工學碩士 學位論文

대역확산 방식 Cordless Telephone RF 모듈 설계에 관한 연구

A Study on Design of RF Module for Spread Spectrum Cordless Telephone

指導敎授 趙 炯 來

2001年 2月

韓國海洋大學校 大學院

電波工學科 趙 文 晟

本 論文을 趙文晟의 工學碩士 學位論文으로 認准함.

委員長 : 工學博士 金 基 萬 印

委 員 : 工學博士 鄭 智 元 印

委 員 : 工學博士 趙 炯 來 印

2001年 2月

韓國海洋大學校 大學院

電波工學科

趙 文 晟

차 례

Abstract

Digital communication technology has the various advantages in view of high quality data service, a compacted mobile and base station, and frequency efficiency. The practical advantage of spread spectrum communication is the fact that they can implement various diversity combing using a simple structure.

The ISM band is 902 to 928 MHz. The availability of frequency spectrum in ISM band has spurred the development of a new generation. Wireless products have been appilicated to point of scale terminals, to point-to-point radios in addition to digital cordless telephones.

In this thesis, the spread spectrum digital cordless telephone is implemented. The receiver frequency is 902.3 905.0M HZ and transmitter frequency is 925.05 927.75 MHz. In 900 MHz ISM-band, the spread spectrum cordless telephone with QPSK modulation scheme is designed by HP's ADS simulation tool.

The transmitter filter used chebyshev filter with three step and it was constructed of 0.1 dB ripple characteristic. The receiver filter used chebyshev filter with five step and unloaded Q of resonator sets to 1500 in this simulation. From the results of simulation, the processing gain of direct sequence method is shown sufficiently.

The spread spectrum CT is implemented. Characteristics of implemented cordless telephone board is satisfied with designed parameter.

Nomenclature

A	: amplitude of signal
E_b	: bit energy
f_c	: carrier frequency
N_0	: noise energy
P_e	: error rate
$P(\theta)$	: phase noise
α	: phase deviation
$\theta(t)$	: phase
ω	: angle frequency

제 1 장 서 론

현재 우리나라에서 900 MHz대의 디지털 CT (Cordless Telephone)는 주로 가정용과 시티폰에 사용해왔다. 세계적으로 시티폰 사업은 하향길로 접어 들었으나, 가정용의 900 MHz ISM-대역의 디지털 CT는 원래 공중망의 목적과 더불어 여러 가지 다양한 기능으로 인해 통신 시장에서 새로운 타켓으로 대두되고 있다. 특히 WLL(Wireless Local Loop)에서 디지털 CT는 중요한 요소로 부각되고 있다. 디지털 CT의 세계적인 추세는 과거에는 협대역의 아날로그 방식에서 현재는 FDD/ TDD를 이용한 디지털 방식을 채택하고 있으나, 통화품질 및 보안 등의 문제로 점차 대역확산 방식을 사용하는 방향으로 가고 있다. 또한 대역확산 방식에는 주파수도약 방식과 직접확산 방식이 있는데, 향후에는 직접확산 방식이 데이터 서비스 측면이나 우리 나라가 가지고 있는 대역확산의 기술력을 감안한다면, 여러 가지 면에서 유리 할 것이다. 또한 세계적인 추세 역시 주파수 도약 방식보다는 직접확산 방식으로 나아가고 있다. 현재 이와 같은 추세를 감안하여 응용범위가 넓은 900 MHz ISM-대역의 기술을 선점하기 위해 모토롤라, 소니 등과 같은 세계적인 기업들이 경쟁적으로 대역확산 방식을 이용한 디지털 CT 단말기 및 시스템의 솔루션을 내놓고 있다[1].

반면에, 우리 나라의 경우에는 대역확산 방식을 이용한 PCS 상용 서비스를 하고 있으며, 대역확산 단말기는 수출 효자 상품으로 자리잡고 있다. 그러나 우리 나라는 아이러니하게도 900 MHz ISM-대역의 상품성을 충분히 인식하지 못하고 있어 대역확산 방식의 디지털 CT 단말기 개발이 이루어지지 않고 있다. 그러므로 대역확산 방식의 디지털 CT 단말기를 개발할 경우 수입 대체효과와 900 MHz ISM-대역 대역확산 방식 단말기의 설계、제작 기술력을 얻을 수 있는 것 외에도 수출 효자 상품으로 커다란 역할을 할 것으로 기대된다.

대역확산 디지털 CT용 단말기는 전체적으로 음성 처리부(디지탈 신호처리부), Baseband/ IF 처리부 및 RF(Radio Frequency) 처리부

로 구성된다. 특히 기존의 900 MHz용 디지털 CT 단말기의 구성과 매우 유사하나 무선접속방식으로 세계적 추세에 따라 대역확산 방식을 채택하며, 듀플렉스 방식은 2 ms의 프레임 속도를 갖는 FDD/ TDD 방식을 사용한다[2].

대역확산 디지털 CT용 단말기용 핵심 부품은 RF용 전력증폭기, 저잡음 증폭기, 주파수 혼합기, 전압제어 발진기등과 같은 능동소자와 송수신을 분리하는 유전체 RF 필터 및 IF 필터, 안테나 듀플렉서 등의 수동소자로 구성되어 있다. 그리고 일부 집적층 LC 필터 등도 많이 사용된다. 또한 최근의 무선통신용 단말기는 작고 가벼우며 저전력화하는 경향에 따라, 이들의 소요부품도 소형, 경량 및 저전력화 특성이 절실히 요구되고 있다. 이와 더불어 디지털화를 통한 통신 시스템의 고기능화로 요구되는 부품의 수가 증가하는 대신 거의 모든 부품을 SMD(Surface Mounting Device)화가 추진되어 실장밀도를 높이고 있는 실정이다[3].

이에 본 논문에서는 대역확산 디지털 CT용 단말기의 RF 모듈 설계를 하고자 한다. 본 논문에서는 송신부와 수신부를 ADS로 설계하였고 송수신부 여파기와 Drive_AMP, Power_AMP, Duplex, LO(Local Oscillator)를 규정하였다. 이 규정된 값에 따라 ADS 시뮬레이션을 수행하였다.

본 논문의 구성은 제 1 장은 서론에 이어 제 2 장에서는 대역확산 통신방식 및 QPSK 변조방식에 대해 간략하게 기술하였으며, ISM 밴드에 대해서 기술하였다. 제 3 장에서는 RF 모듈을 ADS를 이용해서 시뮬레이션을 해보았고, 제 4 장의 결론으로 마무리 하였다.

제 2 장 대역확산 통신 및 ISM 대역

제 2-1 절 대역확산

대역확산 기술은 최초에 군사 통신용으로 적용되기 시작하여 제2차 세계 대전 종전까지 방해전파에 대응하기 위한 기술로써 레이더 등에 이용되었고, 그 이후 고도의 방해전파 대항 통신 시스템을 위하여 연구되었는데 다음과 같은 사항을 만족할 때 대역확산 시스템이라 한다.

1. 신호가 정보를 전송하는데 필요한 최소 대역폭보다 훨씬 더 큰 대역폭을 가진다.
2. 확산이 데이터에 독립적인 확산 신호에 의해 이루어진다.
3. 데이터의 복원은 정보를 확산시킨 신호와 동기 되어 수신 신호의 상관관계를 이용하여 이루어진다[4].

일반적인 표준 FM 이나 PCM 방식도 정보 신호의 대역을 확산시키지만 위의 사항을 만족하지 않으므로 대역확산 시스템이라 하지 않는다. 이러한 대역확산 방식에서 DS/ FS/ TF/ Chirp 방식/ Hybrid 방식이 있는데, 이들중 DS가 가장 일반화 되었다.

DS-CDMA 기법은 PN 코드(무작위 의사 잡음)로 반송주파수를 변조하는 것으로 이동 통신 분야에서 가장 널리 사용되고 있다.

DS 기법의 기본 시스템 블록다이아그램은 그림 2-1과 같다.

변조기는 트랜스포머와 다이오드로 구성되는 평행변조기이며 반송파 및 PN코드가 입력되어 biphase 변조기로 동작한다.

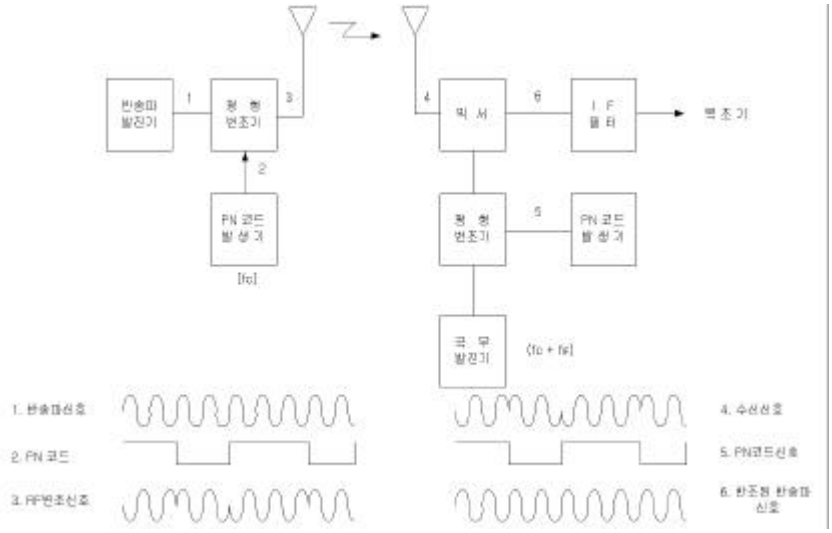

그림 2-1. DS **방식의 계통도**

Fig. 2-1. A distribution diagram of DS method.

변조기에서 PN **코드에 의해 변조된** RF **주파수 스펙트럼은 대역 확산되며**, main lobe **대역폭은 변조신호로 사용된** PN **코드블록주파수의 두 배가 된다**. **즉** 5 Mbps**의 블록이라면** main lobe**의 밴드폭은** 10 MHz**가 되며 각** side lobe**의 밴드폭은** 5 MHz**가 된다**[4].

대역 확산된 RF**신호는 캐리어가 억압되어 잡음신호 레벨 이하로 되기 때문에 보통의 수신기로는 포착하기 어렵다**.

