

**La luz como medio detector...**

... se emplea en muchos sectores de la técnica y de la vida cotidiana en sistemas de control y regulación. Para ello se evalúa una variación de la intensidad de luz en un segmento óptico (entre emisor y receptor) que es producida por un objeto a detectar. En función de las características de este objeto y de la estructura del segmento óptico se interrumpe el haz luminoso o se refleja, o bien, se

dispersa el mismo. Mayoritariamente se utilizan como emisores LEDs de luz infrarroja a impulsos controlados por reloj y como receptores se utilizan fototransistores. La señal de salida es en gran medida independiente de la iluminación ambiental, ya que la luz visible puede eliminarse fácilmente por filtración. En operaciones de detección vitales se emplean preferible-

mente detectores fotoeléctricos, o bien, barreras fotoeléctricas con LEDs de luz roja, porque el haz luminoso y el punto de detección pueden captarse visualmente y ajustarse con mayor facilidad. Para las diversas condiciones de aplicación Balluff ofrece tres variantes de sensor: Detectores fotoeléctricos, barreras fotoeléctricas de reflexión, barreras fotoeléctricas unidireccionales.

**Refracción de luz**

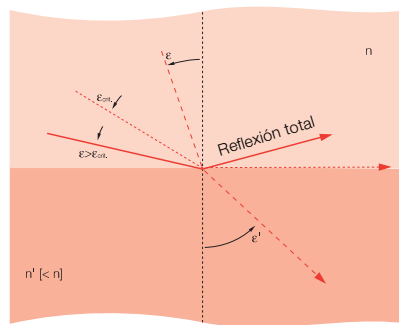
Los haces luminosos experimentan un cambio de dirección, es decir, una refracción, en la superficie límite de dos medios ópticos con diferente densidad óptica  $n$  (p. ej. vidrio/aire).

El grado de la refracción depende del cociente de las densidades ópticas  $n$  de ambos medios y del ángulo de incidencia  $\epsilon$  respecto al eje óptico.

$$\sin \epsilon' = \frac{n}{n'} \sin \epsilon$$

Si un haz luminoso cambia de un medio de densidad  $n$  a otro de menor densidad  $n'$ , entonces dicho ángulo presenta un ángulo superior  $\epsilon'$ . Encima de  $\epsilon_{crit}$ . (ángulo límite

en el que el haz refractado pasa paralelamente a la capa límite), sin embargo, el haz vuelve a penetrar en el medio con la densidad  $n$ , es decir, aquí existe una reflexión total.



**Conducción de luz por reflexión total**

Sin la reflexión total descrita anteriormente en las capas límite, los conductores de fibra óptica no podrían realizarse con la calidad actual. Están compuestos por un núcleo cilíndrico conductor de luz y una vaina de pared fina que rodea el mismo firmemente. La densidad óptica  $n$  del núcleo es superior a la de la vaina. Un haz luminoso se refleja totalmente una y otra vez en la capa de separación entre núcleo y vaina y no puede por

tanto abandonar el núcleo en dirección radial. Teóricamente la luz no es debilitada por estas reflexiones; sin embargo, las impurezas y las posiciones erróneas tanto en el material de núcleo como también en la capa de separación originan

pérdidas y limitan la longitud de conductor de fibra óptica, en la cual queda garantizada una transmisión de información asegurada.



**Detector fotoeléctrico**

En los detectores fotoeléctricos el emisor y el receptor están alojados en una misma carcasa. La alineación respecto a un objeto a detectar prácticamente carece de importancia.

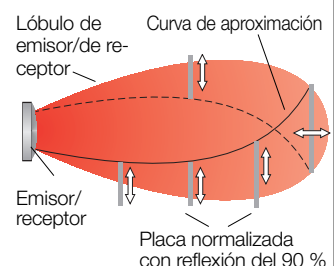
Un objeto a detectar (p. ej. una placa normalizada con reflexión del 90 %) devuelve al receptor en la zona del haz luminoso mediante reflexión

difusa en su superficie una parte de la luz.

