



GUÍA DE LA IALA

1038

MÉTODOS Y NIVELES DE LUZ AMBIENTAL PARA LA ACTIVACIÓN DE LUCES DE AYUDAS A LA NAVEGACIÓN

Edición 3.0

Diciembre de 2016



Puertos del Estado




REVISIÓN DEL DOCUMENTO

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

Fecha	Página / Apartado revisado	Motivo de revisión
Mayo de 2009	El apartado 6 revisado.	La medición y métodos de calibración añadidos.
Diciembre de 2016	Apartados 4, 5, 7 y 8	Apartados 4, 5, 7 y 8 añadidos. Adición de los métodos alternativos de conmutación y cambio del título 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

1. INTRODUCCIÓN	5
1.1. Ámbito de aplicación	5
2. NIVELES DE LUZ AMBIENTAL	5
2.1. Niveles típicos de luz ambiental	5
2.2. Temporización de acontecimientos astronómicos.....	6
2.3. Efecto de la elevación del sol en el nivel de luz ambiental.....	7
2.4. Orientación del conmutador de luz diurna.....	7
2.5. Efecto de la latitud.....	10
2.6. Efectos meteorológicos	11
3. FACTORES AMBIENTALES LOCALES	11
3.1. Luz artificial brillante	11
3.2. Hidrografía y meteorología.....	11
4. EJEMPLOS DE APLICACIÓN	11
4.1. Luces fluviales, canales y muelles.....	11
4.2. Sistemas de faros mayores	12
5. SENSORES	12
5.1. La percepción humana de la luz	12
5.2. Sensibilidad espectral	12
5.3. Fotorresistor	13
5.4. Fotodiodo semiconductor	13
6. NIVELES RECOMENDADOS DE CONMUTACIÓN	13
6.1. Histéresis en los niveles de conmutación.....	14
6.2. Encuesta de la IALA sobre los niveles de conmutación utilizados por los miembros	14
6.3. Niveles de conmutación de luz ambiental.....	15
7. ENSAYO Y AJUSTE DE LOS NIVELES DE CONMUTACIÓN DE LUCES DE NAVEGACIÓN	15
7.1. Simulador de fuente luminosa.....	16
7.1.1. Lámpara de filamento de tungsteno	16
7.1.2. Lámpara de arco corto de xenón.....	16
7.1.3. LED blanco	16
7.1.4. Luz diurna	16
7.2. Instrumento de medición	17
7.3. Calibración y ajuste del conmutador de luz diurna	17
7.3.1. Procedimiento de calibración utilizando la cabina de luz.....	17
7.3.2. Medición en exteriores.....	17
8. MÉTODOS ALTERNATIVOS DE CONMUTACIÓN Y CONSIDERACIONES SOBRE LA ENERGÍA	18



ÍNDICE DE CONTENIDOS

8.1.	Reloj de tiempo real (RTC, del inglés, <i>Real-Time Clock</i>)	18
8.2.	Sistemas Globales de Navegación por Satélite (GNSS) / Telefonía móvil / Radio / Satélite	18
8.3.	Detector de visibilidad	18
8.4.	Ayuda a la navegación bajo demanda (AoD, del inglés, <i>AtoN on Demand</i>)	18
8.4.1.	Métodos de activación de ayudas a la navegación bajo demanda.....	19
8.4.2.	Activación manual de ayudas a la navegación bajo demanda.....	19
8.4.3.	Activación automatizada de ayudas a la navegación bajo demanda.....	20
9.	ACRÓNIMOS	20
10.	REFERENCIAS	21
	ANEXO A RESUMEN DE LAS RESPUESTAS AL CUESTIONARIO SOBRE LA LUZ AMBIENTAL, 2003	

Índice de tablas

Tabla 1	Niveles típicos de luz ambiental	6
Tabla 2	Temporización de acontecimientos astronómicos.	6
Tabla 3	Efecto de la elevación del sol en el nivel de luz ambiental en tiempo despejado.....	7
Tabla 4	Efecto de la orientación del instrumento de medición en el nivel medido de luz.....	8
Tabla 5	Efecto de la orientación del instrumento de medición en el nivel medido de luz.....	9
Tabla 6	Periodo entre el crepúsculo civil y la salida del sol (elevación del sol de -6° ~ 0°).....	10

Índice de Figuras

Figura 1	Espectro de potencia de la radiación solar / energía de los fotones y la longitud de onda para diferentes condiciones (adaptado de Jackson, 1975).....	13
Figura 2	Histéresis en la conmutación de luces de ayudas a la navegación	14

1. INTRODUCCIÓN

El aspecto más importante del diseño de un sistema alimentado por una batería primaria o secundaria es el cálculo del consumo diario [4]. Con el fin de conservar energía, se apagan durante el día las luces de AtoN que sólo son necesarias durante las horas de oscuridad. Para las AtoN luminosas que sólo funcionan de noche, la el encendido y apagado puede realizarse mediante interruptores temporizados, o bien sincronizados por sistemas GNSS, relojes de tiempo real (RTC) o por dispositivos fotosensibles calibrados para responder a un nivel de iluminación dado, así como dispositivos externos de encendido. Los dispositivos fotosensibles siguen siendo la tecnología dominante para la activación del funcionamiento diurno o nocturno de AtoN.

En otras aplicaciones, la intensidad de las luces nocturnas de alta potencia se tiene que moderar a una potencia menor para evitar el deslumbramiento, o bien encenderse o aumentar su intensidad durante periodos de mala visibilidad en la niebla.

El control mediante interruptores temporizados enciende y apaga las luces a horas prefijadas, lo que requiere un conocimiento de las horas óptimas de conmutación, tanto por la mañana como por la tarde. Además, el conmutador temporal tiene que incorporar una función astronómica para que las horas prefijadas se ajusten a la estación del año y a la duración real del día, pero no puede utilizarse para conmutar la luz en periodos de mala visibilidad. En estos periodos de mala visibilidad, se puede utilizar un conmutador manual o sistema remoto para tomar el control del encendido y apagado de la luz.

Los dispositivos fotosensibles, por el contrario, no sufren de estas limitaciones. Dado que el funcionamiento depende del nivel de luz ambiental, los conmutadores fotosensibles se ajustan automáticamente a las distintas estaciones y condiciones meteorológicas y, por lo tanto, prestan al navegante un servicio óptimo de ayuda a la navegación con un consumo mínimo de energía.

Sin embargo, existen requisitos contradictorios cuando se utilizan conmutadores fotosensibles a la luz diurna. Si es demasiado elevado el nivel de luz ambiental elegido para el encendido, la luz de navegación permanecerá encendida durante demasiado tiempo, malgastando recursos energéticos y acortando la vida útil de las linternas. Por el contrario, si es demasiado bajo el nivel de conmutación, no se encenderá la luz hasta más tarde y se apagará demasiado temprano, reduciendo así la eficacia de la marca de navegación en su función como ayuda de navegación, además de aumentar el peligro para los buques y el riesgo de colisión. Si el nivel de conmutación está mal ajustado, se puede apagar la luz de noche en casos extremos, como cuando la luna es demasiado brillante. En días muy nublados, el problema del encendido tardío es que podría encenderse la luz durante el día.

1.1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Se ha desarrollado esta guía para asesorar a las autoridades de señalización y balizamiento en la selección de los métodos de activación para las luces de AtoN y en la medición de los niveles de luz ambiental al que dichas luces deben encenderse y apagarse.

2. NIVELES DE LUZ AMBIENTAL

Deben elegirse los niveles de luz ambiental al que las luces de AtoN deben encenderse y apagarse, de modo que se enciendan mientras el nivel de luz ambiental sea lo suficientemente alto para permitir la navegación segura, y para que no se enciendan en días muy nublados, cuando la luz de la ayuda a la navegación no es necesaria para la seguridad de la navegación. Se ha realizado una serie de estudios para ayudar en la toma de esta decisión.

