論文
2-7-3

디지털 이동통신의 수신 시스템에 대한 파라미터 분석 (Parameter Analysis for Receiving System of Digital Mobile Communication)

주 재 한*
(Jae-Han Ju)

요 약

본 연구에서는 능동 더블 밸런스 혼합기를 사용하기 때문에 이득을 높일 수 있지만 IIP3가 낮은 수신 시스템 I 과 이득이 낮고 IIP3가 높은 수동 더블 밸런스 혼합기와 낮은 이득을 높이기 위한 중간 주파 증폭기로 구성된 수신 시스템Ⅱ을 구성하여 수신 파라미터를 시험한 결과, 수신 시스템 I 의 전체 잡음지수는 6.4382dB이고 이득은 53.5dB, 제 3고조파 차단점은 -6.6352dBm이었다. 또한 수신 시스템Ⅱ에서 전체 잡음지수는 9.70672dB이고 이득은 47dB, 제 3고조파 차단점은 3.66729dBm이었다.

ABSTRACT

In this study, gain can be high because an active double balance mixer was used. Receiving system Il was made with receiving system I of low IIP3, a passive double balance mixer which has low gain and high IIP3, and an intermediate frequency amplifier for enhancing the low gain. The result of simulating receiving parameter is as follows: the total NF of receiving system I was 6.4382dB, gain was 53.5dB, and IIP3 was -6.6352dBm. As for the receiving system II, the total NF was 9.70672dB, gain was 47dB, and IIP3 was 3.66729Bm.

1. 서론

디지털 이동통신의 수신 시스템은 유일한 무작위 코드시퀀스를 할당받아 서로 교차상관이 거의 없는 잡음과 유사한 높은 비트율의 신호를 발생시켜 정보신호와 혼합하여 대역을 확산하여 전송하고, 수신측에서는 의사무작위 시퀀스를 발생시켜서 동기를 맞추고 이를 이용하여 수신된 신호를 역확산하여 원하는 신호를 복원한다.

이러한 CDMA방식의 이러한 특성으로 비트에너지대 잡음전력밀도가 감소되므로써 시스템 용량을 늘려줄 뿐만 아니라 잡음 및 간섭극복에 필요한 송신전력을 감소시켜주는 장점이 있다[1]. 따라서 간섭에 따른 고품질 수신성능을 결정하는 중요한 변수로 단일 톤 둔감도, 상호변조 왜곡, AWGN등의 파라미터가 더욱 중요하게 된다.

* 정회원 : 송호대학 정보산업계열 전임강사

논문접수 : 2001. 7. 6.
심사완료 : 2001. 7. 14.

본 연구에서는 디지털 이동통신에 있어서 널리 사용되는 수신 시스템으로 저잡음 증폭기와 혼합기를 MMIC화 한 칩을 사용한 수신 시스템 Ⅰ과 수신 시스템에 대한 각 소자들의 파라미터가 수신 성능에 미치는 영향을 개선하기 위해 저잡음 증폭기와 혼합기를 분리시키고 중간주파 증폭기를 포함시킨 수신 시스템 Ⅱ를 구성하여 디지털 셀룰러와 PCS의 최소 규격인 IS-98A 및 J-STD-018을 기준으로 잡음지수, 이득, IIP3 등과 같은 수신 파라미터들을 유도하고[3] 이러한 파라미터들이 수신 시스템을 구성하는 각각의 소자들에 미치는 영향을 고려하여 수신성능 개선을 위한 수신 시스템을 분석하고자 한다.

2. 수신시스템의 파라미터

2.1 수신기의 잡음지수

디지털 수신기에서 주요 성능 파라미터인 E_b/N_o와 C/N의 관계식은 식 (1)과 같다.

$$\frac{C}{N}=\frac{E_bR_b}{N_oB} \tag{1}$$

위 식에서 C/N는 수신기로 입력된 신호전력 대 잡음전력, E_b/N_o는 비트오율에 대한 신호 대 잡음비, B/R_b는 처리이득이다. 또한 수신기 입력단의 등가잡은전력은 다음 식과 같다.

$$N=kTB_bF \tag{2}$$

위 식에서 k는 볼쯔만상수, T는 절대온도이다.

