

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

Sistema de Chamada Seletiva Digital para
controle de comunicações por ondas terrestres
no Serviço Móvel Marítimo.

MÁRIO MOURA DE SOUSA

DM 08/2012

UFPA/ITEC/PPGEE
Campus Universitário do Guamá
66.075-110-Belém-Pará-Brasil

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

**SISTEMA DE CHAMADA SELETIVA DIGITAL
PARA CONTROLE DE COMUNICAÇÕES POR
ONDAS TERRESTRES NO SERVIÇO MÓVEL
MARÍTIMO.**

AUTOR: MÁRIO MOURA DE SOUSA

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Pará,
como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre
em Engenharia Elétrica.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Evaldo Gonçalves Pelaes

Belém - Pará

2012

S725s

Sousa, Mário Moura de

Sistema de chamada seletiva digital para controle de comunicações por ondas terrestres no Serviço Móvel Marítimo / Mário Moura de Sousa; orientador, Evaldo Gonçalves Pelaes. – 2012.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Belém, 2012.

1. Navegação - medidas de segurança. 2. Radio na navegação. 3. Comunicações digitais. I. Orientador. II. Título.

CDD 22. ed. 623.8932

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

SISTEMA DE CHAMADA SELETIVA DIGITAL PARA CONTROLE DE
COMUNICAÇÕES POR ONDAS TERRESTRES NO SERVIÇO MÓVEL MARÍTIMO

Autor: Mário Moura de Sousa

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA À AVALIAÇÃO DA BANCA EXAMINADORA APROVADA PELO COLEGIADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA, DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ E JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA ELÉTRICA NA ÁREA DE TELECOMUNICAÇÕES, EM 23 /03/2012.

Prof. Dr. EVALDO GONÇALVES PELAES

Prof. Dr. GERVÁSIO PROTÁSIO DOS SANTOS CAVALCANTE

Profª. Dra. VALQUÍRIA GUSMÃO MACEDO

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado saúde e discernimento como base para meu condicionamento e competência para desenvolver e concluir este trabalho.

Ao professor Dr. Evaldo Gonçalves Pelaes pelo seu paciente e competente trabalho de orientação, sem os quais esta pesquisa poderia não ser desenvolvida a contento.

À minha esposa Luiza e meus filhos Lukas e Ana Luísa pelo apoio e incentivo prestados.

À minha mãe Maria, minha irmã Izabel e meus irmãos pelo incentivo dispensado.

Ao Centro de Instrução Almirante Braz de Aguiar (CIABA) pelo apoio institucional, especialmente na concessão de tempo para pesquisas, frequência a aulas, etc.

À Coordenação do Curso de Mestrado pelo devido suporte acadêmico.

A todos, meus agradecimentos e reconhecimento.

Índice

Lista de figuras	vii
Lista de tabelas	viii
Lista de abreviaturas, siglas e símbolos	ix
Resumo	xi
Abstract	xii
Capítulo 1	
Discussão preliminar	
1.1 Introdução.....	1
1.2 Resumo histórico.....	2
1.3 Estágio atual do Serviço Móvel Marítimo.....	4
1.4 Apresentação do problema.....	5
1.5 Desenvolvimento do trabalho.....	7
Capítulo 2	
Sistemática de comunicação marítima	
2.1 Fontes de sinais e seu processamento básico.....	9
2.1.1 Modos de transmissão.....	11
2.1.2 A codificação de canal.....	12
2.2 Comunicações no GMDSS.....	13
2.2.1 Áreas marítimas de comunicação.....	15
2.2.2 A Chamada Seletiva Digital (DSC).....	17
2.2.2.1 A sequência de chamada DSC.....	20
Capítulo 3	
Propagação de sinais por ondas terrestres	
3.1 Mecanismos de propagação.....	24
3.1.1 Propagação em linha de visada.....	25
3.1.2 Propagação por ondas de superfície.....	26
3.1.3 Propagação por onda celeste.....	27
Capítulo 4	
Sistema de Controle de Falsos Alarmes de Socorro (SICFAS)	

4.1	Descrição geral de operacionalização do sistema.....	vi
4.2	Diagrama de processamento do SICFAS-1.....	33
4.2.1	Processamento das chamadas DSC no SICFAS-1.....	34
4.2.1.1	Cancelamento de Alerta de Socorro DSC.....	38
4.2.1.2	Transmissão de dados dos Alertas de Socorro à estação central..	39
4.2.2	Processamento associado ao SICFAS-2.....	40
Capítulo 5		
Sistema de Monitoração de Estações Costeiras (SIMEC)		
5.1	Operacionalização do SIMEC a bordo de navio.....	43
5.1.1	Formatação da sequência de chamada de controle.....	45
5.1.2	Rotinas de processamento.....	46
5.2	Operacionalização do SIMEC na estação costeira.....	47
Capítulo 6		
Considerações finais		
6.1	Aspectos relevantes a destacar.....	50
6.2	Proposições para estudos futuros.....	51
Anexo A		
	Mapa mundial de áreas marítimas de busca e salvamento.....	53
Anexo B		
	Principais frequências empregadas no SMM.....	54
Anexo C		
	Organização de caracteres e números no Sistema DSC.....	56
Anexo D		
	Uso dos símbolos de comandos do Sistema DSC.....	58
Anexo E		
	Fluxograma de processamento do sistema SICFAS-1.....	59
Anexo F		
	Fluxograma de processamento do sistema SIMEC.....	63
	Referências bibliográficas	66

Lista de figuras

Figura 2.1 – Representação básica de um sistema de comunicação.....	8
Figura 2.2 – Diagrama simplificado do sistema de comunicações do SMM.....	9
Figura 2.3 – Esquema de modulação nos MODEMs.....	10
Figura 2.3 – Sistemática de transmissão de caracteres.....	13
Figura 2.4 – <i>Links</i> característicos de comunicações no GMDSS.....	14
Figura 2.5 – Arranjo de <i>Áreas Marítimas</i> (A1, A2 e A3) em torno do Reino Unido....	16
Figura 2.6 – Diagrama básico do transceptor marítimo com DSC.....	17
Figura 2.7 – Formato básico de uma Sequência de Chamada.....	21
Figura 2.8 – Arranjo geral de um conteúdo da chamada.....	21
Figura 3.1 – Link de VHF com embarcação (à direita) fora do alcance.....	25
Figura 3.2 – Propagação por onda celeste.....	27
Figura 4.1 – Direcionamento de chamada DSC de socorro com o SICFAS.....	32
Figura 4.2 – Diagrama básico de processamento do SICFAS-1.....	33
Figura 4.3 – Config.do arranjo inicial de caracteres de chamadas DSC de socorro...	35
Figura 4.4 – Arranjo de armazenamento de dados de chamadas DSC de socorro..	37
Figura 4.5 – Sistemática de codificação de posição geográfica do Sistema DSC.....	38
Figura 4.6 – Sistemática de codificação de transmissão do SICFAS-1.....	40
Figura 4.7 – Sistemática de codificação de sinalização de erro para SICFAS-1.....	40
Figura 4.8 – Diagrama básico de processamento do SICFAS-2.....	41
Figura 5.1 – Estrutura básica do SIMEC.....	43
Figura 5.2 – Diagrama de Blocos Básico do SIMEC – Estação de Navio.....	44
Figura 5.3 – Formato técnico de uma <i>Sequência de Chamada de Controle</i>	45
Figura 5.4 – Formatação de coordenadas na <i>Sequência de Chamada de Controle</i>	46
Figura 5.5 – Diagrama de Blocos Básico do SIMEC – Estação Costeira.....	48

Lista de tabelas

Tabela 3.1 – Alcances aproximados com onda celeste x frequências e período do dia	29
Tabela 5.1 – Sub-rotina de Geração de Sequência de Chamada de Controle.....	47

Lista de abreviaturas, siglas e símbolos

ACK – Notificação de recebimento de chamada (*Acknowledgement*)

ARQ – Sistemática de correção de erro e solicitação de reenvio de dados (DSC ou telex) (*Automatic request for repeat*)

Bps – Bits por segundo (unidade de medida de velocidade de transferência de dados através de um sistema, no caso, o sistema DSC)

COSPAS-SARSAT – Consórcio de satélites de baixa órbita polar destinados ao encaminhamento de alertas de socorro provenientes de EPIRBs, instalados nas embarcações

DSC – Chamada Seletiva Digital (*Digital Selective Calling*)

EPIRB – Radiobaliza indicadora de posição de emergência (*Emergency Positioning-Indicating Radio Beacon*)

FEC – Sistemática de correção de erro no próprio receptor, sem solicitação de reenvio de dados ao transmissor (*Forward Error Correction*)

GMDSS – Sistema Global de Socorro e Segurança Marítima (*Global Maritime Distress and Safety System*)

HF – Sub-faixa de altas frequências (High Frequency), de 3 a 30 MHz

IMO – Organização Marítima Internacional (*International Maritime Organization*)

INMARSAT – Consórcio formado por 4 satélites de baixa órbita para radiocomunicações marítimas (*International Mobile Satellite Organization*)

ITU – Agência da ONU de regulação das telecomunicações mundiais (*International Telecommunication Union*)

MF – Sub-faixa de médias frequências (Medium Frequency), de 300 kHz a 3 MHz

MMSI – Número de identificação das estações de radiocomunicações do SMM, formado por 9 dígitos decimais (*Maritime Mobile Service Identity*)

Modem – Modulador-Demodulador. Dispositivo destinado a efetivar a conversão de dados decimais em tons de audiofrequência (ou vice-versa), nas transmissões de dados pelas linhas da rede pública.

RCC – Centro de Coordenação de Resgate Marítimo (*Rescue Co-ordination Centre*)

RF – Frequências dentro do espectro de rádio (3 kHz a 300 GHz)

SAR – Busca e Salvamento (*Search and Rescue*)

x

SMM – Serviço Móvel Marítimo

SOLAS – Convenção Internacional para a Segurança da Vida no Mar (*International Convention for the Safety of Life at Sea*)

VHF – Sub-faixa de frequências muito altas (Very High Frequency), de 30 MHz a 300 MHz.

Resumo

As comunicações marítimas são ainda fortemente efetivadas por meio de circuitos rádio convencionais empregando ondas terrestres, em bandas de MF a VHF, especialmente após a introdução de sistemática de chamadas seletivas digitais. Entretanto, um número significativo de procedimentos operacionais nas radiocomunicações ainda depende de intervenções de operador, reduzindo sua eficiência e dando margem ao cometimento de erros como emissão de falsos alarmes de socorro. Esses erros têm sido frequentes e têm ocasionado muito desvio de atenção das ocorrências reais e perdas de tempo nas instâncias que cuidam das ações de busca e salvamento no mar, afetando, seriamente, a confiabilidade no processo de comunicações terrestres. Em vista disto, propõem-se, nesta pesquisa, sistemáticas para controle das emissões de falsos alertas de socorro, nas transmissões por ondas terrestres, e para melhorar o processo vigente de transmissão de chamadas. As chamadas de socorro recebidas pelas estações costeiras são identificadas por estas, de acordo com as estações que as emitiu, objetivando subsidiar ações corretivas por instâncias competentes, para inibição de novas ocorrências. Paralelamente, maior nível de automação é proposto para os processos de chamadas, reduzindo-se a dependência de procedimentos manuais e, assim, as possibilidades de emissões equivocadas, além de melhor aproveitar o conceito de chamada seletiva do sistema vigente. Tais proposições dão maior eficiência e confiabilidade às comunicações terrestres, úteis especialmente nas situações de emergências, sem adicionar significativas demandas operacionais nas estações, incentivando e melhorando as condições de comunicações no SMM por ondas terrestres.

Palavras-Chave – Serviço Móvel Marítimo, Radiocomunicações Marítimas, Chamada Seletiva Digital (DSC), Sistema Global de Socorro e Segurança Marítima (GMDSS).

Abstract

Maritime communications are still strongly carried out by means of conventional radio circuits via terrestrial waves using MF to VHF bands, mainly after the introduction of systematization of digital selective callings. However, a large number of the operational procedures on radio communications still rely on operator interventions, thus reducing their effectiveness and giving origin to errors such as false distress callings broadcasts. These errors have been frequent and have drawn attention from the actual distress situations implying in loss of time in subjects related to search and rescue at sea, affecting seriously the reliability of the process of terrestrial communications. Thus this research proposes systematizations to control the broadcasts of false distress alarms in terrestrial wave transmissions, and to improve the usual process of transmission of callings. The distress calls received by the coast stations are identified by them according to broadcasting stations which issued the messages, aiming to support corrective action by competent authorities, to avoid recurrence. In addition, higher level of automation is proposed for the processes of calls, reducing the reliance on manual procedures, and thus the chances of mistaken broadcasts, and better explore the concept of selective calls of the current system. These propositions provide greater efficiency and reliability for terrestrial communications, especially useful in emergency situations, without adding significant operational demands on stations, encouraging and improving the conditions for communications on MMS by terrestrial waves.

Keywords—Maritime Mobile Service, Maritime Radio Communications, Digital Selective Calling (DSC), Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS).

CAPÍTULO 1

Discussão preliminar

1.1 Introdução

O transporte ou navegação marítima é atividade imprescindível para o desenvolvimento dos povos e nações, sendo efetivada por meio de embarcações diversas, especialmente navios de médio ou grande porte, interligando portos de regiões e de países em redor do mundo, através dos mares e oceanos. Diversos objetivos e interesses são envolvidos, relacionados a atividades comerciais, turísticas, de pesquisa, de segurança, etc. Tal atividade não pode prescindir de uma eficiente infraestrutura de comunicações, entre navios e terra (e vice-versa), assim como entre navios, para o eficaz cumprimento de seus objetivos, segurança da navegação e proteção da vida humana no mar, da propriedade e do meio ambiente.

As comunicações marítimas normalmente se relacionarão a questões operacionais da navegação, embora possam ser motivadas por outros interesses (comerciais, como as efetivadas entre navios e escritórios de empresas; sociais, como no caso de contatos de tripulantes com familiares, etc) [11]. As comunicações operacionais podem tratar de assuntos de *rotina* (como acertos de manobras entre navios e troca de informações sobre atracação num porto), de *segurança* (como emissão e recepção de boletins meteorológicos e de condições do mar) ou *emergenciais*. Estas últimas serão classificadas como *chamadas ou alertas de socorro* (quando um navio ou outro veículo, ou pessoa, está em perigo e requer assistência imediata) e de *chamadas de urgência* (diante um perigo iminente à navegação). Desde os primórdios da navegação marítima as comunicações de socorro, de urgência e de segurança (nessa ordem) têm recebido tratamento prioritário.

Uma vez que as comunicações marítimas são efetivadas de/para estações de navios cujas posições são variáveis, tal sistema de comunicações se configura como do tipo rádiomóvel, daí a designação *Serviço Móvel Marítimo* (SMM). Nesse sistema, o processo comunicativo pode se efetivar com o concurso de satélite ou por meio de *links* terrestres, de acordo com a regulamentação vigente. Em *links* terrestres, as telecomunicações não dependem de uma instância central de controle e gerenciamento, efetivando-se por meio da radiodifusão bidirecional de sinais-rádio entre as estações móveis e fixas (navio↔navio e navio↔terra). Portanto, em cada extremidade do *link*, haverá unidades transmissoras e receptoras, com a propagação por ondas diretas (antenas em linha de visada), em curtos alcances; ou por meios indiretos, aproveitando-se os fenômenos de reflexão, refração e/ou difração na superfície ou atmosfera (Ionosfera), envolvendo maiores alcances. As estações em terra, situadas em áreas costeiras, e por isso chamadas de *estações costeiras*, dão apoio aos navegantes, especialmente no encaminhamento das chamadas de emergência, na radiodifusão de informes de segurança marítima e na interligação com redes de telecomunicações em terra.

1.2 Resumo histórico

As radiocomunicações marítimas se iniciaram na virada do século XX, logo após as experiências bem sucedidas com transmissão de ondas de rádio. A contínua interrupção dessas ondas (por meio de um manipulador), de acordo com as especificações do código Morse, tornou efetiva a transmissão/recepção de mensagens entre pontos remotos, embora com alcances limitados, surgindo, assim, a *radiotelegrafia Morse*, operando em 500 kHz. A partir dos códigos recebidos, nos horários de escuta rádio pelos operadores das radiocomunicações, as mensagens, eram transcritas em papel e encaminhadas ao destinatário.

A partir dos anos 20, com a disseminação radiodifusão sonora, a radiotelefonia passou também a ser empregada nas comunicações marítimas, com emissões em Ondas Médias e modulação AM, em 2.182 kHz. A partir da década de 50, foram introduzidos os transceptores de FM, operando na faixa de VHF, para comunicações de curto alcance - tipicamente entre 30 e 50 milhas náuticas. A posterior introdução dos dispositivos de estado sólido, como os transistores e, posteriormente, os circuitos integrados, proporcionou um significativo aperfeiçoamento nos processos de transmissão e recepção, empregando-se

equipamentos mais eficientes, com menores dimensões, peso e consumo de energia, especialmente os de VHF.

Desde o princípio, para sua efetividade, constatou-se a necessidade das radiocomunicações serem baseadas em normas internacionalmente acordadas, com padronização de procedimentos operacionais, de especificações de equipamentos e de uso do espectro de radiofrequência. Isto veio formalmente a se concretizar a partir do acidente com o navio TITANIC, por meio de uma convenção adotada em conferência internacional, realizada em 1920 – a *Convenção Internacional para a Segurança da Vida Humana no Mar - SOLAS (Safety of Life at Sea)*. Resoluções posteriores, especialmente as da SOLAS de 1974 e emendas de 1984, procuraram atualizar os dispositivos, em termos de especificações de instalações e de procedimentos operacionais, ajustando-as às conquistas tecnológicas e demandas da navegação marítima.

Mesmo após cerca de 70 anos de desenvolvimentos, os alertas de socorro e demais comunicações marítimas ainda dependiam de um ser humano sentado em frente de um transceptor enviando, manualmente, uma mensagem de socorro usando a telegrafia Morse (ou telefonia) na esperança de que outro navio ou estação costeira ouvisse a chamada e respondesse – e isto dentro de alcances limitados. A principal frequência de socorro do rádio marítimo - de 500kHz, por telegrafia Morse - permanecia inalterada desde os tempos do TITANIC. Os alcances máximos das emissões se situavam em torno de 150 milhas náuticas, ocorrendo muitos casos (especialmente em alto mar) de não propiciar comunicações com estações costeiras, apenas entre navios vizinhos; e as transmissões (eminentemente analógicas) estavam sujeitas a desvanecimentos, interferências e ruídos que muito degradavam a qualidade dos sinais recebidos. A limitada qualidade e eficiência no processo comunicativo e a inexistência de uma eficiente infraestrutura de busca e salvamento, de âmbito mundial, até em vista da intensificação da navegação marítima, atentavam contra a segurança e proteção da vida, embora as radiocomunicações já tivessem contribuído para salvar milhares de vida.

A partir da década de 70, a Organização Marítima Mundial (IMO), à vista das recentes conquistas tecnológicas nas áreas da Eletrônica e Telecomunicações (introdução de microprocessadores, de técnicas de processamento digital de sinais, etc), além das tecnologias de satélite, passou a considerar a introdução de nova sistemática de telecomunicações marítimas. Assim, em assembleia realizada em 1979, a IMO decidiu implementar um novo sistema de radiocomunicações, especialmente focado nos aspectos

de socorro e segurança, a ser implementado em conjunção com uma infraestrutura internacional de busca e salvamento coordenada, baseada em terra, para melhorar a segurança da navegação e da vida no mar. Tal sistema, designado como *Sistema Global de Socorro e Segurança Marítima – GMDSS (Global Maritime Distress and Safety System)*, foi adotado em conferência internacional específica, em 1984, iniciando-se sua implantação em 1992, inaugurando nova era no SMM. Essa fase foi concluída em fevereiro de 1999. Nesse sistema, além das tradicionais radiocomunicações terrestres, às quais foram adicionadas as transmissões via ondas celestes, em HF, as comunicações marítimas passaram também a serem efetivadas por meio de satélite, utilizando modernos processos de comunicações analógicas e digitais e técnicas de automação, obtendo-se maiores alcances, qualidade, eficiência e rapidez nas operações, de especial interesse para as comunicações de socorro, urgência e segurança, alvo maior do sistema. E associados aos transceptores de MF-HF-VHF foi implantada uma sistemática de *Chamada Seletiva Digital (DSC)*, a ser descrita mais adiante, que eliminou a necessidade de se ter um operador dedicado junto à estação-rádio. Neste sistema, as operações de busca e resgate marítimo se tornaram mais rápidas e eficientes.

1.3 Estágio atual do Serviço Móvel Marítimo

Apesar da qualidade e eficiência do sistema por satélite, em função do tráfego marítimo normalmente ser mais intenso nas áreas costeiras, as comunicações por ondas terrestres são fortemente empregadas, utilizando-se bandas de VHF e MF, respectivamente; e até em HF as transmissões têm sido significativas, pelo tradicional uso, menor complexidade e menos custo das instalações terrestres, não necessitarem de infraestrutura de repetidores e operarem tecnicamente a contento, especialmente com o advento do sistema DSC. Mas o sistema por satélite, nos últimos anos, tem sido cada vez mais empregado.