2.1. NIVELES TÍPICOS DE LUZ AMBIENTAL

En la 0, se muestran los niveles típicos de luz ambiental de diferentes condiciones.

Tabla 1 Niveles típicos de luz ambiental

Condiciones	Niveles de luz ambiental (lux)
Iluminación directa de luz solar	$1 \times 10^5 \sim 1,3 \times 10^5$
Días soleados durante el día	$1 \times 10^4 \sim 2 \times 10^4$
Día nublado	10^3
Día totalmente nublado	10^2
Sombra del crepúsculo civil	10
Sombra oscura del crepúsculo	1
Luna llena	10^{-1}
Primer cuarto creciente de la luna (o el tercer cuarto menguante de la luna)	10^{-2}
Cielo luminoso sin luna	10^{-3}
Cielo nuboso sin luna	10^{-4}

2.2. TEMPORIZACIÓN DE ACONTECIMIENTOS ASTRONÓMICOS

En la 0¹, se muestran los acontecimientos astronómicos que definen las transiciones del día a la noche.

Tabla 2 Temporización de acontecimientos astronómicos.

Acontecimiento	Condición	Iluminación típica (lux)	Observación (suponiendo la ausencia de luz lunar, iluminación artificial o condiciones atmosféricas adversas)
Puesta/Salida del sol	El borde superior del disco solar coincide con el horizonte.	600	
Crepúsculo civil (inicio/final)	El centro del sol está a un ángulo de depresión de seis (6) grados por debajo del horizonte.	6	La iluminación es suficiente para que se vean objetos grandes, pero no se percibe ningún detalle. Se pueden ver las estrellas y planetas más brillantes. Para la navegación marítima, el horizonte del mar se encuentra claramente definido.
Crepúsculo náutico (inicio/final)	El centro del sol está a un ángulo de depresión de doce (12) grados por debajo del horizonte.	0,06	Ya es oscuro para fines prácticos normales. Para la navegación marítima, el horizonte del mar no es normalmente visible.
Crepúsculo astronómico (inicio/final)	El centro del sol está a un ángulo de depresión de 18 grados por debajo del horizonte.	0,0006	La iluminación debido a la luz dispersada del sol es menor que la de las estrellas y de otras fuentes luminosas naturales en el cielo.

1 También puede aplicarse la temporización de acontecimientos astronómicos a los cálculos para dimensionar el suministro de energía solar [1].

2.3. EFECTO DE LA ELEVACIÓN DEL SOL EN EL NIVEL DE LUZ AMBIENTAL

0, se muestra el efecto de la elevación del sol en el nivel de luz ambiental en tiempo despejado.

Tabla 3 Efecto de la elevación del sol en el nivel de luz ambiental en tiempo despejado.

Elevación del sol (°)	Nivel de luz ambiental (lux)	Observaciones
-18°	$6,51 \times 10^{-4}$ lx	Crepúsculo astronómico (inicio/final)
-12°	$8,31 \times 10^{-3}$ lx	Crepúsculo náutico (inicio/final)
-6°	3,4 lx	Crepúsculo civil (inicio/final)
-5°	10,8 lx	
-0,8°	453 lx	
-0,25°	600 lx	Salida / Puesta del sol (El borde superior del disco solar coincide con el horizonte)
0°	732 lx	
5°	4760 lx	
10°	$1,09 \times 10^4$ lx	
15°	$1,86 \times 10^4$ lx	
20°	$2,73 \times 10^4$ lx	
25°	$3,67 \times 10^4$ lx	
30°	$4,70 \times 10^4$ lx	
40°	$6,67 \times 10^4$ lx	
50°	$8,50 \times 10^4$ lx	
60°	$10,2 \times 10^4$ lx	
70°	$11,3 \times 10^4$ lx	
80°	$12,0 \times 10^4$ lx	
90°	$12,4 \times 10^4$ lx	

2.4. ORIENTACIÓN DEL CONMUTADOR DE LUZ DIURNA

Unos ensayos realizados en China en 2004 [2] indican que los niveles medidos de luz ambiental se ven afectados, de forma significativa, por la orientación del instrumento de medición, lo que significa que debe elegirse con cuidado la orientación de un conmutador de luz diurna para controlar las luces en ayudas a la navegación.

En un momento dado, el nivel de luz ambiental puede medirse horizontalmente hacia el sol, lejos de la horizontal al sol o hacia el cénit. Estos tres valores varían en función del tiempo y las condiciones atmosféricas. Tabla 0 y 0, se muestran los valores medidos del nivel de luz ambiental en diferentes condiciones meteorológicas. En términos generales, puede afirmarse que los niveles medidos de luz ambiental hacia el cénit son los que más se asemejan al del suelo en ese momento.

Tabla 4 Efecto de la orientación del instrumento de medición en el nivel medido de luz

(Tiempo nublado, 38 grados latitud norte y 118 grados longitud este)

Hora UTC 14 de febrero	Nivel de luz ambiental de distintas orientaciones (lux)			Diferencia de tiempo para que el nivel de luz ambiental de distintas orientaciones alcance el mismo valor de luz ambiental					
	I Hacia la salida del sol	II Hacia el cénit	III Lejos de la salida del sol	III ocurre más tarde que I (en minutos)		I ocurre más tarde que II (en minutos)		III ocurre más tarde que II (en minutos)	
6:56	50	83	48						
6:57	57	90	48	1	48				48
6:58	67	116	50	2	50				50
6:59	80	133	61	2	61	3	80		61
7:00	90	149	72	2	72	3	90		72
7:01	106	170	79	2	79	3	106	6	79
7:02	120	191	84	3	84	4~5	120	6	84
7:03	127	215	90	3	90	4~5	127	6	90
7:04	142	242	107	3	107	4~5	142	7	107
7:05	160	275	112	4	112	4~5	160	7	112
7:06	181	311	122	3	122	4~5	181	7~8	122
7:07	202	347	144	3	144	4~5	202	7	144
7:08	238	378	180	2	180	4~5	238	7	180
7:09	259	421	219	2	219	4~5	259	6	219
7:10	273	476	238	2	238	4~5	273	6	238
7:11	310	532	249	3	249	4~5	310	7	249
7:12	338	591	274	2	274	5	338	7	274
7:13	371	651	315	1	335	5	371	7	335
7:14	438	736	347	2	347	4~5	438	7	347
7:15	483	821	386	2	386	5~6	483	7	386
7:16	528	925	417	2	417	5~6	528	8	417
7:17	589	1000	486	2	486	5	589	7	486
7:18	702	1090	465	3	465	4~5	702	8	465
7:19	770	1148	531	3	531	4~5	770	8	531
7:20	830	1216	622	3	622	5	830	7	622

Tabla 5 Efecto de la orientación del instrumento de medición en el nivel medido de luz

(Tiempo despejado, 38 grados latitud norte y 118 grados longitud este)

Hora 9 de febrero UTC	Nivel de luz ambiental de distintas orientaciones (lux)			Diferencia de tiempo para que el nivel de luz ambiental de distintas orientaciones alcance el mismo valor de luz ambiental					
	I Hacia la puesta de sol	II Hacia el cénit	III Lejos de la puesta de sol	III ocurre antes que II (en minutos)		I ocurre antes que II (en minutos)		III ocurre antes que II (en minutos)	
17:30	680	660	418	5	418	<1	680	5	418
17:31	650	630	380	5	380	<1	650	4	380
17:32	590	574	340	5	340	<1	590	4	340
17:33	530	516	318	4	318	<1	530	4	318
17:34	470	457	280	4	280	<1	470	4	280
17:35	410	401	250	4	250	<1	410	4	250
17:36	370	355	228	4	228	<1	370	4	228
17:37	310	314	210	3	210	<1	310	3	210
17:38	265	284	185	3	185	<1	265	3	185
17:39	232	245	150	3	150	<1	232	3	150
17:40	206	215	125	4	125	<1	206	4	125
17:41	188	189	110	4	110	<1	188	4	110
17:42	160	168	98	3	98	<1	160	3	98
17:43	143	140	79	3	79	<1	143	3	79
17:44	123	122	68	3	68	<1	123	3	68
17:45	101	103	58	3	58	<1	101	3	58
17:46	78	82	43	3	43	<1	78	3	43
17:47	69	68	36	3	36	<1	69	3	36
17:48	55	56	28	3	28	<1	55	3	28
17:49	45	45	22	4	22	<1	45	4	22
17:50	35	36	19			<1	36		
17:51	28	29	17			<1	29		
17:52	26	26	16			<1	26		
17:54	25	22	14						
17:55		18							
17:56		14							
17:57		11							
17:58		8							
17:59		6							
18:00		4							
18:01		2							
18:02		1							
18:03		0							