Si la placa normalizada alcanza la curva de aproximación (ver figura), se realiza una conmutación, es decir, una variación de la señal de salida.

La distancia de detección varía en función del tamaño, la forma, el color y las características de la superficie de objeto reflectante. Con una tarje-

ta gris de Kodak con reflexión del 90 % (~ papel blanco) pueden alcanzarse hasta 2 m.



La **humedad de aire** admisible ...

... es de 35...85 % (sin condensación).

**Luminiscencia**

Para detectar marcas invisibles en objetos, se utilizan las llamadas sustancias fluorescentes (contenidas en tizas, tintas, lacas, etc. especiales) que sólo pueden hacerse visibles con luz

ultravioleta (UV). Las sustancias fluorescentes transforman la luz UV invisible (de onda corta, en este caso 380 nm) en luz visible (entre azul 450 nm y rojo oscuro 780 nm). Este efecto se

denomina fotoluminiscencia. La luz visible puede entonces ser detectada, como es habitual, por la unidad receptora del sensor.

**Filtros de polarización**

¿Cuándo hacen falta?

Una parte de la luz de emisor de barreras fotoeléctricas de reflexión es reflejada directamente al receptor por objetos a detectar con superficies brillantes p. ej. de chapa blanca, acero fino o aluminio. Las barreras fotoeléctricas de reflexión sencillas no pueden

por tanto distinguir con seguridad entre una "luz de objeto" y una "luz de reflector" reflejadas. De este modo no pueden excluirse detecciones incorrectas.

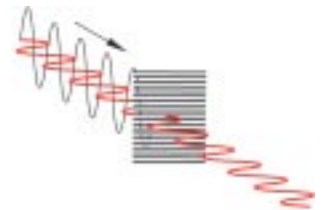
Por este motivo, las barreras fotoeléctricas de reflexión Balluff están equipadas alter-

nativamente con **filtros de polarización**, los cuales forman junto con un **reflector Balluff**, un **espejo tipo prisma "ópticamente activo"**, en cierta medida una barrera selectiva contra la "luz de objeto" reflejada, pero dejan pasar la "luz de reflector".

¿Cómo funcionan?

La luz está formada por un gran número de "haces individuales" que oscilan todos en forma senoidal alrededor de sus ejes de propagación. Sin embargo, sus planos de oscilación son independientes entre sí y pueden adoptar cualquier posición angular (ver figura). Si hacen impacto sobre un filtro de polarización (retículo

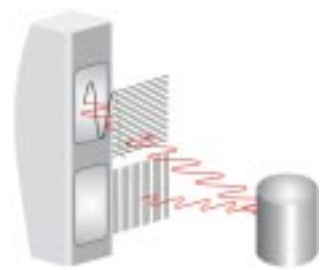
lineal fino) entonces sólo pueden pasar los haces oscilantes paralelamente al plano reticular, sin embargo, los haces oscilantes perpendicularmente al plano se eliminan por completo. De todos los demás planos de oscilación sólo se permite el paso respectivamente a la parte que corresponda a la componente paralela.



... Para la supresión de reflexiones por espejos

Detrás del filtro la luz oscila sólo paralelamente al plano de polarización. Para esta luz el siguiente filtro de polarización girado 90° constituye una barrera impenetrable.

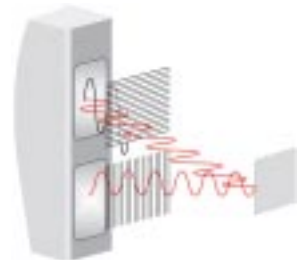
Con un filtro de polarización girado 90° en cada caso delante de la óptica de emisor y de receptor de una barrera fotoeléctrica de reflexión puede evitarse así que la luz reflejada por un objeto a detectar reflejante falsifique la señal del fotorreceptor.