Apesar de mais de uma década de vigência da nova sistemática do SMM, falhas operacionais significativas ainda estão a ocorrer, geralmente em processos de familiarização dos operadores com os sistemas e falhas operacionais nos testes das instalações e encaminhamentos de chamadas (intencionais ou involuntárias), especialmente envolvendo chamadas de socorro. No sistema por satélite, essas ocorrências são monitoradas e podem ser controladas pelo fato de haver uma instância central internacional

de gerenciamento, o que não ocorre com o sistema terrestre, onde a comunicação se processa ponto a ponto. Com efeito, tem se intensificado as ocorrências de erros e falsos alarmes nessa instância, prejudicando sua confiabilidade. Mas, em geral, pode-se afirmar que vem atendendo razoavelmente bem às necessidades da navegação.

Nos últimos anos tem crescido o emprego de sistemas alternativos, especialmente a comunicação por e-mail, via Internet, e por telefonia celular, principalmente para veiculação de mensagens de rotina entre navio ↔ empresas e agências de navegação e endereços em terra (contatos sociais de tripulantes). Mas a comunicação marítima, por força de norma internacional, deve ser encaminhada com emprego da estrutura de instalações e sistemática operacional regulamentadas para o SMM, principalmente em se tratando de mensagens de segurança, urgência e socorro.

Uma visão crítica da *performance* e necessidades do SMM/GMDSS pode ser descrita pelas conclusões do *GMDSS Modernization Workshop* [1], na Conferência Anual da *The Radio Technical Commission for Maritime Services – RTCM* (organização científica e educacional sem fins lucrativos), realizada em San Diego, Califórnia (EUA), em maio/2010, e pelo artigo *The GMDSS – Where to Now* [2]. Relativamente à comunicação terrestre em MF/HF, tem-se atestado que o sistema está sendo usado e tecnicamente operando bem, com uma média por estação costeira de 6.000 chamadas DSC por dia[1]. E a comunicação em VHF tem sido intensamente empregada, pois normalmente ocorre em áreas de intenso tráfego marítimo (comunicações de curtos alcances entre navios e entre estes e portos e outras estações em terra). Apesar da existência de problemas, basicamente de ordem operacional, especialmente envolvendo o DSC, conforme descrição a seguir, os sistemas de terra e de satélite têm sido bastante empregados e convivido harmoniosa e eficientemente. E as circunstâncias da navegação recomendam o emprego de um ou outro sistema, e até de ambos.

1.4 Apresentação do problema

A maioria das comunicações no plano terrestre é iniciada por uma chamada DSC; e justamente nas chamadas que requerem maior urgência de atendimento e pronto envolvimento de recursos – nas chamadas de socorro – que se manifesta a maior deficiência: a maior parte dos alertas de socorro recebidos pelas estações costeiras tem sido falso [2]. Acredita C.G. D. [1] que a interface com o usuário da unidade DSC é, de certa

forma, complexa, contendo muitos comandos de pouco ou nenhum uso prático, comprometendo sua eficiente operacionalização, situação agravada com a existência de modelos de unidades DSC com configurações bem diferenciadas e de operacionalização não tão simples. Menciona-se, também, a possibilidade de processo de habilitação de operadores deficiente. “O que realmente se precisa”, destaca G.C.D, “é de algum corpo central para cuidar do DSC e conduzir uma contínua monitoração e campanha educativa” [9]. E não há um órgão central que possa monitorar essas ocorrências em âmbito internacional, prejudicando a eficiência e confiabilidade no sistema. O que existem são relatórios regionais e isolados de Estações Costeiras e de Centros de Coordenação de Busca e Resgate Marítimo. Considerando-se que as rotas de navegação geralmente envolvem grandes regiões marítimas e âmbito internacional, necessário se faz empregar-se um sistema de monitoração internacional centralizado, não só para emissão de relatórios automáticos gerais, mas também para adoção das devidas medidas corretivas.

Uma outra questão, de certa forma relacionada, especialmente nas ocorrências de emergência, diz respeito à rapidez com que se efetiva a conexão com a(s) Estação(ões) Costeira(s) de interesse, em qualquer posição do curso da navegação, já que as mensagens relacionadas devem ser encaminhadas a estas (ou RCCs). Quase sempre, entretanto, a identificação das mesmas depende de consultas a manuais apropriados (disponibilizando diagramas de alcances das estações costeiras, seus números de acesso, posições geográficas, frequências e horários de funcionamento, etc) e muitas vezes isto pode tomar tempo precioso ou nem haver tempo suficiente para os procedimentos. E isto pode contribuir para a emissão de alertas de socorro equivocados. Na prática, para se atenuar os efeitos negativos dessa ocorrência, normalmente o(s) responsável(is) pelas radiocomunicações de bordo elaboram, previamente, um *Plano de Comunicação de Viagem*[3], com base nos manuais aplicáveis, identificando as estações com as quais a embarcação pode manter efetiva comunicação em todos os pontos da viagem. Isto é muito útil, mas, em vista da possibilidade de ocorrência de alterações em especificações operacionais nas Estações Costeiras, e até mesmo sua não operação (como ilustrado em [6]), mais confiável é dispor-se de um sistema automático que possa monitorar continuamente as conexões com as Estações Costeiras, dando prévio conhecimento das estações com as quais, efetivamente, o navio possa manter confiável comunicação. O processo manual referido pode ser admitido como forma alternativa ao processamento automático.

1.5 Desenvolvimento do trabalho

O presente trabalho se propõe a sistematizar um processo de monitoração automática das chamadas do sistema DSC, baseado nas Estações Costeiras, em cada área de navegação, por meio de um sistema intitulado *Sistema de Controle de Falsos Alarmes de Socorro* (SICFAS), conforme descrito no Capítulo 4. O sistema se propõe a identificar todos os falsos alertas de socorro recebidos pelas estações costeiras (exceto as telecomandadas), emitindo um relatório correspondente, em cada estação central da área considerada, a ser posteriormente integrado aos das demais estações centrais, para elaboração de relatório geral, de âmbito internacional.

Paralelamente ao SICFAS, sistema complementar, mas independente, com unidades em cada estação de navio e estação costeira, monitorará a efetividade das conexões entre os navios e estações costeiras existentes, em bandas de VHF, MF e HF, de acordo com a sistemática descrita no Capítulo 5. Com esse sistema, intitulado *Sistema de Monitoração de Estações Costeiras* (SIMEC), dispensam-se as consultas para elaboração do *Plano de Comunicação de Viagem* e disponibilizam-se, em tempo real, todas as Estações Costeiras no alcance, liberando os operadores da constante consulta de publicações para identificação de estações costeiras, automatizando o processo e dando mais agilidade ao processo comunicativo em qualquer circunstância.

Antecedendo as descrições dos sistemas referidos, no Capítulo 2, são apresentados os principais recursos e procedimentos relacionados ao processamento da comunicação no SMM, dentro do contexto do GMDSS, como base para as definições e descrições das soluções propostas. Complementando as abordagens, especialmente interessando-se pelas comunicações em âmbito terrestre, em função dos objetivos básicos desta pesquisa, são apresentadas, no Capítulo 3, as principais especificações relacionadas aos mecanismos de propagação de sinais no meio atmosférico, em *links* diretos, por onda de superfície e ondas celestes.

CAPÍTULO 2

Sistemática de comunicação marítima

As comunicações marítimas, prioritária e frequentemente, referem-se à segurança da navegação e à proteção da vida humana no mar. Informações relativas à programação das viagens e a demandas comerciais também são comuns. Essa comunicação normalmente é feita por telefonia, especialmente em situações de emergência.

O sistema de comunicação marítima pode ser descrito pela estrutura básica representada pela Fig. 2.1 (TX = Transmissor e RX = Receptor), com as estações A e B sendo navios ou navio ↔ estação costeira, conectadas via rádio, por ondas terrestres ou via satélite. Geralmente, constam radiotelefonos VHF e MF/HF (com DSC), terminais de satélite (Inmarsat) e outros receptores ou transmissores complementares, normalmente ligados à segurança e auxílio da navegação (como o receptor NAVTEX, específico para recepção de mensagens de segurança marítima, como avisos aos navegantes).

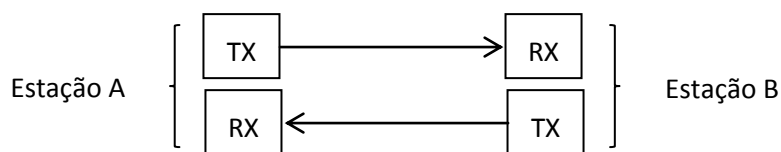


Figura 2.1 – Representação básica de um sistema de comunicação.

Especificações de equipamentos e instalações, assim como os respectivos procedimentos operacionais empregados nas radiocomunicações marítimas, são regulamentados nas disposições da Convenção SOLAS [3], em resoluções da IMO [5] e nas recomendações da ITU [4]. São especificações relativas à alocação de frequências e à propagação dos sinais, licenciamento e identificação de estações, características técnicas e padrões de desempenho das instalações/equipamento de rádio, sistemática de comunicações de emergência e de rotina, etc. Disposições complementares normalmente

são expedidas por organismos nacionais (ANATEL, no Brasil) para aplicação à navegação doméstica e a casos não previstos na regulamentação internacional.

2.1 Fontes de sinais e seu processamento básico

Como num sistema de comunicação qualquer, o SMM gera e conecta o sinal de uma fonte de informação, no transmissor, a um ou mais usuários, no(s) receptor(es), através de um canal; no caso, tal informação é transmitida por ondas de RF, acopladas ao meio de propagação por uma antena. Os sinais de radiocomunicações de bordo são, em geral, os provenientes de terminais de fax, telegrafia, telefonia, computador e de vídeo, envolvendo processamento analógico e/ou digital. A Figura 2.2 ilustra o diagrama simplificado da etapa transmissora do sistema geral de comunicações do SMM. A etapa

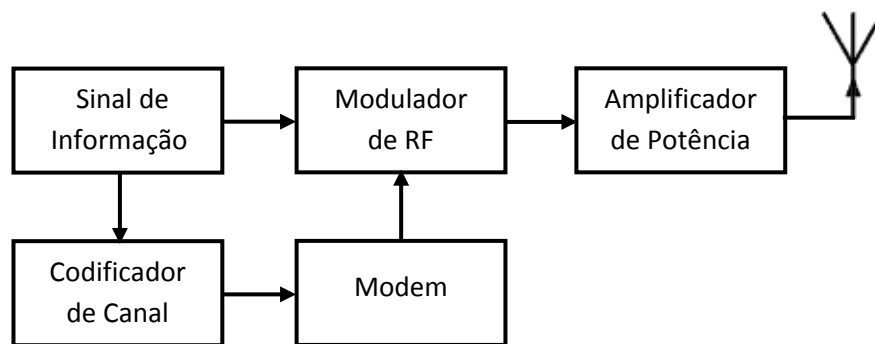


Figura 2.2- Diagrama simplificado do sistema de comunicações do SMM.

receptora tem configuração similar, com processamento inverso, por meio de um sintonizador de RF, demodulador, decodificador e reprodução da informação transmitida [13]. O *Sinal de Informação* pode provir de um microfone/pré-amplificador de áudio (radiotelefonia), de circuitos de telex ou da unidade de processamento de códigos digitais do sistema DSC ou de um computador (através de um software de telex ou e-mail), etc. O *Modem* tem como função mapear a sequência binária de entrada em um sinal de áudio correspondente, empregando FSK ou ASK, para transmissão, como ilustrado na Fig. 2.3 (com 2 tons de áudio, geralmente centrados em 1700 Hz, correspondentes aos 1's e 0's do trem de bits do código empregado). O propósito do *Codificador de Canal* é introduzir informação digital adicional que possa ser empregada no receptor para detectar e corrigir erros introduzidos na sequência digital da informação por ocasião da propagação do sinal, devido a interferências, *fading* e ruídos diversos, tornando a informação gerada no receptor

a mais fiel possível àquele transmitida. Esse processo de codificação de canal, portanto, aumenta a confiabilidade no sistema de comunicação.

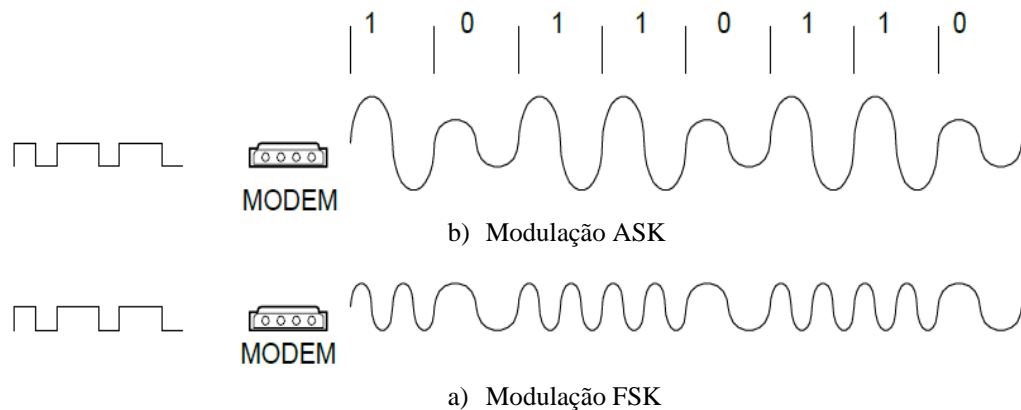


Figura 2.3- Esquema de modulação nos MODEMs.

Na comunicação digital empregada por transmissão terrestre, não há processo de conversão de sinais de informação analógicos para digitais e, por conseguinte, processos de amostragem, quantização e codificação dos níveis de quantização. As sequências de informação (os códigos primários), com N bits, são geradas diretamente numa unidade de processamento, a partir de itens de opção em uma interface com o usuário, de um software operacional do sistema (DSC ou emulador de telex ou e-mail), ocorrendo transmissão binária. No caso do sistema DSC, que transmite pequenas “páginas”, com técnicas digitais, apresenta baixas taxas de erro de bits (BER), em torno de 10^{-12} [5], como requerido, em função da baixa taxa de bits (300 baud em MF/HF e 1.200 baud em VHF), da sistemática de modulação digital, do esquema de codificação e dos níveis de potência de saída do transmissor.

O *Modulador de RF* seleciona o tipo de modulação (FM, AM\SSB, etc), frequência portadora ou canal de operação, etc. Tanto o processo analógico quanto o digital gera um sinal analógico de banda base que modulará uma onda portadora senoidal de RF [10], gerada por um circuito oscilador, que pode ser representada por $v(t) = V_m \cdot \cos(2\pi ft + \phi)$. No processo de modulação, uma das características de $v(t)$ - V_m , f ou ϕ - é modificada de acordo com os valores instantâneos do sinal de informação modulante, $m(t)$, contínuo (da voz) ou constituídos de 2 tons de áudio (A ITU recomenda o uso de um deslocamento de frequência de 170 Hz sobre uma frequência central de 1 700 Hz para o envio de tons “ponto” e “espaço”, ou seja, “ponto” = 1615 Hz e “espaço” = 1785 Hz). Assim, na modulação em amplitude (AM), $V_m = V_m(t) = f(m(t))$; em FM, $f = f(t) = g(m(t))$; e

em PM, $\varphi = \varphi(t) = h(m(t))$, sendo $f(\cdot)$, $g(\cdot)$ e $h(\cdot)$ funções contínuas e analíticas. A translação de frequências decorrente do processo de modulação eleva o espectro do sinal de banda base para as vizinhanças da frequência portadora, cujo valor é definido, basicamente, de acordo com o alcance de transmissão requerido. Em transmissões terrestres de curto alcance (em linha de visada), o SMM emprega FM, com canais na faixa de VHF, sub-faixa de 156 a 174 MHz, com portadoras dos canais distanciadas de 50 kHz; em transmissões de médios e longos alcances, emprega AM, em bandas de MF (com propagação superficial) e HF (em propagação ionosférica), respectivamente, em bandas reservadas ao SMM, como descrito no Anexo B. Nessas faixas, a maioria das comunicações emprega técnicas de SSB (*Single-Sideband*), com portadora suprimida, tanto para voz quanto para dados, para economia de potência e de espectro.

O sinal modulado é, então, amplificado, no *Amplificador de Potência*, para alimentação da respectiva antena, proporcionando níveis tais no sinal para recepção a mais inteligível possível, com boa SNR, no alcance requerido. Em transmissores de VHF, a potência normalmente se situa na faixa de 1 a 25W; em MF/HF, entre 60 W a 400 W.

2.1.1 Modos de transmissão

As transmissões de sinais no SMM podem ocorrer nos modos *simplex*, *half-duplex* e *full-duplex*. Transmissões de avisos aos navegantes, de estações costeiras para navios, por exemplo, unidirecionais, são exemplo de transmissões *simplex*. As transmissões bidirecionais, mas em momentos distintos, empregando um único canal rádio, como no telex e DSC, são do tipo *half-duplex* (com restrição *push-to-talk* e *release-to-listen*, empregando chave de comutação). No modo *full-duplex*, há transmissão bidirecional empregando canais distintos para transmissão e recepção, possibilitando falar e ouvir simultaneamente, empregando-se 1 ou 2 antenas. Nas comunicações usuais entre operadores das estações, em fonia, as transmissões podem ocorrer nos modos *half-duplex* e *full-duplex*; o modo *full-duplex* é especialmente empregado nas comunicações entre navio e estação costeira, em determinadas bandas de frequências.

2.1.2 A codificação de canal

Para o processamento digital de sinais, a codificação da sequência de informação pode ser feita de várias formas, desde a repetição da sequência de informação um determinado número de vezes até a substituição dessas sequências originais, com n bits, por outras sequências correspondentes (palavras-códigos), univocamente relacionadas, de p bits, tal que $p > n$ [14]. Neste último caso, uma forma simples de codificação é adicionar um único bit para cheque de paridade (*parity check*). Assim, o último bit da palavra-código será “0” se o número de bits “1” na mensagem for par; e “1”, se for ímpar. Poder-se-ia, também, acrescentar bits que designariam a soma de bits “1” ou “0” na sequência de informação, etc. No sistema DSC, em que se empregam 128 sequências de informação de 7 bits (similarmente ao código ASCII), conforme descrito na Tabela 1, do Anexo C, as palavras-códigos são formadas pelos 7 bits de informação + 3 bits de checagem de erro, designando o número de bits “0” nas respectivas sequências de informação. Assim, a sequência 0100011 (número 98) será mapeada para 0100011100, etc (com 1º bit de informação sendo o menos significativo e o 8º, o mais significativo dos 3 últimos). Mesmo com essa sistemática de codificação, o decodificador de canal poderá não identificar erro existente. Num caractere numérico, formando um dado sobre posição geográfica de um navio, por exemplo, o impacto poderá ser sério. E no caso de ocorrer num caractere designativo de comando (caractere de 100 a 127), repercussões mais sérias podem ocorrer no entendimento da mensagem transmitida, especialmente se se tratar de mensagem de socorro. Uma chamada de socorro pode ser entendida como de rotina e até mesmo ser descartada. No caso específico do sistema DSC, para melhorar a eficácia do processo de detecção de erro, considerando que o sistema transmite blocos de caracteres, em cada chamada (designado de *Sequência de Chamada*), ao final da sequência insere-se um caractere de controle, chamado de *Caractere de Checagem de Erro* (ECC), de tal forma que cada bit do mesmo seja, por exemplo, o bit menos significativo da soma módulo 2 dos bits de mesma coluna dos caracteres que formam o bloco. A checagem vertical possibilita identificar a posição do erro num caractere, com vista a sua correção. E o processo de correção de erro também é viabilizado transmitindo-se cada caractere duas vezes, ocorrendo a retransmissão após o 4º caractere subsequente, como sugerido na Figura 2.3 (RX_i representando um caractere anterior, de controle).

Car. 1	Car. 2	Car. 3	Car. 4	Car. 5	Car. 6	Car. 7	Car. 8	...	Car. n
A	RX ₁	B	RX ₂	C	A	D	B	...	ECC

Figura 2.3 – Sistemática de transmissão de caracteres

2.2 Comunicações no GMDSS

Com a introdução do GMDSS, as chamadas (no âmbito terrestre) passaram a ser efetivadas via DSC e as de socorro deixaram de ser prioritariamente direcionadas aos navios na vizinhança, para se efetivarem a estações em terra, a centros responsáveis por coordenar as ações de busca e resgate marítimo – RCC (*Rescue Co-ordination Centre*), assim como para os navios vizinhos [7]. Portanto, em conexão com as redes de estações costeiras, o GMDSS introduziu uma infraestrutura mundial para ações de busca e salvamento, baseada em terra, de forma que embarcações nas imediações a navio em perigo sejam mobilizadas rapidamente quando da ocorrência de um incidente, auxiliando numa operação coordenada de busca e salvamento. Essas operações são efetivadas pelos RCCs, ligados às estações costeiras por rede de telecomunicações de terra. Cada região marítima (ver Anexo A) é atendida, prioritariamente, por determinado RCC (o da região a que pertence o mar territorial brasileiro (Região V) é o SALVAMAR – www.salvamarbrasil.mar.mil.br -, administrado pela Marinha do Brasil). O conjunto de equipamentos previstos pelo GMDSS é tal que os navios possam estar continuamente conectados, direta ou indiretamente, aos RCC, em todo o mundo. Em caso de situação de socorro, a primeira providência é encaminhar um alerta/mensagem para um RCC, via estação costeira mais próxima, para a coordenação das devidas ações de busca e resgate.

