



# GUÍA DE LA IALA

1008

## MONITORIZACIÓN Y CONTROL REMOTO DE AYUDAS A LA NAVEGACIÓN

**Edición 2.0**

Junio de 2009



Puertos del Estado



# REVISIÓN DEL DOCUMENTO

Las revisiones realizadas a este documento de la IALA se anotarán en el siguiente cuadro antes de la puesta en circulación de un documento revisado.

Fecha	Página / Apartado revisado	Motivo de revisión
Julio de 2005	Reformateo del documento entero	Reformateado para reflejar la jerarquía de la documentación de la IALA
Marzo de 2009	Revisión completa y actualización	Avances en el ámbito de la supervisión desde la primera elaboración del documento

La revisión de la traducción de este documento ha sido realizada por el grupo de trabajo de Puertos del Estado en el que han participado:

*Luis Martínez (Autoridad Portuaria de Vigo);  
Enrique Abati (Autoridad Portuaria de Marín);  
Juan Manuel Vidal (Autoridad Portuaria de Gijón);  
Carlos Calvo (Autoridad Portuaria de Santander);  
Cristina García-Capelo (Autoridad Portuaria de Bilbao);  
José Luis Núñez (Autoridad Portuaria de Pasajes);  
Juan Antonio Torres (Autoridad Portuaria de Huelva);*

*Septimio Andrés (Autoridad Portuaria de Sevilla);  
Germán Gamarro (Autoridad Portuaria de Algeciras);  
Santiago Tortosa (Autoridad Portuaria de Ceuta);  
Jaime Arenas (Autoridad Portuaria de Baleares);  
Antonio Cebrián y Guillermo Segador (Autoridad Portuaria de Barcelona);  
José Carlos Díez (Puertos del Estado).*

Coordinación de la edición en español y edición final:

*José Carlos Díez (Puertos del Estado)*

NOTA: Puertos del Estado no se responsabiliza de los errores de interpretación que puedan producirse por terceros en el uso del contenido de este documento, que corresponde a una traducción del documento original de la Asociación Internacional de Ayudas a la Navegación Marítima y Autoridades de Faros (IALA) denominado según aparece en la carátula.



# ÍNDICE DE CONTENIDOS

---

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>MONITORIZACIÓN – CUESTIONES GENERALES</b> .....	<b>7</b>
2.1	Métodos de monitorización .....	7
2.1.1	Monitorización por el usuario de la ayuda .....	7
2.1.2	Monitorización visual/sonora .....	7
2.1.3	Monitorización remota .....	7
2.1.4	Monitorización móvil por interrogación ( <i>Mobile Interrogation Monitoring</i> ) .....	8
2.2	Categorías de los parámetros supervisados .....	8
2.3	Consideraciones sobre las comunicaciones .....	8
2.3.1	Interfaces y protocolos .....	8
2.3.2	Integridad de los enlaces de comunicación .....	8
2.3.3	Eficacia de costes .....	8
2.3.4	Retrasos de transmisión .....	8
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS DE LOS SISTEMAS DE MONITORIZACIÓN Y CONTROL REMOTO</b> .....	<b>8</b>
3.1	Objeto .....	8
3.2	Objetivos operativos .....	9
3.3	Objetivos del sistema .....	9
3.3.1	Identificación de fallos (que afecten a la responsabilidad de prestador del sistema de ayudas a la navegación) .....	9
3.3.2	Disponibilidad AtoN .....	9
3.3.3	Mantenimiento de ayudas a la navegación (que afecten al tiempo medio entre fallos [MTBF] y al tiempo medio de reparación [MTTR]) .....	10
3.3.4	Reducción de los costes AtoN (que afecten al coste de la prestación del servicio AtoN) .....	10
<b>4</b>	<b>SELECCIÓN DE AYUDAS A LA NAVEGACIÓN A SUPERVISAR</b> .....	<b>10</b>
4.1	Ayudas fijas .....	10
4.1.1	Faros y estaciones mayores .....	10
4.1.2	Luces menores .....	11
4.1.3	Luces de sectores .....	11
4.1.4	Luces de enfilación .....	11
4.2	Ayudas flotantes .....	11
4.2.1	Buques faro .....	11
4.2.2	Grandes boyas de navegación (Lanbys) y embarcaciones faro pequeñas (Lightfloats) .....	11
4.2.3	Boyas mayores .....	11
4.2.4	Otras boyas de navegación .....	11
4.3	Ayudas a la navegación en estructuras situadas mar adentro .....	11
4.4	AtoN AIS .....	11
4.5	Ayudas a la navegación en instalaciones de acuicultura .....	11
<b>5</b>	<b>SEÑALES Y COMANDOS DE SISTEMAS DE MONITORIZACIÓN Y CONTROL REMOTO</b> .....	<b>12</b>
5.1	Introducción .....	12



# ÍNDICE DE CONTENIDOS

5.2	Prioridades.....	12
5.3	Ayudas a la navegación (AtoN).....	13
5.3.1	Luz de navegación.....	13
5.3.2	Baliza de radar.....	14
5.3.3	AtoN- AIS.....	14
5.3.4	Sistema Diferencial de Posicionamiento Global (DGPS - <i>Differential Global Positioning System</i> ).....	15
5.4	Fuentes de energía.....	16
5.4.1	Red eléctrica con un grupo electrógeno diésel en caso de fallo de la red.....	16
5.4.2	Red eléctrica con un sistema de respaldo mediante baterías.....	17
5.4.3	Sistema de carga de baterías con energía renovable (solar, eólica).....	17
5.5	Sistemas auxiliares y sensores.....	17
<b>6</b>	<b>EQUIPOS DE LA ESTACIÓN REMOTA.....</b>	<b>18</b>
6.1	Introducción.....	18
6.2	Consideraciones sobre el diseño.....	18
6.2.1	Filosofía de diseño.....	18
6.2.2	Segregación de Entradas / Salidas (E/S).....	18
6.2.3	Consumo de energía.....	19
6.2.4	Sistemas de microprocesadores.....	19
6.2.5	Comunicaciones.....	19
6.3	Supervisión local.....	20
6.3.1	Indicaciones de estado.....	20
6.3.2	Mantenimiento.....	20
6.4	Supervisión y control remoto.....	20
6.4.1	Sistemas SCADA.....	20
6.4.2	Sistema de Identificación Automática (AIS).....	21
6.4.3	Sistemas de monitorización por interrogación con teléfono móvil.....	22
<b>7</b>	<b>ENLACES DE COMUNICACIÓN.....</b>	<b>22</b>
7.1	General.....	22
7.2	Planificación.....	22
7.3	Consumo de energía.....	22
7.4	Tipos de enlaces de comunicación.....	22
7.4.1	Redes públicas y privadas.....	23
7.4.2	Radioenlaces.....	23
7.4.3	Sistemas de telefonía móvil.....	23
7.4.4	Sistemas de comunicaciones por satélite.....	23
7.4.5	Comunicaciones visuales.....	23
<b>8</b>	<b>VISUALIZACIÓN, ALMACENAMIENTO Y CONTROL.....</b>	<b>23</b>
8.1	Introducción.....	23
8.2	Visualización.....	23
8.2.1	Indicador visual.....	24
8.2.2	Paneles de Aviso.....	24



# ÍNDICE DE CONTENIDOS

8.2.3	Unidad de visualización .....	24
8.2.4	Páginas web en línea .....	24
8.3	Almacenamiento de datos.....	24
8.3.1	Papel.....	24
8.3.2	Soportes electrónicos .....	24
8.4	Control .....	25
8.5	Seguridad de sistemas informáticos .....	25
<b>9</b>	<b>INTEGRACIÓN CON OTROS SISTEMAS .....</b>	<b>25</b>
9.1	Sistemas de mantenimiento .....	25
9.2	Avisos a la navegación y STM .....	26
9.3	Planificación de rutas.....	26
9.4	Redes de estaciones base del Sistema de Identificación Automática (AIS).....	26
<b>10</b>	<b>MANTENIMIENTO Y ENSAYOS.....</b>	<b>26</b>
10.1	General .....	26
10.2	Equipos de estación remota .....	26
10.2.1	El sistema en la estación remota puede estar compuesta por los siguientes equipos:.....	26
10.3	Equipos de la estación base .....	27
10.3.1	Los equipos en la estación base pueden estar compuestos por el siguiente equipamiento:.....	27
10.4	Procedimientos de mantenimiento .....	27
10.5	Personal de mantenimiento .....	27
10.6	Filosofía de mantenimiento.....	28
<b>11</b>	<b>DOCUMENTACIÓN Y FORMACIÓN .....</b>	<b>28</b>
11.1	Documentación.....	28
11.2	Formación .....	28
<b>12</b>	<b>DESARROLLO FUTURO .....</b>	<b>29</b>
12.1	General .....	29
12.2	Desarrollos .....	29
12.2.1	Consumo de energía.....	29
12.2.2	Normalización de las interfaces y protocolos .....	29
12.2.3	Comunicaciones.....	30
12.2.4	La radionavegación.....	30
12.2.5	Costes .....	30
<b>13</b>	<b>DEFINICIONES.....</b>	<b>30</b>
<b>14</b>	<b>ACRÓNIMOS .....</b>	<b>30</b>



# ÍNDICE DE CONTENIDOS

---

## Índice de tablas

<i>Tabla 1</i>	<i>Señales y comandos de luces de navegación .....</i>	<i>13</i>
<i>Tabla 2</i>	<i>Señales de linternas inteligentes .....</i>	<i>14</i>
<i>Tabla 3</i>	<i>Señales y comandos de balizas de radar .....</i>	<i>14</i>
<i>Tabla 4</i>	<i>Señales de ayudas tipo AtoN AIS .....</i>	<i>14</i>
<i>Tabla 5</i>	<i>Señales DGPS .....</i>	<i>15</i>
<i>Tabla 6</i>	<i>Señales y comandos de red eléctrica con grupo electrógeno de diésel en caso de fallo de la red</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 7</i>	<i>Señales de red eléctrica con un sistema de respaldo mediante baterías .....</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 8</i>	<i>Señales de sistema de carga de baterías con energía renovable (solar).....</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 9</i>	<i>Señales y comandos de sistemas auxiliares y sensores .....</i>	<i>17</i>



## 1 INTRODUCCIÓN

Esta Guía sobre la Monitorización y Control Remoto ha sido elaborada para ayudar a los miembros cuando estén considerando la implantación de un sistema por primera vez, o cuando sustituyan o actualicen un sistema existente. La Guía permitirá a los miembros disponer de criterios de decisión sobre la operativa básica y los modelos de funcionamiento de estos sistemas, y aporta una base de conocimiento para la selección de equipos.

