com o patrocínio da www.booki.pt

Sensores de proximidade optoeletrónicos

3.ª Parte

Miguel Beco
Sales Manager
info@alphaengenharia.pt · www.alphaengenharia.pt

O princípio de funcionamento do sensor optoeletrónico tem como base a existência de um emissor e um recetor, em que a luz gerada pelo emissor tem que atingir o recetor de modo a que o sensor possa comutar a sua saída. Existem, basicamente, dois tipos destes sensores que podem ser classificados de acordo com o seu modelo construtivo: de barreira e de reflexão.

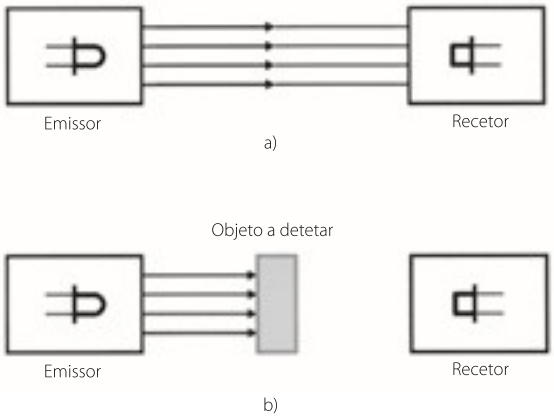

Figura 21. Funcionamento de um sensor optoeletrónico de barreira.

4. SENSORES OPTOELETRÓNICOS DE BARREIRA

Este tipo de sensores são constituídos por um emissor e um recetor dispostos fisicamente de modo a que, na ausência de um objeto, os raios de luz gerados pelo emissor alcancem o recetor e formem uma barreira de luz, como é mostrado na Figura 21a. Por isso, têm o nome de sensores ou fotocélulas de barreira (*Through-beam photocells*) e detetam o objeto quando, este, se encontra entre o emissor e o recetor (Figura 21b). Os sensores de barreira têm uma alta sensibilidade e são implementados, principalmente, de duas formas:

- Mediante um emissor e um recetor unido por uma carcaça que os suporta mecanicamente. Formando um dispositivo em forma de ferradura como é mostrado na Figura 22;
- Mediante um emissor e um recetor separado fisicamente.

A instalação é mais difícil, neste caso, por ter que se colocar dois elementos separados, cujos eixos óticos devem estar alinhados, mas tem a vantagem de que a luz só tem de atravessar o espaço de trabalho uma vez, o que permite o funcionamento a elevadas distâncias. São adequados para condições ambientais desfavoráveis como sujidade, humidade ou utilização ao ar livre, mas não são adequados para a deteção de materiais transparentes.

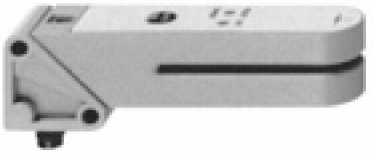

Figura 22. Barreira de luz em ferradura.

A Figura 23 apresenta uma fotografia de um dos elementos de um sensor de barreira. Tanto o emissor como o recetor têm a mesma aparência externa.

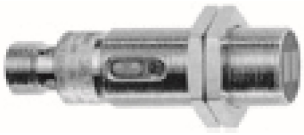

Figura 23. Fotocélula do tipo barreira de luz.

Campo de trabalho

O campo de trabalho é a parte do espaço em que se pode detetar um objeto. Este é um cilindro que une o emissor com o recetor e o seu diâmetro coincide praticamente com a lente utilizada, tal como se indica na Figura 24. Em função do excesso de ganho que tenha a fotocélula, o objeto pode ser detetado antes que ocupe toda a largura do campo de trabalho. Se o excesso de ganho é muito baixo, próximo da unidade, a deteção do objeto ocorre quando ocupa uma pequena porção do campo de trabalho. Por outro lado, quando o excesso de ganho é muito elevado a deteção ocorre apenas quando o objeto ocupa a maioria da largura do campo de trabalho. O feixe do emissor, assim como do recetor, são ligeiramente divergentes. O efeito do conjunto de ambos os campos faz com que o sensor funcione corretamente mesmo que os eixos óticos do emissor e do recetor não estejam perfeitamente alinhados.

Figura 24. Campo de trabalho da fotocélula de barreira.