O GMDSS incorporou dois sistemas específicos de satélites de baixa órbita: um, do consórcio COSPAS-SARSAT, destinado à rádio-localização em casos de emergência (para apoio a operações de busca e resgate), com alcance global; outro, do consórcio INMARSAT, para as comunicações gerais, com cobertura praticamente global (excetuando-se as regiões polares). Estações especiais em terra, de cada rede, estrategicamente posicionadas, alimentam diretamente as principais estações costeiras no mundo priorizando as comunicações de socorro, urgência e segurança (nessa ordem). Essas estações estão interligadas aos RCCs, às demais estações costeiras das redes existentes (ao longo do litoral dos continentes e regiões insulares) e às redes públicas de

telecomunicações em terra, viabilizando comunicações entre navios e qualquer ponto no globo, e vice-versa. A Figura 2.4 ilustra as conexões básicas de comunicações no GMDSS, em situação de emergência, envolvendo satélite e meios terrestres.

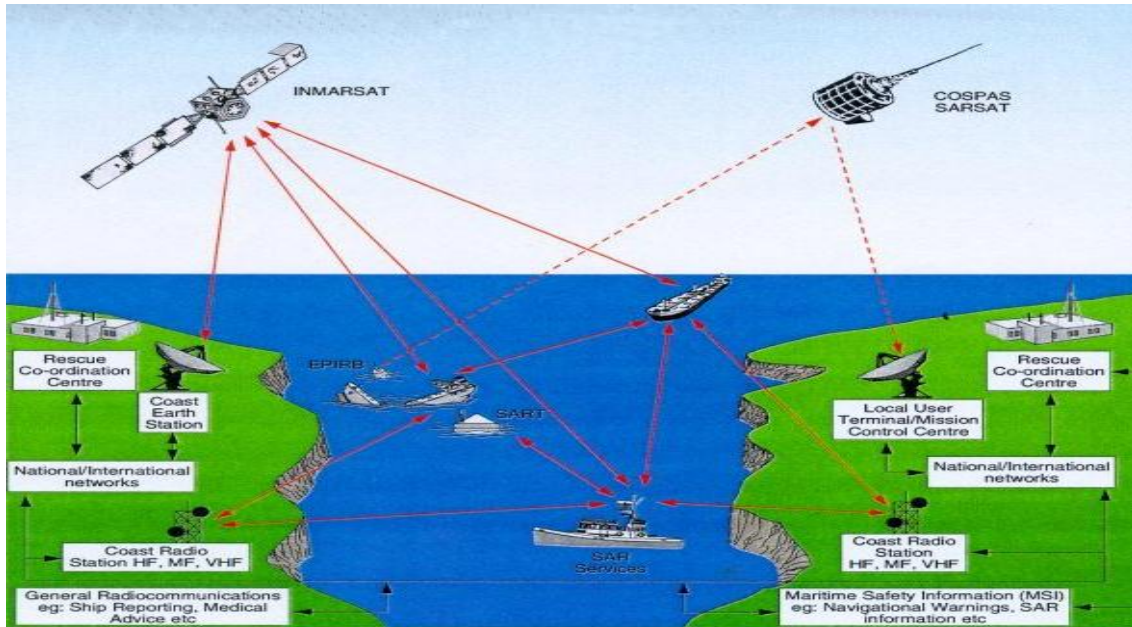


Figura 2.4 – Enlaces característicos de comunicações no GMDSS

Com DSC em VHF e/ou MF embarcações vizinhas podem ser alertadas. Quando uma estação terrena Inmarsat recebe um alerta, o mesmo é imediatamente passado ao devido RCC. Ao receber um alerta, o RCC verificará se há um outro RCC melhor posicionado ou em melhores condições para conduzir as operações SAR (*Search and Rescue* = busca e resgate marítimo). O 1º RCC ou outro, que receber as responsabilidades, conduzirão as operações e comunicações com a embarcação acidentada, podendo designar um navio ou uma aeronave para coordenar as operações em cena. O objetivo primário do GMDSS é alertar autoridades baseadas em terra, usualmente um Centro de Coordenação de Resgate (RCC), que uma embarcação está em iminente perigo e requer assistência imediata.

As comunicações terrestres de/para navio normalmente são precedidas por uma chamada automática e seletiva (direcionada a determinada(s) estação(ões)) – a Chamada Seletiva Digital (DSC) –, descrita em item seguinte, empregando canal adequado de VHF, HF ou MF, à qual se segue a transmissão/recepção da mensagem objeto do contato efetivado, por voz (ou texto), em canais associados, nas mesmas bandas da conexão DSC. Assim, por exemplo, no caso de comunicação a curta distância, a mensagem elaborada na

unidade DSC do VHF será emitida e respondida no canal 70 (156,525 MHz), com comunicação subsequente, por voz, no canal 16 (156,800 MHz). O transceptor VHF pode ser comutado do canal 70 para o 16, automática ou manualmente (dependendo do modelo empregado).

2.2.1 Áreas marítimas de comunicação

A operacionalização do GMDSS depende do conceito de *área marítima*. O meio marítimo é subdividido em 4 áreas marítimas [8], para efeito de comunicação, a saber:

- **Área 1 (A1)** - área dentro da qual há cobertura radiotelefônica de pelo menos uma estação costeira de VHF, com contínua monitoração DSC, estendendo-se, tipicamente, de 30 a 50 milhas náuticas da estação costeira;
- **Área 2 (A2)** - área, excluindo a área A1, dentro da qual há cobertura radiotelefônica de pelo menos uma estação costeira de MF, com contínua monitoração DSC, estendendo-se, tipicamente, até cerca de 150 milhas náuticas da costa (podendo alcançar, na prática, até cerca de 300 milhas);
- **Área 3 (A3)** – área, excluindo as áreas A1 e A2, dentro da cobertura de um satélite Inmarsat (ver Anexo A). Esta área situa-se entorno das latitudes 76° norte e sul; e
- **Área 4 (A4)** – área fora das áreas A1, A2 e A3 (essencialmente as regiões polares).

A Figura 2.6 ilustra um exemplo real de distribuição de áreas marítimas de comunicação, enfocando a região do Reino Unido, de intensa navegação, com delimitação das regiões para comunicações em VHF (área A1), MF (área A2) e HF (área A3). Espera-se intenso tráfego de mensagens DSC e de fonia, especialmente em VHF.

A configuração de instalações de radiocomunicações de bordo dependerá da área marítima em que a embarcação operará (anteriormente, dependia, basicamente, do tipo e porte da embarcação). Além disto, é requerido o emprego de pelo menos dois meios independentes de chamada de socorro. Assim, na navegação costeira, a embarcação seria equipada pelos menos com um transceptor VHF com DSC. Um navio operando em área oceânica fora da costa poderia ter um transceptor de MF (ou HF) com DSC ou comunicações por satélite Inmarsat, além de transceptor VHF/DSC para comunicações com a vizinhança. Observa-se, finalmente, que as comunicações nas áreas A1, A2 e A4 (e

em muitas situações na A3) são conduzidas, basicamente, por ondas terrestres, empregando-se as bandas de frequências reservadas ao SMM.



Figura 2.5 – Arranjo de Áreas Marítimas (A1, A2 e A3) em torno do Reino Unido

Em geral, nas radiocomunicações terrestres, as frequências internacionais para comunicações de socorro e segurança são distintas das demais chamadas, assim como dos diferentes serviços – DSC, telex e fonia, como se constata no Anexo B. Em MF, por exemplo, para DSC, emprega-se a frequência de 2.187,5 kHz para comunicações de socorro e segurança, e 2.177 ou 2.189,5 kHz para as demais comunicações; para telex, 2.174,5 kHz; e para fonia, 2.182 kHz. Em HF, em função das variações das condições de propagação no momento da transmissão, estão reservadas 5 bandas de frequências para socorro e segurança, sendo a principal, a de 8 MHz. Em VHF, a frequência de 156,525 MHz (canal 70) é empregada tanto para socorro e segurança quanto para outras chamadas em DSC. Embora os alertas de socorro no GMDSS sejam efetivados via DSC ou satélite, foi mantida a escuta radiotelefônica em 156,8 MHz (canal 16), em VHF, em virtude da ocorrência de alerta de socorro originados nas embarcações não integradas ao GMDSS (de pequenos portes) e para as chamadas entre passadiço dos navios.

2.2.2 A Chamada Seletiva Digital (DSC)

O termo *chamada seletiva* é empregado em função da possibilidade de encaminhamento de chamadas a uma estação em particular (de navio ou costeira) ou a um grupo de estações (localizadas numa área geográfica ou ligadas por uma certa afinidade, como as de navios de uma mesma empresa), além das chamadas a todas as estações no alcance. O termo *digital* é empregado porque transmite pacotes de códigos digitais pertinentes a informações de interesse do SMM, como alertas de segurança e de socorro. Em geral, essas transmissões, como páginas eletrônicas, precedem a processo comunicativo propriamente dito (por meio de voz ou texto), com os devidos detalhamentos ou desdobramentos. Caso isto não seja possível ser feito, como numa situação de socorro, a chamada DSC já provê informações básicas relevantes para uma operação de socorro, daí sua importância. No sistema DSC, todas as funções relevantes das radiocomunicações marítimas são representadas por códigos digitais, permitindo a automatização das operações, e são apresentadas por termos em Inglês, em opções de menus de um software de comando, facilitando as operações.

O sistema DSC, interligado aos transceptores marítimos convencionais de VHF ou MF/HF, conforme ilustra a Fig. 2.6, possibilita acesso automático às estações do SMM, permitindo: a) transmissão e recepção de alertas de socorro (*Distress Alerts*); b) transmiss

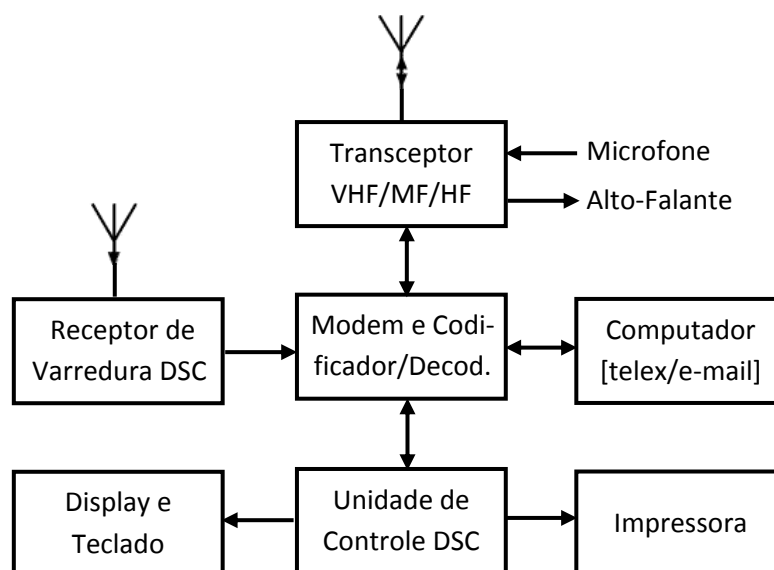


Figura 2.6 – Diagrama básico do transceptor marítimo com DSC

são e recepção de notificações de recebimento de alertas de socorro (*Distress Alerts Acknowledgements*); c) retransmissão de alertas de socorro; d) anúncio de chamadas de urgência e segurança (*Urgency and Safety Calls*); e) iniciação de chamadas de rotina com definição de canal de trabalho para subseqüentes comunicações por fonia ou telex. A unidade de controle ilustrada na figura anterior contém uma unidade central de processamento destinada a criar os diferentes formatos de chamadas. Interfaces apropriadas permitem o controle automático de canal do transceptor, impressão das mensagens e coleção de dados, por exemplo, do sistema de navegação para inclusão automática da posição do navio e hora correspondente, em caso de um alerta de socorro. A informação contida na mensagem DSC recebida é decodificada e mostrada no painel frontal num *display* LCD ou monitor. O sistema DSC pode operar sob condições de pobre sinal e alta interferência de ruído.

Com o advento do GMDSS, e para possibilitar transmissões seletivas, todas as embarcações e estações costeiras passaram a ser identificadas por um código numérico de 9 dígitos – o *Maritime Mobile Service Identity* (MMSI). Seus três primeiros dígitos, conhecidos como *Dígitos de Identificação Marítima* (MID), são empregados para identificação do país de registro da embarcação ou licenciamento da estação, ou o país onde está localizada a estação costeira (alocados pela ITU). O MMSI é armazenado e mantido permanentemente na unidade DSC, inserido por ocasião de instalação/configuração da unidade. Se a embarcação for uma de uma frota, ou grupo de navios, o equipamento DSC pode ser programado para responder a uma *identidade de grupo* (em adição à sua identidade individual e a chamadas *a todos os navios*). Há três tipos de MMSI: (1) para estações de navio; (2) grupos; e (3) estações costeiras. Os MMSI de estações de navio sempre começam com os três dígitos do MID, seguidos dos 6 identificadores da estação. Os MMSI de grupos sempre são iniciados por um zero; o de estação costeira, por dois zeros. A título de ilustração, 232878000 representaria um MMSI de navio (registro no Reino Unido, 232); 023288998 representaria um MMSI de um grupo de estações; e 002320014, de uma estação de terra (no caso, do RCC Falmouth, estação MF DSC, no Reino Unido). Sempre que se enviar uma chamada DSC, o MMSI da estação é automaticamente incluído na informação transmitida. E quando é recebido um alerta, o MMSI da estação transmissora será mostrado no *display* da unidade controladora DSC. Se um alerta mostra um MMSI começando com número inteiro (1 a 9), ele vem de um navio; se começa com “00”, é de estação costeira.

A informação da chamada DSC é transmitida em canais designados para esse fim, que não podem ser empregados por outro serviço. O sinal DSC transportará informações como a identificação da embarcação transmissora, sua posição e horário correspondente, a natureza da chamada e informação especificando o canal a ser utilizado para as comunicações subsequentes, por voz ou por texto. Em chamadas de socorro, o sistema também permite selecionar opções sobre a natureza do mesmo (se fogo, colisão, abandono, etc). Nas circunstâncias de socorro, quando o tempo não permite a inserção de qualquer informação, o sistema também admite o envio de chamada (alerta) rápida (com informações “default”, incluídas automaticamente) por meio de uma simples pressão de um botão específico do painel (botão *distress*). Pelo uso do teclado no painel frontal da unidade de controle DSC, o operador pode compor diferentes tipos de mensagens DSC, inclusive incluindo um número de telefone de assinante das redes públicas para conexão via estação costeira.

A bordo de navio, os receptores DSC fazem soar um alarme quando uma mensagem de socorro é recebida. Esse alarme só é desabilitado manualmente, após a notificação de recebimento. Outros alarmes e indicação visual serão emitidos para outros tipos de mensagem, que podem ser desabilitados ou reconfigurados. Ao receber mensagens DSC não de socorro, urgência e segurança, a unidade de controle DSC provê uma transmissão automática de notificação de recebimento da chamada recebida.

Alertas de socorro DSC podem ser retransmitidos por um navio (normalmente para uma estação costeira) ou por uma estação costeira. Neste último caso, a retransmissão é endereçada, como apropriado, a todos os navios, a um grupo de navios selecionados, a uma área geográfica ou a um navio específico. O propósito dessa retransmissão de alerta de socorro por uma estação costeira é alertar todos os navios na vizinhança da ocorrência de uma emergência.

As chamadas de socorro DSC são transmitidas por um navio em perigo com endereçamento *All Ships*, sendo, portanto, recebidas por todos os navios adequadamente equipados e estações costeiras dentro do alcance da onda de rádio emitida pela estação transmissora. Estas chamadas, entretanto, devem ser respondidas por uma estação costeira mais próxima. Uma vez iniciado, um alerta de socorro é automaticamente repetido em intervalos de cerca de 4 minutos até a recepção de notificação de recebimento de uma outra estação ou ser interrompido manualmente pela estação transmissora. Notificações de recebimento por DSC são normalmente transmitidas manualmente por estações costeiras

em resposta a um alerta de socorro DSC, na mesma frequência. Entretanto, a notificação de um alerta de socorro pode ser feita por estações de navio quando elas acreditam que nenhuma estação costeira seja capaz de fazê-lo.

O sistema emprega um padrão síncrono de transmissão, com velocidade de transmissão de 100 baud em MF/HF e 1200 baud em VHF. Os caracteres são compostos a partir de um código de detecção de erro de 10 bits, com 7 bits de informação e 3 bits finais indicando o número de bits “0” nos bits de informação. Com essa organização, os bits de informação podem representar até 128 caracteres, apresentados no Anexo C (Tabela 1). Os cem primeiros, de 00 (0000000-111) a 99 (1100011-011) – o 1º bit sendo o menos significativo -, são usados para codificar dois números decimais (os demais números são formados empregando-se o arranjo esquematizado na Tabela 2, do Anexo C); os símbolos de 100 (0010011-100) a 127 (1111111-000) são empregados para codificar comandos do serviço, como categoria da chamada, natureza do socorro, etc. Um determinado caractere de comando pode representar diferentes informações, dependendo de seu posicionamento na estrutura digital que constitui a sequência de chamada. O caractere 100 (0010011-100), por exemplo, pode designar *categoria da chamada tipo rotina, natureza do socorro tipo fogo ou explosão*, etc, como especificado no Anexo D.

2.2.2.1 A sequência de chamada DSC

Todas as chamadas DSC incluem automaticamente sinais de sincronismo, sinais de checagem de erro e identidade da estação emissora da chamada (nº MMSI). O protocolo inclui um padrão de pontos iniciais, que é usado para alertar os sintonizadores dos receptores que uma mensagem é iminente. Para a correção de erro é incluída pela transmissão de cada caractere duas vezes e pela inclusão de um caractere de checagem da mensagem inteira (ao final da chamada). A duração de uma chamada DSC varia entre 6,2 a 7,2 segundos em MF/HF ou 0,45 e 0,63 segundos em VHF, dependendo do tipo de mensagem DSC transmitida. O bloco de dados de uma unidade de chamada é denominado por *Sequência de Chamada*, consistindo de caracteres numéricos e de comando, em certa ordem, de acordo com a natureza da chamada, organizada como mostrado na Fig. 2.7.

Padrão de Pontos	Sequência de Sincronismo	Conteúdo da Chamada	Fechamento da Sequência
------------------	--------------------------	---------------------	-------------------------

Figura 2.7 – Formato básico de uma Sequência de Chamada

Uma sequência de chamada é iniciada por um padrão de pontos, consistindo na transmissão de uma sequência alternada de 1's e 0's, com a finalidade alertar os receptores DSC de que uma chamada é iminente, e prover condições apropriadas para a sincronização de bits da sequência de sincronismo. Essa sequência, formada por 9 caracteres de comando, devidamente arranjados, provê informação ao receptor que permite a correta sincronização de bits e detecção das posições dos caracteres dentro da sequência de chamada. Um algoritmo de validação definirá a validade da sincronização, sem o que as chamadas são rejeitadas. O conteúdo da chamada se refere ao conjunto de caracteres que traduzem a informação a ser transmitida e que depende da natureza da chamada: de socorro, de urgência, de segurança ou de rotina (com nível de prioridade nessa ordem), e se se trata de uma transmissão, retransmissão ou notificação de recebimento de chamada. Nesse campo da sequência de chamada, cada caractere é transmitido 2 vezes, com a retransmissão ocorrendo após a transmissão de 4 caracteres seguintes ao caractere considerado. Fechando a sequência, são inseridos um caractere de fim de sequência (EOS) e um de checagem de erro de todo o bloco da sequência de chamada – o *error-check character* (ECC).

O conteúdo da chamada normalmente tem o arranjo apresentado na Figura 2.8, podendo haver algumas variações em função da natureza da chamada, com os sinais de sincronismo, de checagem de erro e de identidade da estação transmissora automaticamente incluídos.

