
해수센싱 방법의 개선에 의한 EPIRB 오동작의 최소화 방안 연구

이영수* · 최조천*

A Study on Minimize Method of EPIRB's Error Operation by Improve the Seawater Sensing

Young-soo Lee* · Jo-Cheon Choi*

요 약

EPIRB는 기존의 통신방식에 대한 문제점은 해결하였으나, EPIRB에 대한 제작사마다 취급방법의 상이 등으로 인한 사용자의 취급부주의 또는 설비의 결함 등으로 국제적으로 실제 조난신호가 아닌 허위의 조난신호가 전체 신호의 약 94%를 차지하는 문제점이 대두되었다.

이에 따라 국제기구 및 제작사 등에서는 오발사를 감소시키기 위한 다양한 방법이 강구되었고 제작사에서는 설비의 특성을 고려하여 초기의 자동이탈장치에서 EPIRB가 분리되면 즉시 발사되는 형태에서 자동이탈장치에서 EPIRB가 이탈되어도 해수에 잠겨야만 조난신호가 발사되도록 개선하였으나 아직도 오발사는 크게 줄어들지 않고 있는 실정이다.

본 논문에서는 현행 COSPAS-SARSAT 시스템 및 EPIRB의 국내·외 기술기준 및 표준 등을 검토하여 EPIRB의 오발사를 최소화하는 방안으로 브리지형 해수검출 센서를 연구하였다.

ABSTRACT

The EPIRB overcame the limitations of the conventional marine communication systems, the false distress calls by EPIRB systems internationally account for about 94 percent of the total calls because of the different usages of EPIRB systems with manufacturers, users' errors, and systems' faults.

To resolve these problems, international bodies and manufacturers are developing many measures to reduce those error emissions. In conventional systems, the distress call was sent immediately after the EPIRB is removed from the automatic release system. Taking into account the properties of the system, however manufacturers improved the operation so that the distress call is sent only when the EPIRB is released and then immersed into water. In spite of these efforts, the error emissions have not significantly reduced.

In this study, the domestic and international technical regulations and standards for the COSPAS-SARSAT and satellite EPIRB systems were reviewed, and a bridge-type water detection sensor was developed to minimize the error emission from EPIRB.

키워드

EPIRB, 해수검출센서, 더블브리지회로

I. 서론

EPIRB는 조난선박의 수색 및 구조(SAR: Search and Rescue)활동이 용이하도록 조난경보와 위치정보를 제공하는 설비로서 선박의 초기 조난여부에 대한 정보를 제공하는 중요한 역할을 담당하고 있으나, 자동이탈장치 불량, 사용자 미숙, 동작불량 등 허위 조난신호에 대한 문제점이 크게 대두되었다. 허위의 조난발사를 감소시키기 위하여 자동이탈장치에서 EPIRB가 이탈이 되더라도 조난상황이 아닌 경우에는 조난신호가 발사되지 않도록 EPIRB의 성능요건이 변경되었으나, 표-1의 조난신호 발신현황에 나타난 것처럼 아직도 국내·외 허위의 조난신호는 전체신호의 약 94%로 감소되지 않고 있다. 이에 따라 국내뿐만 아니라 전 세계적으로 오발사에 의한 조난신호의 발사 방지 및 최소화를 위하여 다양한 방법들이 강구되고 있지만 오발사율은 줄어들고 않고 있는 실정이다.[1][2][3]

표 1. EPIRB 조난신호 발신 현황
Table 1. The present state on distress signal emission of EPIRB

연도	총 계	실제 조난	오발신 원인별					확인 불가
			취급 부주의	기기 고장	장착 하자	기상 요인	원인 미상	
누계	1,026 (100)	71 (6.9)	432 (42.1)	72 (7.0)	14 (1.4)	172 (16.8)	213 (20.7)	52 (5.1)
02년	222	15	77	16	8	42	56	8
03년	257	21	100	20	4	60	38	14
04년	277	19	135	12	0	27	68	16
05년	270 (100%)	16 (5.9)	120 (44.5)	24 (8.9)	2 (0.7)	43 (15.9)	51 (18.9)	14 (5.2)

본 논문에서는 EPIRB의 오발사를 최소화 할 수 있는 방안으로 현행 EPIRB의 해수검출센서를 개선하는 방법으로 안정성과 신뢰성을 갖출 수 있는 오발사 방지용 브리지형 해수검출 센서를 구현하여 실험하였다.

