

선박 유수분리기용 유분검출기의 개발

황정웅* · 정병건** · 김창화***

Development of Oil Content Meter for Oily Water Separator in Ship

J-W Hwang* · B-G Jung** · C-H Kim***

Key words : Oil Filtering Equipment(유류여과장치), Oil Content Meter(유분검출기), Oil Detecting Mechanism(유분검출메카니즘), Data Processing Unit(데이터처리장치)

Abstract

According to the MARPOL 73/78 of Convention, all ships should have oil filtering equipment and 15ppm bilge alarms which satisfy Requirements of MARPOL 73/78. This study is concerned with designing and manufacturing a prototype Oil Content Meter(OCM) used in machinery area of ship. The prototype OCM is composed of two parts which are oil content sensing module and data processing unit. The oil content sensing module consists of a infra-red light source, photo-diode light receivers, and a glass tube for bilge water sample. The data processing unit has a micro-processor as hard core and peripheral devices.

The experimental results of prototype OCM and analysis of collected data reveal linear property between transmitted light and scattered light as long as the bilge water has low level content of oil. And this linear property leads to a oil content detecting method which is programmed and loaded into the data processing unit. The performance of the prototype OCM is compared with that of the commercial OCM in the market.

1. 서 론

해상에서의 유출유로 인한 해양오염 문제는 연안 양식업, 해양 및 연안 생태계에 치명적 영향을 미치며, 유출유의 확산으로 인한 환경회복에도 수

년이 소요되는 심각한 문제를 야기한다.

이러한 해양 및 수질오염을 방지하기 위해 1978년에는 IMO(국제해사기구) 주도하에 국제해양오염방지협약인 MARPOL 73/78이 제정되었으며, 이에 따라 1985년부터는 선박의 선외배출물의 유

* 한국해양대학교 대학원(원고접수일 : 2000년 11월)

** 한국해양대학교

*** 경남정보대학

분농도제한치가 100PPM에서 15PPM으로 강화되고 원양항해에 종사하는 선박에는 유류여과장치와 유류배출 자동정지장치의 설치가 의무화되었다¹¹⁾.

국적 외항선의 경우도 예외는 아니어서 유류여과장치로서 대개 유수분리기가 설치되어 있는데, 유수분리기 자체는 국내에서 제작되고 있으나 기름배출 감시제어장치는 대부분 외국에서 수입되어 장착되고 있는 실정이다. 현재 기름배출 감시제어장치로서 유분검출기가 국내에서 소량 생산되고는 있으나, 이 역시 외국회사의 기술제공에 의한 OEM방식으로 생산되어 연안항해선박에 사용되고 있는 정도이다¹²⁾.

이러한 점에 주목하여 본 연구에서는 IMO 해양환경보호위원회 MEPC.60(33) 결의안¹³⁾에 적합한 유분검출기를 국내에서 생산되고 있는 광센서 및 부품 등으로 개발하고자 한다. 이를 위해 빌지 배출수의 광특성 분석에서¹⁴⁾ 얻어진 데이터와 분석 결과를 기초로 유분검출 메커니즘을 제안한다. 또한 유분감지모듈과^{15)~18)} 데이터처리부로^{19)~112)} 나누어 설계 제작된 유분검출기에 앞의 유분검출 메커니즘을 프로그래밍하여 장비한다. 끝으로 제작된 유분검출기를 기존의 상용제품과 비교 실험하여 성능을 평가한다.

2. 유분검출 알고리즘

본 연구에 앞서 진행된 빌지 배출수의 광특성 분석에서¹⁴⁾ 제작 사용한 유분감지모듈을 본 연구에 그대로 이용하도록 한다. Fig. 1에 유분감지모듈의 실제 모습을, Fig. 2에 유분감지모듈의 유분감지원리도를 나타내었다.

원리도에서 알 수 있듯이 유분감지모듈의 발광소자에서 나온 적외선이 유리관을 통과하는 빌지 배출수에 비추지면, 적외선의 일부가 빌지배출수 중의 유적에 의해 흡수산란 되는데, 이때 감쇠된 투과광과 산란광을 정면과 측면의 수광부에서 측정하게 된다. 이렇게 측정되는 전압신호는 유리관을 통과하는 통과물질의 종류와 유분의 혼입 및 혼탁도에 따라 그 흡수 산란 광량에 따라 그 크기가 달라지게 되므로, 이에 대한 실험 데이터를 확

보해야 한다.

