900MHz대 FDD방식을 이용한 船內用 Tranceiver에 관한 研究

송면규*, 조학현**, 김정년***

A Study on the 900MHz FDD Tranceiver for the Vessel

Myun-Kyu Song*, Hag-Hyun Jo**, Jeong-Nyun Kim***

Abstract

The portable two way radio telephone amongst GMDSS equipment in the vessel is very important portable wireless one for search and rescue in distress situation.

Although the portable two way radio telephone must be equipped with in the vessel by IMO & RR, other kinds of wireless tranceivers are widely used to communicate with crew members who are separately appointed at bridge forecastle and poop in leaving or arriving at the port, passing through a narrow canal or voyaging in the foggy weather.

Most of those wireless tranceivers except portable two way radio telephone are allocated at 27MHz band with PTT simplex system that makes crew members difficult to work effectively in the vessel.

In this research 900MHz band FDD(frequency duplex division) tranceiver system is studied to help crew members in the vessel to communicate with themselves freely and to work easily meanwhile with simple operation.

900MHz band FDD tranceiver system uses one chip FM frontend IC to realize the miniaturization and downsizing of tranceiver and small size head set attached to helmet.

The credibility of this research's result is highly evaluated by circuit analysis with computer aided s imulation, and partly modified 900MHz band cordless phone circuit.

* 목포해양대학교 해양전자통신공학부 교수
** 한국해양대학교 전자통신공학과 박사과정
*** 한국해양대학교 전자통신공학과 석사과정
접수일자 : 1998년 9월 17일

Ⅰ. 서 론

GMDSS 장비중 2-way VHF는 선박내의 무선송수신장치로써의 역할 뿐 아니라 조난시에 수색 및 구조의 휴대용 무선통신기로 매우 중요한 장비이다.[1]

2-way VHF가 IMO 및 RR에 의하여 의무적으로 선박에 탑재하도록 되어있으나, 실제로 선박의 입출항때나 협수로 통과 및 무중 항해시에는 선교와 선수, 선미의 통신수단으로 27MHz대의 Tranceiver가 사용되며 이것은 PTT 단신방식이므로 승무원들이 선내에서 효율적으로 작업하기가 힘들다.

본 논문에서는 900MHz FDD 방식의 Tranceiver 시스템을 연구함으로써 승무원들간에 통신을 하면서 동시에 작업을 용이하게 할 수 있도록 구현하였다.

900MHz FDD 방식의 Tranceiver 시스템에서는 one chip FM frontend IC를 사용하여 소형 경량화 하였으며 작업모에 head set을 부착하였다.

컴퓨터 시뮬레이션에 의한 특성분석과 900MHz대 무선전화기를 개조하여 실험함으로써 연구결과의 신뢰성을 높였다.

Ⅱ. 기본설계 개념

900MHz대 Tranceiver는 FDD방식을 이용한 것이므로 정통부 고시 제1993-19호의 무선설비규칙에 의하여야 한다.

따라서 선내용 Tranceiver의 설계개요 및 기술적 특성은 다음과 같다.[2]

2.1 일반적 조건

900MHz대 Tranceiver는 정통부에서 정하는 기본형 코드 없는 전화기 "2형"으로 구분되며 그 일반적 조건은 다음과 같다.[2]

① <표 2-1>에 나타난 것처럼 40개의 통화 채 널을 실장 하여야 한다.

② 다른 사람이 사용하는 장치로부터 혼신등 에 의하여 통화의 방해를 받는 경우에는 수동제어에 의하여 사용하지 않는 통화채 널로 자동 전환될 수 있어야 한다.

〈표 2-1〉 채널별 송신주파수

채널	송신주파수(MHz)		채널	송신주파수(MHz)	
	휴대장치	고정장치		휴대장치	고정장치
1	914.0125	959.0125	21	914.5125	959.5125
2	914.0375	959.0375	22	914.5375	959.5375
3	914.0625	959.0625	23	914.5625	959.5625
4	914.0875	959.0875	24	914.5875	959.5875
5	914.1125	959.1125	25	914.6125	959.6125
6	914.1375	959.1375	25	914.6375	959.6375
7	914.1625	959.1625	27	914.6625	959.6625
8	914.1875	959.1875	28	914.6875	959.6875
9	914.2125	959.2125	29	914.7125	959.7125
10	914.2375	959.2375	30	914.7375	959.7375
11	914.2625	959.2625	31	914.7625	959.7625
12	914.2875	959.2875	32	914.7875	959.7875
13	914.3125	959.3125	33	914.8125	959.8125
14	914.3375	959.3375	34	914.8375	959.8375
15	914.3625	959.3625	35	914.8625	959.8625
16	914.3875	959.3875	36	914.8875	959.8875
17	914.4125	959.4125	37	914.9125	959.9125
18	914.4375	959.4375	38	914.9375	959.9375
19	914.4625	959.4625	39	914.9625	959.9625
20	914.4875	959.4875	40	914.9875	959.9875

③ 내부회로의 개조방지를 위하여 코드없는 전화기를 일반적 공구로 쉽게 개방할 수 없는 구조이어야 한다.