식 (1)과 (2)로부터 수신기의 잡음계수는 식 (3)과 같다.

$$F=\frac{CN_o}{kTE_bR} \tag{3}$$

잡음이 발생되는 소자들이 다단의 종속 연결시 전체 수신 시스템의 잡음계수는 식 (4)와 같다[4].

$$F_T=F_{dup}+\frac{(F_{LNA}-1)}{G_{dup}}+\frac{(F_{RF\ SAW}-1)}{G_{dup}G_{LNA}}+\cdots \tag{4}$$

위 식에서 F_T는 전체 시스템의 잡음계수, F_{dup}는 듀플렉서의 잡음계수, F_{LNA}는 저잡음 증폭기의 잡음계수, $F_{RF\ SAW}$는 RF SAW필터의 잡음계수, G_{dup}는 듀플렉서의 이득, G_{LNA}는 저잡음 증폭기의 이득이다. 또한 잡음지수인 NF(noise figure)는 잡음계수 F를 dB로 나타낸다.

J-STD-018에서 규정하고 있는 수신감도의 시험 파라미터는 <표 1>과 같다[3].

<표 1> 수신감도의 시험 파라미터

<Table 1> Test parameters of receiving sensitivity

파라미터	단 위	시 험
$\hat{I}_{or}$	dBm/1.23MHz	-104
$(Pilot\ E_c)/I_{or}$	dB	-7
$(Traffic\ E_c)/I_{or}$	dB	-15.6

2.2 신호와 잡음전력 레벨

자동이득조절기의 이득조절범위가 한정되어 있으므로 각 소자들의 이득에 맞게 분배하며 다단으로 종속 연결된 소자들의 전체이득 G_T은 식 (5)와 같다[4][5].

$$G_T=G_{dup}\cdot G_{LNA}\cdot G_{RF\ SAW}\ \cdots \tag{5}$$

수신기 내부에서의 n번째 단에서의 신호와 잡음전력 레벨은 각 단의 소자들을 통과하면서 각 단의 이득과 잡음지수에 의하여 다음 식과 같다[4].

$$S_n=S_{in}+G_T \tag{6}$$

$$N_n=N_{in}+NF_T \tag{7}$$

위 식에서 S_{in}와 N_{in}은 수신기 입력 신호전력와 잡음전력이다.

2.3 단일 톤 둔감도

간섭신호는 PN코드에 의해 역확산되어 잡음전력밀도를 증가시키므로 정보비트 에너지 대 잡음전력 밀도의 비는 다음 식과 같다[6].

$$\frac{E_b}{N_t} = \frac{E_b}{N_o + N_I} \tag{8}$$

위 식에서 간섭전력이 수신필터를 지나면서 수신필터에 의해 그 전력이 차단되므로 간섭에 의한 잡음전력 밀도는 다음 식과 같다.

$$N_I = \frac{P_I - 10^{\frac{L_F(f)}{10}}}{B} \tag{9}$$

위 식에서 P_I는 간섭전력, $L_F(f)$는 수신필터의 선택도로 주파수함수이다. 따라서 전체 잡음전력 밀도는 식 (10)과 같다.

$$N_t = N_o + N_I = kTF + \frac{P_I - 10^{\frac{L_F(f)}{10}}}{B} = kTF_I' \tag{10}$$

위 식에서 F_I'는 간섭신호가 존재할 때의 새로운 잡음계수이다. 수신기로 입력된 간섭잡음은 필터에 의하여 간섭전력이 $L_F(f)$만큼 감쇄되므로 이 관계로부터 신호주파수로부터 어느 정도 주파수 이격된 지점의 감쇄값을 알 수 있다면 선택도를 결정할 수 있다.

