

소형어선용 자동항행장치를 위한 전자자기컴파스의 국산화 개발(Ⅱ)

양 주 호/부경대학교 제어기계공학과 교수

〈지난호에 계속해서〉

제5절 마이크로 컨트롤러의 설계 제작

지난 호에서 설명한 방위 추정 알고리즘을 연산하고 LCD에 표시(display)하기 위해서는 마이크로 프로세서가 필요하다.

본 연구에서는 현재 널리 이용되고 있는 인텔(Intel)계열의 80196KC인 마이크로 프로세서를 이용하여 제어 전용 마이크로 컨트롤러를 구성하여, 여기서 이용될 방위 추정 알고리즘의 연산 및 LCD 표시용 이외에 확장하여 자동항행장치에도 이용될 수 있게 설계·제작하였다.

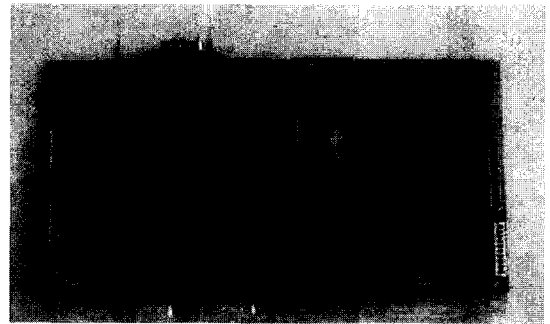
마이크로 컨트롤러의 구성요소를 살펴보면, 모니터링 및 제어 알고리즘이 들어있는 ROM, 데이터의 일시 저장을 위한 RAM, LCD 구동을 위한 8255 PPI, 방위추정 장치 및 GPS 인터페이스를 위한 두 개의 8251로 구성하였다. 그리고 어드레스 디코딩(decoding)은 PAL(Programable Logic)을 이용하였다.

설계된 마이크로 컨트롤러의 메모리 맵(Memory map)은 〈표 8〉과 같다.

설계 제작된 마이크로 컨트롤러의 실물사진은 〈사진 1〉과 같다.

〈표 8〉 메모리 맵

Address	content
FFA8H	reserved
FF98H	reserved
FF90H	LCD
FF88H	GPS
FF80H	EMC
~4000H	RAM
3FFFH~2000H	ROM
~	
01FFH~0100H	High RAM
00FFH~001AH	Register file
0019H, 0018H	SP(stactpointer)
0017H~0000H	SFR(Special Function Register)



〈사진 1〉 마이크로 컨트롤러의 실물사진

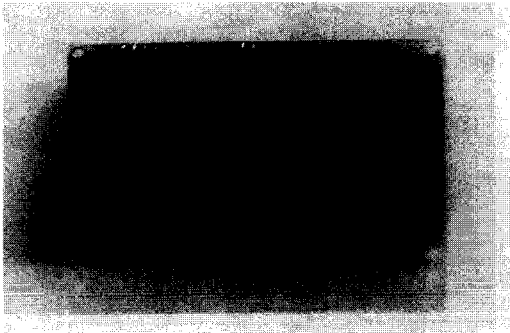
〈사진 2〉는 본 연구에서 모니터링 표시부로 이용된 LCD이다.

이 LCD 모듈은 캐릭터 제너레이터(Character Generator : CG)가 내장되어 있고, 전 표시 기능이 인스트럭션(Instruction)으로 제어되기 때문에, 8비트 또는 4비트 CPU에 쉽게 인

터페이스 할 수 있다. 이 모듈의 특징은 다음과 같다.

- ① display format : 16문자/4라인
- ② display font : 5×7 dot
- ③ LCD 컨트롤러
- ④ +5V 단일전원

그리고 이 모듈의 핀 기능을 요약하면 <표 9>와 같다.



<사진 2> LCD 표시부

<표 9> LCD 모듈의 핀기능

핀 번호	기 호	기 능
1	Vcc	0V
2	V _{DL}	5V
3	V _L	-
4	RS	H:데이터입력, L:인스트럭션 입력
5	R/ \bar{W}	H:데이터일기, L:데이터쓰기
6	EI	H:Enable
7~14	D ₀ ~D ₇	data bus
15	A	LCD back light 전원
16	K	

제6절 개발된 KEMC 및 그 특성

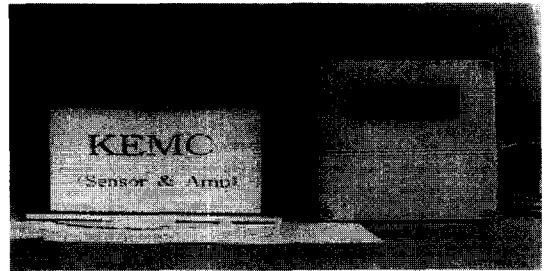
<사진 3>은 본 연구에서 설계 및 제작하여 개

발한 전자자기컴파스의 외관을 나타낸 사진이다.

