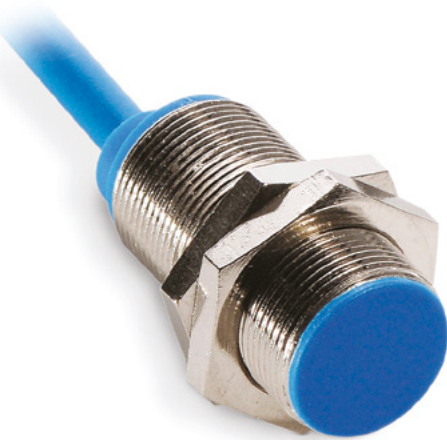




Czujniki indukcyjne i pojemnościowe w praktyce inżynierskiej

Czujniki to dla inżyniera – automatyka elementy, z którymi zapewne codziennie spotyka się w swojej pracy. Sam dobór czujników do aplikacji to nierzadko podstawowe zadanie, którym zajmuje się automatyk po określeniu ogólnej architektury tworzonego systemu. Dobrze dobrane czujniki w dużej mierze decydują o poprawności i niezawodności działania całej aplikacji, a chyby wybór może skutkować trudnymi do zniwelowania problemami ciągnącymi się przez cały okres użytkowania aplikacji. Dlatego postanowiliśmy pomóc czytelnikom EP i usystematyzować wiedzę na temat aktualnie dostępnych i stosowanych czujników. Zaczynamy od sensorów zbliżeniowych, a konkretnie modeli pojemnościowych i indukcyjnych.

Czujniki są niezbędne do pracy większości maszyn i linii technologicznych. Choć niepozorne, to bez nich nie byłoby możliwe wykrywanie obecności obiektów, określanie ich cech, kontrola pracy urządzeń oraz przebiegu procesów. Czujniki zbliżeniowe należą do podstawowych elementów wielu systemów automatyki. Podzespoły te służą przede wszystkim do wykrywania obecności obiektów, ich zliczania, a nawet do określenia niektórych cech fizycznych. Użycie czujników pozwala na automatyczne sterowanie pracą maszyn i systemów produkcyjnych, kontrolowanie poziomu niektórych cieczy



i materiałów sypkich, a nawet zapewnianie bezpieczeństwa personelowi, gdy stosowane są one w systemach bezpieczeństwa.

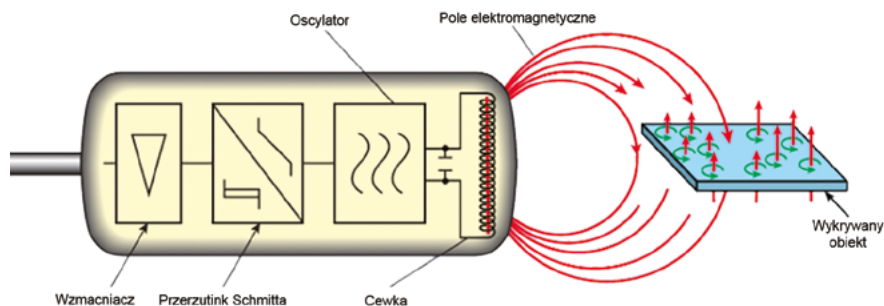
Czujniki indukcyjne

Prawdopodobnie najbardziej rozpowszechnionymi w przemyśle czujnikami zbliżeniowymi są modele indukcyjne. Służą one do wykrywania obecności przedmiotów metalicznych, charakteryzując się dobrą odpornością na trudne warunki środowiskowe, zanieczyszczenia i wibracje. Fakt, że działają bezdotykowo sprawia, że są trwalsze i nie zużywają się tak szybko, jak czujniki stykowe. Co więcej, zwykle są wykonywane w szczelnie zamkniętych obudowach, co wydłuża czas bezawaryjnej pracy i uodparnia czujnik na warunki środowiskowe.