이동국의 최소 규격인 J-STD-018의 단일 톤 둔감도는 <표 2>와 같이 희망파 신호를 14400bps전송 속도로 데이터를 보내고 ±1.25MHz주파수 이격에 한해서 -30dBm전력을 넣어서 시험한다[3].

<표 2> 단일 톤 둔감도의 시험 파라미터

<Table 2> Test parameters of single tone desensitization

파라미터	단 위	시험1	시험2
이격된 톤 주파수	MHz	+1.25	-1.25
톤 전력	dBm	-30	
$\hat{I}_{or}$	dBm/1.23MHz	-101	
$(Pilot\ E_c)/I_{or}$	dB	-7	
$(Traffic\ E_c)/I_{or}$	dB	-15.6	

2.4 입력 3차 고조파 차단점

실제 다채널 수신기가 중간주파 필터로 희망파 성분만을 추출하고, 인접채널은 충분히 큰 감쇄를 주기 위한 고주파부의 구성에서 상호변조가 문제시 된다. 이러한 상호변조 왜곡의 발생원인으로는 두 개의 서로 다른 주파수를 가지고 동일한 크기를 갖는 사인파 신호가 입력될 때 왜곡 성분은 원신호의 합과 차의 주파수에서 발생한다. 특히 입력신호 레벨이 클 때 고차성분들이 3차 성분에 더욱 큰 영향을 준다[4]. 따라서 상호변조에 의해서 발생된 스퓨리어스 전력과 수신기의 제 3고조파 차단특성은 식 (11)과 같다.

$$P_s = P_o - 2(IIP3 - P_O) \tag{11}$$

위 식에서 P_s는 신호전력 레벨, $IIP3$는 3차 차단점이다. 따라서 전체 잡음전력밀도는 식 (12)와 같다.

$$N_t = N_o + N_s = kTF + \frac{P_s}{W} = kTF_s' \tag{12}$$

위 식에서 F_s'는 통과대역내에 스퓨리어스 주파수가 존재할 때 새로운 잡음계수이다.

비선형 소자가 다단의 종속 연결시 제 3고조파 차단점은 식 (13)과 같다[4].

$$IP3_T = \frac{1}{\frac{1}{IP3_{dup}} + \frac{G_{dup}}{IP3_{LNA}} + \frac{G_{dup}G_{LNA}}{IP3_{SAW}} + \cdots} \tag{13}$$

이동국의 최소 규격인 J-STD-018에서 상호변조 스퓨리어스에 의한 응답감쇄는 <표 3>과 같이 희망파 신호를 14400bps 전송 속도로 데이터를 보내고 ±1.25MHz, ±2.05MHz 주파수 이격에 한해서 -43dBm 전력을 공급하여 시험한다[3].

<표 3> 상호변조 스퓨리어스에 의한 응답감쇄의 시험파라미터

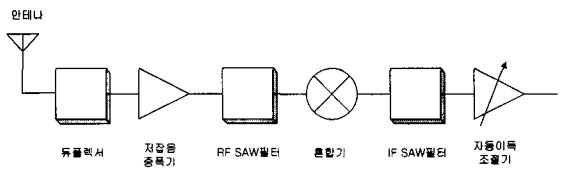
<Table 3> Test parameters for intermodulation spurious attenuation

파라미터	단 위	시험1	시험2
이격된 톤 주파수1	MHz	+1.25	-1.25
톤 1의 전력	dBm	-43	
이격된 톤 주파수2	MHz	+2.05	-2.05
톤 2의 전력	dBm	-43	
$\hat{I}_{or}$	dBm/1.23MHz	-101	
$(Pilot\ E_c)/I_{or}$	dB	-7	
$(Traffic\ E_c)/I_{or}$	dB	-15.6	

