

Zbliżeniowe czujniki optyczne w praktyce inżynierskiej

Wśród czujników zbliżeniowych używanych w automacie, rosnącą popularnością cieszą się modele optyczne. Rozwój stosowanych w nich technologii pozwolił na uzyskanie bardzo dobrych parametrów technicznych, dzięki czemu mogą skutecznie zastąpić czujniki pojemnościowe czy indukcyjne, a w wielu aplikacjach są po prostu niezastąpione. W artykule omawiamy aktualnie dostępne rodzaje czujników optycznych przeznaczonych do użycia w automacie przemysłowej i nie tylko.

Optyka jest w czujnikach wykorzystywana nie tylko do wykrywania obecności obiektów, ale może być też użyta np. do badania koloru albo kontrastu. My jednak skoncentrujemy się na sensorach, które zaprojektowano z myślą o wykrywaniu obiektów. Omówimy przy tym różne rodzaje takich czujników.

Podziały na kategorie

Czujniki fotoelektryczne – gdyż taka jest ich poprawna nazwa – wykorzystują

elektroniczne detektory światła i emitery wiązek świetlnych, w celu wykrywania obecności obiektów w określonym obszarze. Ich działanie opiera się nie na zmianach pola, jak w przypadku czujników indukcyjnych, ale na transmisji energii. Ze względu na szczegóły budowy, a w praktyce i mechanizm działania, dzieli się je na kilka kategorii:

- czujniki odbiciowe (w tym z eliminacją wpływu tła),
- czujniki refleksyjne,

- bariery (czujniki obszaru),
- światłowodowe,
- luminescencyjne,
- szczelinowe,
- analogowe.

Praktycznie wszystkie z nich dostępne są w różnych wersjach budowy. Istnieje kilka podziałów, które można zastosować odnośnie czujników optycznych. Pierwszy z nich to rodzaj zasilania. Istnieją wersje:

- zasilane prądem stałym (DC),
- zasilane prądem przemiennym (AC),
- zasilane prądem przemiennym lub stałym (AC/DC).

Istotny jest też kształt obudowy, która tradycyjnie wykonywana jest w dwóch formach:

- prostopadłościowej (kostkowej),
- cylindrycznej (okrągłej – gwintowanej).

Ta klasyfikacja nie dotyczy czujników obszaru, czyli tzw. barier świetlnych, które z natury muszą być w postaci podłużnych prostopadłościaków. Warto też zaznaczyć, że tak jak bariery, tak i czujniki refleksyjne



Fotografia 1. Czujniki fotoelektryczne AECO Fotostar

składają się z dwóch elementów, które należy zamontować naprzeciwko siebie.

Czwartym sposobem podziału czujników optycznych zbliżeniowych jest długość fali, w oparciu o które jest dokonywana detekcja. Czujniki te najczęściej emitują podczerwień (bliską), ale są też modele korzystające z ultrafioletu lub po prostu światła widzialnego. Długość stosowanej fali należy dobierać do warunków panujących w otoczeniu.

Piąty sposób podziału obejmuje materiał wykonania obudowy. Oferowane są produkty przystosowane do bardzo różnych środowisk. Stosowane materiały to m.in.:

- ABS, często odporne na uderzenia,
- PBT,
- PC,
- mosiądz niklowany,
- stopy gadolinu i cynku.

Parametry

Praktycznie niezależnie od rodzaju czujnika, określa się takie same jego parametry. Obejmują one:

- strefę działania (od milimetrów do metrów, określaną zakresem),
- częstotliwość pracy (od pojedynczych herców, do pojedynczych kiloherców, ale są też czujniki szybsze, megahercowe),
- napięcie zasilania – najczęściej 12...24 V DC lub 230 V AC, ale są też wersje takie jak 15...30 V DC lub 18...28 V DC,
- stopień ochrony obudowy IP,
- rodzaj wyjścia (np. rodzaj tranzystora wyjściowego, stan w czasie spoczynku),
- rodzaj gniazda zasilania,
- temperatury pracy.

Oprócz wymienionych parametrów, dla dwóch rodzajów czujników, tj. dla analogowych i dla kurtyn świetlnych, określa się jeszcze dodatkowe cechy. W przypadku sensorów analogowych podawana jest rozdzielczość oraz dokładność. Ta pierwsza wynosi najczęściej dziesiąte, setne lub tysięczne części milimetra. Druga określana jest

w procentach lub – dla czujników o większym zakresie, w milimetrach. Co więcej, czujniki analogowe muszą mieć inne wyjścia niż sensory dwustanowe. Stosuje się interfejsy napięciowe (0...10 V), prądowe (0...20 mA, 4...20 mA) oraz cyfrowe, szeregowe (np. RS-485). Może się zdarzyć, że czujnik będzie wyposażony w więcej niż jeden interfejs lub w bezpośrednie podłączenie do sieci komunikacyjnej.

