

Escuela Politécnica Superior de Ingeniería
Sección Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval

TRABAJO DE FIN DE GRADO

***“Proyecto de Instalación de un
Sistema Detección Radar en un VTS”***

Grado en Ingeniería Radioelectrónica Naval

Autor: Rafael Ángel Jaén Cabrera

Tutor: José Ángel Rodríguez Hernández

Septiembre 2018

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

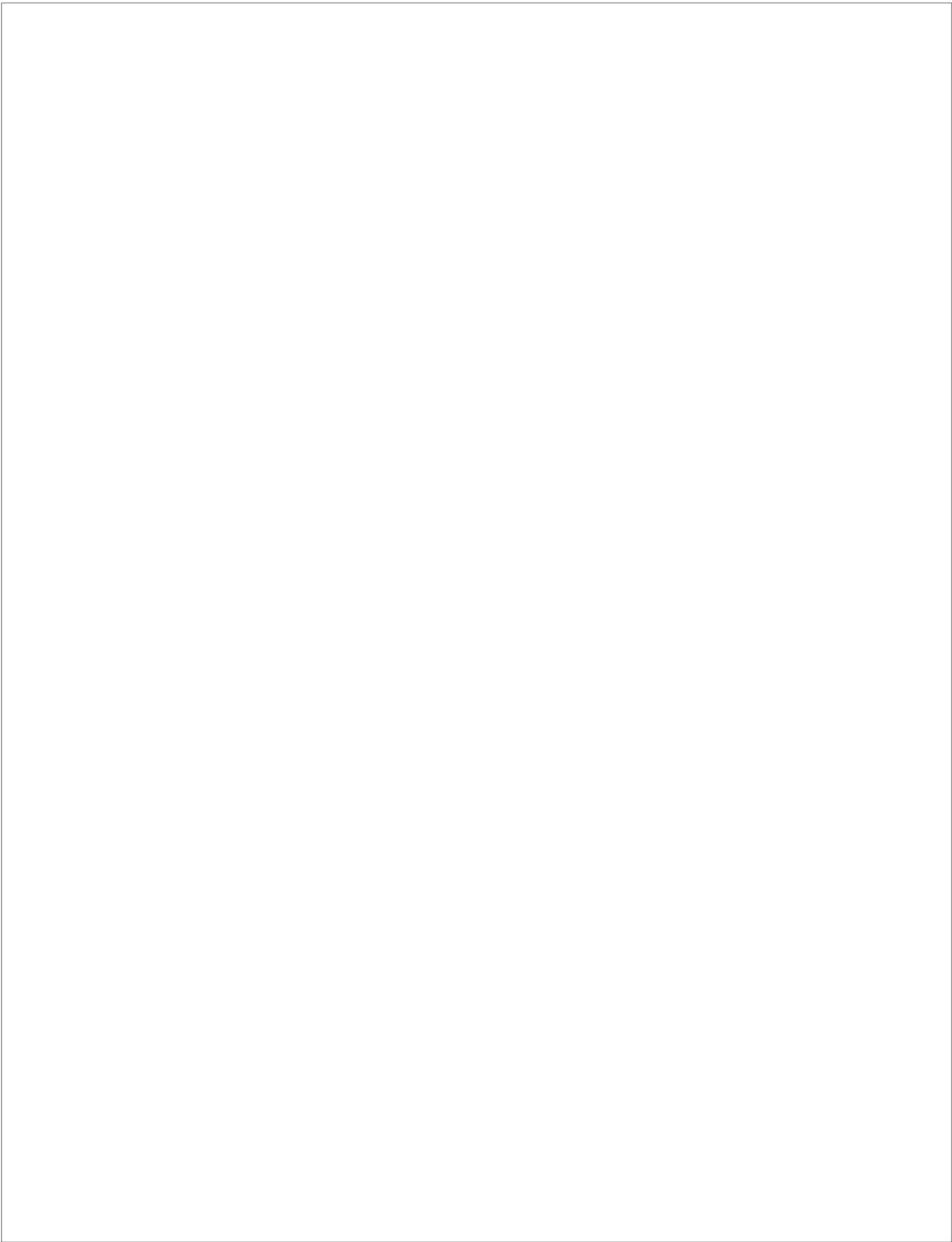
Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06



Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

***“Proyecto de Instalación de un Sistema Detección
Radar en un VTS”***

GRADO EN INGENIERIA RADIOELECTRONICA NAVAL



Rafael Ángel Jaén Cabrera

Septiembre 2018

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

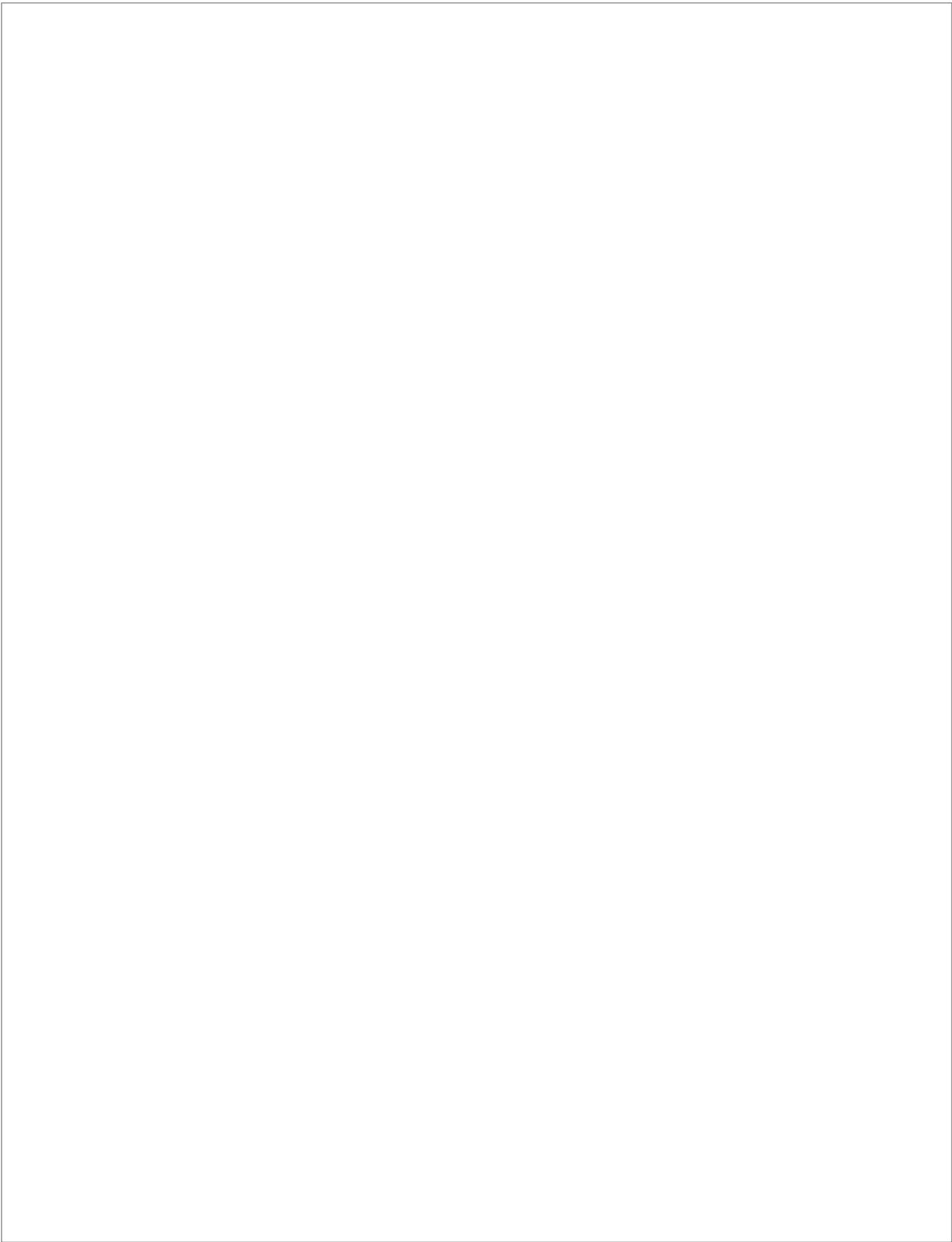
Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06



Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

José Ángel Rodríguez Hernández, profesor del Área de conocimiento de Ciencias y Técnicas de la Navegación, del Departamento de Ingeniería Agraria, Náutica, Civil y Marítima de la Universidad de La Laguna,

Certifica:

Que bajo mi dirección y supervisión, el alumno D. **Rafael Ángel Jaén Cabrera**, con DNI **43.658.579-W** ha realizado el presente Trabajo Fin de Grado titulado:

“Proyecto de Instalación de un Sistema Detección Radar en un VTS”

Todo lo cual hago constar a los efectos oportunos.

En Santa Cruz de Tenerife a de Septiembre de 2018

El Tutor

Fdo.: *José Ángel Rodríguez Hernández*

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06



Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

Agradecimientos

Me gustaría agradecer tanto el apoyo profesional como personal recibido por parte del Dr. Don José Ángel Rodríguez Hernández para que este Trabajo de Fin de Grado haya podido ser una realidad.

Quiero también dar las gracias a todos los docentes de la “Escuela de Náutica” por su importante aportación en mi formación académica y en la Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima, donde he tenido la oportunidad de seguir formándome y trabajando en lo que es hoy mi vocación, la electrónica naval.

No me olvido de mi familia por la paciencia y apoyo mantenido durante las horas de trabajo dedicadas en la culminación de este trabajo.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

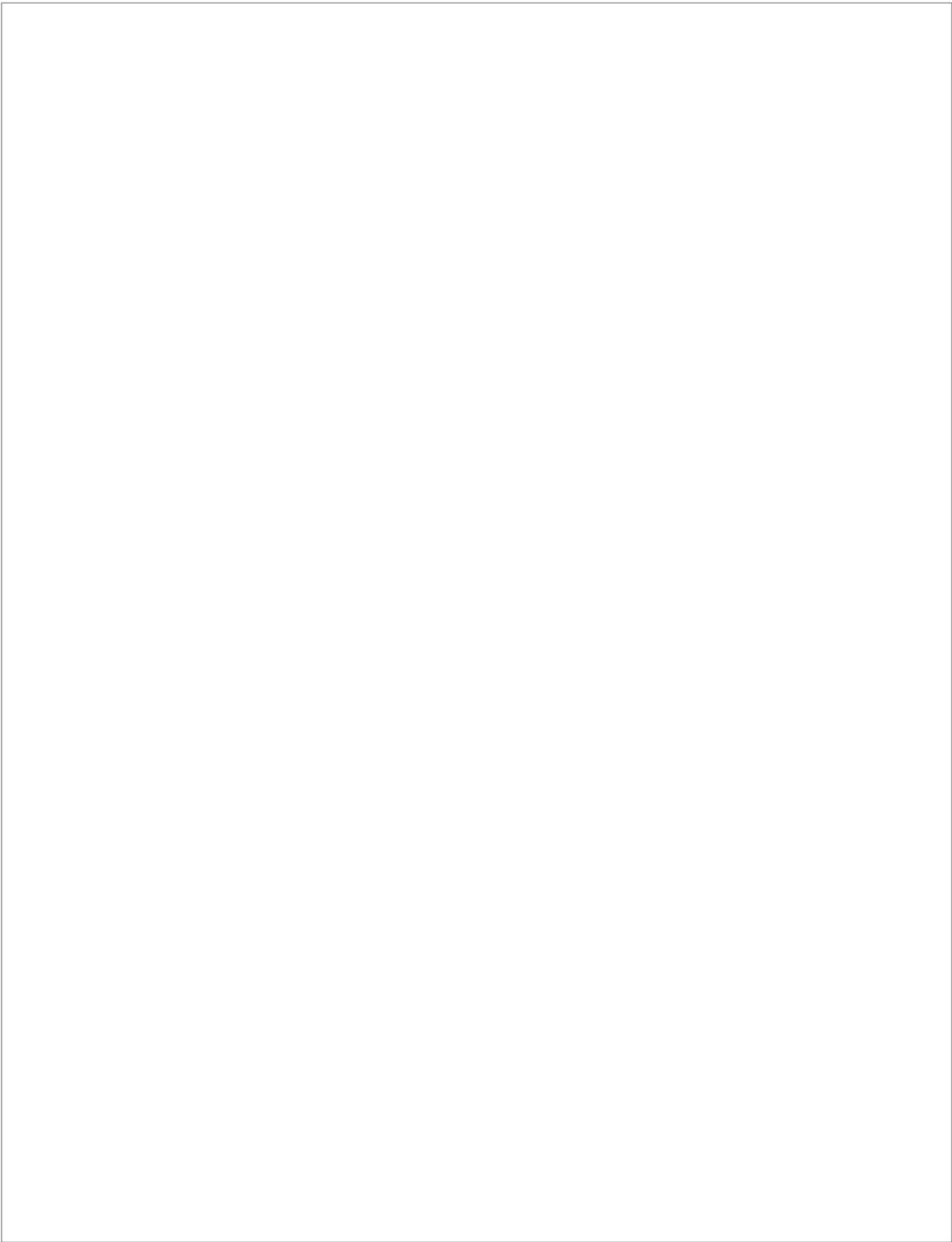
Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06



Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

Resumen

Este proyecto se presenta como finalización de los estudios de Grado en Ingeniería en Radioelectrónica Naval, en la *Escuela Politécnica de Ingeniería – Sección de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval*, de La Universidad de La Laguna, con el tema de “**Proyecto Instalación Sistema Detección Radar en un VTS**”.

Debido a mi desarrollo y experiencia profesional como Jefe de Mantenimiento del equipamiento electrónico en un centro de VTS en la Entidad Pública Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima, se procederá, en este proyecto, a la descripción de las funciones de un Centro de Control de Tráfico Marítimo, así como de los requisitos técnicos y de instalación que debe cumplir la implantación de un sistema de sensor radar y de un sistema de presentación de información y gestión de tráfico de buques.

Un Sistema de Tráfico Marítimo (VTS) tiene como función principal mejorar la seguridad marítima y de la navegación, garantizar la seguridad de la vida humana en el mar y la protección del medio marino.

En este trabajo se describen y resumen las directrices y recomendaciones de la Organización Marítima Internacional (OMI) y de la Asociación Internacional de Ayudas a la Navegación Marítima y Autoridades de Faros (IALA) para la implantación

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

por la Autoridad Marítima competente de los estados de un Centro VTS, y en especial de las exigencias técnicas de la Dirección General de la Marina Mercante para el suministro en estado operativo de un sistema de detección radar y de un sistema de control y presentación radar para el seguimiento y la vigilancia de la seguridad marítima, así como la descripción de la ingeniería del equipamiento electrónico del sistema de radioayuda del proyecto.

x

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

Abstract.

This project is presented as the completion of the degree studies in Naval Radioelectronics Engineering, in the Polytechnic School of Engineering - Nautical, Machines and Naval Radioelectronics Section, University of La Laguna, known as "VTS Radar System Installation Project".

According to my professional experience as Maintenance Manager of VTS electronic equipment at *Spanish Maritime Rescue and Safety Agency*, we will proceed to describe the functions of a Vessel Traffic System, as well as the technical and installation requirements necessary for the implementation of a sensor radar system and a vessel traffic manager information system.

The principal aim of a Vessel Traffic System (VTS) is to improve the navigation and the maritime safety to ensure and safeguard the human life at sea and help prevent all kinds of pollution in the marine environment.

This degree final project summarizes the guidelines and recommendations of the International Maritime Organization (IMO) and the International Association of Aids to Maritime Navigation and Lighthouse Authorities (IALA) with the aim of implementing a VTS Center by the competent Maritime Authority in different countries, and especially the technical requirements of the General Directorate of

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

Merchant Marine (Spain) for the supply in operational status of a radar detection system and of a vessel traffic manager information system, as well as the equipment installation engineering.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

Índice

	<i>Pág.</i>
Introducción	1
Objetivos	1
 Capítulo 1. Evolución histórica	 5
 Capítulo 2. Descripción de un VTS	 13
2.1 Introducción	15
2.2 Funciones de un VTS	19
2.3 Equipamiento radioelectrónico de un VTS	25
2.3.1 Radiocomunicaciones	26
2.3.2 Sistema Sensores de Identificación Automática (AIS)	27
2.3.3 Sistema sensores radar	28
2.3.4 Sistema sensores radiogoniometría	30
2.3.5 Cámaras de Circuito Cerrado CCTV	31
2.3.6 Estación de meteorología	32
2.3.7 Sistema de presentación de datos VTS	32
2.4 Condiciones operacionales, disponibilidad y fiabilidad de un VTS	34
 Capítulo 3. Requisitos técnicos de un sistema radar VTS	 37
3.1 Autoridad Marítima	39
3.2 Sensor radar	40
3.3 Sistema de presentación, gestión y supervisión radar	45
 Capítulo 4. Sensor Radar VTS	 53
4.1 Sensor radar marca TERMA	55
4.2 Configuración modular en Diversidad de Frecuencia (FD)	60
4.3 Diagrama distribución de señales. Índice y tablas de cables	76
4.4 Integración con el sistema de presentación radar	84

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

Capítulo 5. Sistema de presentación radar de VTS	87
5.1 Arquitectura general VTS Kongsberg Norcontrol IT	89
5.2 Extractor radar VET5070	96
5.3 Servidor WIS5060	99
5.4 Servidor VLR5070	105
5.5 Estaciones de trabajo VOC5060	106
Conclusiones	109
conclusions	110
Bibliografía	111

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

Introducción

Desde la progresiva implantación por los estados de los Servicios de Tráfico Marítimo a los largo de los últimos años, tanto para el control del tráfico marítimo (STM) de una determinada área marítima como en el control del tráfico marítimo portuario, se ha demostrado la eficacia de los STM como herramienta para garantizar la seguridad de la vida en el mar, la seguridad de la navegación marítima y la protección del medio ambiente marino.

Este proyecto describe las principales funciones de un Sistema de Tráfico Marítimo, las recomendaciones operacionales y técnicas de los organismos internacionales IALA y OMI para su implementación por los distintos países ribereños, los requisitos técnicos exigidos por la autoridad marítima competente, mediante los correspondientes pliegos de prescripciones técnicas, para el suministro operativo del equipamiento radioelectrónico de un centro VTS en España y la ingeniería radar detallada para su integración funcional.

Objetivos.

El principal objetivo de este Trabajo de Fin de Grado es el estudio de la instalación del equipamiento radar necesario en un Centro de Control de Tráfico Marítimo.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

Primeramente se hace un resumen descriptivo de los cumplimientos técnicos del equipamiento objeto del proyecto, para después detallar el modelo elegido de sensor radar y de presentación y gestión radar de la industria electrónica marítima.

Seguidamente, se explican las funcionalidades y la electrónica del equipo radar del fabricante TERMA, y de la ingeniería de instalación del mismo. Se especifican los módulos que constituyen la arquitectura general del equipo y se muestran los diferentes esquemas de bloques y diagramas de cableados.

Por último, se describe el sistema de presentación radar VTMISS060 de Norcontrol IT, se explican cada uno de los elementos hardware y software que constituyen su integración.

Para la realización de este proyecto se ha utilizado la siguiente metodología:

- **Documentación Bibliográfica.**

Utilización de diferentes manuales de organizaciones marítimas internacionales y de los diferentes fabricantes de sistemas de radar para VTS, además de documentación bibliográfica encontrada en Internet.

- **Trabajo de campo.**

Comprende mi período laboral en la electrónica naval en la Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima, aportando experiencia como responsable del seguimiento de los planes de suministro en estado operativo del nuevo equipamiento y como responsable de la ejecución de la planificación en mantenimiento preventivo y correctivo de todo el equipamiento electrónico del VTS.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

- **Marco referencial.**

El marco referencial del proyecto es el Centro Regional de Coordinación de Salvamento de la Entidad Pública Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima adscrita a la Dirección General de la Marina Mercante y perteneciente al Ministerio de Fomento.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

Capítulo 1

Evolución histórica

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

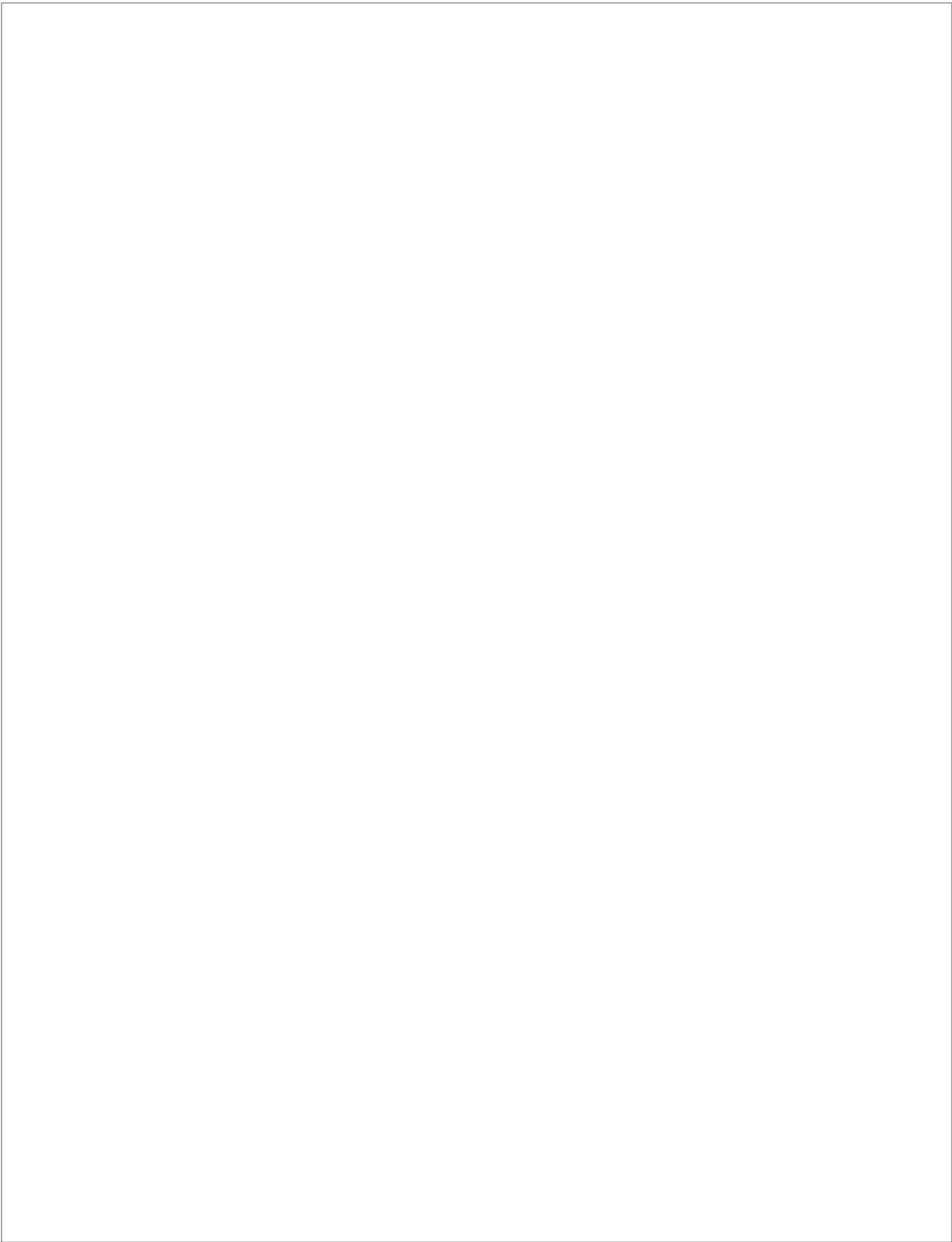
Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06



Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

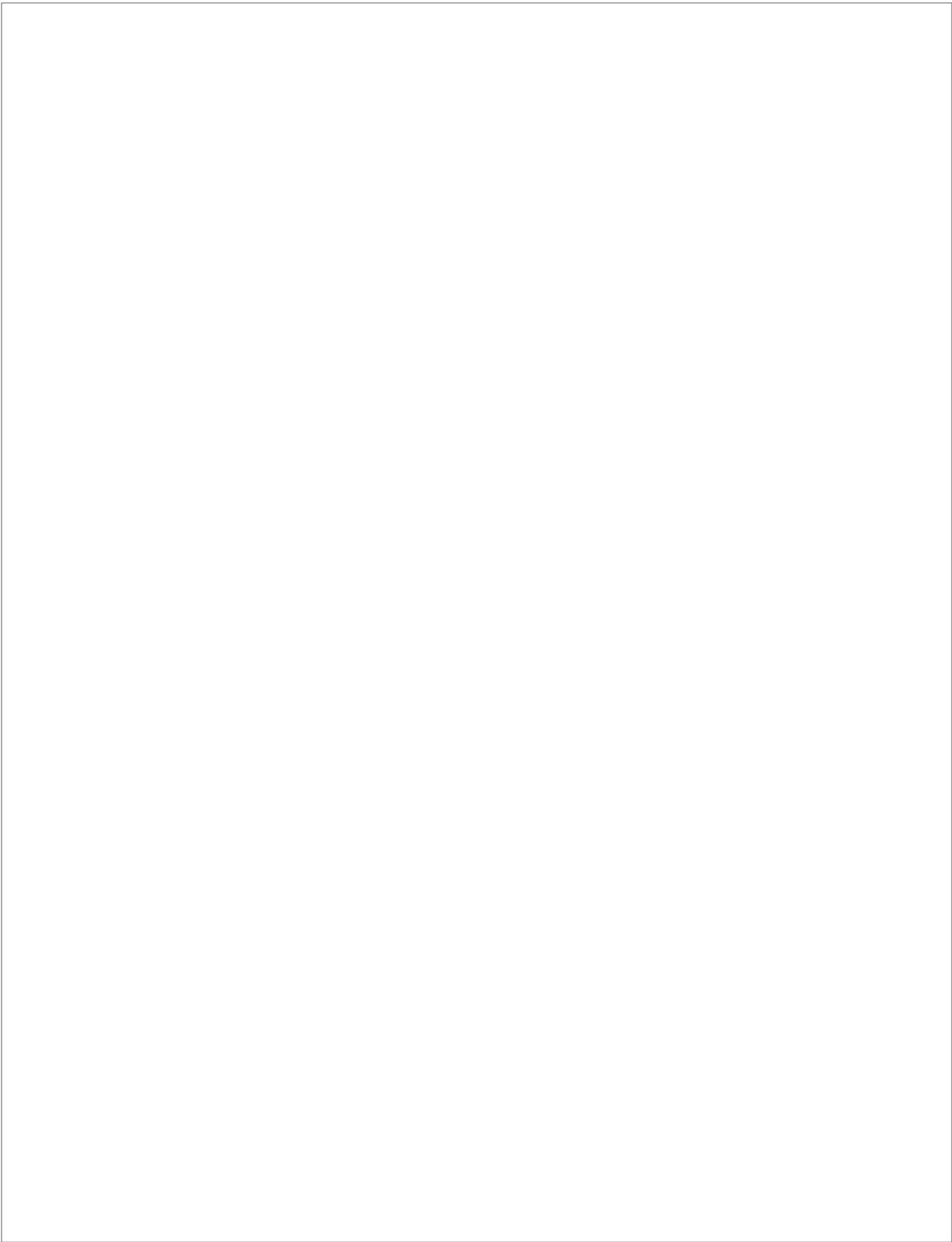
Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06



Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06



Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

En el verano de 1946 el Almirantazgo del Reino Unido, en colaboración con el puerto de Mercey (Liverpool), llevaron a cabo los primeros experimentos para la instalación de unos equipos de detección de radar y radiocomunicaciones en tierra para el control del tráfico marítimo en sus aguas. El resultado demostró la utilidad potencial de un sistema radar con base en tierra para este cometido. Similares instalaciones se realizaron en Southampton (UK) en 1951, y también posteriormente en Halifax (Canadá), Le Havre (Francia) y Long Beach (USA).