④ 휴대장치는 고정장치를 통하지 않고는 다른 기기와 직접 통화할 수 없어야 한다.

2.2 통화채널 점유절차

2.2.1 사용대기

고정 및 휴대장치의 각 수신기는 미사용 통화채널을 계속적으로 탐색할 수 있어야 한다.

2.2.2 호출

① 고정 및 휴대장치는 미사용 무선통화채널을 선정할 수 있어야 한다.

② 미사용 무선통화채널을 선정한 당해 장치의 송신기는 자체의 호출명칭을 포함한 통화개시신호를 송출할 수 있어야 한다.

③ 통화개시신호를 검출한 수신기는 미사용 무선통화채널에 대한 탐색을 중단하고 자체의 호

출명칭이 포함된 응답신호를 송출할 수 있어야 한다.

④ 응답신호를 검출한 장치는 개시신호의 송출을 중단하고 고정장치와 휴대장치간에 무선통화 채널을 연결한 후 다이알 톤 및 통화신호를 전송할 수 있어야 한다.

2.2.3 통화

① 통화중 무선통화채널의 연결상태를 확인하기 위하여 고정 및 휴대장치간에 호출명령을 송수신하게 할 수 있다.

② 통화중 통화품질유지 및 개선을 위하여 타 장치에 위해를 주지않는 범위 내에서 통화의 단절없이 계속적으로 통화가 이루어질 수 있도록 할 수 있다. 단, 이 경우 한 개의 구성장치 내에서만 통화가 이루어져야 한다.

2.2.4 통화종료

통화를 마친후 각 장치는 자체 고유호출명칭을 포함한 통화종료신호를 송출하고 다음 통화를 위한 사용대기상태로 전환될 수 있어야 한다.

2.3 기술적 조건

① 고정장치 및 휴대장치의 공중선전력은 10밀리와트이하이어야 한다.

② 주파수허용편차는 2.7x10-6이하이어야 한다.

③ 점유주파수대폭은 16kHz이하이어야 한다.

④ 스퓨리어스 발사강도는 기본주파수의 평균전력보다 55데시벨이상 낮은 값이라야 한다.

⑤ 최대주파수편이는 ±5kHz이하이어야 한다.

Ⅲ. 세부설계

3.1 기본 계통도

3.1.1 시스템 계통도

하나의 고정장치에 하나의 송수신장치가 실장되어 다수의 휴대장치를 접속할 수 있는 형태로 그림 3-1과 같다.

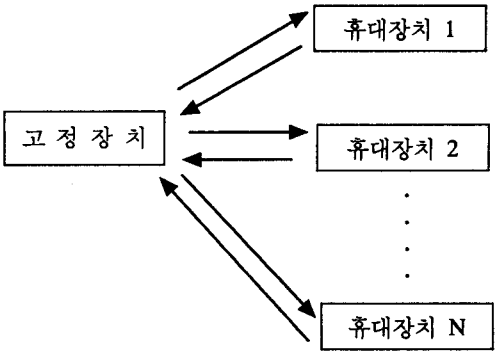

그림 3-1. 시스템 계통도

3.1.2 회로 계통도

PLL에 의해 채널제어를 했으며 전체적인 회로계통도는 그림 3-2와 같다.

3.2 각부의 기능 및 특성

3.2.1 수신부

① LNA단: MRFIC2008의 내부 LNA단을 사용하였다.

② MIXER단: 수신되는 주파수와 국부발진주파수를 혼합하여 희망하는 주파수를 얻는 단으로 Gilbert cell mixer를 사용하여 수동 mixer보다 약 10내지 20dB의 이득을 갖는다.

③ SAW FILTER단: Filter를 SAW FILTER를 사용함으로써 일반적인 Lump Element (RCL) filter 보다 선택도가 매우 우수하며 PCB 실장에 있어 System의 경박단소화를 구현하였다.

④ L.O단 : 수신되는 주파수에 대하여 희망하는 주파수를 얻기위해 국부발진주파수를 사용하는데 제1국부발진은 PLL제어방식을 이용하였고 제2국부발진부는 X-tal을 이용한 2체배방식을 이용하였다.

