
위성 EPIRB 표준 성능측정을 위한 Test Bench의 설계 및 구현에 관한 연구

임종근* · 김기문**

A Study on Design and Implementation of the Test Bench for Standard Performance Measurement of Satellite EPIRB

Jung-gyun Lim* · Ki-moon Kim**

요 약

범세계 해상 조난·안전 시스템에 따라 이의 한 요소인 위성 EPIRB는 국제항해에 종사하는 300GT 이상의 모든 선박에 의무적으로 탑재해야 할 뿐 아니라 각국의 자국법에 의해 어선과 같은 소형선에서도 위성 EPIRB 탑재를 확대 보급되고 있는 추세이다. 그러나 이를 규제하고 있는 현행 국내법으로는 국제법에서 요구하고 있는 위성 시스템과의 호환성 및 장비 자체의 성능을 정확히 평가할 수 없으며 국제법에 준하는 성능 검사가 요구되더라도 일반적인 계측기를 통해서도 확인할 수 없다는 문제점을 안고 있다. 따라서 본 연구에서는 국제법에서 규정하고 있는 대부분의 시험 내용을 확인할 수 있는 시험용 Bench를 설계, 제작하여 기저대역에서 파악하여야 하는 파형에 관련된 사항뿐만 아니라 변조 특성, 주파수 측정, 전력의 측정 등을 쉽게 수행할 수 있도록 하였으며 본 연구의 결과를 통해 전체 시스템과의 호환성과 관련된 송신 반복 주기, 위상 편차, 주파수 안정도 등에 대한 기준을 마련함으로써 결론적으로 조난자의 생명과 직결되는 주요한 조난통신장비의 성능을 향상시키게 할 것이다.

ABSTRACT

It was recommended for all ship engaged in international voyages to carry the Satellite Emergency position Indicating Radio Beacon according to Global Maritime Distress & Safety System but also it is tending to be diffused to require the satellite EPIRB installed in small vessel such as a fishery boat by domestic regulations of each countries. Otherwise the domestic regulation can't evaluate exactly the compatibility with the satellite system and the performance of the equipment itself required by international regulation

And even if it is required the performing of the performance inspection in accordance with international regulation, it is difficult to grasp the characteristics of equipment by a generalized measuring equipment.

Hence this study performed the measurement for the matters related with an wave forms, modulation characteristics, frequency and the power, etc through the design and implementation of the test bench capable of ensuring most of test items regulated by international regulation. Through this study, it has been paved the way being capable of preparation of the standard regarding to transmission repetition period, phase variation and frequency stability related with the system compatibility and in conclusion, it is enable to improve the performance of a main distress communication equipment directly connected with the life of a survivor.

키워드

GMDSS, EPIRB, 비콘, 반복주기, 비변조파의 지속시간

* (주)사라콤 부설 선박자동화연구소

** 한국해양대학교

1. 서 론

최종적으로 1999년 2월 1일부터 전면 적용된 세계 해상 조난·안전 시스템은 A1해역 이상을 항해하는 국제항해에 종사하는 300톤 이상의 모든 선박에 위성 EPIRB(Emergency Position Indicating radio Beacon)를 의무적으로 탑재하도록 규정하고 있다[1],[2].

또한, 많은 국가에서 자국법에 의해 세계 해상 조난·안전 시스템의 비 적용선에 있어서도 위성 EPIRB의 탑재를 점차 확장해 나가고 있다.

이러한 위성 EPIRB는 406.025MHz의 COSPAS-SARSAT 위성을 이용하는 위성 EPIRB와 121.5MHz와 이의 체배 주파수인 243MHz의 VHF(Very High Frequency) EPIRB로 나누어진다. 그러나 통상 위성 비상위치지시용 무선표지설비라 함은 위성중계를 위한 406.025MHz 조난신호 송신기를 탑재하고 부가적으로 항공기용 Homming 신호인 121.5MHz 조난신호 송신기를 내장하는 형태를 일컫는다[3].

현재 위성 EPIRB를 위한 위성 운용상황을 살펴보면 저 궤도상에 7기가 운용 중에 있으며, 상향 주파수에서 도플러 천이가 없기 때문에 조난 위치를 제공하지는 못하지만 향후 위성항법 시스템과 연계하여 운용할 수 있도록 4기의 정지궤도 위성이 운용 및 예비로 배치되어 있다[4].

위성 EPIRB의 조난 신호는 이러한 위성을 경유하여 도플러 효과를 이용해 위치를 계산해 줄 수 있는 LUT(Local User Terminal)에 전달되며 LUT 및 MCC(Mission Control Center)의 지상계 시설을 활용해 수색·구조 활동을 지원할 수 있게 한다.

1990년부터 탑재되기 시작한 위성 EPIRB는 점차 그 활용도가 높아져 2000년에 와서는 약 1,500명 이상을 구조한 성과를 달성함으로써 세계 해상 조난·안전 시스템으로서 그 역할을 충실히 수행하고 있지만 설비의 오류로 인한 조난신호의 오발사 사례 또한 빈번히 발생되고 있는 것으로 알려져 있다[5].