Esta Guía no pretende establecer una regla nueva para ampliar el uso de sistemas electrónicos de supervisión. Más bien, ofrecer consejos sobre cómo desarrollar un sistema eficaz y moderno, cuando se haya tomado la decisión de utilizar la supervisión electrónica.

La primera versión de este documento se elaboró en 1998 y se basó en un documento de trabajo de la Conferencia de la IALA celebrada en 1994 y la encuesta posterior, realizada en 1996, entre los miembros de la IALA sobre el actual y futuro uso de sistemas de supervisión y control remoto (RCMS, del inglés, *Remote Control and Monitoring Systems*).

Este documento se ha revisado debido al rápido ritmo de los cambios tecnológicos, incluido el uso extendido de Internet y de las tecnologías inalámbricas, que han tenido un impacto significativo en los RCMS, reduciendo sus costes de manera considerable.

## 2 MONITORIZACIÓN – CUESTIONES GENERALES

### 2.1 MÉTODOS DE MONITORIZACIÓN

Existen diversas maneras de supervisar una ayuda a la navegación.

#### 2.1.1 MONITORIZACIÓN POR EL USUARIO DE LA AYUDA

El prestador de la ayuda a la navegación (AtoN), confía en la información que recibe del usuario de la ayuda. La fiabilidad del sistema y la integridad son bajas. No se dispone de información previa de la causa del fallo ni del aviso anticipado de un fallo inminente. No existen medios de control. El fallo de la AtoN podría contribuir a un accidente antes de que los usuarios puedan ser conscientes del mismo.

#### 2.1.2 MONITORIZACIÓN VISUAL/SÓNORA

##### 2.1.2.1 Observadores

Estos sistemas pueden ser utilizados cuando la AtoN o sus indicadores luminosos asociados pueden ser directamente observados o escuchados. Tanto la fiabilidad como la integridad del sistema dependen de forma directa de la fiabilidad del observador, cuya presencia podría ser a tiempo parcial. Es poco probable que se disponga de información sobre la causa del fallo ni de un aviso previo de un fallo inminente. Debido a que el guardián / operador de monitorización no está empleado a tiempo completo, puede transcurrir algún tiempo entre el suceso y la identificación de un fallo. No existen medios de control.

##### 2.1.2.2 Fareros/Guardianes

Este método mantiene la AtoN bajo observación regular o continua. Tanto la fiabilidad como la integridad del sistema depende de forma directa de la fiabilidad del farero/guardián. La ventaja de este sistema radica en que un farero o guardián pueden, en función de su competencia, intervenir en ocasiones para realizar reparaciones ante el caso de un fallo, sin tener que esperar la llegada de un equipo de mantenimiento. Como los fareros se encuentran en el emplazamiento, existen medios de control.

#### 2.1.3 MONITORIZACIÓN REMOTA

Un sistema de monitorización remota puede utilizarse para supervisar, desde un puesto central, muchas ubicaciones o sistemas distintos. Existen una variedad de diferentes sistemas de monitorización remota, los cuales pueden comunicar a través de una combinación de distintas redes de comunicación, tales como las



celulares o de telefonía móvil, radio terrestre y satelital, así como por los enlaces por microondas, la telefonía fija e Internet. El apartado **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** contiene una descripción detallada de los varios tipos de sistema remoto de monitorización y control.

#### 2.1.4 MONITORIZACIÓN MÓVIL POR INTERROGACIÓN (*MOBILE INTERROGATION MONITORING*)

Una embarcación de servicio de boyas o un operario de tierra puede interrogar a una ayuda a la navegación, como puede ser una boya, para verificar su funcionamiento o estado. Puede disponer de una capacidad limitada de control, como, por ejemplo, para cambiar algunos parámetros operativos, tales como los niveles de lux y la conmutación entre el encendido/apagado.

## 2.2 CATEGORÍAS DE LOS PARÁMETROS SUPERVISADOS

El apartado 5 del presente documento trata sobre el nivel de monitorización y los parámetros supervisados, pero, como regla general, se pueden categorizar de la siguiente forma:

- Estado de la AtoN - Información general (p. ej. encendido o apagado, estado de alarmas, etc.) de la AtoN monitorizada. La posición de ayudas flotantes a la navegación también se puede supervisar;
- Estado técnico – Supervisión de parámetros adicionales para indicar la operatividad de funcionamiento de la AtoN, incluyendo los equipos de respaldo y sus sistemas de apoyo (p. ej., la tensión de batería, en el caso de sistemas solares).

## 2.3 CONSIDERACIONES SOBRE LAS COMUNICACIONES

### 2.3.1 INTERFACES Y PROTOCOLOS

En la actualidad, los equipos y sistemas suministrados por los diversos fabricantes emplean muchos interfaces y protocolos diferentes. Es aconsejable seleccionar equipos y sistemas que utilizan interfaces y protocolos abiertos para facilitar la interoperabilidad e intercambiabilidad en proyectos de monitorización y control remoto.

### 2.3.2 INTEGRIDAD DE LOS ENLACES DE COMUNICACIÓN

En función de la criticidad de la AtoN monitorizada, es aconsejable realizar un análisis de riesgos en los enlaces de comunicación utilizados, considerando el efecto de los tiempos de interrupción, el desarrollo general de la tecnología y el nivel de control (redes privadas en comparación con las públicas). También debería estimarse la necesidad de utilizar comunicaciones duplicadas (redundantes).

Un sistema de supervisión debería ser capaz de generar estadísticas de integridad para verificar la disponibilidad de los enlaces de comunicación empleados. Esto ayudaría en el control de los enlaces de comunicación.

### 2.3.3 EFICACIA DE COSTES

Debe analizarse la rentabilidad, en particular, los costes de funcionamiento a lo largo de la vida útil deberían modelizarse para el sistema completo en función de la disponibilidad prevista.

### 2.3.4 RETRASOS DE TRANSMISIÓN

Es aconsejable considerar los casos frecuentes y peores, en los retrasos de transmisión (latencia) del enlace de comunicación seleccionado, en función de las necesidades operativas.

## 3 OBJETIVOS DE LOS SISTEMAS DE MONITORIZACIÓN Y CONTROL REMOTO

### 3.1 OBJETO

Al considerar un sistema de monitorización y control remoto, es necesario identificar el objeto y uso del sistema. Las preguntas que se plantean incluyen las siguientes:

- ¿Por qué supervisar?



- ¿Qué ayudas y sistemas se quieren monitorizar y a qué nivel de detalle (componentes del sistema, número de parámetros)?
- ¿Cuáles son la frecuencia de supervisión y el retraso tolerable de transmisión?
- ¿Se necesitan funciones de control?
- ¿Qué sistema de comunicaciones utilizar?
- ¿Cómo debe utilizarse – requisitos de la interfaz de usuario?
- ¿Qué registros deben conservarse y durante cuánto tiempo?

### 3.2 OBJETIVOS OPERATIVOS

El objetivo operativo típico de una ayuda a la navegación (AtoN) es el de proporcionar la disponibilidad necesaria del servicio y reducir al máximo el tiempo de interrupción o fallo. La disponibilidad es proporcional al tiempo medio entre fallos (MTBF, del inglés, *Mean Time Between Failures*) e inversamente proporcional al tiempo medio de reparación (MTTR, del inglés, *Mean Time to Repair*). El MTBF debería incrementarse y el MTTR reducirse tanto como fuera posible.

Cuando el navegante planifica una navegación, prevé que las AtoN en su ruta funcionarán de acuerdo con las características publicadas en la documentación y las cartas náuticas. En aras de la seguridad, se debe notificar al navegante lo antes posible de cualquier fallo de las AtoN. Por lo tanto, el tiempo máximo de retraso antes de que se detecte un fallo en la AtoN debe ser definido.

La disponibilidad objetivo de una AtoN puede ser mantenida identificando los fallos que reducen la redundancia o que, con el tiempo podrían provocar un fallo en la AtoN (si no se realiza ninguna acción para remediarlo). La disponibilidad de una AtoN puede verse afectada, tanto por la redundancia del sistema de la AtoN como por la de sus equipos auxiliares, p. ej. las fuentes de energía. De igual manera, por la amenaza que suponen a la ayuda a la navegación deben ser considerados los sistemas de alarma de seguridad, intrusión y de inundación. La rentabilidad del servicio AtoN debería ser maximizada con la dotación de un RCMS.

### 3.3 OBJETIVOS DEL SISTEMA

Los objetivos de los RCMS varían en función de las políticas de la autoridad administrativa y de la importancia de la AtoN monitorizada y de las condiciones locales. Es posible que el diseñador de un el sistema de supervisión y control remoto no tenga que incorporar todos los objetivos enumerados a continuación y que sólo seleccione aquellos que mejor se adapten a la aplicación.

- Proporcionar información al operador adecuada a su nivel de competencia;
- Proporcionar controles al operador adecuados a su nivel de competencia;
- La fiabilidad del sistema de supervisión y control, así como la disponibilidad y el coste debe ser optimizado con los sistemas que están siendo monitorizados.

#### 3.3.1 IDENTIFICACIÓN DE FALLOS (QUE AFECTEN A LA RESPONSABILIDAD DE PRESTADOR DEL SISTEMA DE AYUDAS A LA NAVEGACIÓN)

- Identificar el fallo de una AtoN para funcionar según las especificaciones de las publicaciones náuticas;
- Notificar el fallo de una AtoN con una velocidad adecuada en función a la fase del viaje en que se emplea ésta y lo crítica que sea para una navegación segura;
- Recoger y mantener el registro del funcionamiento de una AtoN;
- Confirmar los informes de fallos hechos por terceros para evitar movilizaciones innecesarias.

#### 3.3.2 DISPONIBILIDAD ATO N

- Verificar el funcionamiento de una AtoN según sus especificaciones;



- Identificar las averías que probablemente conduzcan al fallo de una AtoN, si no se promueva ninguna actuación de reparación;
- Identificar las averías que disminuyan la reiteración y que, por lo tanto, suponen una amenaza a la AtoN;
- Identificar las averías con tiempo suficiente para realizar reparaciones antes de que se produzca el fallo del sistema de respaldo;
- Reducir los tiempos de interrupción y mejorar la disponibilidad utilizando reinicios por control remoto;
- Verificar el estado de sistemas de respaldo mediante pruebas por control remoto.

