s}{B_N} \tag{8}$$

여기서 F'_s : 스퓨리어스성분이 존재할 때의 시스템 잡음계수,

P_s : 간섭신호에 의하여 발생하는 스퓨리어스 전력 (dBm).

상호변조에 의하여 발생된 스퓨리어스 전력은 수신기의 제 3차 상호변조 차단특성과 다음과 같은 관계가 있다.

$$P_s = P_o - 2(IP - P_o) \tag{9}$$

여기서 IP : 수신기의 제 3차 상호변조 출력 차단점, P_o : 간섭신호의 전력(dBm).

비선형 소자가 다단의 종속 연결시 전체 시스템의 제

3차 상호변조곱(IP) 차단점은 다음과 같다^[4].

$$IP = \frac{1}{\frac{1}{IP_1} + \frac{G_1}{IP_2} + \frac{G_1 G_2}{IP_3} + \dots + \frac{G_1 G_2 \dots G_{n-1}}{IP_n}} \quad (10)$$

여기서 $IP_1 \sim IP_n$: 각단의 제 3차 상호변조곱 차단점.
 $G_1 \sim G_n$: 각단의 이득.

식 (10)의 모든 변수는 dB값이 아니고 선형값이다.

J-STD-018에서 이동국의 비선형성을 규정하기 위해서 표 3과 같은 시험 파라미터로 PCS이동국에서의 상호변조 스퓨리어스 응답 감쇄시험^[1]을 하며, 이때의 FER은 0.01이하이어야 한다.

표 3. 상호변조 스퓨리어스 응답감쇄 시험
 Table 3. Test parameters for intermodulation spurious attenuation.

파라미터	단 위	이동국 1등급		이동국 2등급에서 5등급	
		시험1	시험2	시험1	시험2
반송파로부터 톤 1의 이격	MHz	+1.25	-1.25	+1.25	-1.25
톤 1의 전력	dBm	-40		-43	
반송파로부터 톤 2의 이격	MHz	+2.05	-2.05	+2.05	-2.05
톤 2의 전력	dBm	-40		-43	
수신전력	dBm/1.23 MHz	-101		-101	
(Pilot E_c)/ I_{or}	dB	-7		-7	
(Traffic E_c)/ I_{or}	dB	-15.6		-15.6	

IV. 모의실험

1. 잡음지수

시스템 NF는 표 1,2,3의 시험파라미터와 식(3)를 이용하여 그림 2와 같이 나타낸다. 그림 2에서 간섭이 없을 경우 E_b/N_0 가 3.6dB일 때 시스템 NF는 10.9dB 이하이어야 하고 간섭이 있을 경우 E_b/N_0 가 3.4dB일 때 시스템 NF는 14.1dB이하이어야 한다.

2. 제 3고조파 차단점

시스템의 제 3차 상호변조곱 차단점은 상호변조 스푼리어스 응답 감쇄시험으로부터 유도할 수 있으며 시험조건은 표 3과 같고 최소규격은 프레임 오류가 0.01 이하이다. 표 3에 나타난 것과 같이 간섭톤은 $\pm 1.25\text{MHz}$ 와 $\pm 2.05\text{MHz}$ 이격되어 있으므로 이 두 개의 간섭톤으로부터 제 3차 상호변조곱은 $2(F_c \pm 1.25\text{MHz}) - (F_c \pm 2.05\text{MHz})$ 이므로 중심주파수로부터 $\pm 450\text{kHz}$ 이격된 주파수에서 나타난다. 또한 제 5차 상호변조곱도 중심주파수로부터 $\pm 350\text{kHz}$ 이격된 주파수에서 나타나므로 통과대역내에 존재한다. 그러나 제 5차 상호변조곱의 크기는 무시할 수 있을 정도로 작기 때문에 본 논문에서는 제 3차 상호변조곱에 대하여만

