

## 수중음향탐지기에서 두주파수송수신체계의 한가지 방법

최수천, 최성국

경애하는 최고령도자 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《과학연구부문에서는 과학기술로 경제발전의 길을 열고 과학기술로 경제를 이끌어 나가야 한다는 관점과 입장을 가지고 우리 경제의 자립성과 주체성을 강화하며 인민생활을 향상시키기 위한 과학기술적방안과 실행대책을 명확히 세우고 집행해나가야 합니다.》

(《조선로동당 제7차대회에서 한 중앙위원회사업총화보고》 단행본 40페이지)

현재 어군탐지기로는 일반적으로 구조가 간단하고 값이 낮은 단일빔음향탐지기[1]가 많이 리용되고있으며 특히 두주파수체계에 의한 단일빔수중음향탐지기는 바다심도측정뿐 아니라 해저저질탐사 및 물고기떼검출에 광범히 리용되고있다.[2-4]

우리는 소형화된 수직수중음향탐지기의 두주파수송수신체계를 구성하고 그 성능을 검증하였다.

### 1. 수중음향탐지기의 송수신체계구성

두주파수수직수중음향탐지기의 제작원가와 체적을 줄이기 위해 한조의 송수신기로 두 주파수를 송수신하도록 체계를 구성하였다.

수직수중음향탐지기의 체계는 전원단, 송신기, 수중음향안테나, 수신기, 국발절환단, 조종 및 신호처리단, 현시장치로 구성되었다.(그림 1)

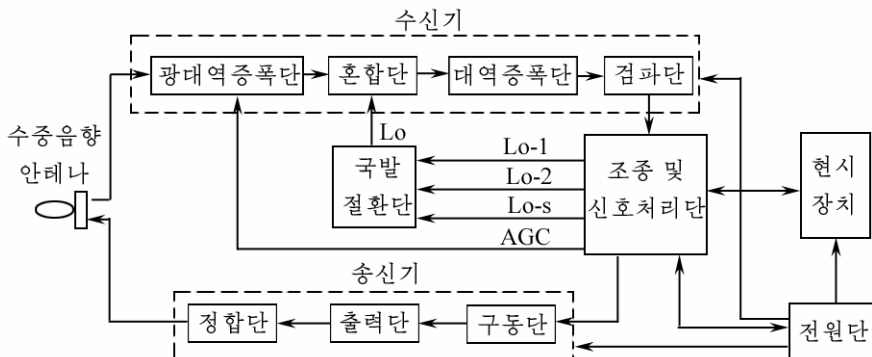


그림 1. 수직수중음향탐지기의 체계구성도

송신체계구성 송신체계는 전원단, 조종 및 신호처리단, 송신기(구동단, 출력단, 정합단), 수중음향안테나로 구성되었다.

전원단은 송신체계에서 조종 및 신호처리단에 +5V, 구동단에 +15V, 출력단에 조종 및 신호처리단의 지령에 따라 +12V 또는 +24V 전압을 공급하게 구성되었다. 조종 및 신호처리단은 송신할 때 수중음향복사신호를 위한 송신신호주파수(200kHz 또는 70kHz)를 서로 교대로 변화시키면서 탐지거리에 따르는 주기와 지속시간을 가지고 2개 출구로 서

로 반전되는 신호를 구동단에 공급한다. 구동단은 빛결합IGBT구동소자 《HCPL315J》이며 3.3V 준위신호를 15V 준위신호로 변환하여 출력단에 공급한다. 출력단은 변성기결합대칭 전력증폭회로이며 조종 및 신호처리단의 지령에 따라 낮은 또는 높은 전기적출력신호를 수중음향안테나에 공급한다. 정합단은 출력변성기의 2차권선과 수중음향안테나사이에 두 주파수(200kHz 또는 70kHz)의 출력신호를 정합시킨다.

수중음향안테나는 송신할 때 전기적출력을 력학적진동으로 변환하여 수중에 탐색수중음향신호를 복사한다.

수신체계구성 수신체계는 전원단, 수중음향안테나, 수신기(광대역증폭단, 혼합단, 대역증폭단, 검파단), 조종 및 신호처리단으로 구성되었다.

전원단은 수신체계에서 조종 및 신호처리단에 +5V, 수신기에  $\pm 5V$  전압을 공급하게 구성되었다. 수중음향안테나는 수신할 때 수신되는 200kHz 또는 70kHz의 력학적진동을 전기적신호로 변환하여 수신기의 광대역증폭단에 공급한다. 광대역증폭단은 예비증폭기(40dB)와 AGC증폭기(-14~+34dB)로 구성되었으며 조종 및 신호처리단의 AGC신호로 혼합단입구에서 요구되는 신호준위를 증폭한다. 혼합단에서는 수신증폭된 신호를 조종 및 신호처리단의 지령에 따르는 국발절환단의 국발신호와 혼합한다. 대역증폭단은 대역려파기(중심주파수 455kHz, 통과대역 10kHz)와 40dB 증폭기로 구성되었으며 혼합단출구의 두 주파수에 대한 혼합신호를 대역려파하여 증폭한다. 검파단은 이 신호를 포락검파하여 조종 및 신호처리단에 보낸다. 조종 및 신호처리단은 두 주파수에 따라 국발절환단의 국발신호를 절환하고 포락검파신호를 처리하여 AGC를 조종하며 현시장치에 현시정보를 보낸다.

