

# DDS를 이용한 중단파대 국·영문용 DSC/NBDP 개발에 관한 연구

유형열\* · 김기문\*\*

A Study on the Development of MF·HF DSC/NBDP using the  
DDS for use in the Korean-English mode

Hyung-Yul You\* · Ki-Moon Kim\*\*

## Abstract

In this paper, the needs for introduction and adoption of MF·HF DSC/NBDP system and for developments of its circuits and call sequences for use in the maritime mobile services for small ships, leisure ships and fishing ships are analyzed, discussed. Also design and implement for MF·HF(1.6-4MHz) DSC/NBDP system is discussed. Most of casualties have been arisen from small-ships and fishing ships during last 5 years. So, the SAR schematic plans should be prepared to prevent casualties and facilitate the activities of SAR for those ships. DSC/NBDP for M·HF system is able to fulfill the roles of efficient SAR communication functions, and to advance the SAR system to small ships and fishing ships.

This study is focused on the techniques of processing the DSC call sequences and the ARQ sequences of NBDP system. Especially ARQ sequences are expanded into processing of Korean letters, designed the call sequences and code conversion algorithm for Korean code. It will be evaluated the availability of Korean NBDP system. In designing the Transmitting circuits and Receiving circuits, for the

\* 한국해양대학교 전자통신공학과 박사과정

\*\* 한국해양대학교 전자통신공학과 교수

carrier generation, DDS(Direct Digital Synthesizer) is used in stead of the Phase Locked Loop and frequency conversion by the mixer, BPF. And FSK modulation signals are directly generated by the controls of DDS, which show the characteristics of Spurious Free Dynamic Range are below  $-62\text{dBc}$ . Also, the monolithic IF subsystem IC which provides various functional components, AD608 is used for designing the receiving circuits. And the algorithm of Phasing method for FSK demodulation are devised to process IF frequency  $455\text{kHz}$  in the IF circuits

## I. 서 론

GMDSS 시스템의 도입에 따라 국내 선박에 탑재되어야 하는 무선설비들이 국내 기술에 의해 개발되어 최근 국산화되고 있으며, 관련 법 및 제도의 정비에 따라 GMDSS와 관련 수색구조 시스템과 제도가 구축되었고, 일부 시스템은 완료되어 운영되고 있다. 그러나, 소형선박 및 연안해역에 종사하는 어선에게는 이러한 탑재 의무규정이 대형 선박에 비해 상대적으로 탑재에 따르는 경제적 부담이 따르기 때문에 GMDSS 무선설비의 탑재율이 대형선박에 비해 낮으며, 따라서 조난통신 및 수색 구조 통신체계의 구축이 완료되어 있지 않으며 해난사고에 있어서 능동적으로 대처하기 어렵다.

최근 5년간('93-'97)의 해난사고는 89%이상이 어선에서 발생되었으며, 선박의 톤수별로 500톤 이하의 소형선박에서 90%이상의 해난사고가 발생되었다. 따라서, 어선 및 소형선박의 항행 안전을 위하여 효율적인 조난통신체계 및 관련 설비들이 개발되어야 하며, 특히 어선에 종사하고 있는 승무원의 교육수준 및 제반여건을 고려한다면 영어 사용보다는 한글을 사용하는 것이 조난통신채널 설정에 용이하여 보다 효과적으로 해난사고를 예방할 수 있고 감소시킬 수 있을 것이다.

소형 및 연안해역에 종사하는 선박에 적합한 GMDSS 무선설비의 개발이 요구되며 GMDSS의 의무탑재를 정하고 있는 관련 국제협약에 대한 국내시장의 보호측면에서도 방안이 강구되어야 한다. 또한, 증가하는 해난사고의 방지를 위해 선박의 위치 관리 제도의 도입과 관리 시스템의 확립 및 설비의 개발이 요구되고 있으므로, 소형선박의 위치 및 선박정보에 대해서 효율적인 방안이 강구될 수 있어야 한다. 그러므로, 본 논문에서는 소형 및 연안해역에 종사하는 선박에 적합한 GMDSS무선설비를 개발하여 보다 효율적으로 통신기능을 발휘할 수 있는 선박통신 시스템을 통하여 수색 및 구조시스템이 구축되도록 해상이동업무용 중·단파대(1.6-4MHz) DSC 및 NBDP시스템의 개발을 제안하였으며, 이를 위한 신호처리 및 시스템을 설계·분석하고 이를 구현하였다.

## II. 중·소형 선박용 중단파 DSC/NBDP시스템

GMDSS관련 국제법 및 권고에 의해 국내수용을 위해 관련 전파법 및 무선설비 규칙, 선박 안전법 시행규칙 등도 개정되었으나, 이러한 선박무선설비의 설치 기준 등은 모두 대형선박 위주로 시행되고 있으며, 실제 해난사고가 빈번히 발생하는 중·소형선박과 연안선박에 대해서는 GMDSS제도의 적용이 일부분 또는 예외로 되고 있다. '93 토레몰리노스 협약에 따라 선박의 길이 45m이상의 어선에 대해서 GMDSS 관련 무선설비가 탑재되어야 하는데, 개정된 선박 안전법에 의해서는 24m이상의 근해어선에 대해서 2/4MHz대 무선전화만 비치토록 되어 있다. 또한, 연해구역 이상을 항해구역으로 하는 300톤 미만의 선박에 대해 중·단파대 무선전화는 비치토록 되어 있으나, 중단파대 DSC장치의 설치에 대해 면제하고 있다. 연해구역은 초단파대의 통신권을 벗어나 중파를 사용하는 통신방식에 의한 통신권에 해당된다.

1995년 SAR국제협약에 가입한 이후 국내에서도 새로운 제도의 수용과 시행을 위해서 관계 법령의 개정, 해역의 설정, 통신시설의 정비 등에 대한 구체적인 계획과 정책 수립이 이루어졌으나, 관련 업무에 대한 많은 문제점들이 지적되고 토론되어 그 일환으로 수난구조법을 개정하고 해양경찰청이 국제적으로 SAR 이행기관이 되어 주체적인 수색구조활동을 전개하고 있다. 그러나, GMDSS의 도입과 시행에 따라서 무선통신설비들이 탑재되는 대상은 총톤수 300톤 이상의 국제 항행에 종사하는 대형 원양선박들이며, 대형선박회사들에 의해 주도적으로 추진되고 있다. 현재까지, GMDSS 제도는 중·소형 및 연근해 해역에 종사하는 선박에 대해서는 적용이 되고 있지 않으며, 현재 개정된 국내 선박안전법의 규정에도 이들 선박에 대해 일부적용 또는 예외로 되어 있다.

국내 해역에서 발생한 최근 5년간의 해난사고는 연평균 87.3%가 어선에서 발생되었으며, GMDSS대상선박인 화물선과 유조선, 여객선은 전체 사고발생 건수 중 5%에 불과하다. 또한, 해난사고가 발생한 지점이 육지에서 50마일 이내의 평수해역에서 발생한 비율은 72%를 차지하고 있다. 그리고, 1988년부터 1997년까지 10년간의 해난사고에 있어서는 100톤 미만의 선박에서 발생하는 사고 발생율이 연평균 87%이상 발생되고 있다. 따라서, 100톤 미만의 어선에서 대부분의 해난사고가 발생할 뿐만 아니라 해난사고에 따르는 인명피해에 있어서도 소형선박과 어선에서 심각함을 알 수 있다.