Según la 0 (nublado), en cualquier hora dada, el nivel de luz ambiental lejos de la salida del sol está al 80% del nivel hacia la salida del sol, y el nivel de luz ambiental hacia la salida del sol está al 60% del nivel hacia el cénit. Cuando se mide hacia el sol y lejos del sol (III es más tarde que I), la diferencia de tiempo para alcanzar el mismo nivel de luz ambiental es de entre 1 y 3 minutos. Cuando se mide lejos del sol y hacia el cénit, la diferencia de tiempo es de entre 6 y 7 minutos.

Según la 0 (tiempo despejado), en cualquier hora dada, el nivel de luz ambiental medido lejos del sol está al 60% de nivel medido hacia el sol. El nivel de luz ambiental hacia la puesta del sol es aproximadamente el mismo que el nivel hacia el cénit. Entre la orientación hacia el sol y lejos del sol, la diferencia de tiempo para alcanzar el mismo nivel de luz ambiental es de entre 3 y 5 minutos.

En condiciones despejadas, una luna grande y luminosa, justo en frente del conmutador de luz diurna, puede ser lo suficientemente brillante como para provocar el apagado de la luz de la ayuda a la navegación, si el nivel de conmutación se ha fijado demasiado bajo. Aumentar el umbral de conmutación soluciona este problema.

En muchas aplicaciones, orientar el conmutador de luz diurna lejos del sol de mediodía (en el hemisferio norte, hacia el norte) proporciona un funcionamiento satisfactorio. Es importante garantizar que la luz de otras fuentes o reflexiones no afecte al conmutador de luz diurna (sensor). En lo que respecta a las ayudas flotantes a la navegación, orientar el conmutador de luz diurna al cénit suele ser una solución de compromiso, aunque se ha comprobado que instalarlo dentro de la lente de la linterna ofrece un funcionamiento satisfactorio en muchas aplicaciones.

2.5. EFECTO DE LA LATITUD

Cuanto mayor sea la latitud, mayor será la diferencia de tiempo para alcanzar el mismo nivel de luz ambiental con diversas orientaciones.

Consideremos el crepúsculo civil (altitud horizontal del sol -6 grados ~ 0 grado) en la 0. Cerca del ecuador, la diferencia de tiempo entre el crepúsculo civil y la salida del sol es menor, aproximadamente 21 minutos durante todo el año. A 40 grados, aumenta a 30 minutos durante todo el año. Las regiones de latitudes altas cambian rápidamente en función de las variaciones de las estaciones y las longitudes.

Tabla 6 Periodo entre el crepúsculo civil y la salida del sol (elevación del sol de $-6^{\circ} \sim 0^{\circ}$)

	2001-06-21 Solsticio de verano			2001-09-22 Equinoccio otoñal			2001-12-21 Solsticio de invierno		
Latitud	Crepúsculo civil	Salida del sol	Periodo	Crepúsculo civil	Salida del sol	Periodo	Crepúsculo civil	Salida del sol	Periodo
°	h m	h m	m	h m	h m		h m	h m	m
N70°	□	□		0442	0540	58	■	■	
N66°	□	□		04 54	05	49	0854	1035	101
N64°	■	01		04 58	05	45	0834	0952	78
N60°	00 49	02	107	05 05	05	39	0805	0902	57
N50°	03 06	03	45	05 15	05	31	0718	0756	38
N40°	03 59	04	32	05 21	05	26	0648	0718	30
N30°	04 32	04	27	05 23	05	25	0626	0652	26
N20°	04 57	05	24	05 27	05	22	0607	0630	23
N10°	05 18	05	22	05 28	05	21	0550	0612	22
0°	05 36	05	22	05 28	05	21	0532	0554	22
S10°	05 53	06	23	05 28	05	22	0514	0537	23
S20°	06 10	06	24	05 27	05	23	0454	0518	24

S30°	06 29	06	26	05 24	05	26	0429	0456	27
S40°	06 52	07	30	05 21	05	28	0355	0428	33
S50°	07 21	08	39	05 15	05	34	0303	0347	44
S56°	07 46	08	47	05 09	05	39	0207	0309	62

el sol está siempre por encima del horizonte

el sol está siempre por debajo del horizonte

el sol está siempre crepuscular

2.6. EFECTOS METEOROLÓGICOS

En el apartado 2.2, se considera el efecto de las nubes en los niveles de luz ambiental.

Los niveles de luz ambiental en condiciones de niebla pueden variar, desde muy brillante en condiciones de niebla en mares de poca profundidad a bastante oscuro en condiciones de niebla densa. Sin embargo, es bastante similar en todas las condiciones de niebla el peligro para la navegación segura debido a la visibilidad reducida. Las condiciones de nieve también suelen dar lugar a la visibilidad reducida con niveles relativamente elevados de luz ambiental. Puede resultar difícil, por lo tanto, utilizar eficazmente conmutadores fotosensibles para detectar condiciones de mala visibilidad.

3. FACTORES AMBIENTALES LOCALES

Las condiciones locales pueden tener un impacto significativo en el nivel de luz ambiental y el nivel al que debe encenderse o apagarse una ayuda a la navegación.

3.1. LUZ ARTIFICIAL BRILLANTE

En puertos y aguas confinadas, donde hay iluminación de fondo, debe considerarse la posible necesidad de encender las luces de las ayudas a la navegación antes de que se enciendan las de fondo. El nivel típico para el encendido del alumbrado público es de 200 lux.

3.2. HIDROGRAFÍA Y METEOROLOGÍA

Las condiciones hidrográficas o meteorológicas locales pueden dar lugar a de condiciones frecuentes de niebla, nieve y hielo o de sombras que pueden afectar a los niveles locales de luz ambiental, cuyos efectos se tratan en el apartado 2.6.

Los partes meteorológicos pueden utilizarse para encender o apagar localmente las ayudas a la navegación, bien por la telemetría remota o por el accionamiento manual. También se emplean los detectores de visibilidad para la determinación de condiciones meteorológicas. La información se puede obtener a partir de las observaciones meteorológicas realizadas por terceros, así como de fuentes como el Sistema de Identificación Automática (el mensaje 8 difundido a una estación base para su interpretación y su reenvío a las aplicaciones relevantes).

4. EJEMPLOS DE APLICACIÓN

4.1. LUCES FLUVIALES, CANALES Y PANTALANES

En los ríos donde se utilizan múltiples luces para balizar un canal, es deseable, y a veces necesario, garantizar que todas ellas se enciendan y apaguen al mismo tiempo. Sin embargo, donde hay riberas muy oscuras en un tramo del canal, es posible que se detecte que las luces en dicho tramo se encienden y apagan antes o después que las de los tramos más abiertos del canal. Ésta puede ser una aplicación típica en que se podría emplear uno de los sistemas alternativos de ajuste (véase el apartado 7). Los Sistemas Globales de Navegación por Satélite (GNSS) o los relojes de tiempo real (RTC, del inglés, *Real-Time Clock*) son buenas opciones para forzar el

apagado/encendido simultáneo de las luces en un canal entero de boyas a través de un sistema maestro/esclavo, evitando así el problema del encendido y apagado de las luces en horarios diferentes. Este principio podría aplicarse al tráfico de grandes buques que pasa por canales estrechos, una terminal, un puente o un pantalán, donde hay que encender o apagar varias luces al mismo tiempo.