따라서 본 논문에서는 국제적인 위성 EPIRB의 규정을 분석하여 정보통신부 고시의 해상이동업무 및 해상무선항해업무용 무선설비의 기술기준, 형식검정 및 형식등록 처리방법 등에서 시행하고 있지 않은 반복 주기의 측정, 위상 변화의 변위 측정 등에 대한 검사 방법을 제시해 보았고, 국제 규정과 다소 차이를 보이고 있는 주파수 안정도의 측정을 위해 측정이 이루어져야 할 시점을 지정하였을 뿐 아니라 주파수 발진기가 안정적인 주파수를 생성할 수 있는 예열 시간을 감안하여 몇 차례의 측정을 통해 이의 평균을 구하는 방법 등을 제시하였다.

이러한 내용을 검증하기 위해 시험용 Bench가 설계 및 구현되었으며 이의 전체적인 구성은 주파수 카운터, 위상검출의 하드웨어 및 카운트와 평균 계산, 측정된 결과를 도식화하기 위한 소프트웨어 등으로 이루어져 있다. 또한 설계, 제작된 시험용 Bench는 국내 보급된 위성 EPIRB를 통해 내용의 유효성을 입증하였다.

결론으로 본 논문을 통해 선박 조난시, 조난자의 생명과 직결된 주요 장비의 성능 규정이 현재 국내 법에서는 다소 완화되어 있음을 확인할 수 있었고 제작된 시험용 Bench를 통해 국제법에 준하는 성능기준을 제안하고 실행할 수 있는 방안을 제시해 보았다. 위성 EPIRB 성능측정의 개선은 곧 해난사고에 대한 구조 가능성을 높일 수 있는 한 가지 방법이 되며 궁극적으로는 해상 종사자의 복지를 향상시키게 될 것이다.

II. 규정 분석

2.1 메시지 형식과 구조

다음 그림 1은 반복주기 T_R 과 무변조 반복송 T_1 의 주기를 부여주고 있다.

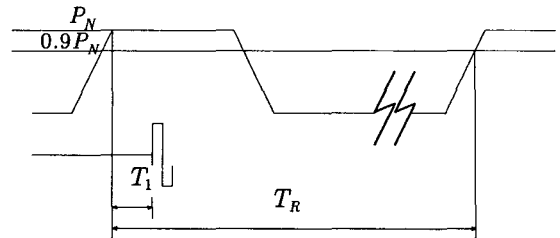


그림 1. 송신 Timing도
Fig 1. Transmission timing diagram

2.1.1 반복 주기

비콘이 반복주기를 임의로 가지도록 설계된다면 두 연속적인 송신의 시작 사이 반복주기 T_R 은 47.5초에서 52.5초의 범위 위에서 무작위로 추출된다. 18회의 연속적인 측정이 이루어져야 하고 최대반복주기와 최소반복주기의 차는 1초 이상이어야 한다.

만약, 비콘이 고정 반복주기를 가진다면 47.5초에서 52.5초의 범위 내에 있어야 하고 최소 8개의 다른 값을 제공하도록 변화되어야 한다.

이것은 어떤 두 송신기의 모든 버스트가 동시에 발생되지 않도록 송신 버스트들 사이의 주기를 임

의로 추출하게 하는 것이다.

반복주기의 측정은 전용 측정기의 설계를 통해 카운터에 의해 계산되어야 한다.

2.1.2 비변조 반송파의 지속시간

송신 시작과 데이터 변조의 시작 사이의 비변조 반송파의 지속시간, T_1 은 다음 관계식을 만족해야 한다.

$$158.4 \text{ ms} < T_1 < 161.6 \text{ ms} \quad (1)$$

여기서 T_1 은 18번의 연속적인 측정을 통해 유도 되고 모든 값은 상기 식의 범위 이내이어야 한다. 이것은 그림 1에서와 같이 송신된 신호의 초기 즉, 송신 시작 후 90% 전력점과 변조 시작점 사이가 $160\text{ms} \pm 1\%$ 의 비변조 반송파로 구성되어야 하기 때문이다.

2.1.3 Bit Rate 및 안정도

BPS(Bits Per Second) 단위로 Bit Rate는 최소 한 번 송신의 15비트 이상을 측정하고 다음 관계식을 만족해야 한다.

$$396 \text{ bps} < f_b < 404 \text{ bps} \quad (2)$$

여기서 f_b 는 18번의 연속적인 측정을 통해 구해 지고 모든 값은 상기 식의 범위 이내이어야 한다.

이러한 측정은 전체 전송시간에 관한 특성과 일 맥상통한 내용으로 최대전력의 90% 전력점에서 측정하여 단문 양식의 경우는 $440\text{ms} \pm 1\%$ 이내이어야 하고 장문형식의 경우 $520\text{ms} \pm 1\%$ 이내 이어야 한다.