이상과 같은 통계자료를 통하여 국내해역에서 발생하는 해난사고는 연안해역에서 발생되며 100톤 미만의 중·소형 어선에서 발생되므로 이들 선박에 대한 수색구조체계가 개선되어야 함을 알 수 있다. 또한, 중·소형 선박들에 대해서 GMDSS제도의 도입에 따른 해상 이동 통신시스템의 변환에 대응하는 수색 구조 통신 시스템은 호출 및 통신

채널의 설정이 자동적으로 처리되며, 한글 사용이 가능한 데이터통신방식을 위주로 하여 중단파대의 소형 통신 설비를 중심으로 연·근해 해역을 통신권으로 이용될 수 있도록 연구 및 개발되어야 할 것이다. 선진국에서는 이미 중·단파대 DSC 및 NBDP 시스템이 적극 활용되고 있다. 중요통신은 물론 일반통신 기능 및 선위 통보 제도, 호출통보 등에 활용되고 있는 반면, 국내에서는 일부 수색 구조 기관에 중요 통신 주파수에 대해서 시설이 구축되어 있을 뿐, 공공통신과 기타 통신에 대해서는 시설이 미흡하거나 구축되어 있지 않고 있다.

2MHz 및 4MHz대의 DSC/NBDP 시스템에 대하여 중요통신 주파수의 운용과 아울러, 단신 및 복신 채널에 의하여 NBDP시스템을 운용하고 있으며, 선박과 선박간의 상호호출 등과 같은 특정채널도 자국 해역 내에서 운용하고 있다. 일본은 모든 해안국에서 중파대의 DSC를 운용하고 있으며, NBDP의 경우 DSC 호출과 NBDP에 의해 선위 통보가 가능하도록 운용하고 있다.

그러므로, 국내에서도 중단파에 대한 국내업무용 DSC 및 NBDP시스템에 대한 채널 확보가 시급하며, 연안용 및 국내해역에 대한 DSC/NBDP 서비스의 개설이 필요하며, 이는 연안해역에 종사하는 중·소형선박에 대한 중요통신 및 수색구조통신제도의 개선 및 운용효율의 증가는 물론 선박통신에 대한 서비스 개선이 기대될 수 있다. 그리고, 중요통신의 신뢰성 확보 및 선위 통보 제도의 활성화는 물론 일반통신기능의 기능강화 및 선박통신의 자동화를 확립할 수 있으며, 또한, 소형선박 및 어선에 대한 선박자동식별제도의 도입이 가능하게 된다. 아울러, 이들 선박을 대상으로 한글 NBDP의 사용이 가능하게 되므로, 고기능 해상 안전정보를 효율적으로 수집·분석하여 이를 배포할 수 있게 된다.

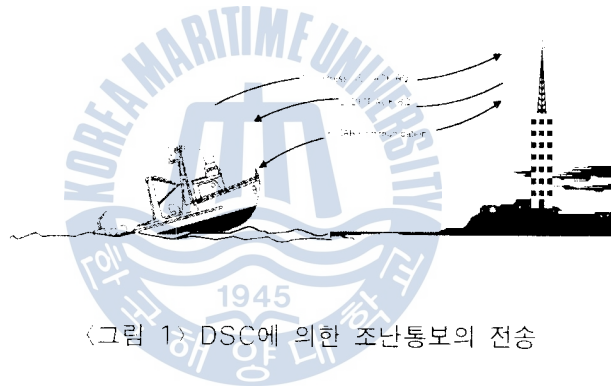
따라서, 본 논문에서는 중·소형선박에서 주로 사용되고 있는 무선설비는 중·단파대 무선설비이므로, 이들 선박에 적합한 중·단파대 DSC/NBDP 시스템의 개발에 대해 연구하였으며, 특히 어선에서의 일반 통신기능을 개선시키고 무선전신방식의 대체가 가능하도록 한글처리가 가능한 NBDP 시스템을 개발하였다.

### III. DSC 및 NBDP 시스템 분석

#### 3.1 디지털 선택 호출(DSC) 시스템

GMDSS는 위성계와 지상계 통신 시스템으로 구성되는데, 디지털 선택 호출(DSC ; Digital Selective Calling)은 GMDSS의 지상계 통신기능에 있어서 중요한 요소이다. GMDSS관련 국제협약 및 규정에 따라 모든 선박무선국은 송신시에 자신의 식별부호

를 수신국에서 식별할 수 있어야 하며, 따라서 모든 무선국에는 고유의 선택부호가 할당되어 있다. 이러한 식별부호는 무선전신에서 사용되었던 호출부호의 기능과 동일하며, DSC에서의 식별부호체계는 더욱 확장되어 무선국의 그룹호출 및 모든 선박국의 일괄호출이 가능하다. DSC는 VHF, MF, HF대의 무선설비에 부가되는 것으로서 형식화하여 디지털 신호 처리된 호출부호를 사용하여 각종의 선택호출을 자동화하며, 통신 자체는 적당한 채널을 사용하여 무선전화, 협대역 직접 인쇄 전신 등에 의한다. 호출은 조난, 모든 선박, 개별부호 등의 종류가 있고, 각종정보(호출에 이어지는 통신을 위해 전파의 형식, 주파수 등의 정보, 더욱이 조난시는 조난위치, 조난의 원인 등의 정보)를 포함시키는 것이 가능하다. <그림 1>은 DSC에 의한 조난호출의 개념을 나타낸 것이다.



<그림 1> DSC에 의한 조난통보의 전송

### 3.2 DSC의 기술적 특성 분석

디지털선택호출(DSC)시스템은 10단위오차검출부호(ten bit error detecting code)를 사용하는 동기시스템이다. 10단위코드 중 처음의 7단위는 정보 비트이다. 8, 9 및 10비트는 2진법으로 7단위 정보 비트에 생기는 B의 수를 표시하고 Y는 2진수의 1이고 B는 2진수의 0이다. 00부터 99까지는 10진수의 정보를 구성하는데 사용되며, 100에서 127까지의 코드는 서비스 코멘드를 구성하는데 사용한다. 정보 비트의 송신의 순서는 최하위비트(LSB)가 최초이고 점검 비트의 경우에는 최상위비트(MSB)가 첫 번째로 전송된다. 호출 씨퀀스는 타임다이버시티로 이루어지며, 동기신호(phasing characters)와는 별개로 각 신호는 일정한 시간간격으로 2회 송신되고, 특정한 신호의 제1송신(DX)에 이어 4문자의 다른 문자가 송신되고, 다음에는 그 특정한 신호의 재송신(RX)이 행해진다. 이 타임 다이버시티(time diversity) 방법에서 송신 및 수신 시간 간격은 HF 및 MF의 채널에 있어서는 400ms, VHF의 채널에 있어서는 33⅓ms이다. <

그림 2>는 DSC의 전형적인 호출형식을 나타낸 것이며, <표 1>은 DSC의 호출통보의 형식을 나타낸 것이다.

Dot pattern	DX/RX Phasing Signal	A Format Specifier	B Called Station MMSI	C Category	D Self-ID MMSI	E Tele-Command	F Frequency Information1	G Frequency Information2	H Sequence Termination Code	I Error Correction Code
-------------	----------------------	-----------------------	--------------------------	---------------	-------------------	-------------------	-----------------------------	-----------------------------	--------------------------------	----------------------------

<그림 2> 전형적인 DSC의 기술적 형식

<표 1> 호출별 통보의 형식

서식 지정자	번지	범주	자국식별	정 보				EOS	ECC
				1	2	3	4		
조난호출 112	-	-	00-99	조난의 종류 100-124	조난의 좌표 00-99	시각		127	
전선호출 116	-	조난 긴급 안전 112 110 108	00-99	텔레코멘드 100-126 (117,122 및 125를 제외)	주파수 또는 채널 00-99	-	-	EOS 127	ECC
개별호출 120	00-99	조난 긴급 안전 선박업무 일상 112 110 108 106 100	00-99	텔레코멘드 100-126 (117,122 및 125를 제외)	주파수 또는 채널 00-99	-	-	EOS 127 RQ 117 BQ 112	ECC

### 3.3 협대역 직접 인쇄 전신(NBDP) 시스템

협대역 직접 인쇄 전신(NBDP ; Narrow Band Direct Printing)장치는 선박국과 국제 텔렉스망의 가입자 간의 텔렉스 전신업무 및 해안국 또는 선박국으로부터의 방송 모드의 전신업무에 사용된다. 7비트 에러검출부호를 사용하는 단일채널 동기 시스템으로서, 무선링크의 변조속도는 100보오이며 주파수편이는 170Hz로서 송신기 입력에 음성신호를 인가함으로써 주파수 편이가 실행될 때 송신기에 인가되는 음성 스펙트럼의 중심주파수는 1,700Hz이다. 텔레프린터는 CCITT ITA No.2(국제전신알파벳 코드) 통신용 코드를 사용한다. 각각의 키보드 문자는 일정한 지속기간을 갖는 5-요소 코드로 변환되며, 이 코드로서는 32개의 조합만이 가능하지만 'Shift'키를 사용하여 26개의 조합을 확장시킬 수 있다. 5비트 ITA 문자는 7-단위 코드로 변환된다. 7-단위 텔렉스 코드는 ITA No.2 코드로부터 3Y/4B의 조합으로 표현된다. 수신된 문자가 정확하면 모든 문자는 3/4의 비율을 가져야 하며, 결과적으로 3/4패리티 점검시스템을 사용하여 오류를 검출할 수 있다.