여러 광특성 실험결과중 가장 일반적인 상황에 해당하는, 실제 운전상태로써 외광이 차단되고 유분이 혼합된 빌지 배출수가 흐르는 경우, 5채널 수광부의 빌지 배출수에 대한 투과광과 산란광 응답 특성을 Fig. 3과 Fig. 4에 보인다. 여기서 5채널은 유분감지모듈의 수광부에 5개의 포토다이오드가 설치되어 있음을 뜻하며, 발광부와 마주보는 포토다이오드를 ch1로 하고 순서대로 ch5까지 배치하였다.

여기서 OCM1은 피크 발광파장이 940nm이고 지향각도가 $\pm 10^\circ$ 인 적외발광다이오드 EL1L1를

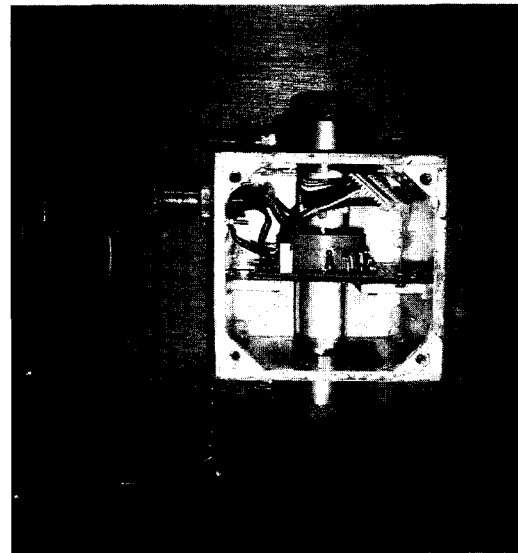


Fig. 1 Photograph of oil content sensing module.

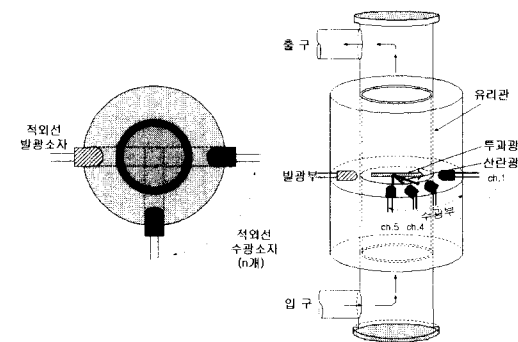


Fig. 2 Oil detecting principle

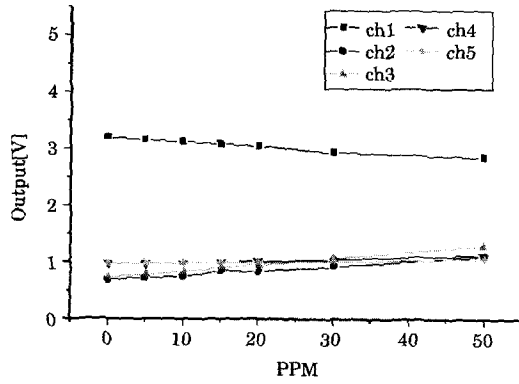


Fig. 3 Response of 5 channel photo detector. (No external light, Flow, EL1L1 IR-LED ; OCM1)

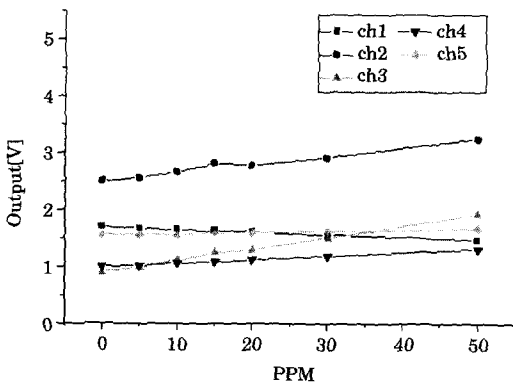


Fig. 4 Response of 5 channel photo detector. (No external light, Flow, EL1L2 IR-LED ; OCM2)

사용한 것이고, OCM2는 동일 피크 발광파장에 지향각도가 $\pm 30^\circ$ 인 EL1L2를 사용하여 본 연구에서 제작한 유분검출기이다.

앞의 Fig. 3과 Fig. 4에서 발광소자의 지향각도가 큰 EL1L2의 경우가 EL1L1보다 각 채널의 응답특성 분리도가 좋게 나타나고 있다⁶⁾. 또한 유분농도가 전해짐에 따라 ch1에서 검출되는 투과광 출력 전압신호는 선형적으로 감소하고 ch2~ch5에서 검출되는 산란광 출력 전압신호는 선형적으로 증가하는 모습을 보여주고 있다.