KEMC라는 이름은 Korea Electronic Magnetic Compass라는 의미에서 본 연구진이 붙인 제품명이다.

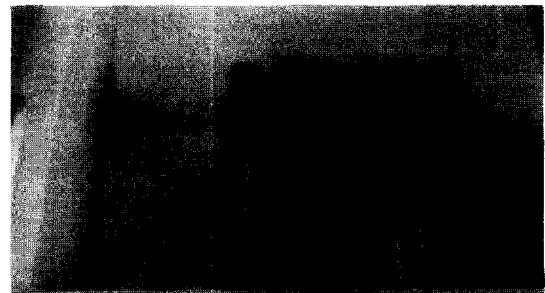
이 KEMC라고 쓰여wu 있는 상자 내부에는 앞으로 설명될 <사진 4>의 X, Y, Z축의 MR소자, <사진 5>의 차동증폭기 및 <사진 6>의 2축 경사센서가 위에서부터 아래로 순서대로 내장되어 있다.

그리고 우측의 표시창이 있는 상자 내에는 <사진 1>의 80196 마이크로 컴퓨터 및 <사진 2>의 LCD 표시장치가 내장되어 있다.



<사진 3> 개발된 전자자기컴파스

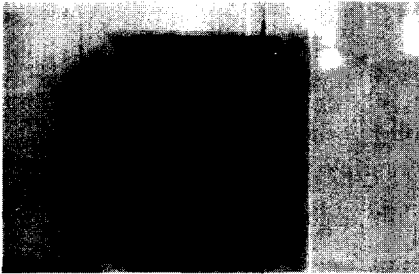
<사진 4>는 지난호의 <그림 9>의 MR소자의 조립도에서 설명한 바 있는 X, Y, Z축의 지자기를 계측할 수 있는 MR소자가 조립되어 있는 모양을 나타낸 사진이다. X字와 Y字로 표시된 축의 교차점에 있는 것은 가로, 세로, 높이가 각각 10mm×10mm×10mm인 정육면체 퍼멀로이드이고, 자속을 집중하기 위한 기능을 갖는다.



<사진 4> X, Y, Z 축 MR소자

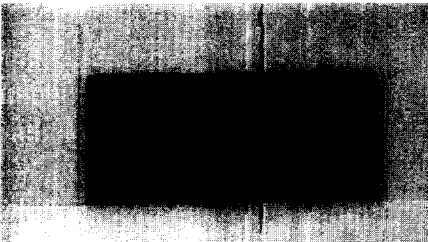
〈사진 5〉는 MR소자에서 나온 지자기의 신호를 차동증폭하기 위해 설계제작한 차동증폭기를 나타낸 사진이다.

이 사진에서 위쪽부터 X축, Y축, Z축 신호를 증폭하는 회로이다.



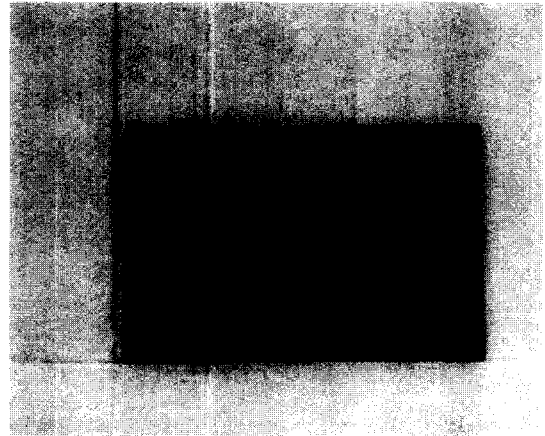
〈사진 5〉 차동증폭기

〈사진 6〉 및 〈사진 7〉은 〈사진 5〉의 차동증폭기를 만들기 위해 설계제작한 PCB 기판의 전후면을 나타낸 것이다.