⑤ IF단 : 제2국부발진주파수와 혼합하여 10.7MHz의 주파수를 Down converting 하여 455kHz의 Quad 주파수로 변환하는데 Motorola사의 MC 13156DW를 사용하였다.

⑥ Demodulation단 : 455kHz Quad 단에서 455kHz 기본발진파에 대하여 변조된 만큼의 편이주파

수(음성이나 data)를 복조해내는 곳으로 본 회로에서 사용한 IC에는 Quad에서 얻어진 편이 신호를 내부 OP AMP를 사용하여 증폭하였으며 주변 C.R 소자를 사용하여 3kHz 대역의 Active Low pass filter로 구성하였다.

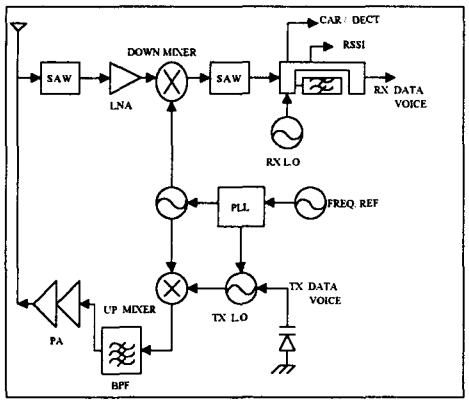

그림 3-2. 회로 계통도

Main L.O = 809.0125~809.9875MHz
TX L.O = 105MHz Fixed
Main L.O amplitute = -7dB이상
TX L.O amplitute = -7dBm이상
TX DATA/VOICE FM deviation = 3kHz (NBFM)

3.2.2 송신부

① PA단 : 실제적으로 RF신호를 송출하는 종단 전력증폭단으로써 본회로에 사용된 IC는 약 40dB의 증폭도를 가지며 이중 30dB는 가변이 가능하다.

② MIXER단 : 국부발진주파수와 변조된 신호 반송파를 혼합하여 그 합 주파수를 얻어낸다.(up converter 역할을 해준다) 약 6dB의 이득을 갖는다.

③ LO단 : 송신되는 주파수에 대하여 희망하는 주파수를 얻기 위해 국부발진주파수를 사용하는데 국부발진은 PLL제어방식을 이용하였다.

④ 변조단 : 국부 발진단에 Varactor Diode를 이용한 FM직변조방식을 사용하였다.[3]

3.2.3 주파수합성부

일반적으로 LC발진기는 X-tal 발진기보다 안정도가 떨어지나 PLL제어방식을 이용하여 주위 온도나 TR의 열화에 의한 주파수 Drift를 방지한다.

LMX233X시리즈의 PLL을 사용하여 국부 발진부의 주파수 안정도를 높혔다.

PLL의 LOOP filter lock time은 25msec.이며 higher order RC filter로 구성하여 PLL charge pump 단에 대한 고주파 분을 제거하였다.[4]

또한, 각각의 Mixer단의 RF에 대한 S12 성분의 충분한 Isolation과 Load pull의 문제를 해결하기위해 VCO 회로에 A급 Buffer를 추가하였다.

PLL IC는 Dual PLL이며 내부 Prescaler 내장형이며 Pulse swallow 방식을 사용하였다.

Ⅳ. 컴퓨터 시뮬레이션 및 파형 관측

4.1 Main LO와 TX LO의 시뮬레이션

발진주파수는 <표 4-1>의 S-parameter를 modeling하여 발진주파수를 시뮬레이션하였다.

〈표 4-1〉 2SC3356의 S-parameter

Freq.	S11		S21		S12		S22	
GHz	mag	ang	mag	ang	mag	ang	mag	ang
0.6	0.391	-139.3	4.852	90.9	0.086	56.0	0.468	-33.9
0.8	0.360	-159.2	3.802	81.2	0.101	59.1	0.426	-33.6
1.0	0.360	-176.9	3.098	72.9	0.118	61.0	0.397	-35.7