3. 시뮬레이션

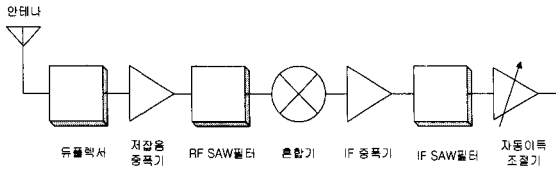
3.1 수신 시스템의 구성

전체적인 수신 시스템의 구성에서 수신 시스템에 영향을 주는 고주파 변환부를 [그림 1]과 같은 수신 시스템 Ⅰ과 [그림 2]와 같은 수신 시스템 Ⅱ로 구성하였다.



[그림 1] 수신 시스템 Ⅰ의 구성도

[Fig. 1] Configuration of receiving system Ⅰ



[그림 2] 수신 시스템 Ⅱ의 구성도

[Fig. 2] Configuration of receiving system Ⅱ

저잡음 증폭기와 혼합기를 분리하여 사용한 수신 시스템 Ⅱ는 능동 더블 밸런스 혼합기를 사용한 시스템 Ⅰ에 비해서 수동 더블 밸런스 혼합기를 사용하여 이득과 상관없이 주파수를 변환시키며, 이득의 손실이 있지만 IIP3가 증가하는 장점이 있다.

수신 시스템 Ⅰ과 수신 시스템 Ⅱ의 구성에서 나타낼 수 있는 각 단의 소자들에 대한 수신 파라미터들의 성능은 각각 <표 4>와 <표 5>와 같다.

<표 4> 수신 시스템 Ⅰ의 파라미터 성능

<Table 4> Parameters performance of receiving system Ⅰ

	듀플렉서	저잡음 증폭기	RF 필터	혼합기	IF 필터	자동이득 조절기	시스템 설계치	규격의 요구치	마진
이득(dB)	-3	12	-3	15.5	-13	-45~45	53.5		
잡음지수 (dB)	3	1.4	3	5.5	13	8	6.4382	10.071	3.63277
IIP3 (dBm)	100	5.5	100	-0.5	100	100	-6.6352	-13.6	6.96479

[그림 1]과 같은 수신 시스템 Ⅰ를 구성하여 <표 4>와 같이 비교하면 전체 잡음지수는 6.4382dB이고 IIP3값은 -6.6352dBm이다. 따라서 요구된 잡음지수와 IIP3는 각각 10.071dB와 -13.6dBm이므로 3.63277dB와 6.96479dBm의 마진을 갖는다.

<표 5> 수신 시스템 II의 파라미터 성능

<Table 5> Parameters performance of receiving system I

	듀플렉서	저잡음 증폭기	RF 필터	혼합기	IF 증폭기	IF 필터	자동이득 조절기	시스템설계치	규격의 요구치	마진
이득	-3	15	-3	-12	14	-9	-45~45	47		
잡음지수	3	1.4	3	12	1.4	9	8	9.70672	10.071	0.36428
IIP3	100	15	100	13	15	100	100	3.66729	-13.6	17.26729

[그림 2]와 같은 수신 시스템 II를 구성하여 <표 5>와 같이 비교하면 전체 잡음지수는 9.70672dB이고 IIP3값은 3.66729dBm이다. 따라서 요구된 잡음지수와 IIP3에 대하여 각각 0.36428dB와 17.26729 dBm의 마진을 갖는다.

3.2 수신감도

수신기 감도는 외부의 잡음이 없을 때 이동국의 성능만으로 측정하므로 AWGN발생기나 톤 발생기를 연결하지 않고 측정하기 때문에 기지국 송신전력과 이동국 수신전력은 같다.

J-STD-018에 의한 이동국의 수신 감도란 프레임 오율(FER)이 명시된 값을 초과하지 않는 이동국 안테나 접속부에서 측정한 최소 수신 전력이다.