Czujnik indukcyjny monitoruje zmiany pola magnetycznego występujące na skutek pojawienia się obiektu metalicznego w pobliżu czoła sensora. Zasięg działania, czyli tzw. strefa robocza, jest zależny od wielkości zastosowanego elementu detekcyjnego, którym jest cewka i zazwyczaj jest proporcjonalny do wymiarów, a konkretnie do długości czujnika. Jest to podstawowy parametr każdego czujnika tego typu. W zależności od budowy czoła i średnicy czujnika, wynosi ona do kilkunastu milimetrów.

Budowa czujnika indukcyjnego

Jak wspomniano, kluczowym elementem czujnika indukcyjnego jest cewka umieszczona przy czole obudowy. Rdzeń cewki jest otwarty od strony czoła, a ponieważ jest ona włączona w obwód oscylatora, zbliżenie elementu metalowego do czujnika powoduje zmianę amplitudy oscylacji. W klasycznych rozwiązaniach, po demodulacji, sygnał z oscylatora jest kierowany na przerzutnik Schmitta. Ten zapewnia zerojedynkowe przełączanie, z zachowaniem odpowiedniej histerezy, która konieczna jest w praktycznie wszystkich zastosowaniach czujników indukcyjnych. Sygnał z przerzutnika jest następnie podawany na wzmacniacz, zasilany z zewnątrz i dostosowujący poziom sygnału (i dostarczający prąd) na potrzeby sterowania wszelkimi innymi elementami automatyki, takimi jak przekaźniki, styczniki, czy



Rysunek 1. Budowa i zasada działania czujnika indukcyjnego

wejścia sterowników. W praktyce jest też tak, że im czujnik ma większą średnicę, tym jest bardziej wrażliwy na zmieniające się pole. Budowę i zasadę działania czujnika indukcyjnego pokazano na **rysunku 1**.

Typowo na wyjściu lub wyjściach czujnika są tranzystory NPN lub PNP, które mogą być skonfigurowane są na dwa sposoby: tranzystory wyjściowe mogą być załączane, gdy czujnik wykrywa przedmiot (typ NO – *Normally Open*), lub gdy go nie wykrywa (typ NC – *Normally Close*). Warto dodać, że istnieją też modele bez przerzutnika Schmitta, które generują na wyjściu sygnał analogowy. Najczęściej 0...20 mA, 4...20 mA lub 0...10 V. Jednak zdecydowanie największą popularnością cieszą się wersje funkcjonujące jako tzw. wyłączniki krańcowe.

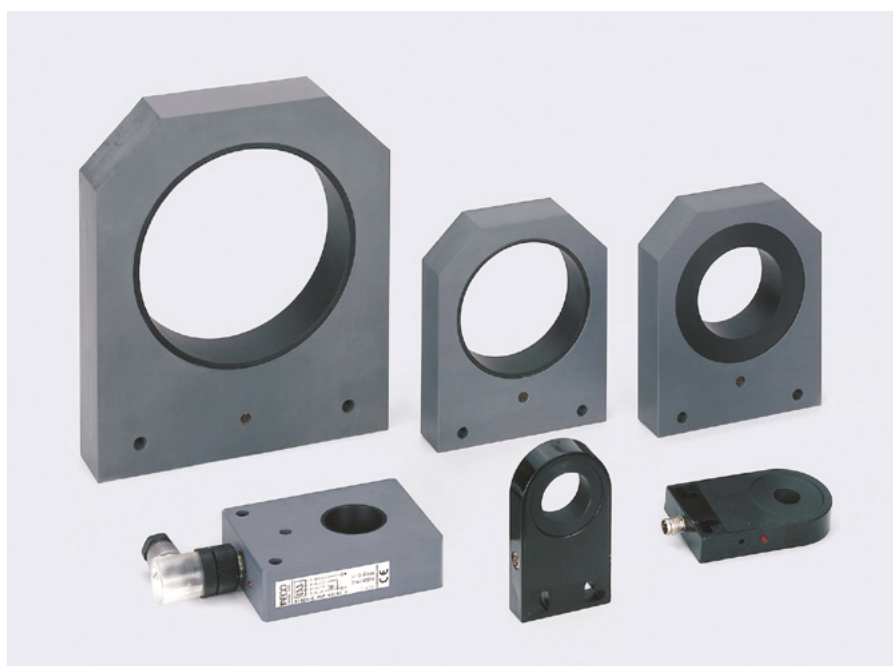
Co na rynku?