4.2. SISTEMAS EN FAROS

En un faro o baliza donde se producen sombras, vegetación, obstrucciones o variaciones medioambientales, se recomienda la utilización de un sistema secundario de conmutación. Una solución es la utilización de un dispositivo fotosensible externo y secundario, orientado fuera del faro y no afectado por las variaciones. Para más soluciones que emplean un sistema alternativo, véase el apartado 7.

5. SENSORES

5.1. LA PERCEPCIÓN HUMANA DE LA LUZ

La unidad de iluminancia, el lux (lumen/m²), es fotométrica y, por lo tanto, basada en la sensibilidad espectral del ojo humano a la luz brillante (sensibilidad fotópica $V(\lambda)$).

Los dispositivos fotométricos, como los luxómetros, se suelen corregir a esta sensibilidad fotópica mediante el uso de filtros. Sin embargo, no suelen corregirse a $V(\lambda)$ los fotorreceptores (LDR y PD) utilizados en la conmutación del nivel de luz. Por lo tanto, cuando estén iluminados por fuentes luminosas de una distribución espectral diferente, habrá errores entre los niveles registradas o conmutados por los dos dispositivos.

Si lo que se desea es la conmutación a un nivel real de lux, podría ser necesario emplear la corrección fotópica en el fotorreceptor. No obstante, la mayoría de los dispositivos actualmente en servicio en el mundo no disponen de esta función, salvo los fotorreceptores que utilizan el selenio, que tienen una sensibilidad espectral cercana a $V(\lambda)$, pero desafortunadamente, al igual que el ojo humano, sufren deterioro a causa del envejecimiento y el uso.

Al elegir un sensor fotométrico, puede considerarse la sensibilidad espectral con respecto a $V(\lambda)$.

5.2. SENSIBILIDAD ESPECTRAL

Lo más adecuado es que la sensibilidad espectral del detector de luz que realiza la conmutación se corrija a la sensibilidad del ojo humano. Si se corrigieran dichos dispositivos a $V(\lambda)$, no sería necesario que la fuente luminosa de calibración sea la luz solar, ya que el luxómetro y el dispositivo de conmutación tendrían la misma sensibilidad espectral.

Desafortunadamente, los dispositivos actualmente en uso no se suelen corregir, lo que provoca problemas en cuanto a su calibración. La utilización de una fuente luminosa estándar (como el iluminante A) para la calibración de dispositivos de conmutación requiere una corrección. La información necesaria para llevar a cabo dicha calibración es:

- 1 La respuesta espectral de la lámpara estándar (que cambia cuando se reduce la tensión de la lámpara para simular la disminución de los niveles de luz).
- 2 La sensibilidad espectral del instrumento de medición (luxómetro).
- 3 La sensibilidad espectral del dispositivo de conmutación.
- 4 CIE $V(\lambda)$.

Hay una fórmula de la CIE que, a partir de los datos espectrales arriba mencionados, aporta un factor de corrección.

Para garantizar que el sensor no responda a la radiación a la que no es sensible el ojo humano, es fundamental, independientemente del tipo de sensor utilizado, que el sensor no tenga ninguna sensibilidad fuera del espectro de la sensibilidad del ojo humano.

En la práctica, sin embargo, la corrección espectral cuando se utilizan las lámparas de ensayo es difícil y cara.

Figura 1, se muestra la distribución espectral de la luz visible durante el día, así como a la salida y puesta del sol.

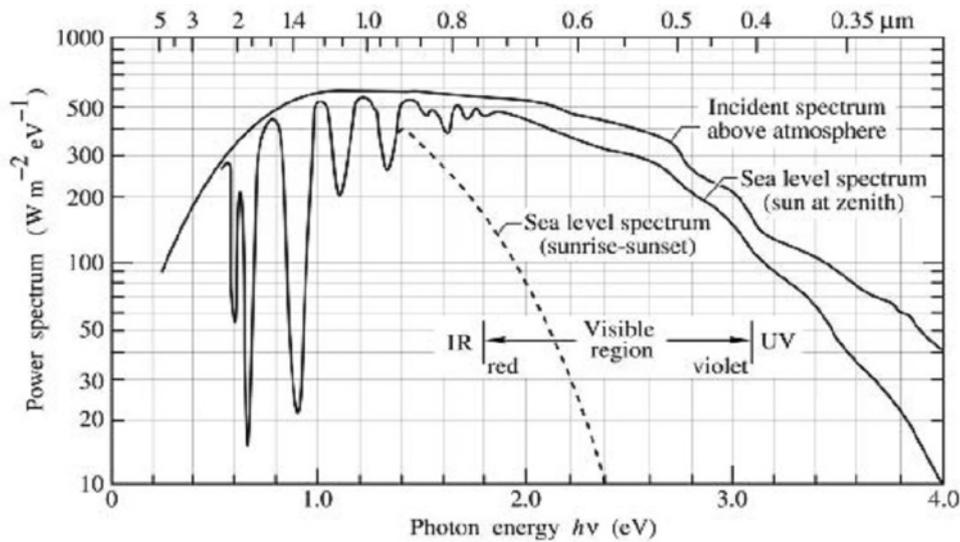


Figura 1 Espectro de potencia de la radiación solar / energía de los fotones y la longitud de onda para diferentes condiciones (adaptado de Jackson, 1975)

5.3. FOTORRESISTOR (LDR)

Debido a su bajo precio y fácil manejo, los fotorresistores (LDR, del inglés, *Light-Dependant Resistor*) son los sensores más utilizados como sensores de los conmutadores de luz diurna. La resistencia del fotorresistor varía con la iluminación, disminuyéndose a medida que aumenta la iluminancia. Se emplea dicho cambio en la resistencia para activar el accionamiento de la conmutación.

En el caso de los fotorresistores, normalmente se puede elegir entre 520, 540, 560, 570, 620 and 630 nanómetros de longitud de onda de máxima sensibilidad. Los fabricantes declaran que estos sensores son elementos resistivos no polares con características de sensibilidad espectral cercanas a las del ojo humano, pero no ofrecen la curva de sensibilidad espectral. Los valores de resistencia del fabricante para el ajuste se miden para las lámparas de filamento de tungsteno, que funcionan a una temperatura de color de 2.856 K, siendo necesarios cambios posteriores para el ajuste de los niveles diurnos. Es importante saber que, a la salida y puesta del sol, el espectro de luz es cercano al de esta lámpara (véase la Figura 1). Entre 100 y 10 lux, el nivel de precisión en función del modelo es alrededor del 85% o el 90%.

5.4. FOTODIODO SEMICONDUCTOR

Algunas aplicaciones fotovoltaicas utilizan la salida del conjunto de paneles solares como un sensor de luz diurna. Se conecta la salida de un panel solar a un comparador, donde se compara la tensión a una tensión ajustable de referencia. Se emplea el cambio de la tensión de la célula solar para activar el accionamiento de la conmutación. Además, también están disponibles por separado sensores de fotodiodos semiconductores.

Cuando se utilicen paneles solares, también puede considerarse la sensibilidad espectral. La sensibilidad espectral de los paneles solares de silicio es buena en la región azul o cercana a la violeta, pero mala en las regiones rojas. En lo que respecta a los paneles solares de arseniuro de galio (GaA), la sensibilidad espectral es mejor en las regiones rojas del espectro.