여기서 산란광 신호인 ch2~ch5의 4개 채널의 출력 전압값을 더하여 평균하게 되면 그 선형성은 더욱 강하게 나타나게 된다.

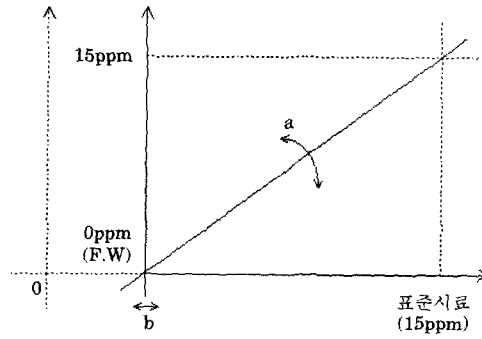


Fig. 5 Average scattered light signal vs. oil content value.

이러한 선형성은 4개 채널의 평균 출력전압 신호값을 x 라 하고 유분농도를 y 라고 하면

$$y = ax - b \quad (1)$$

의 관계로 표현할 수 있다.

여기서 a 는 기울기 조정용 파라미터, b 는 영점조정용 파라미터이다. a, b 파라미터를 조정하기 위해서는, 먼저 청수에 대하여 0ppm이 나오도록 b 파라미터를 조정한다. 다음, 15ppm 표준시료가 유리관을 통과할 때 15ppm이 나타나도록 a 파라미터를 조정한다.

이상의 선형성과 관련된 내용을 정리하면 Fig. 5와 같다. ch2~ch5의 출력값은 데이터 처리부에서 10bit AD 변환되어 0~1023사이의 값을 갖게 되므로 a 파라미터 조정시 이를 고려하도록 한다. 투과광 출력 전압신호는 통과물질에 따라 산란광 출력 전압신호와의 비가 달라짐으로 이를 데이터화하여 다음절의 데이터 처리장치의 ROM 영역에 프로그래밍 한다.

3. 데이터 처리장치의 설계

유분감지모듈과 함께 유분검출기를 구성하는 데이터 처리장치는 유분감지모듈에서 얻어진 투과광과 산란광 출력전압값을 A/D 변환하여 디지털 데이터로 저장한다. 다음, 유분검출 알고리즘에 따라 유분의 농도를 산출하여 이를 LCD 패널에 표시함과 동시에 실시간으로 프린터로 출력할 수 있

도록 한다.

또한 운전중 빌지 배출수의 유분농도가 15ppm을 넘어서면 즉시 경보를 울리고 이를 기관제어실의 감시제어용 컴퓨터에 알려주며, 빌지배출수의 선외밸브를 차단함과 동시에 선내 재순환밸브를 열수 있도록 솔레노이드 밸브 구동용 ON-OFF 출력신호를 내보낸다.

Fig. 6은 데이터 처리장치의 블럭도를 보여주고 있다.

데이터 처리장치에는 제어용 μ -프로세서 80c196KC가 CPU로 사용되고 있으며, 모니터 프로그램과 기본 데이터를 기록한 ROM과 실시간으로 얻어지는 신호를 처리하기 위한 기억장치로 RAM이 탑재되어 있다.

LCD는 처리된 정보를 출력하기 위하여, RS485 드라이버는 기관 제어실의 감시용 컴퓨터에 유분농도에 대한 데이터를 전송하기 위해 사용된다. 또한 RS232C 드라이버를 통하여 프린터로 유분농도를 주기적으로 보내어 기록하거나, 기준치 이상의 유분농도가 측정되었을 때 이상상태를 기록할 수 있도록 한다.

데이터 처리장치의 A/D 변환부와 입 출력부는 Fig. 7과 같다.

그림에서 μ -프로세서 80c196KC의 Port 0를 A/D 컨버터 입력단자로 사용하여 유분감지모듈의 ch1~ch5의 투과광과 산란광의 출력 전압신호를 디지털 값으로 변환한다.

또한 Port 1은 제어신호 출력포트로, Port 2는 시리얼 데이터 송 수신용의 기능으로 사용한다.