Na rynku dostępne są czujniki indukcyjne wykonane najczęściej w owalnych (M4, M6, M8, M12, M18, fi 3, fi 4, fi 6, fi 8 itd.), metalowych i gwintowanych obudowach. Oferowane są również i inne typy obudów, na przykład prostopadłościenne. Zaletą cylindrycznej obudowy jest łatwość montażu. W miejscu umocowania czujnika wystarczy wywiercić otwór, włożyć w niego czujnik

i dokręcić nakrętkami. Jeśli takie rozwiązanie nie jest możliwe, można skorzystać ze specjalnych uchwytów.

Warto dodać, że w przypadku czujników cylindrycznych, gwint na obudowie ma dwa zastosowania. Służy nie tylko do mocowania z użyciem nakrętek, ale też do precyzyjnego ustawiania czujnika. Wynika to z faktu, że czujniki te, szczególnie modele o najkrótszej strefie działania, muszą znajdować się bardzo blisko wykrywanych elementów. Jednocześnie nie jest korzystne, jeśli czujnik będzie się stykał ze zbliżającymi się obiektami, bo to może znacząco zmniejszyć jego trwałość lub po prostu doprowadzić do uszkodzenia. Obracając nagwintowany czujnik można pewnie, a zarazem precyzyjnie dopasować jego położenie, bez stosowania dodatkowych, specjalnych elementów mocujących. Trzeba też pamiętać, że czujnik z odsłoniętym czołem (co pozwala na zwiększenie jego zasięgu) będzie znacznie bardziej podatny na uszkodzenia mechaniczne i zakłócenia boczne, niż czujnik z czołem obudowanym.

Wiele czujników ma zamontowane diody LED, które wskazują aktualny stan sensora. Bywa tak, że dioda jest umieszczona w głębi obudowy, ale sama obudowa nawiercona





w kilku miejscach, by operatorzy mogli z dowolnego kąta sprawdzić stan czujnika.

Oprócz modeli o kształcie walca i prostopadłościennych, można znaleźć też wersje specjalne, np. szczelinowe lub pierścieniowe. Te pierwsze są przydatne szczególnie do wykrywania np. krawędzi blach. Drugie mogą posłużyć np. do weryfikowania ciągłości drutów metalowych.

Czujniki różnią się nie tylko obudowami, ale też rodzajami zastosowanych wyjść. Najczęściej stosowanym rozwiązaniem jest umieszczenie gniazda, do którego podłączone jest za pomocą jednej wtyczki zarówno zasilanie, jak i wyprowadzane są sygnały z czujnika. Bywa jednak tak, że czujnik jest zintegrowany z kablem, co w niektórych sytuacjach stanowi zaletę.

Najbardziej popularne wydają się czujniki zasilane napięciem z zakresu od 10 do 30 V, ale znaleźć można też modele przystosowane do zasilania napięciem przemiennym, do 240 V. Te drugie znajdują zastosowanie jako elementy bezpośrednio kontrolujące pracę maszyn, bez potrzeby stosowania dodatkowych urządzeń sterujących, takich jak np. PLC.

Oczywiście, producenci oferują różne standardy wykonania czujników, przystosowane do specyficznych warunków pracy. Oprócz czujników klasycznych, są też modele do stref zagrożonych wybuchem, do zastosowań w przemyśle spożywczym, o podwyższonej odporności na temperatury, do zastosowań w pojazdach czy też odporne



na konkretne środki chemiczne lub mycie myjkami ciśnieniowymi.