시스템은 정보 송신국(ISS ; Information Sending Station)에서 정보 수신국(IRS ; Information Receiving Station)으로 3개 신호로 된 블록들을 전송하는 동기모드로 운용된다. 제어신호는 정확한 수신을 표시하거나 또는 블록의 재전송 요청을 나타내는



각 블록을 수신한 후 IRS에서 ISS로 송신된다. 이들 국은 그들 기능을 상호 교환할 수 있다. 무선회선의 설정을 개시하는 국(발신국)이 주국이 되고 작신국이 종국이 된다. 주국의 블록은 전 회선의 타이밍을 제어하며, 기본 타이밍 사이클은 450ms로 각 국에 대하여, 전송 기간과 이에 후속되는 수신에 이루어지는 전송 휴지기간으로 이루어진다. 주국의 전송 타이밍은 주국의 블록으로 제어된다. 종국의 타이밍을 제어하는 블록은 주국으로부터 수신된 신호에 위상 동기되며 주국의 수신 타이밍은 종국으로부터 수신된 신호에 위상동기 된다. ISS는 송신될 신호를 3개 신호 블록(3×7신호요소)으로 분류하며, ISS는 240ms의 전송휴지 후 210ms(3×70ms)의 1개 블록을 송신한다. 정보 수신국(IRS)은 각 블록의 수신 후 380ms의 전송휴지 후에 70ms(7신호 요소)동안 지속되는 한 개의 신호를 송신한다. 아무런 회선도 설정되어 있지 않은 경우 양국은 대기상태에 있게 된다. 호출 신호는 4개 또는 7개의 식별신호를 사용하며, 이 식별신호는 ITU R 권고 491에서 정해진 기술기준에 따라 합성된 신호로부터 얻을 수 있다.

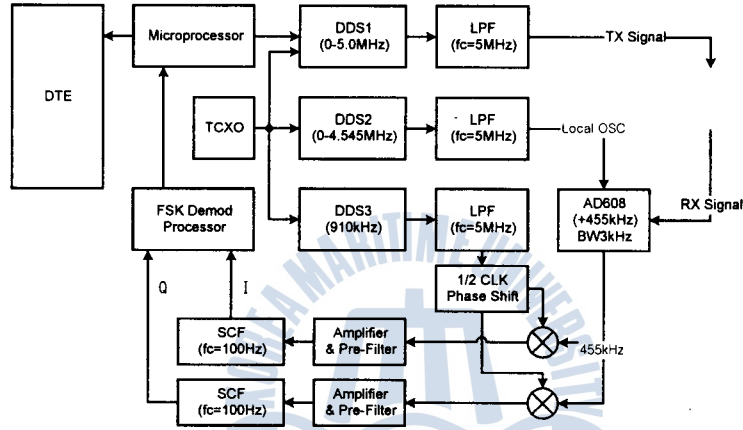
## VI. 중단파용 DSC/NBDP시스템의 설계 및 구현

### 4.1 시스템의 구성

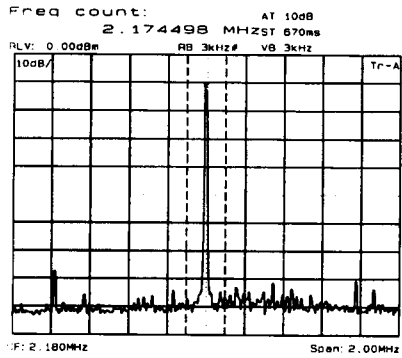
DSC와 NBDP시스템의 기술적 특성과 운영절차를 토대로 중단파용 DSC/NBDP시스템을 설계하였으며, 개발하고자 하는 시스템의 소형화를 위하여 DDS를 이용하여 FSK 변조회로와 송수신의 반송주파수의 발생을 하였으며, 16비트 마이크로프로세서를 이용하여 데이터단말장치(DTE)와의 시리얼 통신을 통하여 데이터와 명령어를 송수신할 수 있게 하였다. FSK변조회로는 DDS에 의해 직접적으로 행해지며, DDS의 주파수레지스터 선택단자에 데이터 비트를 인가하면 High 또는 Low에 따라 Mark/Space신호에 해당하는 주파수가 변환된다. 주파수 안정도를 높이기 위해 온도 보상 수정발진기(TCXO ; Temperature Compensated Crystal Oscillator)를 사용하여 설계하였으며, 본 연구에서는  $\pm 2\text{ppm}$ 의 안정도를 가진 발진기를 이용하였다. 수신부에서는 최근 디지털 수신기에 이용되는 믹서 및 고이득 증폭기, AGC제어가 가능하도록 여러 가지 회로가 집적되어 있는 AD608을 이용하였다.

AD608에서는 국부발진기의 입력에 의해 455kHz의 중간주파수가 출력되며, 이 때 455kHz의 2채배인 910kHz의 주파수가 DDS에 의해 발생되어 1/2클럭분주기와 위상천이회로에 의해 두 개의 455kHz로 발생되며, 455kHz들간의 위상차이는 90도가 나게 된다. 위상 천이된 455kHz의 중간주파수는 I채널과 Q채널의 주파수 혼합기에 의해 혼합되며, 출력되는 성분 중 비트 주파수만 증폭되어 Switched capacitor Filter에서 100Hz

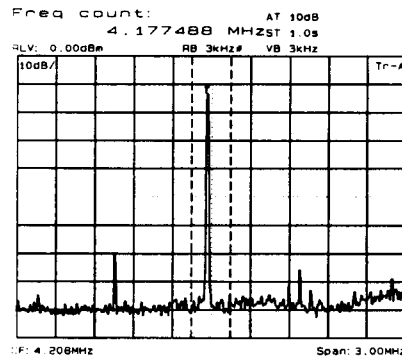
이하의 차단주파수를 가진 저역 통과 필터 대역의 신호만 통과되어 TTL레벨로 변환된다. 레벨 변환된 TTL신호는 PIC16C84의 마이크로프로세서에 의해 위상변화에 따른 FSK복조를 행하고 복원된 비트 데이터는 마이크로프로세서의 인터럽트단자와 프로그래머블 포트단자(PIO)에 입력되어 전송시퀀스에 의해 처리된다. <그림 3>은 시스템의 구성도를 나타낸 것이며, <그림 4>와 <그림 5>는 DDS에 의해 발생된 RF신호의 스펙트럼과 측정된 주파수 값을 나타낸 것이다.