Especificador de Formato	Endereço de Destino	Categoria da Chamada	Endereço do Emissor	Mensagem
--------------------------	---------------------	----------------------	---------------------	----------

Figura 2.8 – Arranjo geral de um conteúdo da chamada

O *Especificador de Formato*, definido por 1 caractere, especifica a forma de endereçamento da chamada (se a uma determinada estação, a um grupo de estações em certa área, a um grupo de navios ou se a todas as estações no alcance). O campo *Endereço de Destino*, se refere ao número identificador da(s) estação(ões) de destino (o MMSI), constituído por 9 dígitos decimais (5 caracteres), com os três primeiros designando o país de licenciamento da estação, identificado como MID (*Maritime Identification Digits*). A

informação *Categoria da Chamada*, definida por 1 caractere, especifica o grau de prioridade da chamada (socorro, urgência, segurança e rotina). O campo *Endereço do Emissor* se refere ao MMSI da estação transmissora. A *Mensagem* é formada por um conjunto de caracteres que depende da natureza da chamada. No caso de uma chamada de socorro, por exemplo, a mensagem será formada por 4 campos de informação: 1- natureza do socorro (fogo, colisão, etc), com 1 caractere; 2- coordenadas da estação acidentada (latitude e longitude), com 5 caracteres; 3- hora de definição das coordenadas, com 2 caracteres; e 4- indicação de tipo de comunicação subsequente (fonia ou texto), com 1 caractere. As informações de posição/hora podem se originar de *interface* com dispositivo de atualização automática de posição, como GPS. Em geral, as informações das mensagens são inseridas manualmente a partir de opções de *menu* de *software* de comando da unidade DSC.

O formato técnico de um típico *Alerta de Socorro (Distress Alert)* é: Padrão de Pontos→Sequência de Sincronismo→Especificador de Formato→Auto Identificação→Natureza do Socorro→Coordenadas do Socorro→Hora do Socorro→Tipo de Comunicação Subsequente→EOS→ECC. O Especificador de Formato (*Format Specifier*) é *Socorro (Distress)* - símbolo 112 (ver Anexo D) -, com chamada implicitamente endereçada *a todas as estações (All Ships)*. A estação costeira mais próxima deve transmitir uma notificação de recebimento (*Distress Acknowledgement*), que tem estrutura semelhante.

As frequências ou canais DSC usados para socorro, urgência e segurança são programadas no equipamento DSC para seleção quando necessário. Na banda de VHF, o canal 70 é usado também para os demais tipos de chamadas. Nas bandas de MF/HF, há canais reservados para esses outros tipos de chamadas; e há canais específicos alocados para telefonia e telegrafia em cada banda.

Quando uma mensagem de socorro é enviada a uma estação costeira, esta é retransmitida ao RCC mais próximo, para coordenação das ações de busca e resgate, após notificar seu recebimento. Essa notificação indica para o navio emissor do alerta de socorro (assim como às outras estações do alcance) que seu alerta foi recebido e que as autoridades responsáveis pela coordenação de busca e resgate foram informadas. Infelizmente, parcela significativa desses alertas se mostra falsa [2].

De acordo com o plano do GMDSS, as chamadas DSC de socorro, urgência e segurança dos navios devem ser encaminhadas a uma Estação Costeira para adoção das

medidas cabíveis. É, portanto, de grande importância que se possa estabelecer comunicação com pelo menos uma Estação Costeira, em qualquer posição da navegação.

Atualmente, não existe uma sistemática automática que monitore os links com as Estações Costeiras (as mais próximas, pelo menos), listando aquelas com efetiva possibilidade de comunicação pelos navios. Assim, para aumentar a possibilidade de êxito de comunicação, numa determinada situação de emergência, efetuam-se as transmissões da forma mais favorável possível: em VHF/MF, existindo apenas um canal de operação (em cada faixa), a emissão é feita “a todas as estações” (*All Ships*); em HF, direciona-se a uma estação particular empregando, como primeira opção, a banda de 8 MHz, ou esta e pelo menos uma das demais disponíveis (5 bandas), dependendo da hora do dia. As chamadas são repetidas cerca de 4s depois, e podem ser emitidas em blocos de até 6 chamadas consecutivas, em única ou distintas frequências, até que uma estação ateste o recebimento da chamada (ou seja desligada a transmissão). Essa diversidade de transmissões ao mesmo tempo em que concorre para agilizar a recepção por uma estação costeira, pode se constituir num significativo incômodo, quando se trata de falsos alarmes de socorro, especialmente por não serem estes, na prática, incomuns. Uma outra questão é que os alertas em HF, devido à sistemática de propagação nessa faixa, podem ser recebidos em um lugar e n’outros não. Além disto, em função das larguras de faixas diferenciadas entre DSC/telex e fonia, os alcances desta última serão menores. Assim, os alertas podem não ser recebidos pelas estações costeiras, ou não se detectar as notificações de recebimento e mesmo as comunicações subsequentes em fonia, gerando, muitas vezes, uma enxurrada de retransmissões de alertas pelos navios, que pode dar em muita confusão e perda de tempo. Além disto, há possibilidade de interferência entre ondas terrestre e celeste (HF e MF), prejudicando a recepção. Percebe-se, portanto, que o sistema DSC vigente se ressentir de algum tipo de ajuste para melhoria de sua eficiência, sem acrescentar significativas demandas operacionais nas estações.

CAPÍTULO 3

Propagação de sinais por ondas terrestres

As ondas de rádio possibilitam comunicações confiáveis até milhares de quilômetros, com infraestrutura relativamente simples e barata, sem necessidade de recursos de retransmissão intermediários nos *links*. E essas comunicações atendem às necessidades essenciais de tráfego de voz e dados do SMM a baixo custo. Isto se deve, basicamente, às características de propagação das ondas de rádio, à vista das características da superfície terrestre no ambiente marítimo e da ionosfera, assim como da existência do espectro de radiofrequência.

3.1 Mecanismos de propagação

A propagação da onda de rádio no cenário marítimo, no âmbito terrestre, basicamente, se efetiva por onda direta (em linha de visada), por onda de superfície e por onda celeste [12]. A frequência de operação (de MF a VHF) e a distância entre as estações envolvidas definirão o mecanismo de propagação a ser empregado. A influência do solo, no ambiente marítimo, é altamente favorável, pois apresenta condutividade elétrica muito superior comparada à média em terra, em vista do alto grau de salinidade na água. As ondas de superfície são praticamente guiadas por uma superfície condutora plana, atuando, também, como bom refletor (reduzido efeito de penetração no solo). E para se minimizar efeitos de atenuação da onda (inclusive perda por efeito da proximidade do solo nas impedâncias de entrada das antenas), especialmente em bandas de frequências mais baixas, é prática comumente aceita o emprego de antenas verticais, com campo elétrico se propagando verticalmente, na chamada polarização vertical. Tanto quanto praticável, as transmissões no SMM serão omnidirecionais (no plano horizontal).

3.1.1 Propagação em linha de visada

A propagação em linha de visada ocorre, especialmente, em bandas de mais altas frequências, como em VHF. Aplica-se, portanto, a transmissões de curtos alcances, até cerca de 10% além do horizonte visual, em função, basicamente, da propagação em linha reta e do reduzido efeito de difração (em frequências mais altas), com alcances típicos de até 30 a 50 milhas náuticas (havendo potência suficiente). É o caso de comunicações entre navios e entre estes e estações costeiras, na navegação costeira. A Figura 3.1 ilustra um caso em que não há comunicação entre duas embarcações, operando em VHF.

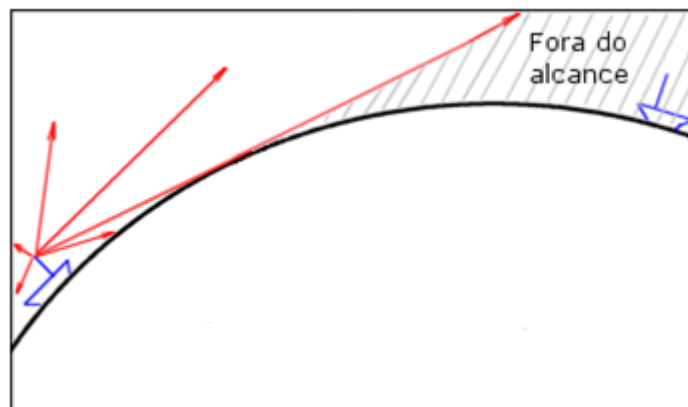


Figura 3.1 – Propagação em VHF com embarcação (à direita) fora do alcance

O SMM opera na sub-faixa de 156 a 174 MHz, com portadoras dos canais espaçadas de 50 kHz, abrangendo cerca de 88 canais. O canal 70, de portadora 156,525 MHz, é destinado exclusivamente para o DSC, com correspondente canal de fonia de 156,800 (canal 16). E devido às condições de propagação, os níveis de potência dos equipamentos VHF são baixos, variando entre 1 e 25 W.

Para propagação desejável onidirecional e minimização das perdas no solo, empregam-se antenas verticais monopolares de comprimento médio de 1m ($\lambda/4$ a λ da frequência de operação). Com esse arranjo, o vetor campo elétrico propaga-se verticalmente ao solo, reduzindo o efeito de indução de correntes parasitas, já que, na realidade marítima, o solo se comporta como bom condutor (intrinsecamente, devido à boa condutividade elétrica da água salgada, e em função do nível mais alto de frequência). Isto favoreceria a obtenção de maiores alcances não fosse a questão da propagação em linha

reta e o pequeno efeito de difração. A boa condição condutora também minimiza o nível de penetração no solo propiciando boas condições de reflexão da onda. Esta, ocorrendo com inversão de fase, pode interferir negativamente nas ondas que chegam diretamente no receptor, especialmente se a antena receptora estiver em baixa altura. Por isso, e para favorecer obtenção de maiores alcances, as antenas dos navios são situadas nos pontos mais elevados dos navios (no tijupá).

Em vista da realidade marítima, os diagramas de irradiação das antenas de MF/VHF privilegiam transmissões com baixos ângulos verticais (até porque as embarcações normalmente se situam num plano relativamente horizontal), com mínimas emissões em maiores ângulos verticais que, ou tenderiam a se perder na atmosfera exterior ou dirigirem-se ao solo, aumentando as possibilidades de perdas e reflexões/interferências.

3.1.2 Propagação por ondas de superfície

Em ondas de frequências mais baixas, como em MF, a capacidade de curvarem-se, devido à difração, aumenta fazendo com que as ondas que se propagam junto à superfície contornem sua curvatura mais amplamente do que em VHF, podendo alcançar de 150 a 200 milhas náuticas. O alcance dependerá, basicamente, da potência e frequência de transmissão, além das características elétricas do solo ao longo do caminho de propagação (em termos de condutividade e constante dielétrica), o que é altamente favorável no cenário marítimo. Quanto maior a frequência, menor o alcance (devido à difração e propagação em linha reta), tendendo, na faixa superior de HF, ao alcance em linha de visada (como em VHF). Esse mecanismo é mais efetivo em comunicações em bandas de MF e, por isso, são reservadas bandas nessa faixa (como a de 2 MHz, destinada à comunicações de socorro e segurança) para comunicações além do alcance do VHF, e até cerca de 150 milhas, empregando DSC, telex e telefonia (ver Anexo B). Comunicação poderia ser efetivada na situação ilustrada na Figura 3.1 ao se empregar o rádio SSB MF.

Nas frequências em questão o efeito de penetração da onda no solo será maior, procurando-se compensar as perdas com transmissores de maiores potências, geralmente entre 40 e 400 W. E para frequências superiores às de MF, em HF, o SMM emprega a propagação por onda celeste, utilizando a ionosfera. Nessa gama de frequências, não compensa utilizar as ondas de superfície em função do limitado alcance, e o objeto é

justamente o oposto: comunicação em alto-mar, entre estações além das 150 ou 200 milhas.

As estações costeiras, dispendo normalmente de sistemas de transmissão melhor elaborados (maiores potências e melhores sistemas de antenas) do que os de navio, chegam a alcançar até 300 milhas náuticas com ondas de superfície (em MF), enquanto as estações de bordo, cerca de 150 milhas, para comunicações de voz e cerca de 300 milhas para DSC/Telex (espectros de banda base mais estreitos).

3.1.3 Propagação por onda celeste

Na faixa de frequência de HF, o fenômeno de refração de ondas de rádio na ionosfera (altitude de 100 a 400 km) permite transmissões a distâncias superiores às das ondas superficiais, como ilustrado na Figura 3.2. Normalmente essa propagação ocorre com múltiplas reflexões da onda na ionosfera e no solo, propiciando grandes alcances, até globais [16].

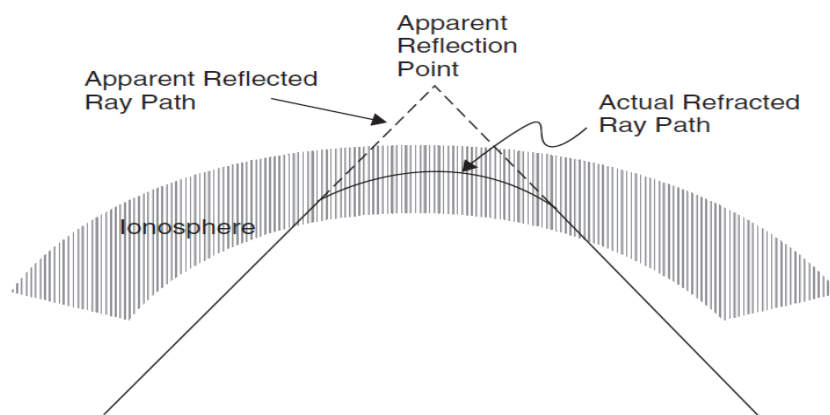


Figura 3.2 – Propagação por onda celeste

O contínuo e crescente nível de ionização da ionosfera, até certas altitudes, leva a contínua alteração na direção da onda, inclinando-se de volta a Terra, devido ao efeito de refração. Mas, caso a onda alcance região de ionização decrescente (atmosfera superior mais rarefeita), pode esta sequer retornar a Terra, perdendo-se no espaço, o que não é desejável (a menos em transmissões via satélite).

O nível de ionização da ionosfera, ocasionada pela irradiação solar, portanto, dependerá, da hora do dia, da estação do ano e do período do ciclo de manchas solares, arranjando-se, aproximadamente, na forma camadas com níveis diferentes de ionização

[12], com complexa distribuição com a altura e latitude. Quanto menos radiação ionizadora, menor será a altura média da região refratora, e camadas mais altas, normalmente, têm maior grau de ionização e, assim, refratam ondas de frequências mais altas, alcançando-se maiores distâncias com único salto. Quanto maior a frequência, mais a onda penetra na ionosfera (alcançando maiores distâncias), podendo perder-se no espaço. Assim, para comunicação numa dada distância, uma maior frequência é necessária quando a densidade de ionização é alta e mais baixa quando a densidade de ionização cai (para uma dada frequência, aumentando a densidade de ionização, a penetração na camada será menor, e a refração ocorrerá em menor altura, alcançando, assim, menor distância). Geralmente, camadas mais altas têm grau de ionização mais alto e por isso refratam ondas de frequências mais altas, possibilitando maiores alcances num único salto.

Os fatores referidos são levados em conta na definição da adequada frequência de operação nas comunicações em HF (com maior precisão dependente de processamentos complexos, feitos por computador), normalmente considerando as chamadas *Máxima Frequência Utilizável* (MUF) e a *Mínima Frequência Utilizável* (LUF), disponibilizadas em tabelas. A MUF refere-se à máxima frequência que é refletida pela Ionosfera para um dado caminho de transmissão, e que depende da hora do dia, da estação do ano, da latitude e do período do ciclo de manchas solares. A MUF também depende de que camada é responsável pela reflexão da onda de volta a Terra. Para cada camada, mais alta MUF é obtida quando os raios da onda de rádio são transmitidos tangencialmente à terra, incidindo na camada ionosférica com mínimo ângulo, reduzindo ao se aumentar o ângulo de elevação dos raios. Em geral, os sinais mais fortes (com mínimo de atenuação) ocorrerão empregando-se frequência ligeiramente abaixo da MUF (na prática, a primeira escolha de frequência de trabalho para manter a confiabilidade do circuito seria em torno de 85% da MUF), para uma dada distância e camada envolvidas. E isto é particularmente útil considerando-se que a absorção da onda é mais significativa em frequências mais baixas. Assim, para se evitar níveis de atenuação significativos, em frequências mais baixas, limita-se a faixa de operação à LUF.

Adequada potência de transmissão, boa sensibilidade de recepção e boas condições de sintonia das antenas muito contribuem para minimizar os efeitos da atenuação da onda pela ionosfera. À noite, observa-se que a atenuação das baixas frequências é menor que durante o dia, podendo-se estabelecer comunicações confiáveis em bandas inferiores de HF [12]. Assim, a frequência de operação deverá situar-se

ligeiramente abaixo da MUF e acima da LUF, observando-se que, sob condições normais, a janela de frequências disponíveis varia previsivelmente como segue: (i) MUF de dia é maior do que a da noite; (ii) MUFs no inverno são mais baixas e variam mais do que as MUFs no verão; (iii) circuitos rádio menores que 1000 km (600 milhas náuticas) normalmente usam frequências abaixo de 15 MHz; (iv) circuitos rádio maiores que 1000 km normalmente usam frequências acima de 15 MHz; e (v) as MUFs são mais altas quando o número de manchas solares é alta.

À noite, frequências superiores de HF, como em bandas de 16 e 22 MHz, podem não ser refratadas, perdendo-se no espaço. Durante o dia, em bandas inferiores, como em 4 MHz, os sinais podem ser absorvidos pela ionosfera de tal forma que não se estabelece comunicações. Alcance médio superiores a 800 milhas podem ser obtidos, com resultados aproximados apresentados na Tabela 3.1, de acordo com I.W.[6], segundo a frequência de operação.

TABELA 3.1 – Alcances aproximados com onda celeste x frequências e período do dia

Banda	Alcance (milhas)	
	Dia	Noite
22 MHz	1.600 a 3.600	Sem retorno
16 MHz	1.200 a 3.600	Sem retorno
12 MHz	800 a 2.400	2.400 a 3.600
8 MHz	800 a 1.600	1.200 a 3.600
4 MHz	Sinal absorvido	800 a 2.400

A propagação por onda celeste em MF tende a tornar-se significativa no período noturno, aumentando grandemente o alcance das comunicações, em relação ao tipicamente obtido com a onda de superfície. Mas isto pode ter efeito negativo em função da possível interferência entre sinais de mesma frequência, de mesma ou distintas estações, vindo por caminhos distintos.

Quando se transmite de leste para oeste, o sinal pode passar de condições durante o dia e durante a noite, dificultando a manutenção de efetiva comunicação. Uma estratégia poderia ser estimar a banda de transmissão ótima de acordo com as condições dia/noite no ponto médio de circuito rádio, ou esperar, se possível, que todo o trajeto entre as estações esteja em dia ou noite [15]. Por isso, nas chamadas de socorro, a regulamentação rádio recomenda empregar uma frequência intermediária de HF, igual a 8

MHz, como 1ª opção de transmissão, e frequência inferior (4 ou 6 MHz), à noite, ou superior (12 ou 16 MHz), de dia.

A considerável variabilidade da comunicação rádio em HF é consequência da propagação do sinal se dar predominantemente por ondas celestes, tanto de dia quanto à noite. A onda de superfície está presente, mas atenua-se tão rapidamente para ter emprego confiável.

Como as ondas celestes mudam sua polarização enquanto se propagam através da ionosfera (polarização elíptica), qualquer polarização linear na antena receptora pode ser recebida. Às vezes, antenas receptoras polarizadas horizontalmente são preferíveis porque normalmente requerem menor esforço para se obter o mesmo ganho de antena comparado à polarização vertical. A bordo, entretanto, tem sido frequente o emprego de antenas monopulares verticais.

A recepção do sinal de rádio HF é limitada ao nível de ruído do circuito. As variações de intensidade da onda na antena receptora é função da potência de transmissão, da frequência, do ganho e direção de transmissão, condutividade da superfície terrestre, da localização geográfica do transmissor e do receptor (incluindo sua distância), hora do dia, estação do ano (data) e período do ciclo de manchas solares, assim como dos níveis de ruído rádio ambiente. O espectro de sinais de HF apresenta como boas características a alta densidade de sinais, com até 600 sinais dentro da banda de 1 MHz e alta taxa dinâmica (diferença entre o máximo e mínimo nível de sinal na entrada do receptor, até 120 dB). Modernos projetos de transceptores e sistemas de antenas têm sido implementados de forma a prover relevância e confiabilidade às comunicações terrestres, especialmente a longas distâncias, com ondas celestes.

Por causa da possibilidade da transmissão em HF poder ser recebida em alguns locais (horários) e noutros não, não se deve assumir que uma particular estação costeira recebeu determinada transmissão ou que a falta de uma notificação de recebimento implica que não tenha sido enviada. E se deve considerar que um sinal de banda estreita, como o de DSC (largura de faixa de 170 Hz) ou telex (banda de 300 Hz), terá um maior alcance que um sinal de voz (largura da banda de 2.800 Hz), podendo um ser recebido e outro não [12].

CAPÍTULO 4

Sistema de Controle de Falsos Alarmes de Socorro

Um alerta de socorro, nas radiocomunicações terrestres, consiste de uma chamada DSC usando um formato próprio (item 2.2.2.1), que especifica, pelo menos, a identificação da estação transmissora e sua posição. Essas transmissões são normalmente encaminhadas a estações costeiras, para adoção das devidas medidas de busca e salvamento, por um RCC. Essas estações, pelas normas do GMDSS, são obrigadas a manter monitoração automática nas frequências e horários previstos para as mesmas.