### 3.3.3 MANTENIMIENTO DE AYUDAS A LA NAVEGACIÓN (QUE AFECTEN AL TIEMPO MEDIO ENTRE FALLOS [MTBF] Y AL TIEMPO MEDIO DE REPARACIÓN [MTTR])

- Reducir los tiempos de interrupción mediante el uso de reinicios por control remoto;
- Ensayar sistemas de respaldo mediante ensayos por control remoto;
- Reducir la incidencia de los fallos identificando las averías repetitivas, realizando análisis posteriores;
- Ayudar en la investigación de la causa de averías y fallos, empleando parámetros supervisados adicionales;
- Asistir en la investigación de la causa de averías y fallos, empleando registros históricos;
- Como parte de la metodología del mantenimiento basado en el estado, permitir una revisión remota del estado de los equipos, ayudando de esta manera en la programación de las visitas de mantenimiento para maximizar el tiempo medio entre fallos (MTBF).

### 3.3.4 REDUCCIÓN DE LOS COSTES ATOÑ (QUE AFECTEN AL COSTE DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO ATOÑ)

- Reducir las visitas de mantenimiento usando inicializaciones por control remoto;
- Reducir las visitas de mantenimiento, ensayando sistemas de respaldo mediante ensayos por control remoto;
- Reducir costes mediante la identificación de averías reiterativas, empleando análisis posteriores;
- Los costes de los RCMS deben ser proporcionales al coste e importancia del sistema bajo supervisión;
- Reducir las visitas de mantenimiento mediante la revisión remota del estado de los equipos y utilizando la Metodología de Mantenimiento basado en el Estado.

## 4 SELECCIÓN DE AYUDAS A LA NAVEGACIÓN A SUPERVISAR

Se debe tomar una decisión sobre cuáles son las ayudas que merecen la seguridad adicional ofrecida por la supervisión y control remoto descrita en el apartado 3. Normalmente, la decisión viene determinada en gran medida por la importancia relativa de la AtoN en la infraestructura de seguridad de la navegación.

Se puede simplificar la decisión acerca de en qué AtoNs deben utilizar un RCMS, dividiéndolas en diferentes categorías. Estas suelen ser las siguientes: ayudas fijas, ayudas flotantes, ayudas a la navegación en estructuras situadas mar adentro, ayudas tipo AtoN AIS y ayudas a la navegación en instalaciones de acuicultura.

### 4.1 AYUDAS FIJAS

#### 4.1.1 FAROS Y ESTACIONES MAYORES

Estas son habitualmente monitorizadas. Cuando se haga, deben supervisarse todas las señales de la AtoN, incluidas la luz principal, la luz de reserva, la luz de emergencia, la luz de sectores y las señales de niebla (donde las haya). También se deberían supervisar las ayudas radioeléctricas a la navegación, incluidas las balizas radar, con o sin DGPS. Además, deben supervisarse los equipos auxiliares, tales como las fuentes de energía, las alarmas de intrusión, los equipos de detección y extinción de incendios.



#### 4.1.2 LUCES MENORES

En la actualidad, éstas son relativamente fáciles de supervisar. Sin embargo, la autoridad gestora podrá decidir supervisar todas o sólo las AtoN que sean más importantes para la navegación.

#### 4.1.3 LUCES DE SECTORES

En función de la complejidad de la ayuda a la navegación y su importancia en la vía navegable, debe ser considerada la supervisión de las luces de sectores.

#### 4.1.4 LUCES DE ENFILACIÓN

Debe considerarse la supervisión de las luces de enfilación en función de la complejidad de la ayuda a la navegación y su importancia en la vía navegable.

### 4.2 AYUDAS FLOTANTES

---

#### 4.2.1 BUQUES FARO

Todas estas AtoN deben monitorizarse. Estas serán parecidas a las que están instaladas en los faros mayores, salvo las balizas de radar y las luces de sectores. Además, pueden ser instalados equipos auxiliares, como detectores de colisión y sistemas de seguimiento de la posición. La salida de este último podrá utilizarse para operar fuera de la estación y las luces de fondeo. Alternativamente, se podrá utilizar un sistema de control remoto para esta función.

#### 4.2.2 GRANDES BOYAS DE NAVEGACIÓN (LANBYS) Y EMBARCACIONES FARO PEQUEÑAS (LIGHTFLOATS)

Éstas podrían contener AtoNs parecidas a las que se encuentran instaladas en los buques faro y podrían ser monitorizadas.

#### 4.2.3 BOYAS MAYORES

Suelen estar equipadas con luz, baliza de radar y un sistema de seguimiento de posición y se debe considerar la monitorización remota de estas ayudas a la navegación.

#### 4.2.4 OTRAS BOYAS DE NAVEGACIÓN

En la actualidad, éstas son relativamente fáciles de monitorizar y la autoridad gestora podrá decidir si supervisarlas todas o sólo las que tengan más importancia para la navegación.

### 4.3 AYUDAS A LA NAVEGACIÓN EN ESTRUCTURAS SITUADAS MAR ADENTRO

---

Las estructuras situadas mar adentro, entre las que se incluyen las plataformas petrolíferas y de gas, están equipadas con AtoNs aprobadas por la autoridad, éstas están habitualmente monitorizadas por el operador de la estructura cuando tienen tripulación. Cuando no tienen todas las señales de la AtoN deberían monitorizarse. Los parques eólicos y los generadores undimotrices también están clasificados como estructuras situadas mar adentro.

### 4.4 AtoN AIS

---

Cuando esté instalado un dispositivo AIS en una AtoN, su función básica se puede verificar, en parte, desde un RCMS a través de las funciones de autodiagnóstico de los equipos. Sin embargo, es preferible supervisar la señal en el espacio, utilizando la red de estaciones base del Sistema de Identificación Automática (AIS) y un software de análisis adecuado. Cuando esté desplegada una red de estaciones base de este tipo, el Sistema de Identificación Automática (AIS) puede utilizarse para supervisar otros equipos AtoN y sus sistemas de apoyo, sin la necesidad de un RCMS independiente.

### 4.5 AYUDAS A LA NAVEGACIÓN EN INSTALACIONES DE ACUICULTURA

---

Aunque en la actualidad no haya mucha información acerca de AtoNs en instalaciones de acuicultura que estén siendo monitorizadas, se espera que estas instalaciones sean supervisadas por el operador.



## 5 SEÑALES Y COMANDOS DE SISTEMAS DE MONITORIZACIÓN Y CONTROL REMOTO

### 5.1 INTRODUCCIÓN

Un sistema de RCMS se puede conectar desde a uno, hasta a varios centenares de estaciones remotas o unidades de terminal remoto (RTU, del inglés, *Remote Terminal Unit*). Una RTU proporciona un medio de transmitir y recibir datos entre el puesto central de supervisión y los equipos de la AtoN y sus equipos auxiliares.

Una RTU debería ser capaz de retransmitir cualquier señal que reciba de los equipos conectados a ella al puesto central de supervisión para su presentación. El centro de supervisión debe ser capaz de enviar comandos a la RTU o a cualquier equipo conectado a ella.

### 5.2 PRIORIDADES

Un RCMS puede enviar y recibir muchos tipos de señales y comandos diferentes. Cuando se tratan una gran cantidad de datos de supervisión, es fundamental priorizar los datos entrantes para que identifiquen los eventos importantes a fin de darles la debida atención. Los datos de los RCMS pueden dividirse en las cinco categorías principales que figuran a continuación:

#### 1 Señales de estado

Se utiliza una señal de estado para indicar un evento en una AtoN que forma parte de su funcionamiento normal. En general, una señal de estado adopta la forma de un indicador de "ON" o "OFF", "ENCENDIDO" o "APAGADO", "1" o "0".

#### 2 Señales de condición

Una señal de condición se utiliza para indicar el fallo o el fallo inminente de una pieza de los equipos de una AtoN. Suele adoptar la forma de "NORMAL" o "FALLO". Debe permanecer activa, o como alarma en el RCMS hasta que sea tratado en el emplazamiento remoto. Puede haber también distintos niveles de alarma en un RCMS que van desde "Alarma Normal" hasta "Alarma Crítica".

#### 3 Señales analógicas

Una señal analógica proporciona el valor de un parámetro en una AtoN, como puede ser la tensión, la corriente o la temperatura. Las señales analógicas pueden ser medidas y digitalizadas por la RTU o por equipos auxiliares y transmitidas al centro de supervisión para su tratamiento.

Se pueden fijar límites al valor analógico para que, si se excede un umbral concreto, se genere una alarma. Esto puede ser usado, por ejemplo, si el nivel de la tensión de suministro de energía excede los límites definidos para esta señal.

#### 4 Datos digitales

Los datos digitales pueden recogerse de los equipos de la señal para su procesamiento local, o para su transmisión directa al centro de monitorización. Se pueden generar alarmas si un límite concreto se supera. Por ejemplo, si la posición GPS del receptor de una ayuda flotante indica que ha salido fuera de la zona límite definida.

#### 5 Señales de control

Las señales de control se utilizan para intervenir en los equipos de una AtoN. Pueden proceder de un operador en el puesto central de supervisión o pueden ser programadas en la RTU. Habitualmente, una señal de control adopta la forma del cierre de un par de contactos libres de tensión. Un comando "ON", "1", o "ACTIVAR" se envía para cerrar los contactos y un comando "OFF", "0" o "DESACTIVAR" se envía para abrirlos. Los equipos modernos pueden utilizar señales digitales de control transmitidas a través de las interfaces de una red de área local.



### 5.3 AYUDAS A LA NAVEGACIÓN (AtoN)

Los navegantes de hoy en día disponen de una amplia gama de AtoNs para ayudar a la seguridad de su travesía, que van desde boyas (iluminadas o ciegas), LANBYS, buques faro, balizas (iluminadas o ciegas) y faros. Cada una de éstas puede tener diversas AtoN y por consiguiente requisitos de control y monitorización.

Debido a la gran variedad de señales utilizables en una AtoN, es mejor seleccionar sólo las más importantes para su conexión a la RTU. Al seleccionar las señales más importantes, se intenta asegurar que el operador de supervisión no se vea desbordado por indicaciones innecesarias.

Para cada elemento del equipo de una AtoN, hay habitualmente un conjunto de señales estándar disponibles y que se detallan a continuación.

#### 5.3.1 LUZ DE NAVEGACIÓN

El sistema de una luz de navegación consiste en una luz principal, una de reserva y una de emergencia. Puede disponer también de un mecanismo para rotar la lente de la óptica.