6. NIVELES RECOMENDADOS DE CONMUTACIÓN

La elección del nivel de luz ambiental al que se encenderán o apagarán las luces de las ayudas a la navegación debe cumplir los siguientes criterios:

- Se deben cumplir los requisitos navegacionales, p.ej. la luz de navegación debe encenderse cuando la señal luminosa es necesaria como una ayuda a la navegación;
- Donde se utilizan múltiples luces como ayudas a la navegación para formar un canal utilizando boyas, deben encenderse y apagarse casi simultáneamente todas las luces para evitar huecos entre las balizas del canal en las horas de encendido y apagado;
- Para evitar un consumo diario excesivo, no deben fijarse demasiado alto los niveles de conmutación, y para evitar interferencia de una luna demasiado brillante, no deben fijarse demasiado bajo;
- Sin embargo, cuando exista un conflicto entre el consumo de energía y la prestación del servicio de ayuda a la navegación, se debe dar prioridad a la función de ayuda a la navegación;
- Los niveles recomendados de conmutación deben basarse en las características de la percepción humana.
Lo más idóneo es encender la ayuda a la navegación cuando se vuelva inútil como marca diurna.

6.1. HISTÉRESIS EN LOS NIVELES DE CONMUTACIÓN

Con el fin de asegurar que se definan con claridad los niveles de conmutación, es necesario garantizar que haya una histéresis adecuada entre los niveles de encendido y apagado.

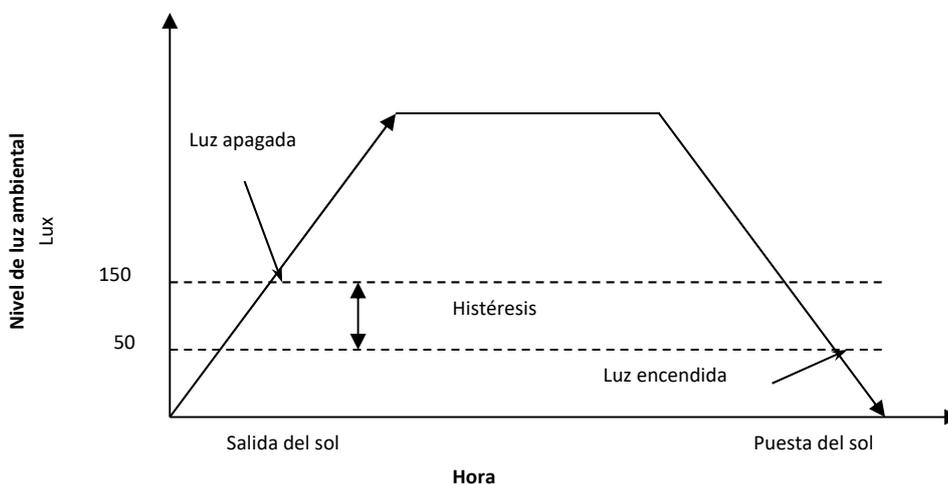


Figura 2 *Histéresis en la conmutación de luces de ayudas a la navegación*

En la Figura 2, una diferencia de 100 lux entre el nivel de apagado de la luz a medida que aumenta el nivel de luz ambiental, así como entre el nivel de encendido a medida que disminuye el nivel de luz ambiental, garantiza que no se encienda o apague la luz en el punto del umbral de conmutación. Una histéresis típica de entre 50 y 100 lux asegura un funcionamiento satisfactorio. Para limitar el ancho de banda del elemento de conmutación, también se considera la incorporación de un retraso temporal de unos minutos al sistema de histéresis.

6.2. ENCUESTA DE LA IALA SOBRE LOS NIVELES DE CONMUTACIÓN UTILIZADOS POR LOS MIEMBROS

En 2003, la IALA realizó una encuesta a través de un cuestionario sobre los niveles de luz ambiental al que se deben encender y apagar las luces de ayudas a la navegación [3]. Se recibieron un total de 8 respuestas de Finlandia, Francia, Alemania, Suecia, Dinamarca, Holanda, Inglaterra y Hong Kong, que se resumen en el ANEXO A, y se hicieron las siguientes observaciones:



- 1 La mayoría de los encuestados han establecido políticas formales para definir los niveles de luz ambiental al que se encienden y apagan sus ayudas a la navegación.
- 2 Un encuestado (Alemania) no dispone de sensores de luz en sus faros, pero controla en un lugar de referencia la conmutación de encendido y apagado basado en la hora de la puesta del sol – 1 hora, y en la de la salida del sol + 1 hora. Dicho método parece descartar cualquier efecto de las diversas condiciones meteorológicas.
- 3 El nivel de conmutación del ENCENDIDO de faros varía entre 20-100 lux.
- 4 El nivel de conmutación del ENCENDIDO de boyas varía entre 15-200 lux.
- 5 El nivel de conmutación del APAGADO de faros varía entre 40-200 lux.
- 6 El nivel de conmutación del APAGADO de boyas varía entre 40-200 lux.
- 7 Según un encuestado, es importante garantizar que se ENCIENDA y APAGUE un sistema de ayudas a la navegación alrededor del mismo tiempo, particularmente en las enfilaciones, donde las luces deben conmutarse, preferiblemente, al mismo tiempo.
- 8 Para evitar oscilaciones en la conmutación, la mayoría de los encuestados disponen de un retraso temporal en la conmutación (histéresis), pero el tiempo de retraso varía entre 15 y 600 segundos.
- 9 En muchos casos, se puede ajustar el nivel de conmutación, tanto en el taller como en el emplazamiento.
- 10 Se emplean tanto fotorresistores (LDR) como fotodiodos semiconductores.
- 11 En los faros, la mayoría de los encuestados orientan los sensores lejos del sol.
- 12 Durante el proceso de fabricación, pueden haberse ensayado o no los niveles de conmutación contra la luz ambiental.
- 13 En muchos casos, se controlan los niveles de conmutación de los faros durante su puesta en servicio y, en ciertos casos, se supervisan después.
- 14 En general, no se ensayan las linternas de boya durante su puesta en servicio, pero, en ciertos casos, se supervisan después.
- 15 Los ajustes del nivel de conmutación pueden hacerse bien mediante la programación del destellador o por medios mecánicos, incluidos los filtros ópticos ajustables.

6.3. NIVELES DE CONMUTACIÓN DE LUZ AMBIENTAL

Una orientación útil para los niveles de luz ambiental al que deben encenderse y apagarse las luces de ayudas a la navegación es la siguiente:

- Encendido a los 50 – 100 lux;
- Apagado a los 150 – 200 lux;
- Histéresis de 50 – 100 lux;
- Si la histéresis tiene un retraso temporal, un valor típico es de 0,5 a 8 minutos.

En ciertas condiciones de visibilidad local, puede resultar conveniente, en función del lugar, un nivel de conmutación más elevado de hasta 300 lux.

7. ENSAYO Y AJUSTE DE LOS NIVELES DE CONMUTACIÓN DE LUCES DE NAVEGACIÓN

Este procedimiento está diseñado para configurar una luz de ayuda a la navegación para que se encienda y apague en función de un nivel deseado de luz ambiental. El procedimiento supone que el dispositivo fotosensible es ajustable, conocido como un conmutador de luz diurna, utilizado para encender y apagar la luz de ayuda a la

navegación. El procedimiento contiene dos partes. La primera describe la construcción de un simulador de fuente luminosa utilizada para la calibración y la segunda el procedimiento en sí.

Debido a la diferencia entre las características espectrales de la luz artificial y la solar, es difícil idear métodos de taller eficaces que utilicen la luz artificial para la configuración de conmutadores de luz diurna. Algunas normas, como las D65, D55 y D75 de la CIE, simulan la luz diurna en diferentes horas del día, pero son caras.

También son importantes las características espectrales del fotómetro utilizado para realizar la medición.

