

## LUCES DE SECTORES

## LINTERNAS DE SECTORES PEL

**LUZ DE SECTOR**

Una luz de sectores es un dispositivo de Ayudas a la Navegación que muestra colores diferentes cuando se observa desde distintas ubicaciones. El color de la luz indica al observador información direccional.

Una luz de sectores de alta precisión proporciona innumerables ventajas: puede sustituir decenas de boyas a lo largo de un canal, o trabajar en conjunto con las boyas existentes mejorando la seguridad del canal. Para una enfilación, una sola linterna PEL ahorra una de las dos balizas y, además, la señal es de una calidad superior. Una luz PEL añade seguridad a un puerto, ayudando a los buques a alinearse con la entrada a una distancia de hasta 5 millas, día y noche.

**DIVERGENCIA HORIZONTAL (O SUBTENSA)**

Es el ángulo total proyectado en el plano horizontal. El haz de luz producido por la óptica es de sección circular pero se enmascara para que se quede con una sección rectangular como se puede ver en el diagrama inferior.

**DIVERGENCIA VERTICAL**

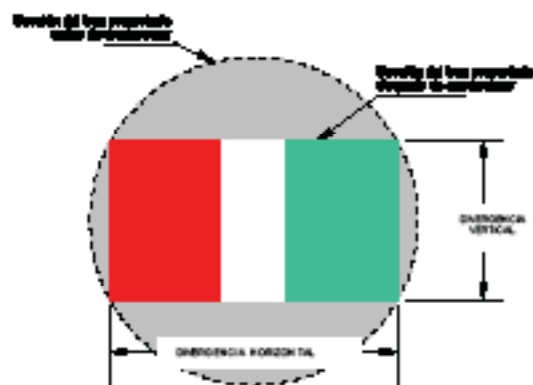
La divergencia vertical es el ángulo total proyectado en el plano vertical. La divergencia vertical indicada es válida para la anchura total del haz de luz. Debido a la manera en que se enmascara el haz de luz, la divergencia vertical es siempre inferior a la subtensa horizontal.

**RESOLUCIÓN DE LÍMITE**

En las fronteras entre sectores de colores distintos, existe un ángulo de incertidumbre dentro del cual no se puede distinguir el color de la luz. La resolución del límite es el ángulo mínimo dentro del cual ocurre una transición completa y bien perceptible.

**EXACTITUD DE SECTOR**

Dependiendo de las tolerancias de las lentes, filtros y sistemas de montaje de las lentes, la posición real de un límite puede estar desplazada de la alineación deseada. La exactitud del sector es el ángulo de error entre la alineación ideal y la alineación real.

**INTENSIDAD Y ALCANCE**

La intensidad es la cantidad de luz, medida en candelas, emitida por una luz en una dirección específica. El alcance también depende de condiciones de visibilidad llamadas 'transmisividad atmosférica' y la cantidad de luz de fondo. Para condiciones de 'transmisividad atmosférica' constantes, un aumento de intensidad supone un aumento en el alcance.

**LÍMITE OSCILATORIO**

Las luces PEL se pueden servir opcionalmente con un conjunto de límites oscilatorios que generan hasta cuatro sectores adicionales sin añadir colores (sólo con tres sectores: blanco, rojo y verde).

**OBSERVACIONES SOBRE LA INTEGRIDAD DE COLOR**

El blanco y el rojo son colores satisfactorios para utilizar en linternas de señalización marítima. Si hace falta un tercer color es necesario prestar atención a que este color se mantenga consistente en condiciones climatológicas menos favorables.

El amarillo no es un color adecuado porque su distinción del blanco es difícil, particularmente utilizando lámparas de filamento a baja tensión.

La niebla puede ser un problema para linternas con luz de color, al dispersar más la luz de onda corta (azul) que la luz con una onda más larga (rojo). Si hay un componente significativo de luz roja en una linterna azul, amarilla o verde y esta es observada en condiciones de niebla, el rojo puede ser el color predominante. Este fenómeno ya ha causado accidentes de navegación marítima. Las linternas de color moradas no deberían ser utilizadas para estas aplicaciones.