<표 6>은 [그림 1]과 같이 수신 시스템 I을 구성하여 <표 1>의 시험 파라미터을 이용하여 구하고 -104 dBm의 최소 입력 신호 전력과 외부 간섭이 없는 수신기의 성능을 나타낸다. 저잡음 증폭기, 혼합기와 자동 이득 조절기의 이득은 다음 단의 퀄컴 BBA 칩 셋에 입력 레벨이 최소 -57.5dBm을 요구하기 때문에 자동 이득 조절기의 출력 단에서 최소 신호를 -57.5dBm으로 증폭하기 위해 높게 설정된다. 따라서 자동 이득 조절기는 수신 전력이 -104dBm일 때 출력 단의 신호가 -57.5dBm이 되기 위해 38dB을 갖는다. 외부 간섭이 없다고 가정했기 때문에 자동 이득 조절기의 이득은 신호와 잡음 전력에만 관계된다. 이 경우 식 (4), 식 (5)와 식 (13)을 이용하면 수신 시스템 I의 잡음지수는 실온에서 약 6.4382dB정도이고 이득은 46.5dB이며 IIP3는 -6.6352dBm이다.

<표 7>은 [그림 2]와 같이 수신 시스템 II를 구성하여 <표 6>에서와 같은 수신기의 성능을 나타낸다. 저잡음 증폭기, 혼합기, 중간 주파수 증폭기와 자동 이득 조절기의 이득은 자동 이득 조절기의 출력 단에서 최소 신호를 -57.5dBm으로 증폭하기 위해 높게 설정된다. 따라서 자동이득 조절기는 수신 전력이 -104dBm일 때 출력 단의 신호가 -57.5 dBm이 되기 위해 44.5dB을 갖는다. 또한 <표 6>에서와 같이 수식을 이용하면 수신 시스템 II의 잡음지수는 실온에서 약 9.70672dB정도이고 이득은 46.5dB이며 IIP3는 3.66729 dBm이다

3.3 단일 톤 둔감도

J-STD-018에 의한 이동국의 단일 톤 둔감도는 할당 채널의 중심 주파수로부터 주어진 주파수 옵셋(Offset)만큼 떨어진 곳에 단일 톤이 존재할 때 할당된 채널 주파수에서 CDMA신호를 수신하는 수신기 능력의 측정치이다.

<표 8>은 수신 시스템 I의 단일 톤 둔감도에 대한 종속적인 회로에서의 파라미터 특성을 나타낸 것이다. 저잡음 증폭기, 혼합기 및 자동 이득 조절기로 구성되어 있으며, 간섭 톤이 존재할 때 종속적인 회로에서의 이득을 표시하였다.

<표 6> 수신 감도 시험(시스템 I)
<Table 6> Receiving sensitivity test(system I)

파라미터	시스템 설계치	듀플렉서	저잡음증폭기	RF SAW필터	혼합기	IF SAW필터	자동이득조절기
잡음지수 (dB)	6.4382	3	1.4	3	5.5	13	8
이득 (dB)	46.5	-3	12	-3	15.5	-13	38
IIP3 (dBm)	-6.6352	100	5.5	100	-0.5	100	100
종속 이득(dB)		-3	9	6	21.5	8.5	46.5
신호전력 레벨(dBm)	-104	-107	-95	-98	-82.5	-95.5	-57.5

<표 7> 수신 감도 시험(시스템 II)
<Table 7> Receiving sensitivity test(system II)

파라미터	시스템 설계치	듀플렉서	저잡음증폭기	RF SAW필터	혼합기	IF증폭기	IF SAW필터	자동이득 조절기
잡음지수(dB)	9.70672	3	1.4	3	12	1.4	9	8
이득(dB)	46.5	-3	15	-3	-12	14	-9	44.5
IIP3(dBm)	3.66729	100	15	100	13	15	100	100
종속 이득(dB)		-3	12	9	-3	11	2	46.5
신호전력레벨(dBm)	-104	-107	-92	-95	-107	-93	-102	-57.5