**Tabla 1 Señales y comandos de luces de navegación**

PARÁMETRO	OPCIONES	SEÑAL
Luz principal	ON/OFF	Estado
Luz de reserva	ON/OFF	Estado
Luz principal	Normal / Fallo	Condición
Luz de reserva	Normal / Fallo	Condición
Luz de navegación	ON/OFF	Estado
Luz de navegación	Normal / Fallo	Condición
Luz de emergencia	ON/OFF	Estado
Luz de emergencia	Normal / Fallo	Condición
Lámpara penúltima	Sí / No	Condición
Accionador de la óptica A	ON/OFF	Estado
Accionador de la óptica B	ON/OFF	Estado
Accionador de la óptica A (velocidad/carácter)	Normal / Fallo	Condición
Accionador de la óptica B (velocidad/carácter)	Normal / Fallo	Condición
Conmutación basada en un sensor de luz	ON/OFF	Estado
Control de la luz de navegación	ON/OFF	Control
Luz de emergencia	ON/OFF	Control
Reiniciación de la luz de navegación	RESET	Control

No sólo es necesario saber si la luz está "ON" o "OFF", sino también que su característica/código sea correcto y su alcance sea adecuado. Si no se cumple cualquiera de estas condiciones, debería transmitirse la señal de "Fallo de luz principal", la cual podrá detectarse a través de la comprobación de la corriente de lámpara, de una salida dependiente de la luz recibida por una fotocélula, y en el caso de un cambiador de lámparas, la indicación de lámpara principal "fuera de posición".



El fallo del motor de rotación de la óptica y, por tanto, de la característica de la luz, debería apagar automáticamente la luz principal y encender la luz de emergencia. Ello, a su vez, debería generar la transmisión de una señal de "fallo de la luz de navegación".

Para mejorar la capacidad de integración de los RCMS de diferentes proveedores, se propone, inspirada en la recomendación A-126 de la IALA para las linternas inteligentes, la siguiente especificación de interfaz usando un nivel lógico mínimo de dos bits.

***Tabla 2 Señales de linternas inteligentes***

N.º	Nombre	Nivel de la señal	Significado de la señal	Observación
1	Linterna ENCENDIDA "ON"	1	La linterna genera una señal luminosa (ENCENDIDA) "ON"	Estado típico nocturno
		0	La linterna no genera una señal luminosa (APAGADA) "OFF"	Estado típico diurno
2	Sin fallo	1	La linterna funciona de acuerdo con la especificación del fabricante	Condición de modo: funcionamiento normal
		0	La linterna se encuentra en condición de fallo; en el caso de que la linterna esté ENCENDIDA, la salida ha perdido potencia o genera una característica equivocada	Condición de modo: funcionamiento con fallo

La interfaz anterior, es en realidad proporcionada por el destellador de la linterna y, por lo tanto, sería aconsejable equipar con destelladores con las interfaces arriba mencionadas.

### 5.3.2 BALIZA DE RADAR

***Tabla 3 Señales y comandos de balizas de radar***

PARÁMETRO	OPCIONES	SEÑAL
Baliza de radar	ON/OFF	Estado
Baliza de radar	Normal / Fallo	Condición
Reiniciación de baliza de radar a Normal	RESET	Control
Posición de baliza de radar	EN / FUERA de posición	Condición
Código de cambio de baliza de radar	Normal / Morse D	Control

### 5.3.3 AtoN- AIS

***Tabla 4 Señales de ayudas tipo AtoN AIS***

PARÁMETRO	OPCIONES	SEÑAL
AtoN- AIS	ON/OFF	Estado
Autodiagnóstico de ayudas tipo AtoN AIS	Normal / Fallo	Condición



PARÁMETRO	OPCIONES	SEÑAL
Flujo de datos de mensajes ayudas tipo AtoN AIS	Normal / Fallo	Condición

Es preferible supervisar la señal real difundida por una AtoN AIS utilizando la red de estaciones base del Sistema de Identificación Automática (AIS) y un software adecuado de análisis. Sin embargo, es posible monitorizar una ayuda tipo AtoN AIS desde un RCMS, siempre y cuando que la AtoN AIS esté conectada físicamente mediante interfaces digitales (discretos y serie) a una RTU.

#### 5.3.4 SISTEMA DIFERENCIAL DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (DGPS - DIFFERENTIAL GLOBAL POSITIONING SYSTEM)

Algunas estaciones pueden tener un sistema DGPS instalado para la transmisión de mensajes de corrección DGPS.

Cuando el mensaje DGPS se transmita, la lista anterior podría ampliarse con alarmas generadas por la estación de referencia y del monitor de integridad de la manera siguiente:

*Tabla 5 Señales DGPS*

PARÁMETRO	OPCIONES	SEÑAL
Edad de la corrección	ON/OFF	Condición y analógica
Razón de error del mensaje	ON/OFF	Condición y analógica
Nivel de la razón señal/ruido (SNR) del radiofaro	ON/OFF	Condición y analógica
Potencia de señal (SS) del radiofaro	ON/OFF	Condición y analógica
Número mínimo de satélites (SV)	ON/OFF	Condición y analógica
Dilución de la posición horizontal (DOP)	ON/OFF	Condición y analógica
Error de posición	ON/OFF	Condición y analógica
Residual de PR	ON/OFF	Condición y analógica
Residual de RRI	ON/OFF	Condición y analógica
UDRE bajo	ON/OFF	Condición y analógica

Notas:

- SNR: (*Signal to Noise Ratio*) Relación señal ruido
- SS: (*Signal Strength*) Potencia de la señal
- SV: (*Space Vehicle*) Satélite
- DOP: (*Dilution of Position*) Dilución de la precisión horizontal
- PR: (*Pseudo Range*) Pseudo distancia
- RR: Velocidad de actualización de la distancia
- UDRE: Error de distancia diferencial de usuario



## 5.4 FUENTES DE ENERGÍA

La energía utilizada para la alimentación de la AtoN puede proceder de diversas fuentes dependiendo de la situación de la estación, de las necesidades de energía y de la disponibilidad requerida en el servicio. Una estación en tierra firme suele tener un suministro de corriente alterna de la red eléctrica, pero normalmente dispondrá un respaldo con un sistema de batería y, posiblemente de un generador diésel.

Sin embargo, es poco probable que una estación ubicada en un emplazamiento remoto o mar adentro tenga suministro de corriente alterna y podría obtener su energía de un generador diésel o de una fuente de energía renovable, como la energía solar, eólica, undimotriz, o bien de una combinación de éstas trabajando en un sistema híbrido. La energía de estos dispositivos puede almacenarse empleando baterías.

Se utilizan distintas combinaciones de fuentes de energía y se describen a continuación tres ejemplos típicos de configuración del sistema:

- Red eléctrica con un generador diésel en caso de fallo de la red;
- Red eléctrica con un sistema de respaldo mediante baterías;
- Sistema de carga de baterías con energía renovable (solar, eólica).

### 5.4.1 RED ELÉCTRICA CON UN GRUPO ELECTRÓGENO DIÉSEL EN CASO DE FALLO DE LA RED

**Tabla 6 Señales y comandos de red eléctrica con grupo electrógeno de diésel en caso de fallo de la red**

PARÁMETRO	OPCIONES	SEÑAL
Suministro por red eléctrica	ON / Fallo	Condición
Generador	ON/OFF	Estado
Funcionamiento del generador	Normal / Fallo	Condición
Nivel de combustible	Normal / Bajo	Condición
Fallo del motor en el arranque	Normal / Fallo	Condición
Tensión del alternador	Normal/ Baja o Alta	Condición
Temperatura del motor	Normal / Alta	Condición
Presión del aceite del motor	Normal / Baja	Condición
Velocidad del motor	Normal / Alta	Condición
Cargador de la batería de arranque	Normal / Fallo	Condición
Corriente del alternador	Corriente en amperios	Analógica
RESET generador	RESET	Control
Control del generador	Arrancar / Parar	Control

En el caso de fallo de la red, un grupo electrógeno diésel incluirá, normalmente, un panel de control que monitoriza su funcionamiento y proporciona avisos y alarmas para mantener el lugar en condiciones de seguridad. Para minimizar los datos transmitidos por el sistema de supervisión, dichos avisos y alarmas se suelen combinar para enviar una indicación general de alarma.



## 5.4.2 RED ELÉCTRICA CON UN SISTEMA DE RESPALDO MEDIANTE BATERÍAS

*Tabla 7 Señales de red eléctrica con un sistema de respaldo mediante baterías*

PARÁMETRO	OPCIONES	SEÑAL
Suministro por red eléctrica	ON / Fallo	Condición
Cargador de batería	Normal / Fallo	Condición
Tensión de la batería	Normal / Alta	Condición
Tensión de la batería	Normal / Baja	Condición
Tensión de la batería en vacío	Voltios	Analógica
Tensión de la batería en carga	Voltios	Analógica
Temperatura de la sala de la batería	Grados	Analógica

Si no se dispone de una alarma de cargador, una alternativa es monitorizar cuando la tensión de la batería cae por debajo de la tensión de flotación. Una alarma de tensión alta de batería debería configurarse por debajo de la tensión a la que la AtoN podría averiarse. Si las condiciones lo permiten, es aconsejable realizar mediciones de la tensión de batería tanto en condiciones de carga (durante el destello), como en condiciones sin carga (durante la oscuridad) para tener la información del estado de la batería.

## 5.4.3 SISTEMA DE CARGA DE BATERÍAS CON ENERGÍA RENOVABLE (SOLAR, EÓLICA)

*Tabla 8 Señales de sistema de carga de baterías con energía renovable (solar)*

PARÁMETRO	OPCIONES	SEÑAL
Condición del regulador	Normal / Fallo	Condición
Tensión de la batería	Normal / Alta	Condición
Corriente de carga de batería	Amperios	Analógica
Tensión de la batería en carga	Voltios	Analógica
Temperatura de la sala de la batería	Grados	Analógica

## 5.5 SISTEMAS AUXILIARES Y SENSORES

*Tabla 9 Señales y comandos de sistemas auxiliares y sensores*

PARÁMETRO	OPCIONES	SEÑAL
Parámetros discretos	ON/OFF	Condición
Parámetros analógicos	Amperios	Analógica
Entrada digital	Cadena de bytes	Cadena de bytes
Comandos de activación	Discreto, analógico, o cadena de bytes	Control

Dispositivos, sensores y equipos auxiliares de la estación pueden ser interconectados a las RTUs utilizando entradas y salidas digitales o analógicas, según las necesidades. Por ejemplo, sistemas de detección de intrusión o incendio, aparatos de medición, mareógrafos, sensores de movimiento, etc.