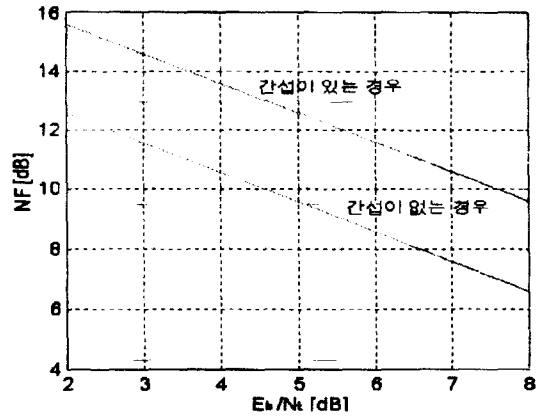


그림 2. 시스템 E_b/N_0 에 따른 NF. 그림 3. 시스템 NF에 따른 입력 3차 고조파 차단점
 Fig. 2. Noise Figure by system E_b/N_0 . Fig. 3. Input 3rd order intercept point by system NF.

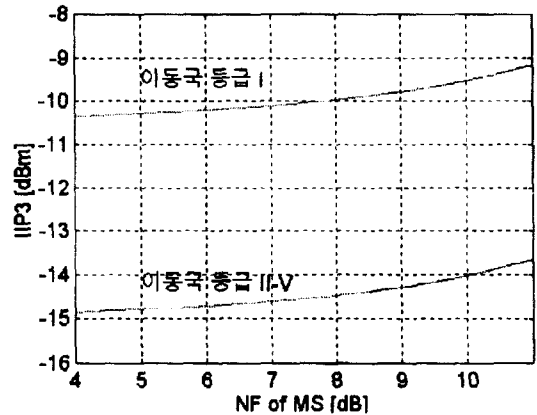


그림 3. 시스템 NF에 따른 입력 3차 고조파 차단점
 Fig. 3. Input 3rd order intercept poing by system NF.

고려를 한다. 그림 3은 표 3의 시험파라미터와 식(8), (9)을 이용하여 이동국 시스템 NF에 따른 입력 3차 상호변조곱(IIP3) 차단점을 모의실험한 것이다.

3. LNA에 의한 수신시스템의 성능변화

첫 번째 소자와 두 번째 소자의 특성이 전체 수신기 특성에 미치는 영향이 상대적으로 크기 때문에, 본문에서는 LNA의 특성변화에 따른 수신기 성능에 중점을 둔다. 표 4에서는 각 단의 소자특성이 전체 수신시스템에 미치는 영향을 분석하기 위하여 현재 PCS 이동국 수신기 설계에 사용되는 소자들의 전형적인 값을 나타내며, 모의실험할 때 기준 값으로 사용한다.

표 4. 수신부 구성소자의 대표적인 값
Table 4. Typical value for components of receiver.

	Duplexer	LNA	BPF	RF Mixer	IF채널 필터	AGC	BBA
NF (dB)	5	2	3	7	12	NF _{AGC}	0
Gain (dB)	-5	14	-3	15	-12	G _{AGC}	0
IIP3 (dBm)	100	5	30	-3	30	IIP3 _{AGC}	1000
선택도 (dB)	0	0	0	0	30	0	46

J-STD-018에서 규정하고 있는 수신 신호전력이 -104dBm에서 -25dBm이고 BBA의 입력신호레벨은 -56dBm으로 BBA의 입력신호레벨을 일정하게 유지하기 위하여, AGC는 수신기 입력신호의 레벨에 따라 이득을 자동으로 조절한다^[8]. 모의실험에 사용한 AGC는 쉘컴사의 Q5500이며, 이득에 따른 상온에서의 전형적인 잡음지수와 입력 3차 상호변조곱 차단점은 각각 다음과 같다^[9].

$$NF_{AGC} = -1.499369 \times 10^{-9} \times G_{AGC}^5 - 4.456 \times 10^{-7} \times G_{AGC}^4 + 1.677515 \times 10^{-6} \times G_{AGC}^3 + 6.355 \times 10^{-3} \times G_{AGC}^2 - 0.4547 \times G_{AGC} + 15.8378 \quad (11)$$

$$IIP3_{AGC} \approx \begin{cases} -7dBm, & -45 \leq G_{AGC} \leq -40dB \\ -0.276923 \times G_{AGC} - 18.07692 dBm, & -40 \leq G_{AGC} \leq 25dB \\ -0.95 \times G_{AGC} - 1.25dBm, & 25 \leq G_{AGC} \leq 45dB \end{cases} \quad (12)$$

여기서 NF_{AGC} : AGC의 잡음지수, $IIP3_{AGC}$: AGC의 입력 3차 상호변조곱 차단점, G_{AGC} : AGC의 이득 [dB].