<표 8> 단일 톤 둔감도 시험(시스템 I)
<Table 8> Single tone desensitization test(system I)

파라미터	시스템설계치	듀플렉서	저잡음증폭기	RF SAW필터	혼합기	IF SAW필터	자동이득조절기
잡음지수(dB)	6.4382	3	1.4	3	5.5	13	8
이득(dB)	43.5	-3	12	-3	15.5	-13	35
IIP3(dBm)	-6.6352	100	5.5	100	-0.5	100	100
종속 이득(dB)		-3	9	6	21.5	8.5	43.5
신호전력레벨(dBm)	-101	-104	-92	-95	-79.5	-92.5	-57.5
1.25MHz옵셋 톤 신호전력레벨(dBm)	-30	-33	-21	-24	-8.5	-66.5	-31.5

자동 이득 조절기의 출력 이득은 -57.5dBm으로 간섭 톤의 레벨이 -30dBm일 때 저잡음 증폭기, 혼합기 등의 이득이 변함에 따른 차이이다.

단일 톤 둔감도에서 간섭 톤은 IF SAW 필터에 의해서 45dB 감소된다. 결과적으로 간섭 톤이 자동 이득 조절기의 입력 단까지 들어오며 희망 신호보다 26dB 더 강하다.

물론 자동 이득 조절기의 이득은 자동 이득 조절기의 출력 단에 간섭 전력이 포함된 전체 출력 전력이 -57.5dBm으로 일정하게 유지하기 위하여 조정한다.

자동 이득 조절기의 출력 레벨에서 1.25MHz 이격된 간섭 톤 신호의 전력 레벨은 -31.5dBm으로 신호 전력 레벨보다 26dB 높다. 전체 수신 시스템의 잡음 지수는 6.4382dB이고 IIP3는 -6.6352dBm이다.

<표 9> 단일 톤 둔감도 시험(시스템 II)
<Table 9> Single tone desensitization test(system II)

파라미터	시스템설계치	듀플렉서	저잡음증폭기	RF SAW필터	혼합기	IF 증폭기	IF SAW필터	자동이득조절기
잡음지수(dB)	9.70672	3	1.4	3	12	1.4	9	8
이득(dB)	43.5	-3	15	-3	-12	14	-9	41.5
IIP3(dBm)	3.66729	100	15	100	13	15	100	100
종속 이득(dB)		-3	12	9	-3	11	2	43.5
신호전력레벨(dBm)	-101	-104	-89	-92	-104	-90	-99	-57.5
1.25MHz옵셋 톤 신호전력레벨(dBm)	-30	-33	-18	-21	-33	-19	-73	-31.5

<표 10> 상호 변조에 의한 스퓨리어스 응답 감쇄 시험(시스템 I)
<Table 10> Intermodulation spurious response attenuation test(system I)

파라미터	시스템설계치	듀플렉서	저잡음증폭기	RF SAW필터	혼합기	IF SAW필터	자동이득조절기
잡음지수(dB)	6.4382	3	1.4	3	5.5	13	8
이득(dB)	43.5	-3	12	-3	15.5	-13	35
IIP3(dBm)	-6.6352	100	5.5	100	-0.5	100	100
종속 이득(dB)		-3	9	6	21.5	8.5	43.5
신호전력레벨(dBm)	-101	-104	-92	-95	-79.5	-92.5	-57.5
1.25MHz옵셋 톤 신호전력레벨(dBm)	-43	-46	-34	-37	-21.5	-79.5	-44.5
2.05MHz옵셋 톤 신호전력레벨(dBm)	-43	-46	-34	-37	-21.5	-79.5	-44.5

<표 11> 상호 변조에 의한 스퓨리어스 응답 감쇄 시험(시스템 II)
<Table 11> Intermodulation spurious response attenuation test(system II)