시스템의 원리를 설명하면 다음과 같다. **정보신호는 변조되고 반송파가 평형 변조기에서** PN**코드에 의해 변조되어 대역 확산된다**.

대역 확산된 신호는 수신기에서 송신 때와 같은 코드로 혼합하여 원래의 정보 신호를 얻는데 이 과정을 correlation**이라 한다**.

correlation**은 수신기에서 발생된** PN **코드신호는 그 자체신호에 대한 최대** correlation**은 수신기에서 발생된** PN **코드신호와 대역 확산된 신호와 곱해지는 것으로** PN **코드신호는 그 자체신호에 대해서는 최대** correlation **값을 갖고 그 외의 다른 종류의 신호에 대해서는 최소** correlation**을 갖기 때문에 재밍 신호나 간섭 신호는 수신기의** correlation**과정에서** PN **코드시퀀스의 대역폭으로 확산되고 원래**

의 정보신호만 검출된다.

DS-CDMA의 장점으로는 변조기의 설계가 쉽고, 잡음과 재밍에 강한 성능을 가지고 있으며, 다경로 신호를 분리해내는 능력이 있고, 정확한 도착시간의 측정이 가능하다는데 있다. 단점으로는 확산비가 클럭속도의 구현가능 여부와 코히어런스 대역폭에 의해 제한된다는 점이며, 상대적으로 긴 동기 획득 시간이 필요하고, 근원 문제(Near-far problem)에 약하다는 것이다[5].

제 2-2 절 QPSK 변복조 방식

QPSK(Quadrature Phase Shift Keying)신호방식에서는 두 개의 반송파에 두 개의 서로 다른 데이터열을 실어 보내게 된다. 입력이진 데이터 열 $\{m_k\}$, $m_k = \pm 1; k = 0, 1, 2, \cdots$이 속도 1/T bps로 변조기에 입력되어 $a_I(t)$ 및 $a_Q(t)$의 두 개의 데이터열로 번갈아서 분리된다. QPSK 변조된 신호는 다음과 같이 표현된다.

$$s(t) = \frac{1}{\sqrt{2}} a_I(t) \cos(\omega_c t + \alpha) + \frac{1}{\sqrt{2}} a_Q(t) \sin(\omega_c t + \alpha)$$
$$= A \cos(\omega_c t + \theta(t) + \alpha) \qquad (2\text{-}1)$$

여기서

$$A = \sqrt{\left(\frac{1}{2}\right)(a_I^2 + A_Q^2)}$$

$$\theta(t) = -\tan^{-1}\left(\frac{a_Q(t)}{a_I(t)}\right)$$

입력 데이터열에 따라 위상은

$$\theta(t) = \begin{cases} -\pi/4 & (a_I, a_Q) = (1, 1) \\ \pi/4 & (a_I, a_Q) = (1, -1) \\ 3\pi/4 & (a_I, a_Q) = (-1, 1) \\ 3\pi/4 & (a_I, a_Q) = (-1, -1) \end{cases}$$

이 되며, $\alpha = \frac{\pi}{4}$인 경우의 신호좌표를 그리면 그림 2-2와 같다.

I/Q평면에서 QPSK는 $\pi/2$만큼 동일간격으로 떨어진 네 개의 점을 나타낸다. 두 반송파의 네 개의 가능한 위상은 2비트 데이터를 표현하게 된다. 즉 심벌당 2비트가 된다. 이와 같이 QPSK의 심벌률

은 비트율의 절반이므로 BPSK와 동일한 대역폭에서 두 배의 정보를 보낼 수 있다[6].

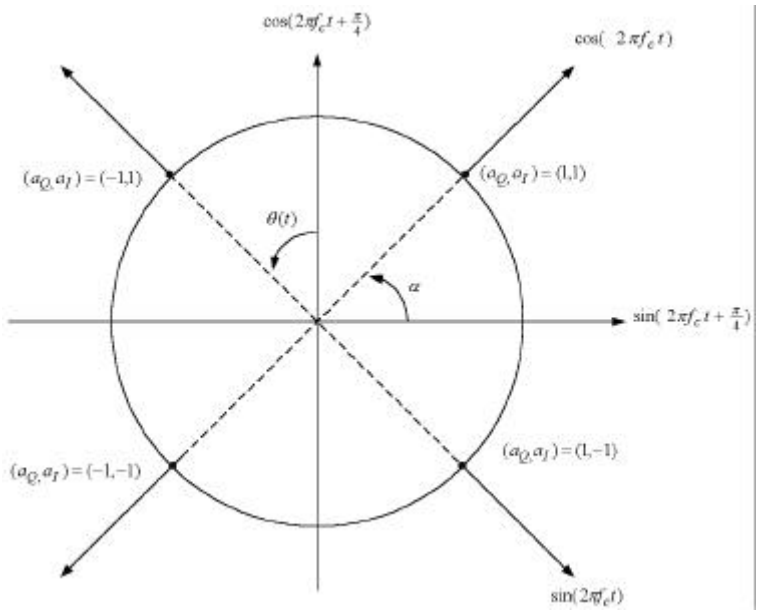

그림 2-2. QPSK(4-PSK)의 신호좌표

Fig. 2-2. Signal constellation of QPSK(4-PSK).

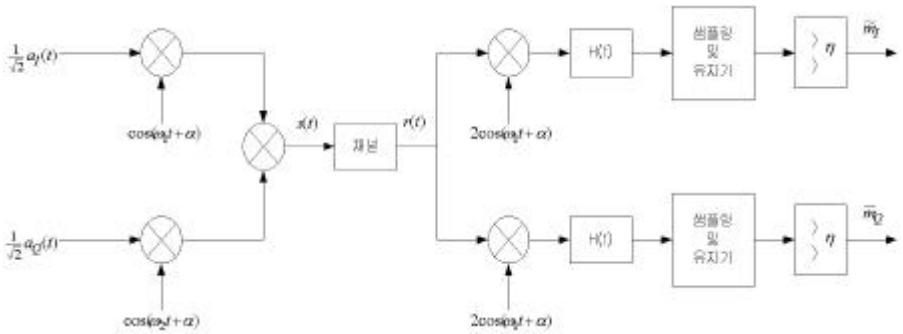

그림 2-3. QPSK 송수신기의 구조

Fig. 2-3. Structure of QPSK transceiver.

QPSK 송수신기 구조를 그림 2-3에 나타내었다. QPSK 신호는 두 개의 BPSK신호(하나는 cosine반송파, 다른 하나는 sine반송파를 이

용한 신호)와 동등하다. 위와 아래의 채널은 BPSK수신기가 된다. 따라서 비트오율은 BPSK시스템과 동일하다.

$$P_e = Q\left(\sqrt{\frac{2E_b}{N_0}}\right) = \frac{1}{2}\,erfc\left(\sqrt{\frac{E_b}{N_0}}\right) \qquad (2\text{-}2)$$

QPSK에서 반송파의 위상은 2T마다 변할 수 있다. 2T 후에 데이터가 불변하면 반송파의 위상은 변하지 않으며, 만일 $a_I(t)$나 $a_Q(t)$중 한 개만이 부호가 변화하게 되면 위상의 천이는 $\pi/2$만큼 생기게 된다. 만일 I와 Q성분 모두 부호가 변화하면 반송파 위상의 천이는 π가 일어난다. 그림 2-4에 QPSK신호의 위상천이도를 보인다.

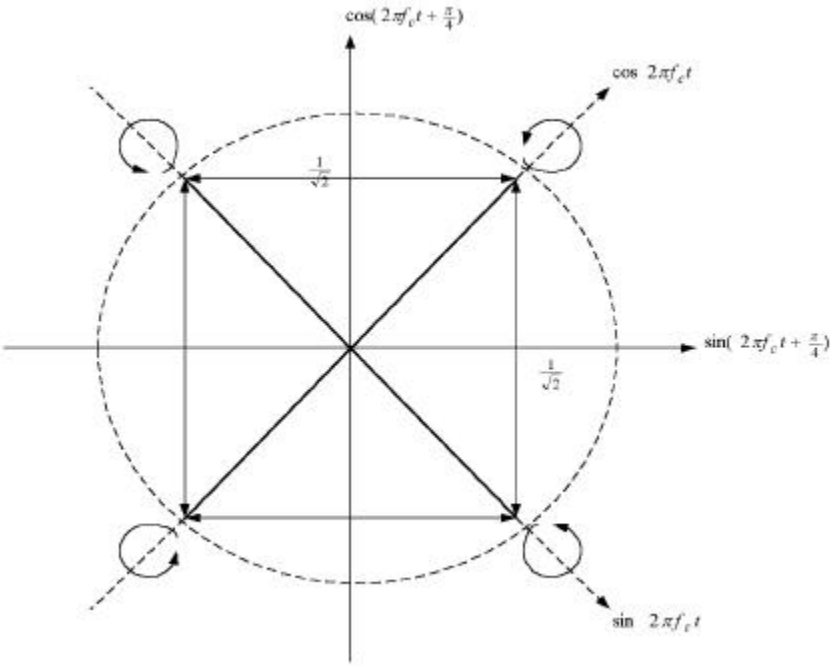

그림 2-4. QPSK 신호의 위상천이

Fig. 2-4. Phase shift of QPSK signals.

180° 의 위상천이가 일어나는 경우 신호가 송신기 및 수신기으 필터를 통과하게 되면 검출된 신호의 진폭에 변화가 일어나게 되며, 추가의 오차를 발생시키게 된다[6].

이론적으로 QPSK시스템은 이동통신의 스펙트럼효율을 향상시킬 수 있으나 이 방식들은 코히런트 검출기를 필요로 하며, 다중경로 페이딩에서는 성능이 떨어질 수도 있다. 코히런트 검출문제는 차등 검출기(Differfntial Detector)로써 극복할 수도 있다.

제 2-3 절 ISM 대역

ISM(Industrial Scientific and Medical) 주파수 대역은 원래 비면허로 약한 전계강도를 이용하여 산업, 과학 및 의료용으로 할당된 대역이다. 그런데, 이렇게 특정 목적으로 분배된 대역이 최근 전파통신 기술의 급속한 발전과 경제적 수준의 향상에 따라 다양한 무선국에 대한 수요가 증가하고 있는 가운데 저전력의 전파를 발사하는 미약 무선국은 전파사용에 따른 허가가 필요 없어 짧은 구역내의 음성 및 데이터 전송용, 장비의 원격제어용 등 산업활동 뿐만 아니라 일상생활에 이르기까지 이용범위가 확산되어가고 있는 추세이다[7].