<그림 3> 중단파대용 DSC/NBDP시스템의 구성도



<그림 4> NBDP 조난통신용 주파수 2174.5kHz의 신호



<그림 5> NBDP 조난통신용 주파수 4177.5kHz의 신호

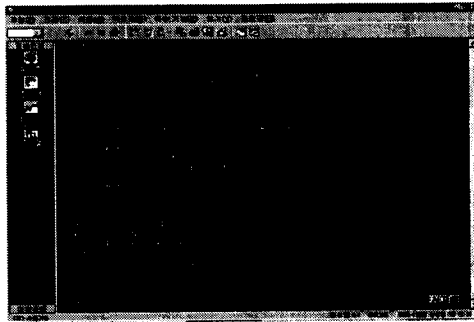


## V. 전송 시퀀스 설계

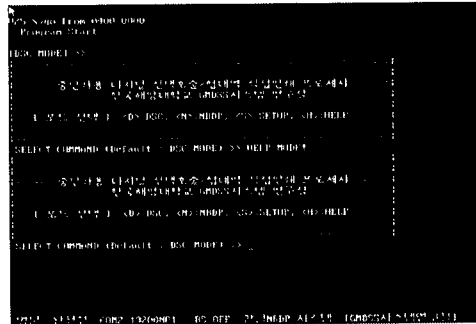
본 장에서는 DSC/NBDP 전송 시퀀스의 신호규격을 토대로 운영절차에 따른 전송 시퀀스의 신호 처리 알고리즘을 설계하고 구현하고자 한다. DSC의 호출 시퀀스는 조난신호와 일반적인 선택 호출에 대해서 전송시퀀스를 구현하였으며, 조난 호출은 조난의 종류와 특성이 정해지지 않는 단순화된 조난통보와 여러 가지 조난선의 정보를 편집할 수 있는 기능이 추가되는 상세한 조난통보로 구별하여 호출 시퀀스 및 호출 응답 시퀀스에 대해 전송 시퀀스를 구현하였다. NBDP의 전송 시퀀스에 대해서는 무선국간 호 처리를 위해 ARQ 모드의 신호처리 알고리즘을 개발하였는데, 특히 어선과 연안 선박들을 대상으로 하여 영어와 숫자, 기호 뿐만 아니라 한글사용이 가능하도록 ARQ 전송 시퀀스를 설계하였다. 따라서 외국 선박과의 해상 통신영어 뿐만 아니라 국내선 및 국내 육상 통신망과의 한글전송이 가능하다.

### 5.1 사용자 인터페이스 방식의 설계

본 연구에서는 중단파대 DSC/NBDP 시스템의 탑재 대상 선박들이 연근해를 향해 구역으로 하는 소형 선박들을 대상으로 정하였으므로, 이들 선박들에 종사하는 해기사들과 이들 선박들에게 필요한 사항들을 분석하여 사용자 인터페이스를 설계함에 있어서 ROM 내장방식을 채택하여 사용 가능한 명령어를 사용자에게 출력하여 지시하면 사용자는 One-key의 선택 및 입력에 의해 시스템의 운영이 가능하도록 설계하였다. 기존의 DSC/NBDP설비들은 DTE에서 운영소프트웨어에 의해 구동되며, 이러한 운영소프트웨어의 구동과 소프트웨어의 인터페이스방식은 주로 풀다운(Pull-Down)방식을 채택하고 있으므로 PC사용에 익숙한 운영자에게 적합하도록 되어 있다. 따라서 사용자가 선택할 명령어를 출력하고 이를 선택하는 방식으로 사용자 인터페이스방식을 설계하였으므로, 사용자는 시스템의 상황에 적합한 도움말을 참조하기만 하면 된다. 또한, NBDP의 운영에 있어서도 별도의 운영 소프트웨어로 구동되는 방식이 아니라 시스템에서 정하고 있는 DTE와의 직렬 전송규격(19200보오)만 설정하면 일반 통신 에뮬레이션 소프트웨어로도 운영이 가능하도록 하여 운용소프트웨어의 관리가 필요하지 않으며, 일반 통신에뮬레이터를 사용하므로 DOS 또는 Window95와 같은 운영체제를 고려하지 않아도 되는 장점이 있으며, DSC/NBDP 시스템의 전송 시퀀스를 더욱 개발하여 육상의 PSTN과 PSDN과의 확장 및 연동시에 새로운 운용소프트웨어를 개발할 필요가 없게 된다.



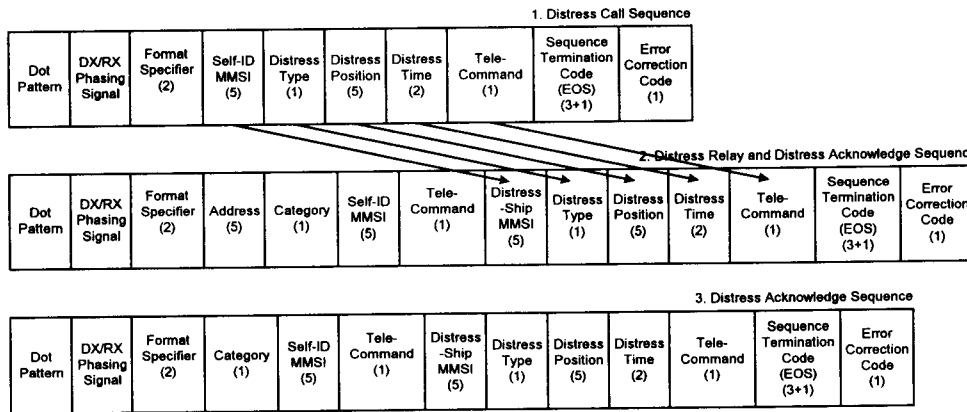
<그림 6> DSC/NBDP의 초기화면(Wm95환경)



<그림 7> DSC/NBDP의 초기화면(VT-100호환)

### 5.2 DSC 전송시퀀스의 알고리즘 설계 및 구현

DSC장비는 적어도 하나 이상의 조난경보 주파수를 통해 조난호출을 전송할 수 있도록 사전 설정될 수 있어야 한다. 조난호출에 대해서는 단일주파수 또는 다중주파수 호출시도로서 전송될 수 있으며, 초기 호출의 시작으로부터 3.5분에서 4.5분 사이의 랜덤 지연 후에 다시 동일 주파수 또는 다른 주파수를 통해서 전송될 수 있다. 긴급한 경우의 조난호출 통보는 조난의 형태, 위치정보, 시각정보를 포함하지 않을 수 있으며, 통보의 편집이 가능한 경우에는 자동 또는 수동으로 이들 정보에 대해서 사용자에게 포함시킬 수 있다. DSC의 일반호출은 국내 주파수 상에서 이루어지며, 메시지의 수신시 EOS의 신호가 "RQ"이면 호출 응답의 경우 EOS의 신호는 "BQ"이어야 한다. 일반호출은 호출가입자와 해안국 또는 두 선박간에 이루어지며, 호출시 임의의 한 주파수에 대한 전송은 선박으로부터의 확인 수신을 고려하기 위해 적어도 45초만큼의 간격으로 2회의 호출 시퀀스로 또는 5회까지 전송한다. <그림 8>은 조난호출에 대한 호출형식을 나타낸 것이다.



<그림 8> 조난호출의 형식

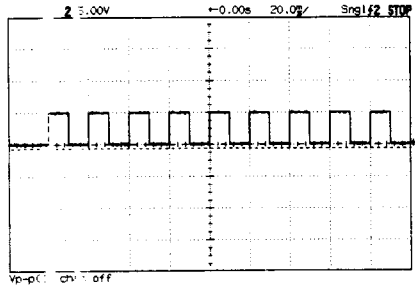
정해진 호출형식에 따라 메시지가 작성되면 사용자의 판단에 따라 메시지는 전송된다. 메시지의 수신측에서는 채널을 주사하게 되고, 비트 패턴의 수신시에 채널주사를 중단하고 위상 동기신호를 검출하게 된다. 마이크로 프로세서는 타임다이버시티에 의해 DX채널과 RX채널에서의 신호를 복원하고, 복원된 신호에 따라 EOS 및 ECC신호를 검출하면, 데이터의 추출 단계에서 자신의 ID와 일치하는지를 결정하고 일치되면 메시지의 처리를 행하게 된다. 호출에 대한 응답이 필요한 경우는 사용자에게 이를 출력하고 응답에 따른 호출 시퀀스를 행하게 된다. 송신메시지에서 제안되고 있는 채널과 주파수 및 통신방식에 대한 사항에 대해 새로운 제안도 사용자에게 의해 결정되면 이에 대한 정보를 재구성하게 되며 다시 전송시퀀스는 반복된다.