Hay muchos filtros verdes y azul/verdes tanto de vidrio como de acrílico que dejan pasar cantidades elevadas de luz roja. Hay que prestar atención a la elección de materiales para asegurar que la luz roja no pase. Es recomendable no utilizar más de tres colores en una linterna de sectores: rojo, blanco y verde. Si hace falta la creación de más de tres sectores se recomienda la utilización de límites oscilatorios.

**OBSERVACIONES SOBRE LA RESOLUCIÓN DE LÍMITE**

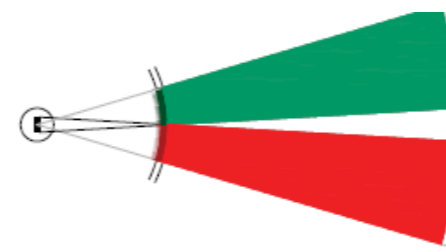
Cuando el observador pasa de un sector a otro adyacente, el cambio de color debe ser abrupto. Un límite entre sectores borroso no puede dar información precisa al observador y le obliga a tomar una decisión subjetiva sobre su posición. La linterna PEL con su alta definición de límites ofrece información precisa 'digital', en comparación a un cambio vago 'analógico'. Se recomienda la utilización de límites oscilatorios que presten información cíclica, objetiva y muy sencilla de interpretar, donde sea necesaria una información más gradual y proporcional.

Los sistemas ópticos como los que utilizan la luz PEL son tan precisos que no hay ángulos de incertidumbre en la transición de sector. Normalmente, un cambio completo de color ocurre en un minuto de arco, una distancia lateral de tan sólo 2,7m a una distancia de 5 millas náuticas.

De noche, cuando un buque está en la enfilación de una linterna PEL es posible ver la proyección luminosa de la linterna sobre la estructura del puente. Si el buque está enfilado en un límite entre sectores, el observador puede ver claramente dos sectores de color diferente con el límite bien definido.

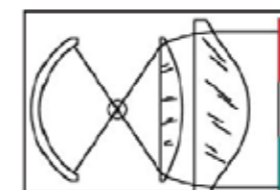
**CREACIÓN DE UNA LUZ SECTORIZADA****MÉTODO DE SOMBRA**

Un sector de color puede ser creado colocando un filtro de vidrio o acrílico de color en la óptica de una linterna. Este proceso crea una sombra de luz de color. Este método es adecuado cuando los límites bien definidos son innecesarios. Utilizando este método el ángulo de incertidumbre es grande. Dentro de este ángulo de transición que, normalmente es entre 1 y 2°, el color de la luz es ambiguo y la intensidad puede variar. Cada vez que el cambiador de lámparas actúa o cuando el equipo de mantenimiento cambia las lámparas, las nuevas lámparas quedan en posiciones ligeramente diferentes, modificando las alineaciones de los límites de sector.

**MÉTODO DE PROYECCIÓN**

Las luces de sector PEL utilizan el método de 'proyección'. Este sistema funciona de la misma forma que un proyector de diapositivas o películas, pero enfocando al infinito. Unos filtros de cristal de color con los bordes pulidos encajan perfectamente uno al lado del otro para dividir el rayo en sectores de distintos colores.

El sistema condensador recoge la luz emitida por la bombilla y la distribuye uniformemente por el filtro. Su uso permite maximizar la eficiencia energética con este tipo de óptica, unas bombillas que proyectan una gran proporción de luz en dos direcciones opuestas.



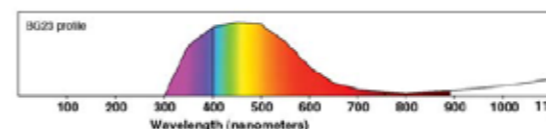
Una imagen de la salida del filtro se proyecta al infinito. Los límites de sector pueden tener la apariencia de estar desenfocados a corta distancia, pero estarán perfectamente definidos en las distancias operacionales. Los pequeños cambios de posición de la bombilla pueden afectar a la intensidad, pero no modifican la posición de los límites gracias al sistema de lentes de proyección.

El conjunto de lentes de objetivo y los filtros definen la subtensa total (divergencia horizontal). Se utilizan diversos sistemas de objetivo para crear linternas con subtensas diferentes con la máxima eficiencia. En general, las subtensas más pequeñas requieren lentes objetivas mayores y barriles más largos.