2.1.4 메시지 코딩

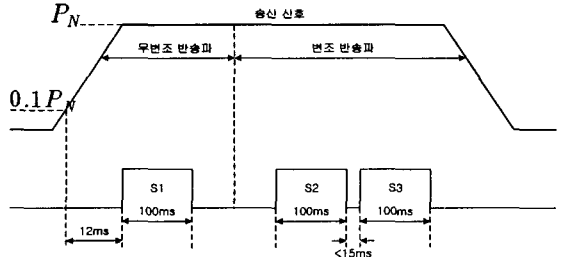
디지털 메시지의 내용은 유효성 및 각 데이터 필드에 대한 양식에 맞는지 검사되어야 한다. BCH(Bose-Chadhuri-Hocquenghem) 오류정정코드가 정확한지 검사되어야 하고 디지털 메시지의 내용은 전체시험이 이루어지는 동안에 감시되어야 한다. 또한 비콘이 부호화된 위치 데이터를 송신하는 경우에는 이러한 데이터를 통해 검출된 위치의 오류는 5km 이내이어야 한다.

2.2 변조장치 및 406MHz 송신기

2.2.1 송신 주파수

송신 주파수는 각 전송이 이루어지는 동안 406 MHz에 직접 또는 하향 변환된 주파수에서 다음 그림 2에서 보이는 것과 같이 약 100ms의 여러 가지 간

격으로 측정되어야 한다. 기준 주파수와 이의 안정도는 18회의 동일한 전송으로부터 수집된 데이터를 통해 계산될 수 있다.



- S_1 펄스 : 비변조 반송파의 송신후 12ms에서 시작
- S_2 펄스 : 비트 23의 처음에서 시작
- S_3 펄스 : S_2 의 종료후 15ms 이전에서 시작

그림 2. 측정 간격의 정의
Fig 2. The definition of measuring interval

이러한 송신 주파수는 초기에 $406.025\text{MHz} \pm 2\text{kHz}$ 로 설정되어야 하며 초기 설정을 포함해 5년 이내에 $\pm 5\text{kHz}$ 이상을 벗어나지 않아야 한다.

2000년 1월 1일부터 형식승인 신청된 새로운 406MHz 모델은 $406.028\text{MHz} \pm 1\text{kHz}$ 로 송신하도록 설정되어야 한다.

○ 공칭치

평균 송신 주파수, f_0 는 다음과 같이 18 연속 전송이 이루어지는 동안에 S_1 펄스 간격에서 구해진 $f_i^{(1)}$ 의 18회 측정으로부터 구해진다.

$$f_0 = f^{(1)} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_i^{(1)} \quad (3)$$

여기서 $n=18$

○ 단기 안정도

단기 주파수 안정도는 18 연속 전송이 이루어지는 동안에 S_2 및 S_3 의 펄스 간격에서 구해진 $f_i^{(2)}$ 와 $f_i^{(3)}$ 측정으로부터 유도된다.

$$\sigma_{100\text{ms}} = \left\{ \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{f_i^{(2)} - f_i^{(3)}}{f_i^{(2)}} \right\}^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

여기서 $n=18$

상기 관계식은 변수에 대한 엘런 변수에 해당되며 여기에 사용된 측정 조건은 두 측정 사이에 휴지시간에서 차이를 보인다.

○ 중기 안정도

중기 주파수 안정도는 18 연속 전송이 이루어지는 동안에 순시점 t_i 에서 $f_i^{(2)}$ 의 측정으로부터 이루어진다. n 측정 열에 대해 중기 주파수 안정도는 15분 주기 이상의 주파수 대 시간에 대한 평균 곡선과 이 평균곡선에 대한 오차 주파수 변화에 의해 정의된다.

평균곡선은 분당 1×10^9 를 초과하지 않아야 하고 오차 주파수 변화는 3×10^9 를 초과하지 않아야 한다. 여기서 평균곡선은 다음과 같이 주어진다.

$$A = \frac{n \sum_{i=1}^n t_i f_i - \sum_{i=1}^n t_i \sum_{i=1}^n f_i}{n \sum_{i=1}^n f_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n t_i \right)^2} \quad (5)$$

여기서 $n = 18$ 이며 최소 자승법에 의한 직선 원점에서의 좌표는

$$B = \frac{\sum_{i=1}^n f_i \sum_{i=1}^n t_i^2 - \sum_{i=1}^n t_i \sum_{i=1}^n t_i f_i}{n \sum_{i=1}^n t_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n t_i \right)^2} \quad (6)$$

로 주어지며 $n = 18$ 이다. 오차 주파수 변화는

$$\sigma = \left\{ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (f_i - A t_i - B)^2 \right\}^{1/2} \quad (7)$$

로 주어지며 여기에서의 n 또한 18이다.

2.2.2 송신 출력

○ 송신 출력 레벨

송신 출력 레벨은 송신 출력단에서 측정한다. 송신 출력의 측정이 이루어지는 동안 안테나는 일반적인 운용 조건하에서 동일한 송신기 전압 정재파비를 나타내는 의사부하로 대체되어지며 단지 시험 목적으로 비콘에 연결되는 임피던스 매칭 네트워크의 RF 손실은 출력 측정에서 계산되어야 한다.

송신 출력은 전압 정재파비가 1.25:1 이하의 50 Ω 부하로 측정하여 $5W \pm 2dB(35dBm \sim 39dBm)$ 의 범위 이내이어야 한다. 이러한 송신 출력은 지정된

운용 온도 범위내의 어떠한 온도 하에서 24시간 운용되는 동안에 유지되어야 할 것이다.