파라미터	시스템설계치	듀플렉서	저잡음증폭기	RF SAW필터	혼합기	IF 증폭기	IF SAW필터	자동이득조절기
잡음지수(dB)	9.70672	3	1.4	3	12	1.4	9	8
이득(dB)	43.5	-3	15	-3	-12	14	-9	41.5
IIP3(dBm)	3.66729	100	15	100	13	15	100	100
종속 이득(dB)		-3	12	9	-3	11	2	43.5
신호전력레벨(dBm)	-101	-104	-89	-92	-104	-90	-99	-57.5
1.25MHz옵셋 톤 신호전력레벨(dBm)	-43	-46	-31	-34	-46	-32	-86	-44.5
2.05MHz옵셋 톤 신호전력레벨(dBm)	-43	-46	-31	-34	-46	-32	-86	-44.5

<표 9>는 수신 시스템 Ⅱ의 단일 톤 둔감도에 대한 종속적인 회로에서의 파라미터 특성을 나타낸 것이다.

혼합기는 수동 소자를 사용하여 13dBm의 높은 IIP3를 가지며 전환 손실이 있기 때문에 중간 주파수 증폭기를 사용하여 이득을 올렸으며, 이를 종속 연결된 상태에서 간섭 톤의 레벨을 -30 dBm으로 주어 종속적인 회로의 이득과 함께 가감을 시킨 경우를 나타내었다.

자동 이득 조절기의 출력 레벨에서 1.25MHz 이격된 간섭 톤 신호의 전력 레벨은 31.5dBm으로 수신 시스템 Ⅰ과 같지만, IIP3와 잡음지수는 각각 3.66729dBm과 9.70672dB로 수신 시스템Ⅰ보다 좋음을 알 수 있다.

3.4 상호변조 스퓨리어스에 의한 응답감쇄

상호변조 스퓨리어스에 의한 응답감쇄는 두 개의 간섭 CW(continuous wave)톤이 존재할 때 할당된 채널 주파수상에서 CDMA신호를 수신하는 수신기 능력의 측정치이다. 이 톤들은 두 개의 간섭 CW톤의 3차 혼합이 수신기의 비선형 소자에서 발생하여, 원하는 CDMA신호의 대역내에 간섭 신호를 일으킬 수 있도록 할당된 채널 주파수로부터 분리된다. 또한 수신기의 성능은 프레임 오율에 의해 측정된다.

<표 10>은 수신 시스템Ⅰ의 상호 변조에 의한 스퓨리어스 응답 감쇄에 대하여 종속적인 회로에서의 파라미터 특성을 나타낸 것이다. 자동 이득 조절기의 출력 이득을 -57.5dBm으로 고정시켰을 경우, 두 개의 간섭 톤이 -43dBm으로 들어 왔을 때 종속적인 회로의 이득 및 손실에 의해 레벨의 변동을 표시하였다.

자동 이득 조절기의 출력 레벨에서 1.25MHz 및 2.05MHz 이격된 간섭 톤 신호의 전력 레벨은 -44.5dBm으로 신호 전력 레벨보다 13dB 높다. 전체 수신 시스템의 잡음지수는 6.4382dB이고 IIP3는 -6.6352dBm이다.

<표 11>은 수신 시스템 Ⅱ의 상호 변조에 의한 스퓨리어스 응답 감쇄에 대하여 종속적인 회로에서의 파라미터 특성을 나타낸 것이다.

자동 이득 조절기의 출력 이득을 -57.5dBm으로 고정시켰을 경우, 두 개의 간섭 톤이 -43dBm으로 들어 왔을 때 종속적인 회로의 이득 및 손실에 의해 레벨의 변동을 표시하였다. 혼합기는 수동 소자를 사용하였기 때문에 IIP3가 높다. 여기서도 자동 이득 조절기의 출력은 수신 시스템 Ⅰ과 동일하며 IIP3와 잡음지수는 각각 3.66729 dBm과 9.70672dB로 수신 시스템Ⅰ보다 좋음을 알 수 있다.