O *Sistema de Controle de Falsos Alarmes de Socorro* (SICFAS), como o nome sugere, tem como propósito monitorar, a partir das estações costeiras, as chamadas DSC de socorro transmitidas pelos navios (diretamente ou indiretamente, via uma outra embarcação, retransmissora da chamada) emitindo relatórios periódicos de falsos alertas, em cada região marítima. Esses relatórios, posteriormente, são integrados para geração de relatório único, de âmbito internacional, permitindo conhecer as ocorrências de falsos alarmes por navios em base internacional, o que não ocorre atualmente. Isto é especialmente útil já que, infelizmente, a taxa de emissão de falsos alarmes DSC de socorro é inaceitavelmente alta [2]. E a opinião quase unânime dos especialistas é que deve haver uma instância central, de gerenciamento do DSC, que monitore, em especial, as ocorrências de falsos alarmes, para as devidas providências [1].

4.1 Descrição geral de operacionalização do sistema

O sistema opera com módulo único nas Estações Costeiras, tomando como base os dados das sequências de chamadas do próprio Sistema DSC vigente, capturadas do *Receptor de Monitoração* DSC do sistema VHF, MF ou HF (ver Fig. 2.6). Os

processamentos de dados são efetivados em placa específica, separada do hardware existente.

Uma unidade do sistema é instalada em cada Estação Costeira, com exceção das telecomandadas por outras Estações da região. As chamadas DSC de socorro recebidas pelas Estações Costeiras de dada região (exceto a Central) são retransmitidas em canal dedicado para a Estação Costeira Central, que centraliza todo o processamento de chamadas de socorro da região, gerando um relatório regional, conforme ilustra a Fig. 4.1.

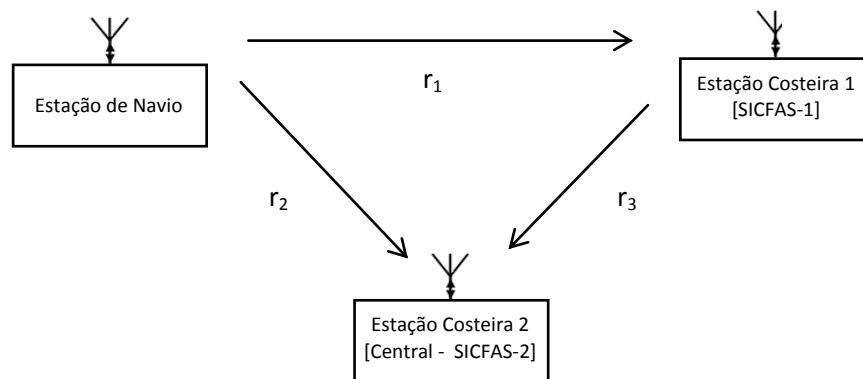


Figura 4.1 – Direcionamento de chamada DSC de socorro com o SICFAS.

A situação ilustrada na figura acima reflete apenas uma possível situação em que um navio possui duas (ou mais) estações costeiras no alcance, uma delas a central. As comunicações podem ocorrer apenas via r_2 ou r_1 e r_3 , e até nem ocorrerem, dependendo, basicamente, da posição em que a embarcação se encontra e das condições de propagação. A situação representada na Fig. 4.1 provocará duplicidade de informação na Estação Central, havendo descarte de uma delas pelo algoritmo de processamento, armazenando-se um único registro. O módulo 1 do sistema (SICFAS-1) apenas identifica as chamadas DSC do tipo “socorro” e transmite seus dados à estação central, dotada com o módulo 2 (SICFAS-2). Este, além de detectar as chamadas de socorro captadas pela estação central, tem a função de processar o relatório de falsos alertas da região. Os dados desse relatório são armazenados em memória e disponibilizados para apresentação (*display*/impressão) e, ao final de cada dia, são transmitidos, por linha dedicada, para estação central internacional (sede da IMO, em Londres), para posterior geração de relatório geral, de âmbito internacional. Opções de *menu* de *software* associado instruem a expedição de relatórios.

O canal empregado na transmissão dos alertas DSC, por ondas terrestres, em geral, dependerá da área de navegação em que se encontra a embarcação. Na área A1, ela transmitiria o alerta pelo Canal 70 do VHF (portadora modulada em frequência), com

emissão direcionada a todas as estações (navios e estações costeiras) no alcance. Na área A2, transmitiria na frequência específica de socorro, em 2.187,5, empregando o rádio de MF (portadora modulada em AM/SSB), também a todas as estações (além de fazê-lo aos navios na vizinhança, em VHF). Nas áreas A3 ou A4, transmitiria em uma (ou mais) das cinco frequências específicas de socorro de HF (geralmente a da banda de 8 MHz) empregando o rádio de HF (portadora modulada em AM/SSB), com emissão direcionada a determinada estação costeira (além de fazê-lo aos navios na vizinhança, em VHF e/ou MF).

4.2 Diagramas de processamento do SICFAS-1

O diagrama básico de processamentos do SICFAS-1 acha-se representado na Figura 4.2 com fluxograma associado descrito no Anexo E. Há monitoração paralela dos si

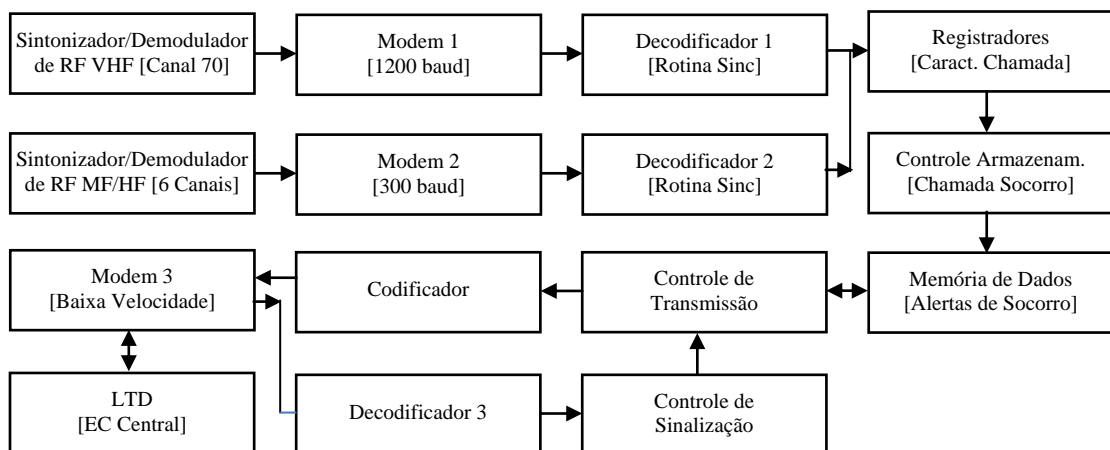


Figura 4.2 – Diagrama básico de processamento do SICFAS-1.

nais provenientes das unidades DSC de VHF e de MF/HF (instalações separadas). A etapa de RF de MF/HF executará varredura nas seis frequências portadoras de transmissão de *Alertas de Socorro* DSC (2.187,5 - 4.207,5 - 6.312,0 - 8.414,5 - 12.577,0 - 16.804,5 kHz), em rotina sequencial (em VHF, apenas na frequência de 156,525 MHz, o canal 70). Os bits dos caracteres das sequências de chamada DSC são inicialmente armazenados em um conjunto de registradores em função da concentração imprevisível de chamadas em dado tempo versus tempo de processamento para classificação das chamadas como *socorro* ou não, para efetivação da armazenagem “definitiva”, apenas dos dados de chamadas relacionadas a socorro. Nessa etapa de “Controle de Armazenamento” inclui-se rotina para

verificação de dados em duplicidade de *alertas de socorro*, para armazenagem de único registro. Essa possibilidade, como descrito anteriormente, pode ocorrer quando há transmissão e retransmissão ou quando há repetição da chamada, o que normalmente ocorre (a cada 4 segundos), em se tratando de chamada de socorro, enquanto a estação transmissora do alerta não receber a notificação de recebimento de sua chamada. Campo adicional em cada registro de chamada será criado para assinalar a banda de frequência empregada no alerta e se a chamada de socorro foi cancelada ou não, nos casos de falsas chamadas de socorro. A entrada dessa informação é feita automaticamente, quando o navio emite uma mensagem DSC de cancelamento ao constatar uma emissão indevida (efetivada por rotina em *Controle de Armazenamento*). Os dados desse novo campo serão integrados às sequências de dados de chamadas de socorro registradas, geradas em formato específico, e transmitidas à estação central por linha telefônica dedicada da rede pública, de acordo com a rotina programada na etapa *Controle de Transmissão*, ou, por default, às 00:00 h. O trem de bits se submeterá a codificação de canal distinta da utilizada no circuito rádio, conforme descrição feita no item 4.2.1. Nesse tráfego de dados, com emprego de circuitos multiplex, a linha telefônica é dividida em dois canais virtuais (dentro da banda característica dessas linhas), além do de voz (até 4 kHz), um para *download* (fluxo para a Estação Central) e outro, de faixa de frequência superior, para *upload*, para o processo de transmissão oposta, para sinalização. O sinal de sinalização, baseado na estrutura do sistema DSC, informa se a transmissão à Estação Central foi feita com êxito ou não, caso em que ocorre nova transmissão, até ser feita com sucesso. A opção de conexão por linha telefônica objetiva não sobrecarregar os canais rádio do SMM, alocados às chamadas de socorro e segurança, dificultando o processo de detecção dessas chamadas na Estação Costeira Central.

4.2.1 Processamento das chamadas DSC no SICFAS-1

Toda chamada DSC é precedida por um *padrão de pontos*, seguido de caracteres de sincronismo (item 2.2.2.1). O sintonizador (Fig. 4.2) monitora a ocorrência desses sinais, nas respectivas frequências portadoras. Um sinal de banda base é gerado à saída do demodulador de RF, para geração, pelo modem, do trem de bits correspondentes aos caracteres da chamada em curso. Essa etapa também verifica os grupos de 10

caracteres consecutivos ao *padrão de pontos*, procurando validar a sincronização, mediante identificação de pelo menos três dos nove caracteres de sincronismo padronizados (Anexo D). O SICFAS-1 somente dará prosseguimento ao processamento se o sincronismo for alcançado, após o que os dados da chamada são armazenados em memória temporária (registradores). Isto ocorre a partir da 4ª posição de bit dos registradores, para permitir ao “Controle de Banda”, a armazenagem de dado indicador de banda utilizada (0-VHF, 1-MF, 2-HF1, 3-HF2, 4-HF3, 5-HF4 e 6-HF5), por circuito de gerenciamento agregado aos sintonizadores. A seguir, o trem de bits é submetido a um processo de verificação e correção de possíveis erros de bits em caracteres da chamada, considerando a sistemática de codificação de canal empregada (item 2.1.2). Na sequência, a armazenagem “definitiva” apenas dos dados de chamadas de socorro é efetivada, através da etapa de “Controle de Armazenamento”.

Independentemente do tipo de chamada DSC, a sequência de caracteres do conteúdo da chamada é iniciada por um caractere *Especificador de Formato* (EF) (Fig. 2.8). A Fig. 4.3 apresenta o arranjo básico da estrutura inicial das chamadas relacionadas a socorro, tomada como base para o processo de armazenagem apenas das mensagens de interesse. Mediante varredura nos registradores (vertical e horizontalmente) na etapa de *Controle de Armazenamento*, a leitura dos caracteres EF permite a identificação das chamadas do tipo “Socorro” (ou Alertas de Socorro), quando o conteúdo for o símbolo 112 (0000111100). Caso contrário, o algoritmo verifica se a chamada é de Retransmissão de Socorro (RS) ou de Notificação de Recebimento de Socorro (NR).

Padrão de Pontos	Caract. de Sincronismo	Especificador de Formato	MMSI Transmissor	...
------------------	------------------------	--------------------------	------------------	-----

a) Chamada de “Alerta de Socorro”

Padrão de Pontos	Caract. de Sincronismo	Especificador de Formato	MMSI Receptor	Categoria da Chamada	MMSI Transmissor	Tele-comando	...
------------------	------------------------	--------------------------	---------------	----------------------	------------------	--------------	-----

b) Chamada de retransmissão de “Alerta de Socorro”

Padrão de Pontos	Caract. de Sincronismo	Especificador de Formato	Categoria da Chamada	MMSI Transmissor	Tele-comando	...
------------------	------------------------	--------------------------	----------------------	------------------	--------------	-----

c) Chamada de notificação de recebimento de “Alerta de Socorro”

Figura 4.3 – Configurações do arranjo inicial de caracteres de chamadas DSC de socorro

Nas chamadas tipo RS (Fig. 4.3b), os 3º e 5º campos (*Categoria* e *Telecomando*, respectivamente) normalmente têm valor igual a112, designando categoria de chamada *Socorro* e *Chamada de Retransmissão de Socorro*, respectivamente. O 4º campo (8º ao 12º

caracteres, que se referem ao MMSI da estação retransmissora) então será verificado, para se armazenar as retransmissões por navio (caso em que o MMSI não inicia com “00”). As retransmissões por estação costeira não são admitidas por já haver registros das correspondentes chamadas por uma estação costeira. Exceções serão feitas apenas nos casos de comunicação de *Falsos Alertas de Socorro*, quando *Telecomando* terá valor 107 (para designar “*Falso Alerta não Cancelado*”) ou 108 (para designar “*Falso Alerta Cancelado*”), ambos com chamada com *Categoria* de valor 112 (tipo *Socorro*). Também não será considerada a chamada tipo NR, identificada pela ocorrência dos símbolos 112 e 110 nos 2º e 4º campos (*Categoria* e *Telecomando*, respectivamente), por já haver registro da mesma em alguma estação costeira. Exceção é feita quando o MMSI da estação transmissora da notificação é igual ao da estação receptora (identificado no corpo da chamada), significando uma estação transmitindo para si mesma, indicando que a mesma está cancelando um *Alerta de Socorro* indevidamente emitido.

As chamadas DSC de socorro que se verifique serem falsas, pelo RCC da área, serão retransmitidas por este para uma estação costeira qualquer da área (com endereçamento específico a esta), com caractere de telecomando alterado de 112 (“retransmissão de socorro”) para 107 ou 108, conforme o caso, descrito anteriormente. Estes caracteres ainda não são empregados pelo Sistema DSC normal, na posição em questão.

As informações de *Falsos Alertas*, cancelados ou não, serão utilizadas para marcar o *status* das chamadas em questão, já armazenadas. Pela rotina adotada, a *Memória de Dados* apenas conterá os dados das chamadas de socorro e das retransmitidas por outros navios, conforme esquematizado na Fig. 4.4. A etapa de *Controle de Armazenamento* salva apenas os dados dos campos de maior interesse das chamadas relacionadas a socorro, de acordo com os objetivos do projeto, descartando as redundâncias (registros com dados idênticos) e destacando as ocorrências de falsos alertas de socorro, cancelados ou não. O campo MMSI TR_i, com 5 caracteres, refere-se ao número de identificação da estação transmissora do alerta de socorro (do navio acidentado); MMSI RTR_i, a identificação da estação retransmissora do alerta (quando for o caso); NATS_i, com 1 caractere, designa a natureza do socorro (100 – fogo, explosão; 101- alagamento (entrando água); 102 – colisão; 103 - encalhe, etc); COORD_i, com 5 caracteres, designa as coordenadas (latitude e longitude) que se encontra(va) o navio acidentado, no momento da transmissão (constante da chamada DSC), como esquematizado na Fig. 4.5; TEMPO_i, com 2 caracteres (padrão

HH:MM), refere-se ao horário em que as coordenadas foram tomadas (também informado na chamada recebida) – o arranjo descrito na Figura 4.5 ilustra a sistemática adotada para

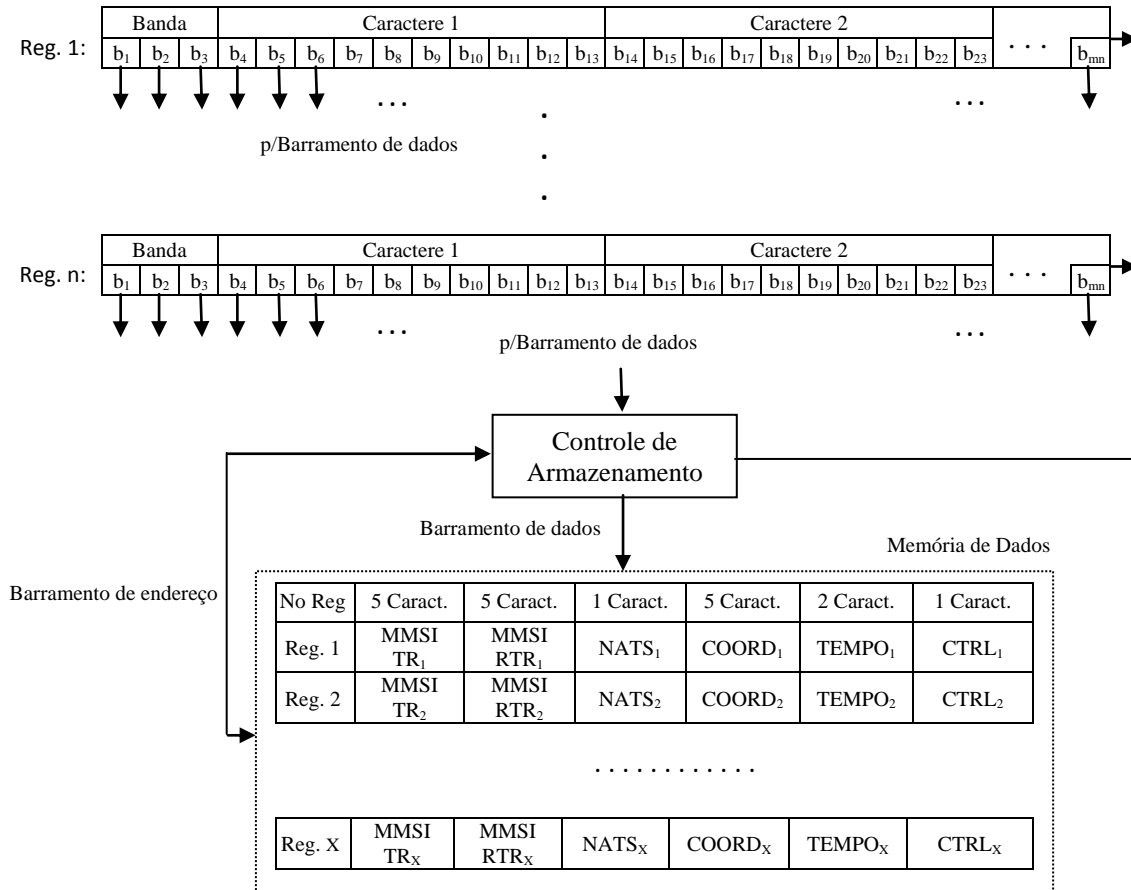


Figura 4.4 – Arranjo de armazenamento de dados de chamadas DSC de socorro.

especificação de coordenadas e tempo; e CTRL_i, com 1 caractere, designa o status do i-ésimo registro de chamada de socorro, com os três primeiros bits reservados para a informação de banda (000 a 110, ou 0 a 6), o 4º bit para informação de *falso alerta de socorro* e o 5º bit para informação de cancelamento de chamada (por DSC ou fonia), assumindo esses bits valor “1” se tal ocorrência for verdadeira.

A título de ilustração, considere-se que uma chamada DSC de socorro tenha sido emitida por um navio, cujo número de identificação (MMSI) seja 710878000 (registro no Brasil, MID = 710), indicando ocorrência de incêndio a bordo, empregando o rádio MF/HF, no canal de 8.414,5kHz, da posição 29º 25’S e 38º42’W, às 09h32min. O RCC da região (Salvamar Brasil, no RJ) verificou tratar-se de um falso alerta de socorro, não cancelado pelo navio. O RCC retransmitiu a informação de falso alerta a uma estação costeira da área.

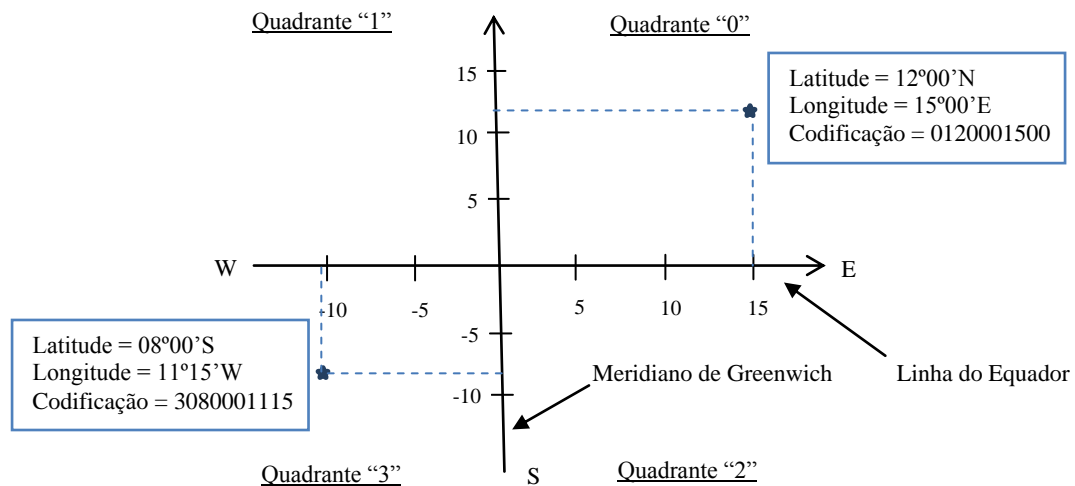


Figura 4.5 – Sistemática de codificação de posição geográfica do Sistema DSC.