## 6 EQUIPOS DE LA ESTACIÓN REMOTA

### 6.1 INTRODUCCIÓN

En esta sección, se consideran los diversos tipos de equipos disponibles para la monitorización y se identifican algunos de los problemas de diseño que es necesario considerar en su elección e implantación.

Los equipos empleados en la estación para proporcionar la monitorización y control remoto requerida serán directamente dependientes del método de monitorización utilizado, tal y como se indicó en el apartado **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Estos van desde la supervisión directa por parte del usuario hasta a una AtoN totalmente automatizada, donde los sistemas se supervisan y controlan de forma remota desde una estación base centralizada.

En gran medida, la elección del método dependerá de las necesidades operativas, de la economía y de los conocimientos técnicos disponibles. Lo que es adecuado en una parte del mundo, donde los costes laborales son bajos y la tecnología es comparativamente cara, puede ser inadecuado ahí en donde los gastos laborales son altos y la tecnología es relativamente barata.

Debería también ser claramente entendido que uno de los objetivos principales de una autoridad de faros es el de garantizar la disponibilidad de las señales AtoN. Mientras que equipos bien diseñados e implementados pueden ayudar a conseguir dicho objetivo, un sistema mal diseñado puede ser una amenaza para su funcionamiento.

Tal y como se describe en el apartado 5, la información a ser monitorizada en la estación remota depende de si se necesita únicamente información del estado de la AtoN, o si es necesaria información adicional para ayudar en su mantenimiento y permitir la predicción del funcionamiento de sus sistemas.

Los equipos de los RCMS deben cumplir las normas internacionales y locales establecidas, tales como las de la ITU, las locales de correos, teléfonos y telégrafos, en la medida en que sean relevantes para el sistema de monitorización.

### 6.2 CONSIDERACIONES SOBRE EL DISEÑO

Debido a la gran variedad de opciones disponibles para los equipos de las estaciones remotas, existen muchas consideraciones que se deben tener en cuenta antes de que se pueda emitir un juicio ponderado sobre qué tipo de sistema es el más adecuado para una aplicación y unas circunstancias particulares. En el caso de los sistemas electrónicos, deberían elegirse formatos de arquitectura abierta para garantizar que exista el máximo nivel de intercambiabilidad de componentes a lo largo de la vida útil del sistema.

#### 6.2.1 FILOSOFÍA DE DISEÑO

La simplicidad suele ser la mejor política, particularmente cuando la experiencia técnica es limitada. Los sistemas electrónicos bien diseñados son mucho más fiables que sus alternativas electromecánicas. No obstante, no deberían subestimarse los esfuerzos necesarios para desarrollar un sistema de eficacia probada. Se debería extremar el cuidado durante el desarrollo del software para garantizar un enfoque estructurado, minimizando así el esfuerzo de diseño y puesta en marcha en modificaciones posteriores.

#### 6.2.2 SEGREGACIÓN DE ENTRADAS / SALIDAS (E/S)

Segregar las funciones de control y monitorización es una buena práctica. Así, los fallos que puedan ocurrir en las salidas de control no afectarán a la monitorización, dando lugar a indicaciones confusas. Esto se puede conseguir asegurándose de que se utilicen tarjetas (E/S) distintas para las dos funciones. Siempre hay aislamiento entre tarjetas, pero es menos habitual que lo haya entre entradas adyacentes en la misma tarjeta. También es aconsejable probar regularmente las E/S en una AtoN para confirmar que un comando del RCMS logra el resultado deseado.



### 6.2.3 CONSUMO DE ENERGÍA

Otra consideración adicional es el consumo de energía de la estación remota. Las necesidades de energía de una RTU deben considerarse cuando exista un suministro limitado de energía, como p. ej. en una AtoN alimentada por energía solar.

El consumo de energía de la microelectrónica se ha reducido a medida que se ha ido desarrollando y consecuentemente, las necesidades de los sistemas de comunicación se han convertido en una proporción importante del cálculo del consumo total de energía. Las transmisiones pueden limitarse enviando sólo los datos al RCMS cuando haya habido un cambio de estado de una entrada en la estación remota. Cuando sea necesario que el personal de mantenimiento y operaciones registre datos a intervalos periódicos, como, por ejemplo, para determinar las tendencias del consumo de combustible o de la tensión de las baterías, puede llevarse a cabo mediante el almacenamiento local de datos en la estación remota. Los datos serán transmitidos al puesto central de monitorización cuando se dispare una alarma requiriendo la intervención de personal de supervisión. En el caso de los emplazamientos críticos, podría ser aconsejable enviar mensajes de estado a intervalos periódicos para confirmar la disponibilidad operativa de la estación remota.

Es recomendable prestar atención al comportamiento del RCMS durante los cortes de red y en condiciones críticas cuando se emplea el suministro de energía de respaldo (reinicios por agotamiento de las baterías, etc.).

### 6.2.4 SISTEMAS DE MICROPROCESADORES

La mayoría de los sistemas modernos de supervisión y control remoto disponen de algún tipo de microcontrolador. Estos pueden variar desde un controlador pequeño de 8 bits hasta un procesador potente de 64 bits.

A lo largo de los años, debido al avance de la tecnología, se ha difuminado la distinción entre los controladores lógicos programables (PLC, del inglés, *Programmable Logic Controller*) y las unidades de terminal remoto (RTU). Hoy en día, los PLCs ya son capaces de realizar el control y transmisión de datos desde emplazamientos remotos.

Con independencia del sistema utilizado, es probable que se produzcan fallos. Por lo tanto, es importante minimizar los efectos de estos fallos, incorporando el concepto "a prueba de fallos", o *fail safe*. Por ejemplo, los relés de señal (conmutando de bajas corrientes), las interconexiones y las fuentes de alimentación son más propensos a fallar en circuito abierto. Por lo tanto, el sistema debería diseñarse de manera que, en caso de fallo, la ayuda a la navegación permanezca en funcionamiento y el sistema de supervisión dispare una alarma. No obstante, se tendrá que llegar a un compromiso, ya que mantener un relé habitualmente energizado podría tener un efecto significativo en el consumo de energía del sistema de suministro eléctrico utilizado.

### 6.2.5 COMUNICACIONES

La información de estado y control puede ser enviado a la red del RCMS de varias maneras. El medio de comunicación elegido dependerá de la velocidad de transmisión y volumen de los datos del RCMS y su distancia a la red principal de comunicación. Algunos de los métodos de comunicación entre una RTU y un puesto central de supervisión incluyen:

- Comunicaciones continuas;

Cuando haya una conexión constante entre una RTU y un puesto central de supervisión.

La RTU o el puesto central de supervisión pueden iniciar la transferencia de datos, por ejemplo, a través de Ethernet, una línea arrendada o enlaces de microondas.

- Comunicaciones discontinuas de sondeo;

El puesto central de supervisión inicia las comunicaciones a una RTU según una programación predefinida o a petición del operador.

- Comunicaciones discontinuas y sistemáticas (basadas en el reloj y el calendario);

La RTU inicia las comunicaciones a la estación base según una programación predefinida.



- Comunicaciones discontinuas de informe de eventos;

Un evento puede ser generado por una RTU en respuesta de un cambio del estado en un equipo conectado. También se puede crear un evento programado de repetición periódica en una RTU (p. ej. dos horas después de la salida y caída del sol).

- Una combinación de dos o más de los casos arriba mencionados.

## 6.3 SUPERVISIÓN LOCAL

### 6.3.1 INDICACIONES DE ESTADO

La información de estado, en su forma más sencilla, se podrá presentar mediante indicadores en el equipo de control, indicando si la AtoN está ENCENDIDA, APAGADA o si ha FALLADO. Cuando se emplean múltiples sistemas, dicha información podrá retransmitirse a un punto de control local y presentarse en un panel de avisos.

Este tipo de visualización es idóneo para una monitorización local, puesto que facilita la gestión de eventos y alarmas, mediante la cual:

- Debe aceptarse un cambio de estado del sistema para silenciar la alarma sonora;
- Se presenta una indicación visual hasta que se reinicie en origen y, después, se elimine de la pantalla.

### 6.3.2 MANTENIMIENTO

Más información puede ser útil para ayudar en el mantenimiento de los equipos mediante indicaciones en los módulos de los equipos o en las placas electrónicas. Estos pueden consistir en pequeños diodos emisores de luz (LED) situados en puntos estratégicos del circuito, indicando el estado operativo de la placa; si está funcionando o no. El personal podrá llevar a cabo el mantenimiento de primera instancia mediante el reemplazo de la placa, minimizando así el tiempo de interrupción del equipo y maximizando su disponibilidad.

## 6.4 SUPERVISIÓN Y CONTROL REMOTO

A lo largo de los años, la monitorización remota ha ido evolucionando desde soluciones dedicadas de hardware, que empleaban relés y sencillas lámparas indicadoras, a equipos basados en microcontroladores programables.

Como todos los sistemas modernos se basan en microcontroladores, los sistemas anteriores no se analizan en esta Guía. Los sistemas clave de los se que trata son:

- Supervisión, Control y Adquisición de Datos (SCADA, del inglés, *Supervisory Control and Data Acquisition*);
- Sistema de Identificación Automática (AIS, del inglés, *Automatic Identification System*);
- Sistemas de supervisión por interrogación con teléfono móvil.

### 6.4.1 SISTEMAS SCADA

Los sistemas modernos (SCADA) permiten la integración de múltiples cadenas de datos procedentes de controladores lógicos programables (PLC), unidades de terminal remoto (RTU) y otros dispositivos. La información de estos dispositivos puede almacenarse o presentarse de forma local o en un puesto central remoto de monitorización.

Hay disponibles sofisticados programas gráficos informáticos que permiten que la información se visualice para satisfacer los requisitos individuales de cada usuario. Al simplificar la información presentada utilizando un diseño de pantalla adecuado para que la interfaz de usuario indique el estado de los sistemas, el personal no técnico podrá realizar la supervisión, al tiempo que se conserva toda la información dentro del sistema para que el personal de ingeniería y mantenimiento, técnicamente cualificado, pueda acceder a ella.

Con los datos disponibles en el ordenador de la estación base, es posible integrar otras actividades al sistema, permitiendo así el mantenimiento programado y la generación de informes. Mediante la conexión a una red



adecuada es posible una mayor integración, como, por ejemplo, la del servicio hidrográfico y los sistemas de tráfico de buques.