El sistema óptico de una luz de sectores PEL produce una luz de intensidad casi 100% uniforme a lo largo de la subtensa y la resolución de los límites es mejor que un minuto de arco (1/60°). Este ángulo es tan pequeño como cuanto el ojo humano puede distinguir.

**FILTROS DE COLOR**

Una linterna PEL utiliza color para transmitir información al observador sobre su posición angular relativa a la luz. El proceso de colorear la luz implica filtrar muchos colores, permitiendo solamente el paso del color deseado.



Si el filtro no bloquea la mayor parte de los colores no deseados (seleccionados por longitud de onda), con niebla la luz puede cambiar de color. Si la selección de onda es demasiado estrecha entonces pasa muy poca cantidad de luz y hay una pérdida demasiado grande de intensidad.

Vega concluye, según su experiencia en el manejo de estos equipos, que la transmisión óptima de filtros coloreados es 25%. Vega utiliza cristal óptico tipo 'Schott' - OG 590 para rojo (27% transmisividad), y BG23 para azul-verde (24% transmisividad). BG23 transmite muy poca luz roja.

**FILTROS DE DENSIDAD NEUTRA PARA EL SECTOR BLANCO**

En una linterna de sectores de color rojo, blanco y verde, la luz del sector blanco es cuatro veces más intensa que la luz de los sectores de color.

Si no hay luz de fondo puede ser apropiado utilizar un filtro de densidad neutra para reducir la intensidad del sector blanco a un 25%, quedando los tres sectores con intensidades aparentemente iguales. El filtro de densidad neutra reducirá la intensidad de salida de la luz, pero no cambiará su color.

Con niveles de luz de fondo moderados, se utiliza un filtro de densidad neutra de 50% porque la luz de fondo nocturna normalmente es de color blanco. Con este proceso, los tres sectores tendrán intensidades aparentemente iguales.

**FILTROS NOCTURNOS**

Si una linterna de sectores es utilizada día y noche, la intensidad durante el periodo nocturno deberá ser reducida para mantener un contraste o alcance equivalente. Se reduce la intensidad para que la intensidad nocturna sea entre 1 y 10% de la intensidad diurna. Esta reducción es más de lo que se puede lograr al disminuir la tensión de la lámpara sin que el filamento se quede naranja e interrumpir el ciclo de una bombilla de halógeno o tungsteno-halógeno.

En las linternas PEL 6, un filtro nocturno de densidad neutra es automáticamente insertado al anochecer para reducir la intensidad. Los filtros nocturnos pueden tener una transmisividad mínima de 5%. La reducción de tensión también se puede utilizar para reducir la intensidad luminosa de la lámpara, hasta un mínimo de 20%. Combinando estos dos procesos logramos una reducción total de hasta 1% para la linterna en modo nocturno (20% x 5% = 1%).

**CAPAS ANTIRREFLECTANTES**

Las capas antirreflectantes aplicadas a lentes y filtros incrementan la luz transmitida por los mismos. Normalmente, las luces de sector PEL tienen 10 superficies ópticas. La aplicación de esta capa mejora la eficiencia del conjunto. Las linternas PEL 6 tienen capas antirreflectantes en todas las superficies excepto en las que están expuestas al exterior o en la lámpara. Las capas se pueden dañar muy fácilmente y cuando se dañan el resultado es peor que no tener ninguna capa. Las capas antirreflectantes sólo se aplican en linternas PEL 3 cuando se necesita un incremento de prestaciones.

**ENMASCARAMIENTO DE LUZ DISPERSA**

Por lo menos un 5% de luz se dispersa por la superficie exterior de la última lente y sobre todo si esta no está limpia. Esto puede ser significativo, particularmente en linternas PEL 6 de subtensa 5° o inferior. El navegante puede pensar que está dentro del haz cuando en realidad no es así. Las linternas PEL 3 de subtensa baja son enmascaradas con una extensión de barril para evitar este fenómeno. Esta solución no es práctica para las linternas PEL 6. Opcionalmente se pueden montar unos paneles laterales a una cierta distancia de la última lente.