○ 송신 출력 상승시간

송신 출력 상승시간은 오실로스코프로 10%에서 90% 전력점까지 버스트 포락선의 상승시간을 측정함으로써 결정될 수 있다.

○ 스퓨리어스 출력

이 측정 또한 50Ω으로 운용되는 비콘으로 수행되며 406.025MHz의 중심 주파수를 가진 무변조 반송파에 대해 다음 그림 3과 같이 $\pm 24kHz$ 까지 단계별로 스퓨리어스에 대한 발사를 제한하고 2차 고조파와 3차 고조파까지 확장하더라도 스퓨리어스 발사 강도는 중심 주파수의 출력 레벨에서 최소한 40 dB 이상의 차이를 나타내어야 한다.

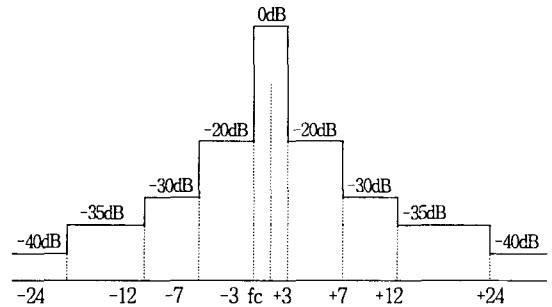


그림 3. 406.0MHz~406.1MHz 대역의 스퓨리어스 마스크
Fig 3. The spurious mask for 406.0MHz~406.1MHz band

2.2.3 데이터 엔코딩 및 변조

데이터 부호화, 변조방법은 다음 그림 4와 같다.

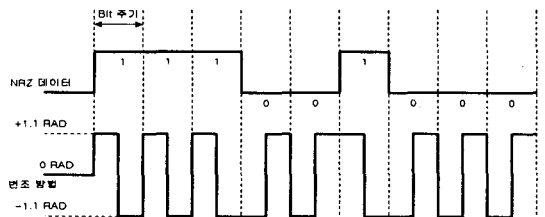


그림 4. 데이터 부호화와 변조
Fig 4. Data encoding and modulation

반송파는 비변조파에 대해 $\pm 1.1 \pm 0.1$ 라디안으로 위상 변조된다. 정(+)의 위상 천이는 정격 위상에 대해 위상이 진행된다.

변조된 파형의 상승(T_R) 및 하강(T_F) 시간은 그림

5와 같으며 $150 \pm 100 \mu s$ 이어야 한다.

변조의 대칭성은 그림 6에서와 같이 나타나며

$$\frac{\tau_1 - \tau_2}{\tau_1 + \tau_2} \leq 0.05 \quad (8)$$

과 같이 된다.

변조지수의 측정법은 송신의 변조된 부분에서 처음 15비트 동안에 수행되어야 하고 평균값이 정(+) 및 부(-)의 위상편차에 대해 결정된다. 국제규정에서는 완전하게 복조된 전송을 표시하거나 감시하도록 권고하고 있다.

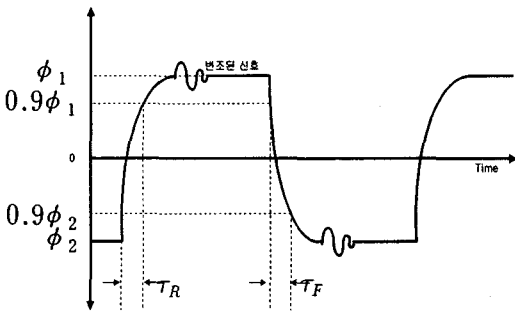


그림 5. 변조 상승 및 하강 시간
Fig 5. Modulation rise and fall time

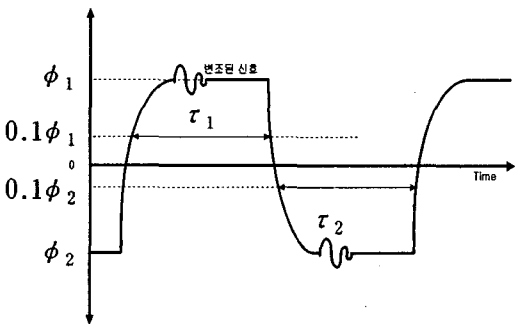


그림 6. 변조 대칭구조의 정의
Fig 6. The definition of modulation symmetry

2.3 기타

송신기가 최소 5분안 개방회로로 동작하고 이후 5분 동안 단락회로로 동작되어도 이상 없음을 확인하는 전압정재파비 시험, 위성 EPIRB의 연속 송신에 대한 안정성을 점검하기 위한 연속 송신으로부터의 보호기능에 대한 시험, 오실레이터 제작자

의 시험 데이터에 의해 입증될 수 있는 장기 주파수 안정도에 대한 시험, 자가진단 기능에 대한 시험 및 비콘내에 어떤 다른 전기적인 장치(Homming 송신기, SART, Strobe Light 등)들이 406MHz 신호에 영향을 주지 않고 배터리가 요구하는 운용 수명주기 동안에 이들 주변장치를 포함한 전체 부하로 동작될 수 있음을 확신할 수 있는 시험 등이 이루어질 수 있다[6].