그 중에 무선 LAN의 변조주파수로 ISM 대역을 사용하는 것이 가장 특기할 만하다. 가정에서 사용하고 있는 전자레인지도 ISM 대역을 사용하고 있는데 조리에 사용되어지는 전자레인지는 2.45 GHz를 사용하는 유전가열전화기로, 가정용으로 500 W 정도, 업무용으로 1-2 kW의 전력의 것이 많다. ISM 대역의 상업용 통신분야에의 이용으로는 CT-2와 900 MHz Cordless Phone을 들 수 있고, 아마추어 무선도 그 예 중의 하나이다. 그 외의 ISM 이용은 치매 노인 보호 시스템, 살균해동, 전파에 의한 치료, 시각 장애자 가이드, 도난차 추적, 긴급 통보 시스템, 재해시의 이동체 통신, 도로교통정보통신 시스템, 무선 스피커, 무선 비디오 송신기 및 수신기 등 다양한 활용 예가 있다[7].

현재 우리 나라에서는 ISM 대역에 대해 주파수별 용도와 출력을 규정해 놓고 있으나, 최근 논의되고 있는 개방형 주파수에 ISM대역을 검토하고 있으며, 기존 사용되고 있는 기기들과의 영향을 우려하여 ISM 대역을 사용하는 합법적인 기기 등록 현황은 전파연구소가 보고를 하고, 불법기기 이용현황은 중앙전파관리소가 조사하여 보고를 하도록 하고 세부사항에 대한 회의를 진행하고 있다. 따라서 허가, 신고 없이 사용할 수 있는 일반 개방용 주파수로는 생활무선국, 코드 없는 전화기, 미약 전파 및 출력이 10 mW이하로서 우리나라 전파법이 용도, 주파수 등을 지정한 특정 소출력 무선국이 있다.

앞으로 창의적 아이디어를 활용한 새로운 기술이 활성화될 수 있도록 일반개방용 주파수를 계속 확대할 계획이고, 외국의 ISM 대역과 같이 용도에 관계없이 기술적 조건만 만족하면 누구나 자유로이 사용할 수 있는 주파수 대역 할당방안을 검토중이다.

제 3 장 RF 모듈 설계 및 구현

먼저 데이터는 ADPCM에서 나오는 32 Kbps로 가정 하고 I, Q 채널로 분리해서 신호를 확산 시켰고 chip rate는 1.2288 Mcps로 두었다. 실제 시스템 구현에 있어서는 데이터 sheet에서 제공하는 값으로 chip rate는 가변 가능하다.

표 3-1. RF 모듈 설정

Table 3-1. Establish of RF modul.

Parts	Parameters	규 격
System	무선접속방식	DS-CDMA
	Duplex Frequency	10.7 MHZ
	Channels	10 Channels
	Carrier Multiplex	FDD
	Chip Rates	1.2288 Mcps
	Data Rates	32 kbps
	Modulation	QPSK
	Transmitter Power	10 mW
Receiver	Input Frequency	902.3 905.0 MHZ
	RF Input Level	-106 dBm
transmitter	Output Frequency	925.05 927.75 MHz

표 3-1은 RF 모듈의 규격을 설정하였다.

이 표에서 Duplex Frequency는 10.7 MHz로 규정하였고 chip rate는 1.2288 Mcps로 규정하였으며 변조방식은 QPSK 변조 방식을 사용하여 시뮬레이션 하였다.

제 3-1 절 송신부 설계

무선접속 규격안의 제원을 참조하여 송신부 구조를 그림 3-1과 같이 설정하였다. 그림 3-1에서 보듯이 RF송신대역은 902.3 905.0 MHz이고 LO주파수를 수신부에서 동일하게 사용하여 IF주파수가 70 MHz가 되게 하였다. 70 MHz QPSK변조단 출력이 -23.25 dBm으로 출력되고 RF 출력단에서는 900 MHz ISM밴드에서 허가하는 10 mW이하의 출력을 만족하도록 Drive_AMP와 Power_AMP의 Gain을 조정하였다.

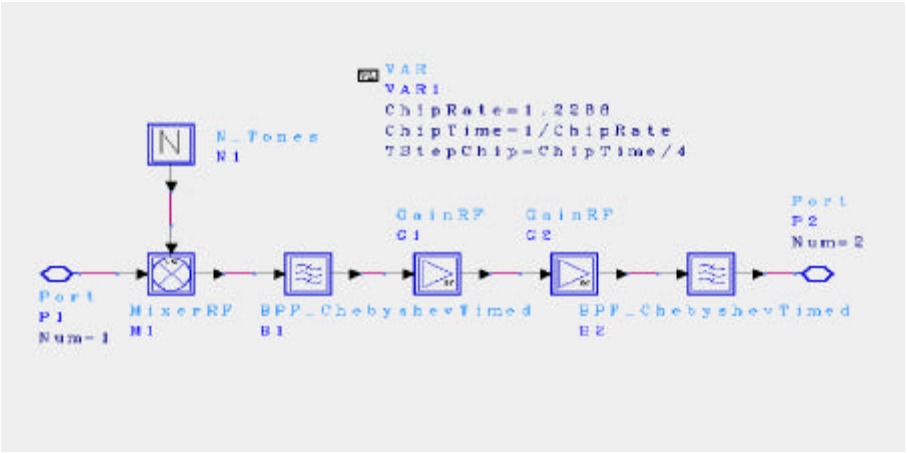

그림 3-1. 송신기 구성

Fig. 3-1. Structure of transmitter.

3-1-1. 송신기 여파기

송신기 여파기는 스퓨리어스를 제한할 목적으로 사용된다. 단 이때 PWR_AMP로부터의 고주파 성분들이 이 여파기의 저지대역에서의 임피던스 부정합 효과로 인하여 되돌아 올 수 있다. 이 고주파 성분들은 다시 혼합되어 고주파 성분의 레벨을 높일 수 있음에 유의해야 한다. 시뮬레이션에서 송신 여파기의 사양을 살펴보면 차단 특성이 좋은 체비세프 대역통과 여파기를 사용했고, 필터 차수는 3이고, 0.1 dB의 리플 특성을 갖도록 하였다[8].

3-1-2. Drive_AMP

DRV_AMP 구동 증폭기는 Up-converter를 거친 RF신호를 PWR_AMP로 보내기 위하여 전력을 증폭시키는 소자이다. 여기서 필요한 특성은 최대한으로 고주파를 억제하면서 PWR_AMP가 적절한 전력을 낼 수 있게 하는 것이다.

3-1-3. Power_AMP

PWR_AMP 증폭기는 고정 또는 가변 출력으로 설계할 수 있다. 가변 출력 증폭기로 설계할 경우, 실제로 넓은 동적 영역(dynamic range)을 갖게 제작하기란 어렵다. 또한 PWR_AMP의 선형성(linearity)은 송신기의 중요한 파라미터로써 비선형성으로 인한 상호변조왜곡 및 스퓨리어스는 송신기의 성능을 저하시킨다[8].

따라서 본 시뮬레이션에서는 IF변조단 출력이 DRV_AMP와 PWR_AMP를 거치면서 약 12 dB 정도의 증폭을 갖도록 하였다.

3-1-4. Duplex_Tx

송신부 RF 여파기로서 3단 체비셰프 대역통과, 0.1 dB 리플 특성을 갖는다. 공진기의 unloaded Q는 1000으로 설정하였다. Q값을 1000으로 설정한 이유는 통과특성이 -3 dB를 유지시키기 위해서이다. 그림 3-2에 주파수 선택도의 특성을 보였다.

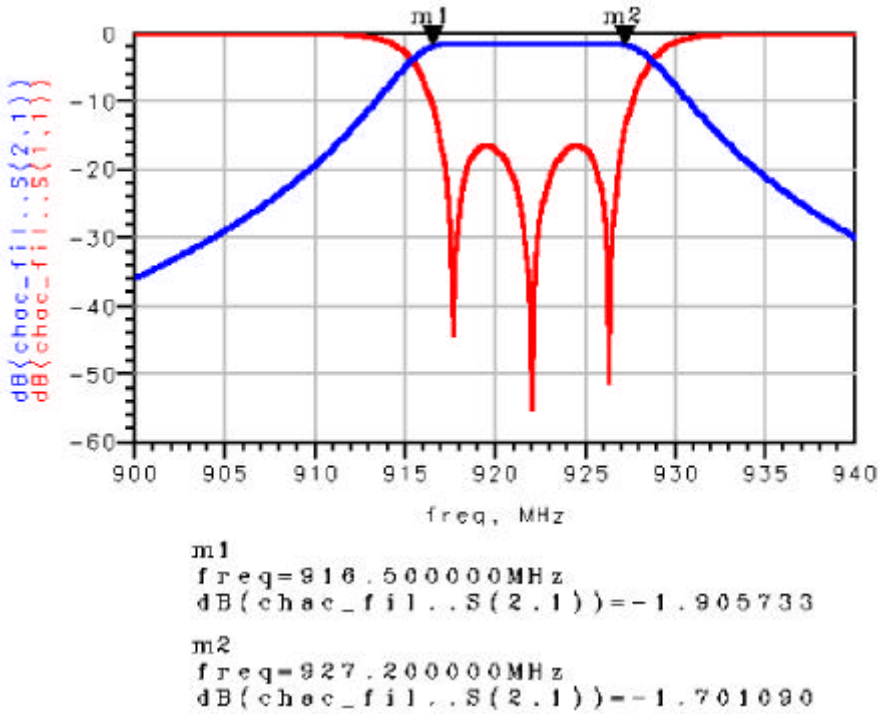

그림 3-2. 송신부 RF_FIL의 주파수 특성

Fig. 3-2. Frequency characteristic of Transmitter RF_FIL.

그림 3-2에서 보듯이 통과 특성이 -1.9 dB로 -3 dB이상을 만족하며 감쇄 특성도 -17 dB로 나타났다.

3-1-5. 송신부 Mixer

송신부 주파수혼합기의 특성은 수동 주파수혼합기와 동일하다고 가정한다. 수신부에서는 down converter로 동작하는데 반해 송신부에서는 up converter로 동작한다. 송신부의 스퓨리어스 해석결과를 그림 3-3과 3-4에 나타내고 있다. 그림에서 보듯이 mixer의 입력단에서는 중심주파수 70 MHz에서 -10 dBm이 나타나고 있는데 반해 출력단에서는 -40 dBm을 나타내고 있다.