7.1. SIMULADOR DE FUENTE LUMINOSA

A efectos de controlar el nivel de iluminación del conmutador de luz diurna para la configuración de los niveles de encendido y apagado, puede utilizarse una cabina cerrada. Para garantizar una distribución integral de la luz, su forma debería ser, preferiblemente, esférica y sus interiores se pintan de blanco. La cabina se diseña para permitir el acceso al lugar de medición con la mínima interferencia de la iluminación exterior y su tamaño debe ser lo suficientemente grande para acomodar la linterna de ensayo y proporcionar una iluminación uniforme dentro de ella.

La fuente luminosa que se utiliza para la calibración de un “conmutador de luz diurna” debe tener una distribución espectral parecida a la del sol (o la luz diurna). Sin embargo, no está perfectamente corregida la sensibilidad espectral de la mayoría de los detectores de luz a la sensibilidad del ojo humano (CIE $V(\lambda)$), lo que resultará en un error al calibrar el conmutador de luz diurna.

7.1.1. LÁMPARA DE FILAMENTO DE TUNGSTENO

Si se emplea una lámpara de filamento de tungsteno para la calibración, el error puede ser considerable debido a la baja temperatura de color y la luz infrarroja. Debe aplicarse, por lo tanto, un factor de calibración para compensar las diferencias espectrales.

Para conseguir una luz artificial conforme a las normas D55 o D65, puede mejorarse el espectro de la lámpara mediante el uso de un filtro infrarrojo de bloqueo y un filtro de conversión.

La lámpara de filamento de tungsteno puede ser una bombilla incandescente típica de 100 W con interior esmerilado, que se suele utilizar para la iluminación residencial. Cuando se utiliza sin filtro, tiene una capacidad nominal de 90 cd a una temperatura de color de aproximadamente 2.900 K. La lámpara preferida es una de halógeno, que tiene una temperatura de color más alta de aproximadamente 3.100 K.

Para variar la intensidad ligeramente, la fuente luminosa puede conectarse a una fuente de alimentación variable y, para evitar grandes cambios en la salida espectral, debe funcionar cerca de su tensión y corriente nominales.

7.1.2. LÁMPARA DE ARCO CORTO DE XENÓN

Una lámpara de arco corto de xenón aporta una distribución espectral mejor, pero tiene un elevado contenido de infrarrojo y debe utilizarse con un filtro infrarrojo de bloqueo. Además, la salida de la lámpara es difícil de controlar.

7.1.3. LED BLANCO

Una fuente luminosa blanca de LED puede producir una distribución espectral suficiente para el proceso de calibración y puede controlarse la intensidad en una amplia gama sin cambios de la salida espectral.

7.1.4. LUZ DIURNA

Ahí donde haya luz diurna, puede aprovecharse para iluminar el interior de la cabina mediante una abertura ajustable. Sólo es apropiado este método cuando el nivel de luz diurna es constante durante el periodo de calibración y no se producen variaciones debido a las sombras de nubes en movimiento o al tráfico que pasa. Se ajustan los niveles de luz diurna dentro de la cabina, variando el tamaño de la abertura para la luz diurna.

7.2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN

Será necesario un luxómetro calibrado para medir el nivel de la luz ambiental o del iluminante. Debe tener la capacidad de medir la iluminancia dentro de la gama necesaria, p. ej. de 1 a 5.000 lux, y tener la suficiente resolución a lo largo de dicha gama, p. ej. a tres cifras decimales significativas. El luxómetro debe tener una sensibilidad espectral cercana a $V(\lambda)$, con una cifra de $f1'$ del 2% o más (véase la Recomendación E-200-3 de la IALA sobre las Señales luminosas marítimas - Medición).

Un problema de introducir un instrumento de medición en una cabina de luz es que el propio instrumento produce sombras, comprometiendo así la uniformidad de la iluminancia dentro de ella. Para reducir al mínimo estas sombras, se prefiere un luxómetro con un cabezal de medición por separado y, preferiblemente, pequeño. El cabezal puede introducirse en la cabina y el cuerpo principal del instrumento colocarse fuera de ella. Para comprobar la uniformidad de la iluminación, se puede emplear más de un cabezal de medición, colocándolos en diferentes posiciones de la cabina.

7.3. CALIBRACIÓN Y AJUSTE DEL CONMUTADOR DE LUZ DIURNA

7.3.1. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN UTILIZANDO LA CABINA DE LUZ

Se utiliza este método para la calibración en interiores de los conmutadores de luz diurna y se usa, principalmente, con linternas pequeñas, como las que se emplean en boyas.

Para determinar los niveles de conmutación de una linterna:

- En la cabina de luz, encienda lentamente la fuente luminosa hasta que se consiga su brillo máximo. Antes de proceder al siguiente paso, espere 5 minutos.
- Coloque la linterna y el luxómetro dentro de la cabina simuladora de luz en un lugar de luz uniforme (para garantizar una medición correcta, debe evitarse la incidencia directa de la luz en cualquier sensor).
- Baje la fuente luminosa lentamente hasta que se encienda la linterna. Registre este nivel de luz como el nivel simulado de ENCENDIDO.
- Suba el nivel de luz hasta que se apague la linterna. Registre este nivel de luz como el nivel simulado de APAGADO.
- En función del tipo de fuente luminosa empleada, aplique cualquier corrección que sea necesaria.

Para programar una linterna a niveles concretos de conmutación:

- Fije el umbral del nivel de ENCENDIDO al valor mínimo, y el nivel de APAGADO al valor máximo.
- Coloque la linterna, situando el conmutador de luz diurna en el lugar de medición de la cabina de luz.
- Encienda la fuente luminosa al nivel especificado de ENCENDIDO, esperando unos minutos para que se establezca el nivel de luz.
- Ajuste el nivel de ENCENDIDO de la linterna hasta que se encienda la luz.
- Suba el nivel de la fuente luminosa al nivel especificado de APAGADO.
- Ajuste el nivel de APAGADO de la linterna hasta que se apague la luz.

7.3.2. MEDICIÓN EN EXTERIORES

Se aplica este procedimiento a la configuración en exteriores de conmutadores de luz diurna cuando estén expuestos a la luz solar directa, como es el caso de los faros grandes.

- Utilice un conmutador de luz diurna como los que se suelen instalar en una linterna, que pueda controlarse para que se encienda y apague mediante el software del destellador/cambiador de lámparas, o través de elementos físicos ajustables, como potenciómetros.

- Coloque un luxómetro portátil al lado del conmutador de luz diurna, de tal manera que los dos componentes estén alineados en el mismo plano y muy próximos el uno al otro. Cuando sea necesario obtener una medición del nivel real de la luz ambiental, se podrá colocar otro sensor. Para evitar problemas con la salida y la puesta del sol, el conmutador de luz diurna se suele orientar hacia el norte o el sur (evite una orientación hacia el este o el oeste).
- Controle las lecturas del luxómetro por la tarde, más o menos a la caída del sol.
- Según el apartado 5.3, ajuste la luz de la linterna para que se encienda al nivel deseado de configuración para el conmutador de luz diurna.
- Repita este paso la siguiente mañana, más o menos a la salida del sol. Ajuste la luz de la linterna para que se apague al nivel deseado de luz ambiental.

8. MÉTODOS ALTERNATIVOS DE CONMUTACIÓN Y CONSIDERACIONES SOBRE LA ENERGÍA

8.1. RELOJ DE TIEMPO REAL (RTC, DEL INGLÉS, *REAL-TIME CLOCK*)

Existe una opción, basada en un calendario programado, que emplea relojes de tiempo real para conmutar el encendido y apagado de la luz. En general, esta opción se incluye con la tecnología de iluminación actual y, por lo tanto, no requiere ninguna consideración adicional sobre el consumo de energía. La opción de los relojes de tiempo real no tiene en cuenta el cambio de estaciones, pero se utiliza junto con un fotorresistor como un método secundario.

8.2. SISTEMAS GLOBALES DE NAVEGACIÓN POR SATÉLITE (GNSS) / TELEFONÍA MÓVIL / RADIO / SATÉLITE

Para controlar y tomar el mando del sensor por defecto, un receptor de Sistemas Globales de Navegación por Satélite (GNSS) utiliza las entradas disponibles para la configuración diurna y nocturna.