Muitas vezes, os fabricantes fornecem informações gráficas do campo de trabalho. A Figura 25 mostra graficamente o diagrama do campo de trabalho da fotocélula de barreira. Esta Figura mostra a relação entre a distância de deteção *S* expressa em metros e o desalinhamento expresso em milímetros e, portanto, estabelece a região do espaço em que um objeto pode ser detetado.

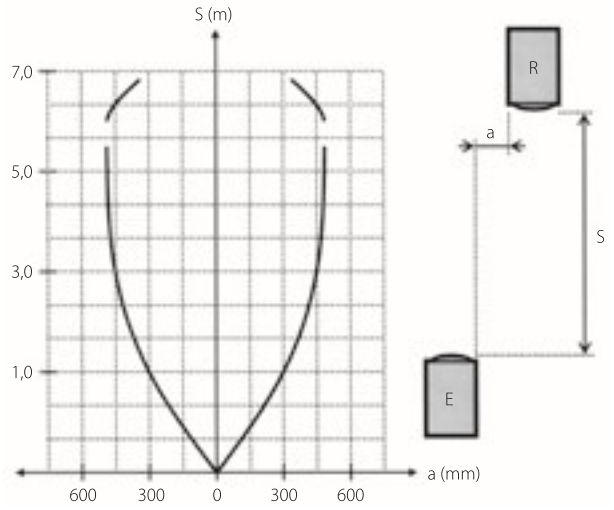

Figura 25. Campo de trabalho da fotocélula de barreira.

Instruções de instalação

Para uma fotocélula de barreira, que tem um emissor e um recetor com cabos elétricos e pontos instalação distintos, devemos ter em conta um conjunto de normas de instalação. Deve-se ter um especial cuidado com o bom alinhamento dos eixos óticos. Em particular devem ser adotadas as seguintes normas ou regras de instalação:

Superfícies refletoras

Se há um feixe de luz muito perto de uma superfície refletora pode acontecer, tal como é mostrado na Figura 26, que parte do feixe reflita sobre a superfície devido ao comportamento ligeiramente divergente do feixe. Esta luz refletida pode causar um mau funcionamento da fotocélula, por isso deve-se separar a fotocélula tanto quanto possível da referida superfície, ou revesti-la com um material que impeça a reflexão.

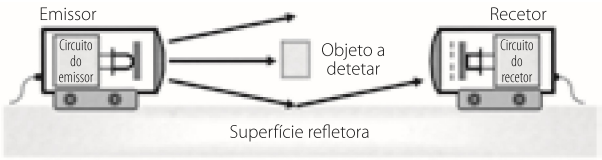

Figura 26. Mau funcionamento de uma fotocélula de barreira devido a uma superfície refletora.

Interferências mútuas

Quando duas ou mais fotocélulas são colocadas muito próximas umas das outras, pode acontecer que um recetor receba luz do emissor de luz que não está associado a ele, como se mostra na Figura 27.

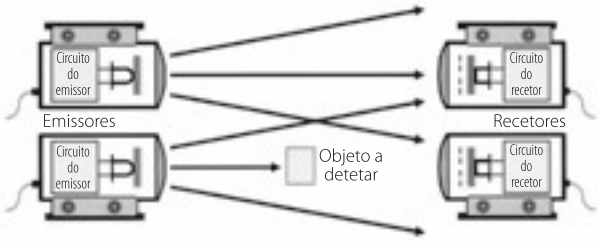

Figura 27. Mau funcionamento de uma fotocélula de barreira devido às interferências mútuas.

Isso pode causar um mau funcionamento nas fotocélulas e por isso, para o evitar, deve existir uma distância mínima entre fotocélulas ou deve alterar-se a posição do emissor e do recetor de um delas (Figura 28). Outra solução é a utilização de fotocélulas com luz modulada.

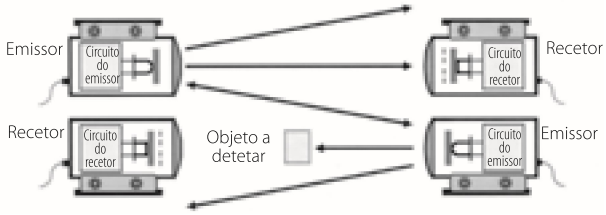

Figura 28. Eliminação do mau funcionamento de uma fotocélula de barreira devido às interferências mútuas, mediante o câmbio do emissor e do recetor.