### 5.3 DSC호출의 신호처리 알고리즘의 설계

호출형식에서 필요한 정보는 선박의 식별부호(MMSI), 위치 및 시각, 호출의 종류, 착신국의 어드레스, 채널 및 주파수정보 등이다. 이러한 정보들은 호출의 종류에 따라 다르게 구성되며 시퀀스에 따라 구성되어야 하므로 구조체를 선언하여 각종 정보를 저장할 수 있게 하였으며, 공용체를 이용하여 호출메시지의 작성과 파일생성과 저장의 처리를 용이하게 하였다. 사용자의 판단에 따라 메시지의 전송명령이 선택되면, 마이크로 프로세서는 구조체 및 공용체에 의해 설정된 메시지의 형식에 필요한 정보를 구성하게 된다. 메시지의 형식이 완성되면, 호출을 위해 버퍼를 재구성하게 된다. 버퍼의 구성이 완료되면 내부타이머0의 인터럽트 벡터 함수의 설정과 인터럽트 플래그 설정 및 카운터의 카운트다운을 시작하면 10ms마다 타이머인터럽트가 발생되어 버퍼에서 1비트씩 비트 데이터를 DDS의 FSELECT단자에 입력하면 비트에 해당하는 주파수정보가 합성되어 FSK신호가 출력된다.

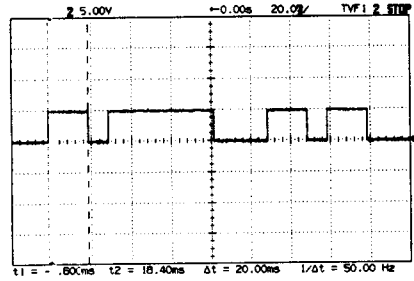
DSC 호출시퀀스 구현을 위한 내부 타이머인터럽트는 2개로 구성되어 있으며, Proc1(void)은 비트패턴을 전송한다. 비트패턴 전송이 완료되면 플래그를 설정하고 인터럽트 벡터를 Proc2(void)로 재설정하여 10비트의 데이터를 전송하고 버퍼의 값이 255이면 버퍼의 전송이 완료되었으므로 5번의 호출반복을 시도하도록 한다. <그림 9>는 인터럽트 서비스 루틴에 의해 비트패턴이 전송되는 신호를 나타낸 것이며, <그림 10>은 호출버퍼에서 캐릭터정보가 전송되는 신호를 나타낸 것이다.

10:16:06 Wed Mar 3, 1999



〈그림 9〉 도트 패턴의 출력

00:33:56 Mon Apr 26, 1999



〈그림 10〉 DSC 호출 정보의 출력

수신 신호 처리에 있어서 호출 시퀀스의 캐릭터 동기화는 도트패턴의 검출보다는 캐릭터 검출을 통해 확인된다. 도트패턴은 호출이 시작됨을 알리는 것으로 간주되며, DX채널에서 위상동기 캐릭터는 6개의 No.125이며, RX채널에서는 캐릭터 번호 111, 110, 109, 108, 107, 106, 105, 104로 구성되어 있는데 페이징 동기는 2개의 DX 채널 캐릭터와 1개의 RX 채널 캐릭터를 검출한 경우, 2개의 RX 채널 캐릭터와 1개의 DX 채널 캐릭터를 검출한 경우 및 3개의 DX 채널 캐릭터 또는 3개의 RX 채널 캐릭터를 검출한 경우에 동기된 것으로 간주되어야 한다.

비트 패턴은 미리 설정된 마스크(Mask) 값에 의해 비교하게 되고 매 10ms의 인터럽트함수에서 5ms시간 지연 후 신호를 입력하여 샘플링하게 된다. 샘플링된 데이터는 매 비트마다 쉬프트되어 이전에 발생된 인터럽트함수에 의해 저장된 값과 논리 합되어 신호를 구성하여 비트 패턴의 마스크와 비교하게 된다. 입력된 신호의 값과 마스크의 값이 일치되면 필요한 변수를 재 설정하고 캐릭터동기를 시작하게 된다. 캐릭터가 125인지를 검출하고 나면, 3개의 연속된 캐릭터를 검출하는 과정이 진행된다.

타임 다이버시티 전송의 수신데이터 중 3개의 연속된 캐릭터를 검출하면 되며, 서식 지정자의 검출을 위한 5바이트의 버퍼를 구성하여 타임 다이버시티 전송에 해당하는 5개의 바이트 중 첫 번째와 5번째 데이터를 비교하여 DX채널과 RX채널에서의 수신데이터 오류를 검출하게 된다.

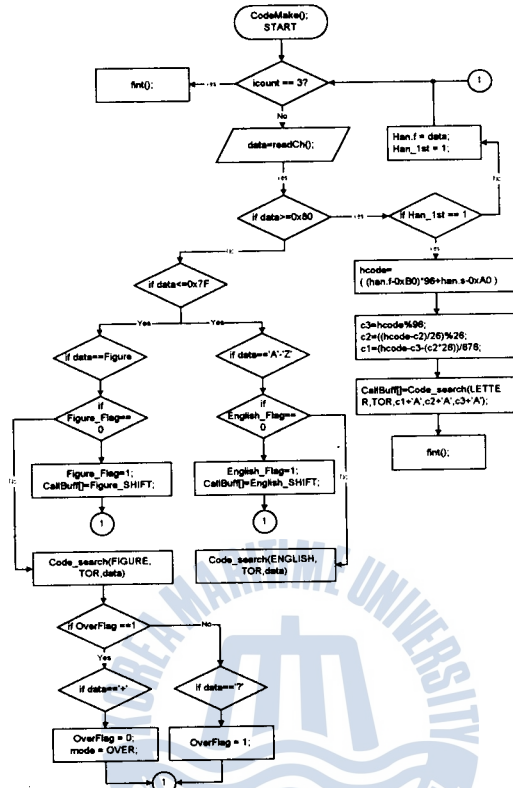
이러한 수신과정이 반복되면서 EOS가 검출될 때까지 진행되며, EOS의 검출이 되면 호출의 종류와 호출응답의 필요여부를 결정하게 되며 ECC의 오류점검계산을 한다. 오류 점검 계산은 서식 지정자부터 EOS까지의 정보의 수직 패리티의 모듈로-2 연산에 의해 이루어지며 오류 점검 계산이 수신된 ECC와 동일하면 호출의 수신이 성공적으로 완료되었으며 메시지 처리 과정을 진행하게 된다.

## 5.4 한글 NBDP ARQ 전송 시퀀스의 설계 및 구현

DSC/NBDP시스템의 메인 메뉴에서 NBDP모드의 설정에 의해 ARQ모드의 호출 시퀀스에 무선국간 텔렉스에 의한 통신이 가능하다. ITU-R 권고 820에 의하여 해상이동 업무에서의 협대역 직접 인쇄 전신에 대한 9디지트 식별번호의 사용이 권고되어 있으며 이 경우에 ITU-R 권고 625에 의한 호출 시퀀스 및 호출 프로시저에 의해 통신이 이루어지도록 정하고 있다. 9자리 식별번호는 7자리 식별신호로 변환된다. 이는 9자리의 숫자를 모듈로 20연산을 하여 몫이 0이 될 때까지 나머지를 구해간다. 이 과정에서 일곱 번의 나눗셈이 필요하게 되며, 7개의 나머지를 얻을 수 있다. 각각의 나머지를 R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7으로 표현하여 ITU-R 권고 625에 따라 각각 식별신호 IS1, IS2, IS3, IS4, IS5, IS6, IS7으로 변환하면 7개의 영문자를 얻게 된다. 이것은 송신국과 수신국의 호출 불럭과 ID불럭을 구성하는 데 사용되며, 또한 점검합신호를 구하고 계산하는데 이용된다.