O registro correspondente no SICFAS da estação costeira referida conterá a seguinte sequência de caracteres: [07-10-87-80-00]-[00-00-00-00-00]-[100]-[32-92-50-38-42]-[09-32]-[09], com o conteúdo “09”, de CTRL_i, definido em função do arranjo 100-1-0-00 (100 = 4 → HF3, 1 → “falso alerta de socorro”, 0 → “alerta não cancelado” e 00 → bits complementares do caractere, sem função, para manutenção do padrão. O primeiro “2” de COORD_i designa o quadrante da posição do navio transmissor do alerta.

4.2.1.1 Cancelamento de Alerta de Socorro DSC

Constatada a transmissão indevida de um Alerta de Socorro, a estação responsável deverá emitir uma chamada de cancelamento da mesma, por DSC ou por radiofonia. Considerando que estes alertas continuarão a ser emitidos a cada cerca de 4 minutos, automaticamente, caso não receba a estação uma notificação de recebimento por DSC, a providência imediata é desativar as retransmissões do falso alerta. Uma chamada DSC de cancelamento faz cessar tais retransmissões. Ela segue o mesmo padrão das chamadas de socorro, empregando o mesmo canal anteriormente empregado (na emissão do falso alerta), mas do tipo “notificação de recebimento de chamada de socorro”, endereçada à própria estação transmissora, como referido anteriormente. Por se tratar de chamada de categoria *Socorro* ela é transmitida a todas as estações no alcance, sendo normalmente detectada pelo sistema SICFAS. O registro será de um falso alerta cancelado.

Por fonia, o transmissor é sintonizado no canal correspondente de fonia (na mesma banda empregada no alerta DSC), transmitindo-se a seguinte mensagem padrão:

ALL STATIONS
THIS IS
NAME, CALL SIGN, MMSI NUMBER
POSITION
Cancel my Distress alert of DATE, TIME
Master NAME

Caso, por exemplo, o alerta tenha sido emitido em 2.187,5 kHz (canal DSC de socorro e segurança em MF), o alerta em fonia será transmitido em 2.182,0 kHz, e assim sucessivamente, nos demais canais de socorro, em HF e VHF. Neste caso, a informação de cancelamento é registrada no SICFAS através de chamada de socorro retransmitida pelo RCC da área considerada, conforme descrito anteriormente.

4.2.1.2 Transmissões de dados dos alertas de socorro à estação central

Os bits paralelos dos registros da “Memória de Dados”, com *clock* de baixa velocidade (1.200 baud ou superior), para transmissão serial, com processo de transmissão síncrona, emprega um padrão de pontos de inicialização, constituído de um caractere de bits alternados, e uso de caracteres de sincronismo, com a mesma rotina de validação de sincronismo adotada pelo sistema DSC normal. Emprega-se a mesma codificação de caracteres, mas utilizando caractere de verificação vertical de bits para cada final de registro, como ilustrado na Fig. 4.6, para se monitorar a possibilidade de erro “mais de perto”, não sendo aplicada a sistemática de transmissão e retransmissão de caractere e uso de ECC final, do canal rádio, do sistema DSC normal. Isto ocorre pelo fato dos sinais serem menos corrompidos na linha física, em relação ao meio atmosférico, especialmente quando envolve ondas celestes.

O Caractere corretor de erro ECC tem bits obtidos pela soma módulo-2 dos bits de mesma posição dos caracteres de seu respectivo registro. Um Caractere EOS (*End of Sequence*) assinala o fim da sequencia de dados transmitida. Após este, a estação central envia um conjunto de caracteres de sinalização para indicar (ao *Controle de Sinalização*)

os registros recebidos com erros, e não corrigidos, para retransmissão. Este processo prosseguirá até que todos os registros tenham sido recebidos sem erro.

Inicializ.	Sinc.	Dados do Registro 1						ECC 1	
1 Caract.	6 Caract.	5 Caract.	5 Caract.	1 Caract.	5 Caract.	2 Caract.	1 Caract.	1 Caract.	...
-	-	MMSI TR ₁	MMSI RTR ₁	NATS ₁	COORD ₁	TEMPO ₁	CTRL ₁	-	

Dados do Registro 2						ECC 2	...	ECC x	EOS
5 Caract.	5 Caract.	1 Caract.	5 Caract.	2 Caract.	1 Caract.	1 Caract.	...	1 Caract.	1 Caract.
MMSI TR ₂	MMSI RTR ₂	NATS ₂	COORD ₂	TEMPO ₂	CTRL ₂	-	...	-	-

Figura 4.6 – Sistemática de codificação de transmissão do SICFAS-1.

O sinal de sinalização para SICFAS-1 é formado por tantos caracteres quantos sejam os registros recebidos em SICFAS-2 com erro de bits. Cada caractere tem conteúdo numérico igual à posição do respectivo registro (apresentando erro de bit), na sequência anteriormente transmitida. A sequência de sinalização é organizada com caractere de inicialização (I_1), de sincronismo (S), de informação (com informação do número de caracteres com erro) (I_2), caracteres R_1, R_2, R_3, \dots , cujo conteúdo informa o número dos registros enviados em que houve ocorrência de erro, finalizando com caracteres ECC e EOS, com a seguinte organização: I_1 -S- I_2 - R_1 - I_2 - R_2 - R_1 - R_3 - R_2 - R_4 - R_3 -...-ECC-EOS. Assim, se, por exemplo, os 5º e 32º registros apresentaram erro, a sequência de sinalização será formada pelo arranjo apresentado na Fig.4.7. A nova transmissão envolverá, certamente, apenas os registros (completos) identificados na sinalização. O processo se repetirá até que SICFAS-2 retorne sinalização com conteúdo do caractere Info = 00.

Inicializ.	Sinc.	Info	No Reg. 1	Info	No Reg. 2	No Reg. 1	No Reg. 2	ECC	EOS
1 Caract.	6 Caract.	1 Caract.	1 Caract.	1 Caract.	1 Caract.	1 Caract.	1 Caract.	1 Caract.	1 Caract.
-	-	02	05	02	32	05	32	-	-

Figura 4.7 – Sistemática de codificação de sinalização de erro para SICFAS-1.

4.2.2 Processamento associado ao SICFAS-2

Processo similar ao executado no SICFAS-1 é efetivado no SICFAS-2, na Estação Costeira Central da região. Conforme ilustrado na Fig. 4.8, os dados das n estações conectadas à Estação Costeira Central são inicialmente armazenados em memória

temporária para execução da rotina de correção de possíveis erros de transmissão, para posterior armazenagem integrada na *Memória Geral* (quando não houver mais erro de bits nas transmissões de SICFAS-1). Essa armazenagem é feita em sequência das estações conectadas, com cada registro da *i*-ésima estação sendo testado com os já armazenados, das estações 1 a *i-1*, para eliminação de duplicidade de registros. Os registros dos alertas de socorro gerados na própria Estação Central (armazenados em “Memória Local de Dados”), provenientes de seu próprio processo de recepção DSC (VHF e MF/HF), similarmente ao que ocorre em SICFAS-1, antes de sua integração com os já armazenados na Memória Geral (provenientes das demais estações costeiras da região), são confrontados com estes para eliminação de redundâncias. Assim, na Memória Geral há registros de dados de todos os alertas de socorro recebidos pelas estações costeiras da região, sem duplicidade. Entretanto, diferentemente das estações costeiras gerais, o algoritmo de SICFAS-2 dispõe de módulo para processamento/apresentação de relatório de dados da Memória Geral: relatório regional de todos os alertas de socorro, verdadeiros e falsos, recebidos na referida região, ordenados por navio, data e hora. O fluxo de transmissão de dados é similar ao efetivado por SICFAS-1, com LTD referindo-se à conexão com a Estação Central Internacional.

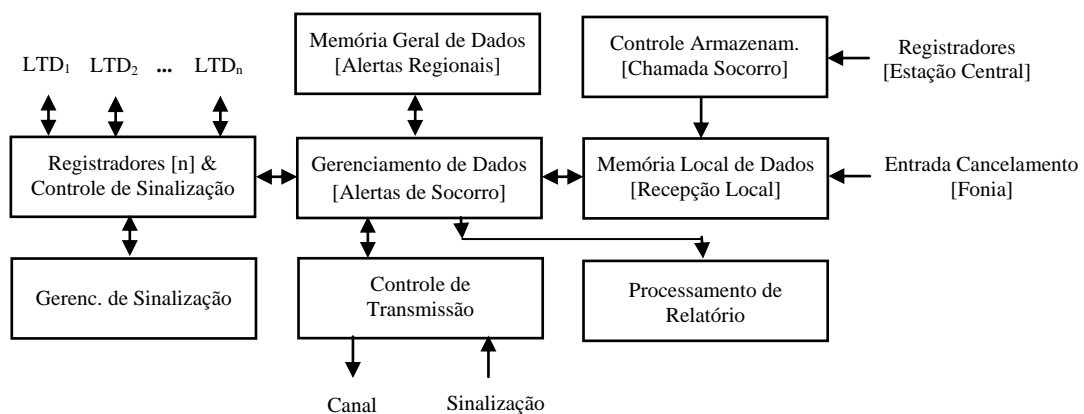


Figura 4.8 – Diagrama básico de processamento do SICFAS-2.

Na Estação Central Internacional o esquema de processamento é similar ao descrito na Fig. 4.8, com as LTD_i representando as conexões com as estações centrais regionais do SMM/GMDSS. Esta unidade, destinando-se apenas à concentração e relatório de dados, por inserir-se em instância gerencial, não dispõe de etapa de recepção de chamadas DSC e nem de transmissão de dados, com exceção dos sinais de sinalização.

CAPÍTULO 5

Sistema de Monitoração de Estações Costeiras (SIMEC)

O Sistema de Monitoração de Estações Costeiras é concebido para automatizar o processo de monitoração das conexões efetivas às estações costeiras, identificando aquelas (se houver) com as quais as estações de bordo podem manter comunicações, nas bandas de socorro e segurança marítima (em MF, HF e VHF), em qualquer posição da navegação. Esta sistemática substitui os processos manuais existentes e o próprio *Plano de Comunicação de Viagem* [3], com as Estações Costeiras ativas sendo identificadas por seu MMSI, banda de frequência de operação, coordenadas geográficas e distância ao navio em questão. O Sistema é útil em situações de emergência, permitindo estabelecer comunicações mais rápidas com a(s) estação(ões) costeira(s) mais próxima(s), especialmente em HF, e melhor empregar o conceito de seletividade do sistema DSC vigente e usar mais racionalmente os canais de emergência.

O SIMEC considera a própria posição do navio para avaliar sua área de navegação (A1, A2, A3 ou A4) e selecionar suas bandas de operação. Assim, no caso de um navio operando em A1, este irá monitorar apenas as chamadas no canal DSC do VHF.

O SIMEC opera paralelamente ao Sistema DSC normal, mas em canais específicos, empregando sinais DSC de controle, próximos aos de socorro e segurança (um em VHF e em MF e cinco em HF), em cada faixa, para não sobrecarregar esses canais, assim como os próprios sintonizadores de DSC. Como há muitos canais com reduzido uso no SMM, reservam-se dois deles para uso exclusivo como *canais de controle*. A ocorrência de sinal no canal é verificada antes que as transmissões se efetivem, ficando isto condicionado a canal vazio, num sistema similar ao rádio cognitivo. O sistema requer o emprego de uma unidade a bordo dos navios e outra nas Estações Costeiras, esta integrada ao módulo do SICFAS. Para facilitar sua implementação, o sistema é organizado segundo as mesmas regras e convenções do Sistema DSC vigente, mas totalmente transparente aos

operadores das estações. A Fig. 5.1 ilustra o arranjo básico de processamento do sistema proposto, considerando-se que a instalação de VHF é distinta da de MF/HF, tanto a bordo quanto na estação costeira.

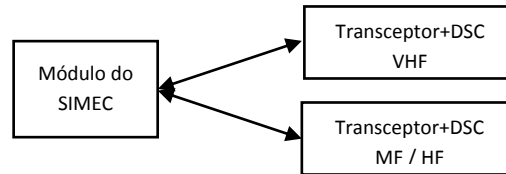


Figura 5.1 – Estrutura básica do SIMEC.

O Sinal DSC de Controle é formado por um arranjo de tons correspondentes ao trem de bits dos caracteres que compõem a sequência de chamada de controle, sendo aplicado à entrada de um modulador analógico, como ilustrado na Fig. 2.2, com saída independente, com conexão à antena do transceptor existente ou via interface com modulador do transmissor, para harmonização com os demais sinais veiculados pelo sistema existente: telex, voz e DSC normal. Neste último caso, seria observada uma rotina de prioridade de transmissão dos sinais, com maior prioridade para as chamadas e mensagens emergenciais do sistema normal. Assim, o sinal de controle transmitido, na estação de bordo, se submete às condições similares de modulação, potência de saída e de irradiação do sistema normal.

5.1 Operacionalização do SIMEC a bordo de navio

A unidade de bordo gera e transmite, automática e regularmente, um sinal de chamada DSC de *Controle* endereçado a todas as estações costeiras no alcance e faz a recepção dos sinais de notificação de recebimento emitidos por estas, produzindo um relatório constantemente atualizado das estações ativas. Sua etapa de recepção apresenta processamento similar à do SICFAS, mas nas bandas de controle. A unidade de estação costeira monitora a recepção dos sinais DSC de Controle, na própria placa do SICFAS, gerando e emitindo as respectivas notificações de recebimento às estações que os transmitiram.

O diagrama básico de operações do Módulo do SIMEC, na estação de bordo, acha-se representado na Fig. 5.2, com o software de comando do processamento estabelecendo momentos para emissão e instantes seguintes para monitoração de

notificações de recebimento (por estação costeira) das chamadas DSC de controle emitidas, nos respectivos canais de operação, em VHF, MF e HF.

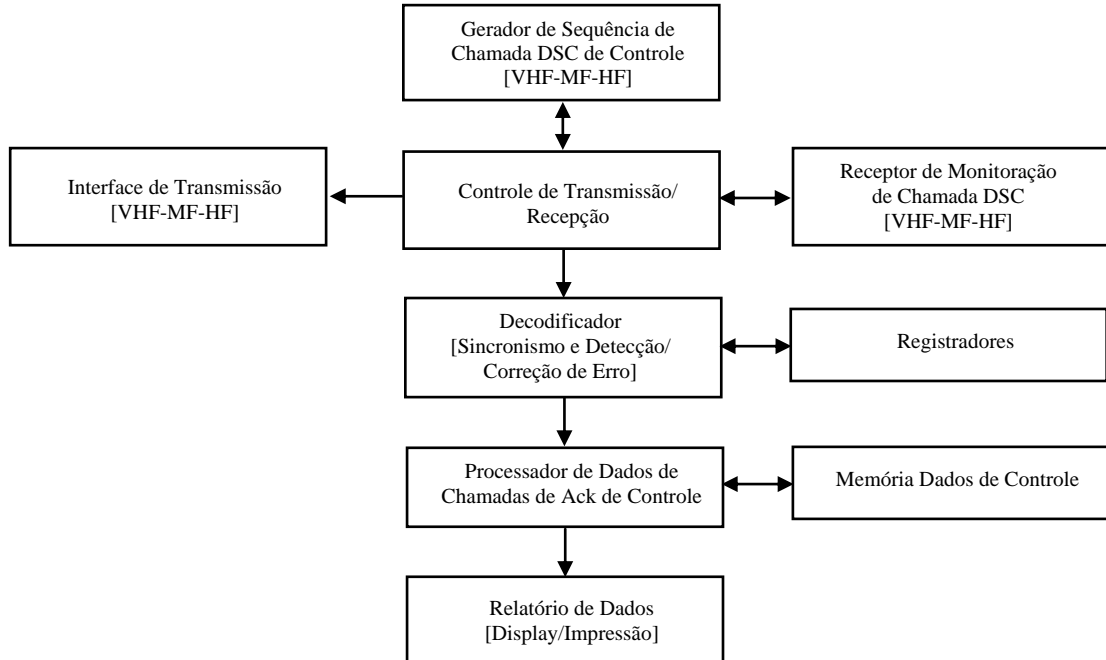


Figura 5.2 – Diagrama de Blocos Básico do SIMEC – Estação de Navio

O algoritmo de comando inicia com a geração de um trem de bits correspondente aos caracteres constituintes da *Sequência de Chamada de Controle* (e posterior transmissão controlada no canal definido), conforme descrito adiante. Esta, assim como sua notificação de recebimento, tem formato idêntico ao das demais chamadas DSC (item 2.2.2.1), redefinindo-se o campo *Conteúdo da Chamada* para o arranjo: Especificador de Formato→Categoria→Auto-Identificação→Tipo/Banda→Coordenadas→Horário. As chamadas de notificação de recebimento incluem um campo *Identificação de Destino*, após o *Especificador de Formato*. Toda chamada de controle é precedida por um *Padrão de Pontos* constituído por 20 bits alternados para efeito de sintonização dos sinais de chamada.

O *Receptor de Monitoração* (sintonizador de RF de Chamada de Controle) de entrada do sistema é alimentado com os sinais DSC provenientes da antena do sistema DSC normal (de VHF ou MF/HF), mediante derivação nos cabos de descida para pré-amplificador de RF sintonizado nas bandas de controle, para recepção apenas de *Notificações de Recebimento* de chamadas de controle, a serem armazenadas temporariamente em registradores para posterior armazenagem final apenas das

notificações endereçadas à estação em questão, eliminadas as redundâncias. Estas disponibilizadas para apresentação em display ou impressas.

5.1.1 Formatação da Sequência de Chamada de Controle

Após o *Padrão de Pontos*, são transmitidos os caracteres de sincronização empregados no sistema normal, definidos como RX_i ($i=0$ a 7) e DX (ver Anexo D), arranjados, após o padrão de pontos, na forma DX- RX_7 -DX- RX_6 -...- RX_0 . O algoritmo do sistema considera o sincronismo alcançado quando dois caracteres DX e um RX_i , ou dois RX e um DX_i , ou três RX_i , nas suas devidas posições, são recebidos com sucesso. O caractere EOS emitido instrui o processamento da estação costeira para geração e emissão de chamada DSC de notificação de recebimento à estação de navio.

Após o *Padrão de Pontos* inicial, o formato técnico da Sequência de Controle é ilustrado na Fig. 5.3, com os caracteres caracterizados como: a) *Especificador de Forma*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
DX		DX		DX		DX		DX		DX		A		A		B		C ₁		C ₂		C ₃	
	RX ₇		RX ₆		RX ₅		RX ₄		RX ₃		RX ₂		RX ₁		RX ₀		A		A		B		C ₁
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
C ₄		C ₅		D1		D2 ₁		D2 ₂		D2 ₃		D3 ₁		D3 ₂		E		F		E		E	
	C ₂		C ₃		C4		C5		D1		D2 ₁		D2 ₂		D2 ₃		D3 ₁		D3 ₂		E		F

Figura 5.3 – Formato técnico de uma *Sequência de Chamada de Controle*

to (A), com 1 caractere designando endereçamento implícito a todas as estações costeiras, definido como “1110011010” (caractere 103, ainda não empregado nessa posição); b) *Categoria* (B), com 1 caractere designando chamada do tipo *Controle*, definido como “1010011011” (caractere 101, ainda não empregado nessa posição); c) *Auto-Identificação* (C), conjunto formado por 5 caracteres definindo o MMSI da estação de navio (transmissora), com 9 dígitos decimais, inserido no sistema por ocasião da configuração do equipamento e automaticamente atribuído no processamento; d) *Mensagem1* (D1) – define o tipo da mensagem, se transmissão de chamada (0) ou notificação de recebimento de chamada (1), e banda de frequência de operação, a saber: VHF, dígito 0; MF, 1; e HF1 (8 MHz), 2; HF2 (4 MHz), 3; e HF3 (16 MHz), 4; e) *Mensagem2* (D2) - define as coordenadas do navio/estação costeira, com 3 caracteres. O 1º dígito designa o quadrante das coordenadas (0 para NE, 1 para NW, 2 para SE e 3 para SW), 2 dígitos para latitude e 3 para longitude (ver exemplo na Fig. 5.,4); f) *Mensagem3* (D3) – define o horário em que

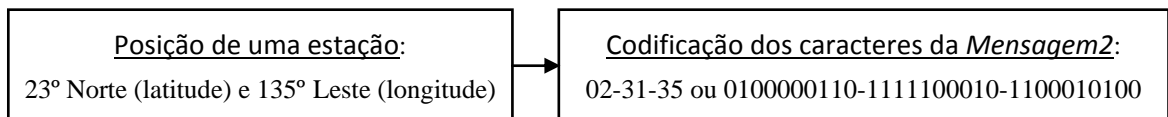


Figura 5.4 – Formatação de coordenadas na *Sequência de Chamada de Controle*

as coordenadas foram tomadas, com 2 caracteres (dois primeiros dígitos para hora e dois, seguintes, para minutos). Assim, uma Chamada de Controle transmitida por um navio no canal de MF, da posição 12° Sul e 23° Oeste, às 16:28h, terá a mensagem D1-D2-D3 codificada como 01-31-20-23-16-28.