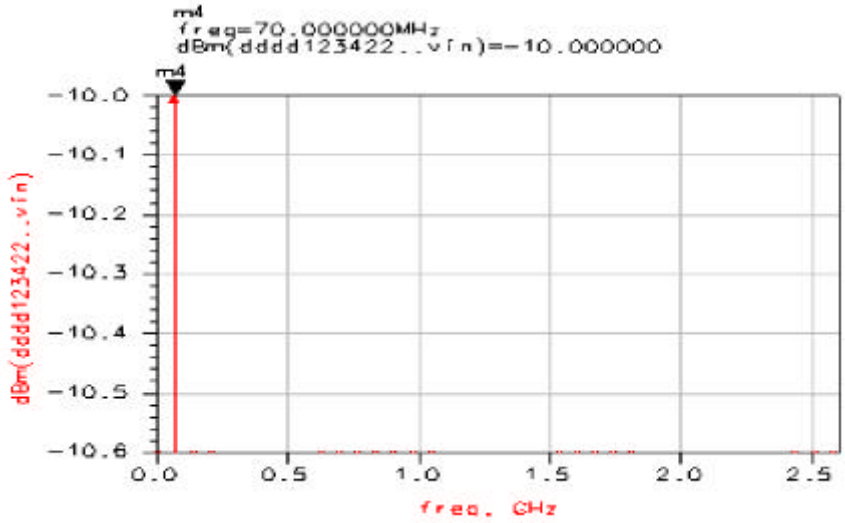

그림 3-3. 송신기 Mixer의 입력단

Fig. 3-3. Transmitter mixer input.

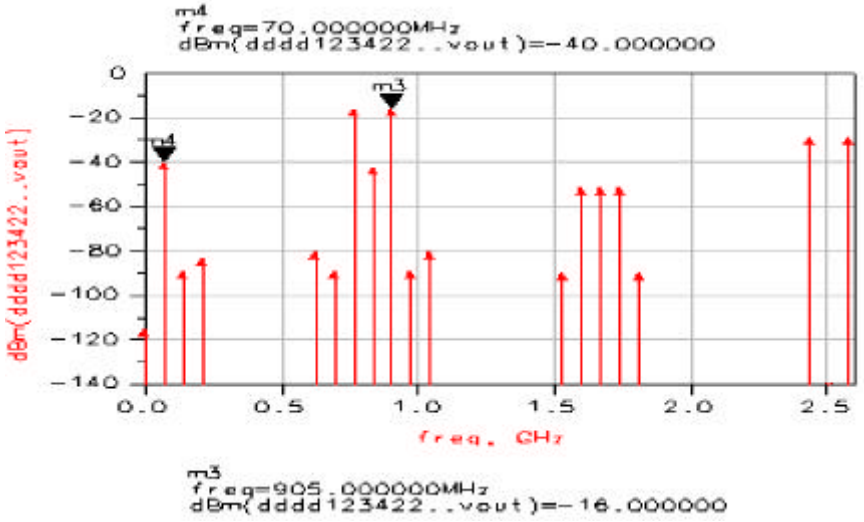

그림 3-4. 송신기 Mixer의 출력단

Fig. 3-4. Transmitter mixer output.

전송시 채널을 AWGN으로 가정하여 시스템의 시뮬레이션을 수행하였다.

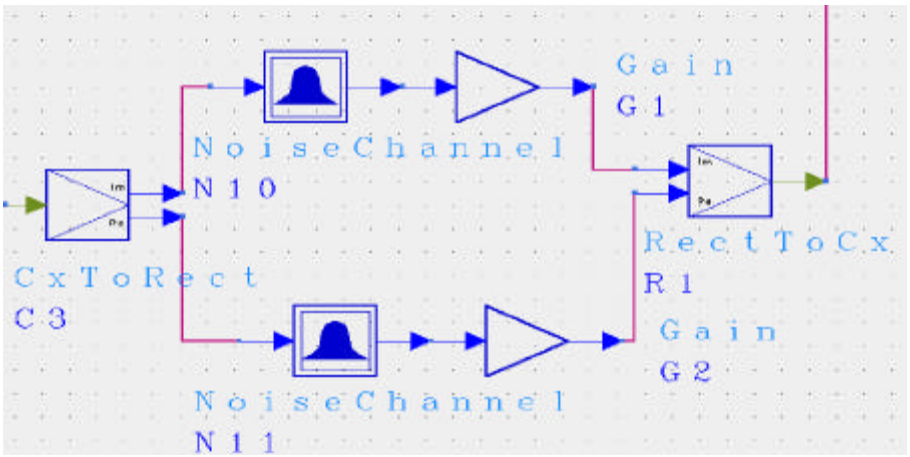

그림 3-5. 채널 모델링

Fig. 3-5. Channel Modeling.

그림 3-5은 HP ADS로 구성한 채널 모델링의 구조이다.

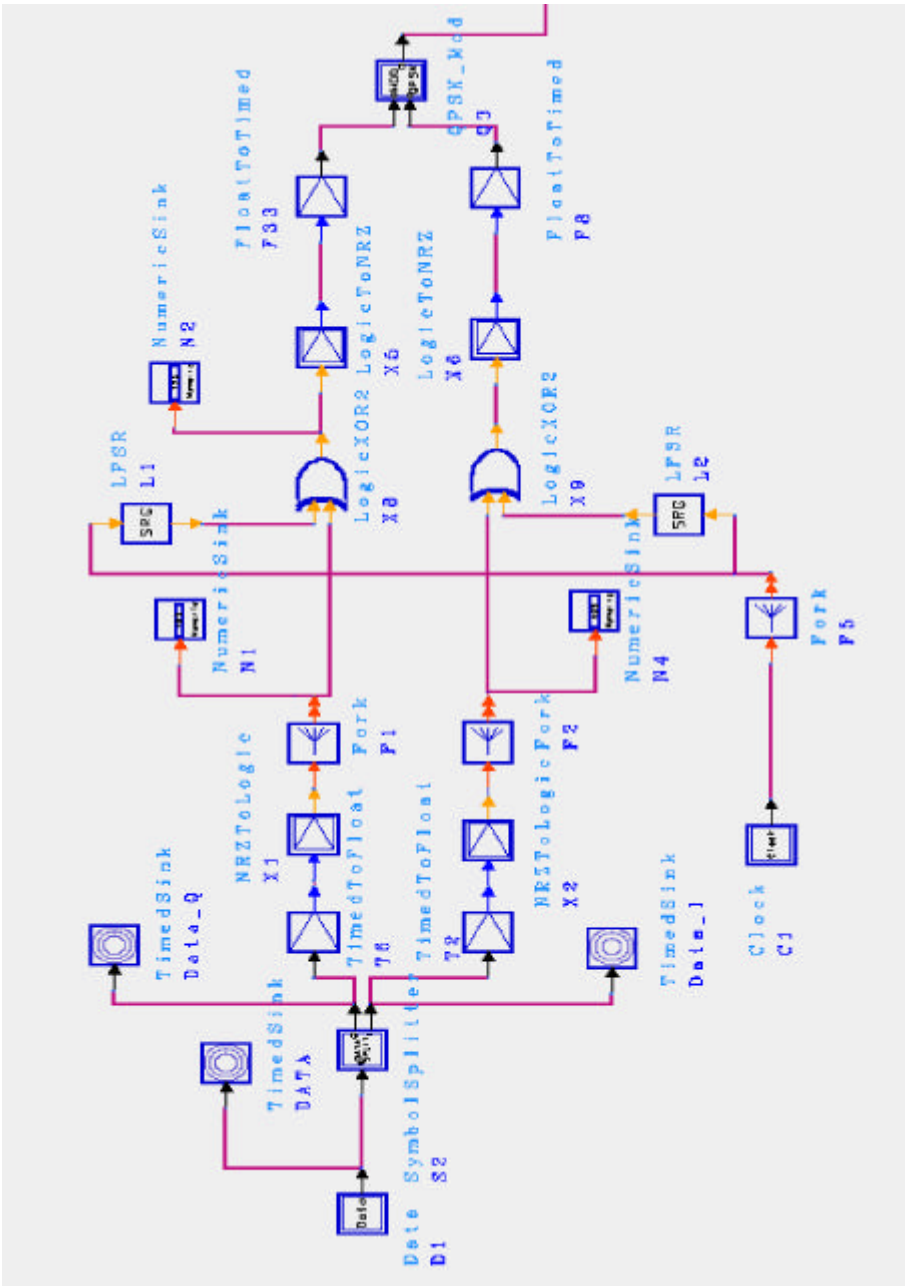

그림 3-6. 송신부 블록다이어그램

Fig. 3-6. Block diagram of Transmitter.

그림 3-6은 HP ADS로 구현한 송신부 블록 다이어 그램이다. LFSR에서 PN코드가 발생하여 대역을 확산시키게 된다. PN코드의 길이는 2^{15}-1으로 구성했다.

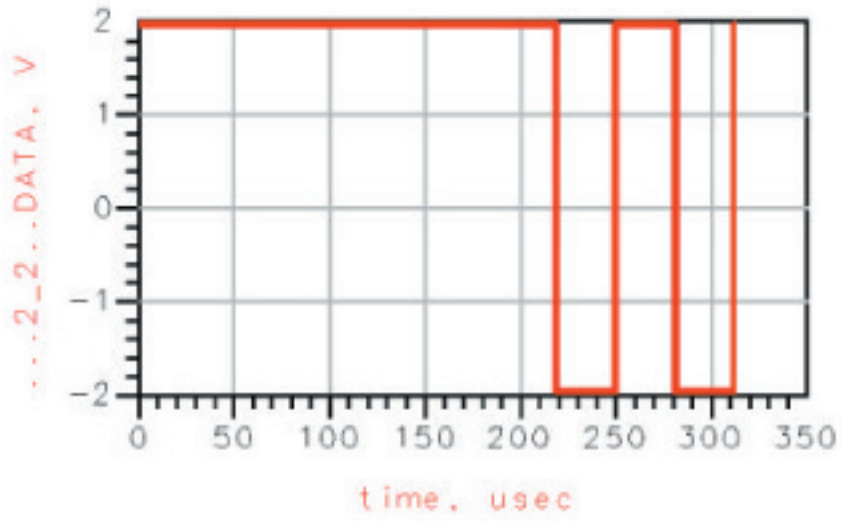

그림 3-7. 입력데이타

Fig. 3-7. Input Data.