본 연구에서 기타 사항은 설계 및 구현에서 제외되었다.

III. 위성 EPIRB 시험용 Bench의 설계

시험용 Bench는 기본적으로 비콘에 의해 송신된 신호를 수신하고 다음 그림 7과 같이 다양한 동기 신호, 5MHz 기준 주파수 및 100kHz의 비콘 출력 주파수를 만들어 낼 수 있도록 설계되었다. 또한 이 장치는 메시지 내용을 직접 또는 16진 복호를 수행할 수 있도록 설계되어 있으며 컴퓨터와의 인터페이스를 통해 다양한 측정 도구의 교정, 카운터에 의해 수행되는 측정값의 수집 및 최종적으로 시험 장치의 성능을 평가할 수 있다.

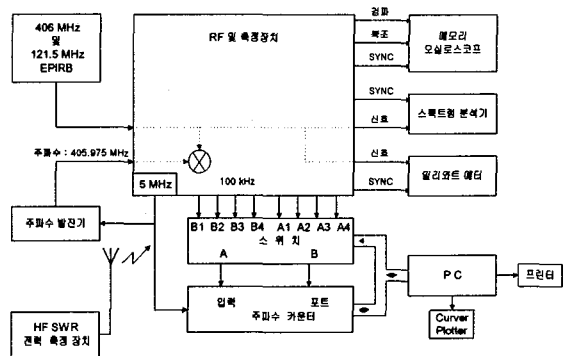


그림 7. 시험용 Bench의 기초설계
Fig 7. The basic design of the test bench

3.1 신호 수신단

안테나 또는 RF 출력단으로부터 직접 유도된 공중선 전력은 다음 그림 8 및 그림 9와 같이 방향성 결합기를 통해 전계 강도의 측정을 위한 신호와 메시지의 형식 및 구조를 측정하기 위한 신호로 분리시켰으며, 또한 121.5MHz 및 406.025MHz각각의 주파수

에 해당하는 신호로 분리시켰다.

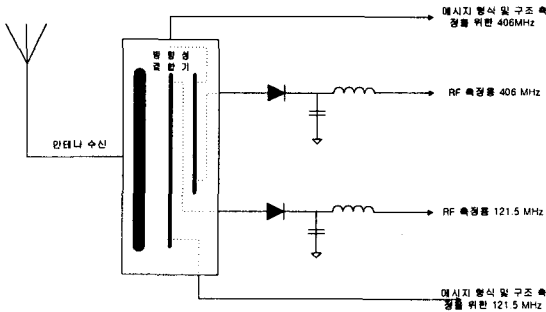


그림 8. 안테나 수신용 방향성 결합기
Fig 8. The directional coupler for the Antenna

방향성 결합기의 구현은 스트립 라인의 거리 및 두께에 따른 정합특성을 이용하여 입력신호에 가까운 스트립 라인에서 121.5MHz를 정합하고 다음의 스트립 라인에서 406MHz를 정합시킨다[7].

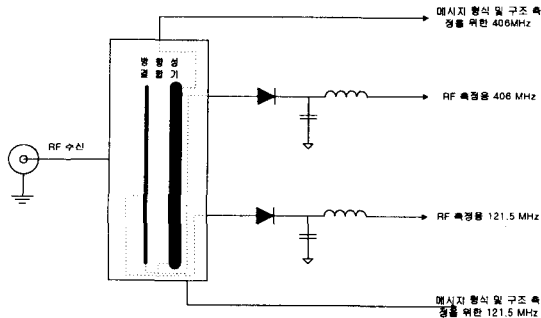


그림 9. RF신호 수신용 방향성 결합기
Fig 9. The directional coupler for the RF port directly

3.2 전력 측정

방향성 결합기를 통해 유도된 신호는 그림 8 및 그림 9에서와 같이 직류성분을 제거한 후, 연산증폭기에 의해 실제 신호의 레벨에 맞도록 조정되며 8비트 A/D 변환기에 의해 완전한 디지털 신호로 바뀌어진다.

그림 10의 8비트 A/D변환기는 406MHz 조난신호를 최대 12.5W까지 0.012W 단위로 표현하고 121.5 MHz 조난신호는 25mW~64mW까지 나타낸다.

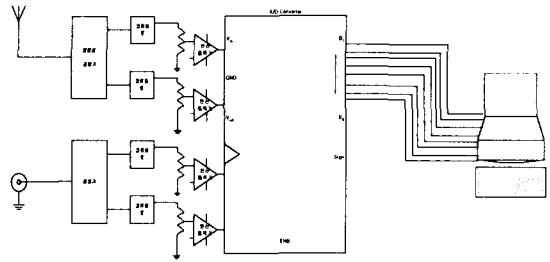


그림 10. 전력 측정을 위한 A/D변환
Fig 10. A/D conversion to measure the power

3.3 주파수 변환

방향성 결합기를 통해 분기된 다른 하나의 신호는 그림 11과 같이 406MHz와 121.5MHz 조난신호를 각각 100kHz와 1.5MHz 신호로 주파수 변환시켜 필요한 측정이 이루어지도록 설계하였다[8].