또한 수신기에 외부 간섭신호가 없을 때 수신기의 성

능은 수신감도로 나타낼 수 있으며 이때 중요한 시스템 파라미터는 NF이다. 그림 4는 표 4와 식(11), (12)에서 구한 AGC의 값을 식(4), (10)에 대입하고 수신신호전력이 -104dBm일 경우에 대하여 LNA의 이득을 가변하면서 시스템 NF와 3차 상호변조곱 입력 차단점을 시뮬레이션한 것이다. 그림에서 LNA의 NF가 '■'은 3dB, '○'은 2dB, '△'은 1dB인 경우이다. 이 세 경우 모두 LNA의 이득이 커질수록 시스템 NF가 감소하며 제 3차 상호변조곱 입력차단점(IIP3)은 LNA의 이득이 커질수록 감소한다. 이것은 LNA의 이득이 작아지면 시스템 NF 10dB보다 커지고 LNA의 이득이 커지면 IIP3가 기준규격보다 작아져 외부 간섭신호가 있을 때 수신성능에 영향을 줄 수 있기 때문에 적절한 이득을 결정할 필요가 있다. 그리고 수신기에 외부간섭이 있을 경우 단일톤 간섭억제나 상호변조 스푸리어스응답 감쇄시험에서 유도할 수 있는 선택도나 제 3차 상호변조곱 차단점이 중요한 시스템 파라미터가 된다. 그런데, 표 4에서와 같이 선택도는 BBA에서 46dB이상이고 IF채널필터에서 30dB이상이므로 이동국 전체 선택도는 76dB이상이다. 이것은 단일톤 간섭억제 시험에서 구한 선택도 약 71dB보다 크므로 본 논문에서는 IIP3에 의한 상호변조 스푸리어스응답 감쇄에 중점을 둔다. 또한 이동국등급 I과 II~V의 차이는 단지 간섭전력만 다르므로 시뮬레이션 결과는 이동국등급 II~V에 해당하는 것만 보였다.

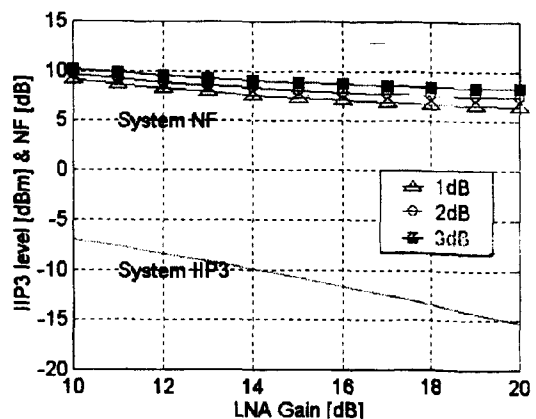


그림 4. LNA의 이득에 따른 IIP3와 NF
Fig. 4. IIP3 and NF by gain of LNA.

그림 5는 표 4의 값을 식(10)에 대입하여 구한 이동국의 제 3차 상호변조곱 차단점과 표 3의 간섭전력을 식(9)에 대입하고 LNA의 이득을 변화시키면서 수신

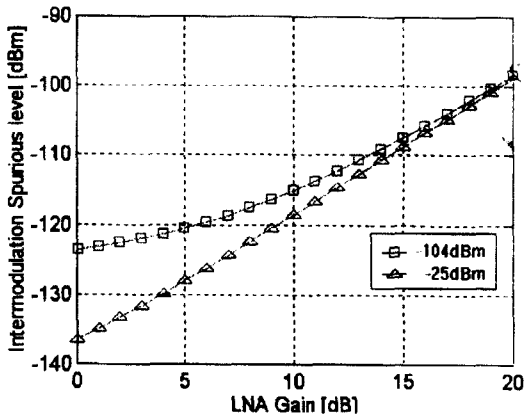


그림 5. LNA의 이득에 따른 스푸리어스 레벨
Fig. 5. Spurious level by gain of LNA.