〈사진 6〉 차동증폭기의 PCB기판 전면

자를 사용하여 정전류 회로를 구성하고 실험을 수행한 결과이다. 이때 전류1, 2, 3은 저항 R_1 의 값을 $625[\Omega]$ 으로 설정하였을 때의 실험결과이고, 전류 4, 5는 R_1 의 값을 $615[\Omega]$ 으로 설정하였을 때의 실험결과이다. 실험결과로부터 알 수 있듯이 저항값이 $800 \pm 200[\Omega]$ 정도에서도 회로에 흐르는 전류는 일정함을 알 수 있으며, 또한 MR소자에 $5[\text{mA}]$ 의 정전류를 흘리기 위해서 본 회로에 있어서는 저항 R_1 값을 $615[\Omega]$ 으로 설정하였다.



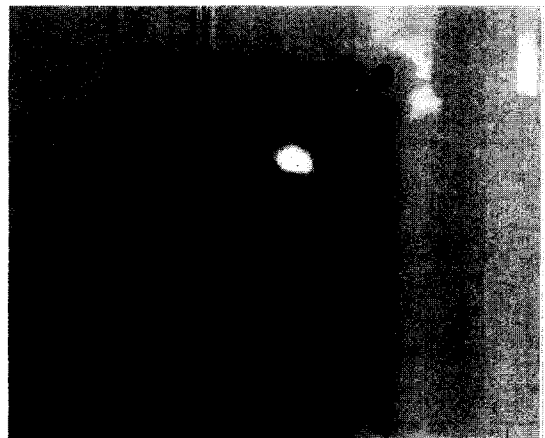
〈사진 7〉 차동증폭기의 PCB기판 후면

〈사진 8〉은 선박의 롤링(rolling) 및 피칭(pitching) 각도를 계측하기 위해 사용되어진 2축 경사 센서의 실물사진이고, 이 센서는 커패시터의 변화량을 검출하여 경사각을 검출하는 구조로 되어 있다.

제7절 실험결과

(1) 정전류 회로의 실험결과

〈표 10〉은 지난호의 〈그림 13〉의 정전류 소



〈사진 8〉 2축 경사센서

〈표 10〉 정전류회로 실험결과

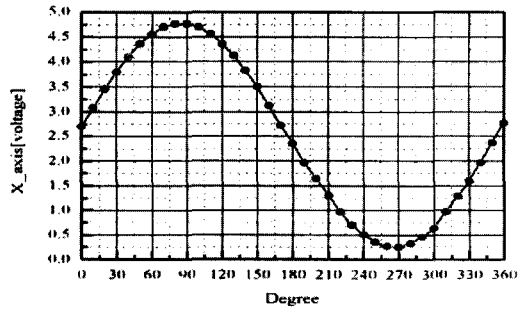
(단위 : mA)

	전류1	전류2	전류3	전류4	전류5
600Ω(500Ω)	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0
610Ω(510Ω)	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0
620Ω(520Ω)	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0
630Ω(530Ω)	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0
640Ω(540Ω)	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0
650Ω(550Ω)	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0
660Ω(560Ω)	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0
670Ω(570Ω)	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0
680Ω(580Ω)	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0
690Ω(590Ω)	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0
700Ω(600Ω)	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0
710Ω(610Ω)	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0
720Ω(620Ω)	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0
730Ω(630Ω)	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0
740Ω(640Ω)	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0
750Ω(650Ω)	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0
760Ω(660Ω)	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0
770Ω(670Ω)	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0
780Ω(680Ω)	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0
790Ω(690Ω)	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0
800Ω(700Ω)	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0
810Ω(710Ω)	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0
820Ω(720Ω)	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0
830Ω(730Ω)	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0
840Ω(740Ω)	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0
850Ω(750Ω)	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0
860Ω(760Ω)	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0
870Ω(770Ω)	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0
880Ω(780Ω)	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0
890Ω(790Ω)	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0
900Ω(800Ω)	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0
910Ω(810Ω)	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0
920Ω(820Ω)	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0
930Ω(830Ω)	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0
940Ω(840Ω)	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0
950Ω(850Ω)	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0
960Ω(860Ω)	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0
970Ω(870Ω)	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0
980Ω(880Ω)	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0
990Ω(890Ω)	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0
1000Ω(900Ω)	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0