ARQ의 전송 시퀀스는 450ms의 시간간격으로 3개의 캐릭터를 전송하고 1개의 재어 신호를 수신한다. 210ms동안 3개의 캐릭터를 전송할 수 있도록 이전 450ms의 전송 시퀀스 블록 동안 다음의 전송 시퀀스 블록에서 송신될 캐릭터를 비퍼를 통해 구성되어야 한다. 비퍼는 FIFO의 구조를 가지며 DTE로부터 입력되는 ASCII 또는 한글코드를 식별하여 매 450ms마다 3개의 캐릭터가 출력되도록 설계되어야 한다. CodeMake(void) 함수는 매 450ms마다 한 번씩 실행되며, 비퍼로부터 3번 데이터를 읽어내어 NBDP코드로 변환한 후 배열 CallBuff[ ]에 저장한다. 다음 450ms의 전송 시퀀스 블록에서는 이미 구성된 배열 CallBuff[ ]의 코드를 출력한다.

CodeMake(void)함수는 ASCII코드와 한글코드를 식별하는 기능을 수행하는데, 직렬 포트 인터럽트에 의해 수신버퍼로 저장된 1바이트를 읽어 내어 코드의 값이 0x80이상이면 한글로 인식하게 된다. 이 때, 한글은 2바이트로 구성되어야 하므로, Han\_1st변수에 의해 First코드인지 Second코드인지를 구별하게 된다. 2바이트를 구성하였으면 2바이트 완성형 한글코드를 NBDP한글코드 테이블에 의해 3개의 영문코드로 변환한다. 또한 CodeMake(void)함수에서는 송신되는 코드의 SHIFT코드의 삽입을 위해 한글모드, 영문모드, 기호 및 숫자모드의 플래그변수를 두어 코드의 입력에 따라 모드가 전환되게 한다.



<그림 11> CodeMake(void)함수의 흐름도

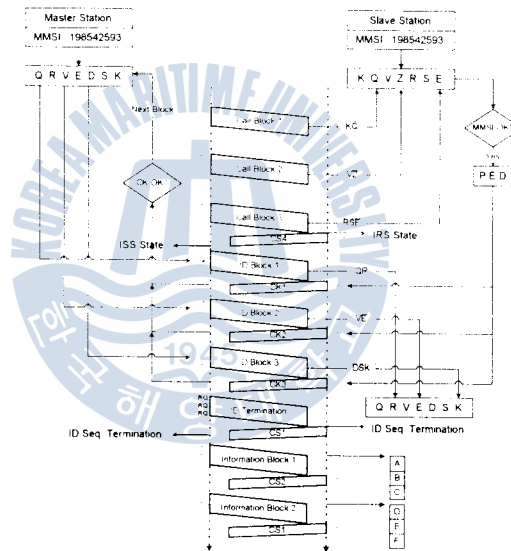
송신국에서의 호출블럭과 정보블럭의 구성은 450ms의 시간간격으로 이루어진다. V25의 내부타이머는 Interval Timer Mode로 설정되어 10ms마다 인터럽이 발생되며, TxIsrCount에 의해 카운팅되어 카운트의 값이 21이하일때는 호출블럭과 정보블럭의 21비트의 3개 캐릭터를 전송하고 22부터는 수신국에서 전송하는 제어신호의 수신을 수행한다. 카운터 값이 45일 때는 TxIsrCount값을 0으로 설정하고, 새로운 블럭전송을 시작한다. 또한, TxPhase의 값에 따라 전송되는 블럭의 데이터를 결정하게 되며, 호출 시퀀스에서 정보블럭까지 단계적으로 증가하도록 설계하였다.

<그림 12>는 호출 시퀀스에서 자동식별 페이징 시퀀스를 나타낸 것이다. 수신국에서는 자신의 식별번호와 일치하는지를 알기 위하여 호출블럭1의 RQ와 두 번째 식별번호를 논리합하여 호출블럭의 타이밍설정을 위한 Mask로 사용하여 수신신호와 14비트 신호의 패턴을 비교함으로써 Mask와 일치하면 450ms타이머인터럽트가 구동된다. 수신국 또는 슬레이브국의 시스템의 클럭은 송신국 또는 마스터국의 클럭에 동기되어야 하며, 이 때 시스템 클럭의 편차는 30ppm이하이어야 한다. 수신국 또는 슬레이브국에서 초기 위상 페이징 시퀀스에 의해 기준타이밍이 결정되면 내부타이머를 구동하면

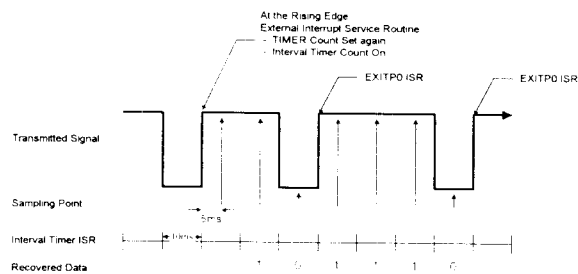


되나, 이 경우, 마이크로프로세서에 의해 유지되는 내부타이머는 타이머의 구동시간이 길어짐에 따라 타이밍에러도 누적되어 30ppm의 시스템 클럭의 편차를 유지할 수가 없으며, 따라서 매10ms시간마다 중간점에서 샘플이 유지되지 않으며 결국 샘플링이 유지되지 않는다. 따라서, 이 오차를 유지하기 위해서는 본 연구에서는 외부 인터럽트를 병행하여 인터럽트루틴을 이중루프로 설계하여 타이밍을 유지하였다.

V25 마이크로프로세서의 외부트리거 인터럽트를 이용하여 수신신호의 상승에지에서 외부인터럽이 발생되면, 인터럽트서비스루틴에서는 5ms지연시간과 10ms의 인터벌 타이머의 값을 재 설정하면 송신국 또는 마스터국의 시스템 클럭에 동기를 유지할 수 있다. <그림 13>은 외부인터럽트에 의해 시스템 클럭 재설정을 나타낸 것이다.



<그림 12> 자동식별 기능이 있는 페이징 절차



<그림 13> 외부인터럽트에 의한 타이머 인터럽트 구동

송신국에서 호출블럭과 정보블럭의 전송할지의 여부는 TxPhase의 값에 결정되는데, TxPhase는 수신국의 제어신호에 따라 결정된다. DetectAck(void)함수는 수신국에서 전송되는 제어신호를 결정하여 송신국의 위상상태를 결정하는 기능을 수행한다. 수신국에서는 송신국에서 보내오는 제어신호의 타이밍을 결정하기 위해서 제어신호의 마스크 값을 미리 조사하여 몇 번째 비트에서 에지 트리거 인터럽트가 발생할지를 예측하여 에지트리거 인터럽트가 발생되었을 때의 AckIsrCount값의 초기값을 설정하게 된다. 따라서 설정된 초기값에 따라 AckIsrCount의 값이 7이 될 때까지 타이머 인터럽트가 구동되며, AckIsrCount의 값이 7이면 수신된 신호가 해당된 제어신호인지를 결정하고, 오류가 없으면 TxPhase의 값을 변경하게 된다.