La mayoría de las aplicaciones modernas de SCADA son ya capaces de tratar datos OLE (incrustación y enlazado de objetos) para control de procesos (OPC, del inglés, *Object Linking and Embedding for Process Control*), lo que significa que una aplicación habilitada para OPC puede ahora conectarse a múltiples sistemas compatibles con OPC. Esto se puede utilizar cuando un Sistema de Identificación Automática (AIS) puede enviar y recibir datos desde un sistema SCADA y viceversa, reduciendo de esta forma el número de interfaces de usuario necesarias.

A lo largo de los años, los protocolos de comunicación de SCADA han ido evolucionando. Comenzando con el Modbus básico y los protocolos propietarios hasta los protocolos modernos basados en IP, como DNP 3 e IEC60870-5. Esto ha supuesto alejarse de los protocolos específicos de los fabricantes a protocolos de código abierto, que proporcionan más compatibilidad entre el software y el hardware del SCADA.

#### 6.4.1.1 Sistema de adquisición y control tipo PLC

Los controladores lógicos programables (PLC), generalmente están compuestos de varios módulos programables instalados en una estructura cerrada montada en *racks*, o bastidores. Los módulos se conectan a una unidad central de procesamiento (CPU, del inglés, *Central Processing Unit*), que coordina la transferencia de datos entre los distintos módulos.

La CPU es un módulo programable por software y, por lo tanto, puede desarrollar varios algoritmos de control. Toda la información programable se suele almacenar en la memoria no volátil en el módulo de la CPU.

La mayoría de los PLCs disponen de un módulo de comunicación para su conexión a un sistema SCADA. El módulo de comunicación transmite y recibe datos desde el puesto central de monitorización o desde otro PLC.

#### 6.4.1.2 Sistema de adquisición y control de datos tipo RTU

A lo largo de los años, se ha ido difuminando la distinción entre las unidades de terminal remoto (RTU) y los controladores lógicos programables (PLC). La mayoría de las modernas RTU permiten el desarrollo de algoritmos de control, al igual que la mayoría de los modernos PLC pueden alojar un módulo de comunicaciones.

Una RTU suele incluir una CPU y varias tarjetas de entrada y salida (E/S). La CPU transmite y recibe información entre sus tarjetas E/S y el puesto central de monitorización. Una RTU puede ser más pequeña y tener menos consumo de energía comparado con un PLC.

Una RTU puede tener conexión permanente a un puesto central de monitorización o tener enlace discontinuo como la red de telefonía pública conmutada (RPTC) o GSM. Una RTU puede entrar en modo reposo de baja energía mientras espera un cambio de estado de una señal de E/S.

### 6.4.2 SISTEMA DE IDENTIFICACIÓN AUTOMÁTICA (AIS)

Cuando se utiliza en una AtoN, el Sistema de Identificación Automática (AIS), éste puede ofrecer al navegante información básica sobre la funcionalidad de la AtoN. El AIS instalado en una AtoN puede transmitir una variedad de distintos mensajes AIS, pero no provee ningún mensaje de control.

- El mensaje tipo 21 es el mensaje de información principal de una AtoN;  
Este mensaje aporta detalles sobre la identidad, posición y estado de una AtoN y advertirá al navegante si cualquiera de sus funciones no se está haciendo correctamente. Es utilizable un conjunto de 8 bits para transmitir información sobre el estado de la luz y de sus parámetros de funcionamiento.
- Se puede utilizar el mensaje tipo 6 para transmitir información adicional del estado desde la AtoN.  
Este puede incluir información sobre la tensión de la batería, el estado de la baliza de radar e información de su posición.
- El mensaje tipo 8 puede utilizarse para transmitir datos meteorológicos e hidrográficos.



Los sensores en la ayuda a la navegación, o en los alrededores, aportan estos datos a la estación AIS AtoN, o a una estación base local, para que sean transmitidos en el formato de mensaje 8, acordado internacionalmente.

Una red de estaciones base AIS remotas pueden proporcionar un medio de supervisar la integridad de los mensajes AIS transmitidos. Las estaciones base remotas su información a un puesto central de monitorización para su almacenamiento o presentación en pantalla. Para detalles sobre el funcionamiento de AtoN AIS, véase la Recomendación A-126 de la IALA.

### 6.4.3 SISTEMAS DE MONITORIZACIÓN POR INTERROGACIÓN CON TELÉFONO MÓVIL

Un sistema por interrogación con teléfono móvil puede ser utilizado por una embarcación de servicio de boyas o por un operario del servicio para comprobar el estado y los parámetros de funcionamiento de una pequeña AtoN o boya. Un transceptor de baja energía, instalado en una AtoN, puede ser preguntado por un interrogador manual, para que aporte información sobre los parámetros, tales como la posición del cambiador de lámparas y/o la tensión de la batería. Además, se puede utilizar un canal de control para realizar ensayos. Estos sistemas pueden registrar datos, como el consumo de energía por la AtoN o la energía solar fotovoltaica generada, para ayudar al personal de mantenimiento.

## 7 ENLACES DE COMUNICACIÓN

### 7.1 GENERAL

En este apartado se resumen de los distintos medios de comunicación, que pueden usarse individualmente o combinados, para conectar desde el emplazamiento remoto a un centro de control. La elección final del servicio dependerá de la inversión y de los gastos corrientes, que son específicos a la zona, y de las necesidades de disponibilidad y la velocidad del flujo de datos, que requieren estudios adicionales de ingeniería más detallados.

### 7.2 PLANIFICACIÓN

Cuando se planifica un sistema de comunicaciones, se debe realizar un análisis del tipo de enlace elegido para asegurar que es suficientemente capaz, para servir al sistema, en términos de fiabilidad, calidad de la información, capacidad e integridad. También se debe prestar atención a la capacidad de la fuente de energía para garantizar que haya potencia y energía suficiente para que el sistema funcione, tanto en operaciones de baja demanda como en las rutinarias, así como en las de gran demanda por repetidas transmisiones fallidas e interrogaciones desde el centro de control. La elección final del sistema de comunicaciones suele basarse en criterios económicos.

### 7.3 CONSUMO DE ENERGÍA

La estimación del consumo de energía suele basarse en supuestos del tiempo de transmisión diario y se calcula en vatios-hora/día (W-hr/día). Normalmente, la estación remota se diseña para dejar de intentar comunicarse tras un número de tentativas fallidas.

### 7.4 TIPOS DE ENLACES DE COMUNICACIÓN

Básicamente, existen cinco tipos principales de enlace de comunicaciones:

- Redes públicas y privadas;
- Radioenlaces;
- Sistemas de telefonía móvil;
- Sistemas de comunicación por satélite;
- Visuales.



#### 7.4.1 REDES PÚBLICAS Y PRIVADAS

Las redes públicas y privadas incluyen la red de telefonía pública conmutada (RPTC) , Ethernet e Internet, así como los circuitos privados, en propiedad o arrendados, y las redes digitales de servicios integrados (RDSI).

#### 7.4.2 RADIOENLACES

Los radioenlaces habitualmente disponibles utilizan la frecuencia media (FM), la frecuencia alta (HF), la frecuencia muy alta (VHF) (como, p. ej., el Sistema de Identificación Automática -AIS), la frecuencia ultra alta (UHF) y las frecuencias de microondas. Los enlaces directos por satélite son una aplicación de los enlaces de microondas.

#### 7.4.3 SISTEMAS DE TELEFONÍA MÓVIL

Las comunicaciones celulares se pueden subdividir en las siguientes generaciones o estándares: 2G (GSM, GPRS, EDGE), 3G (CDMA, HSDPA), 4G (WiMax).

Se pueden utilizar los sistemas de telefonía móvil para crear instalaciones que van desde el encendido y apagado básico hasta el control y monitorización total del emplazamiento. La disponibilidad y velocidad de las transmisiones de datos en las redes de telefonía móvil pueden variar de un sistema a otro. Es posible que la cobertura, especialmente hacia el mar, no sea completa.

#### 7.4.4 SISTEMAS DE COMUNICACIONES POR SATÉLITE

Algunos operadores ofrecen servicios de transmisión de datos por satélite, que pueden utilizarse para satisfacer todas las necesidades de un sistema de monitorización y control remoto. En los últimos años, ha bajado el coste de transferencia de datos, convirtiéndolos en una opción de comunicaciones más viable.

#### 7.4.5 COMUNICACIONES VISUALES

La comunicación visual puede utilizarse para la supervisión cuando una persona esté de servicio lo suficientemente cerca como para observar la ayuda a la navegación o las luces indicadoras.

## 8 VISUALIZACIÓN, ALMACENAMIENTO Y CONTROL

### 8.1 INTRODUCCIÓN

La visualización y el almacenamiento dependerán de la sofisticación del tipo de control y monitorización utilizados. Estos pueden variar desde la recopilación manual de datos, que se registran en históricos de papel, a sistemas de supervisión totalmente automatizados, que conservan y archivan los datos en soporte electrónico.

Los apartados 5 y **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** aportan detalles de los parámetros a supervisar y de los equipos a utilizar. Independientemente del sistema que se utilice, ya sean hojas de registro, indicadores visuales o soportes electrónicos, los datos se deberán presentar de forma clara e inequívoca. Es una práctica habitual el almacenamiento de datos para ayudar en el mantenimiento y el análisis de eventos. Los datos deberían ser almacenados de forma que se facilite su recuperación rápida y sencilla, al tiempo que se garantice su conservación. El método y la duración del almacenamiento dependen de las necesidades de la autoridad.

### 8.2 VISUALIZACIÓN

Existen varios tipos de visualización, que se pueden clasificar en las siguientes categorías:

- Indicadores visuales;
- Paneles de aviso;
- Pantallas, o unidades de visualización (VDU, del inglés, *Visual Display Units*);
- Páginas web en línea.



### 8.2.1 INDICADOR VISUAL

Los indicadores visuales deben estar coloreados de conformidad con la práctica normalmente aceptada, de la siguiente manera:

- "Rojo"                    indicando        "Alarma";
- "Amarillo"            indicando        "Avisos";
- "Verde"                indicando        "Normal".

### 8.2.2 PANELES DE AVISO

Los paneles de aviso ofrecen indicaciones visuales y/o sonoras y se describe su funcionamiento en el apartado 6.3.