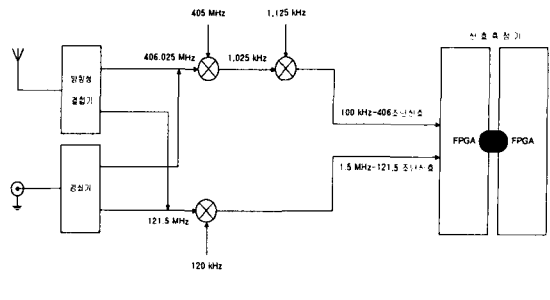


그림 11. 100kHz 및 1.5MHz 주파수 변환
Fig 11. Frequency conversion to 100kHz & 1.5MHz

그러나 1.5MHz로 주파수 변환된 121.5MHz 조난신호도 FPGA(Field Programmable Gate Array) 내부에서 15분주기에 의해 다시 100kHz의 동일한 주파수로 변경된다.

406.025MHz신호에 합성되는 405MHz 및 1.025MHz의 국부발전 주파수는 가변용량 다이오드에 의해 생성된 405MHz를 81분주한 신호와 5MHz의 OCXO (Oven Controlled Oscillator)입력을 위성 검출기를 통해 안정된 405MHz를 생성하고 이 신호는 다시 9분주, 5분주, 8분주함으로써 1.025MHz를 생성한다[9].

121.5MHz신호에 합성되는 120MHz의 국부 발전 주파수는 가변용량 다이오드에 의해 생성된 120MHz를 6분주기, 2분주기의 J-K 플립플롭 2개를 통해 전체적으로 24분주한 신호와 5MHz의 OCXO (Oven Controlled Oscillator)입력을 위성 검출기를 통해 안정된 120MHz를 생성한다[10].

주파수 합성기에서 1.5MHz로 주파수 변환된 121.5

MHz의 조난 신호는 다시 FPGA의 초단에서 25분주기에 의해 100kHz의 신호로 변환된다.

3.4 위상변화 측정

위성 EPIRB의 측정에서 가장 중요한 의미를 가지고 측정 또한 난해한 부분이 위상의 측정이다. 실제 위성 EPIRB로부터의 406MHz 조난신호는 전체 위상이 +1.1 라디안에서 -1.1 라디안까지 150μs 동안 변동되므로 다음 그림 12에서와 같이 2.33kHz의 주파수 변화가 일어난다.

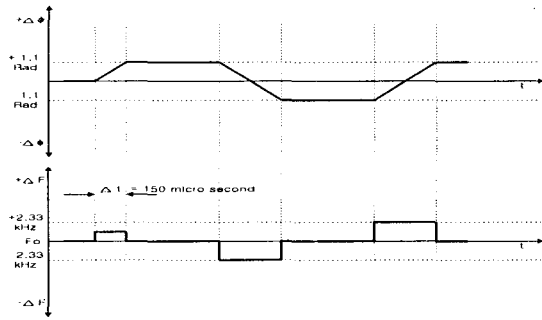


그림 12. 위상변조에 대한 주파수 천이
Fig 12. Frequency shift versus phase modulation

조난 메시지에 대한 위상 검출은 D 플립플롭과 Exclusive OR 게이트를 활용한 2-상태 시퀀스 형태 위상 검출기에 의해 다음 그림 13과 같이 위상 변화의 시간을 측정함으로써 100kHz로 변환된 신호에 대한 위상 천이를 환산할 수 있게 하였다[11].

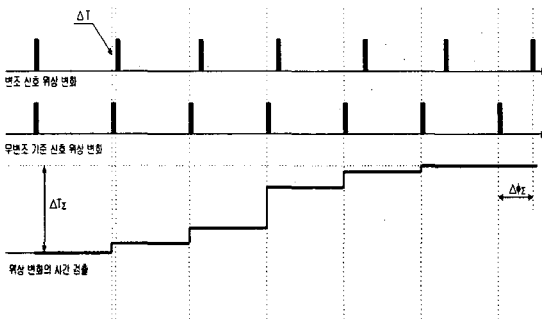


그림 13. 위상천이 시간 측정
Fig 13. The measurement of frequency shift time

406.025MHz 신호의 변조 상승 및 하강 시간에 해당하는 0~250μs는 위상 검출기에 의해 측정되는

최대 위상차가 몇 주기에 발생되는 지를 측정하며 250μs는 50주기에 해당한다.

3.5 주파수 안정도 측정

100kHz로 변환된 406.025MHz 조난신호의 주파수를 카운터하기 위해서는

$$F_{IN} = 120 \text{ MHz} \times \frac{4060.25}{1} \times \frac{N}{120 \text{ MHz}} \quad (9)$$

의 주파수 환산을 위한 식이 적용되었고 다음 그림 14와 같이 주파수 카운터에 기준 신호로서 120MHz가 적용되었으므로 측정된 주파수 N에 4060.25를 곱한 값이 기록된다.