신호전력이 최소인 경우와 최대인 경우에 대하여 생기는 상호변조 스푸리어스레벨을 나타낸다. 이 그림에서 LNA의 이득이 작을수록 수신신호전력이 -104dBm인 경우가 -25dBm인 경우보다 외부간섭신호에 의한 스푸리어스레벨이 더 크며 LNA의 이득이 증가할수록 상호변조 스푸리어스 레벨이 커진다. 이것은 외부 간섭신호의 레벨이 일정할 때 수신신호가 약할수록 AGC의 이득은 증가되어 스푸리어스 신호도 같이 증폭되기 때문에 LNA의 이득이 클수록 신호레벨과 간섭신호 레벨이 동시에 증폭되어 상대적으로 스푸리어스 레벨이 더 커지기 때문이다. 그리고 그림 6은 그림 5의 결과를 외부간섭신호에 의한 스푸리어스신호가 LNA의 이득에 따라 변하는 수신성능을 FER로 나타낸 것이다. '□'은 LNA를 사용하지 않고 신호를 그냥 통과시킬 경우이고 '*'은 LNA의 이득이 5dB, '○'은 10dB, '■'은 15dB인 경우이다. 이 그림에서 FER 0.01을 만족하기 위한 신호 레벨은 LNA를 그냥 통과시킬 경우 -93dBm, LNA의 이득이 5dB일 경우 -97dBm, 10dB일 경우 -100dBm, 15dB일 경우 -102dBm이다. J-STD-018의 상호변조 스푸리어스 응답 감쇄시험은 수신신호가 -101dBm일 때 FER 0.01로 규정하고 있으므로 LNA의 이득이 15dB이상이어야 안정적이라는 것을 알 수 있다. 물론 이것은 외부 간섭신호가 -43dBm일 경우의 결과이다.

따라서 LNA의 이득을 감소시키면 감소된 이득을 AGC에서 보상하여 수신부 전체 이득이 같더라도 스푸리어스 레벨은 현저히 감소한다. 그러므로 이러한 간섭전력의 영향을 최대한 줄이기 위해서는 간섭전력

에 따라서 LNA의 이득을 조절해야 될 것이다. 그러나 실제 구현상 간섭전력의 세기를 측정한다는 것은 매우 어렵기 때문에 신호레벨에 따라 LNA의 이득을 조절하는 것이 유용할 것이다. LNA의 이득을 연속적으로 조절하기 어렵다면 간단히 LNA를 On/Off함으로써 구현할 수 있다. On/Off되는 신호레벨이 같을 경우 페이딩 받는 신호레벨의 폭이 4~10dB정도 되므로 LNA가 연속적으로 On/Off되어 FER을 증가시킬 수 있기 때문에 On/Off되는 신호레벨은 달리 하여야 한다. LNA가 On되는 신호레벨은 LNA가 Off되었을 때 수신성능이 안정적인 FER 10^{-5} 인 점을 기준으로 하여 -92dBm으로 하고, LNA가 Off되는 신호레벨은 -82dBm으로 해야한다.

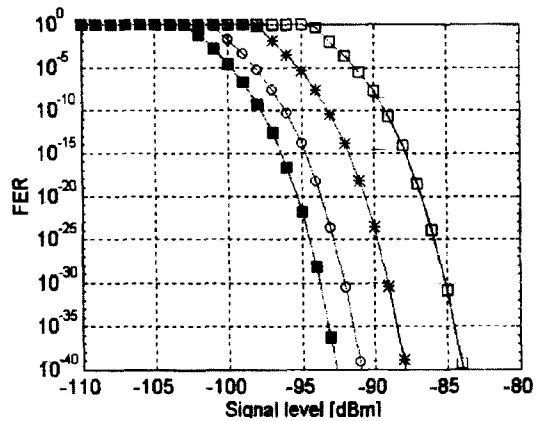


그림 6. 신호레벨에 따른 프레임 오율특성(간섭전력 -43dBm)
Fig. 6. Characteristics of frame error rate by signal level.(Interference power -43dBm)

V. 결론

본 논문에서는 DS/CDMA방식을 사용하는 PCS이 동국의 최소규격인 J-STD-018을 기준으로 하여 수신기의 RF부 설계 파라미터를 제시하고, 이를 근거로 하여 고주파 수신부중에서 LNA의 이득에 따른 상호변조 스푸리어스와 시스템 성능을 분석하였다.