La considerada primera estación radar localizada en tierra de carácter no militar y con el objetivo de una prestación de servicio de vigilancia e intercambio de información entre los buques y tierra para la mejora de la seguridad marítima fue instalada en la isla de Man (UK) en 1947 e inaugurada el 27 de febrero de 1948. Seis meses después en el muelle de Gladstone del puerto de Liverpool se puso en servicio una nueva estación radar, considerada como el primer “Port Control” del mundo. La utilización de radiocomunicaciones en la banda de VHF junto con el sistema de detección radar en estas primeras estaciones de tierra supuso un paso importante para el intercambio de información en tiempo real entre los buques y la costa, lográndose una vigilancia del tráfico marítimo más allá de la vista del ser humano e incluso con condiciones meteorológicas adversas.

La primera regulación de los servicios de control de tráfico marítimo llegaron en 1968 bajo el paraguas de la OMI (Organización Marítima Internacional) mediante

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

la Resolución A.158 (ES.IV) "Recommendation On Port Advisory Services" (Recomendación para el asesoramiento de servicios portuarios), y años más tarde en 1985 mediante la nueva Resolución A.587 (14) Guidelines for Vessel Traffic Services (Directrices para el Servicio de Tráfico de Buques). [1]



Figura 1. Primer VTS del mundo - "Liverpool looks ahead" 1948. [2]

Una década más tarde, el 27 de noviembre de 1997 la OMI establece y fija los servicios de un Sistema de Tráfico Marítimo (STM) marcando las responsabilidades del mismo y fijando también las directrices a los estados que asumen este tipo de servicio de seguridad marítima, regulando la implementación de los STM y la formación y certificación de los operadores que conformarán este sistema, mediante la resolución A.857 (20) "GUIDELINES FOR VESSEL TRAFFIC SERVICES" "Directrices para los servicios de tráfico marítimo" y sus correspondientes anexos 1 y 2 asociados.

El Consejo del IALA (International Association of Lighthouse Authorities) como asociación técnica internacional nacida oficialmente el 1 de julio de 1957 y cuyo

8

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

objetivo principal es la armonización de los avances tecnológicos en el ámbito marítimo para su aplicación en la seguridad marítima, adopta en diciembre de 1998 la recomendación V-103 "STANDARDS FOR TRAINING AND CERTIFICATION OF VTS PERSONNEL" sobre "NORMAS PARA LA FORMACION Y CERTIFICACION DE PERSONAL DE VTS.

Al no ser gubernamental, el único medio de que dispone la Asociación (IALA) para que sus recomendaciones sean aplicadas, es que sean apoyadas por los gobiernos nacionales y por organizaciones intergubernamentales como la Organización Marítima Internacional (OMI), la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), el Comité Consultivo Internacional de Radiocomunicaciones (CCIR) o la Organización Hidrográfica Internacional (OHI). Mediante esta "norma" se "recomienda" a todos los estados que realicen o tengan la intención de realizar la prestación de servicios de seguimiento o control de tráfico marítimo utilicen las normas indicadas en el Anexo y que los operadores de estos STM lleven a cabo la formación mediante los cursos de capacitación establecidos.

La Recomendación V-103 fue presentada a la OMI y en el mes de mayo de 2000 el Comité de Seguridad Marítima de dicha organización dicta la Circular 952 invitando a los estados miembros de la OMI a seguir las recomendaciones del IALA en materia de STM. La recomendación V-103 supuso estandarizar los requisitos que debe de tener un Servicio de STM y la cualificación de los operadores del mismo

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

para la obtención de su certificación. Con las enmiendas en el año 2002 al Capítulo V del SOLAS (International Convention for the Safety of Life at Sea) de la OMI entran en vigor las recomendaciones V-103 del IALA emitiendo el Comité de Seguridad Marítima la circular 1065 "IALA STANDARDS FOR TRAINING AND CERTIFICATION OF VESSEL TRAFFIC SERVICE (VTS) PERSONNEL" Normas para la formación y certificación del personal del servicio de tráfico de buques", recomendando a sus estados miembros y a las autoridades marítimas de los mismos a implantar los requerimientos del IALA en cuanto a la capacitación, formación y cualificación de los operadores de un VTS (Vessel Traffic Service). [1]

Actualmente, de acuerdo con la redacción del capítulo V del Convenio SOLAS, en la Regla 13 aparece una referencia explícita a las recomendaciones de la IALA que las hacen "cuasi-obligatorias". [3]

A la recomendación V-103, le han seguido otras recomendaciones y directrices, tanto de requisitos operativos y técnicos de los STM como de formación y cualificación de los operadores de los mismos;

- Recomendación V-119 sobre la implementación de servicios de tráfico marítimo.
- Recomendación V-120 sobre los servicios de tráfico marítimo en aguas continentales.
- Recomendación V-125 sobre la Integración y Visualización de AIS y otra información en un Centro de VTS.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

- Recomendación V-127 sobre los procedimientos operativos para los servicios de tráfico marítimo.
- Recomendación V-128 sobre los Requisitos Operativos y Técnicos de Desempeño para Equipo de VTS.
- Recomendación A-123 sobre la provisión de AIS en tierra.
- Recomendación A-124 sobre la Estación Costera AIS y Aspectos de Redes relacionados con el Servicio AIS.
- Recomendación A-126 sobre el uso del AIS en las ayudas marítimas a la navegación;
- La directriz 1014 sobre la acreditación de la formación en VTS.
- La directriz 1017 sobre la evaluación de los requisitos de formación para el personal de VTS existente, los operadores candidatos y la revalidación de los certificados de operador de VTS.
- Directriz 1026 sobre AIS como Herramienta de VTS.
- Directriz 1027 sobre el diseño y la implementación de simulación en la formación en VTS.
- Directriz 1032 sobre los Aspectos de la Capacitación al Personal de VTS Relevantes para la Introducción del AIS.
- Directriz 1045 sobre la Dotación de Personal en los centros de VTS.
- Directriz 1055 sobre la Preparación para una Auditoría Voluntaria de la OMI en la prestación de servicios de VTS.
- La directriz 1056 sobre el establecimiento de servicios de radar VTS.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

- Recomendación 1111 - requisitos de rendimiento técnico y operacional para los sistemas VTS. [4]

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

Capítulo 2

Descripción de un VTS

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

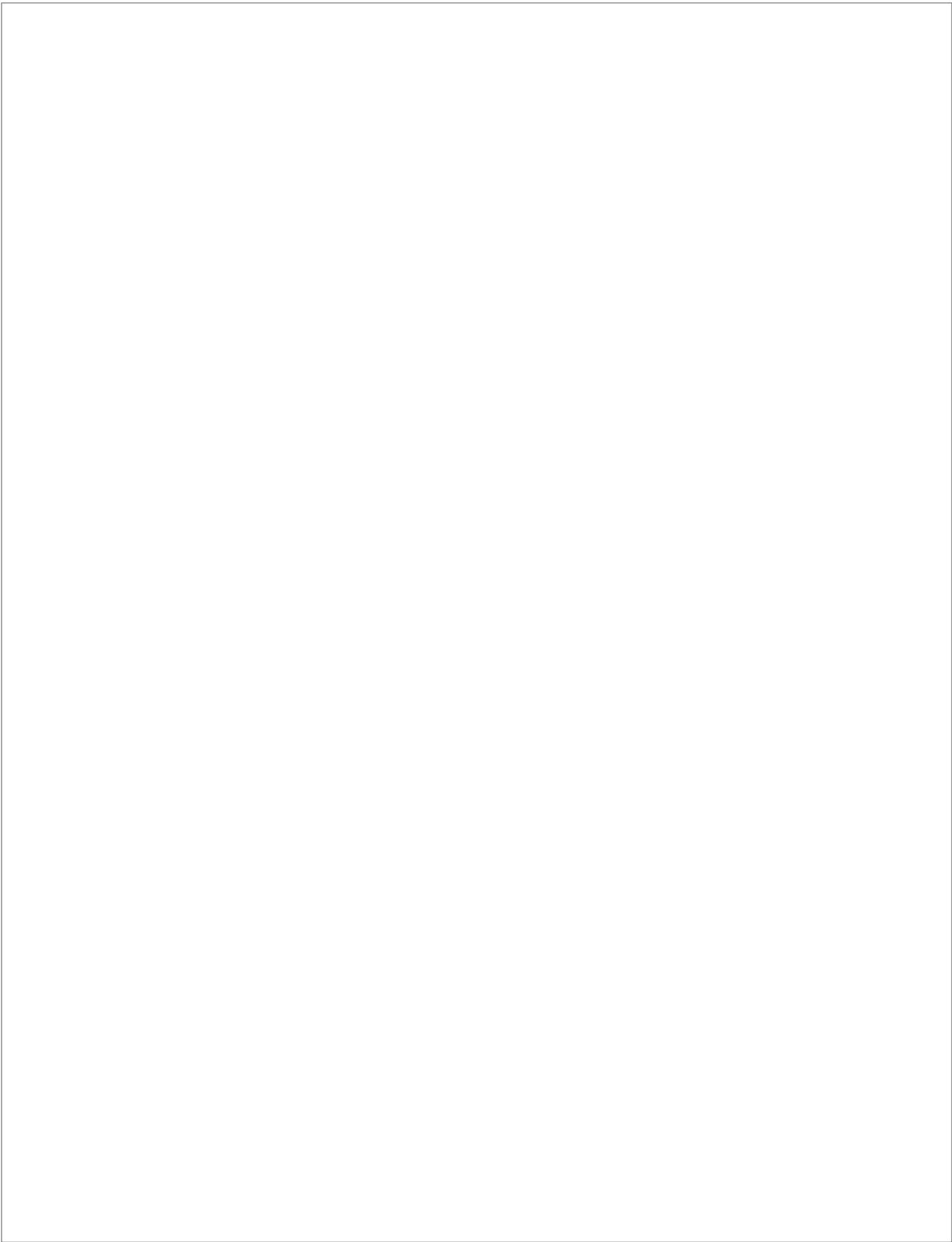
Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06



Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

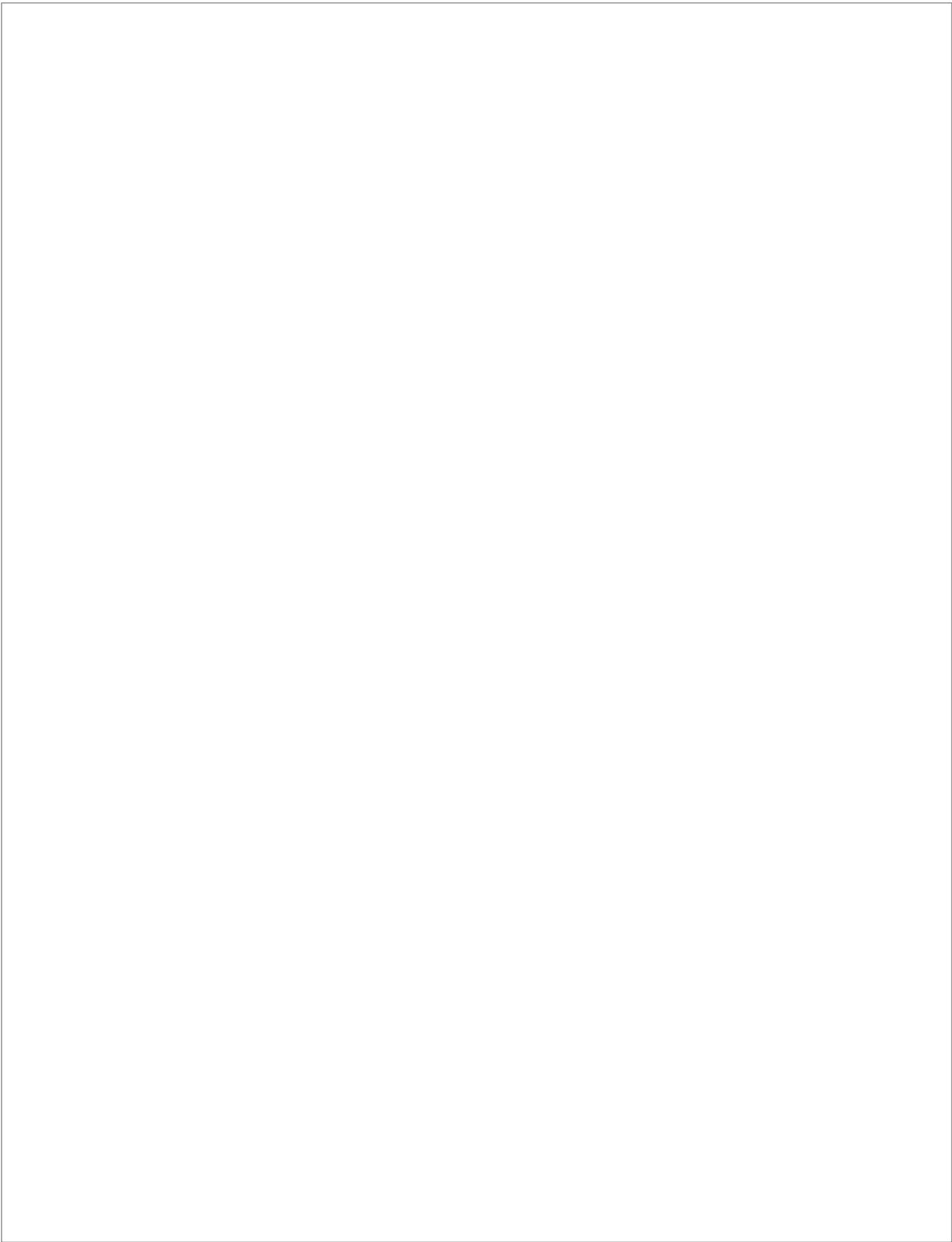
Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06



Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06



Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

2.1 Introducción

Los servicios de control del tráfico de buques (VTS – Vessel Traffic System) constituyen una eficaz herramienta para garantizar la seguridad de la vida en el mar, la seguridad de la navegación marítima y la protección del medio ambiente marino (SOLAS capítulo V-12).

Podemos resumir de una manera práctica que los principales objetivos de un VTS son los siguientes:

- Ayudar al marino en el uso seguro de las vías navegables;
- Permitir el libre acceso para realizar la actividad marítima comercial y de ocio; y
- Contribuir a mantener la mar y su entorno costero adyacente libre de contaminación marina.

La experiencia ha demostrado, de manera general, que estos objetivos están sometidos a un mayor potencial de riesgo en las aguas costeras, especialmente en las áreas con mayor densidad de tráfico marítimo como son las zonas portuarias, las zonas de navegación fluviales y estuarios, y las zonas con restringida maniobrabilidad por su limitada área navegable. Igualmente se consideran zonas de riesgo las áreas con condiciones meteorológicas habitualmente adversas, con determinadas condiciones hidrográficas, con un tráfico habitual de mercancías o cargas peligrosas, en zonas de tránsito de buques compartidas con otras actividades

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

marinas (de recreo, de explotación minera o energéticas . . .) o cualquier otra área o zona que por sus determinadas características sean compleja para la navegación.

Por tanto, los beneficios añadidos por disponer de un sistema de VTS pueden ser de gran utilidad, y los costes derivados de la implementación y explotación del mismo son rápidamente amortizados por la importante mejora que supone para la seguridad marítima.

La Resolución A.857 (20) de la OMI establece una distinción clara entre un VTS portuario (Harbor VTS) y un VTS costero (Coastal VTS). Un VTS portuario presta servicio principalmente en el control del tráfico de buques hacia y desde un puerto o puertos, mientras que un VTS costero presta principalmente servicio de asistencia al tránsito de buques en una determinada zona o área. Igualmente un VTS también puede ser una combinación de ambos tipos. Si tomamos como ejemplo Santa Cruz de Tenerife, disponemos de dos STM; Tenerife Port Control (Harbor VTS) responsabilidad de Puertos de Tenerife, y el Centro Coordinador de Salvamento de Tenerife y Tenerife Tráfico (Coastal VTS) con control de la navegación en el Dispositivo de Separación de Tráfico del canal Anaga-Agaete, centro STM este último adscrito a la Dirección General de la Marina Mercante.

El tipo y nivel del servicio que presta un VTS puede diferir entre ambos; en un VTS portuario se presta, además de los servicios de asistencia a la navegación, un servicio de control y organización del tráfico marítimo portuario, mientras que en un

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

VTS costero generalmente sólo se presta un servicio de seguimiento, asistencia e información de seguridad marítima (como es el caso de los dos STM dispositivos de separación del Tráfico Marítimo en Canarias).

La OMI reconoce la importancia y el valor de los VTS como un medio necesario en la gestión de la seguridad marítima en áreas geográficas con un alto riesgo para la navegación y para la protección del medio ambiente marino. Debido a ello, los estados miembros de la OMI se comprometen, bajo sus directrices, a implantar el establecimiento de Sistemas de Tráfico Marítimo cuando consideren que el volumen de tráfico marítimo o el grado de riesgo justifique dichos servicios (SOLAS V – Reglamento 12). En la planificación e implementación de las estaciones VTS, los Gobiernos Contratantes también deberán, en mayor medida, seguir las resoluciones de la OMI sobre los STM (Resolución A.857 (20) de la OMI) y esforzarse por garantizar el cumplimiento de las disposiciones de VTS por parte de todos sus buques de bandera.

En definitiva, la misión principal de un VTS en el área de su responsabilidad es mejorar la seguridad marítima y de la navegación, garantizar la seguridad de la vida humana en el mar y la protección del medio marino. En España, la Dirección General de la Marina Mercante es, a través de la Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima, la designada como Autoridad Marítima competente para la implantación, organización y prestación de los Servicios de Tráfico Marítimo.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

2.2 Funciones de un VTS.

De acuerdo al Convenio SOLAS Capítulo V del Reglamento 12, junto con la Guía para los servicios de tránsito de buques [resolución de la OMI A857 (20)], adoptado por la Organización Marítima Internacional (OMI) el 27 de noviembre de 1997 “Directrices para Servicios de Tráfico Marítimo (VTS)” del 27 noviembre de 1997, un servicio de VTS es;

“Un Servicio ejecutado por una autoridad competente, destinado a mejorar la seguridad y la eficacia del tráfico marítimo y a proteger el medio ambiente. El Servicio debe tener la capacidad de interactuar con el tráfico y responder a situaciones de tráfico que se desarrollan en el área de VTS”.

Esta importante función puede realizarse según el tipo de servicio asignado al VTS por la autoridad competente. Podemos distinguir los siguientes servicios atribuibles:

- Servicio de información y asistencia a la navegación: servicio de apoyo que garantiza información de todo tipo como la situación del tráfico en la zona, posición, identificación y movimiento de los buques, diferentes condicionantes que pueden afectar a la seguridad de la navegación como meteorología, oceanografía, avisos de seguridad a los navegantes, buques con problemas, áreas restringidas a la navegación, zonas a evitar, y también información determinada a orientar y asesorar a los responsables del gobierno de los buques que les facilite la toma de decisiones para la práctica de la navegación segura, y normalmente este asesoramiento es solicitado por el buque.
- Servicio de organización y control de la navegación: servicio de gestión del tráfico marítimo mediante una planificación de los movimientos de los buques para evitar cualquier situación de peligro, asesorando, ejerciendo o instruyendo órdenes en la

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

navegación a los mismos; indicaciones de rumbo y rutas a seguir, prioridades en la navegación, limitación de velocidades, restricción de movimientos, y cualquier otra instrucción que se considere necesaria.

- Cooperación con los servicios adjuntos y adyacentes al VTS: Recopilar y coordinar la información de VTS para su evaluación y distribución a otros servicios externos como agencias de seguridad y salvamento, operadoras de producción marítima. . .

Un VTS es un Servicio de Tráfico de Buques que está autorizado por la autoridad competente, está atendido por personal certificado V-103, y con el fin de monitorizar e interactuar con los buques, está dotado del correspondiente equipamiento electrónico de radiocomunicaciones, radio-ayuda y radionavegación dependiendo del servicio a prestar; servicio de información, servicio de asistencia a la navegación y/o servicio de Organización del Tráfico.



Figura 2. Estación VTS de Tarifa – Cádiz – España. [5]

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

Las funciones de un VTS, además, pueden ser internas o externas. Las funciones internas son las actuaciones preparatorias que deben realizarse para permitir que un VTS funcione óptimamente como son la recopilación de datos, la evaluación de esos datos y la toma de decisiones una vez analizados. Las funciones externas son las actividades que se ejecutan con la finalidad de interactuar en las características del tráfico marítimo en el área de responsabilidad. Son las principales funciones de gestión de ese tráfico marítimo, de la elaboración de diferentes normativas para su aplicación, la asignación de área o zona de control, el seguimiento de rutina de los buques y sus maniobras para evitar condiciones de peligro o colisiones, así como con otras funciones típicamente de gestión, tales como la captura y procesado de la información, las medidas correctivas derivadas del análisis de la información y otras actividades asociadas.