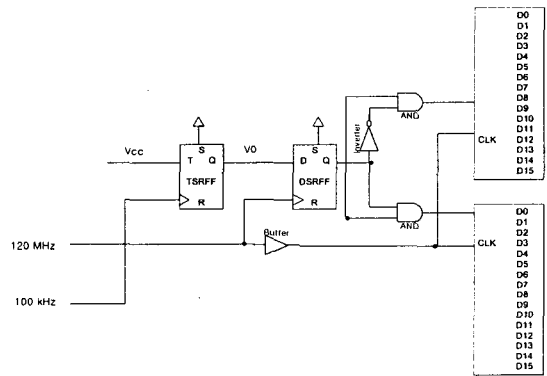


그림 14. 주파수 카운터의 설계
Fig 14. A design of frequency counter

주파수 안정도의 측정을 위해 측정이 이루어져야 할 시점 S₁, S₂, S₃에 대한 정보는 위상 변화 측정을 위한 위상 검출기로부터 제공되며 각 100ms의 지속시간에 해당하는 20,000주기 동안의 주파수에 대한 측정값을 단기 안정도 및 중기 안정도의 공식에 대입하여 18회의 평균값이 구해진다.

IV. 시험용 Bench를 통한 측정결과

4.1 전력 측정 결과

다음 그림 15는 측정된 송신전력의 예를 보이고 있으며 측정된 결과는 406MHz 조난 신호의 경우 50Ω의 부하에서 5W±2dB 이내 존재함을 확인할 수 있었고, 121.5MHz 조난신호의 경우 50Ω의 부하

에서 변조없이 40mW±2dB 이내에 존재함을 확인할 수 있었다.

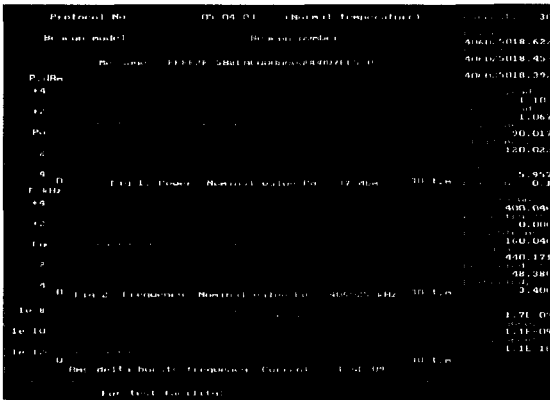


그림 15. 방사 전력의 측정된 결과

Fig 15. A measured result for radiation power

4.2 위상 측정 결과

다음 그림 16은 위상 변조의 변위를 측정한 화면을 보여주고 있으며 이 화면과 함께 CW 반송파 성분과 초기 3비트를 사용하여 변조와 관련된 항목을 측정할 수 있도록 하였다.

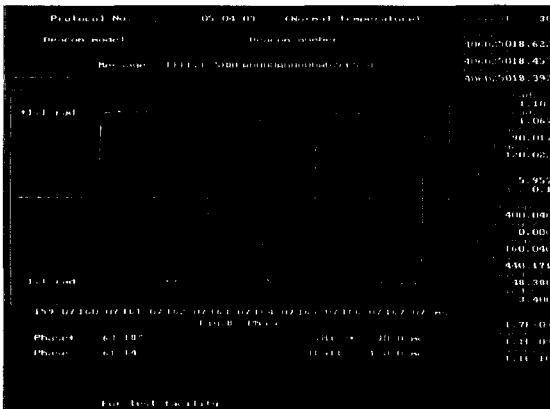


그림 16. 위상 관련 시험의 측정 결과

Fig 16. A measured result related with phase test

이 화면을 통해 변조와 버스트에서 버스트까지의 안정도를 평가해 볼 수 있다. 1.1±0.1 라디안(약 63°)의 제한선을 함께 나타냄으로서 측정결과에 대한 평가를 쉽게 할 수 있도록 하였다.

초기 시험에서 위상의 평균선이 적은 범위 내에서 올라가거나 내려올 수도 있으며 이것은 버스트

내부의 주파수가 정확히 안정되지 않았으며 위상은 주파수와 관련된 함수이기 때문이다. 변조장치가 적절하게 동작한다면 위상의 편차는 위상 평균선(0점)에 근접하게 나타난다.

그림 16에서 위상변조의 상승 및 하강시간은 150±100μs의 허용오차에 대해 변조 상승시간으로 90μs, 변조 하강시간으로 120μs가 측정되었다. +위상과 -위상의 지속시간에 대한 변조의 대칭성은 0%로 정확하게 +위상의 지속시간과 -위상의 지속시간이 일치함을 확인할 수 있었다.

4.3 주파수 안정도 측정 결과

주파수 안정도의 측정에서 공칭치는 그림 15에서 전력의 측정과 함께 나타내었다. 단기 주파수 안정도 및 중기 주파수 안정도의 평균 곡선과 오차 주파수 편차는 다음 그림 17에서와 같이 18회의 연속적인 송신을 통해 구해진 결과를 나타내었다.