II. EPIRB의 문제점 분석

2.1. 일반적인 문제점

EPIRB 오발사의 주요 원인은 표-1에 나타난 것과 같이 사용자 취급부주의에 의한 오발사가 가장 많은 비중을 차지하는 것으로 분석되었다. 이는 EPIRB를 조작하는 스위

치부에 대한 통일된 국·내외 표준이 없는 관계로 제작사마다 조작스위치가 상이함과 EPIRB에 익숙하지 않은 선박 종사자들의 취급부주의가 대부분인 것으로 나타났다. 다음 그림 1은 EPIRB의 스위치 조작부를 나타낸 것이다.

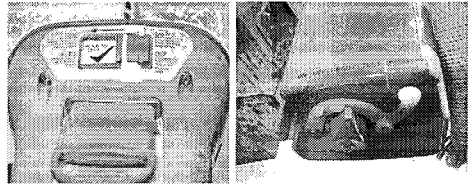


그림 1. EPIRB 스위치 조작부
Fig. 1. Switch part of EPIRB

2.2. 기계적인 문제점

도입 초기에는 EPIRB가 자동이탈장치에서 분리되면 마그네틱 스위치가 단락되어 조난신호가 발사되는 방식을 채택하였다.

그러나 이러한 시스템만을 채택한 EPIRB는 선박의 페인팅, 진동 등 여러가지 환경적 요인에 의한 자계의 소멸 또는 마그네틱 스위치의 자체 결함에 의한 오발사가 주요 원인으로 분석되었다.

이에 따라 제작사에서는 EPIRB가 자동이탈장치에서 분리되어 물에 잠겨야만 조난신호가 발사되도록 개선하였으나, 마그네틱 스위치의 결함과 더불어 대부분의 제품에서 2점검 해수검출 센서를 사용하고 있기 때문에 선박의 황천향해로 인한 해수의 유입 또는 악천후로 인한 담수 유입, 기타 보관함의 불량 등으로 2점검이 해수에 의하여 쉽게 단락(접속)되므로 오발사 동작이 발생할 수밖에 없다.

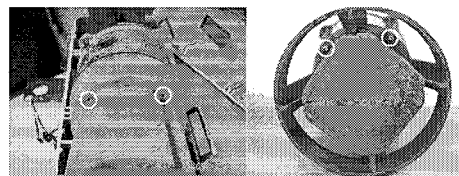


그림 2. 국내제품 해수검출 센서
Fig. 2. Seawater detection sensor of the domestic product

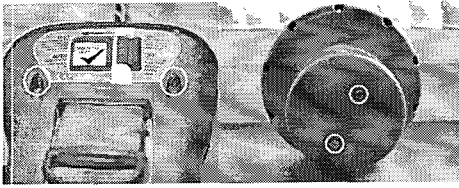


그림 3. 국외제품 해수검출 센서
Fig. 3. Seawater detection sensor of the outside product

그림 2와 그림-3은 국내·외 EPIRB의 해수검출 센서 형태 및 2점점 해수검출 센서의 부착위치를 보이고 있다. 따라서 본 논문에서는 현행 EPIRB에서 채택하고 있는 해수센서 문제점의 개선방안으로 브리지회로를 응용한 4점점 해수검출 센서를 연구 및 구현하였다.