Natomiast w przypadku kurtyn świetlnych określane są takie parametry, jak szerokość detekcji, (najczęściej kilkaset milimetrów), odległość między wiązkami (kilkadziesiąt milimetrów) oraz minimalna wielkość wykrywanego obiektu (zależny od odległości między wiązkami – najczęściej o 10 mm większy niż ta odległość).

Warto dodać, że niektóre modele wyposażone są w mechanizmy regulacji czułości.

Czujniki odbiciowe

Modele odbiciowe to te, w których emiter i detektor są umieszczone w jednej obudowie. Wykrywanie obiektów odbywa się poprzez emisję wiązki w ich stronę i oczekiwanie na odbicie się promienia od obiektu, tak by dotarł on do detektora. Podstawową zaletą tego typu sensorów jest prostota instalacji – nie ma potrzeby precyzyjnego ustawiania reflektorów, a montaż przebiega bardzo szybko. Wadą tego rozwiązania jest ograniczony zasięg – czujniki tego typu pracują zwykle ze słabszymi wiązkami światła i w praktyce maksymalna odległość detekcji może wynieść do 2 metrów. Czujniki tego typu są chętnie stosowane do detekcji początków i końców produktów na taśmach produkcyjnych. Warto zaznaczyć, że pracują najczęściej w trybie, w którym wyjście jest aktywowane, gdy czujnik wykryje obiekt. Mogą występować w wersjach z ignorowaniem tła lub przedpola.

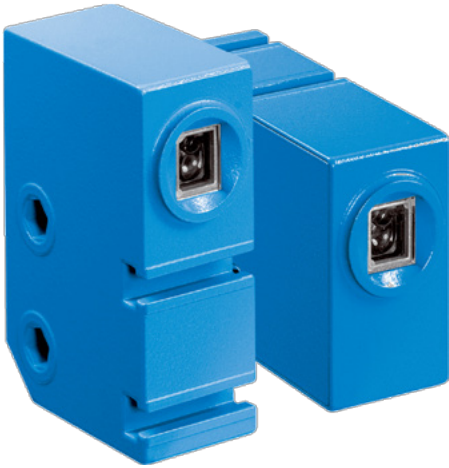
Czujniki refleksyjne

W czujnikach refleksyjnych, nadajnik i odbiornik również są we wspólnej obudowie, ale skierowane są w stronę reflektora, umieszczonego na końcu obszaru roboczego. W czasie spoczynku, reflektor odbija promień z nadajnika, dzięki czemu wiązka trafia do odbiornika. Pojawienie się obiektu w obszarze pracy czujnika powoduje przerwanie wiązki, a więc i wzbudzenie czujnika.

Nieco bardziej skomplikowany montaż, niż w przypadku sensorów odbiciowych, skutkuje wieloma ważnymi zaletami. Przede wszystkim większy jest zasięg, który w praktyce może wynieść nawet do 12 metrów. Co więcej, czujniki te są znacznie bardziej



Fotografia 2. Komponenty optyczne firmy Turck



Fotografia 3. Czujnik odbiciowy Sick

uniwersalne i niewrażliwe na kolor wykrywanych obiektów. Co więcej, wiele z nich jest w stanie wykrywać objekty praktycznie przezroczyste – np. szklane.

Bariery świetlne

Ważną grupę stanowią bariery świetlne, czyli czujniki, które składają się z dwóch niezależnie zasilanych elementów: nadajnika i odbiornika. Elementy te ustawiane są naprzeciwko siebie, w określonej odległości zależnej od zasięgu. Nadajnik emituje światło, które trafia do odbiornika. Konstrukcja ta sprawia, że bariery świetlne pozwalają na uzyskiwanie największych zasięgów działania – nawet do 50 metrów.

Co więcej, bariery są często wykonywane w postaci kurtyn świetlnych, złożonych z wielu równolegle prowadzonych wiązek światła. Znajdują one zastosowania przede wszystkim w instalacjach bezpieczeństwa, gdzie pozwalają na monitorowanie wtargnięcia pracownika w obszar roboczy maszyny. Nowoczesne bariery tego typu można dodatkowo zaprogramować w złożony sposób. Przykładowo, funkcja mutingu pozwala na określenie odcinka bariery, którego przecięcie nie będzie powodować wzbudzenia kurtyny i np. wstrzymania pracy maszyny. Robi się tak np., gdy poprawna praca robota przemysłowego wymaga okresowego pojawiania się ramienia roboczego w fragmencie obszaru monitorowanego przez barierę świetlną. Najbardziej zaawansowane modele kurtyn pozwalają nawet na definiowanie grup wiązek świetlnych i przypisywanie im różnych stopni reakcji. Można przykładowo określić, że przecięcie bariery w jednym zakresie powoduje wstrzymanie pracy maszyny, a w drugim jedynie spowolnienie jej lub ograniczenie do określonego podobszaru, tak by nie mogła wyrządzić nikomu realnej krzywdy.