Os caracteres da Sequência, excetuando os de sincronismo, conforme se pode constatar na Figura 5.3, são transmitidos duas vezes, com retransmissão (caracteres em posições inferiores) ocorrendo após 4 caracteres seguintes com *Especificador de Formato* representado por dois caracteres idênticos, por se tratar de caractere crítico, para permitir, juntamente com o caractere ECC, maior eficácia de correção de erros detectados na recepção.

5.1.2 Rotinas de Processamento

A rotina observada na geração da Sequência de Chamada de Controle acha-se esquematizada na Tabela 5.1. O fluxograma geral de processamentos da unidade de navio do SIMEC é apresentado no Anexo F.

O circuito gerador da *Sequência de Controle* transfere, sequencialmente (de acordo com a ordem apresentada na Fig. 5.3), os bits de cada caractere serialmente, incorporando, em seguida os respectivos bits de checagem de erro a uma etapa moduladora digital, que insere o correspondente sinal à interface de transmissão. Uma rotina de prioridade é executada antes da transmissão propriamente dita.

Conforme especificado no fluxograma do Anexo F, o Sistema inicialmente transmite no canal de VHF, executando até três transmissões caso não receba nenhuma notificação de recebimento por uma estação costeira, após um tempo de espera de até 10s. Após isto, repete as operações em MF e, se for o caso, em HF, com duas transmissões, iniciada na banda de 8 MHz. Não havendo resposta, fará ainda transmissões em 4 MHz, se à noite, entre 20:00 e 05:00h; ou em 16 MHz, se fora desse horário. Todo o processo se

repete após 20 minutos. Havendo recepção numa banda, não haverá transmissões na(s) faixa(s) subsequente(s).

TABELA 5.1 – Sub-rotina de Geração de *Sequência de Chamada de Controle*

<p>1. Inicialização A = 103 // caractere especificador de formato (a todas as estações costeiras) B = 101 // categoria “controle” C1, C2, C3, C4, C5 ← MMSI // da estação emissora (9 dígitos decimais) DX, RX0 a RX7 ← caracteres pré-definidos (Anexo D)</p> <p>2. Ler “Banda” // do algoritmo principal Se Banda=“VHF”, D1=00; se “MF”, D1=01; se “HF1”, D1=02; se “HF2”, D1=03; senão D1=04</p> <p>3. D21, D22, D23 ← ler “Coordenadas” // da interface unidade DSC x sistema de navegação (ou entrada manual)</p> <p>4. Ler “horário” D31, D32 // da interface unidade DSC x sistema de navegação (ou do sistema DSC)</p>
--

5.2 Operacionalização do SIMEC na estação costeira

A sintonização das chamadas de controle se ocorre na própria placa do SICFAS, como descrito no capítulo anterior. Na referida placa, a sintonização de VHF se efetiva com varredura entre os canais 70 e de Controle; nas bandas de MF/HF, para não reduzir a eficácia de detecção, considerando já varrer seis frequências de socorro e segurança, canal paralelo de sintonização é introduzido, varrendo as quatro frequências de controle (definidas no fluxograma do Anexo F). No teste verdadeiro de EF = 103, pelo *Controle de Armazenamento* (Fig. 4.2), o registro é testado quanto ao valor de seu campo *Categoria*; se igual a 101, significando *mensagem de controle*, os dados são transferidos para registrador da unidade de geração da *chamada de notificação de recebimento*, a ser endereçada à estação de navio que transmitira tal chamada de controle, como ilustrado na Fig. 5.5 e Anexo E.

A Chamada de Notificação de Recebimento (da Chamada de Controle) tem formato similar ao descrito na Figura 5.3, com inclusão do campo Identificação de Destino (após o *Especificador de Formato*), com os 5 caracteres identificadores do MMSI da estação de quem foi recebida a Chamada de Controle. Portanto, o conteúdo desse novo campo será o de Auto-Identificação da Chamada de Controle recebida; e o de destino, o MMSI da Estação Costeira transmissora da notificação. O Especificador de Formato (A),

tem código nº 120 para designar endereçamento a uma (única) estação, de acordo com o padrão do Sistema DSC. Em Mensagem1 (D1), o 1º dígito altera de “0” para “1”, mantendo a mesma banda de frequência da recepção. A Mensagem2 (D2) altera para especificar as coordenadas da Estação Costeira em questão.

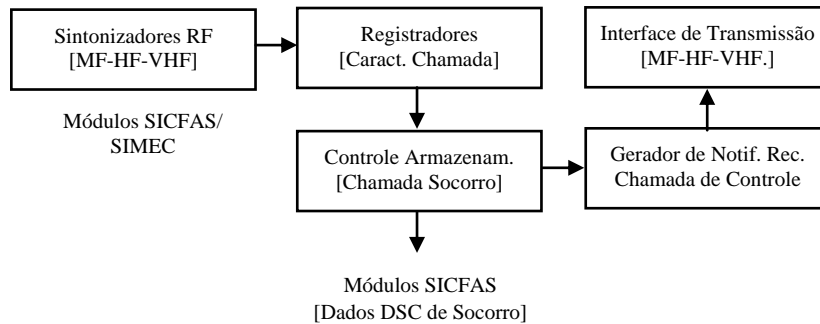


Figura 5.5 – Diagrama de Blocos Básico do SIMEC – Estação Costeira

As coordenadas da chamada recebida somente serão processadas na estação costeira se a banda empregada for de HF, para avaliação da distância entre as estações transmissora e receptora, só havendo geração e transmissão de notificação de recebimento se tal distância não for superior a 600 milhas náuticas, devido à dificuldade de conduzir o devido apoio logístico, evitando-se desnecessários processamentos e ocupação de canais. O horário da transmissão inicial (D3) é substituído pelo da transmissão de resposta.

CAPÍTULO 6

Conclusão

O sistema DSC tem tido contribuição significativa com os propósitos de segurança do GMDSS, possibilitando comunicações com endereçamento seletivo a estações no mar e em terra, encaminhadas automaticamente e com mais rapidez, sem necessidade de um operador dedicado nas estações dos navios para atendimento das demandas. Isto tem sido de grande utilidade especialmente nas situações de emergência, contribuindo para salvar muitas vidas. E a despeito da qualidade e eficiência da comunicação por satélite, parcela significativa das chamadas de médias e longas distâncias tem sido efetivada por esse sistema, devido a sua praticidade. De certa forma, até contribui para quebrar possíveis barreiras com idiomas distintos ao apresentar mensagens básicas, automaticamente escritas em displays ou monitores, montadas a partir de conjuntos de códigos digitais e opções de *menus*, e até pelo simples pressionar de um único botão (caso de socorro).

Com exceção à questão das significativas emissões de falsos alarmes de socorro, o sistema vem tecnicamente trabalhando satisfatoriamente e tem sido utilizado com frequência. Os problemas se relacionam mais com os operadores humanos. E as propostas apresentadas nesta pesquisa, especialmente por prover sistemática de controle central automática para o sistema, sem grande aparato técnico-gerencial (infraestrutura de recursos materiais e humanos), certamente contribuem para o aperfeiçoamento do sistema e melhoria de sua confiabilidade.

Destaca-se que esse trabalho foi selecionado para apresentação na *International Microwave and Optoelectronics Conference* (IMOC2011), realizada em Natal-RN (de 29/10 a 01/11/2011) e na *10th International Information and Telecommunication Technologies Conference* (I2TS2011), realizada em Florianópolis (de 19 a 21/12/2011).

6.1 Aspectos relevantes a destacar

Com a proposta do SIMFAS, os relatórios de ocorrências de falsos alarmes de socorro estarão disponíveis às autoridades competentes, assim como às empresas de navegação e outras instâncias interessadas. Para cada navio, por ordem de data/hora, são especificadas as ocorrências de falsos alertas de socorro, mencionando os locais (posições geográficas) e bandas empregadas na emissão, em dado período de tempo. Essas informações permitirão às instâncias responsáveis avaliar a capacitação dos operadores e necessidade de requalificação, redefinir objetivos de programas de treinamento de operadores, assim como sistemáticas de avaliação de aprendizado e estabelecer processos de advertências e de penalidades. Podem levar também a decisões sobre necessidade de alterações em termos da legislação aplicada às radiocomunicações (procedimentos operacionais, especificações de instalações, etc). São também esperadas ações internas nas próprias empresas de navegação e de gestão de tripulação com vistas a inibir essas ocorrências. A tendência, com essas abordagens, é que haja significativa redução na quantidade de emissões de falsos alertas de socorro, aumentando a confiabilidade no sistema DSC.

O emprego de canais de controle distintos dos de socorro e segurança evitou interferir nas chamadas emergenciais, fazendo os sistemas propostos ficarem mais independentes. As pequenas diferenças de frequências entre sinais de controle e de socorro faz com que praticamente não haja diferença nas condições de propagação. O teste de canal de controle vazio, antes das transmissões de controle, aumenta a possibilidade de não ocorrência de interferências. Esses canais rádio adicionais são necessários para o encaminhamento das chamadas de controle devido ao aumento do fluxo de transmissões nas bandas de frequências empregadas, mas isto não constitui um problema sério uma vez que não há demanda tão intensa nas bandas de MF e HF, especialmente no mar, em contraste ao que ocorre em terra. Os canais de controle são empregados com princípio de rádio cognitivo podendo-se encaminhar expediente formal à ITU, como gerente do espectro, para reserva de tais canais para os propósitos de controle, como aqui empregado.

É importante que o SICFAS-1 seja instalado em todas as estações da região já que, não ocorrendo isto, recepção de alertas de socorro podem deixar de ser relacionados, ficando os relatórios incompletos.

A opção de transmissão dos bancos de dado de cada estação por linha telefônica visa a não sobrecarregar os sintonizadores com recepção de novos canais rádio. E os canais empregados podem ser alocados em linha já em uso, empregando-se apenas as devidas translações de frequências. O uso de linha telefônica é facilitado pelo fato de que toda a rede de estações costeiras estar interligada por linhas telefônicas.

O SIMEC evita a necessidade de consulta de extensas publicações técnicas para identificação de estações costeiras para direcionamento de chamadas. Além disto, estações costeiras podem estar inoperantes ou impossibilitadas de contato em função de condições adversas de propagação. O sistema proposto já leva em conta tudo isto, identificando aquelas estações com as quais, realmente, pode-se manter comunicações confiáveis. E por ocasião de uma transmissão ou retransmissão de chamada de socorro, podem-se empregar as informações de estações do SIMEC para endereçamento mais rápido de uma comunicação, com maior certeza de sucesso. Isto, em emergências, é muito útil. E para pleno funcionamento, todas as estações costeiras do SMM necessitariam se ajustar à nova sistemática; caso contrário, a monitoração seria apenas parcial.

C.G.D. sugere o uso da Internet para controlar o sistema DSC. Ele declara: “A tecnologia da Internet permite o controle remoto das estações costeiras de DSC de qualquer lugar do mundo...” [1]. Considera-se, entretanto, que a solução cria uma forte dependência, inclusive com a possibilidade de ataque por hackers. Nas soluções propostas, os sistemas são independentes e podem ser incorporados, no futuro, ao próprio hardware existente, basicamente com mudanças de software e procedimentos operacionais. Os sistemas aumentam o nível de automatização das estações em itens relevantes para as estações relacionados à confiabilidade do sistema DSC, reparando falhas correntes.

6.2 Proposições para estudos futuros

A aplicação dos princípios de rádio cognitivo pode ser ampliada, empregando-se mais canais de controle, diretos e reversos, considerando-se que muitos canais do SMM são pouco empregados. E a própria transmissão dos bancos de dados do SICFAS pode ser feita por canais rádio de controle.

A ideia de implementação de sistema de controle baseado na Internet também pode ser pesquisada, inclusive para desenvolvimento de *interface* para utilização de um *netbook* como *hardware* básico do sistema.

Um estudo sobre as características de propagação, especialmente em HF, poderia ser feito para se simular o canal rádio, desenvolvendo-se uma sistemática simulada de transmissão e recepção de sinais DSC, desde a geração da sequência de chamada até sua reprodução no receptor, inclusive com processo de correção de detecção e correção de erro.

Pode-se, finalmente, projetar-se sistema para interconexão do sistema de controle descrito com o próprio sistema em uso, com este, por ocasião das emissões de chamadas de socorro, já direcionando a chamada para a estação mais próxima, indicada pelo sistema SIMEC.

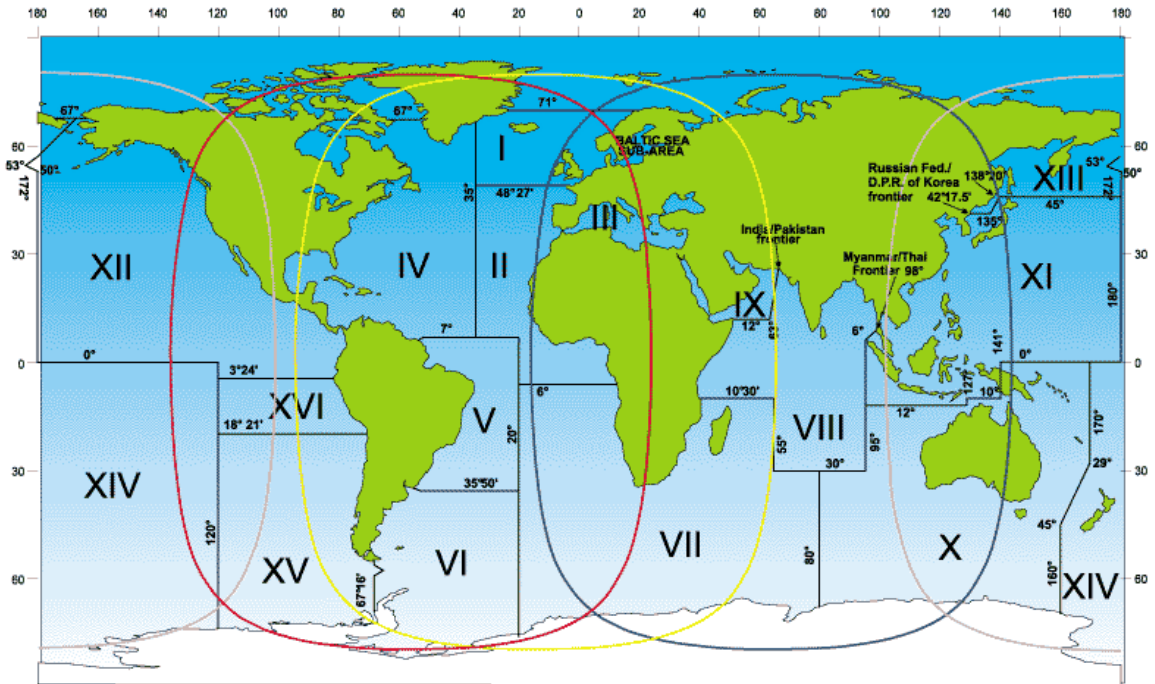
Referências bibliográficas

- [1] Dustan, C. Glen. GMDSS – A way ahead. Presentation on “Annual Assembly Meeting and Conference” of “Radio Technical Commission for Maritime Services”, May, 2010, USA. Available from: <<http://www.gmdss.com.au/ds.html>>.
- [2] Dustan, C. Glen. The GMDSS – where to now? Available from: < <http://www.gmdss.com.au/ds.html> >.
- [3] IMO – International Maritime Organization. GMDSS Manual. 2009 Edition. CPI Books Limited. London (UK), 779 p. Il.
- [4] International Telecommunication Union [ITU]. Radio Regulations [1 to 4 vols.]. Edition of 2004. Switzerland, Geneva.
- [5] United Nations. International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS), 1974, as amended in 1988;
- [6] Waugh, Ian. The mariner’s guide to marine communications. Sec. Edition, 2007. The Nautical Institute. London (UK), 297 p. Il.
- [7] Lees, Graham D. and Williamson, William G. Handbook for marine radio communication. Third Edition, 1999. LLP Reference Publishing, London (UK), 396 p. Il.
- [8] G. D. Lees, Handbook for marine radio communication. 2nd edn. London, Lloyd’s of London Press, 1996.
- [9] Digital Ship March2008 Issue, pages. 12-16. Available from: <<http://www.thedigitalship.com/DSmagazine/DigitalShipMar08.pdf>.”GMDSS - the next step”.
- [10] Haykin, Simon. Sistemas de Comunicação: analógicos e digitais. Trad. José Carlos B. dos Santos. 4^a Edição. Porto Alegre. Bookman, 2004.
- [11] Barros, Geraldo Luiz Miranda de. Radiotelefonia Marítima. Edições Marítimas. 2^a Ed. 1991.
- [12] IMO - International Maritime Organization General operator’s certificate for the Global Maritime Distress and Safety System. Model Course 1.25. Ed. 2004. CPI Books Limited. London (UK).

- [13] HSU, Hwei P. Analog and digital communications. 2a Ed. 2003. McGraw Hill. New York.
- [14] De Castro, F. C. C. Comunicações digitais. PUCRS. 1992. Porto Alegre.
- [15] ENGLAND. Radio Society of Great Britain. Radio communications handbook. 8ª Ed. 2005.
- [16] Seybold, John S. Introduction to RF propagation. Ed. John Wiley & Sons, Inc. 2005. New Jersey.

ANEXO A
Áreas Marítimas Mundiais de Coordenação de Busca e Resgate
Áreas de Cobertura dos Satélites INMARSAT

[GMDSS Manual, 2007 Edition, IMO]



ANEXO B

Principais Frequências Empregadas no SMM

[Rec. ITU-R M.541-9-Anexo 5]

1. Frequências usadas para propósitos de socorro, urgência e segurança:

	DSC	FONIA	TELEX
MF	2.187,5 kHz	2.182 kHz	2.174,5 kHz
HF	4.207,5 kHz	4.125 kHz	4.177,5 kHz
	6.312,0 kHz	6.215 kHz	6.268,0 kHz
	8.414,5 kHz	8.291 kHz	8.376,5 kHz
	12.577,0 kHz	12.290 kHz	12.520,0 kHz
	16.804,5 kHz	16.420 kHz	16.695,0 kHz
VHF	156.525,0 MHz ¹	Canal 16	Não Aplic

⁽¹⁾ também usada para os outros tipos de chamadas

2. Frequências usadas para propósitos gerais (não de socorro, urgência e segurança), em DSC:

2.1 Estações de navio (2):

458,5 kHz
2.177 (3) – 2.189,5 kHz (3 – apenas para chamadas entre navios)
4.208 – 4.208,5 – 4.209 kHz
6.312,5 – 6.313 – 6.313,5 kHz
8.415 – 8.415,5 – 8.416 kHz
12.577,5 – 12.578 – 12.578,5 kHz
16.805 – 16.805,5 – 16.806 kHz
18.898,5 – 18.899 – 18.899,5 kHz
22.374,5 – 22.375 – 22.375,5 kHz
25.208,5 – 25.209 – 25.209,5 kHz
156.525 MHz

2.2 Estações costeiras (2):

455,5 kHz
2.177 kHz
4.219,5 – 4.220 – 4.220,5 kHz
6.331 -6.331,5 – 6.332 kHz
8.436,5 – 8.437 – 8.437,5 kHz
12.657 – 12.657,5 – 12.658 kHz
16.903 – 16.903,5 – 16.904 kHz
19.703,5 – 19.704 – 19.704,5 kHz
22.444 – 22.444,5 – 22.445 kHz
26.121 – 26.121,5 – 26.122 kHz
156.525 MHz

(2) As seguintes frequências emparelhadas (kHz) (para estações de navio/costeira) são as primeiras escolhas de frequências internacionais para DSC (Regulamentos Rádio, Apêndice 17, Parte A, notas de rodapé j) e l): 4.208/4.219,5; 6.312,5/6.331; 8.415/8.436,5; 12.577,5/12.657; 16.805/16.903; 18.898,5/19.703,5; 22.374,5/22.444 e 25.208,5/26.121.

3. Adicionalmente às frequências listadas no parágrafo 2 (acima), frequências de trabalho apropriadas nas seguintes bandas podem ser usadas para DSC (Regulamentos Rádio, Capítulo II, Artigo 5):

MF – 415 a 526.5 kHz (Regiões marítimas 1 e 3); 415 a 525 kHz (na Região 2)
MF/HF – 1.606,5 a 3.400 kHz (Regiões 1 e 3); 1.605,5 a 3.400 kHz (Região 2 – ver RR 5.89)
HF – 4.000 a 27.500 kHz
VHF – 156 a 174 MHz.