III. 4점점 워터검출센서의 구현

본 논문에서는 실제 선박이 침몰 하였을 경우에만 EPIRB가 동작할 수 있도록 정밀형 더블브리지 회로를 이용한 4점점 해수검출 센싱회로를 연구하여 실험하였다.

3.1. 해수검출 센싱회로의 설계

본 논문에서는 해수센싱을 위하여 직류브리지의 일종인 그림 4의 켈빈더블브리지 회로를 이용하였다.

켈빈더블브리지는 휘스톤브리지에 보조저항을 첨가한 것으로 $1[\Omega]$ 이하의 저저항의 정밀측정에 사용된다. 일반적으로 켈빈더블브리지는 $1[\Omega]$ 이하 $10^{-5}[\Omega]$ 까지 $\pm 0.2\%$ 정도의 오차를 갖도록 측정할 수 있다.[4][5] 브리지의 평형조건은 다음과 같다.

$$PI_1 = R_S I_2 + I_3$$

$$QI_1 = R_x I_2 + I_3$$

$$I_3 = \frac{r}{p+q+r} I_2$$

위 식에 의해 미지저항 R_x 를 구하면

$$PI_1 = \left(R_S + \frac{pr}{p+q+r} \right) I_2$$

$$QI_1 = \left(R_x + \frac{qr}{p+q+r} \right) I_2$$

$$\frac{P}{Q} = \frac{\left(R_S + \frac{pr}{p+q+r} \right)}{\left(R_x + \frac{qr}{p+q+r} \right)}$$

$$\therefore R_x = \frac{Q}{P} R_S + \frac{pr}{p+q+r} \left(\frac{Q}{P} - \frac{q}{p} \right)$$

만일, $\frac{Q}{P} = \frac{q}{p}$ 인 평형조건이 항상 성립된다면, 식 (7)은

$$R_x = \frac{Q}{P} R_S [\Omega]$$

로 되어 간단히 미지의 저항을 구할 수 있다.

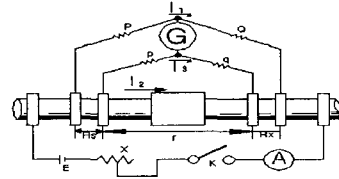


그림 4. 더블브리지 회로
Fig. 4. Double bridge circuit

3.2. 해수검출 센싱회로의 제작

해수검출 센싱회로의 구성도는 그림 5와 같으며, Bridge1은 EPIRB에 내장된 브리지회로이고, Bridge2는 물에 잠겼을 때 형성되는 켈빈더블브리지를 응용한 더블브리지의 형태이다. 이와같이 물에 의한 저항값의 변화에 따라 완전한 침수 상태에서만 동작하도록 설계하면 EPIRB의 오발사를 최소화할 수 있다.

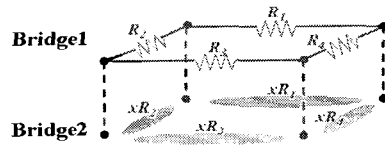


그림 5. 더블브리지회로의 구성 형태
Fig. 5. Construction of double bridge circuit

그림 6은 제안된 EPIRB의 발사과정을 나타낸 것이다. 기존설비의 경우 water센서가 있다 하더라도 파도나 우천, 황천 또는 습기에 의해서 water 센서가 쉽게 단락되어 오발사를 일으키는 경우가 빈번하였으나 본 논문에서 제안한 브리지회로를 이용할 경우,

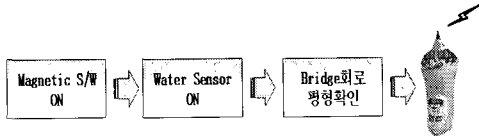


그림 6. 제안된 EPIRB 동작 과정
Fig. 6. Operation of proposal EPIRB

마그네틱 스위치와 water 센서가 단락되더라도 브리지 회로에서 다시 침수에 따른 평형여부를 확인 하므로 오발사를 최소화할 수 있다. 그림 7은 4접점 브리지회로와 물에 의하여 발생된 브리지를 보여주고 있다. 기본 브리지 회로의 평형을 확인한 후 물에 의해 발생한 저항값을 검출하도록 설계하였다