Czujniki światłowodowe

Sensory tego typu mogą opierać się o różne zasady działania, przy czym kluczowym elementem wyróżniającym tę grupę produktów



Fotografia 4. Czujniki fotoelektryczne Balluff

są światłowody, doprowadzające sygnały świetlne z emitera do detektora, poprzez obszar detekcji.

W przypadku sensorów transmisyjnych, czujnik składa się z dwóch światłowodów, ustawionych naprzeciwko siebie. Są one niejako przedłużeniem emitera i detektora z bariery świetlnej. W zależności od odległości pomiędzy czołami światłowodów oraz kątów nachylenia osi obu włókien, zmienia się natężenie światła docierającego do odbiornika. Czujniki tego typu są stosowane do detekcji obiektów praktycznie tylko wtedy, gdy wymusza to ograniczona przestrzeń instalacji lub bardzo trudne warunki środowiskowe, uniemożliwiające bezpośredni montaż nadajnika i odbiornika fal. Poza tym sensory transmisyjne są używane przy pomiarach wibracji i przesunięcia.

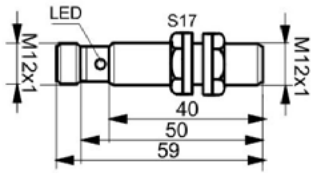
Istnieją także inne sensory światłowodowe, bazujące na monitorowaniu ugięcia



Fotografia 5. Czujniki fotoelektryczne Baumer



Fotografia 6. Miniaturowe czujniki fotoelektryczne IFM w obudowach plastikowych



Rysunek 7. Rysunek techniczny obudowy czujnika odbiciowego polskiej firmy TWT



Fotografia 8. Czujnik odbiciowy Sen-spert

światłowodu lub zmianie fazy światła, ale ponieważ nie są to w żadnym stopniu czujniki zbliżeniowe, nie będziemy ich omawiać w tym artykule.

Czujniki luminescencyjne

Sensory te to ciekawe produkty, gdyż służą do wykrywania nietypowych obiektów. Emitują one najczęściej promieniowanie ultrafioletowe, które odbijane jest od powierzchni luminescencyjnych, a następnie detekowane. Technologia ta pozwala na wykrywanie np. oznaczeń fluorescencyjnych, które umieszcza się na różnych przedmiotach po to, by nie były widzialne gołym, ludzkim okiem, w standardowych warunkach. Ponadto sensory te pozwalają uniknąć problemu interferencji świetlnych i odbić od powierzchni nieluminescencyjnych, takich jak szkło, lustra i połyskujące powierzchnie metalowe.

Czujniki tego typu są chętnie stosowane np. w farmaceutyce i przemyśle ceramicznym, gdzie oznaczenia luminescencyjne stosuje się w trakcie produkcji. Znajdują też zastosowanie w obróbce drewna, przy automatycznym pakowaniu i w przemyśle tekstylnym, a nawet w bankomatach, do sprawdzania banknotów i kart kredytowych. Bywają też stosowane do wykrywania kleju. Zasięg tych czujników nie jest duży.

Czujniki szczelinowe

Pod względem zasady działania, są one praktycznie identyczne z barierami świetlnymi, ale różnią się budową, gdyż detektor i odbiornik znajdują się w jednej obudowie. Choć w pierwszej chwili może wydawać się to dziwne, trzeba wziąć pod uwagę specyfikę zastosowań, w których używa się tych czujników. Sensory szczelinowe mają bardzo małe obszary detekcji – jedynie szczelinę, jaką znajduje się pomiędzy emiterym



Fotografia 9. Czujnik odbiciowy Baumer w aplikacji



Fotografia 10. Czujnik refleksyjny Panasonic SunX z reflektorem pryzmatycznym



Fotografia 11. Czujnik refleksyjny Lenze



Fotografia 12. Bariera świetlna firmy IDEC

i detektorem. Ma ona nie więcej niż kilka centymetrów szerokości, a w praktyce bywa nawet mniejsza. Pozwala na bardzo precyzyjne wykrywanie obecności przebiegających przez nią obiektów i w praktyce czujniki te stosuje się do szybkiego wykrywania ciągłości – np. taśm czy przewodów. Czujniki szczelinowe znacznie łatwiej zamontować, niż klasyczne bariery.

Czujniki analogowe

Ostatnią omawianą grupę czujników stanowią sensory analogowe, które pozwalają nie tylko wykrywać obecność obiektów, ale też określać ich odległość od detektora.