단, TR의 바이어스 조건은,
Q=2SC3356, Bias Vcc=3V, Ic=10mA, Z=50+j0Ω
Emitter grounded

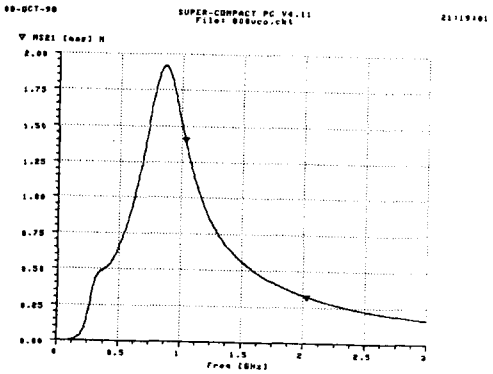

그림4-1. Main LO 주파수에 대한 시뮬레이션

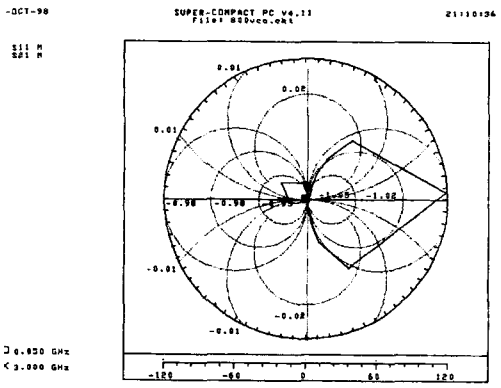

그림 4-2. Main LO에 대한 임피던스 정합

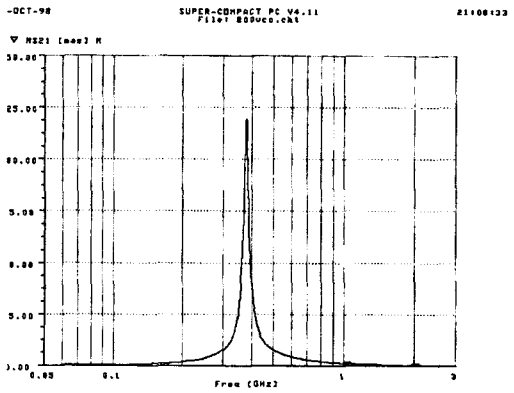

그림 4-3. TX LO 주파수에 대한 시뮬레이션

CIRCUIT TOPOLOGY
BLK
CAP 1 2 C=3pF
IND 2 0 L=6.8nH
CAP 2 3 C=3pF
TWO 3 4 5 Q
CAP 3 5 C=27pF
CAP 5 0 C=47pF
IND 3 4 L=120nH
CAP 4 6 C=82pF
M: 2POR 1 6

Main L.O에서 발진주파수에 대한 시뮬레이션 결과는 그림 4-1과 같으며 임피던스 정합은 그림 4-2와 같다.

TX LO에 대한 시뮬레이션 결과는 그림 4-3과 그림 4-4와 같다.[5]

일반적으로 발진주파수를 결정하는 중요한 요소는 K factor(TR의 주파수에 대한 안정계수)와 궤환용량이다.

본 회로에서 사용된 각각의 발진부는Supercompact (Communication Consulting Corp. Company社)를 사용하여 시뮬레이션 한 것이며, 실제회로에 있어서 PCB의 재질 및 Signal track 에 대한 width 및 length가 또한 발진주파수에 영향을 미친다. 따라서 실제회로구성에 있어서 각각 소자에 대한 값은 Try & cut로 실현을 한다.[6]

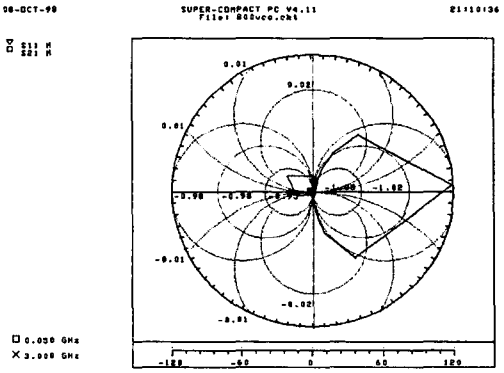

그림 4-4. TX LO에 대한 임피던스 정합

CIRCUIT TOPOLOGY
BLK
CAP 1 2 C=82pF
IND 2 0 L=47nH
CAP 2 3 C=56pF
TWO 3 4 5 Q
CAP 3 5 C=100pF
CAP 5 0 C=100pF
IND 3 4 L=270nH
CAP 4 6 C=82pF
M: 2POR 1 6

4.2 SAW Filter의 matching 시뮬레이션

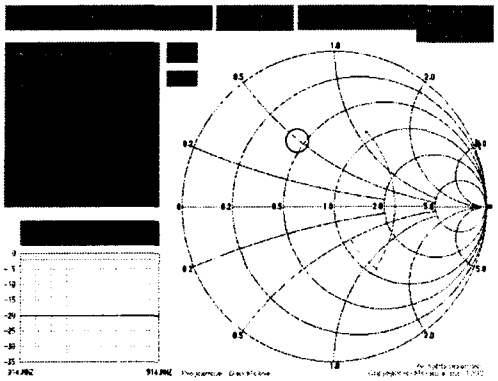

그림 4-5. SAW filter의 임피던스정합

MRFIC2008의 LNA ΓOPT는 0.23∠-63이다. 이를 Rectangular form으로 환산하면 56.10-j24.28이며, 다시 50Ω 비정규화시키면 1.122-j0.48이 된다.[7]