... Para la detección segura de objetos a detectar reflectantes

Por el contrario, la luz reflejada por el espejo triple, cuyo plano de polarización, como se ha descrito anteriormente, está girado 90°, puede atravesar sin obstáculos este filtro.

De este modo, el receptor de una barrera fotoeléctrica de reflexión también se oscurece por completo al atravesar un objeto a detectar reflectante y detecta el objeto con mucha seguridad.



**Reflectores**

Espejos triples ópticamente activos

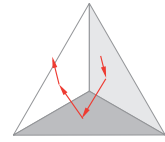
El principio bidimensional descrito anteriormente de la retrorreflexión puede trasladarse a un sistema tridimensional con tres espejos dispuestos perpendicularmente entre sí (un vértice de un cubo apoyado sobre la punta). Un haz luminoso se refleja totalmente en las tres caras y

Los espejos triples se agrupan de seis en seis en hexágonos y se disponen unos junto a otros en forma de panel. Su alineación respecto al haz luminoso no resulta por ello problemática.

vuelve a salir paralelamente al haz incidente. A estos espejos triples se les denomina “**ópticamente activos**”, porque giran adicionalmente 90° el plano de polarización del haz luminoso reflejado. Esta propiedad hace posible detectar con seguridad junto

Estos espejos se inyectan generalmente en placas o se prensan en láminas flexibles a partir de plásticos con una elevada densidad óptica.

con un **filtro de polarización** (ver página 2.0.20) objetos a detectar reflectantes con barreras fotoeléctricas de reflexión.



**Reflexión**

¿Qué es?

Los haces luminosos se propagan en línea recta en el espacio libre. Si hacen impacto sobre un cuerpo son

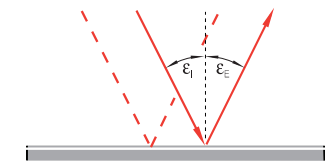
reflejados por el mismo. En función de las características de acabado superficial del cuerpo se diferencian los

siguientes tipos de reflexión: Reflexión total, retrorreflexión y reflexión difusa.

Reflexión total ...

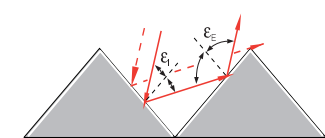
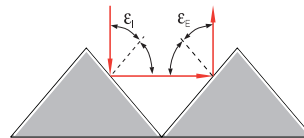
... se produce en una superficie muy brillante (reflectante). El ángulo de incidencia de un haz luminoso es idéntico al ángulo de re-

flexión ( $\epsilon_i = \epsilon_r$ ). En caso ideal, las pérdidas de reflexión son despreciables.



Retrorreflexión ...

... se produce en dos espejos perpendiculares entre sí. Un haz luminoso es devuelto en la misma dirección por doble reflexión. El ángulo de incidencia puede sufrir modificaciones dentro de un margen relativamente amplio.



Reflexión difusa ...

... se produce en una superficie desigual y rugosa. Puede explicarse por un gran número de espejos miniatura de reflexión deficiente y de diferente alineación. La luz incidente se “dispersa” ampliamente en una superficie como tal. Las pérdi-

das de reflexión son mayores cuanto más mate y oscura sea la superficie. Los detectores fotoeléctricos p. ej. detectan la luz reflejada difusamente por objetos a detectar.

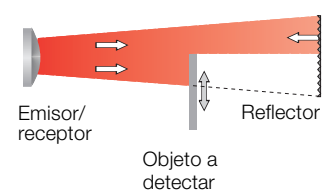


**Barrera fotoeléctrica de reflexión**

En las barreras fotoeléctricas de reflexión el emisor y el receptor se encuentran en una misma carcasa. Un reflector ubicado en el lado opuesto del tramo de detección devuelve la luz del emisor al receptor. Un objeto a detectar interrumpe el haz luminoso

reflejado y produce una variación de la señal de salida. En superficies reflectantes se recomienda suprimir la luz reflejada por el objeto con un filtro de polarización delante de la óptica de receptor para evitar así posibles señales incorrectas.