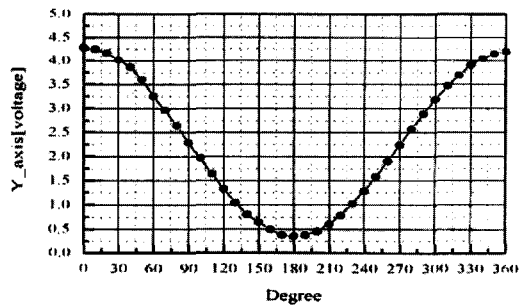
(2) MR소자를 이용한 전자컴파스의 정특성 실험결과

〈그림 15〉는 3장에서 설계 제작한 회로를 이용하여 신호 증폭기의 출력전압에 대한 정특성에 관한 응답실험의 결과이며, 측정된 각도는

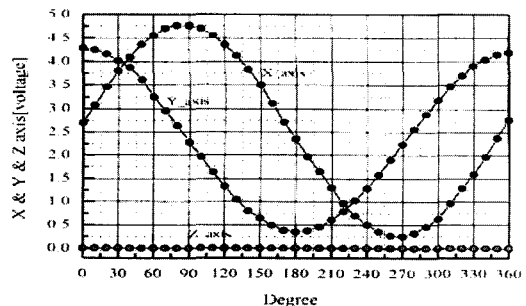
각각 10도씩 증가 하였을 때 신호증폭기의 출력전압을 계측하여 나타낸 것이다. 이 그림으로부터 알 수 있듯이 X축과 Y축의 전압은 90도의 위상차를 나타내고 있으며, 신호의 피크대 피크 값은 약4[V] 정도임을 알 수 있다.



(a) 각도 변화에 따른 전자컴파스의 출력전압(X축의 경우)



(b) 각도 변화에 따른 전자컴파스의 출력전압(Y축의 경우)



(c) 각도 변화에 따른 전자컴파스의 출력전압(X-Y-Z축의 경우)

〈그림 15〉 MR 소자를 이용한 전자컴파스의 정특성

(3) MR소자를 이용한 전자컴퍼스의 동특성 실험결과

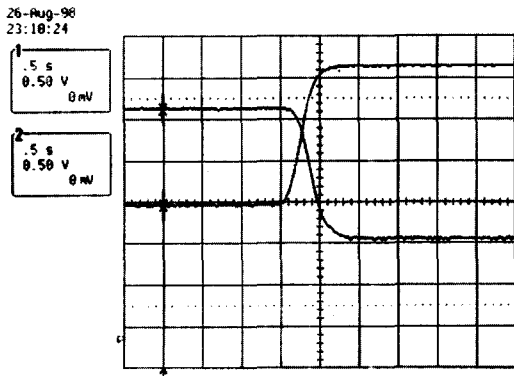
설계된 전자컴퍼스를 이용하여 아래와 같은 각도로 변경하였을 때 메모리 스코프로써 계측한 경우의 동특성 실험결과이다.

- a) 0 → 90, 90 → 180,
- b) 0 → 180, 90 → 270

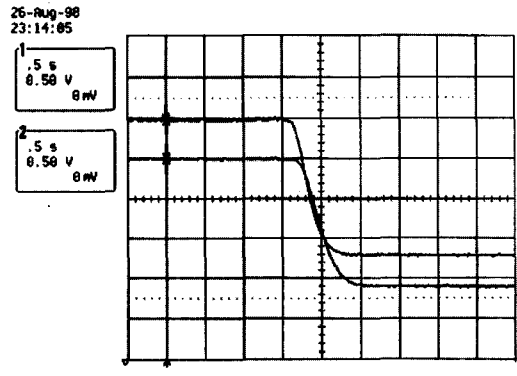
〈그림 16〉 및 〈그림 17〉은 위의 a) 및 b)에 대한 응답실험의 결과이다. 이때 각도의 변경은 순간적으로 약 90도(〈그림 16〉) 및 180도(〈그림 17〉)를 회전한 경우의 결과로, 이때의 신호 증폭기의 출력전압을 디지털 메모리 스코프를

사용하여 계측하였다. 〈그림 16〉의 결과로부터 알 수 있듯이 X-축의 신호는 0 → 90로 변경시 상승하고 90 → 180로 변경시 하강하고 있으며, Y축의 신호는 0 → 180까지 계속하강하고 있는 모습을 보여주고 있다.

그리고 〈그림 17〉의 결과로부터 알 수 있듯이 X축의 신호는 90도에서 가장 큰 값을 가지고 있으며 270부근에서 가장 적은 값을 보이고 있다. 또한 Y축의 신호는 0도에서 가장 크고 180도에서 가장 적은 값을 보이고 있는 것을 알 수 있다. 따라서 이 그림으로부터 X과 Y축은 90도의 위상차를 가지고 있음을 알 수 있다.