ANEXO C

Organização de Caracteres e números no sistema DSC

[Rec. ITU-R M.493-11]

Tabela 1
Caracteres e código de detecção de erro de 10 bits

Símbolo No.	Sinal emitido & posição de bit	Símbolo No.	Sinal emitido & posição de bit	Símbolo No.	Sinal emitido & posição de bit
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
00	000000111	43	1101010011	86	0110101011
01	100000110	44	0011010100	87	1110101010
02	010000110	45	1011010011	88	0001101100
03	110000101	46	0111010011	89	1001101011
04	001000110	47	1111010010	90	0101101011
05	101000101	48	0000110101	91	1101101010
06	011000101	49	1000110100	92	0011101011
07	111000100	50	0100110100	93	1011101010
08	0001000110	51	1100110011	94	0111101010
09	1001000101	52	0010110100	95	1111101001
10	0101000101	53	1010110011	96	0000011101
11	1101000100	54	0110110011	97	1000011100
12	0011000101	55	1110110010	98	0100011100
13	1011000100	56	0001110100	99	1100011011
14	0111000100	57	1001110011	100	0010011100
15	1111000011	58	0101110011	101	1010011011
16	0000100110	59	1101110010	102	0110011011
17	1000100101	60	0011110011	103	1110011010
18	0100100101	61	1011110010	104	0001011100
19	1100100100	62	0111110010	105	1001011011
20	0010100101	63	1111110001	106	0101011011
21	1010100100	64	0000001110	107	1101011010
22	0110100100	65	1000001101	108	0011011011
23	1110100011	66	0100001101	109	1011011010
24	0001100101	67	1100001100	110	0111011010
25	1001100100	68	0010001101	111	1111011001
26	0101100100	69	1010001100	112	0000111100
27	1101100011	70	0110001100	113	1000111011
28	0011100100	71	1110001011	114	0100111011
29	1011100011	72	0001001101	115	1100111010
30	0111100011	73	1001001100	116	0010111011
31	1111100010	74	0101001100	117	1010111010
32	0000010110	75	1101001011	118	0110111010
33	1000010101	76	0011001100	119	1110111001
34	0100010101	77	1011001011	120	0001111011
35	1100010100	78	0111001011	121	1001111010
36	0010010101	79	1111001010	122	0101111010
37	1010010100	80	0000101101	123	1101111001
38	0110010100	81	1000101100	124	0011111010
39	1110010011	82	0100101100	125	1011111001
40	0001010101	83	1100101011	126	0111111001
41	1001010100	84	0010101100	127	1111111000
42	0101010100	85	1010101011		

NOTA - Ordem de transmissão de bit: bit 1 primeiro.

Bit mais significativo: de informação: bit 7; de checagem de erro: bit 8.

Tabela 2

Organização dos números decimais com caracteres de 10 bits

Dígitos para									
Unidades de bilhão	Centenas de milhão	Dezenas de milhão	Unidades de milhão	Centenas de milhar	Dezenas de milhar	Unidades de milhar	Centenas	Dezenas	Unidades
D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1
Caractere 5		Caractere 4		Caractere 3		Caractere 2		Caractere 1	

NOTAS 1 – O caractere 1 é o último a ser transmitido;

- 2 – a sequência de dígitos D2-D1 varia de 00 to 99, nos caracteres 1 a 5. O caractere que representa um particular número decimal de 2 dígitos é transmitido como o número de símbolo (veja a Tabela 1), que é idêntico àquele particular número de 2 dígitos decimais; e
- 3 – quando o número consiste de número ímpar de dígitos decimais, um zero deve ser adicionado à frente da posição mais significativa para se ter um número inteiro de caracteres de 10 bits.

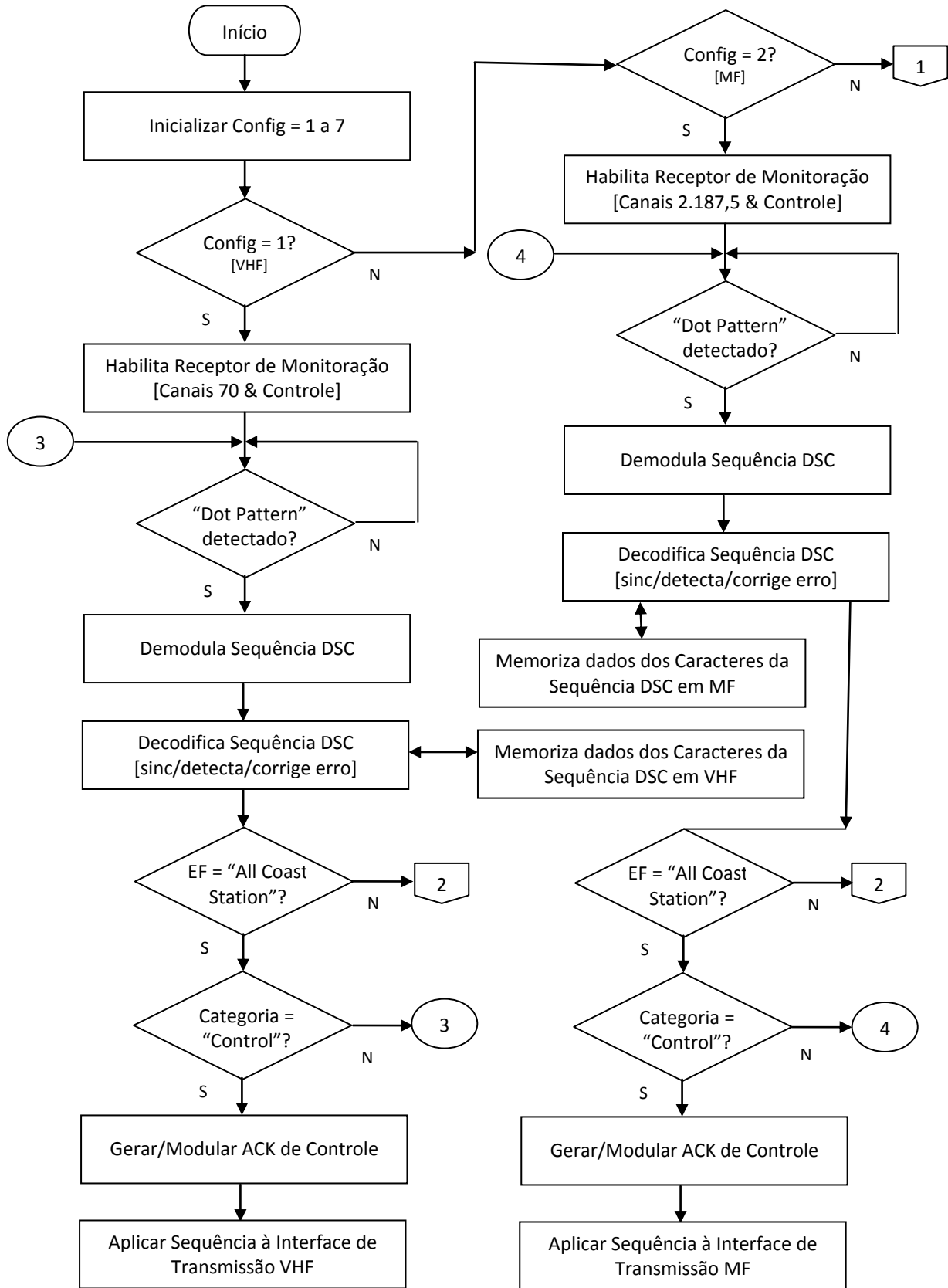
ANEXO D

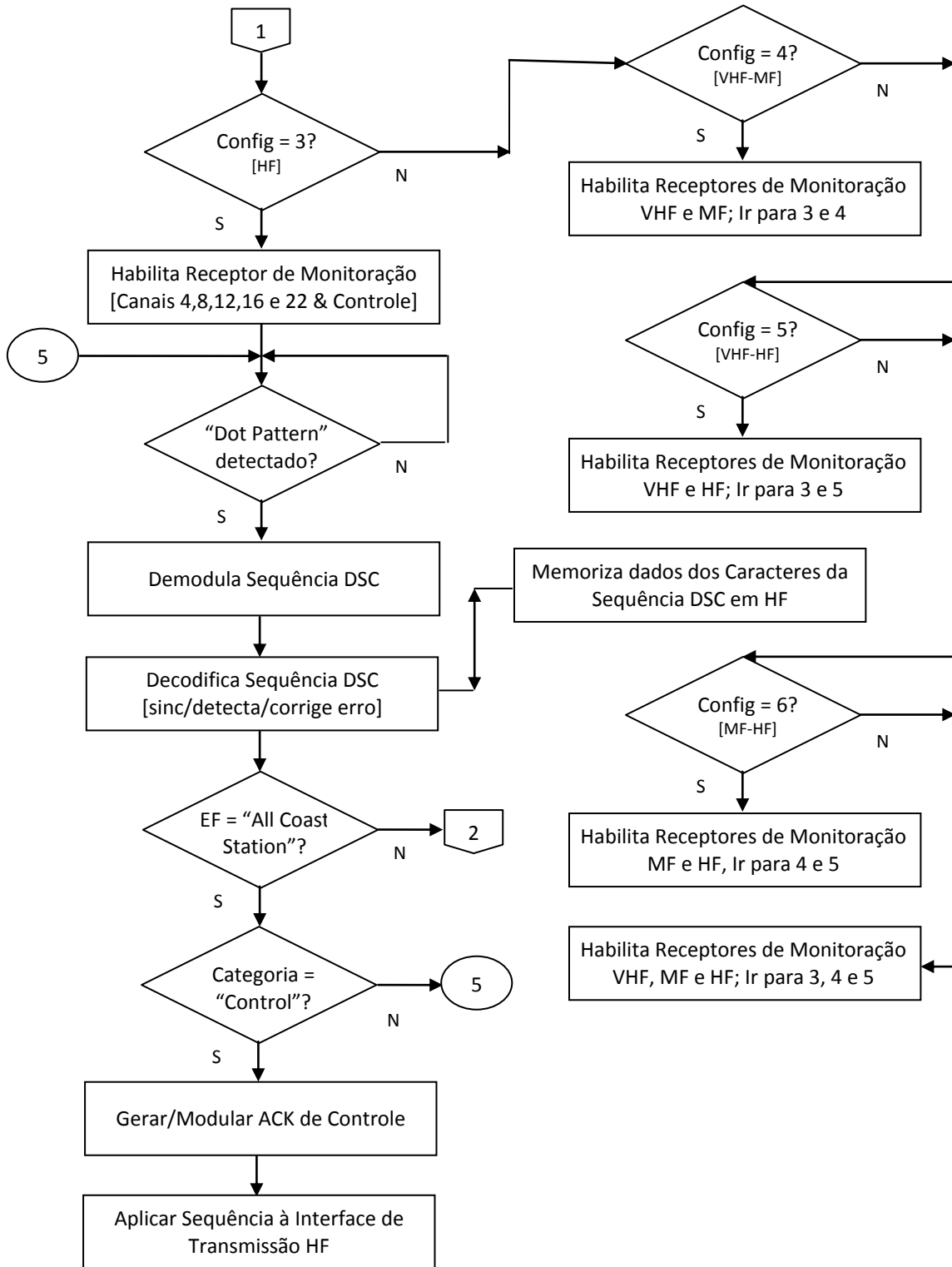
Uso dos Símbolos de comandos do sistema DSC

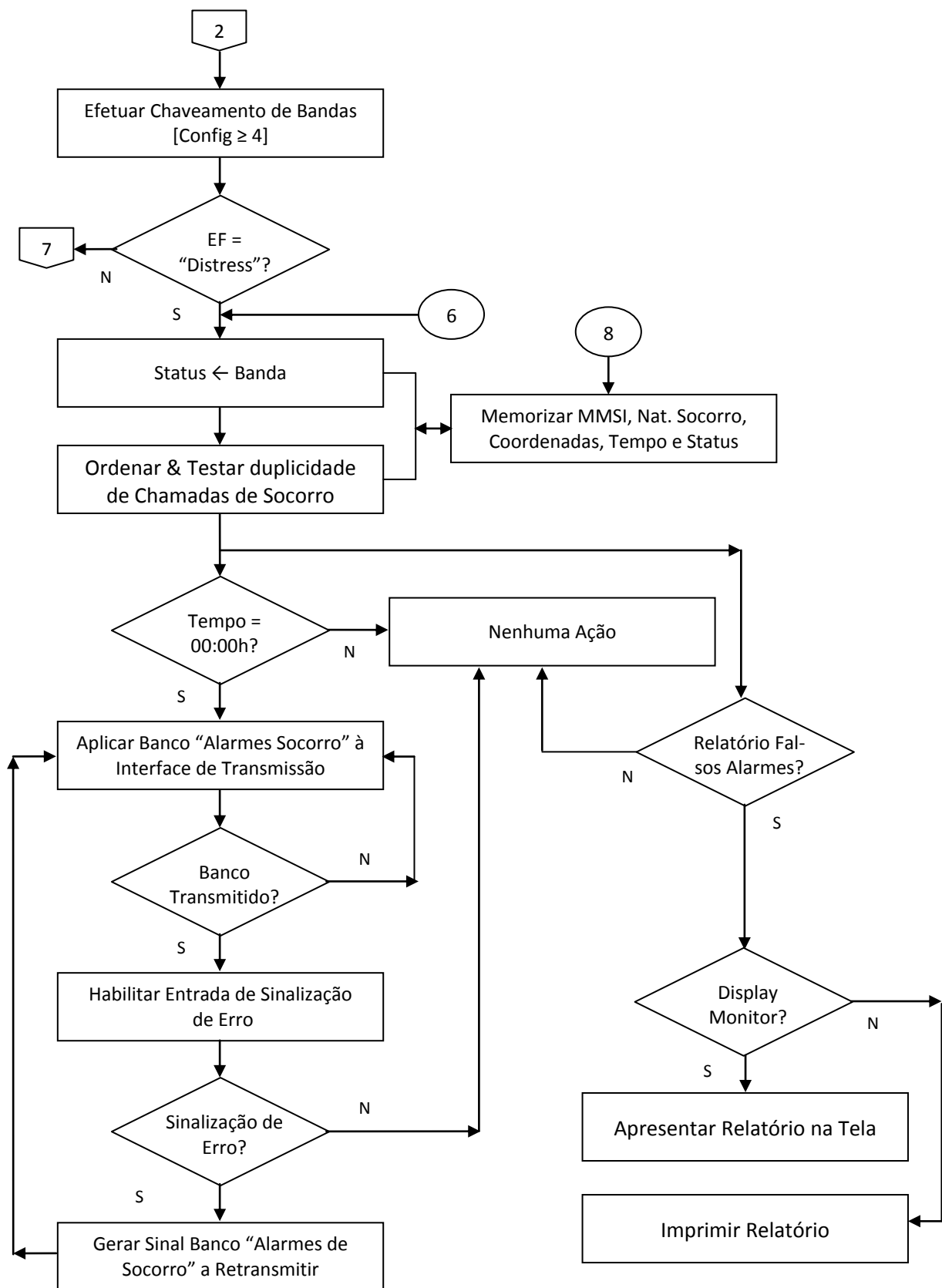
[Rec. ITU-R M.493-11]

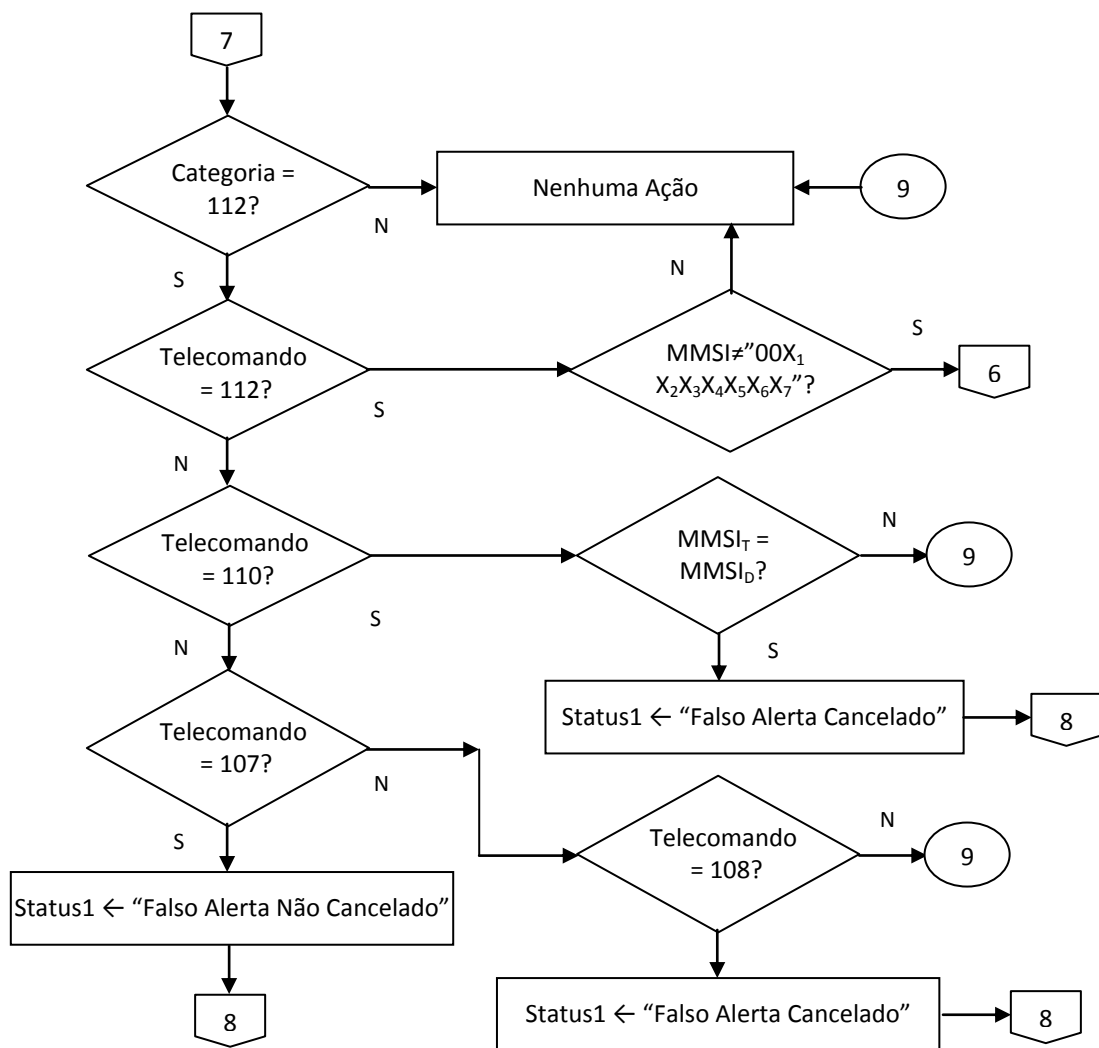
Símbolo No.	Sincronismo e funções únicas	Especificador de formato	Categoria	Natureza de socorro	Primeiro telecomando	Segundo telecomando
100			Rotina	Fogo, explosão	Emissão E3E/G3E TL-todos os modos	Nenhuma razão dada
101				Inundação	Emissão E3E/G3E TL duplex	Central congestionada
102		Área geográfica		Colisão		Ocupado
103				Encalhe	<i>Polling</i>	Indicação de fila
104	Posição RX-0 de Sincronismo			Perigo de Naufrágio	Incapaz de completar	Estação bloqueada
105	Posição RX-1 de Sincronismo			Afundamento	Fim de chamada	Operador indisponível
106	Posição RX-2 de Sincronismo			À deriva	Dados	Operador temp. indisponível
107	Posição RX-3 de Sincronismo			Indefinida		Equipamento desabilitado
108	Posição RX-4 de Sincronismo		Segurança	Abandono do navio		Inabilitado para uso no canal proposto
109	Posição RX-5 de Sincronismo			Pirataria / ataque armado	TL em J3E	Inabilitado para uso no modo proposto
110	Posição RX-6 de Sincronismo		Urgência	Tripulante cai no mar	Notifi. de recebim. de socorro	Conf. Res. 18
111	Posição RX-7 de Sincronismo					Transportes médicos
112		Socorro (<i>Distress</i>)	Socorro	Emissão de EPIRB	Retransmissão de socorro	Chamada de rede pública
113					TX FEC em F1B/J2B	Fax/dados
114		Grupo de estações				
115					TX ARQ em F1B/J2B	
116		Todas as estações				
117	Requer notific. de recebimento(EOS)					
118					Teste	
119						
120		Estação individual				
121		Relatórios especiais			Posição de navio	
122	Sem notificação de recebimento(EOS)					
123						
124						
125	Posição DX de Sincronismo					
126	*				Nenhuma informação	Nenhuma informação
127	EOS					

ANEXO E
Fluxograma do processamento do Sistema Integrado SIMEC/SICFAS
[Estação Costeira]









ANEXO F

Fluxograma de processamento do Sistema de Monitoração de Estações Costeiras (SIMEC) – Módulo de Navio