Ambiente sujo

Quando o grau de contaminação dos ambientes a colocar o emissor e o recetor são diferentes, é conveniente que o recetor esteja num ambiente mais sujo porque a sujidade tem efeitos mais negativos na lente do emissor (Figura 29a) do que na do recetor (Figura 29b), devido à caraterística ligeiramente divergente do feixe de luz.

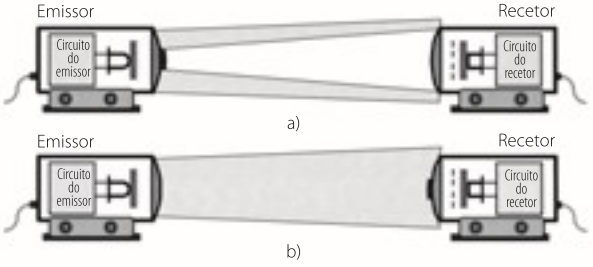

Figura 29. Efeito da sujidade: a) No emissor; b) No recetor.

5. FOTOCÉLULAS DE FIBRA ÓTICA

A fibra ótica (*Optical fiber*) é um guia de ondas luminosas que se propagam através de sucessivas reflexões. É constituída por dois cilindros coaxiais de material transparente à radiação e de diferente índice de refração, tal como se indica na Figura 30. O cilindro interno, chamado de núcleo, é o meio de propagação do feixe de luz com uma atenuação e distorção mínima. O segundo cilindro, chamado de revestimento, reflete o feixe de luz porque o seu índice de refração é diferente do núcleo. O terceiro cilindro exterior, chamado manga ou revestimento, é uma proteção primária que protege a fibra contra a abrasão, a rutura e as agressões químicas.

A combinação das fotocélulas com uma fibra ótica facilita o uso das fotocélulas em sistemas onde o espaço é limitado.

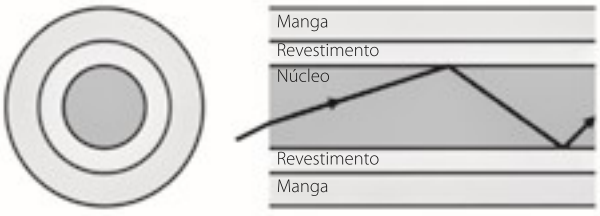

Figura 30. Modo de funcionamento de uma fibra ótica.

Modos de funcionamento das fibras óticas

O funcionamento das fibras óticas baseia-se na mudança de direção de um feixe de luz quando passa através de uma superfície que divide dois meios com diferentes índices de refração. Esta mudança na direção da propagação do feixe de luz depende da natureza dos materiais que formam os meios (índice de refração) e também o ângulo de incidência.

Se define o índice de refração n de um meio como a razão entre a velocidade C da luz no vácuo e v no meio considerado:

$$n = C \div v$$

E o seu valor é sempre maior que a unidade.

No caso das fibras óticas, o índice de refração do núcleo n_1 é maior do que o índice de refração n_2 do revestimento, o que faz com que se propaguem através do núcleo da fibra os raios que incidem na fronteira entre o núcleo e o revestimento com um ângulo inferior B_L, chamado ângulo crítico, tal como é mostrado na Figura 31. Por outro lado, os raios de luz que incidem sobre a referida fronteira, com um ângulo superior ao ângulo crítico, passam através do revestimento por refração e desaparecem após algumas reflexões.

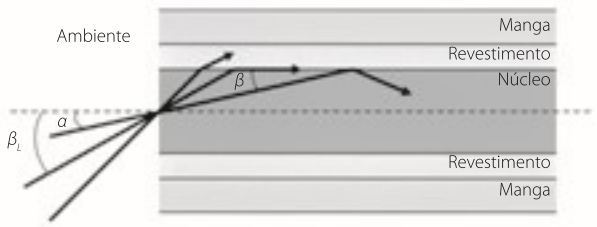

Figura 31. Transmissão da luz através de uma fibra ótica.

A condição de que $n_1 > n_2$ pode ser obtida com uma mudança abrupta no índice ou com uma mudança contínua. Isto resulta em dois tipos perfis no índice de refração do núcleo, Figura 32, que por sua vez dão origem a dois tipos de fibras:

Fibras com o índice em degrau

O índice de refração muda abruptamente do núcleo para o revestimento. Neste caso a trajetória do feixe de luz é linear.