### 8.2.3 UNIDAD DE VISUALIZACIÓN

Con la creciente tendencia a la supervisión electrónica, las unidades de visualización (VDU), o pantallas, son el método más común de visualización. Una VDU típica es la pantalla de un ordenador conectado al ordenador de una estación base del RCMS.

La especificación y tamaño de la VDU dependerá de la cantidad de información a visualizar y la frecuencia de uso.

Se debe extremar el cuidado para garantizar que el diseño de la pantalla y los colores sean los adecuados para su visualización durante tiempos largos. No obstante, las alarmas y avisos deberán indicarse con claridad en colores de alto contraste.

La mayoría de las autoridades utilizan VDUs para controlar y monitorizar su red de ayudas a la navegación. Para los sistemas más grandes, a medida que evolucionen y se amplían, puede haber una serie de métodos y equipos de monitorización diferentes. En tales casos, es importante garantizar que la interfaz de usuario combine, de manera coherente, las distintas entradas de información para permitir que el sistema en su conjunto funcione eficazmente.

### 8.2.4 PÁGINAS WEB EN LÍNEA

Las páginas web en línea pueden considerarse como una subcategoría de las VDUs ya que ofrecen un acceso remoto multiusuario, basado en un cliente ligero (navegador web) y a través de las redes informáticas normales (Internet), a un servidor de la estación base del RCMS (procesador). En función de las necesidades de la aplicación, pueden utilizarse tecnologías web de distintos grados de complejidad. Antes de la adquisición del sistema, deberían considerarse las limitaciones y desventajas de dichas tecnologías.

## 8.3 ALMACENAMIENTO DE DATOS

El tipo de instalación de almacenamiento de datos necesario depende del tipo y cantidad de datos que se registrarán, el periodo de almacenamiento necesario y el método de recogida de datos. Los soportes de almacenamiento disponibles son:

- Papel;
- Soportes electrónicos.

### 8.3.1 PAPEL

Los sistemas manuales de supervisión suelen usar el papel como medio de almacenamiento, como, por ejemplo, el libro de registro de la guardia. Los libros de registro son voluminosos y, por lo tanto, necesitan mucho espacio para su almacenamiento.

### 8.3.2 SOPORTES ELECTRÓNICOS

El almacenamiento electrónico es el más utilizado y requiere mínimo espacio para grandes cantidades de datos. Los soportes electrónicos pueden ser unidades *flash*, discos duros (magnéticos), discos ópticos (CD, DVD) y cintas



magnéticas, siendo estas últimas las más adecuadas para el almacenamiento a largo plazo. Debido al riesgo de corrupción de los datos, los sistemas electrónicos de almacenamiento deben incluir instalaciones de respaldo.

Cuando se adopta el almacenamiento electrónico, el registro de datos clave de los sistemas a lo largo del tiempo puede aportar beneficios significativos, permitiendo la revisión de tendencias para ayudar a identificar problemas operativos que, con el paso del tiempo, pueden acabar a un fallo de una AtoN. Conocer las tendencias de tensión de los sistemas de baterías es particularmente beneficioso para las estaciones solares.

## 8.4 CONTROL

Cuando sea necesario, se pueden habilitar controles en la estación base para operar los equipos de la estación remota, como, por ejemplo, las luces de navegación, los grupos electrógenos. Al diseñar la instalación, se debe extremar el cuidado para garantizar que no se pueda activar una función de control de manera accidental. Esto se podrá lograr, por ejemplo, restringiendo el acceso a los equipos informáticos requiriendo el uso de una contraseña, para la confirmación del control solicitado.

## 8.5 SEGURIDAD DE SISTEMAS INFORMÁTICOS

Los accesos se deben restringir exclusivamente a aquellas partes del sistema que el personal necesite para llevar a cabo sus funciones.

El responsable del sistema necesitará el nivel más alto de acceso al sistema para que pueda reconfigurar el sistema, incluidas las actualizaciones del software.

Aunque no tengan el nivel de acceso arriba mencionado, los ingenieros necesitarán un nivel de acceso lo suficientemente alto para configurar las bases de datos, a fin de introducir las modificaciones que resulten de los cambios realizados en los equipos de la estación remota.

Los operadores requieren un nivel de acceso más bajo, que sólo les permita realizar sus funciones de control y supervisión.

El acceso puede restringirse mediante la utilización de contraseñas.

## 9 INTEGRACIÓN CON OTROS SISTEMAS

Los sistemas de monitorización y control remoto ofrecen la oportunidad de integración con otros sistemas y procesos relacionados para que tengan acceso a información del estado de ayudas a la navegación.

Algunos ejemplos en los que las autoridades ya han comenzado esta integración de sistemas incluyen:

- Reparación y mantenimiento;
- Avisos a la navegación;
- Servicios de tráfico marítimo (STM);
- Sistema de planificación de rutas;
- Redes de estaciones base del Sistema de Identificación Automática (AIS).

### 9.1 SISTEMAS DE MANTENIMIENTO

El RCMS puede proporcionar información al Departamento de Mantenimiento para facilitar la planificación rápida y eficaz de la reparación de equipos y una ayuda para controlar los equipos en su funcionamiento rutinario y en la detección de averías. Los datos también se pueden servir para trazar tendencias de funcionamiento de los equipos con el fin de predecir posibles fallos en el futuro.

Es deseable, por lo tanto, cuando se planifica un sistema, que la operación y el mantenimiento sea considerado conjuntamente. Es probable que los distintos usuarios requieran visualizar diversos tipos de información, y que los requisitos de control y los derechos de acceso no serán iguales para todos los usuarios.



El acceso remoto al del personal de mantenimiento aporta beneficios importantes en la revisión de los datos inmediatamente antes de acudir al emplazamiento, bien para atender a un fallo o para realizar el mantenimiento programado. Mantener un inventario basado en el número de serie y los registros de cambio de configuración para el equipo de una estación remota es una característica útil de un informatizado RCMS.

## 9.2 AVISOS A LA NAVEGACIÓN Y STM

---

Las salidas de la base de datos del RCMS pueden utilizarse para generar mensajes que conteniendo datos sobre el estado de la AtoN y enviar estos mensajes a una o más direcciones programadas para difundir avisos a los navegantes. Salvo en el caso de las aplicaciones sintéticas de AtoN AIS, la difusión totalmente automatizada de estos mensajes no es una buena práctica y, antes de la emisión de una notificación, debe haber una intervención humana para revisar todas las circunstancias relevantes. En la actualidad, el método habitual de comunicación de avisos a la navegación se hace a través de los servicios hidrográficos del país en cuestión. También se podrían transmitir dichos mensajes a un centro de control de STM para la difusión directa a los buques que se encuentren en la zona.

## 9.3 PLANIFICACIÓN DE RUTAS

---

Será posible en el futuro enviar los datos de una AtoN automáticamente desde la base de datos del RCMS a un proveedor en tierra, como, por ejemplo, un sitio web en Internet, permitiendo que un navegante en un buque pueda obtener dicha información en formato electrónico para la planificación de sus rutas.

## 9.4 REDES DE ESTACIONES BASE DEL SISTEMA DE IDENTIFICACIÓN AUTOMÁTICA (AIS)

---

Con una cobertura y un software de procesamiento de datos adecuados, este tipo de redes puede supervisar las ayudas a la navegación equipadas con el Sistema de Identificación Automática (AIS). La información AIS se puede combinar con la información del RCMS de la autoridad, empleando, por ejemplo, un enlace de datos OPC.

# 10 MANTENIMIENTO Y ENSAYOS

---

## 10.1 GENERAL

---

Los equipos modernos de control y monitorización utilizan tecnología de estado sólido, la cual ha mostrado su fiabilidad a lo largo de los años. Debido a su fabricación, no suele ser posible su reparación *in situ* y, por lo tanto, se adoptan habitualmente políticas de reparación por sustitución.

## 10.2 EQUIPOS DE ESTACIÓN REMOTA

---

### 10.2.1 EL SISTEMA EN LA ESTACIÓN REMOTA PUEDE ESTAR COMPUESTA POR LOS SIGUIENTES EQUIPOS:

- Procesador central conteniendo la circuitería que los datos de entrada paralelos de la instalación *in situ*, por ejemplo, luces, radiobalizas, balizas de radar, el suministro de energía, etc., en un formato de señal digital;
- Sensores de equipos y controladores hacia y desde la propia instalación;
- Unidad de procesamiento de señales para la conexión a los recursos de comunicación;
- Un medio de comunicación (VHF, GSM, CDMA, por satélite, etc.);
- Antena de transmisión y recepción;
- Fuente de alimentación.

Los equipos arriba mencionados se pueden diseñar para que funcionen con intervalos de mantenimiento prolongados (12 meses o más). Deben realizarse visitas de mantenimiento por personal debidamente formado con documentación y equipos de ensayo adecuados. Habitualmente, una visita de mantenimiento incluye las siguientes tareas:



- Inspección visual de todos los equipos y conectores;
- Medición de todas las salidas de las fuentes de energía;
- Revisión de todas las funciones de control y supervisión;
- Revisión de los enlaces de comunicación;
- Otras actuaciones especificadas por el fabricante.

### 10.3 EQUIPOS DE LA ESTACIÓN BASE

---

#### 10.3.1 LOS EQUIPOS EN LA ESTACIÓN BASE PUEDEN ESTAR COMPUESTOS POR EL SIGUIENTE EQUIPAMIENTO:

- Todos los equipos mencionados en el apartado 10.2.1;
- Unidades de visualización (pantallas) y teclados;
- Unidades de almacenamiento de datos;
- Equipos de registro de datos;
- Unidades de alarma;
- Fuentes de energía dotadas con el respaldo de un sistema de alimentación ininterrumpida (SAI).

Al igual que los equipos de la estación remota, los de la estación base pueden diseñarse para que funcionen con un período anual o mayor entre las visitas de mantenimiento programado, que incluiría las tareas relacionadas más arriba.

### 10.4 PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO

---

Se deben elaborar los procedimientos de mantenimiento para cubrir el mantenimiento preventivo y correctivo / averías.

Antes de la puesta en servicio de los equipos, se elaborarán procedimientos detallados, que incluirán lo que se detalla a continuación:

- Manuales y esquemas de los equipos;
- Criterios de rendimiento del equipo y límites de trabajo;
- Procedimientos de prueba de los equipos;
- Resultados de las pruebas de los equipos;
- Programación temporal de las pruebas;
- Documentación sobre la reparación de equipos y procedimientos de reparación.