Pueden obtenerse alcances de hasta 12 m.



**Distancia de actuación**

Distancia de actuación  $s$  ...

... es la distancia entre la placa normalizada y la "superficie activa" del detector fotoeléctrico en caso de cambio de señal (según EN 60947-5-2).

Distancia asignada de actuación  $s_n$  ...

... es una magnitud característica de distancia de actuación sin tener en cuenta las tolerancias de fabricación, las dispersiones entre ejemplares e influencias externas como p. ej. la temperatura y la tensión.

Distancia de actuación real  $s_r$  ...

... es la distancia de actuación con una tensión asignada  $U_e$  teniendo en cuenta las tolerancias de fabricación a temperatura ambiente ( $T = +23\text{ °C} \pm 0,5$ ).

Distancia de actuación útil  $s_u$  ...

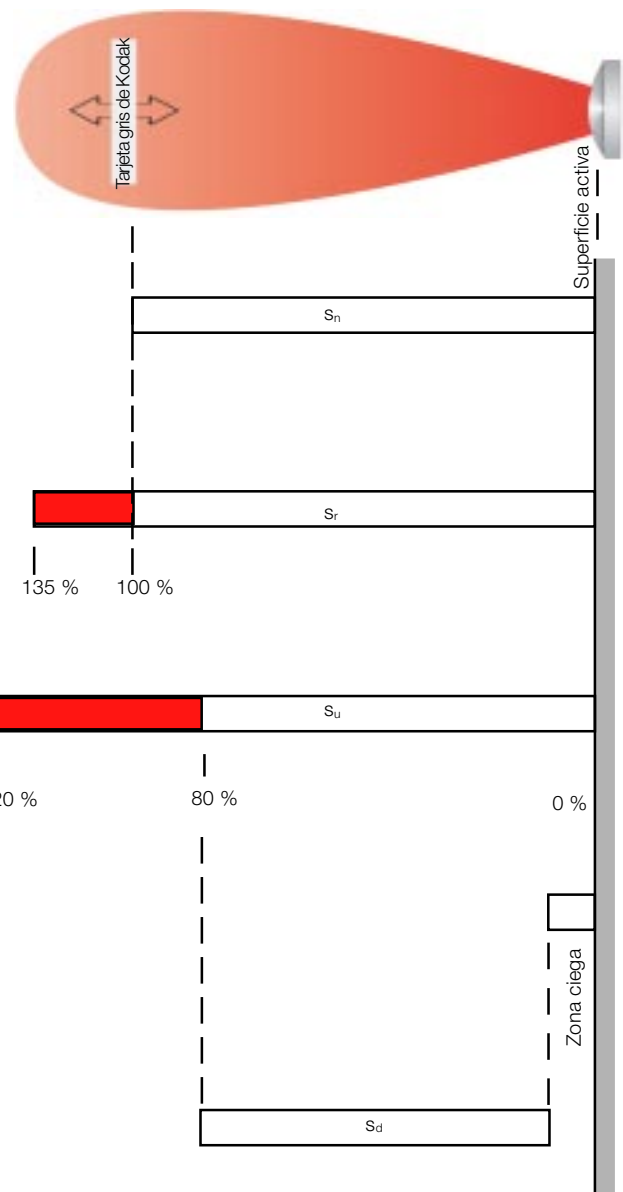
... es la distancia de actuación admisible dentro de unos límites de tensión y de temperatura determinados ( $0,80 s_n \leq s_u \leq 1,20 s_n$ ).

Zona ciega ...

... es la zona entre la "superficie activa" y la distancia de actuación mínima en la cual no puede detectarse objeto alguno.