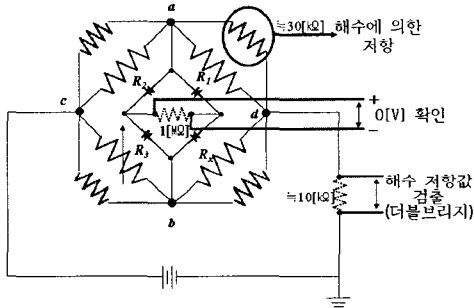


그림 7. 해수검출 더블브리지회로
Fig. 7. Double bridge circuit for seawater detection

그림 8은 해수검출 센싱보드의 해수검출 및 브리지 회로의 평형을 확인하는 순서도이다.

ADC의 방법에는 여러가지가 있으나 본 논문에서는 아날로그 전압의 크기에 관계없이 고분해능의 변환이 이루어지는 점에서 유리하므로 계속추정 변환법을 이용하여 먼저 물에 닿지 않았을 경우, ADC를 이용하여 브리지 회로의 평형을 확인하고 물에 닿았을 경우 발생하는 저항값을 검출하기 위하여 ADC 출력값의 변화량을 검출하여 변화량을 마이크로프로세서로 분석하므로써 더블브리지회로의 평형을 만족하면 조난신호를 발사하도록 하였다.

그림 9는 제안된 water검출 센서의 회로도를 나타낸 것이고, 그림 10은 회로도를 바탕으로 AVR 계열의 칩을 이용하여 실제 제작한 센서 인터페이스 및 마이크로프로세서 보드이다.

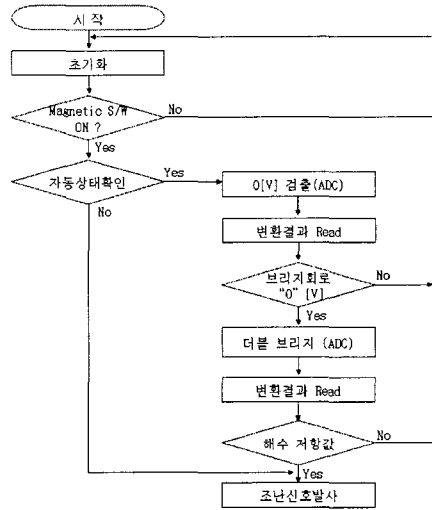


그림 8. 제안된 EPIRB 동작 순서도
Fig. 8. Operation flowchart of Proposal EPIRB

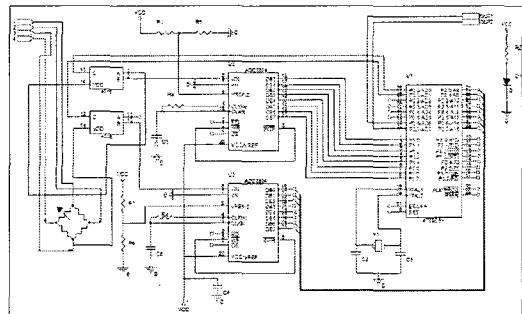


그림 9. 센서인터페이스 회로도
Fig. 9. Circuit of sensor interfacing

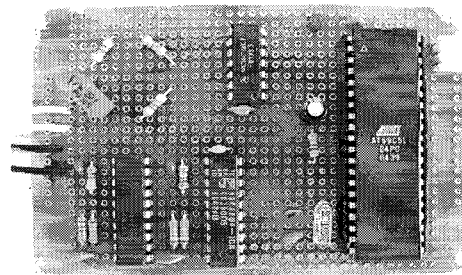


그림 10. 실험용 보드
Fig. 10. Board using experiment

IV. 실험 및 분석

그림 11은 제안된 브리지회로를 장착한 EPIRB의 동작 특성을 확인하기 위한 실험으로 파도나 우천 등에 의한 상황을 고려한 실험과 실제 선박이 침수 됐을 경우를 고려한 실험을 나타내고 있다. 브리지형 해수검출 센서를 장착한 EPIRB는 완전한 침수 상태가 아닌 경우에는 동작하지 않음을 확인할 수 있었다.