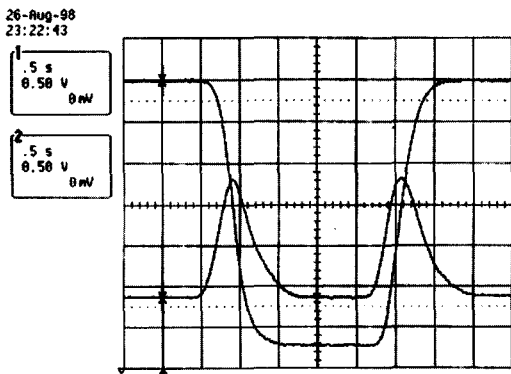


(a) 0 → 90

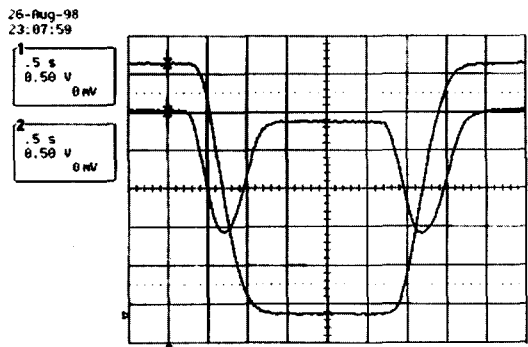


(b) 90-180

〈그림 16〉 90도 회전시의 동특성



(a) 0 → 180 → 0



(b) 90 → 270 → 90

〈그림 17〉 180도 회전시의 동특성

그리고 시작품으로 제작된 제품에 대해 방위를 측정 한 결과는 <표 11>과 같다.

<표 11> 방위 측정 결과

진 방 위	측 정 치	오 차
0도	0도	0
45도	44.5도	-0.5
90도	89도	-1
135도	135.5도	+0.5
180도	181도	+1
225도	226도	+1
270도	272도	+2
315도	315.5도	+0.5

앞의 표에서 알 수 있듯이 최대 오차는 진방위 270도 부근에서 +2도로 최대가 되었다. 이 오차 범위는 소형선에서 실제 이용상 문제가 없을 것으로 사료된다.

제8절 결론

본 연구에서는 자기저항소자를 이용하여 지구의 지자기를 검출하기 위한 회로 및 시스템을 설계 및 제작하고, 이 설계한 전자 컴파스에 2축 경사센서를 포함한 방위 측정 시스템을 구성한 후, 응답실험을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 본 연구에서 자기저항소자를 이용하여 설계 제작한 전자자기컴파스로 선박의 방위 각을 용이하게 측정할 수 있음을 확인할 수 있었으며, 기기의 워밍업에 소요되는 시간이 극히 짧아 항구를 빈번히 왕래하는 선박에 경제적으로 장착 할 수 있을 것으로 사료된다.

- (2) 향후 실선 실험을 통하여 개발된 전자 컴파스의 성능을 조사하는 것은 향후의 과제로 남겨둔다.

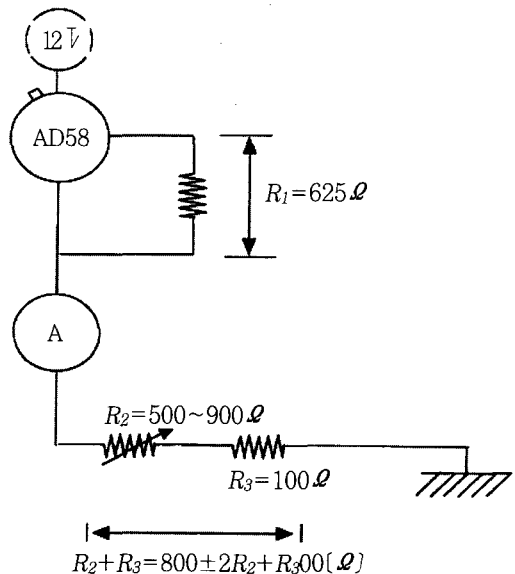
참 고 문 헌

1. 이종락, 항해계기학, 1970
2. 유공압 기술, 전자 자기컴파스, pp.36~38, 1991.4
3. 월간 지능형 생산기술, pp.91~95, 1997.4
4. 차영배, One chip microprocessor, 다다미디어, 1997

*** 바로 잡습니다.***

지난호의 「<그림 13>전자 컴파스의 구성도」는 「<그림 14>전자 컴파스의 구성도」로 수정합니다. 그리고 「<그림 13>AD580정전류 소자」의 그림이 누락되어 본 원고의 마지막에 추가합니다.

*** 지난호에 누락된 그림입니다 ***



<그림 13> AD580 소자의 특성시험 회로도