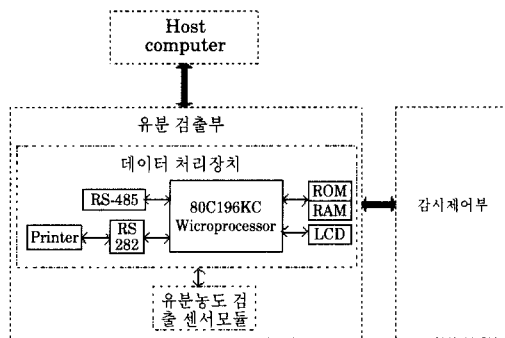


Fig. 6 Block diagram of data processing unit.

Port3과 Port4는 어드레스/데이터 버스로 작동하도록 한다

ROM과 RAM으로 이루어진 메모리부와 I/O 인터페이스부를 Fig. 8에 보인다. I/O 인터페이스에는 외부장치의 구동을 위해 메모리 맵드 I/O방식을 적용하며, 설계된 메모리 맵은 Table 1과 같고

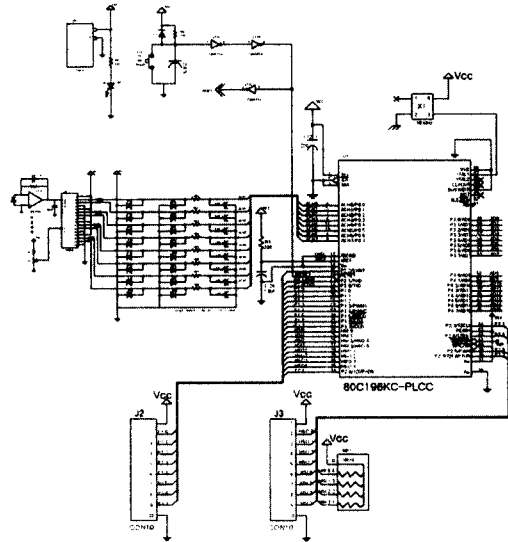


Fig. 7 A/D converters and Peripheral circuits.

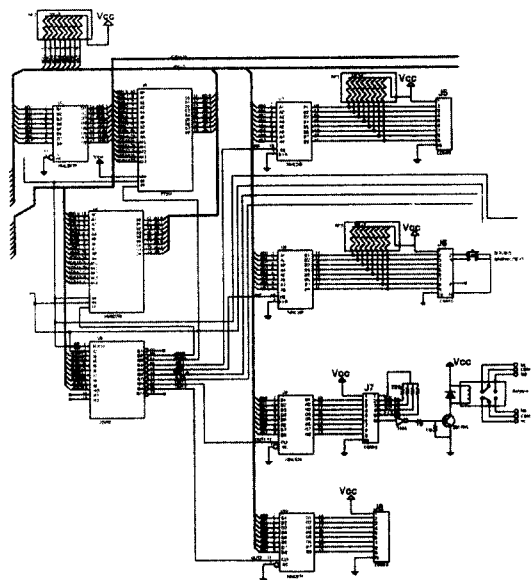


Fig. 8 Memory and I/O interface circuit.

Table 1 Memory map.

Address	Content	Description
F500h~F5FFh	OUT2	출력 영역
F400h~F4FFh	OUT1	출력 영역
F300h~F3FFh	IN2	입력 영역
F200h~F2FFh	IN1	입력 영역
F100h~F1FFh	8251A	데이터 통신 영역
F000h~F0FFh	LCD	유분농도 표시 영역
8000h~EFFFh	RAM	알고리즘 실행 영역
2000h~7FFFh	ROM	모니터프로그램 저장 영역
0100h~01FFh	RAM	윈도우 직접 번지 지정
001Ah~00FFh	Register	내부 메모리 영역
0018h~0019h	SP	스택 포인터로 사용
0000h~0017h	SFR	I/O 및 특수기능 제어

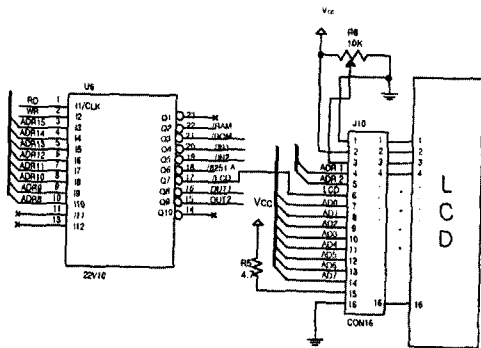


Fig. 9 Driving circuit for LCD.

어드레스디코더(PALCE 22V10)로 구현한다.