Un VTS, por tanto, permite la identificación y la monitorización de los buques de la zona y la planificación estratégica de los movimientos de dichos buques con la consiguiente precisa información para una correcta asistencia a la navegación. También puede ser una herramienta en la prevención de la contaminación marina y la coordinación de dicha contaminación. La eficacia de un VTS dependerá en gran medida de la fiabilidad y continuidad de las comunicaciones y de la capacidad de proporcionar información precisa e inequívoca a los buques. La calidad de las medidas de prevención de accidentes dependerá de la capacidad del sistema para detectar una situación peligrosa en desarrollo y de la capacidad de advertir a tiempo de dichos peligros.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

La mejor manera de evaluar la necesidad de un VTS en la seguridad del tráfico de buques es mediante la determinación de la reducción del riesgo, es por tanto el medio que da soporte y apoyo a las operaciones ante incidentes marítimos. En España sus centros de VTS de la Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima tienen encomendadas diversas funciones; Servicio de Asistencia Marítima (Resolución A.950 (23) de la OMI), Lugares de Refugio (Resolución A.949 (23) de la OMI), Operaciones de Búsqueda y Salvamento (SAR), y Lucha Contra incendios, y respuesta a la contaminación marina.

Entre las funciones más importantes que un VTS puede llevar a cabo están las relacionadas con:

- Seguridad de la vida en el mar.
- Ayuda a la navegación.
- Eficiencia en el control del tráfico de buques.
- Protección del medio ambiente marino.
- Como apoyo a la seguridad marítima.
- Como soporte para la aplicación de las normativas de ámbito marítimo.
- Protección de comunidades e infraestructura adyacentes.

Como resultado de los movimientos del tráfico de embarcaciones, los accidentes que involucran buques pueden conducir no solo a daños materiales, sino también a la pérdida de vidas humanas. El VTS es un instrumento constatado para prevenir incidentes.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

Un VTS se define como un instrumento de seguridad proactivo que tiene como principal función prevenir los incidentes resultantes de los movimientos del tráfico de embarcaciones, contribuyendo así, no sólo a la mejora de la seguridad del tráfico marítimo, sino también a la mejora de la seguridad de la vida humana en el mar y la protección del medio ambiente.

Al ser proactivo, un VTS puede contribuir a:

- prevenir el desarrollo de incidentes.
- evitar que los incidentes se conviertan en accidentes.
- evitar que los accidentes se conviertan en desastres.
- mitigar las consecuencias de estos incidentes, accidentes y desastres.

A diferencia de otras ayudas para la navegación, por su función activa, un VTS tiene además de capacidad predictiva, capacidad de interactuar e influir en el proceso de toma de decisiones a bordo del buque. Por ejemplo, el VTS podría detectar situaciones de tránsito entre buques o embarcaciones que se encuentran en peligro, y así alertar a tales buques para que actúen en consecuencia e incluso instruirlos a tomar determinadas medidas para evitar un desenlace no deseado. Como la mayoría de los accidentes marítimos se pueden atribuir al factor humano, se puede ver fácilmente los beneficios de estos dispositivos en la mejora de la seguridad marítima.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

La protección del medio ambiente marino es también una de las principales razones para la implantación de un VTS. Es el caso de los Dispositivos de Control de Tráfico en Canarias. Se trata de un área con un volumen de tráfico relativamente bajo (donde, por ejemplo, la necesidad de seguridad del tráfico de embarcaciones no justificaba suficientemente la implantación de un VTS), pero se trata de un área donde se transportan relativamente cargas con potencial contaminante, y además esta área está especialmente considerada como ambientalmente sensible (caso de la ZMES de Canarias, Zona Marítima de Especial Sensibilidad).

La protección de las poblaciones e infraestructuras adyacentes es otra de las funciones de un VTS. En determinados puertos, estrechos (Gibraltar) y vías navegables interiores, los buques navegan muy cerca de áreas pobladas, de actividades industriales y de su infraestructura asociada. En general, los accidentes que producen derrames o emisiones de productos químicos peligrosos en forma líquida o gaseosa a causa de accidentes marítimos son la mayor preocupación de los Gobiernos. Y esta preocupación aumenta si tenemos en cuenta también el impacto adicional de una reacción en cadena en plantas petroleras o químicas iniciado por un accidente con un buque. Un VTS puede ayudar a evitar que ocurran tales accidentes o que estos accidentes puedan convertirse en un desastre al asumir la coordinación de toda la emergencia dentro del área afectada.

En resumen, un VTS es un Servicio de Tráfico de Buques

- autorizado por la autoridad competente.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

- atendido por personal certificado V-103.
- equipado y dotado según corresponda para proporcionar:
 - ✓ Servicio de información de Seguridad Marítima.
 - ✓ Servicio de Organización del Tráfico Marítimo.
 - ✓ Servicio de Asistencia y Ayuda a la Navegación.
- con capacidad de interactuar con el tráfico marítimo.
- con capacidad de responder ante determinadas situaciones derivadas del tráfico marítimo. [6]

2.3 Equipamiento radioelectrónico de un VTS.

La densidad, clase y estructura del tráfico a controlar, los diferentes peligros a la navegación existentes, el tipo de climatología local, el tipo de topografía, los criterios ambientales, los aspectos comerciales y la extensión del área VTS a cubrir serán los factores que determinarán los requisitos de equipamiento de radiocomunicaciones, de radio-ayuda y de radionavegación necesarios para dotar un VTS. De manera general un VTS estará dotado del siguiente equipamiento:

- Radiocomunicaciones (banda marina, aérea, terrestres, satelitarias . . .).
- Sistema sensores de Identificación Automática (AIS).
- Sistema sensores radar.
- Cámaras de circuito cerrado (CCTV).
- Sistema sensores radiogoniometría (RDF).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

- Estación de meteorología.
- Sistema de presentación de datos VTS.
- Sistemas auxiliares (enlaces, telefonía, sistemas informáticos, sistemas de alimentación ininterrumpida, GPS, climatización, infraestructuras, etc . . .).

2.3.1 radiocomunicaciones.

Las radiocomunicaciones en un área de VTS son realizadas principalmente a través de radio VHF mediante sistemas de voz, aunque también se realizan comunicaciones utilizando transmisión de datos. Los diferentes recursos de radio se integran en cada una de las consolas de operadores de VTS para facilitar la gestión operativa de los mismos.

La comunicación entre los buques y el centro de control de tierra se lleva a cabo en la banda marina en los canales de VHF internacionales designados, tanto símplex como dúplex.

La red de radiocomunicaciones VHF de un VTS debe estar correctamente proyectada, con equipos e interconexión de alta calidad y fiabilidad. El número de canales de VHF y equipos necesarios para el uso específico de un VTS se replantea durante la fase de definición del proyecto y dependerá de las áreas marítimas a cubrir y de la densidad general del tráfico de la zona. Igualmente también puede estar dotado de equipos VHF de bandas aéreas y terrestres teniendo en cuenta las responsabilidades asociadas del VTS. Todas las radiocomunicaciones deben de ser

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

grabadas, para facilitar una posible investigación de accidentes, disputas, etc., y por supuesto, todo ello de acuerdo con los requisitos de privacidad y protección de datos.

El IALA (IALA) recomienda que los centros de VTS estén equipados con una red digital conmutada, con identificación de llamadas, y con los Centros de Coordinación de Salvamento Marítimo (MRCC). En España, en un mismo centro se lleva a cabo ambas funciones; de control de tráfico marítimo y de seguridad y salvamento.

2.3.2 Sistema Sensores de Indentificación Automática (AIS).

El AIS es una herramienta muy importante, además de para los buques, para los sistemas de ayuda a la navegación y de gestión de los VTS. Se trata de un sistema de transmisión de datos en la banda marina de VHF (canal 87B 161,975 MHz y canal 88B 162,025 MHz) que envía a otros buques y a estaciones AIS terrestres diferentes tipos de información; información denominada estática como el nombre e identificación de llamada del buque o estación, tipo o clase de buque, número IMO, eslora y manga, información relativa al viaje del buque como calado, tipo de carga, destino, ETA (Estimate Time Arrival), información dinámica que es la actualizada de forma automática por los sensores que el buque tiene conectados al equipo AIS, como datos de posición, rumbo, velocidad, ruta, . . . e información de mensajería.

La transmisión AIS consiste en una emisión de paquetes de datos de cada equipo, de acuerdo a una secuencia de tiempos predeterminada. Las estaciones se

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

autorregulan en las dos frecuencias AIS basándose en sus propias transmisiones y en las de las otras estaciones mediante el método SOTDMA (Acceso Múltiple por División de Tiempos Auto-organizados). Los equipos AIS a bordo de los buques transmiten y reciben información de forma continua a otros buques y a las estaciones de tierra. La información obtenida por los sensores AIS terrestres es procesada, presentada y monitorizada en modo gráfico en los sistemas de control y presentación radar de las estaciones de VTS facilitando las funciones del Servicio de Tráfico Marítimo. El sistema AIS se ha convertido en una herramienta complementaria imprescindible junto con los sistemas de sensores radar para los VTS.

2.3.3 Sistema sensores radar.

No se entiende un VTS sin un sistema de sensor radar. Su principal función es la de detectar y rastrear, para su posterior visualización en un sistema de presentación gráfico de cartas náuticas electrónicas, todos los blancos móviles o estacionarios dentro de las áreas de cobertura del equipo y durante todas las circunstancias operativas especificadas. Los sensores radar dotados para un VTS tienen unos altos niveles de exigencia técnica para minimizar la climatología adversa y aumentar la probabilidad máxima de detección de blancos, y su diseño e instalación debe ser capaz de eliminar, en la mayor medida posible, los ecos falsos causados por los lóbulos laterales o los reflejos de las estructuras cercanas.

El sistema de detección radar en un VTS es una importante ayuda en el desarrollo de los escenarios del tráfico marítimo de la zona. Los requisitos técnicos

28

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

de los detectores radar a instalar en las centros VTS se recogen en la Recomendación IALA V-128 (requisitos de rendimiento técnico y operacional para equipos VTS junio 2004, revisado en junio 2007) y en las recomendaciones IALA 1111 (Guideline 1111 recommendations for VTS preparation of operational and technical performance requirements for VTS systems 1111 – mayo 2015).

Las frecuencias de radar utilizadas para los VTS se encuentran típicamente dentro de la banda S y la banda X, aunque también se utilizan frecuencias más altas, como la banda Ku. La mayoría de los centros de VTS utilizan los radares de banda X como la mejor opción por su mayor resolución de detección en diferentes rangos y además porque las nuevas tecnologías para la supresión del “eco lluvia” han mejorado mucho su rendimiento. A ello se le une su menor coste. La segunda frecuencia más utilizada es la banda S, debido a un mejor comportamiento para la discriminación de blancos en zonas climáticas con precipitaciones frecuentes e intensas (tasas de precipitaciones mayores a 25 mm y distancia de detección menores de 6 millas náuticas). En la mayoría de los VTS con esta climatología se combinan ambos tipos de radar. Los radares de banda Ku se están utilizando ante requerimientos técnicos de alta velocidad de rotación y pequeñas antenas, para proporcionar una muy buena precisión en rangos de cobertura pequeños.

La información radar es integrada en los sistemas de control, gestión y supervisión de los diferentes sensores para la visualización, registro y análisis del tráfico marítimo en el área de responsabilidad del VTS por parte de los Operadores

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

VTS. El sistema debe poder realizar el tratamiento, correlación y presentación de los datos de todos los detectores radar de la estación VTS, el tratamiento y presentación de todos los datos radiogoniométricos, meteorológicos, registro y estadísticas, el tratamiento, correlación y presentación de los datos de los diferentes equipos AIS, y el almacenamiento y consulta de la información (escenarios grabados).

El sistema de radar de un VTS nos tiene que mostrar una imagen del tráfico de buques, con los siguientes datos mínimos; Predicción de ruta, tiempo y seguimiento, alarmas de colisión CPA y TCPA, Anchor watch (alarma fondeo) y Vector de datos de rumbo, velocidad e identificación del blanco.

2.3.4 Sistema sensores radiogoniometría.

Los sensores de radiogoniometría también son un elemento importante de un VTS ya que nos ayuda a localizar la posición de un blanco de una manera rápida, visualmente, en el sistema de presentación del VTS ante una transmisión del mismo. Los equipos receptores de radiogoniometría utilizados en las estaciones de VTS trabajan en la banda de VHF, en el rango de frecuencias 118-174 MHz. Estos sensores deben mantener de forma permanente y continua el escaneo de entre dos a cuatro frecuencias. Cuando un buque se pone en contacto con la estación VTS, en el sistema de presentación radar se marca una demora desde la posición geográfica del sensor hacia el origen de la transmisión. Mediante el uso de varios sensores el

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

sistema triangula la posición del buque facilitando al operador VTS su rápida localización.

2.3.5 Cámaras de Circuito Cerrado CCTV.

La ubicación estratégica de CCTV en el área de control de un VTS (léase fondeadero, vigilancia fluvial, estrechos . . .) forman parte del equipamiento clásico de una moderna estación de control de tráfico marítimo. La información de CCTV es integrada en los sistemas de presentación radar, en conjunto con la señal radar para proporcionar al operador una imagen real y en tres dimensiones del escenario, proporcionando al operador la perspectiva del ángulo que él desee y ofreciendo una evaluación y análisis en tiempo real de la situación en el área de responsabilidad del VTS. En los últimos años se están instalando sistemas VTS basados únicamente en cámaras de CCTV como principal sensor, debido a la prohibición de instalar antenas radar en determinadas zonas cercanas con alta densidad de población como por ejemplo los canales de Venecia.

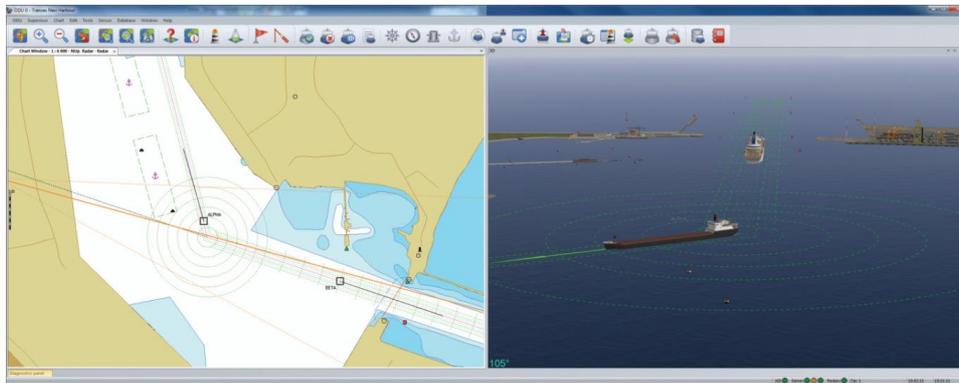


Figura 3. Sistema presentación VTS 3D (fuente; Transas VTS software). [7]

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

2.3.6 Estación de meteorología.

Es muy importante que una estación VTS tenga acceso a los datos hidrológicos y meteorológicos locales para el área de su responsabilidad y que puedan, si así lo determina la Autoridad marítima competente, radiar esta información de forma programada a los buques de la zona. Esta información de datos meteorológicos es obtenida por la instalación de diferentes estaciones de monitoreo. Las variables meteorológicas captadas por las estaciones meteorológicas son la presión del aire, la temperatura y la humedad, la velocidad y dirección del viento y el rango de visibilidad. También en determinados VTS se puede instalar estaciones para la adquisición de variables hídricas como nivel de marea, corriente de marea, dirección de corriente y velocidad. Todos los datos obtenidos de los diferentes sensores meteorológicos normalmente instalados en estaciones remotas se envían al centro de control para su presentación de forma gráfica y numérica y poder ser utilizada por los Operadores de VTS.

2.3.7 Sistema de presentación de datos VTS.

Un elemento no menos importante para un VTS es disponer de un óptimo sistema de presentación de datos. La principal función del sistema de gestión de la información, como parte del equipamiento electrónico, es la de recopilar, procesar y correlacionar información de todas las diferentes fuentes con el fin de poder presentar una imagen integrada del tráfico marítimo, de su entorno, de todas las

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

variables y parámetros asociados, para mantener un correcto y completo conocimiento de la situación. Esta información incluye:

- comunicaciones internas y externas.
- datos de todos los sensores, es decir, datos utilizados para generar la imagen del tráfico de buques propiamente dicha, como son los datos radar, radiogoniometría, CCTV, AIS . . .
- datos adicionales relativos al movimiento de buques, clase, tipo y carga transportada.
- datos meteorológicos e hidrológicos de la zona.
- cualquier otro tipo de datos que pudiera ser relevante.
- capacidad de gestión, control y supervisión de equipos y de tratamiento de la información.

Paralelamente a la presentación de todos estos datos a los operadores de VTS, esta información o parte de la misma debe poder grabarse y almacenarse para un uso posterior.



Figura 4. Estación VTS de Tenerife - España – consolas control y presentación - (elaboración propia)

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

La interfaz del operador en los sistemas de presentación de un VTS, por tanto, debe incluir no sólo la visualización de la imagen del tráfico del buque, sino también la monitorización completa del escenario del tráfico marítimo incluyendo las radiocomunicaciones y la información adicional que afecta a dicho tráfico.

2.4 Condiciones operacionales, disponibilidad y fiabilidad de un VTS.

Para que una estación de VTS tenga la alta disponibilidad operativa que se le requiere, el equipamiento del mismo deberá estar diseñado con una gran capacidad de tolerancia a fallos.

Esta capacidad debe ser suficiente para asegurar que los servicios que presta el STM estén inoperativos el menor tiempo posible, gracias a la “robustez” técnica del equipamiento y a la posibilidad de conmutación a elementos redundantes o duales (Hardware y Software). La Recomendación de IALA V-119 – “implementación de servicios de tráfico de buques” y la Recomendación de IALA V-128 - “Prestaciones y requisitos técnicos para los equipos destinados a VTS”, establecen los requisitos técnico-operacionales de un VTS.

La IALA recomienda que cuando sea posible establecer un “sitio” alternativo para la estación VTS, las operaciones pudieran transferirse fácilmente a la ubicación secundaria en caso de una situación de emergencia o mantenimiento que provoque

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

el cierre temporal del centro principal de STM. Es el caso, por ejemplo, de Canarias. Sus dos centros pueden asumir la responsabilidad operativa del otro si fuera necesario.

Igualmente se recomienda una dualidad de equipos, especialmente radiocomunicaciones o detectores radar, por lo que en los elementos de diseño enumerados en el alcance del suministro electrónico de los VTS debe tenerse en cuenta la posibilidad de un fallo, por ejemplo, del radar y, cuando sea posible, el reemplazo por otro equipo radar o AIS, según corresponda, para cubrir la zona o el sector afectado. De ahí la duplicidad de equipos.

La IALA también establece la consideración de más de una consola de operación de VTS para poder:

- sustituir rápidamente cualquier consola que tenga un fallo.
- es utilizada para entrenamiento por los operadores.
- en caso requerido, ser utilizada por un Supervisor de VTS.
- en caso necesario, ser utilizada exclusivamente en la coordinación de emergencias.

Un VTS no debe depender por completo de imágenes sintéticas o digitales (procesadas por servidores) del tráfico marítimo. La IALA recomienda una combinación de video de radar “crudo”, es decir, sin procesar, junto con la información radar digitalizada por los extractores radar. Esto facilitaría al operador VTS una herramienta más de verificación del sistema y el seguimiento del blanco

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

sobre la base del video real del radar. Por supuesto, cualquier actualización del sistema de presentación debe ser flexible, sencilla y compatible con las operaciones de rutina del centro VTS, sin la necesidad de interrumpir la operativa del mismo.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

Capítulo 3

Requisitos técnicos de un Sistema radar VTS

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

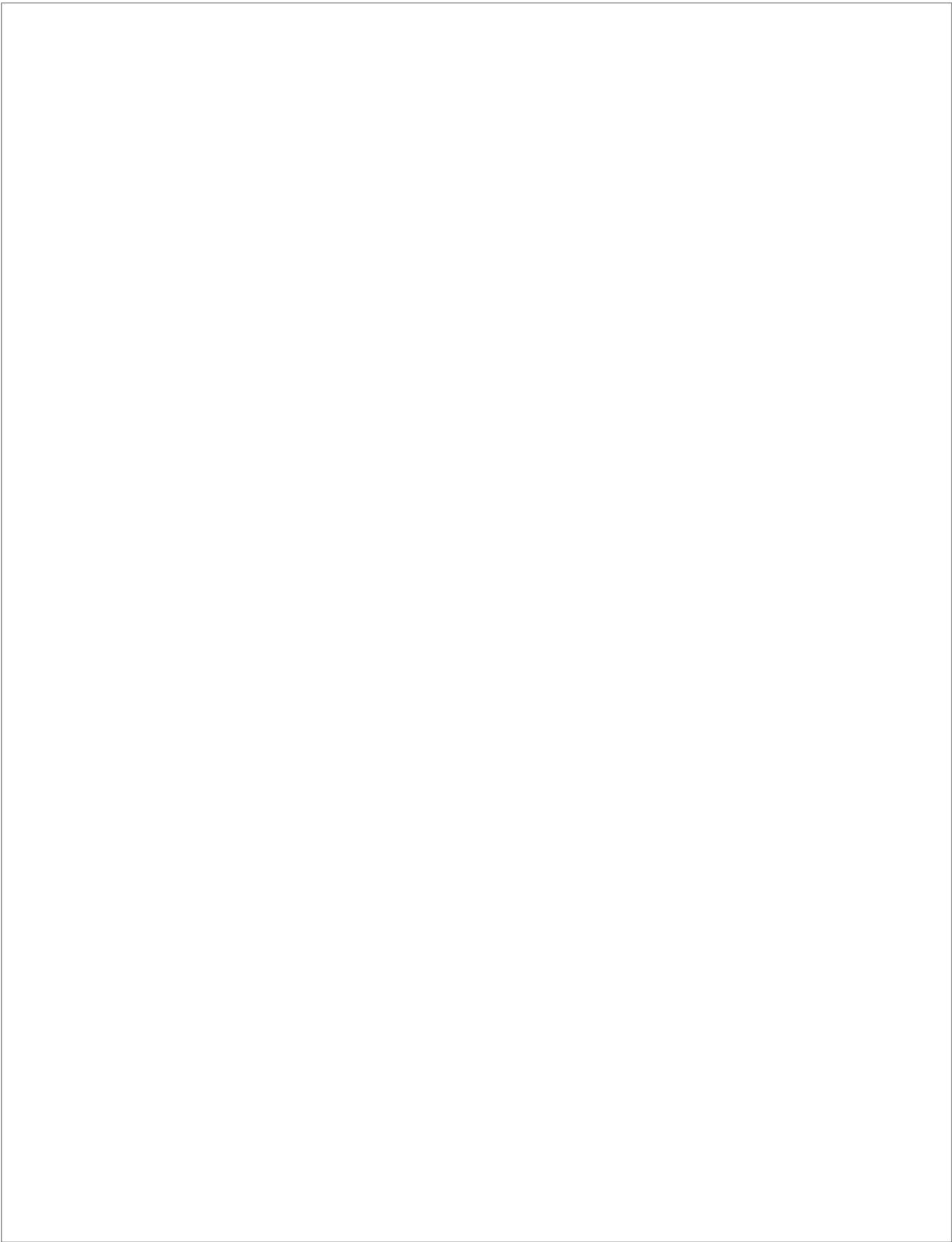
Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06



Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

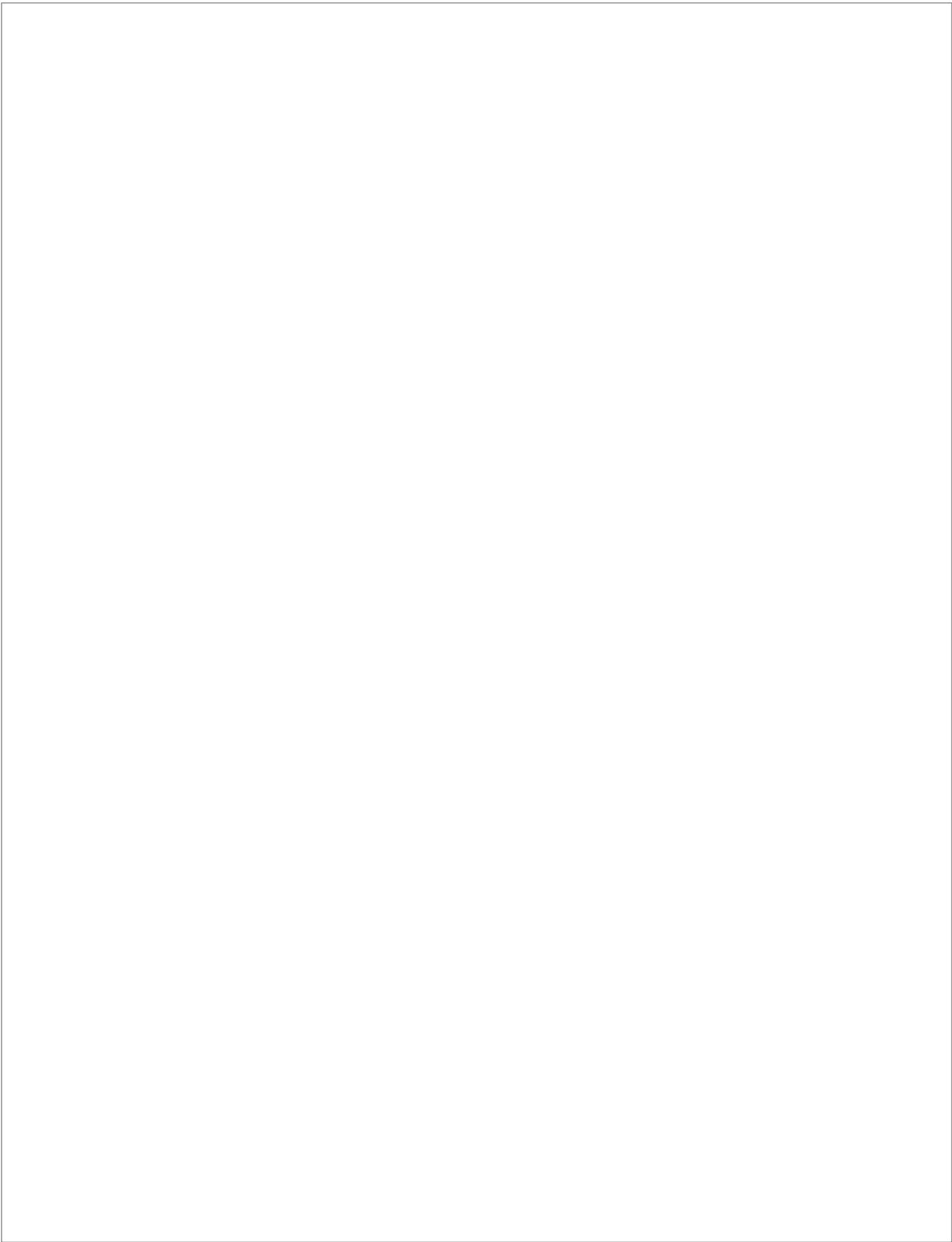
Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06



Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

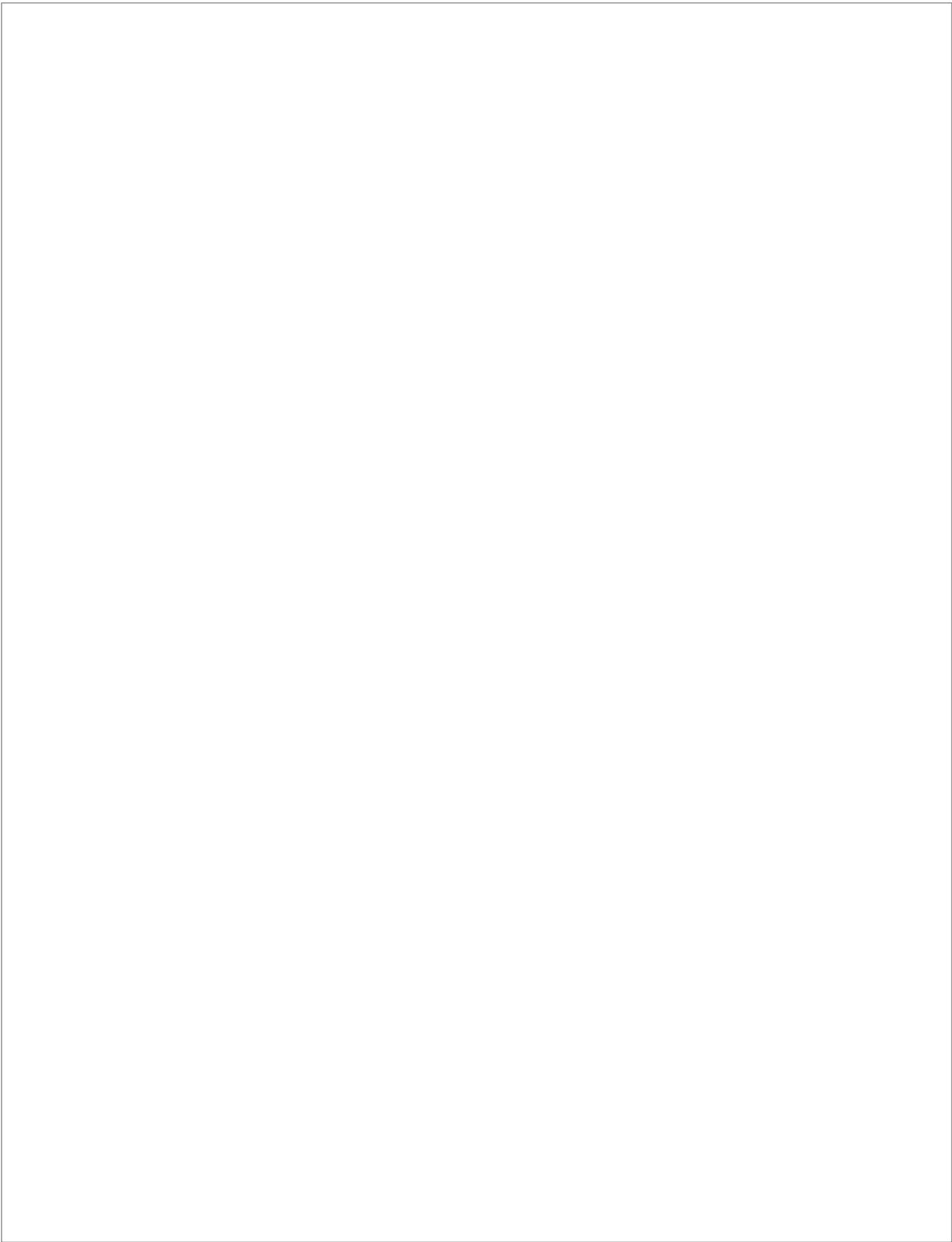
Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06



Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

3.1 Autoridad Marítima

La Autoridad Marítima competente en España para la asignación y definición de los servicios de tráfico marítimo STM es el Ministerio de Fomento, a través de la Dirección General de la Marina Mercante, siendo la Entidad Pública Empresarial Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima, según establece en el artículo 268 del Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante (aprobado por Real Decreto Legislativo 2/2022, de 5 de septiembre de 2011), la que fija como fin de la Sociedad la prestación de los servicios de:

- Salvamento de la vida humana en la mar.
- Prevención y lucha contra la contaminación del medio marino.
- Prestación de los **servicios de seguimiento y ayuda al tráfico marítimo, de seguridad marítima y la navegación**, de remolque y asistencia a buques, así como la de aquellos complementarios de los anteriores.

Como Entidad Pública adscrita a la D.G.M.M, Salvamento Marítimo elabora los diferentes Pliegos de Prescripciones Técnicas mediante concurso público, para el suministro en estado operativo del equipamiento electrónico necesario para el establecimiento de las estaciones VTS y de salvamento y rescate en España.

El proyecto de instalación de un sistema radar para un VTS tiene que cumplir con el documento PPT (Pliego Prescripciones Técnicas) y con los exigencias técnicas solicitadas en los mismos. Por tanto, cualquier contrata tiene que diseñar el

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

proyecto de un VTS en España siguiendo lo establecido por estos PPT y las Recomendaciones de la IALA.

3.2 Sensor radar

El sensor radar es el equipo responsable de realizar la detección, adquisición y seguimiento automático de buques en su área de cobertura.

Este sensor deberá permitir:

- La detección de los buques en las áreas de interés, que puedan ser reconfiguradas por el operador, en función de áreas críticas, zonas que sean conveniente mantener bajo algún tipo de vigilancia especial, etc.
- El envío de la información de vídeo del radar al sistema de Control y Presentación.
- El telecontrol de los radares desde el sistema de Presentación (Centro de VTS).
- El procesamiento de señal para mejorar la relación señal/ruido.
- El mantenimiento y ajuste del sensor radar.

Para la ubicación de los transceptores radar y la antena se considera la posición más adecuada teniendo en cuenta: la disponibilidad de emplazamientos, la detección óptima de blancos, mejor enlace o recorrido del cableado, compatibilidad electromagnética, accesibilidad para mantenimiento, etc.

Los Procesadores del sensor radar deberán permitir las siguientes acciones:

- Filtrado de datos radar.
- Procesado de datos radar y extracción de plots.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

- Establecimientos de blancos y seguimientos de éstos.
- Empaquetado y envío al sistema de Presentación radar.
- Telecontrol y supervisión de los radares.
- Envío de vídeo crudo y digitalizado al Subsistema de Presentación.
- Interfaz remota de enlace de datos.
- La adquisición manual y automática y el seguimiento de los buques que se encuentre dentro de las áreas o zonas previamente definidas.

Previamente a cualquier instalación se tiene que realizar un estudio teórico de cobertura radar y además se tienen que describir las características de los equipos proyectados. En este estudio se debe reflejar la siguiente información:

- 1.- Rango de alcance radar en millas náuticas para los buques tipificados según el "IALA Vessel Traffic Services Manual". Las características de los blancos radar VTS se definen por su altura sobre el nivel del mar, su sección transversal de radar (RCS) y sus fluctuaciones en RCS. El RCS es la relación entre la potencia [en W] dispersada por el blanco hacia el receptor del radar y la densidad de potencia [en W / m^2] que golpea al blanco. La sección radar RCS se mide en m^2 y tiene, por tanto, la dimensión de un área. Se tiene que tener en cuenta que no existe una relación total entre el área física en m^2 del blanco y el RCS, ya que la potencia reflejada depende del ángulo de incidencia, así como de las propiedades del mismo, material (madera o acero), su forma física, su altura sobre el nivel del mar y las condiciones de propagación y de estado de la mar.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

Teniendo en cuenta estos datos se toma como referencia la tabla siguiente para la elaboración de los cálculos de cobertura:

DATOS DE LOS BUQUES TIPO A EMPLEAR EN LOS CÁLCULOS		
Eslora y tipo Buque	Sección Radar RCS	Altura sobre el nivel del mar
6 metros (madera)	5 m ²	1 metro
15 metros (madera)	10 m ²	3 metros
20 metros (madera)	24 m ²	3 metros
80 metros (acero)	300 m ²	8 metros
10.000 GRT (acero)	1000 m ²	15 metros

Tabla 1.3 [9]

Teniendo en cuenta la tabla 1.3 de referencia y las variables, en todo proyecto de instalación radar VTS se debe entregar un estudio de alcance radar con diferentes tablas para cada radar de la instalación, teniendo en cuenta las diferentes variables meteorológicas. En la tabla de la figura 2.3 se muestra un ejemplo de tabla para la variable “lluvia”.

	Rango de alcance Radar en millas náuticas para buques con eslora de:				
Lluvia mm/h	6 m (madera)	15 m (madera)	20 m (madera)	80 m (acero)	10.000 GRT (acero)
0 mm/h					
18 mm/h					
25 mm/h					
60 mm/h					

Tabla 2.3. [9]

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

2.- Determinación sobre un mapa de la zona, de las posibles áreas de sombra radar.

Teniendo en cuenta la ubicación de los sensores, es importante reflejar las restricciones e inconvenientes que se deduzcan del estudio teórico, debidas a efectos inherentes del medio circundante; zonas de sombras, falsos ecos, ecos múltiples, etc., . . . y proponiendo soluciones, en la medida de lo posible, para evitarlos.

Como quiera que para nuestro proyecto de instalación vamos a elegir un equipo radar de banda X, éste ha de cumplir con los siguientes requisitos técnicos generales exigidos en los PPT. Dichos requisitos son los siguientes:

- Una antena banda X de 12 pies.
- Doble transceptor banda X. Ubicable en sala de equipos.
- Unidad de interfaces radar compatible.
- Control remoto.
- Receptor de alta ganancia y bajo ruido.
- Alta inmunidad a los efectos de lluvia.
- Adaptabilidad a las condiciones de clutter de la zona (Profiles).
- Alta resolución y discriminación de blancos.
- Inserción de al menos dos zonas de “blanking” de transmisión.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

Por otro lado, también en los P.P.T. se detallan parámetros técnicos mínimos a cumplir por los radares que vayan a instalarse en la estación VTS. [8]

Transceptores banda X	
Frecuencia:	Banda de 9GHz en diversidad de frecuencia
Potencia:	25Kw
Anchos de Pulso:	Mínimo 2 anchos
PRF:	Programable en el rango de 0.75 – 4 KHz o mayor
Rango dinámico del receptor:	120 dB
Figura de ruido:	5dB
Ancho de banda:	Variable en el rango de 4 a 25 MHz
Supresión de frecuencia imagen:	Mejor de 20dB
Protocolo de comunicaciones:	Estándar
Posibilidad de "Blanking":	Ajustable
Autocomprobación.	Programa residente de chequeo y alarmas
Margen de temperatura:	-5º a +55º C

Tabla 3.3. [9]

Antena banda X	
Tipo	Guía de ondas ranurada
Frecuencia	A coincidir con los transceptores
Polarización	Horizontal o circular
Longitud del radiador	18 a 22 pies
Ganancia	Mejor de 34 dBi
Ancho de haz horizontal	(-3dB) 0.45º
Ancho de haz vertical	(-3dB) 20º
Lóbulos Laterales	Horizontal (-25dB) Mejor de 1.5º
Salida azimuth	Digital 4096 pulsos por revolución
Alimentación del motor	2ph +N 220 V AC ó 3ph 380 V AC.
Mecanismo de arrastre	Caja reductora
Revoluciones	Configurable - rpm
Velocidad del viento	100 nudos
Margen de temperatura	-15º a +65º C

Tabla 4.3. [9]

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

En el mercado podemos encontrar diferentes fabricantes de sensores radar que cumplen con las exigencias técnicas de un VTS (recomendación IALA V-128 de 2007); **Atlas Elektronik, Terma, Kelvin Hughes, Consilium Selesmar, GEM elettronica, etc. . .**



Figura 5. Sensores radar VTS de Las Palmas – España. [Fuente: elaboración propia]

3.3 Sistema de Presentación, Gestión y Supervisión Radar

Siguiendo las indicaciones de IALA/IMO “el STM en todo momento debe tener siempre una imagen comprensiva del tráfico y la capacidad de interactuar con el mismo, lo que significa que el STM debe disponer de forma inmediata de la información relativa a todos los factores que influyen en el tráfico, de todos los buques participantes y de sus intenciones. Y todo eso se hace frente a las pantallas

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

del sistema presentación, en las que se incluye: información Radar, información AIS, información de Radiogoniometría, información Meteorológica e Hidrológica, y sobre una CARTOGRAFIA oficial.

El sistema de presentación radar es la herramienta, por tanto, más importante de un VTS ya que nos debe permitir acciones tales como:

- Visualización, registro y análisis del tráfico marítimo, pudiéndose ejercer la vigilancia y supervisión del mismo, identificándose clara e inequívocamente los elementos existentes en la zona de responsabilidad (móviles o estáticos).
- Tratamiento, correlación y presentación de Datos Radar.
- Tratamiento y presentación de Datos Radiogoniométricos.
- Presentación de datos Meteorológicos, registro y estadísticas.
- Tratamiento, correlación y presentación de datos AIS.
- Almacenamiento y consulta de la información (escenarios grabados).
- Gestión, supervisión y telecontrol de los sensores Radar, sensores radiogoniométricos, sensores AIS, estación meteorología . . .

Entre las funciones operativas que todo VTS debe cumplir y requeridas en los P.P.T están:

- Presentación, en tiempo real, de los datos de todos los sensores.
- Presentación y edición de datos cartográficos.
- Generación de alarmas de operativa (colisión, fondeo...) y de funcionamiento.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

- Algoritmos matemáticos sobre los blancos.
- Grabación y reproducción de escenarios radar.
- Presentación de Vídeo Crudo Radar
- Presentación de trazas Radar y trazas AIS (Automatic Identification System).
- Presentación en pantalla de nombre del Radar y / o transceptor seleccionado, así como parámetros de transmisión / recepción aplicados.
- Presentación de Líneas de demoras radiogoniométricas mediante líneas sintéticas, diferenciando por color o tipo de línea cada canal de radio. Estas líneas no se presentarán en señales cuyo nivel sea inferior a un “umbral” establecido por el usuario en la frecuencia correspondiente.
- Presentación en tiempo real de datos, registros y estadísticas de la Estación Meteorológica o de información facilitada y protocolada por otro organismo.
- Correlación de los datos correspondientes a un blanco, adquiridos por los diferentes sensores de forma que la presentación simbólica al operador del blanco sea única.
- Capacidad de adquisición y posterior seguimiento de hasta 1000 blancos.
- Capacidad para realizar un seguimiento inercial de los blancos anteriormente adquiridos, por si circunstancialmente, todos los Sensores lo perdieran temporal o definitivamente.
- Presentación en pantalla de forma claramente definida y sin posibilidad de confusión de los blancos procedentes de ecos reales, diferenciándolos de

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

aqueellos producto del seguimiento inercial de blancos perdidos o en zonas de sombra.

- Presentar el estado y valores de los parámetros significativos de los distintos equipos que integran este sistema, generando alarmas visuales y acústicas en caso de detectar averías o fallos en alguno de los elementos, incluyendo pérdidas de comunicación, pérdida de control o de datos entre los equipos.
- Registro histórico de todas las alarmas acaecidas en el sistema de presentación, con registro de fecha y hora.
- cartas electrónicas standard publicadas por el Servicio Cartográfico Oficial que cubran íntegramente y con el nivel de detalle necesario, la zona de responsabilidad asignada al Centro. Deberá permitir la Presentación Cartográfica de:
 - ✓ Mapas sintéticos (tierra, escollos, arrecifes, etc.)
 - ✓ La línea de costa correspondiente a la zona de responsabilidad del Centro, así como la información gráfica sobre trazas, avisos y alarmas al operador.
 - ✓ Niveles de profundidad (bajos, 10 m, 20 m, 40 m, zonas profundas)
 - ✓ Peligros para la navegación: naufragios, oleoductos, cables submarinos, etc.
 - ✓ Boyas, marcas de mar, radiofaros, etc.
 - ✓ Emplazamiento de los radares, radiogoniómetros, trazas de referencia, puntos de referencia predefinidos, puntos de referencia definidos por el usuario.
 - ✓ Zonas de separación del tráfico, enfilaciones, canales de navegación.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

- ✓ Vectores de trazas de longitud ajustable.
- ✓ La introducción de Edición y modificación en las cartas electrónicas existentes de la línea de costa, boyas, marcas, etc.
- ✓ Posicionamiento, inserción, borrado de símbolos y texto en mapas.
- ✓ La creación y edición de gráficos sintéticos (mapas sintéticos, canales de navegación, posición de símbolos, máscaras de vídeo y boyas).
- ✓ Creación y edición de zonas de avisos, y de los atributos de estos
- ✓ avisos, máscaras de adquisición automática de trazas, áreas de responsabilidad, áreas de supresión de nuevas trazas, máscaras de tierra, etc.

El sistema de control y presentación radar tiene que generar, de forma automática, alarmas acústicas y luminosas en cualquiera de las siguientes circunstancias:

- Peligro de colisión entre buques.
- Entrada y salida de buques en zonas establecida (restringidas, peligro, . . .)
- Maniobra restringida.
- Fondeo de buques en zonas prohibidas.
- Detención en vías de circulación.
- Rumbos peligrosos.
- Rumbos no autorizados.
- Cambios bruscos de rumbo.
- Salida lateral de la Vía de Circulación.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

- Puntos de Recalada.
- Canal de acceso a puerto, fondeaderos y sus enfilaciones.
- Alarma de "garreo" de boyas.
- Alarma de "garreo" de buque fondeado.
- Se permitirá la configuración de parámetros y selección de criterios de alarmas y avisos.

Estas alarmas recogidas por el sistema serán almacenadas permitiendo la Generación de informes y de un registro histórico de dichas alarmas.

El sistema dispondrá de los algoritmos matemáticos que permitan definir y presentar:

- Posición del símbolo del cursor gráfico.
- Distancia y demora respecto de emplazamiento de los radares, trazas de referencia, puntos de referencia predefinidos, puntos de referencia definidos por el usuario.
- Distancia y demora entre al menos una pareja de trazas en movimiento
- Distancias entre una traza y cualquier punto de referencia, así como el cálculo continuo y automático del valor medido de CPA y TCPA.
- Predecir la posición futura de una traza.

Los operadores de VTS además deben poder realizar diferentes funciones de gestión de tráfico marítimo como:

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

- Fijar de forma única e inequívoca cada blanco con un identificador del Sistema, cuyo nombre podrá cambiarse a requerimiento del operador por el Distintivo de Llamada y/o Nombre del Buque.
- Fijar una referencia en el Centro de Coordinación.
- Fijar el centro de la Pantalla Gráfica en una posición predefinida.
- Seleccionar la escala de la Pantalla Gráfica.
- Situar y escalar la zona de control sobre el mapa total representado en la Pantalla Gráfica.
- Subir o bajar paso a paso la escala de la Pantalla Gráfica.
- Adquisición manual de blancos.
- Cese de seguimiento de blancos.
- Crear, modificar, borrar, activar y desactivar zonas de adquisición y pérdida automática de trazas.
- Crear, modificar o borrar límites de activación de alarma de tráfico,
- Estado de los canales de navegación, chequeos de colisión.
- Crear bloques de texto que el operador puede situar en cualquier punto de la pantalla.
- Insertar hasta 20 meridianos y paralelos.
- Presentar/Borrar símbolos específicos, áreas rellenas.
- Seleccionar el centro de la pantalla y seleccionar una posición de referencia.
- Buscar una determinada traza mediante la introducción de su identificador.
- Crear/modificar o eliminar zonas de especiales o peligro.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

- Crear trazas ficticias para simulación y entrenamiento, que serán tratadas por el sistema como una traza real. [9]

En el mercado existen todo tipo de empresas de ingeniería proveedoras de sistemas de presentación de VTS, siendo una de las más reconocidas internacionalmente la firma Kongsberg Gruppen (Kongsberg Norcontrol IT).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

Capítulo 4

Sensor radar VTS

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

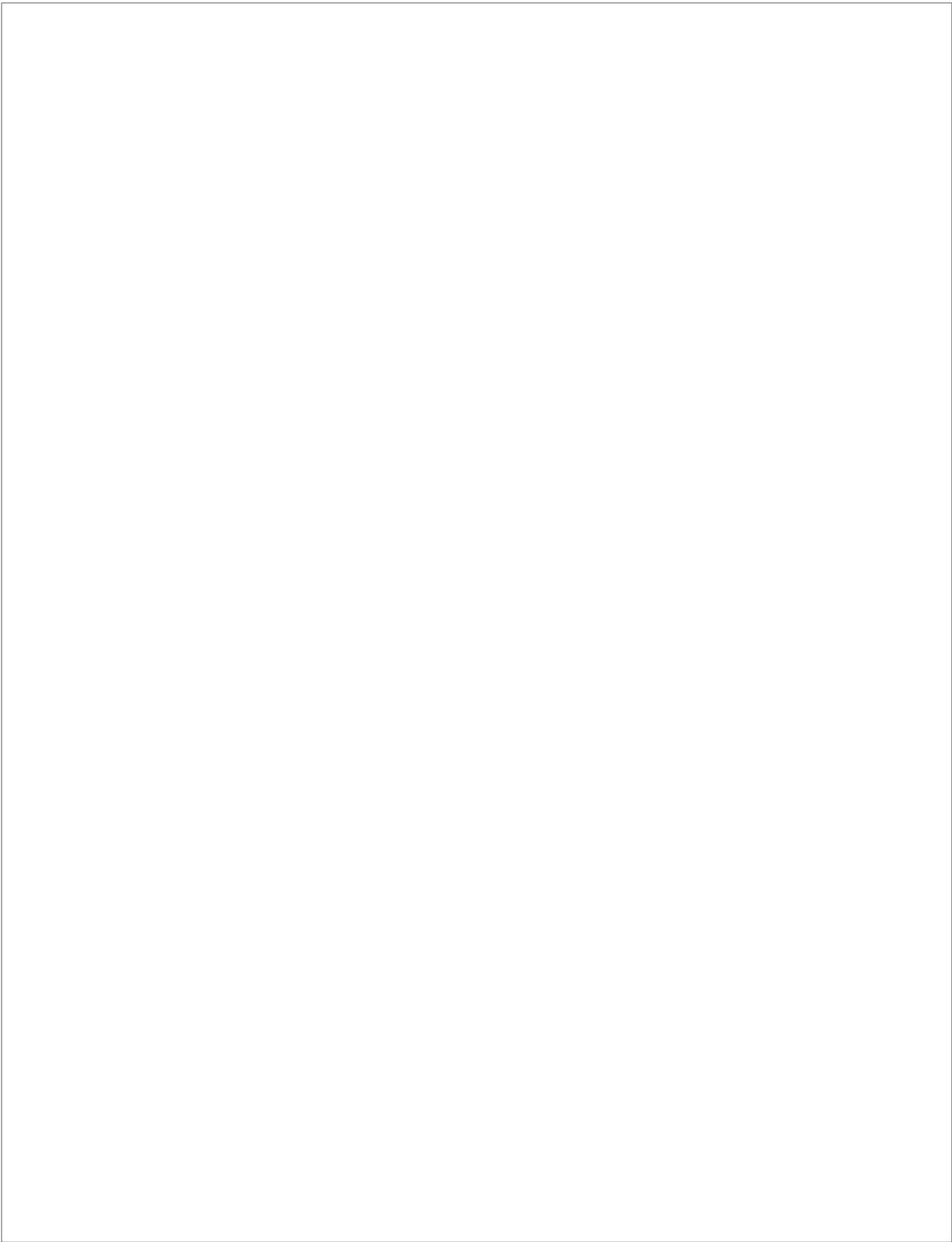
Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06



Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

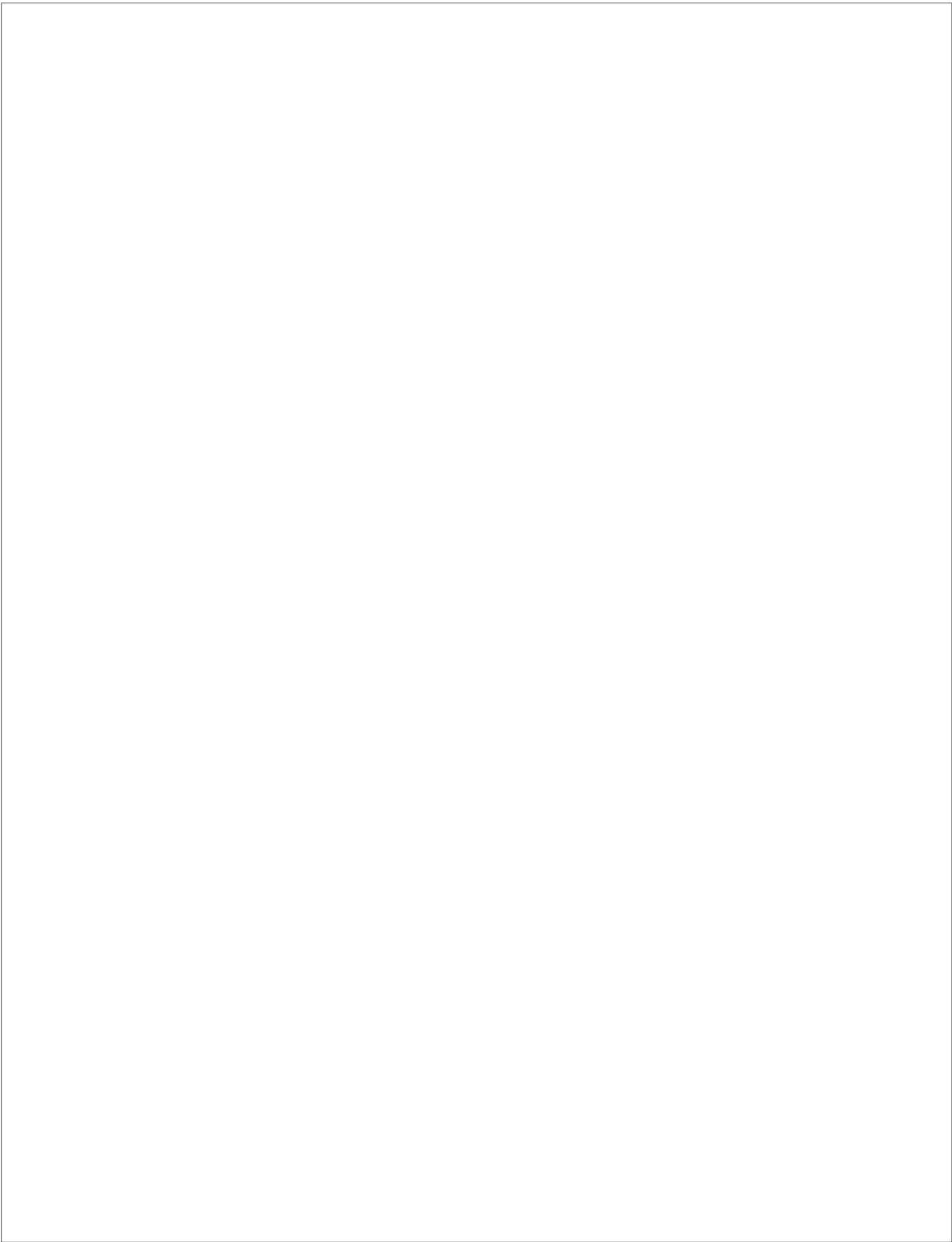
Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06



Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

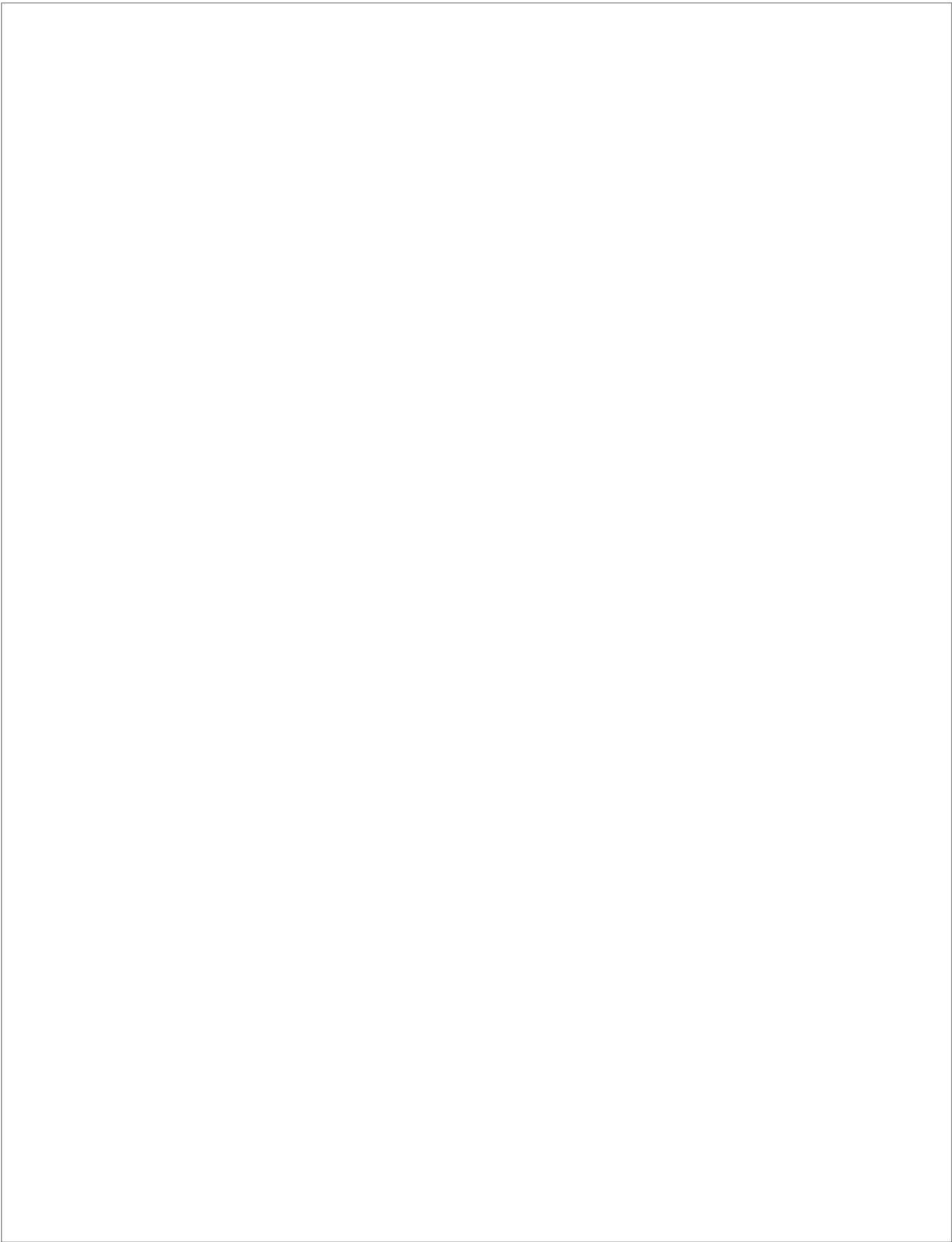
Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06



Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

4.1 Sensor radar marca TERMA

Para nuestro proyecto hemos elegido uno de los proveedores de servicios de radares VTS (**Vessel Traffic Service**) de reconocido prestigio internacional, “*Terma*”. Esta empresa ha suministrado e instalado muchos sistemas de detección radar en todo el mundo, y especialmente en Europa, desde hace 20 años, diseñados exclusivamente para aplicaciones en VTS en puertos y zonas marítimas donde la densidad del tráfico marítimo demandaba una especial vigilancia, seguimiento y seguridad del tránsito de buques. *Terma* ha adquirido una gran experiencia durante los últimos años en el diseño de radares para los servicios de STM (**Servicio de Tráfico Marítimo**), y oferta un sistema de sensor radar SCANTER de diferentes series (serie 2000, 4000 y 5000) con diversos modelos y distintas configuraciones adaptadas al cliente y que cumplen con las recomendaciones de la IALA V-128.

Dentro de su amplia gama, la familia SCANTER 2001 de válvula microondas está formada por una serie de unidades transceptoras desarrollada para su uso tanto en buques como en sistemas de Servicio de Tráfico Marítimo y Vigilancia Costera.

El sensor radar de la familia SCANTER 2001 admite hasta ocho tipos de configuraciones de hardware diferentes que van desde una unidad transceptora simple básica hasta una unidad redundante de doble configuración en diversidad de frecuencia.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

Tipos de configuraciones:

- *Configuración Banda X única / Banda S única.*

Se trata de un Transceptores de radar estándar.

- *Configuración dual redundante.*

Formado por dos transceptores idénticos en dos racks independientes. Ante un fallo en el transceptor activo el sistema conmuta al segundo transceptor. Esta conmutación puede configurarse en automático o en manual.

- *Configuración Dual Frequency Diversity (FD).*

Formado por dos transmisores idénticos en dos racks separados que transmiten al mismo tiempo y en diferentes frecuencias. El vídeo-radar se combina para aumentar el rendimiento. Ante un fallo de uno de los transceptores, el sistema sigue funcionando como radar estándar sin la funcionalidad de FD (Diversidad de Frecuencia). El videoprocesamiento continuará desde el transceptor no defectuoso pero sin la combinación de vídeo.

- *Configuración Dual redundante, diversidad de frecuencia.*

Formado por dos sistemas completos de la configuración anterior en dos racks. Ante un fallo de uno de los sistemas seguiríamos teniendo prestación FD en el otro sistema.

- *Configuración Individual, semi-redundante.*

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

En un único rack del sistema disponemos de dos moduladores y dos receptores idénticos. Por un error en uno de los conjuntos modulador / receptor, el otro conjunto puede seguir entregando video. Esta configuración tiene como desventaja que tanto las unidades de procesamiento, como las de distribución y alimentación del equipo no están redundadas.

- *Configuración Individual, diversidad de frecuencia.*

Una configuración similar a la anterior pero cada conjunto transceptor trabaja en una frecuencia diferente (FD). Ante un fallo únicamente perdemos la prestación FD pero el equipo continúa entregando vídeo como si se tratase de un sistema en configuración Individual semi-redundante.

- *Configuración Dual de banda X y banda S.*

Formado por dos transceptores en un rack cada uno que operan en dos bandas de frecuencias diferentes (Banda X y Banda S). Por necesidades de rendimiento operativo o por fallo del transceptor activo, podemos conmutar a la otra unidad. Se puede seleccionar la funcionalidad de banda X o banda S por requerimientos del operador (presencia de precipitaciones, rango....), pero nunca trabajar con las dos bandas al mismo tiempo.

El transceptor radar SCANTER 2001 de *Terma* tiene, además, unas características técnicas muy ventajosas como sensor de VTS; una arquitectura de sistema modular abierta de alto rendimiento, incluido un bajo nivel de ruido y alto nivel de rango dinámico del receptor, es decir, una gran capacidad para detectar, con baja distorsión, señales deseadas que difieren mucho en amplitud, y un alto

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

grado de inmunidad a respuestas espurias. El transmisor es totalmente programable, incluido el ancho de pulso (PW), la frecuencia de repetición de pulso (PRF), la velocidad de rotación de antena, los parámetros de procesamiento y una transmisión sectorial. Los diferentes parámetros programables del radar, según los escenarios a detectar, se guardan en configuraciones predefinidas (Perfiles – “Profiles”) a disposición del operador radar. Los perfiles son un conjunto de parámetros predefinidos que se utilizan para configurar el transceptor para un óptimo rendimiento teniendo en cuenta las distintas variables, condiciones climáticas o específicas de la zona, o por demandas operacionales. Tiene un procesamiento de señal muy avanzado, asegurando un rechazo de ruido y óptima discriminación del eco de mar (Clutter). Dispone de control remoto a través de RS 232/422 y TCP/IP. El equipo dispone de un sistema prueba (test) incorporado (BITE) que incluye la captación de diferentes datos de funcionamiento del sistema (tensiones de alimentación, potencia de salida y ruido, temporización, estados, alarmas . . .). Es un equipo con muy alta fiabilidad, que implica bajos costos de mantenimiento y larga vida útil, y preparado para la integración de ampliaciones funcionales, ya que todas sus unidades internas pueden cambiarse ajustando únicamente su configuración en una tarjeta específica (TC3).

En nuestro proyecto nos hemos decantado por un equipo modular SCANTER 2001 de banda X, con configuración Dual Frequency Diversity (FD) por su coste medio, ya que no es redundante en la prestación FD, pero ante una falla en una parte del sistema, seguiríamos teniendo servicio radar (estándar).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

Por supuesto, la elección de un sensor radar está íntimamente ligada a las necesidades de cobertura del VTS teniendo en cuenta las diferentes variables de su entorno, ubicación, condiciones meteorológicas de lluvia y mar, cobertura radar, estructuras que puedan generar interferencias o zonas de sombra, etc.

En esta configuración elegida los dos transmisores transmiten y reciben al mismo tiempo en diferentes frecuencias y con la misma potencia y ancho del pulso y cumplen con la reglamentación de la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones), el transceptor número uno transmite en la frecuencia de banda X de 9.170 Mhz y el transmisor número dos transmite en 9.438 Mhz. La Diversidad de Frecuencia (FD) consiste en una transmisión secuencial en estas dos diferentes frecuencias. En comparación con el radar estándar de frecuencia única, la doble potencia y el adicional beneficio de correlación e integración FD implica un rendimiento adicional. Los trenes de pulso se transmiten inmediatamente después de cada uno y un diplexor asegura que a través de la guía de ondas los dos pulsos de alta frecuencia sean dirigidos a la antena y los ecos recibidos lleguen a cada uno de los receptores correspondientes. El fabricante garantiza un incremento en la sensibilidad del sistema en 5 dB.

El sistema detector radar completo que como ingeniero debemos integrar en el VTS estará formado por un doble transceptor en configuración Dual FD de 25 KW de potencia, una antena de 18 pies de alta ganancia con una unidad de giro (motor de 2.2 kW) con capacidad de velocidad de rotación de hasta 60 rpm, una unidad

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

“Encoder” generadora de la señal azimuth, una Unidad de Control de Antena (en sus siglas en inglés ACU “Antenna control unit) y un “Service Display” o equipo PC para configuración y mantenimiento mediante una herramienta software del fabricante denominada RTCM (Remote Control and Monitoring software).

4.2 Configuración modular en Diversidad de Frecuencia (FD).

En la configuración FD el sistema detector radar está formado por dos equipos transceptores completos distribuidos sobre dos armarios y con una única antena común (figura 7). Este proyecto describe la opción de configuración no redundante en FD.



Figura 7. Sensores radar VTS de Las Palmas – España. [Fuente: elaboración propia]

El funcionamiento de cada unidad transceptora es similar a un equipo estándar. El transmisor genera un pulso de alta frecuencia por medio de un magnetrón. La energía es generada por el modulador. Tanto el ancho del pulso

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

(PW), como la frecuencia de repetición de impulsos (PRF) y el stagger son programables. La radiofrecuencia (RF) resultante de la etapa transmisora se envía a la unidad de antena mediante una guía de ondas y los ecos generados se reciben en la etapa receptora para su posterior envío a la unidad procesadora. Al estar en configuración FD ambos transceptores transmiten al mismo tiempo (distinta frecuencia) compartiendo la misma guía de ondas y unidad de antena, y además deben de tener programado los mismos parámetros de transmisión (PW, PRF, Trigger).

La estructura de nuestro sensor, por tanto, estará constituida por los siguientes módulos LRU (line-replaceable unit) detallados en la figura 8.

- Magnetron.
- Modulador.
- Receptor banda X.
- Unidad ventilación (Blower Assy).
- Procesador (Controller and Signal Processing; Tranceiver Controller TC3, Video Processor VP3 y Sea Clutter Discriminator SCD).
- Placa madre (Motherboard and Power Assembly).
- Fuente de Alimentación (Mains Distribution).
- Repartidor de señal (Radar Signal Distribution).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

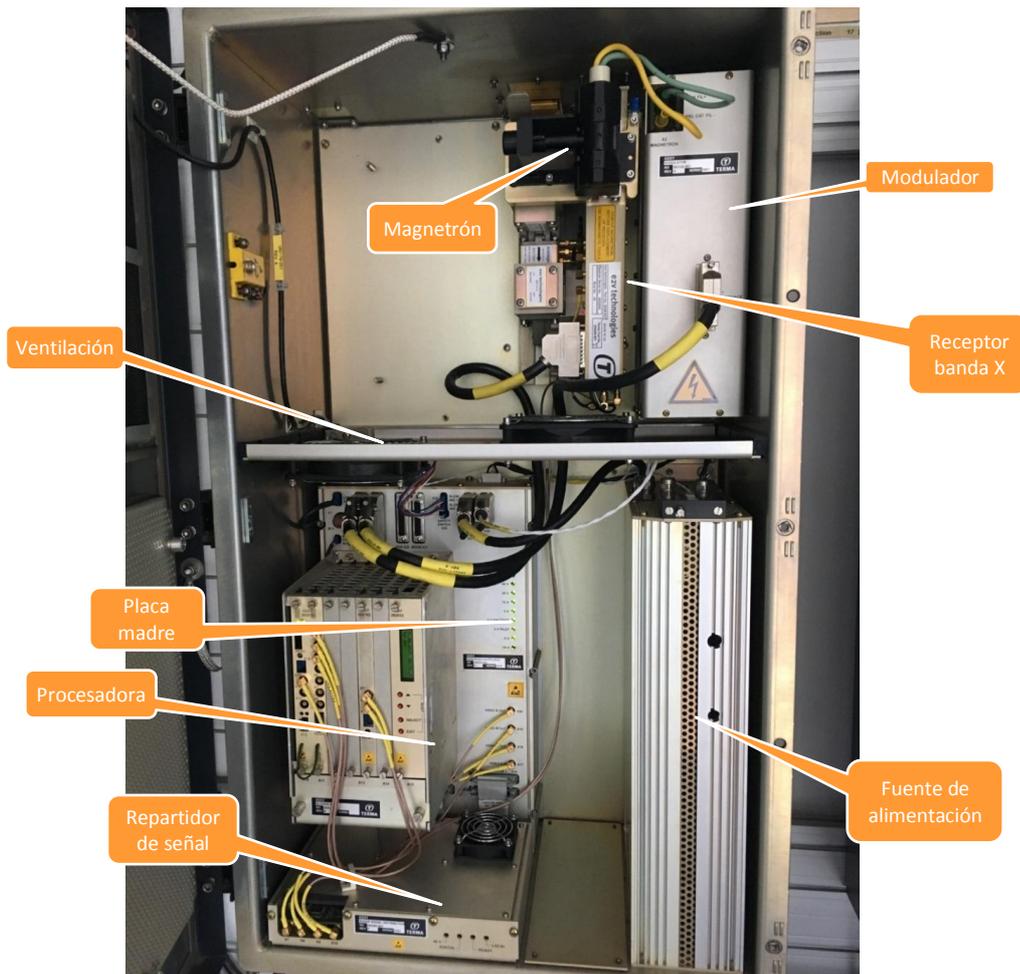


Figura 8. Estructura modular radar Scanter 2001. [Fuente: elaboración propia]

El armario del sensor está formado por una carcasa de aluminio muy robusta y diseñada para amortiguar las vibraciones. Dentro del armario se montan los diferentes módulos del SCANTER 2001. Para la refrigeración de la electrónica interior del radar el armario está dotado de una puerta ranurada en su frontal que filtra el aire. La puerta dispone de un interruptor de seguridad para desactivar el

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

transceptor y detener la transmisión cuando aquella esté abierta. Durante el mantenimiento o intervenciones técnicas de servicio la función del interruptor puede anularse.

En la parte superior de la puerta del armario hay un panel indicador que consta de 3 LEDs verdes y 1 LED rojo; Led "Power On" , indica presencia de red. Led Active RT indica que tanto Video como Trigger están activados. LED "Tx on" indica que el transceptor está transmitiendo y el LED "Error" nos indica un error o advertencia en el sistema.

La Fuente de Alimentación (Mains Distribution) es la responsable del suministro de red al transceptor repartiendo las tensiones de continua (tabla 4.1) necesarias para el funcionamiento del sistema, además de la alimentación de la unidad de antena.

Voltaje	Max potencia soportada (w)	servicio
+48	350	Modulador + RSD
+5	75	Módulos LRU
-5	10	Módulos LRU
+15	33	Módulos LRU
-15	18	Módulos LRU
+5	5	Encoder (antena)
+28	20/75	Ventilación

Tabla 4.1. [10]

El magnetrón se presenta en diferentes versiones y tipos. En banda X se dispone de la versión para alta potencia (25 Kw) y también para baja potencia (4 Kw), mientras que en banda S sólo se dispone de una única versión de potencia (30

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

Kw). Nuestro sistema radar de banda X en configuración FD estará dotado con dos tipos de magnetrones de banda X de 25 KW; el modelo MG5230T que opera en la frecuencia de 9.170 MHz y el modelo M5089T que trabaja en la frecuencia de 9.438 MHz. Dicho elemento convertirá la energía eléctrica en energía electromagnética para ser radiada.



Figura 9. Magnetron 25 Kw – banda X - frecuencia 9.438 GHz. [Fuente: elaboración propia]

El modulador tiene como función la de proporcionar la alta tensión y almacenamiento de energía necesaria en forma de pulsos eléctricos para que el magnetron convierta la misma en ondas electromagnéticas de alta frecuencia y potencia. El modulador dispone de una controladora (Driver Unit) como interfaz del módulo de gestión radar (procesador TC3) para la configuración de datos requeridos para el magnetron, implementación de la secuencia y el tiempo requerido para producir los pulsos de salida, trigger y sincronización del sistema, funciones requeridas para proteger el magnetron y modulador y como sensor de medidas de parámetros (voltajes, corrientes, temperatura, horas de trabajo, potencia . . .).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

A la unidad receptora le llegan los ecos de las ondas electromagnéticas emitidas por el transmisor eliminando los retornos que puedan saturar el receptor para convertir esta señal recibida en un frecuencia intermedia (IF) de 100 Mhz, procediendo a su demodulación y entregando el vídeo “crudo” (analógico) a la unidad de procesamiento de vídeo VP3 (Video Processor) en el módulo “Controller and Signal Processing” del equipo. En la tarjeta ASC/VP3 es tratado el vídeo obtenido de la propia unidad radar con el vídeo obtenido por una segunda unidad radar (configuración FD) convirtiendo la señal en una señal analógica procesada de vídeo combinado (analogue processed video), pero también obteniendo la señal analógica compuesta con señal azimuth (analogue composite video) y vídeo digital procesado (digital processed video).