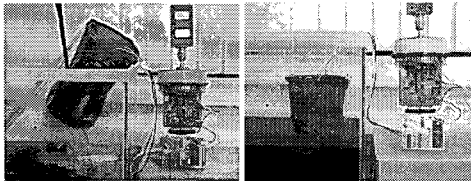


그림 11. 제안된 EPIRB 특성 실험1
Fig. 11. Experiment of prototype

표 2는 현행 EPIRB와 제안된 EPIRB의 실험결과를 나타낸 것이다. 현행 EPIRB의 경우 우천이나 황천시에 오발사의 우려가 상당히 높음을 알 수 있었으나 제안된 EPIRB의 경우 침수상태 이외에는 발사가 되지 않음을 확인할 수 있었다. 즉, 제안된 EPIRB를 사용할 경우 현행 EPIRB보다 기상요건 등에 의한 오발사를 현저히 감소시킬 것으로 사료된다.

표 2. 실험 결과
Table 2. The result of experiment

구분	유입형태		동작 유무(EPIRB)	
	분류		기존	개선
담수	소	우천유입	미발사	미발사
	중	황천, 우천	발사	미발사
	대	침수	발사	발사
해수	소	해수	불확실	미발사
	중	황천, 해수	발사	미발사
	대	침수	발사	발사

V. 결 론

본 논문에서는 오발사의 문제점 분석을 바탕으로 다양한 기상요인 및 환경적 요인에 의한 오발사의 개선을 위하여 브리지회로를 응용한 4접점 해수검출 센싱회로에 대한 설계 및 구현을 통하여 오발사를 최소화하고자 하였다.

현행 EPIRB에서는 대부분 2접점 해수검출 센서를 채택하여 2접점 간 전도도가 형성되면 발사되는 형태와는 다르게 제안된 회로에서는 EPIRB가 자동모드에서 선박의 침수로 인한 4접점 간 동일한 저항 값이 이루어질 때 전도도가 형성되어 조난신호가 발사되도록 설계하여 구현하였다.

실험 및 비교 분석한 결과 기존의 2접점을 이용한 해수검출 센서보다 제안된 회로를 이용한 EPIRB가 오발사를 최소화할 수 있음을 입증하였다.

성능개선과 더불어 EPIRB의 오발사를 최소화 하는데 있어서 사용자의 계층 간 다양성 및 언어의 상이성 등을 고려하여 국제적으로 EPIRB의 조작 스위치의 일원화에 대한 연구도 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

- [1] SOLAS협약 제4장 제7-10장, “무선설비”
- [2] <http://www.momaf.go.kr/>, “선박안전법시행규칙”
- [3] 해양경찰청, “EPIRB 誤, 未 발신 일제점검 성과와 향후 계획”, COMSAR 전문가 워크샵, 2006
- [4] Wobschall, “Circuit Design for Electronic Instrumentation”, McGraw-Hill, 2004
- [5] Jacob Fraden, “Handbook of Modern Sensors”, AIP press, 2003

저자소개



이 영 수(Young-Soo Lee)

1983년 목포해양전문학교 통신과
1999년 진주산업대학교 전자공학과 공학사
2006년 목포해양대학교 해양전자통신
공학과 공학석사

현재 목포해양대학교 해양전자통신공학과 박사과정
한국전파진흥원 검사기획팀 근무
※ 관심분야: 전파통신

최 조 천(Jo-Cheun Choi)

현재: 목포해양대학교 해양전자통신공학부 교수
※ 관심분야: 해양전자통신, 계측제어