Rango de detección  $s_d$  ...

... es la zona en la que puede ajustarse la distancia de actuación de un detector fotoeléctrico respecto a la placa normalizada.



**Luz de emisión**

Los sensores ópticos utilizan principalmente los siguientes componentes emisores:

**LED de luz roja**

Luz visible, óptima como ayuda de alineación y para el ajuste de sensor.

**LED infrarrojo (IR)**

Radiación invisible con elevada energía.

**Láser de luz roja**

Luz visible, óptima para la detección de piezas pequeñas y elevados alcances debido a las propiedades físicas del láser.

**Teach-in**

En los sensores Teach-in los ajustes de sensor ya no se llevan a cabo con el potenciómetro o los interruptores corredizos, sino que todo se controla por pulsación de teclas. El microcontrolador integrado en los sensores Teach-in permite el control

completo del proceso de ajuste mediante la pulsación de teclas. La utilización de pasos de ajuste definidos tiene la ventaja de que el sensor no puede ajustarse en una zona insegura. El microcontrolador también se encarga del control del LED in-

dicador y de la señal de salida de contaminación. Un gran número de los detectores Teach-in Balluff tienen también la posibilidad de manejo a distancia; el proceso de ajuste con Teach-in también puede activarse "externamente" por cable.

**Datos técnicos, generalidades**

	Detector fotoeléctrico					Supresión de fondo			Barrera fotoeléctrica de reflexión			Barrera fotoeléctrica unidireccional			
Distancia asignada de actuación $s_r$	100 mm	200 mm	400 mm	1 m	2 m	120 mm	250 mm	1,1 m	2 m	4 m	8 m	5 m	8 m	16 m	50 m
Distancia de actuación real (en % de $s_r$ )	125	125	125	135	150	135	135	135	150	150	150	150	150	150	150
Histéresis de conmutación (en %)	≤ 20	≤ 20	≤ 25	≤ 15	≤ 15	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 15	≤ 15	≤ 15	≤ 15
Ø típico del haz en $s_r/2$ (mm)	20	25	150	300	300	6	10	25	50	100	150				
Ø de la zona activa (mm)												8	12	12	20

**Deriva térmica ...**

... es el desplazamiento del punto de actuación en caso

de variación de temperatura en % de  $s_r$ .

La **entrada de prueba ...** (en las series BOS 15, BOS 25, BOS 36, BOS 65, BOS 74)

... en el emisor interrumpe los impulsos de luz del emisor y permite así la verificación funcional de emisor y receptor. Al utilizar la prueba+, la prueba- debe ponerse a 0 V y, al utilizar la prueba-, la prueba+ debe ponerse a 10...30 V. La salida de

receptor debe actuar cada vez que en la entrada de prueba exista una tensión de 10...30 V DC (prueba+), o bien, 0 V DC (prueba-). En caso de contaminación o desajuste del eje óptico los impulsos de emisión sólo llegan al receptor de forma in-

suficiente o no llegan al mismo. Por ello la salida no conmuta a pesar de estar activada la entrada de prueba. La función de prueba realiza una vigilancia a distancia de la barrera fotoeléctrica y permite una inspección de sistema preventiva.

**Transmisión ...**

... es una medida de la transmitancia luminosa de un medio.

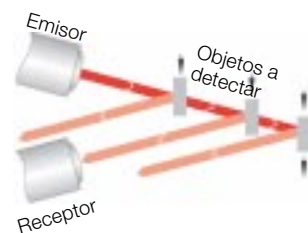
Se define como la relación entre:  
- Luz atravesada  
- Luz incidente (en %).

Se habla de transmisión difusa si la luz se dispersa parcialmente o por completo.