SAW Filter in/output impedance는 50+j57.4이며, 이를 50Ω 비정규화시키면 1.0+j1.148이 되고, 초단 SAW filter와 LNA 입력단의 Impedance정합 시뮬레이션의 결과는 그림 4-5와 같다.[8]

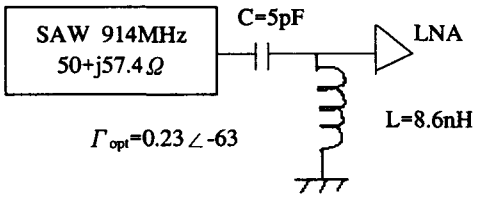

그림 4-6. SAW filter와 LNA Impedance matching scheme

중간주파수 SAW Filter(150.00MHz)와 IF MIXER 입력단의 정합요령은 위의 절차와 같다.

V. 결 론

본 연구에서는 900MHz대 FDD방식을 이용한 Tranceiver의 구현을 위한 기술적 특성의 검토 및 실제 회로도를 설계하였다.

그리고, 실제로 Art work를 함으로써 구현을 위한 모든 자료를 제안하였다.

따라서, 다음과 같이 기존에 사용되고 있는 27MHz대 단신방식에 의한 Tranceiver운용의 불편함을 개선토록 하였다.

첫째, 높은 주파수를 사용함으로써 양질의 선내 통화가 가능하였고 ANT의 길이를 줄일 수 있다.

둘째, 복신방식을 사용함으로써 송수신을 동시에 할 수 있다.

셋째, 10mW의 소전력을 사용함으로써 0.5-1W를 사용하는 27MHz대 Tranceiver보다 전력 손실이 적고 같은 전력으로 상대적 통달거리가 길어질 수 있으며 밧데리의 부피를 줄일 수 있다.

넷째, 원칩을 사용하여 장비를 소형 경량화 하였으며 칩에 내장된 RSSI 기능의 활용으로 통화권 이탈 표시의 기능을 추가하였다.

다섯째, Head set을 부착하여 이용자가 통화를 하면서 작업이 가능하므로 작업효율을 높일 수 있다.

향후 본 연구를 기초로 하여 실제 장비 구현이 필요하며 이러한 결과로 개발된 900MHz대 Tranceiver를 산업현장에 이용하면 그 효용가치가 높아질 것이다.

참고문헌

[1] 김기문, "電波關係法規解說", 부산 : 효성출판사, p167, 1996.

[2] 정보통신부, 정통부 고시 제1993-19호 무선설비 규칙, 1993.

[3] Peter Vizmuller, RF Design Guide, Artech House : p6~p40, 1995.

[4] Motorola, Motorola Communication Device Data, Motorola : AN 1253, p4~p45, 1996.

[5] Gary A. Breed, Oscillator Design Handbook, Cardiff Publishing Company : p86~p87, 1990.

[6] 鈴木 憲次, 高周波 回路 設計 製作, CQ 出版社 : p10~p20, 1995.

[7] Hewllett-Packard, RF & Microwave Cad Appcad : version 1.10, 1990.

[8] Chris Bowick, RF Circuit Design 2nd Edition SAMS : p75~p.96, 1985.

송 면 규(Myun-Kyu Song)
1978년 2월 목포해양대학교 통신공학과
1991년 2월 서울산업대학교 전자공학과(공학사)
1993년 8월 한양대학교 전자통신공학과(공학석사)
1997년 3월~현재 한국해양대학교 전자통신공학과(공학박사 과정)
*주관심분야 : 무선통신망, 안테나, 통신정책

조 학 현(Hag-Hyun Jo)
1973년~1975년 : 광운대학교 무선통신과 졸업(행정학석사)
1977년~1980년 : 건국대학교 행정대학원 졸업(행정학석사)
1990년~1992년 : 호서대학교 공과대학원 졸업(공학석사)
1996년~현재까지 : 한국해양대학교 대학원 전자통신공학과 박사과정
*주관심분야 : 통신이론, 해상통신시스템.

김 정 년(Jeong-Nyun Kim)
1997년 2월 목포해양대학교 통신공학과(공학사)
1997년 3월~현재 한국해양대학교 전자통신공학과(공학석사 과정)
*주관심분야 : 해상이동통신, GMDSS, 통신정책