현시장치는 전원단으로부터 +5V/1A전원을 공급받으며 조종 및 신호처리단에서 보내온 현시정보에 해당하는 자료를 화면에 현시한다.

## 2. 실험결과 및 분석

수신기증폭도에 대한 자동증폭도조종(AGC)전압과 SNR를 측정한 결과는 표와 같다. 이때 발진기의 1V 신호를 감쇠기에서 감쇠시키면서 측정하였다.

표. 수신기증폭도에 대한 자동증폭도조종(AGC)전압과 SNR측정결과

		증폭도/dB									
		60	65	70	75	80	85	90	95	100	105
AGC	70kHz	0.16	0.36	0.53	0.69	0.74	0.88	1.01	1.12	1.21	1.29
	200kHz	0.34	0.53	0.68	0.82	0.94	1.05	1.15	1.24	1.32	1.38
SNR	70kHz	1/0.045	1/0.055	1/0.080	1/0.100	1/0.150	1/0.200	1/0.300	1/0.450	1/0.500	1/0.600
	200kHz	1/0.03	1/0.05	1/0.10	1/0.20	1/0.30	1/0.35	1/0.50	1/0.575	1/0.65	1/0.75

표에서 보는바와 같이 수신기는 약 100dB의 신호까지 식별하며 두 주파수를 같은 증폭도로 증폭하려면 주파수별로 증폭도를 따로 조종해야 한다.

우리가 구성한 수직수중음향탐지기의 두주파수송수신체계를 대동강과 바다에서 실험하여 그 성능을 확증하였다.(그림 2)

실험에서는 대동강에서 자갈을 넣은 병을 수직으로 내렸다올렸다 하면서 강바닥과 병에 대한 반사신호를 측정하였다. 병에 대한 반사신호우에 진한색으로 표시되는 부분은 병을 매단 끈의 매듭에서 반사되는 신호이다.

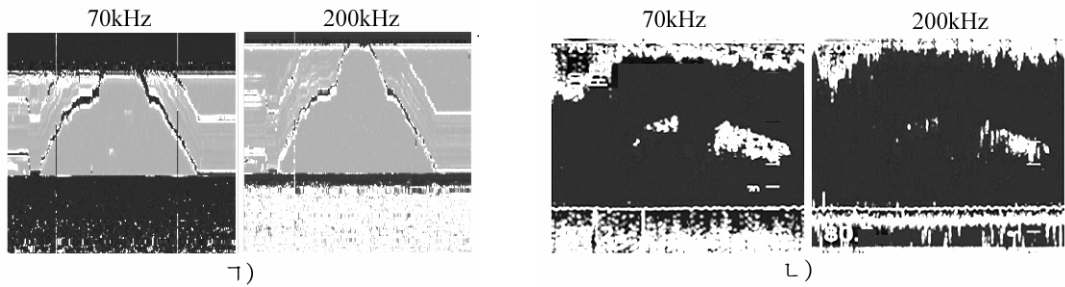


그림 2. 대동강(ㄱ)과 바다(ㄴ)에서 바닥 및 물고기탐사실험자료

그림 2에서 보는바와 같이 대동강수역에서는 반사물체의 거리와 형태를, 조선동해 60~90m 수역에서는 바닥의 형태와 물고기떼를 정확히 검출하였다.

이와 같이 두주파수수직수중음향탐지기는 바다깊이와 해저저질탐사 및 물고기떼검출에 효과적으로 쓸수 있다.

## 맺는말

소형수직수중음향탐지기의 송수신체계를 한조의 송수신기를 가지고 두 주파수(70, 200kHz)를 교대로 변화시키면서 송수신하도록 구성하고 실험을 통하여 그 성능을 검증하였다. 구성한 송수신체계의 기술적특성은 다음과 같다.

송신기의 전기적출력은 300W, 수신기의 입구감도는  $10\mu V$ , 탐색거리는 70kHz에서 400m, 200kHz에서 150m이다.

## 참고문헌

- [1] 김근배; 수중음향탐지공학, 고등교육도서출판사, 285~405, 1982.
- [2] M. Razaviyayn et al.; 45th Annual Conference on Information Sciences and Systems, CISS, 1~6, 2011.
- [3] S. Serbetli et al.; IEEE Transactions on Signal Processing, 52, 214, 2004.
- [4] M. Razaviyayn et al.; Signal Processing, 93, 3327, 2013.

주체107(2018)년 6월 5일 원고접수

## A Method of Constructing the Dual Frequency Transceiver System in Sonar

*Choe Su Chon, Choe Song Guk*

To reduce manufacture cost price, weight and volume, we constructed the system so as to transmit and receive by using one transceiver in dual frequency (70, 200kHz). And we verified the capability of its being used in sea depth measurement, sea-bottom prospecting and a school of fish detection through the river and sea experiments.

Key words: sonar, fish finder, echo sounder