LCD 모듈은 LCD와 LCD 컨트롤러가 하나로 되어 있는 16문자/4라인 모듈 HC16401을 사용하여 Fig. 9와 같이 회로를 구성한다.

원거리에 있는 기관제어실의 감시제어 컴퓨터에 유분 농도와 관련된 데이터를 송수신하기 위하여 RS-485 드라이버 SN75174와 SN75175를 사용하고, 프린터 및 기타 장치와의 통신을 위해서는 RS-232드라이버인 MAX232와 8251A를 사용한다. 또한 80c196KC의 UART는 비동기 모드를 사용하도록 하며 이렇게 구성된 통신 인터페이스 회로는 Fig. 10과 같다.

이상의 내용으로부터 제작된 데이터 처리장치의 실제모습이 Fig. 11에 나타나 있다.

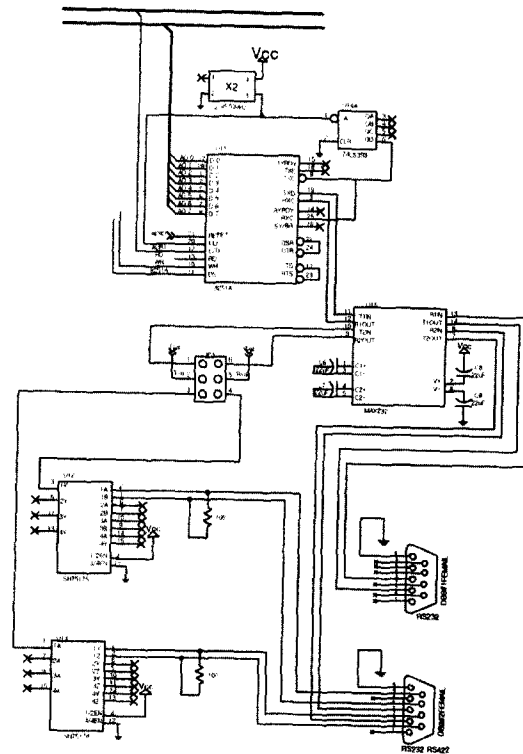


Fig. 10 Communication circuit.

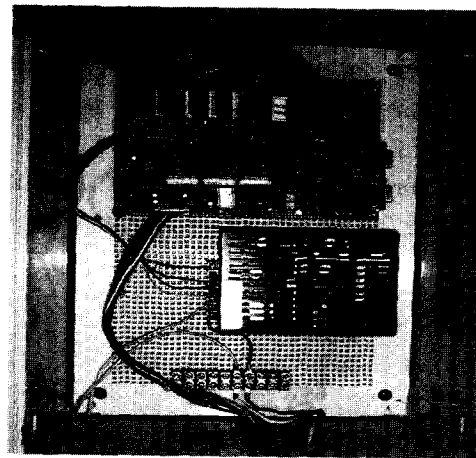


Fig. 11 Data processing unit.

4. 상용제품과의 비교

상용 유분검출기와 본 연구에서 설계 제작한 유분검출기의 비교를 위해, 현재 한국해양대학교 실

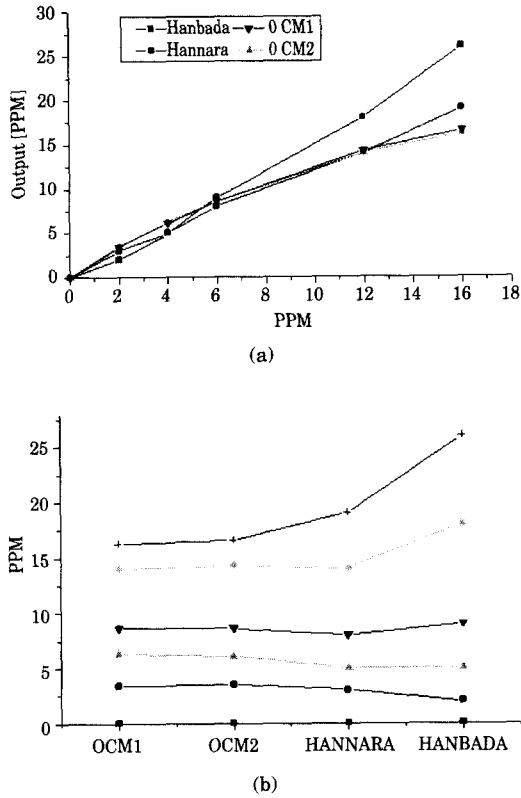


Fig. 12 Response of oil content meters.