No obstante, las linternas PEL-3 utilizan las lámparas habituales en linternas marítimas (con base pre-enfocada) si la potencia deseada no está disponible en la serie M.

La luz de sector PEL está limitada por la dimensión del filamento de la lámpara. Cuanto mayor sea el filamento, mayor tiene que ser la óptica para capturar la luz de una forma eficiente. Las linternas PEL 6 están limitadas a las lámparas de la serie M de 250W. Usar una lámpara de mayor potencia no supondrá una linterna más potente, porque el filamento es demasiado grande. El coste de un sistema óptico mayor para una lámpara más potente es el factor limitativo.

**LIMITACIONES DE DESTELLO CON LÁMPARAS DE SERIE M**

Las lámparas de la serie M son ideales para obtener la máxima eficiencia de una linterna PEL. No obstante, el filamento compacto y de baja tensión tiene características operacionales que deben ser tomadas en cuenta. Los filamentos tienen una resistencia muy baja cuando están fríos y esto provoca un pico de corriente cada vez que las lámparas son encendidas. Este pico puede ser hasta diez veces superior a la corriente de la lámpara con su temperatura estabilizada. Los cambiadores de lámparas y controladores tienen que estar preparados para soportar estas corrientes. La unidad CALC 2000 limita esta corriente pico a 100 Amperios.

Las lámparas serie M requieren tiempo para calentarse y enfriarse debido a la inercia térmica creada por la masa metálica del filamento. Esto limita el destello más corto de la siguiente forma:

M32	12 V	50 Vatios	1,0 seg.
M28	12 V	100 Vatios	1,5 seg.
M36	24 V	250 Vatios	2,0 seg.

La relación entre intensidad eficaz e intensidad pico de una lámpara de destellos por el proceso de encendido y apagado con un periodo de destello más corto de 't' es proporcional a t/(t+a) (Blondel-Rey-Douglas). El factor 'a' ligado al umbral de retención de las imágenes en la retina (Blondel-Rey) es una constante. Lógicamente, la utilización de un destello más largo favorece la intensidad eficaz y el alcance.

**DURACIÓN DE LA LÁMPARA Y EL CONTROL DE LA TENSIÓN**

Casi todas las linternas PEL tienen baterías como fuente de energía, como recomendación de Vega. Las baterías pueden ser recargadas desde la red o desde sistemas fotovoltaicos. No obstante, la tensión de las baterías con frecuencia sobrepasa el recomendado por el fabricante y esto reduce su vida útil (2000 horas).

Para evitar reducir su vida útil, el controlador CALC usado en todas las linternas PEL aplica "pulse – width – modulation" (PWM) a la energía transmitida a la lámpara, reduciendo la tensión "DC rms" si es necesario para asegurar que no se sobrepasa la potencia de la lámpara. Cuando está activo, la tensión medida en la lámpara por un voltímetro no será una representación de la tensión real rms. Los voltímetros que miden AC rms tampoco pueden leer la tensión. La mejor forma de hacerlo es mediante un osciloscopio.

**FUENTES DE ENERGÍA - PICOS DE TENSIÓN**

Los cargadores de baterías que funcionan conectados a la red y otros tipos de fuentes de energía tienen que estar protegidos de los picos de tensión, ya que existen problemas con el uso de fuentes de energía con una alta inercia para circuitos de baja tensión como las de las señales marítimas.

El problema se crea cuando hay un corte en el circuito, por ejemplo, se apaga la lámpara o ésta llega al final de su vida; en esta situación

hay una reducción rápida de corriente que puede crear grandes tensiones momentáneas (100 – 200V). Estas elevadas tensiones pueden dañar los controladores preparados para trabajar entre 12 y 24V.

**ELEMENTOS INDUCTIVOS**

Las fuentes de energía son fabricadas con elementos inductivos que trabajan en conjunto con un elemento condensador para suavizar las pulsaciones DC. Bajo condiciones normales de operación, estos inductores acumulan una gran cantidad de energía que es descargada en forma de pico de tensión cuando hay un corte en el circuito.

**PROTECCIÓN TEMPORAL**

Inicialmente las baterías tienen suficiente capacidad para absorber estos picos de energía, consecuentemente, los picos no llegan a las linternas. En cambio, con la degradación de las baterías, esta capacidad de absorción se reduce y puede haber problemas.