DetectAck(void)함수에서 결정된 CkPhase가 4이면 호출블럭이 수신되어 ID블럭의 전송이 시작되며 수신국에서 보내오는 점검합 신호의 검출에 따라 CkPhase의 값이 1에서 증가되어 3개의 ID블럭과 점검합 신호가 오류가 없으면 CkPhase는 9의 값을 가지며, TxPhase는 ID블럭의 전송이 완료되어 정보블럭의 전송을 시작한다. ID블럭의 전송이 시작되면 DetectAck함수는 CSPhase의 값에 따라 전송된 블록에 오류가 발생되었는지를 점검할 수 있다. CSPhase의 값은 1과 2의 값으로 교번되며, 전송된 블록에 오류가 발생되면 전송된 블록에 대해 오류가 해결될 때까지 재전송하게 된다.

```

01. Nsig: Error 0101 0000
02. Error: 0001
03. SQR: 001 00000000
04. SQR: 001 00000000
05. SQR: 001 00000000
06. SQR: 001 00000000
07. SQR: 001 00000000
08. SQR: 001 00000000
09. SQR: 001 00000000
10. SQR: 001 00000000
11. SQR: 001 00000000
12. SQR: 001 00000000
13. SQR: 001 00000000
14. SQR: 001 00000000
15. SQR: 001 00000000
16. SQR: 001 00000000
17. SQR: 001 00000000
18. SQR: 001 00000000
19. SQR: 001 00000000
20. SQR: 001 00000000
21. SQR: 001 00000000
22. SQR: 001 00000000
23. SQR: 001 00000000
24. SQR: 001 00000000
25. SQR: 001 00000000
26. SQR: 001 00000000
27. SQR: 001 00000000
28. SQR: 001 00000000
29. SQR: 001 00000000
30. SQR: 001 00000000
31. SQR: 001 00000000
32. SQR: 001 00000000
33. SQR: 001 00000000
34. SQR: 001 00000000
35. SQR: 001 00000000
36. SQR: 001 00000000
37. SQR: 001 00000000
38. SQR: 001 00000000
39. SQR: 001 00000000
40. SQR: 001 00000000
41. SQR: 001 00000000
42. SQR: 001 00000000
43. SQR: 001 00000000
44. SQR: 001 00000000
45. SQR: 001 00000000
46. SQR: 001 00000000
47. SQR: 001 00000000
48. SQR: 001 00000000
49. SQR: 001 00000000
50. SQR: 001 00000000
51. SQR: 001 00000000
52. SQR: 001 00000000
53. SQR: 001 00000000
54. SQR: 001 00000000
55. SQR: 001 00000000
56. SQR: 001 00000000
57. SQR: 001 00000000
58. SQR: 001 00000000
59. SQR: 001 00000000
60. SQR: 001 00000000
61. SQR: 001 00000000
62. SQR: 001 00000000
63. SQR: 001 00000000
64. SQR: 001 00000000
65. SQR: 001 00000000
66. SQR: 001 00000000
67. SQR: 001 00000000
68. SQR: 001 00000000
69. SQR: 001 00000000
70. SQR: 001 00000000
71. SQR: 001 00000000
72. SQR: 001 00000000
73. SQR: 001 00000000
74. SQR: 001 00000000
75. SQR: 001 00000000
76. SQR: 001 00000000
77. SQR: 001 00000000
78. SQR: 001 00000000
79. SQR: 001 00000000
80. SQR: 001 00000000
81. SQR: 001 00000000
82. SQR: 001 00000000
83. SQR: 001 00000000
84. SQR: 001 00000000
85. SQR: 001 00000000
86. SQR: 001 00000000
87. SQR: 001 00000000
88. SQR: 001 00000000
89. SQR: 001 00000000
90. SQR: 001 00000000
91. SQR: 001 00000000
92. SQR: 001 00000000
93. SQR: 001 00000000
94. SQR: 001 00000000
95. SQR: 001 00000000
96. SQR: 001 00000000
97. SQR: 001 00000000
98. SQR: 001 00000000
99. SQR: 001 00000000
100. SQR: 001 00000000

```

```

01. Nsig: Error 0101 0000
02. Error: 0001
03. SQR: 001 00000000
04. SQR: 001 00000000
05. SQR: 001 00000000
06. SQR: 001 00000000
07. SQR: 001 00000000
08. SQR: 001 00000000
09. SQR: 001 00000000
10. SQR: 001 00000000
11. SQR: 001 00000000
12. SQR: 001 00000000
13. SQR: 001 00000000
14. SQR: 001 00000000
15. SQR: 001 00000000
16. SQR: 001 00000000
17. SQR: 001 00000000
18. SQR: 001 00000000
19. SQR: 001 00000000
20. SQR: 001 00000000
21. SQR: 001 00000000
22. SQR: 001 00000000
23. SQR: 001 00000000
24. SQR: 001 00000000
25. SQR: 001 00000000
26. SQR: 001 00000000
27. SQR: 001 00000000
28. SQR: 001 00000000
29. SQR: 001 00000000
30. SQR: 001 00000000
31. SQR: 001 00000000
32. SQR: 001 00000000
33. SQR: 001 00000000
34. SQR: 001 00000000
35. SQR: 001 00000000
36. SQR: 001 00000000
37. SQR: 001 00000000
38. SQR: 001 00000000
39. SQR: 001 00000000
40. SQR: 001 00000000
41. SQR: 001 00000000
42. SQR: 001 00000000
43. SQR: 001 00000000
44. SQR: 001 00000000
45. SQR: 001 00000000
46. SQR: 001 00000000
47. SQR: 001 00000000
48. SQR: 001 00000000
49. SQR: 001 00000000
50. SQR: 001 00000000
51. SQR: 001 00000000
52. SQR: 001 00000000
53. SQR: 001 00000000
54. SQR: 001 00000000
55. SQR: 001 00000000
56. SQR: 001 00000000
57. SQR: 001 00000000
58. SQR: 001 00000000
59. SQR: 001 00000000
60. SQR: 001 00000000
61. SQR: 001 00000000
62. SQR: 001 00000000
63. SQR: 001 00000000
64. SQR: 001 00000000
65. SQR: 001 00000000
66. SQR: 001 00000000
67. SQR: 001 00000000
68. SQR: 001 00000000
69. SQR: 001 00000000
70. SQR: 001 00000000
71. SQR: 001 00000000
72. SQR: 001 00000000
73. SQR: 001 00000000
74. SQR: 001 00000000
75. SQR: 001 00000000
76. SQR: 001 00000000
77. SQR: 001 00000000
78. SQR: 001 00000000
79. SQR: 001 00000000
80. SQR: 001 00000000
81. SQR: 001 00000000
82. SQR: 001 00000000
83. SQR: 001 00000000
84. SQR: 001 00000000
85. SQR: 001 00000000
86. SQR: 001 00000000
87. SQR: 001 00000000
88. SQR: 001 00000000
89. SQR: 001 00000000
90. SQR: 001 00000000
91. SQR: 001 00000000
92. SQR: 001 00000000
93. SQR: 001 00000000
94. SQR: 001 00000000
95. SQR: 001 00000000
96. SQR: 001 00000000
97. SQR: 001 00000000
98. SQR: 001 00000000
99. SQR: 001 00000000
100. SQR: 001 00000000

```

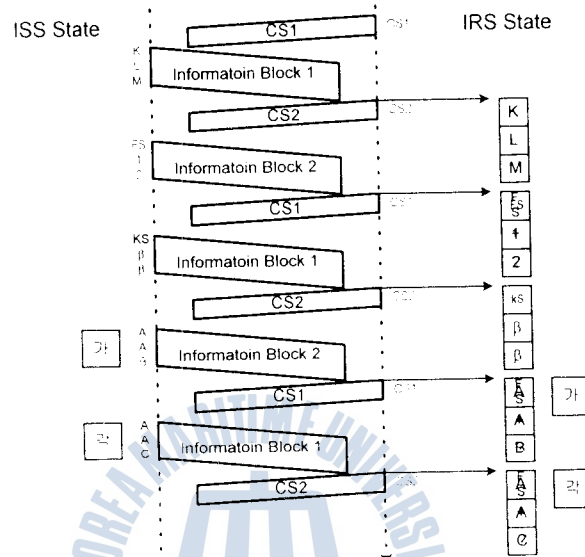
(a) &lt;송신국 DTE의 화면&gt;

(b) &lt;수신국 DTE의 화면&gt;