그림 3-7은 초기 입려데이타를 나타내고 있으며, 그림 3-8와 3-9는 입력데이타가 I, Q 채널로 나누어지는 것을 보여주고 있다.

그림 3-10과 3-11은 I, Q 채널로 나누어진 데이터가 PN 코드에 의해 확산되어진 그래프이고 그림 3-12는 QPSK 변조기내에서 중심주파수가 70 MHz로 된 변조부 스펙트럼이고 그림 3-13은 중심주파수가 905 MHz로 되어 전송되는 전송 스팩트럼을 나타내고 있다.

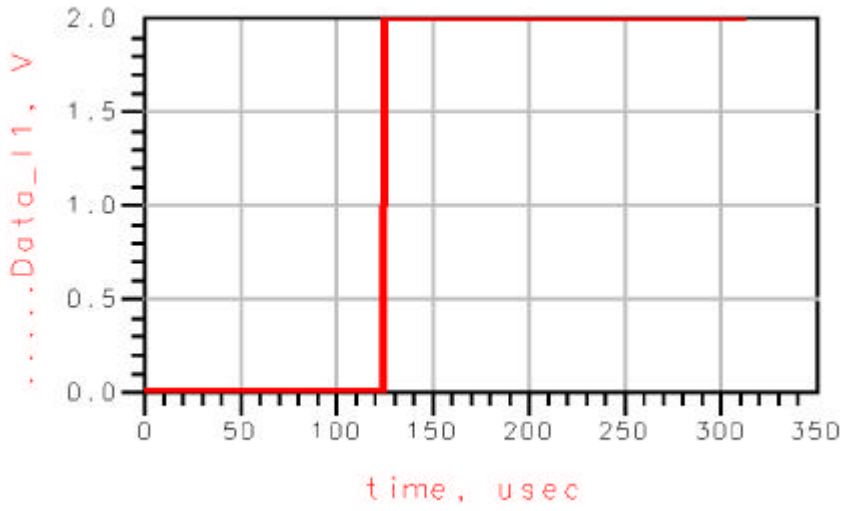

그림 3-8. I-채널

Fig. 3-8. I-channel.

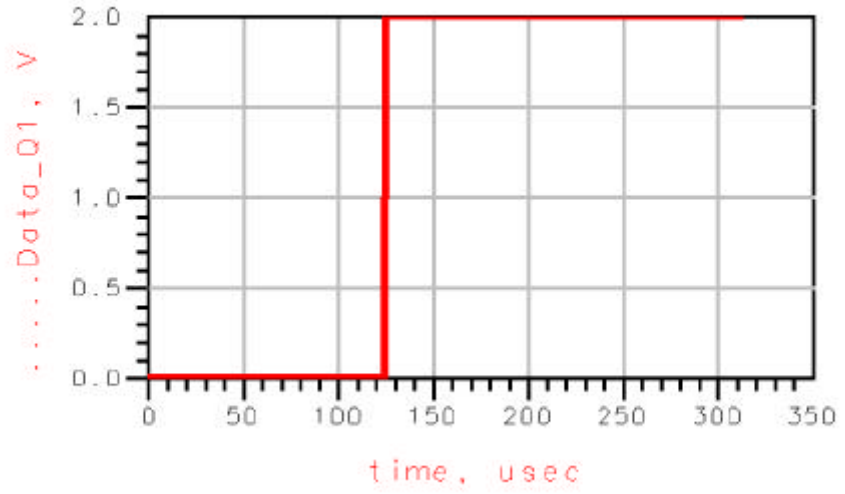

그림 3-9. Q-채널

Fig. 3-9. Q-channel.

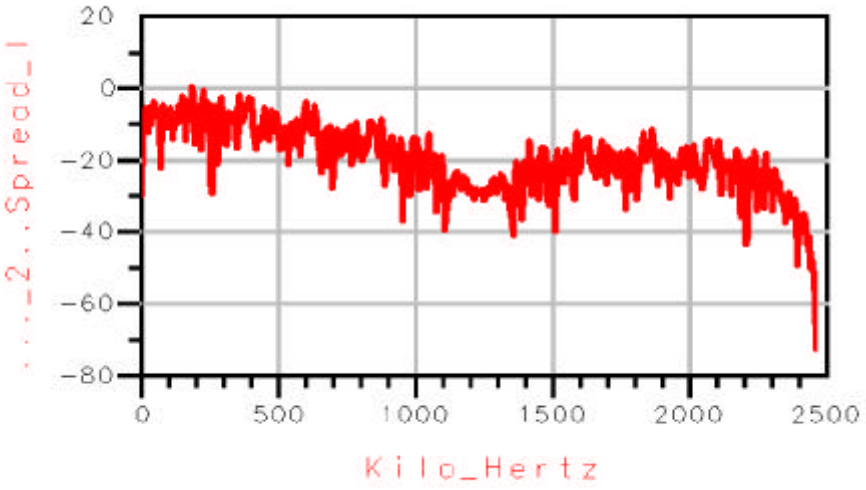

그림 3-10. 확산된 I-채널

Fig. 3-10. Spreaded I-channel.

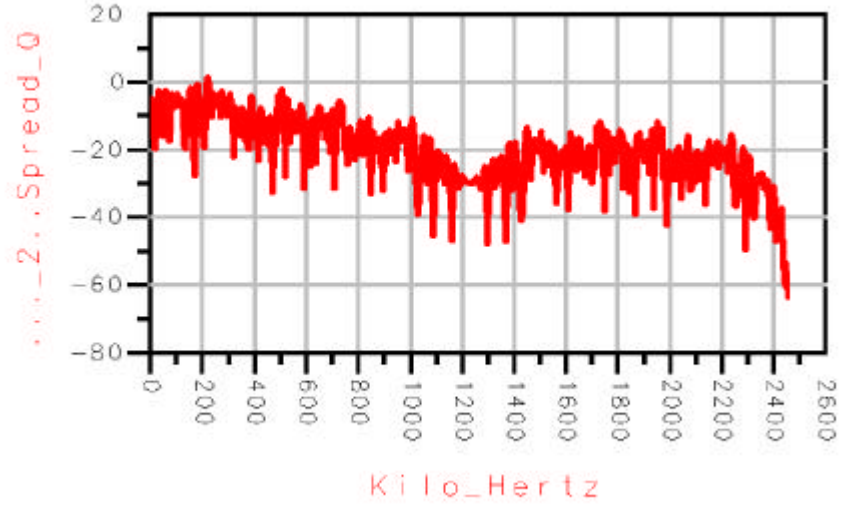

그림 3-11. 확산된 Q-채널

Fig. 3-11. Spreaded Q-channel.

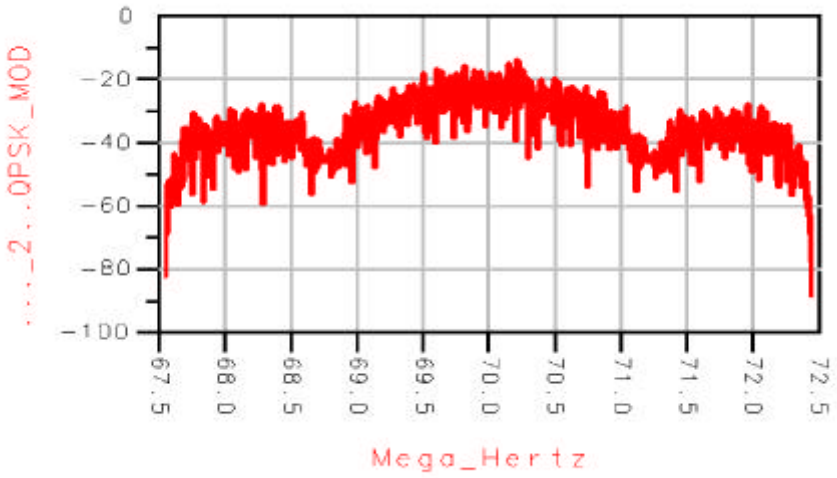

그림 3-12. QPSK 변조부 스펙트럼

Fig. 3-12. QPSK Modulation Spectrum.

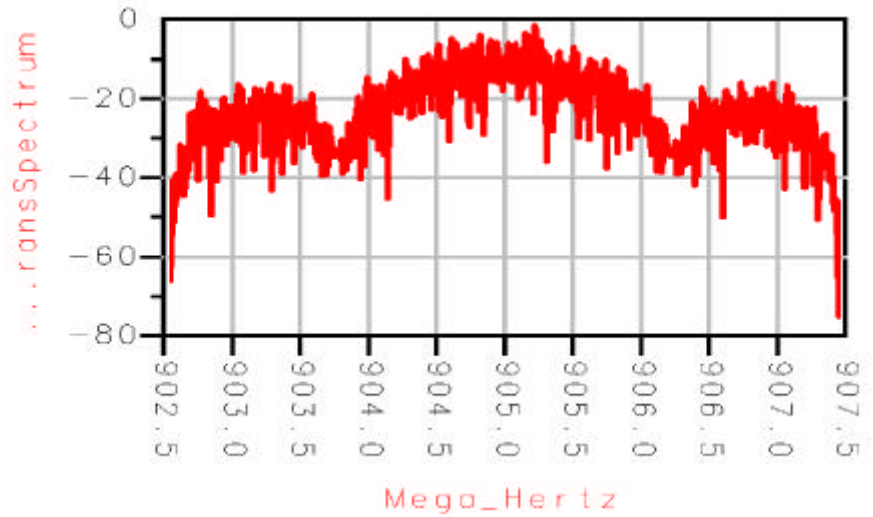

그림 3-13. 전송 스펙트럼

Fig. 3-13. Transmission Spectrum.