4. 결론

본 논문에서는 수신 시스템의 고주파 변환부에서 각 소자들의 파라미터들이 변할 때 통화중의 음질 향상과 간섭에 의한 호 절단율등을 없애고 수신 시스템의 수신 성능 개선을 위해 각각 수신 시스템 Ⅰ과 수신 시스템 Ⅱ을 구성하였다.

따라서 개인휴대통신의 최소 규격인 J-STD-018의 항목중에서 수신감도, 단일 톤 둔감도, 상호 변조에 의한 스퓨리어스 응답 감쇄 등을 이용하여 수신 파라미터인 이득, NF, IIP3등을 구하고 이러한 파라미터들이 변할 때 수신 시스템에 미치는 영향을 분석하였다.

수신 파라미터의 시험 결과, 수신 시스템Ⅰ의 전체 잡음지수는 6.4382dB이고 이득은 53.5dB, IIP3는 -6.6352dBm이었다. 또한 수신 시스템Ⅱ에서 전체 잡음지수는 9.70672dB이고 이득은 47dB, IIP3는 3.66729dBm이었다.

저잡음 증폭기와 이득이 높은 능동 더블 밸런스 혼합기를 같이 구성하여 MMIC화 한 칩을 사용한 수신 시스템 Ⅰ의 구성도와 이득은 낮지만 IIP3를 높일 수 있는 수동 더블 밸런스 혼합기와 중간 주파 증폭기를 분리하여 사용한 수신 시스템 Ⅱ를 비교하면, 수신 시스템 Ⅰ에 비해서 수신 시스템 Ⅱ가 잡음지수는 약 3.3dB정도 떨어졌지만 단일 톤 둔감도와 상호 변조왜곡을 개선할 수 있는 IIP3는 10.3dB정도로 상당히 개선됨을 알 수 있었다. 따라서 수신 시스템 Ⅰ과 수신 시스템 Ⅱ의 구성도에서 수신 시스템 Ⅰ이 감도는 최소규격에 근접하였으며 J-STD-018의 최소규격에 합당하였고 전체적인 수신 파라미터들의 수신 성능에서 보았을 때 수신 시스템 Ⅱ가 상당히 향상되었음을 알 수 있었다.

※ 참고문헌

[1] Kim Nam Su, "A Study on the RF Reciving System Design DS/CDMA", Telecommunications Review Vol.20, No.7, pp.1076-1084, Sep., 1993.

[2] TIA/EIA, IS98-A: La Jolla, Recommended Minimum Performance Standards for DualMode Wideband Spread Spectrum Cellular Mobile Stations, Jan., 1996.

[3] TIA/EIA, J-STD-018 : Recommended Minimum Performance Requirements for 1.8 to 2.0GHz Code Division Multiple Access Personal Stations, Nov., 1995.

[4] A. Viterbi, Principles of Spread Spectrum Multiple Access Communication. Qualcomm, ch.5, pp.142-148, April, 1994.

[5] K. Feher, Digital Communications, Prentice-Hall, 1983.

[6] Dixon, R. C., Spread Spectrum Techniques, IEEE Press, New York, 1990.

[7] Heath.P.Newson, "On the Capacity Spread pectrum CDMA Mobile Radio", IEEE VTC'92., Denver.co., pp.985-988, May, 1992.

[8] John G. Proakis, Digital Communications, McGRAW-HILL, 1995.

[9] S. Erst, Receiving System Design, Artech House, Ch.4, 1984.

[10] Chris Bowick, "RF Circuit Design", Howard Sams & Co., Inc ISBN:0-672-218-2.

주 재 한

1989년 조선대학교 전자공학과 (공학사)
1991년 조선대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
1999년 조선대학교 대학원 전자공학과(공학박사)
2000년~현재 송호대학 정보산업계열 전임강사
관심분야 : 디지털이동통신 및 데이터통신, 디지털신호처리, 전자상거래 등