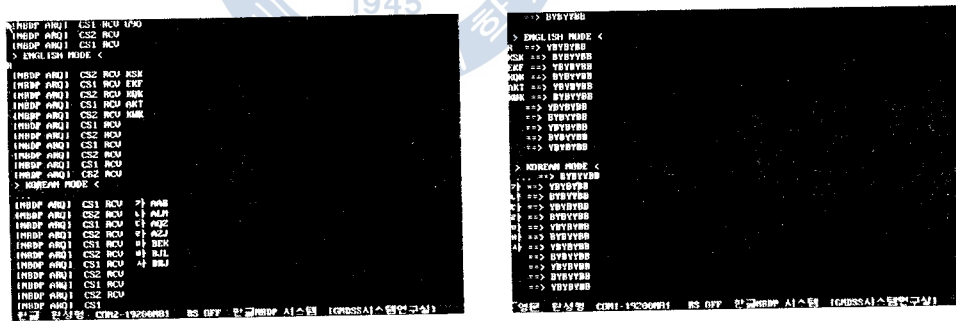
(그림 14) 자동식별 시퀀스의 신호처리과정

ARQ모드의 전송 시퀀스에서의 한글처리는 CodeMake(void)함수에 의해 한글 1글자 당 3개의 영문자 코드로 변환되며, 3개의 영문자코드는 NBDP코드로 변환되어 전송된다. 한글은 글자조합의 특성상 초성, 중성, 종성의 3개의 자모음이 모여야 한글자가 이루어지므로 2바이트의 완성형코드가 조합이 되었을 때만 전송되어야 도깨비현상과 같이 글자가 조합되지 않은 상태로 DTE에 나타나는 것을 방지할 수 있다. 따라서, ARQ 모드에서 한글전송은 3개의 정보블럭을 단위로 전송되므로 이와 같은 도깨비현상은

생기지 않는다. <그림 16>은 NBDP의 ARQ모드 전송 시퀀스에 한글코드가 처리되어 한글이 송신국에서 수신국으로 전송되는 화면을 나타낸 것이다.



<그림 15> ARQ 모드에서의 한글 처리



(a) <송신국의 화면>

(b) <수신국의 화면>

<그림 16> ARQ모드에서의 한글 전송

## VI. 결 론

해상에서의 인명안전을 위하여 ITU, IMO, IHO 및 WMO 등 관련 국제기구의 노력에 의하여 GMDSS 제도가 도입되었으며, 1999년 2월1일부터 총톤수 300톤 이상의 모든 선박에 적용되고 있다. GMDSS 시스템의 도입에 따라 해상 이동 통신 시스템은 많

은 변화를 가져왔으며 특히 데이터통신을 위주로 위성과 디지털선택호출 및 직접인쇄 전신방식에 의한 신뢰성 있고 정확한 조난통신시스템을 구축하게 되었다.

또한, 수색 및 구조에 관한 국제협약의 체결과 이행에 따라 각국에서는 효율적인 수색구조시스템을 구축 및 운영하고 있으며, 선박에 대해서도 관련 무선설비들을 강제적으로 탑재하고 있다. GMDSS는 어선 및 소형선박에 대해서도 적용될 전망이나 현재는 대형선박위주로 이행되고 있으며, 현재 소형선박과 연안선박에 대해서는 전면적으로 적용되고 있지 않다.

오늘날 해난사고의 대부분은 소형 및 연안선박에서 발생되고 있으며, 조난통신의 운영방식도 기존의 무선전신과 무선전화시스템의 방식과 달리 DSC와 NBDP에 의한 조난통신의 호출 및 중계, 경보의 취급 및 운용방식은 다르다. 본 연구에서는 소형선박 및 연안선박에 적합한 중단과대용 DSC 및 NBDP 시스템의 개발이 이루어질 수 있도록 시스템의 설계 및 시퀀스의 구현을 통해 개발의 가능성을 제시하고, 동 시스템의 제도적 수용 및 도입의 필요성을 제기하였다.

또한, 대부분의 해난사고가 발생되고 있는 소형선박 및 어선에 대해서도 해난사고 방지와 해난사고 발생시 신속한 수색구조가 이루어질 수 있도록 통신시스템이 구축되어야 한다. 따라서 본 연구에서는 중단과대를 사용하는 DSC/NBDP시스템의 개발을 통해 경제적으로 이들 선박에 보급하여 기존의 수색구조체계를 개선할 수 있도록 하였다. 또한 어선에 있어서 영어뿐만 아니라 한글을 사용할 수 있도록 NBDP의 ARQ 시퀀스를 한글처리가 가능하도록 설계함으로써 한글 NBDP시스템의 개발에 필요한 핵심기술을 개발하였다.

본 연구를 진행함에 있어 송수신부회로의 부분적 개발이 완료되었으며, 관련회로의 부분적 수정 또는 보완을 통해 제품화할 수 있는 단계까지 완료하여 각 회로의 제어알고리즘을 정리하였기 때문에 이를 통해 실제제품의 개발이 가능할 것으로 판단된다. 특히, 본 연구를 통해 연구된 결과를 토대로 첨부 전력 50와트 이하의 DSC/NBDP시스템의 개발이 가능하며, 이를 위한 보완 연구가 이루어지면 소형 및 연안선박에 대한 어선 GMDSS 대체 효과를 기대할 수 있다. 또한, SSB 회로와의 결합을 그리고 모-스를 이용한 연구가 이루어진다면 선박통신의 자동화를 실현할 수 있을 것이다. 그리고, 모-스를 이용한 무선전신의 폐지에 따라 어선에서 한글사용이 불가능한 점을 감안하여 개발된 한글 NBDP는 어선과 국적선에서 한글을 사용할 수 있는 한글 NBDP시스템의 도입이 가능하게 되었다. 따라서 본 연구와 더불어 DSC 시스템을 활용할 수 있는 연구가 이루어져 어선과 소형선박에 적합한 AIS시스템을 개발하고 이를 토대로 현재 추진되고 있는 상선위주의 AIS와 병렬적으로 상호 보완되는 시스템 구축을 위한 연구가 이루어져야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

- [1] 김웅주·박광수·김병옥, 「GMDSS 통신운용」, 부산 : 세종문화사, p.14, 1994.
- [2] 한국어선협회, 「77/93년 어선 안전 협약」, 부산 : 해인출판사, 1994.
- [3] 해양경찰청, 「해난사고통계연감」, 인천 : 해양경찰청, 1998.
- [4] IMO, "GMDSS Handbook, Part 2". IMO : London, pp.3-4, 1995
- [5] The Hydrographer of the Navy, "Admiralty list of radio signals, Vol.5", Hydrographic Office : Taunton, pp.1-3, 1996
- [6] 김기문, "전파 통신 관리 체제와 인력 운용에 관한 연구", 박사학위논문, 경남대학교, p.87, 1993. 12.
- [7] The Hydrographer of the Navy, "Admiralty list of radio signals, Vol.2 & 3", Hydrographic Office : Taunton, 1996
- [8] Laurie Tetley & David Calcutt, "Understanding GMDSS", Great Britain, pp.10-13, 1994.
- [9] ITU R, Rec. 493-5, Rec. 476, Rec. 492, Rec. 514, ITU, 1995.
- [10] Laurie Tetley & David Calcutt, "Understanding GMDSS", Great Britain, pp.249, 1994.
- [11] Ulrich L.Rohde, "Digital PLL Frequency Synthesizer : Theory and Design". Prentice Hall Inc., pp.312-316, 1983.
- [12] Vadim Manassewitsch, "Frequency Synthesizer, 3rd Edition", John Wiley & Sons, 1987.
- [13] Behzad Razavi, "RF Microelectronics". Prentice Hall Inc., pp.285-289, 1998.
- [14] J. A. Crawford, "Frequency Synthesizer Design Handbook", Norwood, MA : Artech House, 1994.
- [15] Ulrich L.Rohde, Jerry Whitaker, and T.T.N. Bucher, "Communications Receivers, 2nd Edition", Mc-Graw Hill, pp.271-273, 1996.
- [16] 今田 梧/深谷武彦, "實用 アナログ・フィルタ設計法," CQ출판사, p.129, 1994.
- [17] Arthur B. Williams, Fred J. Taylor, "Electronic Filter Design Handbook 3rd Edition, Chapter 17", McGraw-Hill Inc., pp. 1995.
- [18] Graham D.Lees & William G. Wilmson, "Handbook for Maritime Radio Communication, 2nd Edition", LLP, 1996.