제 3-2 절 수신부 설계

수신단에서는 채널상에서 부가된 잡음성분을 제거하기 위해서 송신단과 같이 차단 특성이 좋은 5차의 체비세프필터를 사용하고 0.1 dB의 리플을 허용한다. 필터를 통과한 신호는 증폭단을 거쳐 이득이 증가하게 되고 down-conversion 되기 위해 믹서로 입력된다. LO에서 발생된 835 MHz 만큼 주파수를 Down시키게 되고, 여기서 믹서의 출력신호는 스퓨리어스를 동반하게 되는데 이를 제거하기 위하여 필터를 통과시킨다. 이 필터를 통과한 신호는 carrier recovery와 QPSK 복조기를 거치면서 원래의 확산된 신호만 출력하게 된다.

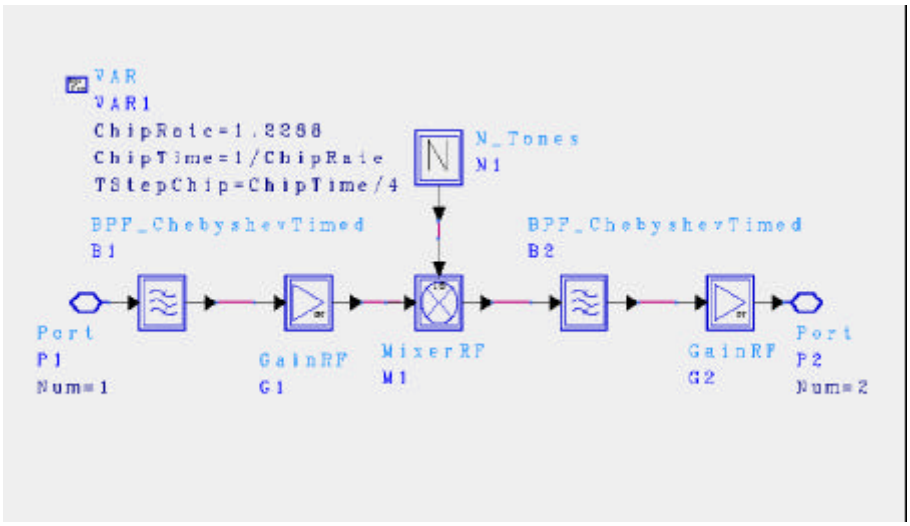

그림 3-14. 수신기의 구성

Fig. 3-14. Structure of receiver.

3-2-1. 수신기 여파기

수신기 여파기는 수신부의 인접채널 선택도 성능의 유지를 위해 IF주파수에 인접한 상호변조 신호를 제거하고, 2차영상신호를 감쇄

시킨다. 수신기 여파기의 주요 성능을 보면 첫째, 저잡음증폭기와 믹서(수신부 주파수혼합기)로 인가되는 주파수 스펙트럼의 대역폭을 수신 대역 이내로 제한하여 상호 변조 왜곡을 줄인다. 둘째, 수신 대역 제한에 의해서 수신부의 스퓨리어스를 감쇄시킨다.

3-2-2. LO (Local Oscillator)

국부 발진기로는 고주파 발진기 또는 주파수 합성기를 사용할 수 있는데 실제 시스템 구성에서는 PLL을 이용한 주파수 합성기가 이용된다. 시뮬레이션에서는 835 MHz의 국부발진주파수와 7 dBm의 전력을 발생하는 국부발진기를 이용하였다.

3-2-3. Duplex_Rx

듀플렉서 여파기에서의 수신부 특성만을 모델링한 것이다. 여파기 사양을 살펴보면, 체비세프 대역통과 여파기로서 5단, 0.1 dB 리플 특성을 갖는다. 공진기의 unloaded Q는 1500으로 설정하였다. 그림 4-5에서 시뮬레이션 결과를 보인다.

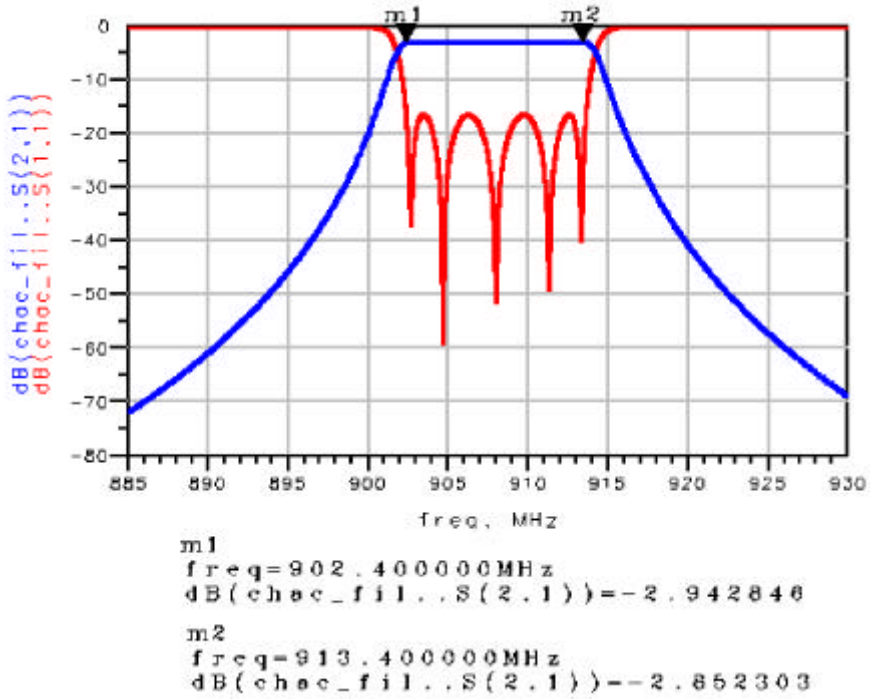

그림 3-15. 수신부 RF_FIL의 주파수 특성

Fig. 3-15. Frequency characteristic of Receiver RF_FIL.

수신단을 거치면서 믹서와 저잡음증폭기에서 발생되는 스퓨리어스 성분이 QPSK 복조기의 출력으로 나오는 것을 막기 위해 복조기 다음단에 각각의 I, Q 채널에 체비세프 저역통과여파기를 두고 신호를 통과시킨다. 이때 필터의 차수는 5차로 하고 리플은 0.1 dB로 한다. 통과된 신호는 송신시 I, Q 채널에서 확산시킨 PN코드와 동일한 PN코드를 EX-OR시켜서 역확산 시킨다[9].

3-2-4. 수신부 Mixer

수신부 주파수혼합기의 경우에는 수동 주파수혼합기를 사용한다. 주파수혼합기의 출력단에서의 스퓨리어스는 RF입력과 LO 스펙트럼

의 상호변조에 의하여 생겨난다. 수신부의 스퓨리어스 해석결과를 그림 3-3과 3-4에 나타내고 있다. 그림에서 보듯이 mixer의 입력단에서는 RF주파수 905 MHz에서 -10 dBm이 나타나고 있는데 반해 출력단에서는 -40 dBm을 나타내고 있다.

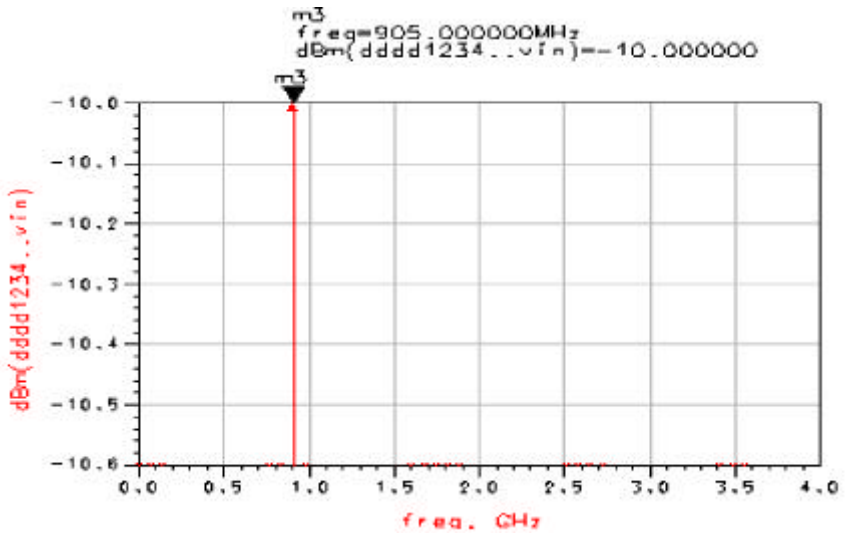

그림 3-16. 수신기 Mixer의 입력단

Fig. 3-16. Receiver mixer input.

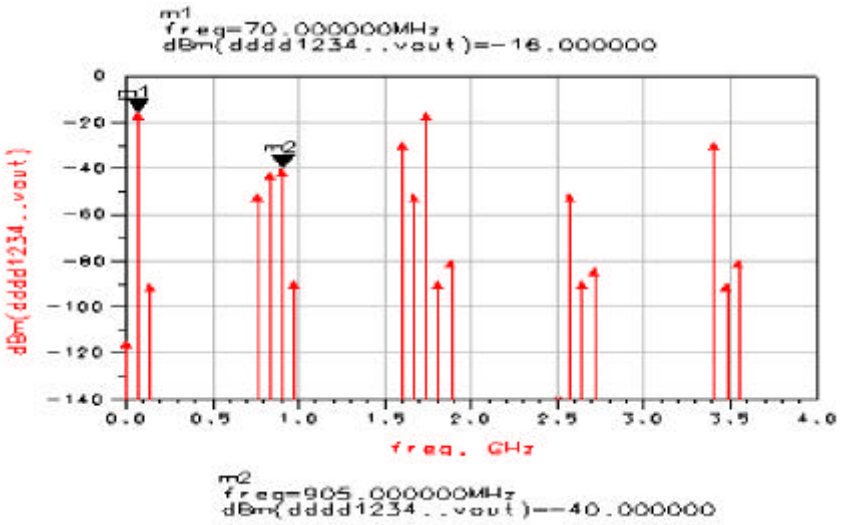

그림 3-17. 수신기 Mixer의 출력단

Fig. 3-17. Receiver mixer output.

그림 3-18은 HP ADS로 구성한 수신부 블록다이어그램이고 그림 3-19는 송신기를 통과한 후 채널 모델링에 의해 AWGN이 부가된 신호를 보여주고 있고 그림 3-20는 QPSK 복조부에서 중심 주파수가 70 MHz로 복조된 스펙트럼을 나타내고 있다.