Zamiast optycznych

Czujniki indukcyjne są tak powszechnie stosowane, że bardzo często inżynierowie starają się znaleźć dla nich zastosowanie nawet w aplikacjach, gdzie wykrywane mają być objekty niemetalowe. Często praktyką jest instalowanie różnego rodzaju metalowych bramek i dźwigiennek, które zamontowane na zawiasach mogą być przesuwane przez przejeżdżające na taśmie objekty – np. kartony. Ruch ten sprawia, że do czoła czujnika przysuwana jest w odpowiednich momentach metalowa część dźwigni, co zostaje zinterpretowane, jako zbliżenie się wykrywanego obiektu. W ten pośredni sposób nawet przedmioty niewykonane z metalu mogą oddziaływać na wskazania czujnika indukcyjnego.

Czujniki pojemnościowe

W sytuacjach, gdy czujnik indukcyjny nie może być zastosowany – np. ze względu na wykrywanie obiektów niemetalowych i brak możliwości zastosowania niezawodnego systemu dźwigni pierwszym, alternatywnym wyborem jest najczęściej czujnik pojemnościowy. Sensory tego typu pozwalają na wykrywanie elementów wykonanych z praktycznie dowolnych materiałów, ale zwykle mają mniejszy zasięg niż czujniki indukcyjne, a także charakteryzują się dużą wrażliwością na zabrudzenia i przeszkody pomiędzy nimi a elementami wykrywanymi.

Typowo, czujników pojemnościowych używa się do wykrywania przekroczenia poziomu przez ciecz lub materiał sypki, wykrywania różnych obiektów np. transportowanych na taśmieociągu, pomiarów grubości np. drewna lub folii.

Zewnętrznie czujniki pojemnościowe są zbudowane w sposób zbliżony do modeli indukcyjnych i różnią się jedynie zasadą działania. Zamiast cewki jest stosowany kondensator złożony z jednej okładki. Drugą okładkę stanowi obiekt zbliżany do czoła czujnika. Jego pojawienie się zmienia parametry kondensatora i jest to zjawisko wykrywane przez obwody czujnika.

Czujniki pojemnościowe wyglądają najczęściej tak samo, jak ich indukcyjne odpowiedniki. Również są dostępne w różnych wykonaniach, przystosowanych do specyficznych środowisk pracy. Konstruktor może wybierać spośród modeli przeznaczonych do zasilania zarówno napięciem stałym, jak i przemiennym. Dobierając czujnik pojemnościowy warto też zwrócić uwagę na maksymalną częstotliwość przełączania sensora, która w praktyce najczęściej wynosi kilkadziesiąt herców. Ogranicza to możliwość stosowania tych elementów w bardzo szybkich aplikacjach.

Obecnie coraz częściej odchodzi się od stosowania czujników pojemnościowych



na rzecz modeli optycznych. Choć i jedno i drugie są podatne na zabrudzenia, to jednak różnie reagują na różnego rodzaju zanieczyszczenia i w zależności od sytuacji, jedno lub drugie mogą stanowić lepsze rozwiązanie.

Podsumowanie

Inżynier dobierający czujniki zbliżeniowe do aplikacji, o ile ograniczy się do modeli indukcyjnych i pojemnościowych, ma raczej proste zadanie, gdyż dostępne na rynku wersje są tak różnorodne, że bez problemu można znaleźć model idealnie dopasowany do konkretnej sytuacji. Warto tylko pamiętać, na co należy zwrócić uwagę. Poczynając od najważniejszych, są to:

- materiał, z którego wykonane są wykrywane objekty,
- przewidywana odległość obiektów od sensora,
- możliwości montażu sensora,
- dostępne zasilanie,
- rodzaje wejść sterowanych z czujnika,
- warunki panujące w miejscu montażu czujnika (temperatura, wilgoć, zapylenie, ciśnienie, zagrożenie wybuchem, substancje żrące),
- wymagana szybkość reakcji czujnika.

Warto też zwrócić uwagę na niektóre nowe czujniki, wyposażone od razu w interfejsy przeznaczone do bezpośredniego podłączania ich do sieci, np. AS-Interface lub DeviceNET. Ułatwiają one tworzenie rozległych instalacji, zmniejszając koszty i usprawniając zarządzanie systemami czujnikowymi.

Marcin Karbowniczek, EP