La opción GNSS con una ayuda a la navegación que ya se esté utilizando para la sincronización no consumirá ninguna energía adicional para el encendido y apagado. Sin embargo, añadir GNSS para controlar la entrada y tomar el mando incrementará el consumo energético entre 1 y 4 Wh al día, en función del fabricante y el modelo.

Pueden utilizarse mensajes de telefonía móvil para la conmutación, el informe de datos y la transmisión de alarmas. El consumo de energía varía en función de la frecuencia de conmutación, la programación de informes y las notificaciones de alarma. En general, el consumo de energía será de 2 o más Wh al día.

También son una opción los enlaces por radio y por satélite, pero suelen conllevar un aumento considerable del consumo de energía, lo que haría necesaria la adición de más paneles solares, baterías u otras fuentes de energía, en función del diseño y la aplicación de la ayuda a la navegación. No se recomienda esta opción en boyas o lugares con una superficie limitada para la ampliación.

8.3. DETECTOR DE VISIBILIDAD

Se utiliza un método de muestreo, que mide la visibilidad atmosférica sobre una zona concreta de muestreo. Si el valor del muestreo está por debajo del valor del detector de visibilidad, se activa un conmutador que toma el mando de las luces. En función del método utilizado para el detector de visibilidad, el consumo de energía es de aproximadamente 5 a 10 Wh al día. Los detectores de niebla suelen utilizarse para la conmutación de señales de niebla, pero también pueden aplicarse a otras ayudas a la navegación.

8.4. AYUDA A LA NAVEGACIÓN BAJO DEMANDA (AoD, DEL INGLÉS, *AoN ON DEMAND*)

En aquellos lugares donde la utilización de luces ocasionales es muy común debido a densidades limitadas de tráfico y restricciones en la disponibilidad de energía, puede ser práctico una ayuda a la navegación bajo demanda. También puede implantarse una ayuda a la navegación bajo demanda como una solución

complementaria para poder aumentar la intensidad luminosa de las luces regulares de ayuda a la navegación en condiciones meteorológicas severas, tales como la niebla o la lluvia torrencial.

Una ayuda a la navegación bajo demanda es una luz de ayuda a la navegación provista de un subsistema que permite, en función de las necesidades de los navegantes, la activación remota de la señal luminosa de navegación, tomando el control del funcionamiento normal. Debe estar dotada de equipos de control remoto que se corresponden al método de activación y el protocolo de comunicación.

Cuando se considera el despliegue de una ayuda a la navegación bajo demanda y lo permite una evaluación general de riesgos navegacionales, deben tomarse decisiones sobre los siguientes aspectos:

- 1 El grupo de usuarios al que va dirigida – todos los navegantes, grupos limitados de navegantes o de buques (transbordadores locales), todos los buques que llevan a bordo el Sistema de Identificación Automática (AIS), etc.
- 2 El método de activación – directo (a petición de un navegante), o indirecto (automatizado, basado en los datos de tráfico del Sistema de Identificación Automática (AIS) o en otra información relevante disponible a través de la red de comunicaciones).
- 3 Selección de la tecnología adecuada de activación para el grupo de usuarios al que va dirigida y los métodos elegidos.

8.4.1. MÉTODOS DE ACTIVACIÓN DE AYUDAS A LA NAVEGACIÓN BAJO DEMANDA

Los métodos de activación elegidos para la ayuda a la navegación bajo demanda dependen del grupo de usuarios al que va dirigida y las limitaciones de acceso. Antes de implantar una ayuda a la navegación bajo demanda, deben considerarse los riesgos asociados a las vulnerabilidades y a la disponibilidad. Debe decidirse si la señal luminosa de ayuda a la navegación permanecerá encendida hasta que se desactive, o si se apagará tras un cierto periodo de tiempo.

8.4.2. ACTIVACIÓN MANUAL DE AYUDAS A LA NAVEGACIÓN BAJO DEMANDA

8.4.2.1. Señal VHF

Para activar la luz durante un periodo de tiempo predeterminado, se utilizan múltiples y sucesivas instancias de activación del botón “Transmitir” (Pulse para Hablar) en el canal marino de radio VHF.

Esta tecnología es apropiada para grupos ilimitados de usuarios, pero no prevé ninguna manera de autenticación de los usuarios ni de aportar ninguna información de retroalimentación sobre el estado de la luz.

8.4.2.2. Servicio de mensajes cortos de telefonía móvil (SMS, del inglés, *Short Message Service*)

Se utilizan los mensajes del servicio de mensajes cortos (SMS) del sistema de telefonía móvil para activar la luz durante un periodo de tiempo predeterminado.

Esta tecnología es apropiada tanto para grupos ilimitados de usuarios como para grupos selectos de números de teléfono. Prevé una manera básica de autenticación del usuario e incluso información de retroalimentación, pero no se le puede considerar 100% fiable, porque hasta el 5% de todos los mensajes SMS pueden perderse durante la transmisión o retrasarse de forma significativa. Además, requiere que el usuario tenga cobertura de la red de telefonía móvil.

8.4.2.3. Solución en red

Las soluciones en red se basan en servidores dedicados de red y/o se utilizan los navegadores web típicos para la activación y desactivación de la luz. Las soluciones basadas en aplicaciones que emplean software dedicado de aplicación cliente que utilizan la tecnología de servidores de red pueden reemplazar el uso de un navegador web.

Esta tecnología es apropiada tanto para grupos ilimitados de usuarios como para grupos limitados con acceso, basados en nombres de usuario y contraseñas. Debido a su potencial de acceso global, no se recomienda el acceso anónimo, público y sin límites. Dispone de diversas maneras para la autenticación de usuarios, el suministro de información de retroalimentación, la publicación de avisos y el registro en el lado del servidor de



todo tipo de sucesos relacionados. Visto que los usuarios no disponen de acceso directo a la ayuda a la navegación, dichos sistemas ofrecen un alto grado de protección frente a las activaciones no autorizadas y a las disrupciones del sistema remoto.

8.4.3. ACTIVACIÓN AUTOMATIZADA DE AYUDAS A LA NAVEGACIÓN BAJO DEMANDA

8.4.3.1. AIS (Sistema de Identificación Automática)

Para señalar a una luz que se encienda durante un periodo de tiempo y para cambiar su intensidad luminosa, puede utilizarse un receptor del Sistema de Identificación Automática (AIS) como un aviso de proximidad. Mediante el análisis del tráfico de buques dotados con el Sistema de Identificación Automática (AIS), es posible encender o cambiar la intensidad tanto de luces de las ayudas a la navegación como la iluminación indirecta en función de la velocidad y dirección de los buques. Para lograr un consumo de energía óptimo, se pueden construir estos sistemas para alimentar la fuente luminosa sólo en los sectores que correspondan a la dirección necesaria.

Están disponibles sistemas para detectar los transceptores del Sistema de Identificación Automática (AIS), tanto los de la clase A como los de la B. Los receptores del Sistema de Identificación Automática (AIS) son suficientes para detectar los buques relevantes, ayudando reducir el consumo de energía. Un dispositivo AIS AtoN típico del tipo 1 consume menos de 10 Wh al día, en función de la programación de mensajes. Es posible que sea necesario un desarrollo adicional del software para el encendido del receptor del Sistema de Identificación Automática (AIS) durante ciertas horas, minimizando el consumo de energía. Un ejemplo que figura en ENG4-9.20 [5] demuestra que pueden implantarse dichos sistemas con un consumo de energía de aproximadamente 2,5 Wh al día, incluido el módulo computacional.