습선 한나라호와 한바다호에 설치되어 운전되고 있는 유분검출기를 비교 대상으로 선정하였다. 동선박에 설치되어 있는 유분 검출기는 모두 일본 사사쿠라(주)의 제품이다.

표준시료 0, 2, 4, 6, 12, 16ppm에 대한 각 유분검출기의 응답을 Fig. 12에 나타내고 있다. Fig. 12(a)의 x축은 표준시료의 유분농도를 나타내고 y축은 유분검출기의 출력을 ppm 단위로 나타낸다. Fig. 12(b)는 동일농도의 표준시료에 대하여 각 유분검출기가 나타내는 상대적인 출력을 보여주고 있다.

여기서 OCM1과 OCM2는 각각 적외발광다이오드 EL1L1과 EL1L2를 사용하여 본 연구에서 제작한 유분검출기를 말한다.

그래프에서 보듯이 동 실습선의 유분 검출기와 OCM1, OCM2의 출력 ppm은 약간의 차이를 보이고 있으나, 국제협약의 지침과 사양에서 권고한 표

준시료 15ppm에 대한 오차범위 5ppm 이내에 들어감을 알 수 있다. 발광소자의 지향각 변화에 대해서 ppm출력의 차이는 거의 나타나지 않음을 알 수 있다.

5. 결 론

MARPOL협약을 만족하는 유분검출장치를 개발하기 위하여, 밀지배출수의 종류와 상태에 따른 광특성 데이터 분석을 통해 유분검출 메카니즘을 고안하고, 실험용 유분검출기를 설계 제작하였다. 현재 선박에서 사용중인 유분검출기와와의 유분감지 성능비교 실험을 통해 본 연구에서 제작한 유분검출기의 성능이 상용 유분검출기와 동등한 정도의 성능임을 확인하였다. 현재 설계제작된 유분검출기의 정밀도 제고와 유분의 종류에 따른 투과광과 산란광의 특성차이에 대한 데이터베이스화 및 상용화가 진행중에 있다.

참고문헌

- [1] 韓國船級 譯, 海運港灣廳 監修; "73/78년 海洋汚染防止協約", 海印出版社, pp.199~203 (1996)
- [2] Pentatech Co., Ltd.; http://www.pentatech.co.kr/bilge_03.htm
- [3] IMO; "Annex 10 of Resolution MEPC.60(33)", pp.3~25 (1992)
- [4] 최상화; "유수분리기용 유분검출기의 광특성에 관한 연구", 한국해양대학교 해사산업대학원 석사학위논문, pp.20~45 (2000)
- [5] 鈴木美朗志; "センサ回路と制御實驗", 東京電機大學出版局, pp.156~179 (1999)
- [6] 全在昇; "센서 인터페이싱 No.4", 機電研究社, pp.41~43 (1992)
- [7] 松島正次; "センサ活用事例集", 情報調査會 (1996)
- [8] Kodenshi Korea Co., Ltd; <http://www.Kodenshi.com>
- [9] 차영배; "MICRO CONTROLLER 80196", 다다미디어 (1998)
- [10] 김대근 외2인; "인텔 80C196KC의 모든 것", Ohm사 (1999)
- [11] 임인건; "터보C 정복", 가남사 (1993)

[12] Willis J. Tompkins, John G. Webster ;
"Interfacing Sensors to the IBM PC", Prentice-
Hall, pp.225~249 (1988)

저 자 소 개



황정웅(黃正웅)

1971년 11월생. 1995년 한국해양대학교
기관공학과 졸업. 2000년 동 대학교 대학
원 기관공학과 졸업(석사). 현재 동 대학원
기관공학과 박사 과정 재학중. 당학회 회원



정병건(鄭柄健)

1959년 9월생. 1981년 한국해양대학교 기
관공학과 졸업. 1981.3~1988.1 한진해운
(주) 근무. 1990년 한국해양대학교 대학원
기관공학과 졸업(석사). 1993년 부경대학
교 대학원 수료(박사). 1992.3~현재 한국
해양대학교 선박전자기계공학부 부교수. 당
학회 회원



김창화(金昌和)

1965년 12월생. 1991년 부산수산대학교
기관공학과 졸업. 1993년 부경대학교 대학
원 제어기계공학과 졸업(석사). 1997년 부
경대학교 대학원 제어기계공학과 졸업(박사).
1997년~현재 경남정보대학 전자정보통신
제어계열 조교수. 당학회 회원