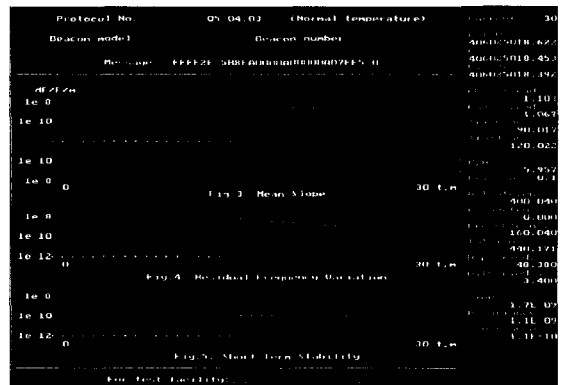


그림 17. 주파수 안정도에 대한 측정 결과

Fig 17. A measured result for frequency stability

각 측정은 변조된 부분에서 이루어졌으며 최소 상승법을 이용한 근사법을 사용하여 측정내용이 직선으로 조정되었다.

V. 결론

본 연구에서는 먼저, GMDSS에 의해 국제항해에 종사하는 300톤 이상의 모든 선박 및 자국법에 의해 소형선에서도 점차 활용도가 높아가는 해상 이동업무용의 위성 EPIRB가 오조작 및 성능 점검의 미비에 의해 2003년 12월에 발행된 COSPAS-SARSAT의 게시판에서는 약 3년 동안 평균 2.5%

의 오발사를 기록하고 있을 뿐 아니라 성능점검이 제대로 이루어지고 있지 않은 것으로 조사되어 먼저, 위성 EPIRB의 운용방법 및 현황을 살펴보고 관련 규정을 분석해 보았다.

그리고 이를 통해 시험용 Bench의 제작에 대한 필요성을 도출하여 실제 설계 및 제작을 해보고 보급된 위성 EPIRB를 통해 그 유효성을 검증해 보았다.

특히, 국제법에 따라 주파수에 대한 측정은 공칭치를 비롯하여 단기, 중기, 장기 안정도로 나누어 정밀하게 수행할 수 있도록 설계되었으며 이는 저레도 LUT에서 도플러 효과를 통해 위치를 검출하는 중요한 요소가 되므로 측정에서 중요한 의미를 가지게 된다. 또한 국내에서 규제하지 않고 있는 반복주기의 측정, 위상 변위, 변조 상승 및 하강시간 등을 측정할 수 있도록 함으로서 국제법에 준하는 올바른 검사 방법을 국내에서 시행할 수 있는 근거를 마련하였을 뿐 아니라 관련 법 제도의 정비를 가져올 수 있을 것으로 기대된다.

향후, 지속적인 연구를 통해 제작된 위성 EPIRB 시험용 Bench와 함께 스펙트럼을 이용한 스푸리어스 측정, 오실로스코프를 통한 데이터 부호 측정, 전압정재파비에 대한 실험, 수면에서의 전파송신 특성 등을 일괄적으로 시험할 수 있는 종합적인 시험 방안을 연구하고 시험표준으로 제시해 보고자 한다.

참고문헌

[1] L. Tolley 외, "Understanding GMDSS", Edward Arnold, 1994
 [2] 김기문, "전파통신관리체제와 인력운용에 관한 연구", 경남대학교, pp87, 1993.
 [3] 정보통신부 고시, "해상이동업무 및 해상무선항행업무용 무선설비의 기술기준", 정보통신부, p.49-54, 2002.
 [4] C/S T.001, "Specification For COSPAS-SARSAT 406MHz Distress Beacon, COSPAS-SARSAT, 1998
 [5] C/S Secretariat "Information Bulletin No.13", COSPAS-SARSAT, pp.7-8, 2000
 [6] C/S T.007, "COSPAS-SARSAT 406MHz Dist-

ress Beacon Type Approval Standard, COSPAS-SARSAT, 1995.

[7] 이기학 외, "전자파 및 안테나 공학", 광문각, pp52-60, 2001.
 [8] On Semiconductor, "MC1496, MC1496B Data Sheet", Semiconductor Components Industries, pp8-10, 2001.
 [9] 송인근, "FSK-주파수 도약 데이터 통신시스템에서의 디지털 주파수 합성기의 영향분석", 한국해양정보통신학회 논문지, 제 7권 5호, pp881, 2003년 10월.
 [10] Dan H. Wolaver, "Phase-Locked Loop Circuit Design", PTR Prentice Hall, pp257-259, 1991.
 [11] 박홍준, "CMOS 디지털 직접회로 설계기술", High-Speed CMOS IC Laboratory, 12.3절, 2002.

저자소개

임종근(Jung-gyun Lim)

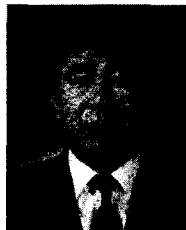


1993 광운대학교 전자통신공학과 공학사
 1996 한국해양대학교 전자통신공학과 공학석사
 2003 한국해양대학교 전자통신공학과 공학박사

1993년 ~ 현재 (주)사라콤 부장

※관심분야 : 해상이동통신, 항해자동화, EMC

김기문(Ki-moon Kim)



1972 광운대학교 전파통신공학과 공학사
 1978 건국대학교 통신행정학석사
 1994 경남대학교 전파통신행정학 박사

1983~현재 한국해양대학교 공과대학 교수

※관심분야 : 정보공학, 통신행정, 전파행정