9. ACRÓNIMOS

AIS	<i>(Automatic Identification System)</i> Sistema de Identificación Automática
AoD	<i>(AtoN on demand)</i> Ayuda a la navegación bajo demanda
AtoN	<i>(Aid(s) to Navigation)</i> Ayuda/s a la navegación
CIE	<i>(Commission Internationale de l'Eclairage)</i> Comisión Internacional de la Iluminación
DIP	<i>(Dual in-line)</i> Dual en línea (conmutador)
GaAs	<i>(Gallium Arsenide)</i> Arseniuro de galio
GNSS	<i>(Global Navigation Satellite System)</i> Sistemas Globales de Navegación por Satélite
IALA:	International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities – AISM
IR	Infrarrojo
LDR	<i>(Light-dependant resistors)</i> Fotorresistores
LED	<i>(Light Emitting Diode)</i> Diodo emisor de luz
LMT	Lichtmesstechnik GmbH, Berlín
MHz	Megahercio
nm	nanómetro
PD	<i>(Photo diode)</i> Fotodiodo
RTC	<i>(Real-time clock)</i> Reloj de tiempo real
SMA	<i>(Swedish Maritime Administration)</i> Administración Marítima Sueca
SMS	<i>(Short Message Service)</i> Servicio de mensajes cortos
UTC	<i>(Coordinated Universal Time / Universal Time Co-ordinated)</i> Tiempo Universal Coordinado
UV	Ultravioleta (luz de 10-380 nm)
VHF	<i>(Very High Frequency)</i> Frecuencia muy alta (de 30 MHz a 300 MHz)
$V(\lambda)$	Sensibilidad fotópica
Wh	Vatio hora



10. REFERENCIAS

- [1] IALA, IALA Aids to Navigation Guide (NAVGUIDE) 7ª Edición, Capítulo 3, Página 64, Tabla 11, Timing of Astronomical Events, IALA Aids to Navigation Guide (NAVGUIDE) 7ª Edición.
- [2] IALA Engineering Environment and Preservation of Historic Lighthouses Committee, EEP4 Comentario sobre el nivel de luz ambiental al que deben encenderse y apagarse las luces, Administración de la Seguridad Marítima, República Popular de China, 2004. [Disponible el wiki de la IALA]
- [3] IALA Engineering Environment and Preservation of Historic Lighthouses Committee, IALA EEP3 Resumen de las respuestas al cuestionario de la IALA sobre el nivel de luz ambiental, Administración Real Danesa de la Navegación y la Hidrografía, 6 de septiembre de 2003.
- [4] Guía de la IALA sobre un Método normalizado para definir y calcular el perfil de carga de las ayudas a la navegación, diciembre de 1999.
- [5] “AIS detection for visual AtoN”. Documento presentado al Comité ENG de la IALA ENG4-9.20 Sigge Gustafsson/SMA.[Disponible el Wiki de la IALA]

ANEXO A RESUMEN DE LAS RESPUESTAS AL CUESTIONARIO SOBRE LA LUZ AMBIENTAL, 2003

	Pregunta	Comentarios (Faro)	Comentarios (Boya)
1	¿Tiene su organización normas/una política sobre la conmutación de los niveles de luz de ayudas a la navegación?	NO = 1, Sí = 4 “El nivel de conmutación de ENCENDIDO es fijo” “Dependemos de la norma del fabricante de la linterna para sus equipos y, normalmente, es una hora antes de la puesta del sol, y una hora después de la salida del sol” “No hay sensores de conmutación en los faros”	NO = 1, Sí = 5 “El nivel de conmutación de ENCENDIDO es fijo” “...tal y como lo suministró el fabricante de la linterna” “Dependemos de la norma del fabricante de la linterna para sus equipos y, normalmente, es una hora antes de la puesta del sol, y una hora después de la salida del sol”
2	¿El nivel de conmutación de ENCENDIDO (en lux)?	20, 50, 100, 100, 50-100 “Depende de la puesta del sol. En la ciudad de Cuxhaven, la luz se ENCIENDE una hora antes de la puesta del sol.”	15, 20, 50-00, 100, 100, 100, 200
3	¿El nivel de conmutación de APAGADO (en lux)?	40, 100, cercano a 100, 150, 200 “Depende de la puesta del sol. En la ciudad de Cuxhaven, la luz se ENCIENDE una hora antes de la puesta del sol.”	40, 60, 100, 100-150, 150, 200, 200
4	¿Niveles aceptables de tolerancia?	+30 y -0, ENCENDIDO 10-40 y APAGADO 10-60, Varía entre 70-350 “Los niveles de conmutación se ajustan en el campo en función de la cantidad de árboles y otras obstrucciones en torno a la ayuda a la navegación y para garantizar que las horas de encendido y apagado sean aproximadamente iguales entre ayudas a la navegación. Es especialmente importante y difícil el ajuste en las enfilaciones, porque las luces deben encenderse y apagarse simultáneamente.”	±20 10% ENCENDIDO 10-40 y APAGADO 10-60 Varía entre 70-350 No definido
5	¿Hay un retraso en la hora de conmutación?	NO = 2 Sí = 4	NO = 2 Sí = 6
6.1	¿Tiempo del retraso de conmutación?	60, 15-60, 15-240, 600 segundos	15-60, 15-240, 30, 60, 60, 600 segundos
6.2	¿Puede ajustarse el nivel de conmutación?	NO = 2 Sí = 4	NO = 1 Sí = 5 “Sólo en algunas linternas”

	Pregunta	Comentarios (Faro)	Comentarios (Boya)
7	¿Cuál es el rango de ajuste del nivel de conmutación?	2 lux 10-1.000 lux ±50%	2 lux 15-60 lux, 10-1.000 lux ±50%
8	¿Puede fijarse en la fábrica o en el campo el ajuste del nivel de conmutación?	SÍ = 2 "En la fábrica y el campo" "Fijado en el campo" "El valor fijado en fábrica es normalmente 100 lux"	SÍ = 2 "En la fábrica y el campo" "Fijado en el campo", "Campo" "El valor fijado en fábrica es normalmente 100 lux" "Fijado sólo en fábrica/taller"
9	¿Qué tipo de sensor de conmutación de luz se usa?	Fotorresistor = 3 "Fotocélula de sulfato de cadmio" "Fotodiodo" "Célula fotoconductor"	Fotorresistor = 3 "Fotocélula de sulfato de cadmio" "Fotodiodo", "Célula fotoconductor" "Fototransistor BP 103/4"
10	¿En qué dirección está orientado el sensor (vertical, orientado al sol o lejos del sol)?	"Orientado al norte", "Vertical, orientado al norte" "Vertical, lejos del sol" "Lejos del sol" "Hacia la dirección más despejada y lejos del bosque" "Instalado en el fondo de un tubo de luz que recoge la luz de todas las direcciones (360 grados)"	"Por lo general, horizontal" "Vertical, el sensor está orientado hacia el sol"
11.1	"Durante la fabricación, ¿se ensayan los niveles de conmutación contra los niveles de luz ambiental?"	SÍ = 2 NO = 3	SÍ = 3 NO = 2
11.2	Durante la puesta en servicio, ¿se ensayan los niveles de conmutación contra los niveles de luz ambiental (usuario)?	SÍ = 3 NO = 2 "Tras la puesta en servicio, se supervisan las horas de ENCENDIDO y APAGADO"	SÍ = 1 NO = 4 "Tras la puesta en servicio, se supervisan las horas de ENCENDIDO y APAGADO"
11.3	Por favor, proporcione detalles sobre los procedimientos del ajuste del nivel de conmutación.	"En cuanto a los destelladores antiguos, el ajuste se realiza mediante la rotación del filtro óptico. Con respecto a los nuevos destelladores programables, el ajuste se puede realizar a través del filtro o la programación" "Ajuste mecánico" "...para dar cobertura a la resistencia de conmutación" "Valor de la resistencia"	"El ajuste del conmutador tipo DIP, según el manual" "Destellador programable" "Lámpara de medición LMT + luz diurna." "...para dar cobertura a la resistencia de conmutación"