Fotografia 13. Kurtyna świetlna bezpieczeństwa firmy Schmersal



Fotografia 14. Czujnik światłowodowy Contrinex



Fotografia 15. Czujnik laserowy Contrinex

Na wyjściu otrzymywany jest sygnał analogowy prądowy, lub napięciowy, proporcjonalny do odległości między czujnikiem a wykrywanym obiektem. Sensory te są stosowane częściej do precyzyjnego pomiaru wielkości liniowych, parametrów elementów przemieszczających się lub wykonujących drgania, niż tylko do wykrywania obecności.

Zastosowania

W przemyśle czujniki optyczne stosowane są przede wszystkim w aplikacjach detekcji obiektów takich jak towary na liniach produkcyjnych oraz elementów ruchomych - manipulatorów, robotów, paletyzatorów i różnych części maszyn.

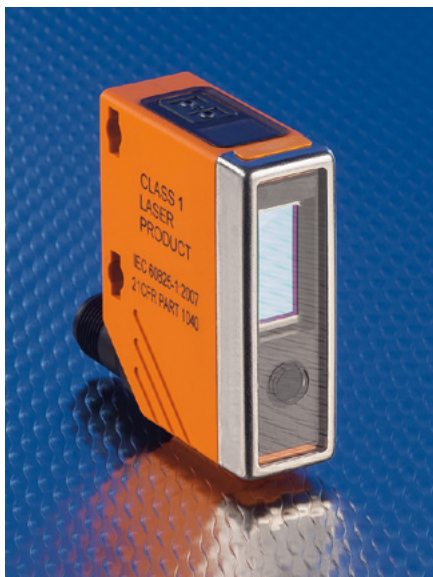
Czujniki służą też do zliczania, określania pozycji przedmiotów, ich wymiarów i innych cech fizycznych. Z ich użyciem wykrywane mogą być też poziomy materiałów sypkich oraz cieczy. Czujniki optyczne są używane także bardzo często do kontroli

zamknięcia drzwi (windy, pojazdy) oraz mogą występować w wersjach specjalnych, w systemach bezpieczeństwa, często w postaci zintegrowanej w pakiety.

Czujniki optyczne słabo sprawdzają się w mocno zapyłonym środowisku, choć na rynku pojawiają się modele coraz bardziej uodpornione na trudne warunki pracy. Polepszana jest nie tylko odporność na skrajne temperatury i ciśnienia, ale też poprawiane są wykorzystywane algorytmy i systemy przetwarzania sygnałów, co pozwala oferować zaawansowane funkcje, a nawet mechanizmy uczenia się i ułatwiające uruchamianie instalacji czujnikowych. Nowoczesne sensory optyczne są coraz mniejsze, a jednocześnie cechują się większymi obszarami roboczymi i bardziej precyzyjnymi możliwościami określania punktów przełączania, niż starsze modele. Ewolucja prowadzi do powstawania bardziej złożonych czujników wizyjnych, które wykrywają nie tylko obecność, ale wzory, znaczniki i kolory. Coraz więcej czujników wyposażanych jest także w interfejsy do cyfrowych sieci komunikacyjnych.

Do firm, produkujących popularne czujniki optyczne zaliczają się przede wszystkim: Balluff, Banner Engineering / Turck, Baumer, Festo, IFM Electronic, IPF Electronic, Omron, Panasonic, Pepperl+Fuchs, Schneider Electric, Sels, Sensopart, Sick i TWT Automatyka. Poza tym komponenty tego typu mają też takie firmy jak: Aeco, Anly, Autonics, Carlo Gavazzi, Contrinex, Datalogic, Dimetix, EGE-Elektronik, IBest, Idec, Lenze, Selet, Philtec, Riko, Siemens, Takex i Xecro.

Marcin Karbowniczek, EP



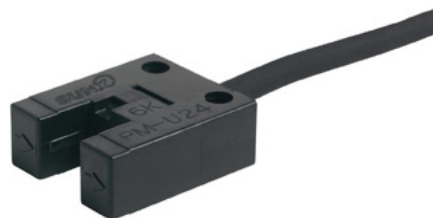
Fotografia 16. Laserowy czujnik fotoelektryczny IFM Electronic



Fotografia 19. Rodzina czujników szczelinowych IFM Electronic



Fotografia 17. Czujnik luminescencyjny Datalogic



Fotografia 20. Miniaturowy czujnik szczelinowy Panasonic



Fotografia 18. Czujnik szczelinowy Omron



Fotografia 21. Czujnik odległości Pepperl+Fuchs



Fotografia 22. Czujnik fotoelektryczny Autonics



Fotografia 23. Stary czujnik fotoelektryczny firmy Siemens, przeznaczony do pracy w strefach zagrożonych wybuchem