### 10.5 PERSONAL DE MANTENIMIENTO

---

Las reparaciones y el mantenimiento rutinario pueden realizarse por cualquiera de los siguientes métodos:

- Por el personal de mantenimiento contratado;
- Por terceras partes;
- Por los proveedores de los equipos.

En cualquier caso, el personal de mantenimiento deberá estar debidamente cualificado y formado en todos los aspectos de los equipos en cuestión.



## 10.6 FILOSOFÍA DE MANTENIMIENTO

---

La Autoridad que opera el equipo debe considerar detenidamente y acordar la filosofía que se adoptará al realizar el mantenimiento de los equipos de control y monitorización, como, por ejemplo:

- Duplicación de equipos para proporcionar redundancia;
- Reemplazo modular;
- Quién repara el módulo y el tiempo de respuesta;
- Mantenimiento y reparación por la propia organización / terceras partes / proveedores;
- Contratos de mantenimiento;
- Cambios y actualizaciones del software, gestión de la configuración;
- Diagnóstico remoto.

## 11 DOCUMENTACIÓN Y FORMACIÓN

---

### 11.1 DOCUMENTACIÓN

---

Es recomendable que toda la documentación, incluidos los esquemas, debería proporcionarse antes de que se ponga en marcha el equipo y sea aceptado para los fines operativos previstos. Será necesario de disponer de suficientes copias para la estación central, las estaciones remotas y el personal de mantenimiento.

La documentación deberá incluir lo siguiente:

- Descripción funcional;
- Especificaciones técnicas;
- Diagramas de diseño;
- Esquema de los circuitos;
- Planos de ensamblaje;
- Esquemas de cableado;
- Planos de instalación;
- Software de configuración y sus correspondientes manuales del usuario;
- Procedimientos operativos y funcionales;
- Procedimientos de reparación;
- Procedimientos de ensayo;
- Hojas de ensayo;
- Procedimientos de aceptación;
- Hoja de ensayo de aceptación.

### 11.2 FORMACIÓN

---

Se debe impartir formación que se corresponda con la sofisticación del sistema y las habilidades del personal involucrado en la operación y el manejo del mismo. Dicha formación debe planificarse para que coincida con el programa de implantación y debe definirse en función de lo que el alumno sea capaz de hacer al final del periodo de formación. Los sistemas sencillos, como, por ejemplo, los electromecánicos, requieren menos formación. Los



sistemas informáticos más extensos, necesitarán un mayor número de módulos de formación, como los que se indican a continuación:

- Conocimientos operativos de los equipos de control y monitorización;
- Principios de funcionamiento y control de los equipos de la estación remota;
- Mantenimiento y reparaciones del hardware de las estaciones remotas;
- Configuración del software de las estaciones remotas;
- Configuración de la base de datos y de las pantallas de la estación base;
- Configuración del software del sistema de base de datos de la estación base.
- Arquitectura del sistema.

Los módulos de formación deben seleccionarse para que se adapten a la filosofía operativa y de mantenimiento de la autoridad y a las necesidades del personal.

## 12 DESARROLLO FUTURO

### 12.1 GENERAL

Las técnicas y los dispositivos utilizados en los sistemas de Monitorización y Control Remoto son revisados y están en constante desarrollo por fabricantes, lo cual puede conducir a la reducción de costes de los equipos y a la mejora de la fiabilidad. Sin embargo, el que se produzcan estos avances no implica que se deban sustituir los sistemas de forma periódica, sino sólo cuando sea posible prever o demostrar una clara ventaja. Existen numerosos casos de equipos instalados hace 10 o 15 años que siguen funcionando satisfactoriamente. Cuando se adquiere un nuevo sistema de supervisión y control remoto, el comprador y el proveedor suelen definir una "vida útil" para el sistema en el momento de la compra.

A medida que más AtoNs se equipen con AtoN AIS, es probable que muchas autoridades las supervisen mediante el Sistema de Identificación Automática (AIS), si disponen de acceso a una red de estaciones base dotada con una cobertura y una capacidad de procesamiento de datos adecuados.

### 12.2 DESARROLLOS

Se prevé que habrá nuevos desarrollos en el campo de la monitorización y control remoto, y en las comunicaciones. Se adelantan las siguientes sugerencias para su consideración.

#### 12.2.1 CONSUMO DE ENERGÍA

La introducción de semiconductores y procesadores más eficaces, que reduzcan las necesidades de suministro de energía y permitan el uso de la monitorización y/o de los sistemas de supervisión y control remoto en aquellos casos en los que las restricciones anteriores de energía impedían su uso, como, por ejemplo, en las estaciones solares fotovoltaicas y las boyas.

#### 12.2.2 NORMALIZACIÓN DE LAS INTERFACES Y PROTOCOLOS

La introducción de equipos combinados de navegación y de monitorización y control exigirá que las autoridades adopten normas comunes de interfaz y de protocolos a tres niveles:

- Linterna / hardware de la RTU /software de la interfaz;
- RTU / protocolo de comunicaciones con los RCMS;
- Protocolo de intercambio de RCMS a RCMS.

Mientras no se elija y acuerde un protocolo serie de intercambio de información, se propone, en el apartado 5.3.1, una interfaz linterna / RTU de lógica sencilla como primer paso.



### 12.2.3 COMUNICACIONES

Nuevas técnicas para los canales de comunicación que aportan mayor funcionalidad y fiabilidad mediante la utilización de sistemas como GSM celular, enlaces directos por satélite, Internet, comunicaciones personales móviles mundiales por satélite (GMPCS, del inglés, *Global Mobile Personal Communications by Satellite*) y radioenlaces de bajo consumo energético.

### 12.2.4 LA RADIONAVEGACIÓN

La introducción de un nuevo y actualizado Sistema Mundial de Radionavegación para proporcionar mejor precisión y fiabilidad de los datos, lo que facilitará la supervisión de la posición de ayudas flotantes a la navegación.

La creciente dependencia de los navegantes de los sistemas de radionavegación, como el DGPS, requiere sistemas de supervisión y control remoto de alta integridad, que puede suponer que el requisito de disponibilidad de los RCMS supere al de las AtoN.

### 12.2.5 COSTES

Es probable que la evolución de los equipos de monitorización y control remoto redunde costes del sistema más bajos, un menor consumo de energía y una mayor fiabilidad.

## 13 DEFINICIONES

La definición de los términos empleados en esta guía se puede encontrar en el Diccionario internacional de ayudas a la navegación marítima (Diccionario de la IALA) en <http://www.iala-aism.org/Wiki/diccionario>.

## 14 ACRÓNIMOS

ca	Corriente alterna
AIS	( <i>Automatic Identification System</i> ) Sistema de Identificación Automática
AtoN	( <i>Aid(s) to Navigation</i> ) Ayuda/s a la navegación
CD	( <i>Compact Disc</i> ) Disco compacto
CDMA	( <i>Code Division Multiple Access</i> ) Acceso múltiple por división de código
CPU	( <i>Central Processing Unit</i> ) Unidad central de procesamiento
DGPS	( <i>Differential Global Positioning System</i> ) Sistema Diferencial de Posicionamiento Global
DNP	( <i>Distributed Network Protocol</i> ) Protocolo de red distribuida
DOP	( <i>Dilution of Position</i> ) Dilución de posición
DVD	( <i>Digital Versatile Disc / Digital Video Disc</i> ) Disco digital versátil / de vídeo
EDGE	( <i>Enhanced Data for GSM Evolution</i> ) Datos mejorados para la evolución del GSM
GMPCS	( <i>Global Mobile Personal Communications by Satellite</i> ) Comunicaciones personales móviles mundiales por satélite
GPRS	( <i>General Packet Radio Service</i> ) Servicio General de Paquetes por Radio
GSM	<i>Global System for Mobile Communications</i> - antes <i>Groupe Spécial Mobile</i> ) Sistema global para las comunicaciones móviles
HF	( <i>High Frequency</i> ) Alta Frecuencia (de 3 a 30 Mhz)
hr	hora/s
HSDPA	( <i>High Speed Downlink Packet Access</i> ) Acceso a paquetes de alta velocidad por enlace descendente
IALA	International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities - AISM
CEI	Comisión Electrotécnica Internacional



IP	<i>(Internet Protocol)</i> Protocolo de Internet
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
E/S	Entrada / Salida
LANBY	<i>(Large Automatic Navigation Buoy)</i> Boya Automática de Navegación Grande
MF	<i>(Medium Frequency)</i> Frecuencia media (de 300 kHz a 3 MHz)
MTBF	<i>(Mean Time Between Failures)</i> Tiempo medio entre fallos
MTTR	<i>(Mean Time to Repair)</i> Tiempo medio de reparación
OPC	<i>(Object Linking and Embedding for Process Control)</i> Enlace de objetos e incrustación para el control de procesos
PLC	<i>(Programmable Logic Controller)</i> Controlador lógico programable
PR	<i>(Pseudorange)</i> Pseudodistancia
RPTC	Red de telefonía pública conmutada
PTT	<i>(Postal Telephone and Telegraph)</i> Correos, teléfonos y telégrafos
RACON	<i>(RADar beaCON - Radar transponder beacon)</i> Baliza de radar - Baliza transpondedora de radar
RCMS	<i>(Remote Control and Monitoring System/s)</i> Sistema/s de supervisión y control remoto
RTU	<i>(Remote Terminal Units)</i> Unidades de terminal remoto
SCADA	<i>(Supervisory Control and Data Acquisition)</i> Supervisión, control y adquisición de datos
SNR	<i>(Signal to Noise Ratio)</i> Ratio de señal ruido
SS	<i>(Signal Strength)</i> Potencia de señal
SV	<i>(Space Vehicle)</i> Vehículo espacial / Satélite
UHF	<i>(Ultra High Frequency)</i> Frecuencia ultra alta (entre 300 MHz y 3 GHz)
SAI	Sistema de alimentación ininterrumpida
VDU	<i>(Visual Display Unit)</i> Unidad de visualización / Pantalla / Monitor
VHF	<i>(Very High Frequency)</i> Frecuencia muy alta (de 30 MHz a 300 MHz)
VTS	<i>(Vessel Traffic Services)</i> Servicios de Tráfico Marítimo
W	vatio
WiMAX	<i>(Worldwide Interoperability for Microwave Access)</i> Interoperabilidad Mundial para el Acceso por Microondas
2G	2ª generación (de la tecnología de telecomunicaciones móviles)
3G	3ª generación (de la tecnología de telecomunicaciones móviles)
4G	4ª generación (de la tecnología de telecomunicaciones móviles)