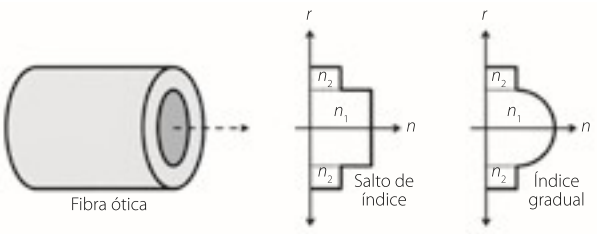

Figura 32. Perfis de fibras óticas.

Fibras com índice gradual

O índice do núcleo é variável e depende da distância ao eixo da fibra. Quanto ao índice no revestimento é constante. Isto resulta numa trajetória do feixe em curva.

A luz propaga-se no interior das fibras óticas em monomodo ou em multimodo. No caso da propagação monomodo a luz percorre uma única trajetória no interior do núcleo, o que proporciona uma grande largura de banda. Para minimizar o número de reflexões na superfície externa do núcleo, esta deve ser o mais estreita possível. As dificuldades de fabrico e na execução de emendas nas fibras monomodo levaram ao desenvolvimento das fibras multimodo cujo núcleo tem um diâmetro maior e o número de trajetórias que os feixes de luz podem percorrer no interior é também maior. Isto resulta na dispersão das componentes dos impulsos de luz, porque cada uma delas percorre uma trajetória diferente e alcança o seu destino num instante diferente, depois de ter sofrido um número diferente de reflexões internas, o que retarda a velocidade de transmissão e aumenta a distorção do sinal.

No mercado existem três tipos de fibras óticas:

Fibras óticas multimodo com índice em degrau

Têm uma distorção elevada, o que limita a largura de banda entre 10 e 50 MHz. Por isso são utilizadas em conexões relativamente curtas (1 km) para ligações de dados de baixa velocidade.

Fibras óticas monomodo com índice em degrau

A dispersão é baixa e pode atingir larguras de banda de vários GHz/km.

Fibras óticas multimodo de índice gradual

A velocidade é muito mais elevada do que nas fibras multimodo com índice em degrau porque é reduzida a dispersão e a largura de banda pode exceder GHz (1 km).

Implementação das fotocélulas de fibra ótica

Juntamente com as fotocélulas de fibra ótica são aplicadas, geralmente, fibras óticas multimodo com índice em degrau. Assim, a fotocélula é instalada na zona mais apropriada e a luz é transmitida para o ponto de deteção por uma fibra ótica. Em locais de difícil acesso, as fibras óticas podem ser usados com fotocélulas de barreira (Figura 33), de retrorreflexão e de reflexão difusa (Figura 34).

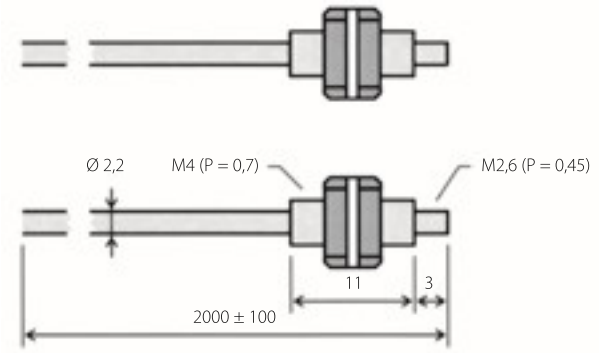

Figura 33. Fibra ótica para fotocélulas de barreira.

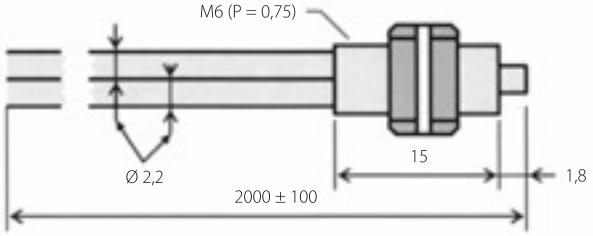

Figura 34. Fibra ótica para fotocélulas de reflexão.

ALPHA ENGENHARIA - Equipamentos e Soluções Industriais
Tel. 220 136 963 | Tlm: 933 694 486
info@alphaengenharia.pt | www.alphaengenharia.pt