Por supuesto, el equipo nos puede entregar video “crudo” (raw video) directamente del receptor sin ser procesado en la ASC/VP3. En la figura 10 se representa la configuración radar FD, el procesador de radar 1 (A) recibe el vídeo del radar 2 (B) y viceversa. A la salida de cada procesador radar podemos obtener el vídeo combinado (A+B), el vídeo A (fallback to A), o el vídeo B (fallback to B).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

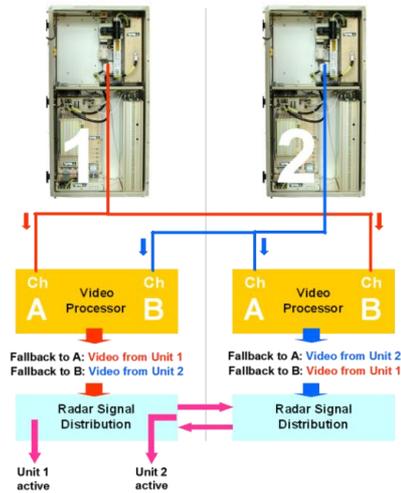


Figura 10. Sensor radar VTS configuración señal video FD. [10]

Las salidas de vídeo de la ASC/VP3 son enviadas a la tarjeta Sea Clutter Discriminator (SCD). Esta tarjeta realiza una correlación de escaneo a escaneo para una mejor discriminación del blanco evitando y rechazando los ecos no deseados especialmente en condiciones de mucho oleaje. Es decir, discriminar entre eco de mar y objetivos extremadamente pequeños que se mueven a baja o alta velocidad. Desde la SCD se envía vídeo digital y vídeo analógico procesado al módulo repartido de señal RSD (Radar Signal Distribution).

La monitorización, control y configuración del equipo radar podemos realizarla mediante la tarjeta TC3. En el panel frontal de la TC3 se dispone de un Display alfanumérico LCD, y 4 pulsadores, a través de los cuales se obtiene la lectura de la configuración del radar, de los parámetros de mantenimiento BITE (Built-in test Equipment) que muestra el estado del equipo, sus fallos y un registro de hasta

los 50 últimos errores, y el ajuste y cambio de parámetros a través de sus pulsadores. Todos los datos son almacenados en una memoria EEPROM (Flash) respaldados por una batería. Los parámetros del sistema pueden leerse y modificarse mediante una estructura de menú de seis niveles de un software especial cargado en la tarjeta denominado TCM (Tranceiver Control and Monitoring Software).

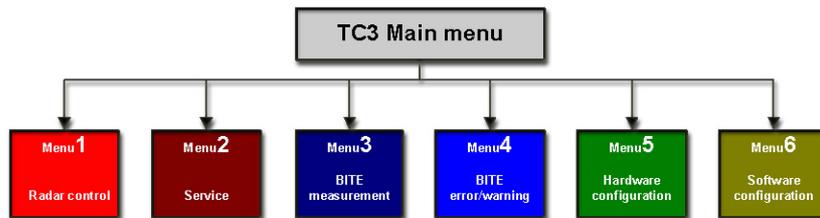


Figura 11. Menú principal software TCM. [10]

La tarjeta TC3 tiene seis puertos de comunicaciones; cuatro puertos serie, un puerto LAN (Local Area Network) y un puerto CAN (Controller Area Network) descritos en la tabla 4.2.

PUERTO	PROTOCOLO	SERVICIO
COM 0	RS422/RS232	Comunicación entre transceptores en sistemas redundantes o FD
COM 1	RS422/RS232	Comunicación con PC de Servicio y Mantenimiento
COM 2	RS422/RS232	Comunicación con equipos externos
COM 3	RS422/RS232	Comunicación con equipos externos
LAN	TCP/IP	Comunicación remota y/o con PC de Servicio y Mantenimiento
CAN Bus	Sentencias propietario	Comunicación con otras TC3 y módulos radar

Tabla 4.2. [10]

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

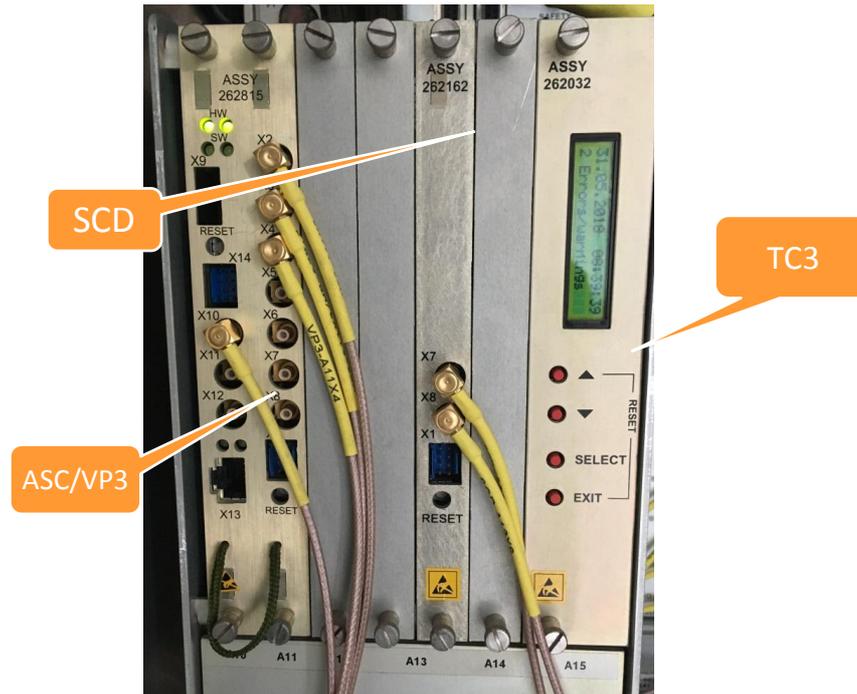


Figura 10. Módulo Procesador (ASC/VP3 - SCD – TC3). [Fuente: elaboración propia]

La placa madre o placa base consiste en un módulo que conecta los diferentes interfaces internos y externos, el bus de comunicación y el microprocesador, y tiene como funciones el reparto de las tensiones de alimentación, la interconexión y la sincronización del sistema, la generación de la señal de reloj, las señales de disparo “Trigger”, el tratamiento de la señal de azimuth recibida del encoder en la unidad de antena, etc. En la parte frontal de la “MotherBoard and Power Assembly (MPA) se encuentra los interfaces, en un total de seis, para la conexión de las tarjetas procesadores, los indicadores de estado y referencias de tensiones, los interfaces para las unidades externas del equipo; receptor, modulador, ACU (Unidad de Control de Antena), ventilación y módulo RSD

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

(Repartidor Distribuidor de señal). En su parte inferior se encuentran los interfaces para la comunicación entre transceptores, interruptor de seguridad, puerto COM para el PC de servicio y mantenimiento, puerto LAN para control remoto, y el interface de entrada de la señal azimuth.

El módulo RSD (Radar Signal Distribution) que está conectado a la "MotherBoard" proporciona la interfaz entre el transceptor SCANTER 2001 con el sistema de presentación radar u otro transceptor SCANTER 2001. La unidad RSD entrega hasta cuatro canales de video analógico y de sincronización (azimuth, trigger...), y tres canales digitales de vídeo combinado. Además, también tiene un puerto de entrada digital y analógica de vídeo. Los 48 voltios (Vcc) que alimentan al módulo RSD pueden ser suministrados tanto por la fuente de alimentación del equipo radar que lo aloja como por la fuente de otro transceptor.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

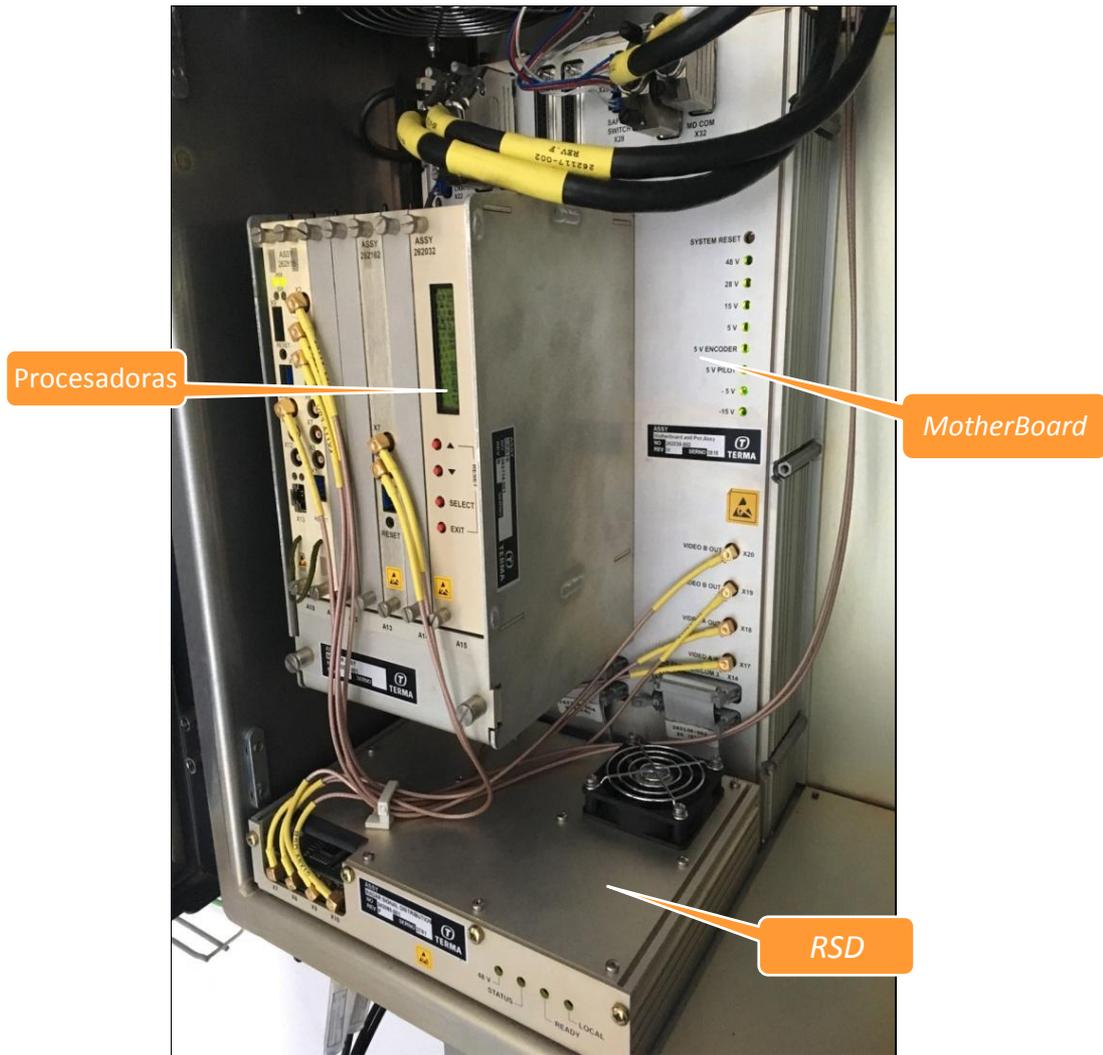


Figura 11. Módulos MotherBoard, RSD y Procesadoras. [Fuente: elaboración propia]

TERMA oferta diferentes tipos de antenas radar dependiendo de su polarización (circular u horizontal) y de su dimensión (18 ó 21 pies). La polarización circular (el campo eléctrico gira con el tiempo a un ritmo constante en un plano perpendicular a la dirección de la onda) proporciona una cancelación eficiente de la retrodispersión de la precipitación, por lo que es óptima para zonas con altos índices

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

de precipitación ya que, dadas sus características, las gotas de agua (lluvia, niebla . . .) devuelven una onda circular en sentido contrario a la incidente y al llegar a la antena éstas quedan anuladas (cros polarización). Para zonas o regiones como Canarias con pocas lluvias no es necesaria una antena de polarización circular (de mayor coste), por lo que la antena elegida puede ser un elemento radiante de 18' de polarización horizontal en donde el campo eléctrico de la onda es paralela a la tierra (vector campo eléctrico horizontal al plano tierra). La unidad de antena está formada por cuatro partes fundamentales; el elemento radiante, el motor de antena, caja reductora y encoder.

El elemento radiante o escanner es una estructura de aluminio cubierta por una protección (radomo) que rota 360 grados por la fuerza de un motor eléctrico asíncrono trifásico de 2.2 KW y 1000 r.p.m. a 50 Hz. El elemento encoder nos permite posicionar la dirección de la antena referenciada sobre una determinada demora. La señal de azimuth entregada por el encoder al sistema radar consta de un pulso por rotación de antena denominado ARP (Antenna Rotation Pulse) que nos informa del comienzo de la rotación y de 8192 pulsos ACPs (Antenna Count Pulses) que nos indica la dirección de transmisión (0,0439 grados por pulso ACP). La señal de azimuth es entregada a la "motherboard" del equipo.

Para el control de la velocidad rotacional del motor de corriente alterna (AC) de la antena, TERMA nos recomienda la instalación externa de una ACU (Antenna Commutation Unit), que no es más que un convertidor de frecuencia de la

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

alimentación suministrada al motor para variar su velocidad de rotación. El variador de frecuencia es de la marca ABB modelo ACS550.



Figura 12. Variador de frecuencia ABB modelo ACS55. [Fuente: elaboración propia]

Un importante elemento a considerar en el sistema radar SCANTER 2001 es su posibilidad de gestión del mismo para la monitorización, configuración y supervisión del equipo. Como ya habíamos comentado dicha función la realiza el módulo TC3, pero dado que es poco manejable para el usuario, TERMA tiene un desarrollo de interfaz gráfico llamado RTCM (Remote Transceiver Control & Monitoring). Esta aplicación para windows se instala sobre un PC (Service Display). Con este software podremos también monitorizar la imagen radar. Para ello el

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

equipo Service Display está dotado de una tarjeta PCI interface con entrada para las tres señales principales que envía el sensor a los sistemas de presentación; vídeo, trigger y azimuth (figura 12).

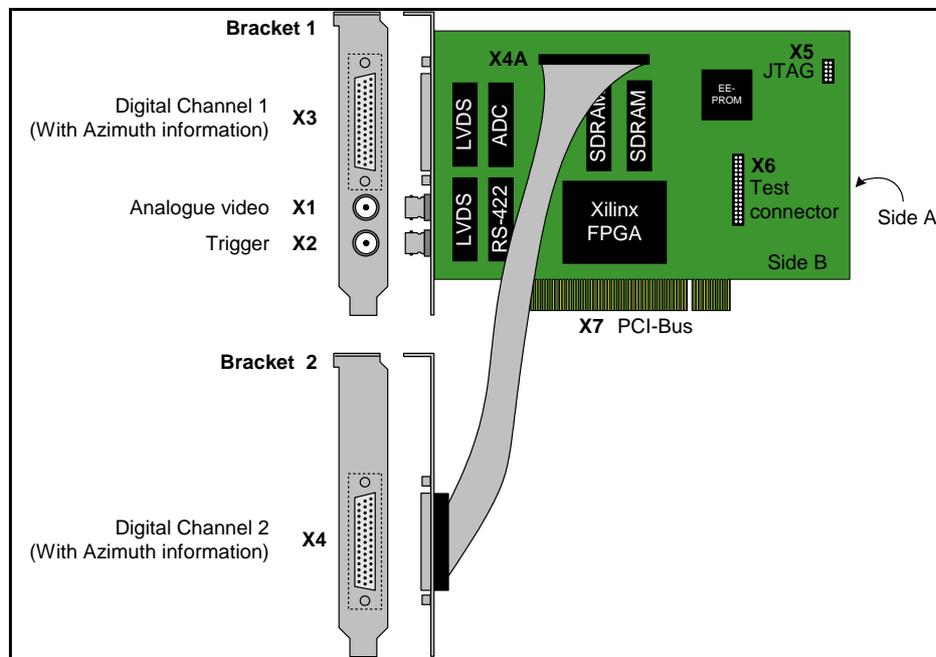


Figura 13. Radar PC interface. [10]

La comunicación del RTCM con la tarjeta TC3 se puede llevar a cabo por LAN o por puerto serie RS232. El sistema permite un RTCM server y varios RTCM clientes para el control remoto del sensor radar, como por ejemplo, desde el sistema de presentación radar del VTS. Además de los protocolos estándar seriales y TCP/IP, TERMA utiliza un protocolo propietario para la comunicación con su sistema.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

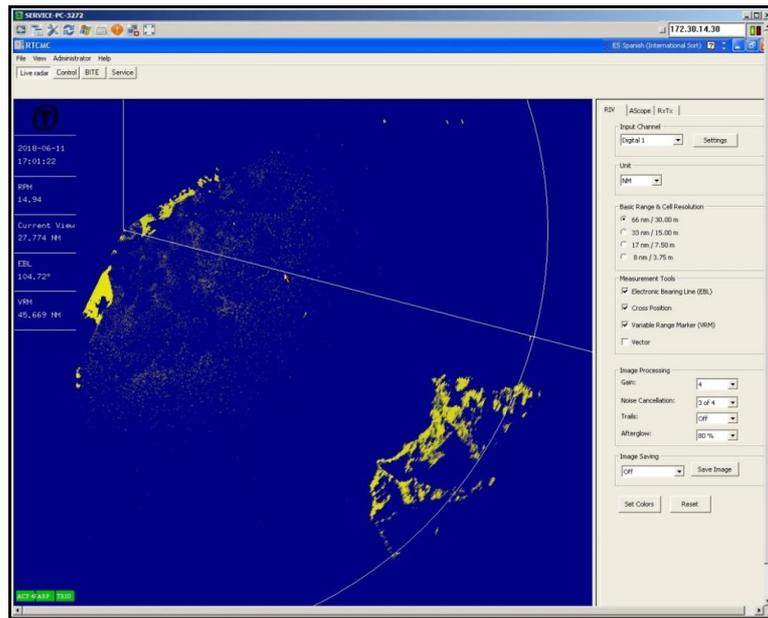


Figura 14. Software RTCM – imagen radar. [Fuente: elaboración propia]

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

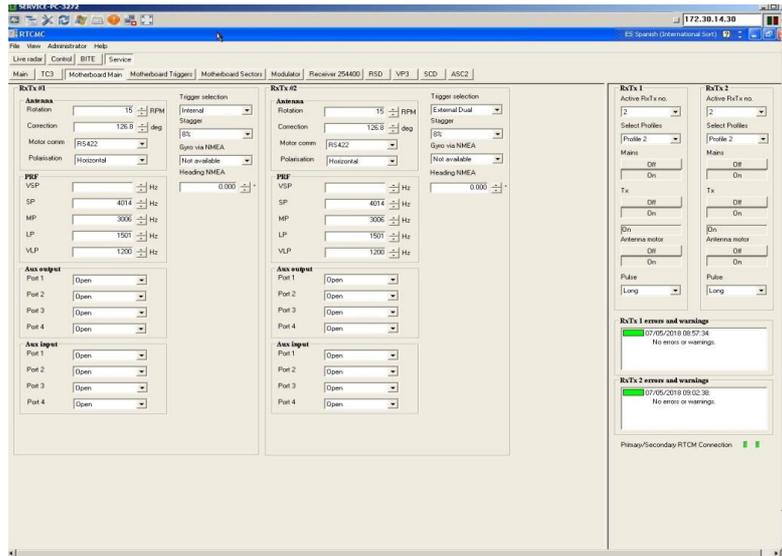


Figura 15. Software RTCM – configuración. [Fuente: elaboración propia]

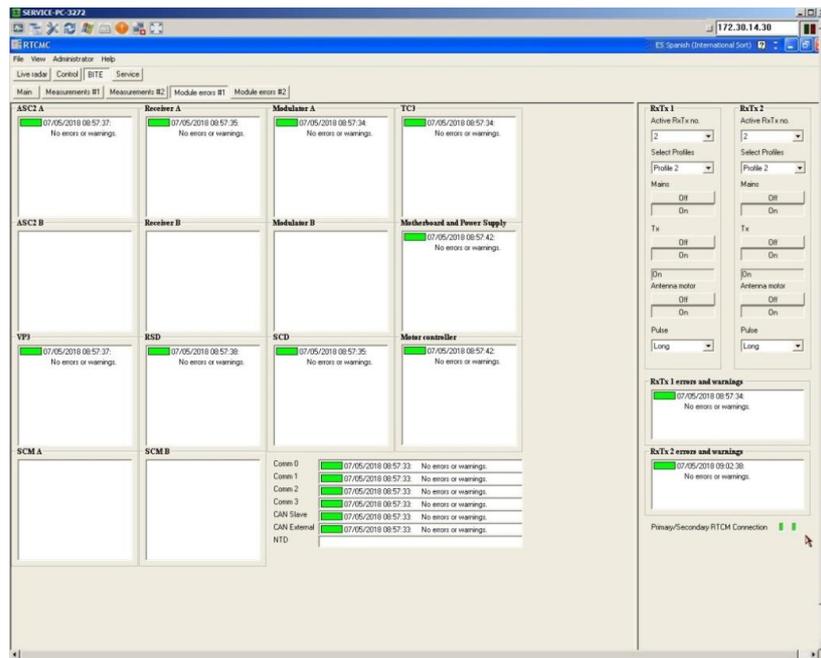


Figura 16. Software RTCM – BITE mantenimiento. [Fuente: elaboración propia]

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEAmkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

4.3 Diagrama distribución de señales. Índice y tablas de cables.

El proveedor TERMA facilita a su instalador autorizado toda la información necesaria en forma de diagramas generales de interconexión tanto externo como externo para la instalación y configuración hardware seleccionada del proyecto como se puede apreciar en las figura 17 y 18, así como tablas de interconexión de cables y mazos de cables con sus correspondientes asignaciones de pines. En este proyecto detallamos dos tablas para la interconexión de TX/RX 1 y TX/RX2. En la tabla 4.3 **índice de cables**, es la tabla donde se indica el tipo de señal o servicio, y la codificación indicada con “Nº CABLE” (ejemplo W16B), identificado con una W seguido de dos dígitos y, en su caso, seguido de una letra, no pudiendo existir dos códigos (números de cables) iguales. En las tablas 4.4 (se adjuntan unas pocas tablas como ejemplos), se indica más detallado el origen y destino del cable, el tipo de conductor, el tipo de conector y su asignación de pines en ambos extremos de los cables. En el campo “referencia de cable” se asigna el código de los cables que coincide con el código de la tabla índice de cables. En dicha tabla y dada la cantidad de cables que lleva el sistema, sólo se pone, a modo de ejemplo, algunos de ellos. Esta identificación tan minuciosa resultaría muy útil tanto para el mantenimiento como para su sustitución en el momento de solicitar un nuevo cable al fabricante.

La configuración software del sistema suele realizarse habitualmente por el proveedor TERMA dada la complejidad técnica y permisos de administrador necesarios. El ingeniero responsable del proyecto de integración del sistema radar

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

en el VTS debe de tener en cuenta esta asistencia técnica, que puede llevarse a cabo en remoto o en local.