**SÓLO USAR CARGADORES DEL TIPO SMR**

No se deberían usar cargadores de baterías que trabajan por inducción para las linternas PEL (u otros sistemas semejantes). Vega recomienda el uso de transformadores de tipo "Switch Mode Regulators" de buena calidad para sus linternas.

**LOGRAR LA MÁXIMA VIDA ÚTIL**

Muchas linternas PEL siguen funcionando con más de 20 años tan bien como las linternas originales que tienen 35 años. Vega presta el servicio de reconstrucción de las linternas, que incluye pulimento de las ópticas, actualización de la electrónica y renovación del tratamiento de superficie del cuerpo. El coste de este servicio es pequeño en relación al precio de una linterna nueva.

**PROTECCIÓN CONTRA LA ENTRADA DE HUMEDAD**

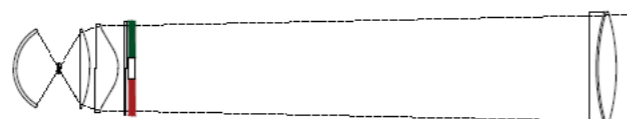
La clave en la maximización de la vida útil es la protección contra la entrada de humedad (esto ocurre siempre que el usuario abre la linterna para su inspección y mantenimiento). Las linternas son estancas y probadas en fábrica hasta 4 PSI.

Las bolsas de sílice deberían cambiarse siempre que se abra la linterna. Estas bolsas absorberán la humedad que entra al abrir la linterna. Es aconsejable minimizar las inspecciones internas a cada 3 meses, siendo lo normal y recomendable cada 6 meses. Cada linterna viene con su manual de usuario donde se recomiendan los periodos de mantenimiento.

Para maximizar la vida de la linterna se puede construir una sencilla cobertura dejando que solo la punta del barril esté expuesta a la intemperie. Esta cobertura la protege de excrementos de pájaro y limita las variaciones de temperatura al mantener la linterna en la sombra.

**CÓMO SELECCIONAR SU LINTERNA DE SECTORES PEL**

No existe un modelo de linterna de sector para todas las aplicaciones porque cada puerto marítimo o canal tiene características únicas. Es necesaria una variedad de subtensas e intensidades.



Es conveniente usar una única linterna de día y noche con variaciones de intensidad 350 veces mayores de día. También es muy útil poder hacerlo con energía solar, ya que la linterna PEL dispone de esta flexibilidad.

**DOS MODELOS BASE**

Hay dos modelos de luz de sectores PEL: la PEL 6 y la PEL 3. Ambas están disponibles con una gama de subtensas desde 3.5º hasta 25º. La PEL 3 fue concebida para trabajar de noche y utiliza lámparas de hasta 100 vatios; también se pueden usar lámparas de 10 vatios, mínimo para cuando se precisa poca intensidad o hay que ahorrar energía. Las PEL 6 tienen un sistema óptico mayor para poder trabajar de día y noche. Utilizan una lámpara de 250W y la intensidad es automáticamente reducida de noche.

**EQUILIBRIO ENTRE INTENSIDAD Y DIVERGENCIA HORIZONTAL**

Cuanto mayor es la divergencia horizontal, menor es la intensidad. Un aumento en la divergencia horizontal supone una divergencia vertical superior. Duplicar la subtensa reducirá la intensidad a un cuarto. Siempre se debería utilizar la divergencia horizontal más baja posible que cumpla con los requisitos. Si es necesaria una divergencia horizontal o una intensidad superior, recomendamos el uso de dos linternas o una linterna de fabricación especial.

Paso Reducción	PEL-3 tensión	PEL-6 tensión	Corriente media	Intensidad Noche
1	12,0	24,0	100%	100%
2	11,0	22,0	88%	75%
3	10,3	20,5	80%	60%
4	9,0	18,0	65%	40%
5	7,2	14,4	47%	20%
6	6,0	12,0	36%	10%

**SELECCION DE ANGULOS DE SECTOR**

Si el objetivo es crear una línea de enfilación, la forma más sencilla de elegir los ángulos es usando puntos de control. Estos normalmente serán naturales como, por ejemplo, la bocana de un puerto o la anchura de dragado de un canal en el extremo opuesto de la linterna. Se debería considerar la embarcación más ancha que tiene que pasar por el punto de control y considerar que hay que dejar un margen a las embarcaciones que pasan en la dirección opuesta. En ese punto, se puede definir el límite del sector central (normalmente el blanco puede ser muy estrecho, incluso inferior a 0,5º).