그림 3-21와 3-22은 QPSK 복조기를 통과한 후 복조되는 I, Q채널을 보여주고 있으며, 그림 3-23와 3-24는 다시 PN 코드에 의해 역확산되는 I ,Q 채널을 시간영역에서 보여주고 있다.

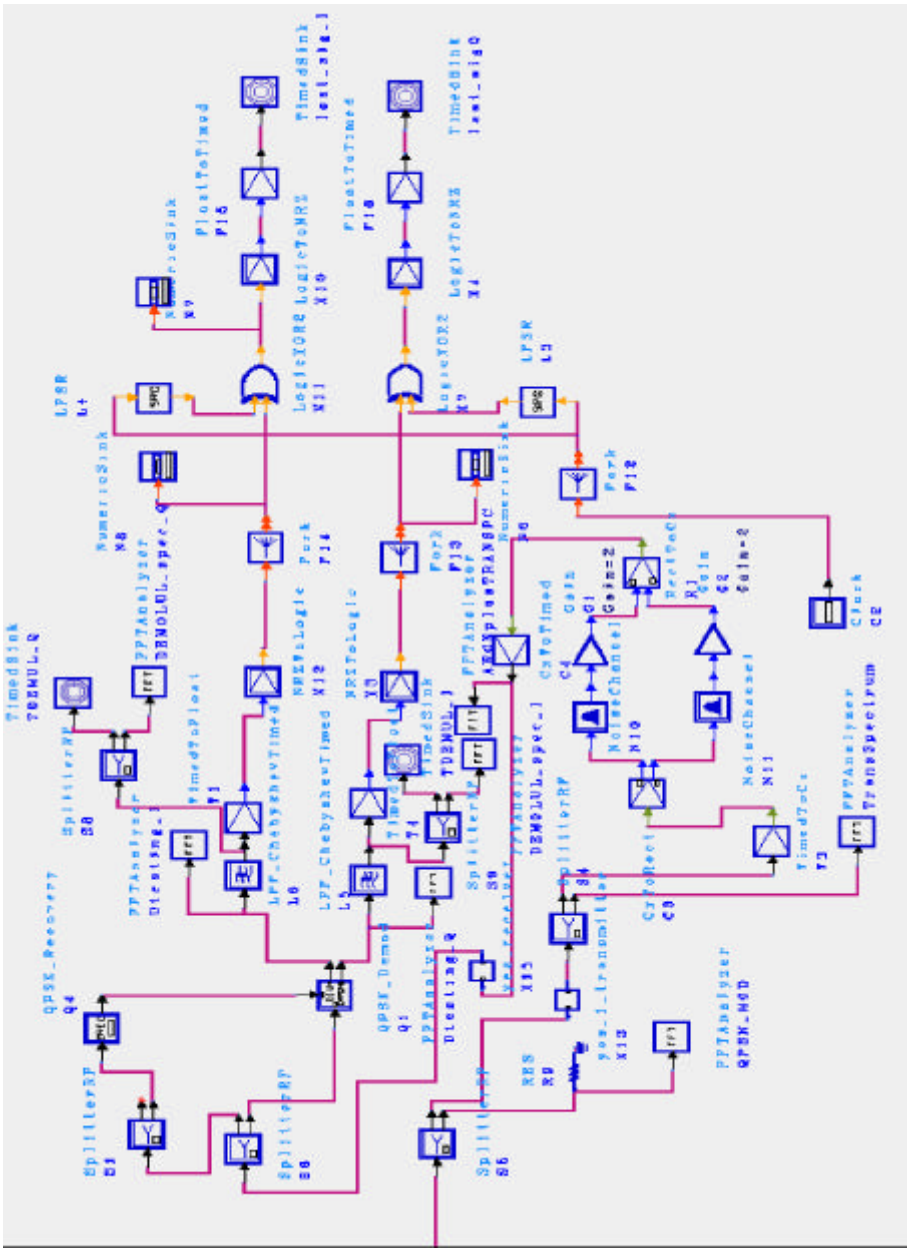

그림 3-18. 수신부 블록다이어그램

Fig. 3-18. Block diagram of Reciver.

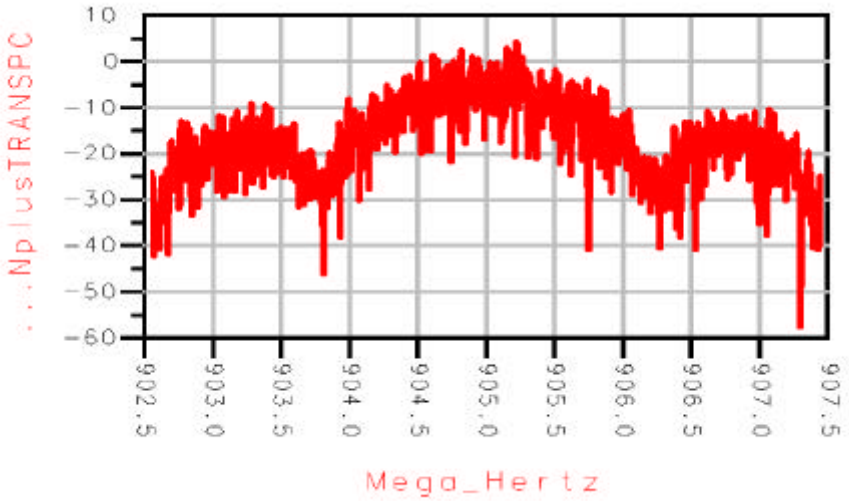

그림 3-19. AWGN이 부가된 신호

Fig. 3-19. AWGN added signal.

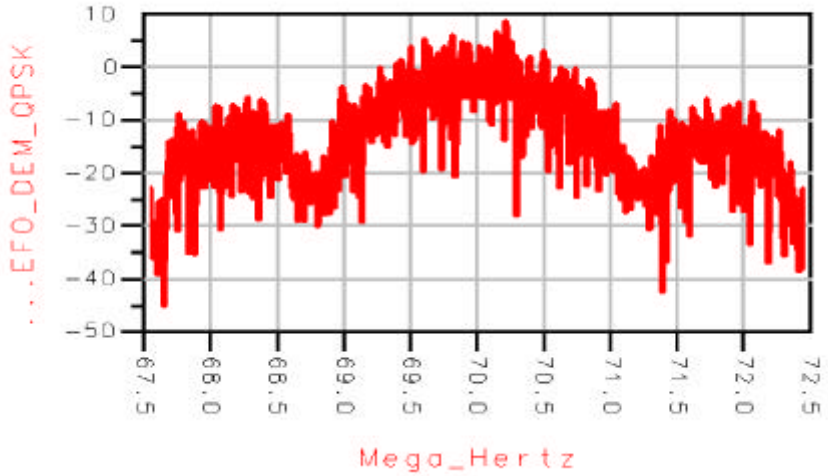

그림 3-20. QPSK 복조부 스펙트럼

Fig. 3-20. QPSK modulation Spectrum.

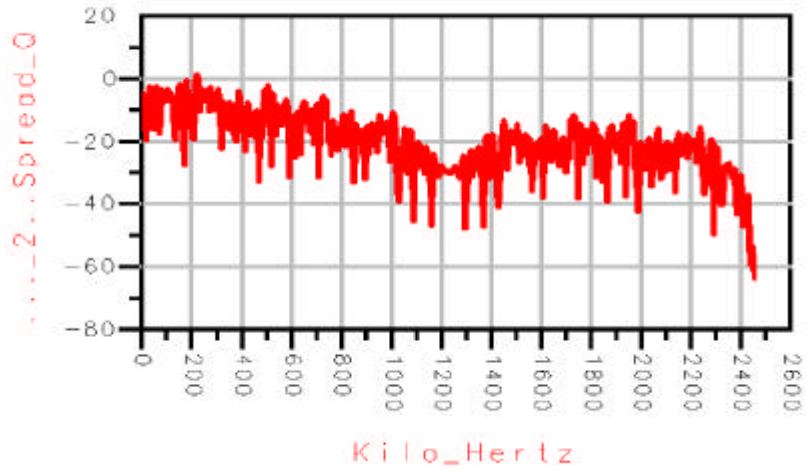

그림 3-21. 복조된 I-채널 신호

Fig. 3-21. Demodulated I-channel signal.

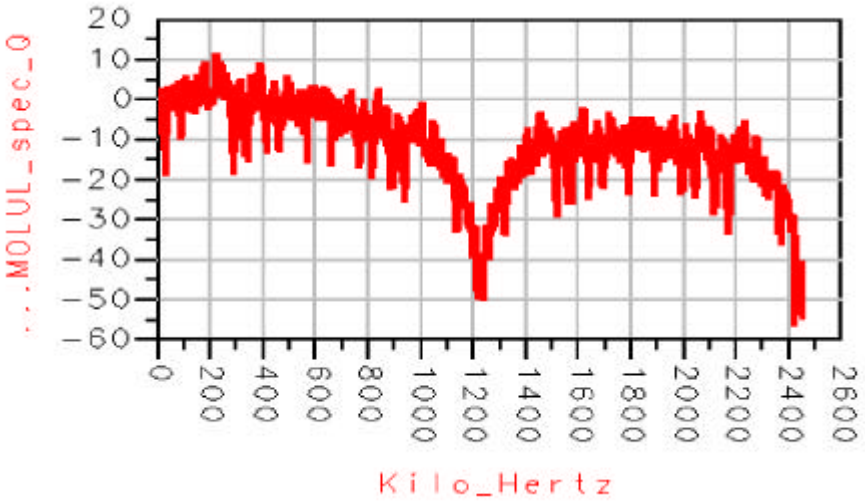

그림 3-22. 복조된 Q-채널 신호

Fig. 3-22. Demodulated Q-channel signal.