Una vez configurado todo el sistema se realiza un “backup” para posteriores acciones de mantenimiento.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

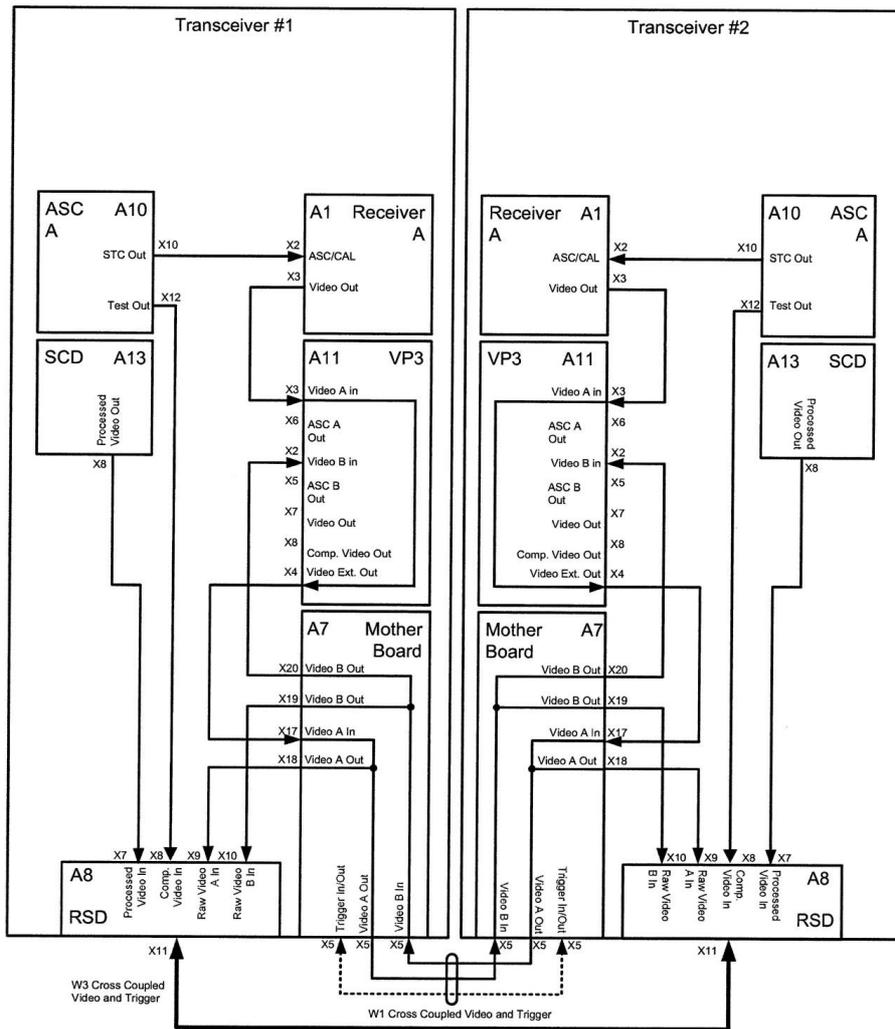


Figura 18. Diagrama de interconexión interna configuración FD. [10]

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
 UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

INDICE DE CABLES	
Número de cable	Tipo de señal
W1	Crossed video & trigger between RxTx #1 & RxTx #2 (MB)
W2	Internal communication between RxTx #1 & RxTx #2 (Com 0)
W3	Crossed video & trigger between RxTx #1 & RxTx #2 (RSD)
W4	Crossed digital video between RxTx #1 & RxTx #2 (RSD)
W5	Single phase mains power to transceiver #1
W6	Single phase mains power to transceiver #2
W7	Serial communication RS232 between RxTx #1 and Service Display(Com1)
W8	Azimuth from RxTx #1 to Service Display
W8B	Azimuth and Digital Video from RxTx #1 to Service Display
W8C	Azimuth and Digital Video from RxTx #2 to Service Display
W9	Analogue Video from RxTx #1 to Service Display
W10	Trigger from RxTx #1 to Service Display
W11	Wave-guide switch signal from RxTx #1
W12	Wave-guide switch signal from RxTx #2
W13	3 phase mains to RxTx#1
W14	3 Phase Antenna power from RxTx #1 (to Antenna) 1.5mm ²
W15	Motor protection
W16	Azimuth from Antenna to RxTx #1
W16B	Azimuth from Antenna to RxTx #2 (Antenna with 1 encoder)
W16C	Azimuth from Antenna to RxTx #2 (Antenna with 2 encoders)
W17	Safety loop to external Safety Switch (Single systems only)
W17B	Safety loop to external Safety Switch (Dual systems only)
W18	Internal Safety loop and RS485 communication (Dual Systemsonly)
W19	3 Phase Antenna power from RxTx #1 to Safety Switch 1.5mm ²
W20	3 Phase Antenna power from Safety Switch to Antenna 1.5mm ²
W21	230 V mains to Service Display (Display)
W22	230 V mains to Service Display (PC)
W23	Azimuth from RxTx #2 to external equipment
W24	Analogue Video from RxTx #2 to external equipment
W25	Trigger from RxTx #2 to external equipment
W26	RS232 communication from RxTx #1 to external equipment (COM 2)
W27	RS485 communication from RxTx #1 to external ACU
W28	Analogue Video 2 from RxTx #1 to external equipment
W29	Trigger 2 from RxTx #1 to external equipment
W30	Azimuth 2 from RxTx #1 to external equipment
W31	Digital Video 2 from RxTx #1 to external equipment
W32	Mains power supply to external ACU
W33	3 Phase Antenna power from external ACU to Safety Switch 1.5mm ²
W34	3 Phase Antenna power from Safety Switch to Antenna 2.5mm ²
W35	Mains power supply to external ACU 2.5mm ²
W36	3 Phase Antenna power from external ACU to Safety Switch 2.5mm ²

Tabla 4.3. [10]

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.

La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

TABLAS DE CABLES					
INSTALLATION CABLING					
Cable Ref. Des: W8B	Part No: 262211-001, -002 and -003 (Diff. lengths)		Cable Type: 15 x 2 x AWG24 + Shield		
Cable Note: Azimuth and Digital Video from RxTx #1 to Service Display					
Cable Termination End			Cable Destination End		
Unit Name: RxTx #1			Unit Name: Service Display		
Connector Ref. Des: X16 and X21			Connector Ref. Des: X3		
Connector Type: D9P and D25P (Cable is split in two as described on 262211 PD)			Connector Type: D-SUB 44-HD P (Solder PN 255027-008) (Crimp PN 235898-007 + 44* PN 235898-100)		
Accessories:			Accessories: Housing PN 212654-143		
Wire		Termination End Terminal	Destination End Terminal	Wire Function	
Identification	Note				
BROWN RED	PAIR	D9P – 1 D9P – 2	18 3	ACP+ ACP-	
GREEN RED	PAIR	D9P – 3 D9P – 4	17 2	ARP + ARP-	
ORANGE RED	PAIR	D25P – 1 D9P – 7	34 33	GND GND	
RED GREY	PAIR	D25P – 13 D25P – 25	4 19	BIT 11- BIT 11+	Retiming bit 1
WHITE ORANGE	PAIR	D25P – 12 D25P – 24	5 20	BIT 10- BIT 10+	Retiming bit 0
WHITE GREEN	PAIR	D25P – 11 D25P – 23	6 21	BIT 9- BIT 9+	Data Enable
RED BLUE	PAIR	D25P – 10 D25P – 22	7 22	BIT 8- BIT 8+	Clock
WHITE BLUE	PAIR	D25P – 9 D25P – 21	8 23	BIT 7- BIT 7+	Video bit 7
BLACK BLUE	PAIR	D25P – 8 D25P – 20	9 24	BIT 6- BIT 6+	Video bit 6
WHITE BROWN	PAIR	D25P – 7 D25P – 19	10 25	BIT 5- BIT 5+	Video bit 5
WHITE GREY	PAIR	D25P – 6 D25P – 18	11 26	BIT 4- BIT 4+	Video bit 4
BLACK GREY	PAIR	D25P – 5 D25P – 17	12 27	BIT 3- BIT 3+	Video bit 3
BLACK ORANGE	PAIR	D25P – 4 D25P – 16	13 28	BIT 2- BIT 2+	Video bit 2
BLACK BROWN	PAIR	D25P – 3 D25P – 15	14 29	BIT 1- BIT 1+	Video bit 1
BLACK GREEN	PAIR	D25P – 2 D25P – 14	15 30	BIT 0- BIT 0+	Video bit 0
		D9P – SHELL D25P – SHELL	SHELL SHELL	SHIELD SHIELD	

Tabla 4.4a Codificación del cableado de conexión. [10]

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

INSTALLATION CABLING				
Cable Ref. Des: W16	Part No: 245183-004	Cable Type: 4 x 2 x AWG22 + Shield		
Cable Note: Azimuth from Antenna to RxTx #1				
Cable Termination End			Cable Destination End	
Unit Name: RxTx #1			Unit Name: Antenna	
Connector Ref. Des: X6			Connector Ref. Des: TB1	
Connector Type: DB15P			Connector Type: Terminal Board	
Accessories:			Accessories:	
Wire		Termination End Terminal	Destination End Terminal	Wire Function
Identification	Note			
YELLOW GREEN	PAIR	6 13	TB1 - 1 TB1 - 2	ACP+ (Phase 2) ACP - (Phase 2)
PINK GREY	PAIR	7 14	TB1 - 3 TB1 - 4	ARP + ARP -
WHITE BROWN	PAIR	5 12	TB1 - 5 TB1 - 6	+ 5 V G N D
RED BLUE	PAIR	8 15	TB1 - 17 TB1 - 18	ACP+ (Phase 1) ACP - (Phase 1)
SHIELD		SHELL	SHELL	SHIELD

Tabla 4.4b. Codificación del cableado de conexión. [10]

INSTALLATION CABLING				
Cable Ref. Des: W24	Part No:	Cable Type: Coax		
Cable Note: Analogue Video from RxTx #2 to external equipment				
Cable Termination End			Cable Destination End	
Unit Name: RxTx #2			Unit Name: external equipment	
Connector Ref. Des: X29			Connector Ref. Des:	
Connector Type: BNC - 75 ohm			Connector Type: BNC - 75 ohm	
Accessories:			Accessories:	
Wire		Termination End Terminal	Destination End Terminal	Wire Function
Identification	Note			
		COAX	COAX	Video

Tabla 4.4c. Codificación del cableado de conexión. [10]

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

INSTALLATION CABLING				
Cable Ref. Des: W26		Part No:		Cable Type: 4 x 2 x AWG22 + Shield
Cable Note: RS232 communication from RxTx #1 to external equipment (COM 2)				
Cable Termination End			Cable Destination End	
Unit Name: RxTx #1			Unit Name: external equipment	
Connector Ref. Des: X9			Connector Ref. Des:	
Connector Type: D9S			Connector Type: : D9S	
Accessories:			Accessories:	
Wire		Termination End Terminal	Destination End Terminal	Wire Function
Identification	Note			
YELLOW	TX-DATA	2		RX-DATA
PINK	RX-DATA	3		TX-DATA
BROWN	GND	5		GND
		SHELL	SHELL	SHIELD

Tabla 4.4d. Codificación del cableado de conexión. [10]

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

4.1 Integración con el sistema de Presentación Radar.

En nuestro proyecto de un sistema radar en configuración FD tanto el transceptor radar 1 como el transceptor radar 2 entregarán las tres señales principales radar (video, trigger y azimuth) a través de su interface RSD (Radar Signal Distribution) a las unidades exteriores, concretamente a los extractores radar del sistema de presentación del VTS, al equipo PC de configuración y mantenimiento RTCM y entre ambos transceptores.

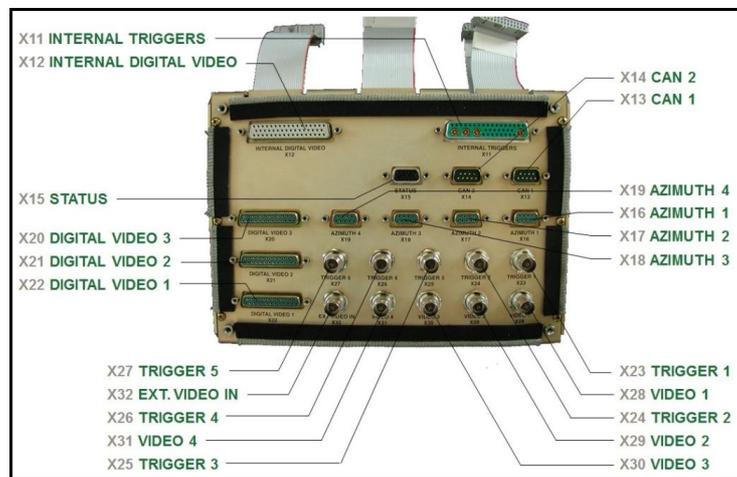


Figura 16. Módulo RSD – distribución de señal. [10]

Como para nuestro proyecto vamos a utilizar un único extractor radar, cablearemos y configuraremos el sistema mediante la herramienta RTCM para que el equipo extractor radar reciba las señales a través de los puertos X16, X24 y X28. El equipo “Service Display RTCM” recibirá las señales de los puertos X17, X22, X23 y X29. Los puertos X12 y X11 son para comunicación entre transceptores.

Las tres principales señales radar que entrega la RSD tienen los siguientes parámetros:

Trigger	
PRF	Máximo de 6 KHz
Amplitud	5 voltios
Polaridad	positivo
Impedancia	75 ohmios
Ancho del pulso	100 ns
Video	
Amplitud	5 voltios
Polaridad	positivo
Impedancia	75 ohmios
Ancho del pulso	100 ns
Azimuth	
Interface	RS422 balanced line
ACP	8192 pulsos por revolución
ARP	1 pulso por revolución
Duración del pulso	1 ms
RPM max.	60 rpm

Tabla 4.3. [10]

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

Capítulo 5

Sistema de Presentación

Radar VTS

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

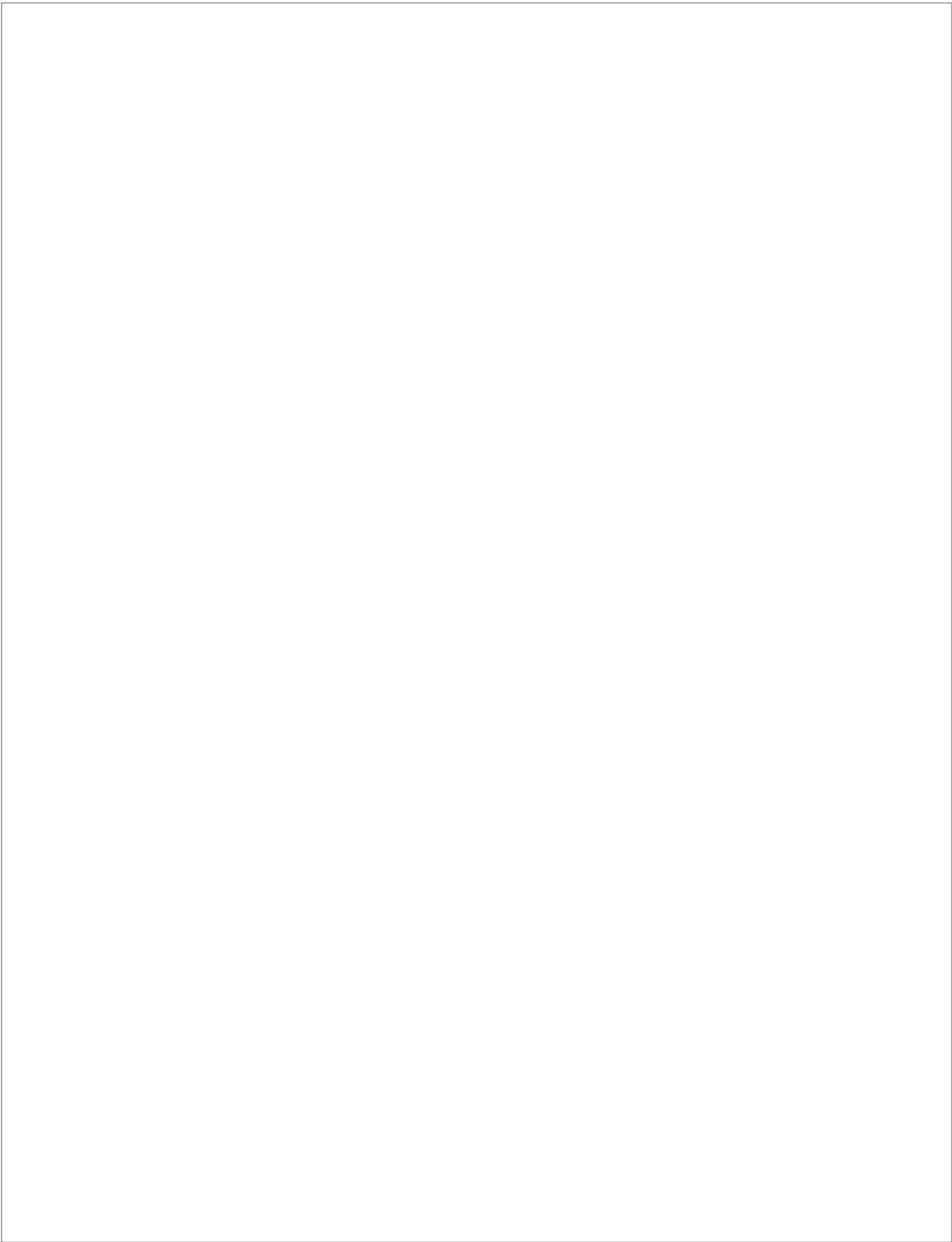
Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06



Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

5.1 Arquitectura general VTS Kongsberg Norcontrol IT.

La experiencia de la empresa Noruega Kongsberg Norcontrol System en el área de la tecnología VTMISS (Vessel Traffic Management and Information System”) comienza a finales de la década de 1960 y principios de la década de 1970 gracias a su desarrollo en sistemas de electrónica naval para la prevención de colisiones de buques **radar ARPA** (Automatic **Radar** Plotting Aid), de sus sistemas de extracción radar y de la tecnología de pantallas radar con consolas de operador (operator panel). A mediados de los años setenta, Kongsberg Norcontrol Systems centró su área comercial en radares para vigilancia portuaria, costera y de alta mar, realizando diversas investigaciones y estudios en distintos países para responder a las necesidades actuales y futuras de autoridades portuarias, servicios de guardacostas y de compañías relacionadas con la industria OffShore. A partir de estos estudios, Kongsberg Norcontrol diseñó un VTMISS con la finalidad de ajustarse a las necesidades presentes y futuras de sus clientes. Basándose en dichos estudios y en su experiencia marítima, Kongsberg Norcontrol Systems creó un departamento específico para VTMISS en 1978. Instaló sus dos primeros sistemas VTMISS en la Autoridad Portuaria de Tees&Hartlepool en Inglaterra y en British Petroleum (BP) para sus plataformas del mar del norte en 1979. A partir de entonces Kongsberg Norcontrol Systems no ha parado su crecimiento comercial y actualmente podemos decir que es líder en el mercado mundial de VTMISS.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

Norcontrol IT, como tal, nació el 5 de junio de 2000 tras la fusión entre Kongsberg Norcontrol Systems y Control IT. Kongsberg Norcontrol Systems se trajo a la compañía recientemente fusionada más de un centenar de instalaciones de VTMISS integradas en todo el mundo y una alta experiencia como desarrollador, fabricante y proveedor global de soluciones VTMISS. La empresa Control IT aportó su prestigio y experiencia en el campo de las tecnologías de la información (IT-Information technology) y en el desarrollo de software de bases de datos como experiencia para el desarrollo de potentes herramientas informáticas de aplicaciones marítimas.

En noviembre de 2005, Kongsberg Defence & Aerospace (KDA) adquirió el 100% de la empresa Norcontrol IT integrándose ésta en una división independiente (Land Systems & Surveillance), cuyo objetivo principal es proporcionar sistemas de vigilancia marítimos y terrestres para todo tipo de instalaciones tanto civiles como militares. [11]

El Subsistema de Presentación, Gestión y Supervisión de Sensores de este proyecto está basado en el Sistema de Supervisión e Información de Tráfico Marítimo VTMISS060. Consiste en un sistema de arquitectura abierta desarrollado por Kongsberg Norcontrol IT para cubrir los requerimientos más exigentes del mercado para la implementación en los STM. El diseño emplea una variedad de módulos de software y hardware de aplicación específica para adquirir, integrar, evaluar y presentar la información proveniente de los diversos sensores, de una

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

manera tal, que provee a los operadores de VTS de una detallada representación de la situación del tráfico de embarcaciones, cualquiera que sea la necesidad, bien sea la vigilancia de extensas áreas costeras, grandes o pequeños puertos, o diferentes instalaciones de costa. El propósito de cualquier Sistema de Supervisión e Información de Tráfico Marítimo (VTMIS) es proveer al operador con una clara y concisa representación en tiempo real de los movimientos e interacciones de los buques dentro del área bajo vigilancia. La información suministrada por el VTMIS permitirá al operador de VTS, por tanto, ejecutar las siguientes principales tareas:

- Supervisar y controlar el tráfico marítimo en el área.
- Incrementar la seguridad de vidas y propiedades.
- Proteger el medio ambiente.
- Incrementar la eficiencia en las maniobras de buques y en la utilización de los recursos portuarios.
- Distribuir información relacionada con el tráfico marítimo a las embarcaciones, servicios portuarios, y otras entidades asociadas con la administración del puerto, región costera, o área de instalaciones "OffShore".
- Proveer asistencia en actividades de búsqueda y salvamento.
- Registrar la información relacionada con el tráfico marítimo para finalidades administrativas, para análisis y planificación de incidentes.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

La arquitectura técnica del sistema de presentación radar VTMISS060 diseñada para el cumplimiento de las funcionalidades operativas descritas tendrá el siguiente equipamiento mínimo:

- Un extractor radar VET5070 (extractor de vídeo y seguimiento).
- Dos servidores WIS5060 (servidor de integración y alertas)
- Un servidor VLR5070 (servidor de grabación y reproducción de escenarios radar)
- Tres estaciones de trabajo VOC5060 (puestos de operador).

Cada uno de estos equipos cumple con una función determinada en el diseño del VTMISS. El nombre designado a cada máquina hardware corresponde con la licencia software de Norcontrol IT que “corre” en ellas para el tratamiento de la información del sistema VTMISS. Todos los equipos se conectan a través de una red de área local Ethernet de topología en estrella con protocolo de transporte y direccionamiento TCP/IP. Dependiendo del número de equipos y amplitud de la red, la comunicación entre ellos se puede configurar en modo “Broadcast”, que es el método por el cual se envía un paquete de datos de un “host” (máquina) a todos los “hosts” de la red, o en modo “Unicast”, que es el método por el cual se envía un paquete de un “host” individual a otro “host” individual. En el modo Unicast los paquetes de datos utilizan la dirección “host” de destino y sí pueden enrutarse a otras redes (los paquetes “broadcast” no pueden enrutarse). Este último modo (Unicast) se configura preferentemente para redes VTMISS con interconectividad

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

mediante acceso a internet, redes con diferentes “dominios”, o redes con limitado ancho de banda.

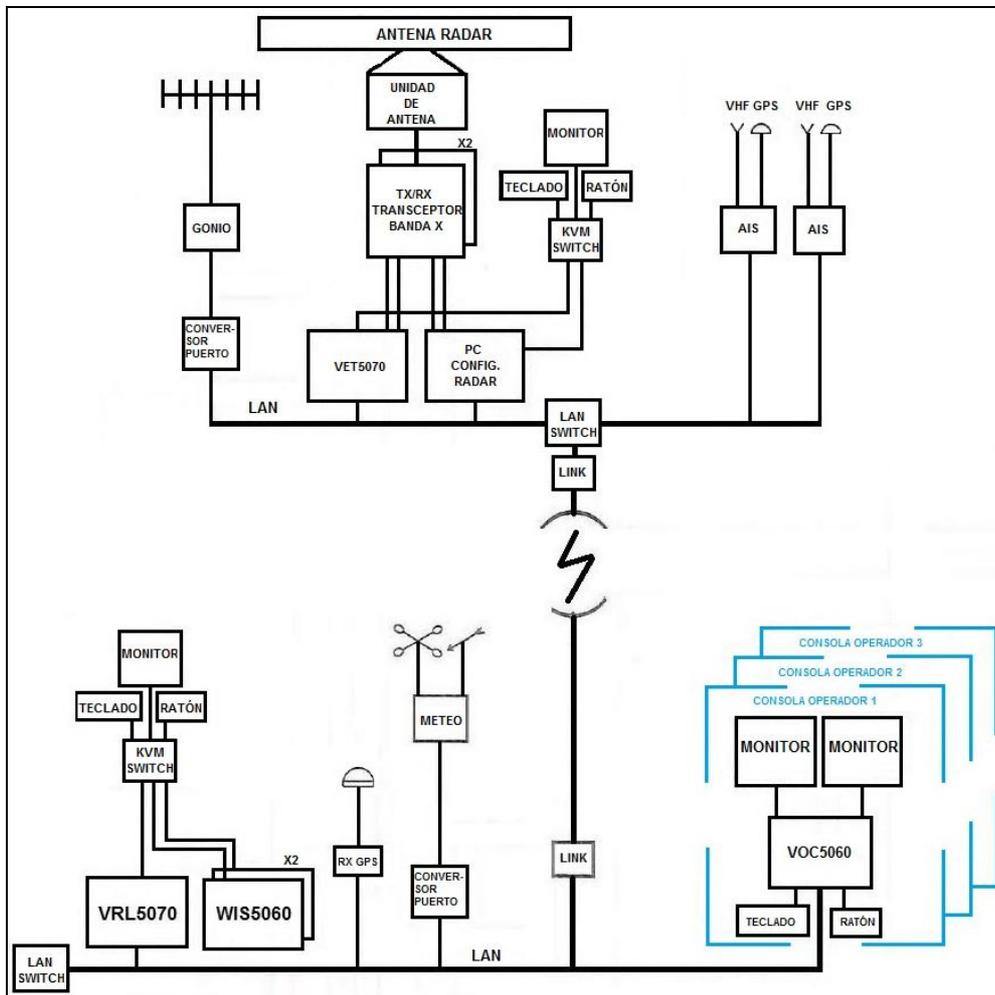


Figura 17. Arquitectura general de un VTMS de norcontrol IT. [Fuente: elaboración propia]

En la figura 17 se muestra la arquitectura de un VTMS con el equipamiento básico del sistema de presentación radar de nuestro proyecto, y con un ejemplo de diferentes tipos de sensores; sensor de radiogoniometría, transceptores AIS

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

(Automatic Identification System), sensor radar, y sensor meteorológico. Los diferentes equipos se conectan mediante puerto Ethernet a la LAN (Local Area Network) del VTMS. Los sensores instalados en ubicaciones remotas se integran en la red del VTMS mediante cualquier tipo de enlace (radioenlace, enlace por cable . . .). Los sensores que utilizan otro tipo de puerto distinto a Ethernet como el puerto serie tienen que conectarse a la LAN mediante el correspondiente conversor de medios. Para la integración de los sensores radiogoniómetros y estaciones meteorológicas en el sistema de presentación radar podemos utilizar, como ejemplo, conversores de medios como los de la marca Moxa (NPort 5150) que nos permitiría el envío y recepción de datos a través del protocolo de comunicaciones TCP/IP. Sus principales características para utilizarlo como conversor de medios son:

- Pequeño tamaño y fácil instalación.
- Dispone de un Puerto COM y un Puerto de Red ethernet.
- Soporta comunicaciones Serie RS-232, RS-422, RS-485-4W y RS-485-2W.
- Soporta Protocolos de red: ICMP, IP, TCP, UDP, DHCP, BOOTP, Telnet, DNS, SNMP, HTTP, SMTP.
- Opciones de configuración: Web Console, Serial Console, Telnet Console.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06



Figura 18. Conversor de medios Nport5150. [Fuente: elaboración propia].