**REDUCCIÓN DE INTENSIDAD NOCTURNA**

Con todas las linternas PEL hay 6 opciones de reducción de tensión (la tensión de noche es del 100%).

Las PEL 6 también reducen la intensidad por medio de un filtro nocturno con una transmisividad entre 5 y 50%. Cuando se reduce la intensidad nocturna por medio del filtro nocturno y reducción de tensión, la transmisión final es el producto de los dos métodos.

**SECUENCIA DE ESPECIFICACIÓN DE LA LINTERNA PEL**

1. Sólo noche o día y noche  
El primer paso a determinar es si la linterna es necesaria de día. En general, se utiliza una linterna PEL 3 si sólo se precisa una señal nocturna y una linterna PEL 6 si también se quiere señalar de día. En algún caso de alcance muy corto se puede utilizar la PEL 3 de día, pero la reducción a noche sólo se hace por medio de reducción de tensión.

2. Determinación de la intensidad necesaria  
Para este paso hay que saber el alcance necesario y utilizar las tablas recomendadas por IALA, en conjunto con el cálculo que considera transmisividad y luz de fondo.

3. Selección de divergencia horizontal  
Conforme ya vimos, hay un equilibrio entre la subtensa y la intensidad. Utilizar las tablas en el documento específico de cada linterna para optimizar la solución.

4. Selección de lámpara  
La potencia máxima de la lámpara en la linterna PEL 3 es de 100W. La lámpara M 28 ofrece los mejores resultados pero también son adecuadas lámparas más pequeñas para intensidades inferiores. Para la linterna PEL, 6 la lámpara M 28 es estándar aunque se pueden usar lámparas de potencia inferior.

5. Límites oscilatorios –Sí o NO  
Esta opción es útil en aplicaciones muy críticas, donde el aviso temprano de desviaciones de un límite o aproximaciones a otro es ventajoso. En ubicaciones donde el ahorro de energía es fundamental, esta opción se vuelve menos atractiva debido a la necesidad de tener destellos muy largos para poder interpretar la señal oscilante. Para más información, ver el documento de límites oscilatorios.

6. Determinación de los sectores individuales  
La mayor parte de las aplicaciones tienen tres sectores: rojo, blanco y verde. Los colores se especifican leyendo desde la izquierda a la derecha cuando se ven desde el mar hacia la linterna.

7. Verificación de la divergencia vertical  
La mejor forma de hacer esto es dibujar una sección vertical del haz de luz. Identificar la distancia mínima necesaria por el navegante y contar con distintas alturas de puentes de los buques. Este proceso también puede ayudar a definir la altura del plano de la linterna.

8. Especificar el ritmo de destello  
Las linternas PEL usan el controlador CALC 2000, que está pre-programado por defecto con 256 caracteres. No hay que olvidar que algunas lámparas tienen periodos de encendido o apagado mínimos y que no se debería destellar linternas con límites oscilatorios.

9. Definir reducción de intensidad para modo noche  
Cuando una PEL se utiliza de día y de noche, la reducción de intensidad nocturna es habitual. La intensidad nocturna es un porcentaje de intensidad diurna. La reducción de intensidad por medio de reducción de tensión es relativamente sencilla y se puede hacer in situ, pero la reducción por medio de filtro sólo se puede hacer por medio de cambio del mismo.

10. Sector blanco de intensidad reducida, Sí o No.  
La intensidad del sector blanco puede ser reducida en un 50% por medio de un filtro de densidad neutra para uniformizar las intensidades de los tres sectores.

11. Capas antirreflectantes  
Para situaciones en que se selecciona una PEL3 y se necesita un poco más de intensidad.

12. Conexiones  
Interconexiones a otras unidades como, por ejemplo, sincronización de linternas, controladores especiales, monitorización.

©2014 ALMARIN