시뮬레이션 결과 J-STD-018을 만족하기 위한 이동국 NF는 10dB이하가 되어야 하고, 이때의 선택도는 -71dB이며 제 3차 상호변조잡음 차단점은 I등급 이동국이 -9.5dBm, II ~ V등급 이동국이 -14.0 dBm이상이어야 한다.

LNA의 이득이 클수록 외부간섭신호에 의한 스푸리

어스레벨이 커지며 수신신호가 약할수록 AGC의 이득은 증가되어 스푸리어스 신호도 같이 증폭되기 때문에, 스푸리어스 간섭신호는 LNA의 이득이 클수록, 수신신호전력이 약할수록 더 큰 영향을 주었다. FER 0.01을 만족하기 위한 신호 레벨은 LNA를 그냥 통과시킬 경우 -93dBm, LNA의 이득이 5dB일 경우 -97dBm, 10dB일 경우 -100dBm, 15dB일 경우 -102dBm이었다. 그러나, 간섭신호레벨이 -36dBm보다 커지면 LNA의 이득이 증가할수록 오히려 스푸리어스의 영향이 커져 FER이 증가하기 시작한다. 따라서, 상호변조 스푸리어스에 의한 FER을 개선하기 위하여 입력신호레벨에 따라 LNA의 이득은 가변하는 것이 바람직하다. 그러나 구현상 어렵기 때문에 간단히 LNA의 스위치를 On/Off함으로써 스푸리어스의 영향을 줄이고 수신기의 성능이 개선됨을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

- [1] TIA/EIA, J-STD-018 : *Recommended Minimum Performance Requirements for 1.8 to 2.0GHz Code Division Multiple Access Personal Stations*, Nov. 1995.
- [2] M. C. Dixon, *Spread Spectrum Systems with Commercial Applications, 2nd Ed.*, Wiley Inter Science., pp.18-59, 1994.
- [3] M. C. Jeruchim, "Techniques for Estimating the Bit Error Rate in the Simulation of Digital Communication System", *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, pp.1325-1328, Nov. 1973.
- [4] S. Erst, *Receiving System Design, Artech House*, Ch.4, 1984.
- [5] 김남수, "DS/CDMA이동국 RF수신시스템의 설계에 관한 연구", *한국통신학회논문집*, 제 20권, 제 4호, pp.286-296, April 1995
- [6] J. G. Proakis, *Digital Communications, 2nd Ed.*, McGRAW-HILL, Ch.5, 1989.
- [7] A. Viterbi, *Principles of Spread Spectrum Multiple Access Communication*, Qualcomm, Ch.5, April 1994.
- [8] Qualcomm, *CDMA Analog Baseband Processor(BBA2) Technical User's Manual*, December 1996.
- [9] Qualcomm, *CDMA ASIC Products Data Book*, March 1997.

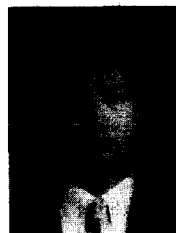
저 자 소 개



片爽範(正會員)

1986년 조선대학교 전자공학(공학사). 1988년 동대학원 전자공학과(공학석사). 1994년 동대학원 전기공학과(공학박사). 1992년 ~ 현재 동강대학 전자과 교수. 주관심분야: 신경망을 이용한 문자인식 및 뉴러컴퓨터

링, 영상처리, 이동통신, RF 회로설계등임



朱載韓(正會員)

1989년 조선대학교 전자공학과(공학사). 1991년 동대학원 전자공학과(공학석사). 1996년 동대학원 전자공학과 박사과정 수료. 주관심분야: 신호처리, RF 회로설계, 이동통신 및 제어분야등임