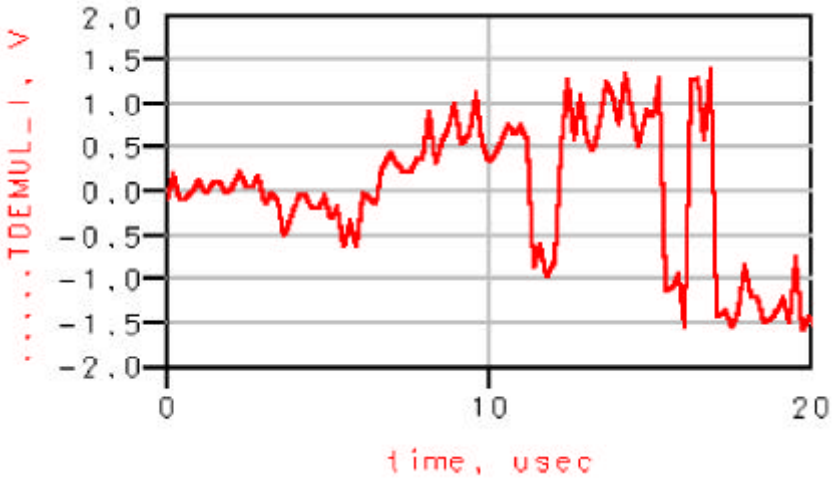

그림 3-23. 시간영역에서 역확산된 I-채널 데이터

Fig. 3-23. Demodulated I-channel data in the time domain.

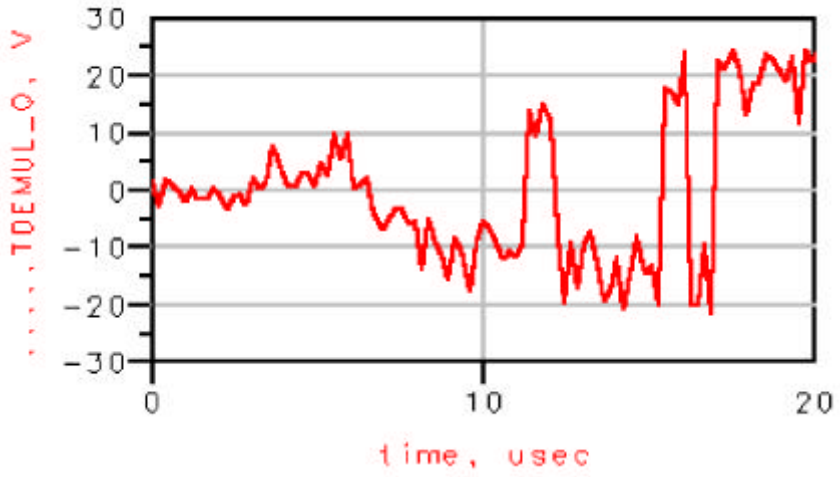

그림 3-24. 시간영역에서 역확산된 Q-채널 데이터

Fig. 3-24. Demodulated Q-channel data in the time domain.

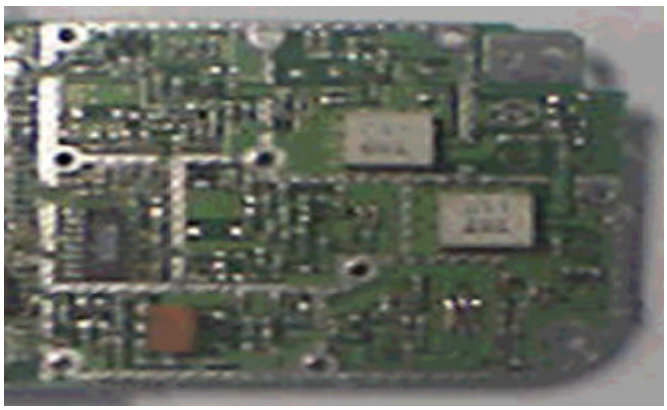

그림 3-25. 구현된 RF 보드
Fig. 3-25. Implemented RF board.

3-3. RF 부품 반도체 소자특성

이동통신 단말기의 수신기 특성은 저잡음, 높은 입력 IP3, 낮은 전력 소비, 높은 RF 집적화 및 저가격화가 송신기는 고효율 및 고선형성이 보편적으로 요구된다. 현재의 단말기 부품기술은 주로 BJT/ BICMOS 및 GaAs MESFET 기술이 지배적으로 이용되고 있으며 silicon 기술은 수백 MHz대의 무선주파수를 사용한 무선(cordless) 전화기나 high level 집적화 및 저가격 칩화를 위한 GSM(Global System for Mobile Communication) 시스템에 응용되고, GaAs 기술은 수 GHz 이상의 주파수 대에서 TDMA(Time Division Multiple Access), CDMA(Code Division Multiple Access), 개인 휴대용 단말기 및 Wireless Local Area Network 등에 주로 이용되고 있다. 현재 단말기의 개발 추세는 모듈을 최소화하여 비용을 감소시키고, 저전력으로 단말기를 구동시키려는 노력이 계속되고 있지만 상기 언급한 송수신기의 모든 특성(비용, 전력, 선형성 및 집적화 등)을 만족하는 디바이스는 존재하지 않으므로 설계하고자 하는 모듈의 성능 및 가격 등의 trade-off를 적절히 선택해야 한다[10].

표 3-2. CDMA RF/ IF 제조회사 및 모델명

Table 3-2. CDMA RF/ IF manufacturing company or model.

부품명	제조회사 및 모델명
Power Amplifier	RI23110(Rockwell), RF2153(RFMD), R121007/ 008/ 913(Rockwell), RF2146/ 2153/ 2157(RFMD)
LNA	BFP520(Siemens), BFP405/ 420/ 450(Siemens)
Tx RF MMIC	MRFIC-1854(Motorola), MRFIC-1854(Motorola), U1000(Qual Comm)
Rx RF MMIC	CMY-210(Siemens), CMY-210(Siemens), SLM170A(Hitachimetal)
Tx IF BPF	FBG039(Thomson)
Rx IF BPF	TMXL011(Thomson)
Tx AGC	CXA3222N(Sony), Q5505(Qualcomm), RF2609(RPMD),IFT3000(TXAGC+BBA Qualcomm)
Rx AGC	CXA3221N(Sony), Q5500(Qualcomm), RF2607/ 2617/ 2627(RFMD), IFR3000(RX AGC+BBA Qualcomm)
VCO	VC-3R0A50(Fujitsu)
PLL	LMX2331(National)
BBA	IFR3000(RX AGC+BBA), BBA(Qualcomm), CXA3003AR(Sony)

표 3-2에서 보듯이 특히 CDMA 방식을 이용하는 이동 시스템의 송신 전력증폭기 경우에는 높은 선형성을 요구하기 때문에 GaAs HBT를 이용하는 추세이며, 초기에는 MMIC로 개발된 부품을 사용하다가, 현재는 응용의 편리성 때문에 모듈화 된 부품을 사용하고 있다[11][12].

제 4 장 결 론

디지털 CT의 세계적인 추세는 과거에는 협대역의 아날로그 방식에서 현재는 FDD/ TDD를 이용한 디지털 방식으로 나아갔으나 통화품질 및 보안 등의 여러 이유로 점차 대역확산 방식을 채택하는 방향으로 가고 있다. 대역확산 방식에는 주파수 도약 방식과 직접확산 방식이 있는데, 향후에는 직접 확산 방식이 다른 시스템과의 호환성 등의 여러 가지 면에서 유리할 것으로 보인다. 그러나 아직 우리 나라에서는 대역확산 방식을 이용한 디지털 CT의 개발이 이루어지지 않고 있으며, 또한 소비자들의 보다 다양하고 편리한 기능을 원하는 심리에 의하여 전량 외국의 대역확산 방식의 900 MHz 디지털 CT를 수입해야 할 상황에 놓여 있다.

따라서 본 논문에서는 900 MHz대 ISM 대역에서 QPSK 변조 방식을 이용한 대역확산 CT를 HP ADS 시뮬레이션 Tool을 이용하여 구성하였다.

RF 모듈을 구성하면서 송신부 RF 여파기는 3단 체비셰프 대역통과여파기를 사용하였고 0.1 dB 리플 특성을 갖도록 구성하였으며, 공진기의 unloaded Q는 1000으로 설정하여 주파수 선택도의 특성을 그래프로 보였주었고, 수신부의 듀플렉서 여파기에서는 5단 체비세프 대역통과 여파기를 사용하여, 0.1 dB 리플 특성을 갖도록 구성하였고, 공진기의 unloaded Q는 1500으로 설정하여 시뮬레이션 하였다. 그리고 송수신부의 Mixer의 입출력단을 시뮬레이션 했다.

주파수 대역 Resource는 제한되어 있으므로 Licence-Free한 ISM 밴드대의 주파수를 사용한 것은 경제적 필연성에 기인한 것이다.

본 시뮬레이션의 결과에서 송신단 QPSK 변조방식과 수신단 QPSK 복조방식 결과 모두, 대역확산 구간에서 고른 확산특성을 얻었으며, DS 방식의 처리 이득 충분한 결과를 얻었다. 따라서 이를 Cordless Telephone으로 직접 구현하여 기술력을 확보하는 것이 앞으로의 과제라 할 수 있겠다.

참고문헌

[1] 전광일, 전자통신기기의 RF 회로기술 일반, 과학기술정보연구소, pp. 26-27, Nov. 1991.

[2] 류만영, "CDMA Digital Moblie Communications and Message Security," 통신정보보호학회논문지, vol. 6, no. 4, pp. 3-38, Dec. 1996.

[3] CDMA 단말기 경쟁력 강화 인력양성 기술 교육, 한국전자통신연구원, pp.41-45, Sept. 1999.

[4] 강창언, 디지털통신입문, 북두 출판사, pp. 561-571, 1996.

[5] 이혁재, "CDMA 이동통신 시스템의 연구개발현황," 한국통신학회지, 제 10 권, 제 10 호, Dec. 1993.

[6] 박항구, 한영남, 김명진, CDMA 통신, 청문각 pp. 131-134, Sept. 1998.

[7] 박병훈, 김호준, 황금천, "Implementation of an indoor wireless modem using direct sequence spectrum technology," 한국통신학회논문지 제 23 권, 제 9A 호, pp. 2141-2152, 1998.

[8] 이 문규, 전자통신기기의 RF 회로설계 기술 및 활용, 과학기술정보연구소, pp. 139-144, Nov. 1991.

[9] Code Division Spread Spectrum Telephone Chip, Winbond pp. 4-46, Sept. 1998.

[10] 이상철, "스펙트럼확산통신의 응용 및 전망," 대한전자공학회, pp. 10-12, Aug. 1986.

[11] Chris, "RFIC Receiver Technology for Digital Mobile Phones," *Microwave Journal*, pp. 64-75, July 1997.

[12] L.Wang., "Transistor Techniques for RFICs in Wireless applications," *Microwave Journal*, pp. 98-110, Feb. 1998.