Todos los sensores conectados a la red VT MIS entregarán sus tramas de datos. Los protocolos de comunicaciones de estos sensores son reconocidos por el equipo servidor WIS5060, que tiene instalados los “servicios” para la captura y procesamiento de dichas tramas. El servicio en el sistema operativo Windows no es más que un programa o aplicación en ejecución en segundo plano, el usuario no interviene, ni tiene capacidad de interacción, a diferencia de los procesos o aplicaciones informáticas. Una vez procesados los datos de estos diferentes sensores (AIS, meteorología, radiogoniometría . . .) mediante un grupo de módulos de programas servidores y clientes distribuidos entre los servidores WIS y los puestos de operador VOC se presentan y visualizan estos datos al operador VTS.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

5.2 Extractor radar VET5070 (VTS Extractor and Tracker).

El extractor radar es un equipo PC Industrial suministrado por Norcontrol IT que tiene como misión principal la extracción y seguimiento (“Vessel Extractor and Tracker”) de los datos radar para su procesamiento digital con la información de vídeo y posicionamiento de todos los blancos. Consiste en un sistema integrado de hardware y software que recibe y procesa las señales de vídeo, trigger y azimuth del sensor radar realizando una detección y seguimiento (tracking) de todos los blancos deseados y procesando digitalmente las mismas (trazas) con información añadida, como sus parámetros de localización tanto en demora como en distancia, además de su velocidad y aceleración. También elimina y reduce el ruido o video no deseado. Todas las trazas de blancos detectadas tras el proceso de seguimiento son exportadas a una primera tabla de registro PTT (Primary Target Table) para ser enviadas a los correspondientes servidores WIS (Warning and Integration Service) del sistema de presentación radar.

El equipo PC VET5070 de Norcontrol IT es un equipo generalmente del fabricante HP que nos entrega el proveedor Norcontrol IT ya ensamblado y con posibilidad de montaje sobre un rack de equipos de 19 pulgadas. Este PC se ubica en la estación donde esté localizado el transceptor radar. Tiene insertadas dos tarjetas bus ISA específicas para el tratamiento de la señal radar; la denominada “Radar Interface and Filtering (RIF)” y la tarjeta “Scan Buffer (SB)” (figura 19).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

La tarjeta Radar Interface and Filtering (RIF) hace de interface entre los sensores radar y el VET5070. A la tarjeta RIF le llegan las señales de sincronización y video analógico de los dos transceptores de radar y las señales de azimuth de la antena.

La tarjeta RIF realiza una digitalización del video, para llevar a cabo posteriormente un filtrado CFAR (“Constant False Alarm Rat”) de estas señales digitales para eliminar el ruido. Mediante complejos algoritmos el filtrado CFAR determina el umbral de potencia por encima del cual se puede considerar que cualquier eco es altamente probable que sea un objetivo y cuales son ecos no deseados.

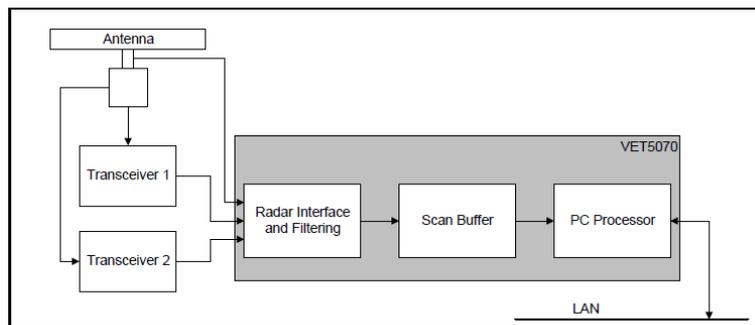


Figura 19. Radar Interface and Filtering (RIF). [12]

La tarjeta Scan Buffer (SB) recibe la señal de video digitalizado de la tarjeta RIF y reduce la cantidad de datos que se procesarán en las siguientes etapas mediante un proceso de correlación de escaneo, que compara el nivel de video en escaneos consecutivos y elimina las señales que no tienen correlación (excepto las señales muy fuertes).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

El componente principal de la placa SB es un buffer de 32 Mbyte, que se usa para almacenar las muestras digitales para una exploración completa mientras está esperando a ser procesada. Con la función de correlación de escaneo a escaneo reducimos la cantidad de elementos de video a procesar, el clutter y las interferencias.

Los ecos de video generados por la tarjeta Buffer son procesados para obtener un "track" (ecos correlacionados en rango y en azimuth). Cada "track" es sometido a un proceso de seguimiento (tracking) formando tramas de video digitales para su transmisión a través de la LAN del VTMS al correspondiente puesto de operador (VOC5060).

El equipo de hardware es un PC industrial (véase la figura 20) que trabaja bajo el sistema operativo Microsoft Windows (o Linux, según criterios de instalación). El software VET5070 se implementa como una aplicación de Windows, que se inicia automáticamente cuando se reinicia el equipo PC. La aplicación VET5070 se está comunicando continuamente con los módulos RIF y SB utilizando un controlador de acceso a memoria llamado WinRT, que permite una transferencia de datos de escritura y lectura a la memoria del PC sin pasar por la CPU.

Mediante el software VET5070 configuramos multitud de parámetros; máscaras de tierra, para indicar al sistema que descarte el procesamiento de todos los ecos procedentes de los rebotes de costa, configuramos las zonas de sombra, las áreas de adquisición automática de tracking, Nav aids (Ayudas a la navegación), posición de antena radar, etc . . .

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06



Figura 20. PC Industrial – VET5070. [Fuente: elaboración propia]

5.3 Servidor WIS5060 (Warning and Integration Server).

Los servidores WIS5060 (Warning and Integration Server) son los responsables de recopilar toda la información de tracking de los blancos provenientes de todos los sensores radar y de los transpondedores AIS del VTS (Vessel Traffic Management & Information System). Su función principal es la correlación de la información de varias fuentes para formar un único resultado, entregando una imagen íntegra a la red. Cuando un blanco es trackeado por más de un extractor radar el proceso de integración asegura que sólo se le presentará un único blanco al operador del VTS. El WIS5060 se encarga de examinar los blancos bajo un conjunto de criterios y de emitir alarmas cuando alguno de estos criterios en específico haya sido alterado. Podemos afirmar que el WIS5060 es el administrador central dentro del sistema VTMS y proporciona una interfaz entre los radares, los transpondedores AIS, otros tipos de sensores y el operador del VTS.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

El servidor de integración y alarma WIS5060 captura, por tanto, las tramas de blancos de todos los equipos VET del sistema, y combina y distribuye esta información en un resultado integrado. Esto significa que si un blanco es traqueado por más de un extractor radar, la información de múltiples VETs se fusionará como un blanco (trama) integrada (ITARG). Todos los ITARG se recopilan en una segunda Tabla de blancos Integrados (Integrated Target Table - ITT). La ITT se distribuye periódicamente a la red del sistema para actualizar a todos los equipos que demandan esta información (preferentemente los puestos de operador). El WIS5060 está comprobando cada ITARG en el ITT contra un conjunto específico de reglas y normas procedentes de los puestos de operador. Cualquier violación por parte de los ITARG de estas reglas es transmitida a la red y procesada por el WIS5060 mostrando la consiguiente alarma.

Tanto la integración (ITT) como el control de la violación de reglas son procesos separados que lleva a cabo el software del WIS5060.

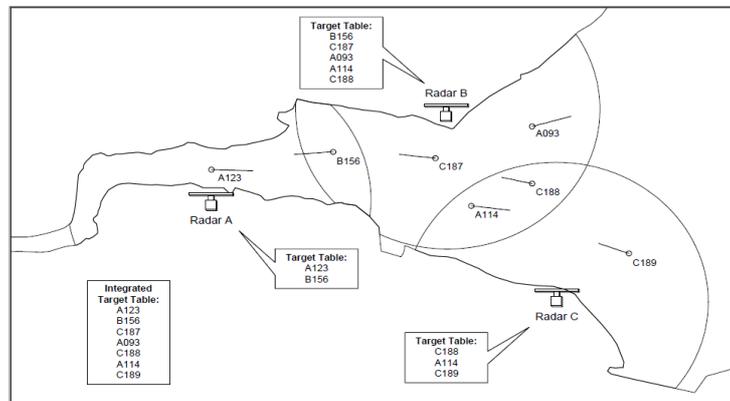


Figura 21. Tabla de blancos Integrados (Integrated Target Table – ITT). [12]

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

Otra importante función que realiza el WIS5060 es la supervisión de todo el sistema. Se mantiene una completa monitorización y sincronización del tiempo de todos los equipos que forman parte del VTMISS y cualquier anomalía detectada es presentada al operador.

Dada la importancia de este equipo, normalmente se instalan dos WIS5060 para disponer de redundancia en modo Activo/Standby. Ante cualquier fallo de la unidad activa, entraría a funcionar automáticamente la unidad en modo Standby.

El software WIS5060 de norcontrol IT corre bajo el sistema operativo Windows. Está implementado por diferentes procesos y servicios que se inician automáticamente una vez iniciado el ordenador (figura 22). Entre los más importantes podemos destacar:

- Proceso “Integrator Service”. Recibe todos los ITARG de todos los sensores y establece su propia tabla integrada (ITT) de blancos y una tabla de objetos (IOT) para su envío a la red VTMISS. Esta última tabla se está continuamente actualizando con los cambios de estado del blanco (posición, rumbo, velocidad, . . .).
- Proceso “Target Attribute Service”. Realiza el proceso de control de reglas de navegación sobre la tabla de blancos y ante cualquier vulneración de las mismas genera las correspondientes alarmas. Genera alarmas como; adquisición y pérdida de blanco, exceso velocidad del blanco, rumbo de colisión, fondeo, área restringida, desviación de ruta, etc. . .

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

- Proceso “System Monitor”. Realiza una supervisión y monitorización del sistema detectando cualquier incidencia y enviando la correspondiente alarma.
- Proceso “Transponder Client”. Registra todos los datos de los blancos, presentando el número de blancos adquiridos en la ITT y toda la información de los mismos.
- Servicio “Service Registry”. Registra todas las máquinas (hosts) que forman parte de la red VTMISS, procede a su identificación, monitoriza su estado y función, y muestra a administrador todos los procesos y servicios del sistema activos en las mismas.

Dependiendo de las diferentes versiones, el VTMISS de norcontrol IT tiene la capacidad de gestionar hasta un mínimo de 2000 blancos ITT (Integrated Target Table).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

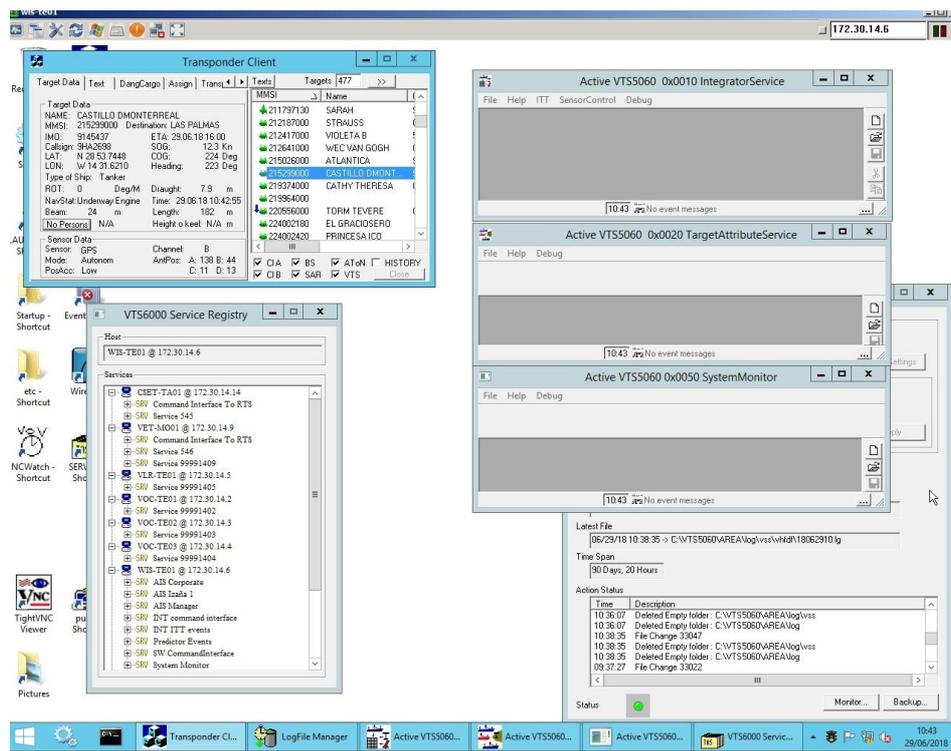


Figura 22. Procesos del WIS5060. [Fuente: elaboración propia].

El WIS5060 también tiene instalado el software servidor (el software cliente está instalado en las VOCs) de los diferentes sensores que puedan formar parte del sistema, como el control de los radares (radar control), cliente meteorológico (Met/Hyd), cliente AIS, cliente Radiogoniómetro (VHF DF Direction Finder), cliente CCTV, etc. Únicamente los fabricantes con protocolo de comunicaciones convenido con Norcontrol IT pueden integrarse en su sistema (tabla 5.1). El ingeniero del proyecto siempre tiene que tener en cuenta este condicionante.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEAmkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

Sensor radar	Sensor MET	Sensor DF	Sensor CCTV
Terma	Aanderaa	R&S	FLIR
Selesmar	Vaisala	Plath	Axis
Navico JRC	Seanmatics	Rhoteta	Microlight
Atlas Composite	Geonica	Moog (Fernau)	ONVIF
Sperry Marine Bridgemaster (BME)	Tidelan	Thales	Pelco
Ratheon	-	-	-
GEM	-	-	-

Tabla 5.1. Fabricantes con protocolo convenido con Norcontrol IT. [10]

El hardware que recomienda Norcontrol IT es del fabricante HP, por lo que podemos elegir un servidor WIS entre los diferentes modelos de la marca teniendo en cuenta coste y prestaciones y los requerimientos mínimos marcados por Norcontrol IT. Estos requerimientos son cambiantes según versiones del sistema. Un equipo perfectamente válido, como ejemplo, puede ser el HP Proliant DL360 G9 de doble disco duro de 500 GB, doble fuente alimentación, 16 GB de RAM y procesador Intel Xeon 6 Core 2.40 GHz.



Figura 23. WIS060 – HP Proliant DL360 G9. [Fuente: elaboración propia].

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

5.4 Servidor VLR5070 (VTS Logging & Replay).

El servidor VLR5070 es el equipo encargado de las grabaciones y reproducciones en tiempo real de todo el escenario radar, incluyendo, además de los datos radar, de todos los datos del resto de sensores que formen parte del sistema VTMS; datos radiogoniómetros, datos meteorológicos, datos AIS, datos CCTV. . .

El hardware recomendado por Norcontrol IT dispondrá de un mínimo de dos discos duros con gran capacidad de almacenamiento y en configuración redundante RAID (“Redundant Array of independent Disks”). El servidor propuesto para el VLR5070 puede ser también un HP Proliant DL360 G9.

Para un equipo con dos discos duros el sistema se configura en RAID 1, que es la configuración en donde uno de los discos del sistema se utiliza para duplicar (o ser el espejo) de forma automática e instantáneamente de todos los datos, para un respaldo en tiempo real, de forma que el fallo de un disco duro no afectará al sistema. En el caso de que se nos plantee esta situación sería suficiente reemplazar el disco duro dañado por uno nuevo y esperar un tiempo a que se copie el contenido activo en el nuevo disco duro. En todo momento el contenido de los dos discos duros será idéntico, así que un fallo en uno de los discos duros nunca implicará la pérdida de información. Este equipo también dispondrá de doble fuente de alimentación haciendo así al servidor VLR mucho más fiable.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

El VLR5070 consiste en una serie de módulos de software que permiten el registro y la reproducción de todos los datos que fluyen por la red de área local del VTS:

- Módulo servidor de registro. Recopila todos los datos en tiempo real de las diferentes fuentes.
- Módulo servidor de reproducción. Gestiona y transfiere las peticiones de reproducción (replay) por parte del control de reproducción (cliente).
- Módulo panel de control de reproducción. Se trata de una aplicación cliente instalada en el puesto de operador. Al solicitar un “replay”, el servidor de reproducción comenzará a extraer los datos seleccionados y alimentarlos a la LAN para su presentación en este módulo.
- Módulo administrador de redundancia y administrador de almacenamiento. Para la configuración del modo y tiempo de almacenamiento en el sistema.

5.5 Estaciones de trabajo VOC5060 (VTS Operator Workstation).

La VOC5060 es la estación de trabajo del operador del sistema VTS5060. Recibe y presenta los datos del resto de equipos del sistema, directamente o mediante aplicaciones cliente dedicadas. La VOC5060 es el interfaz de usuario del sistema. El operador de VTS visualiza completamente el escenario radar y monitoriza el estado del sistema. El software VOC5060 de Norcontrol IT se ejecuta con el sistema operativo Microsoft Windows y utiliza un sistema de información geográfica utilizado para la navegación náutica que cumple con las reglamentaciones de la

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

Organización Marítima Internacional (OMI) y de la Organización Hidrográfica Internacional (OHI). Las cartas náuticas electrónicas implementadas en la VOC5060 para un centro de VTS en España son suministradas por el Instituto Hidrográfico de la Marina y cumplen con el contenido, estructura y formato estandarizado, norma S57.

Al operador se le presenta un interfaz gráfico (figuras 24 y 25) con un menú desplegable con multitud de opciones para el control de la navegación y para la presentación de datos y control de los todos sensores. Las tramas de blancos de la tabla ITT y IOT son visualizadas en la carta náutica como un objeto vectorial con etiqueta identificativa, posición, rumbo y velocidad. En caso de que tengamos información AIS, este objeto vectorial presentará todos los datos estáticos y dinámicos del blanco que transmite el transceptor del buque.

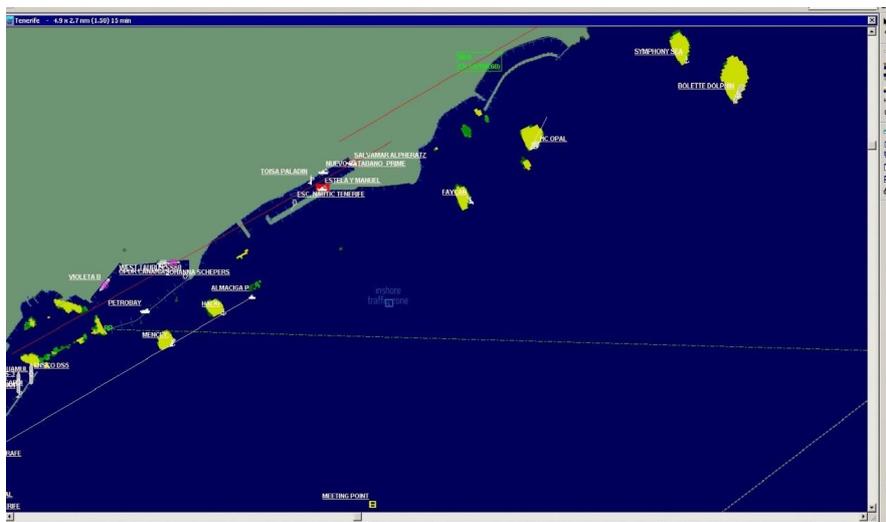


Figura 24. VOC5060 – interfaz gráfico. [Fuente: elaboración propia].

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

Conclusiones

- Un VTS tiene una importante función como instrumento de seguridad marítima. Su propósito principal es mejorar la seguridad y la eficiencia en la navegación, la seguridad de la vida humana en el mar y la protección del medio marino ante los posibles efectos adversos del tráfico marítimo en una determinada área sensible por diferentes circunstancias objetivas determinadas.
- El principal beneficio que aporta la implementación de un VTS es la capacidad de identificación y seguimiento de los movimientos de los buques, la planificación de estos movimientos, la difusión de esta información de navegación y la capacidad de soporte de asistencia y ayuda a la navegación para minimizar los riesgos de incidentes.
- A pesar de los años de invención de los sistemas de radar, actualmente éste sigue siendo el único sistema de radioayuda a la navegación totalmente fiable y seguro para el seguimiento de los movimientos de los buques, ya que para la detección de los ecos de los blancos el sistema depende únicamente de la electrónica de la fuente emisora del propio sensor sin intervención de otra información aportada por terceros.
- El equipamiento más importante en un VTS por ser el interfaz gráfico con los operadores de VTS es el sistema de presentación, gestión y supervisión radar. Este sistema debe no sólo suministrar toda la información requerida por los operadores de control de tráfico marítimo, sino facilitar una interacción completa y rápida de la misma.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

Conclusions

- A VTS is an important instrument for the maritime safety. Its main purpose is to improve security and efficiency in navigation, the safety of human life at sea and the pollution in the marine environment protection from the possible adverse effects of maritime traffic in a certain sensitive sea area due to any circumstance.
- The benefits of a VTS implementation is the ability to identify and monitor the vessel movements, the planning of these movements, the supply of the navigation information and support navigation assistance to minimize the risks of incidents.
- Despite the years of radar invention system, this technology is the only one which allows safely to track and monitor vessel movements, since the detection of radar echoes depend only on its own electronic equipment without any intervention from other systems.
- The most important equipment in a VTS is the operator graphic interface from the presentation, management and supervision radar system. This system not only should provide the whole information required by the maritime traffic control operators, but also to facilitate a complete and rapid interaction between the operator and the system.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

Bibliografía y Webgrafía

- [1] <http://www.maritime-vts.co.uk/background.html>
- [2] <http://www.britishpathe.com/video/liverpool-looks-ahead/query/radar>
- [3] <http://www.puertos.es/es-es/Paginas/IALA-.aspx>
- [4] http://www.puertos.es/Documents/IALA%20NAVGUIDE-ESP_2014%20DIMAR.PDF
- [5] <http://www.salvamentomaritimo.es/sm/multimedia/centros-de-coordinacion-de-salvamento-maritimo/?id=1272>
- [6] VTS IALA norcontrol 2012
- [7] Preparation of Operational and Technical Performance Requirements for VTS Systems – IALA Guideline 1111
- [8] <http://www.transas.com/products/vtms/vessel-traffic-management-system/3DVTS>
- [9] Pliegos de Prescripciones Técnicas Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima
- [10] Radar SCANTER 2001 Instruction Manual. Terma.
- [11] <https://www.kongsberg.com/en/kds/knc/>
- [12] VTMIS5060 Kongsberg System Architecture Manual

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 1505988

Código de verificación: DEcAMkuy

Firmado por: RAFAEL JAEN CABRERA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 03/09/2018 12:44:03

José Ángel Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

03/09/2018 14:34:06