En la **triangulación ...**

... los lóbulos de emisor y de receptor de una barrera fotoeléctrica se cortan formando un ángulo agudo. **Sólo en la zona** en la que se superponen los lóbulos se detecta un objeto a detectar. El fotorreceptor no puede registrar la luz de emisor que

es reflejada, o bien, dispersada por objetos fuera de esta zona limitada. Con este método de triangulación pueden detectarse variaciones de distancia relativamente pequeñas (p. ej. ranuras, rebajes en ejes). La forma y el color del objeto carecen de importancia.



**Temperatura ambiente ...**

... es el margen de temperatura en el que queda garantizado el funcionamiento del

detector fotoeléctrico. Estándar de Balluff:  $-15\text{ °C} \leq T_a \leq +55\text{ °C}$

**Protección contra polaridad incorrecta**

Las conexiones de la alimentación de tensión pueden confundirse sin destruir el sensor. En combinación con

la protección contra cortocircuito se obtiene una elevada protección contra errores de cableado.

**Contaminación ...** (repercute en el margen de respuesta)

... reduce el margen de respuesta indicada de sensores y fibras ópticas frente a "aire limpio", ya que las partículas de suciedad y de polvo:

- Se acumulan en las lentes y merman su transmitancia luminosa
- Absorben y dispersan la luz en el paso de haz.

Con un dispositivo de soplado sin aceite pueden evitarse influencias negativas originadas por un aire muy impuro.

**El indicador de contaminación (verde) ...**

(en las series BOS 15, BOS 18 (en parte), BOS 25, BOS 44, BOS 65, BOS 74)

... se ilumina en la zona "segura", en la cual la energía de entrada sobrepasa, o bien, no alcanza la "energía umbral"  $\pm 30\%$ .

La "energía umbral", en la cual se produce un cambio de señal en la salida, está definida en  $100\%$ .

A partir de esto se obtiene la zona "segura":

- Si la señal de entrada sobrepasa como mínimo **130%** de la energía umbral

- Si la señal de entrada está al **70%** o menos de la energía umbral.

Estabilidad	Umbral de actuación	Estabilidad (LED verde)		Salida (LED rojo)	
		Actuación por claro	Actuación por oscuro	Actuación por claro	Actuación por oscuro
Estable	130%	on	on	on	off
	= 100%	off	on	on	off
Inestable	70%	off	off	off	on
	0%	on	off	off	on

**Grado de contaminación**

Aire puro	Condiciones de aplicación ideales
Contaminación ligera	Aire relativamente limpio en recintos interiores
Contaminación reducida	Recintos de talleres y almacenes
Contaminación media	Entorno polvoriento y con vahos
	La distancia de actuación se reduce a $s = 0,5 s_u$
Contaminación elevada	Fuertes precipitaciones, copos y virutas arremolinados en el aire
	Posible fallo de funcionamiento del sensor fotoelectrónico
Contaminación máxima	Polvo de carbón que se precipita sobre la lente
	Posible fallo de funcionamiento del sensor fotoelectrónico

**Resistencia**

A golpes mecánicos según EN 60068-2-27

Forma de impulso: Semisinusoide  
Aceleración máxima:  $300 \frac{m}{s^2}$  ( $30 g_n$ )  
Duración de impulso: 11 ms

3 choques por cada eje principal y dirección, es decir, en total 18 choques

A choques permanentes según EN 60068-2-29

Forma de impulso: Semisinusoide  
Aceleración máxima:  $1000 \frac{m}{s^2}$  ( $100 g_n$ )  
Duración de impulso: 2 ms

4000 choques por cada eje principal y dirección, es decir, en total 24000 choques

A vibraciones mecánicas según EN 60068-2-6

Margen de frecuencia: 10...2000 Hz  
Amplitud: 1 mm (de pico a pico) hasta 122 Hz  
 $30 g_n$  encima de 122 Hz

Duración: 20 Sweeps por cada posición y dirección



Calle 103 (ex Heredia) N° 638 (B1672BKD),  
Villa Lynch, Gral. San Martín, Pcia. de Bs. As. Argentina