

Co każdy elektronik o czujnikach indukcyjnych wiedzieć powinien?

Parametry czujników

Czujniki indukcyjne to takie elementy automatyki przemysłowej, które w sposób bezdotykowy wykrywają obecność obiektów metalowych. Od ponad 35 lat stosowane są jako niezawodne wyłączniki krańcowe, zliczają lub pozycjonują elementy na podajnikach i taśmach produkcyjnych, kontrolują prędkość obrotową wirujących części maszyn, są „nerwami” bardzo skomplikowanych układów sterowania i regulacji ze sterownikami przemysłowymi, praktycznie we wszystkich gałęziach przemysłu. Mimo „podeszłego” wieku ich pozycja na rynku wydaje się być niezagrożona. Co więcej - w ostatnich latach obserwuje się szybki postęp w tej dziedzinie.

Ta dobra opinia jest w pełni zasłużona. Czujniki indukcyjne spełniają bardzo dobrze swoją rolę wszędzie tam, gdzie zastosowanie przełączających elementów stykowych stwarza wiele problemów w trakcie późniejszej eksploatacji lub wręcz jest niemożliwe ze względu na konieczność przełączania z dużą częstotliwością. Pracują bardzo dobrze przy bardzo dużym zapyleeniu, wibracjach, wilgotności i w szerokim zakresie temperatury otoczenia. W ich konstrukcji brak jest elementów ruchomych i styków, co powoduje, że są one elementami praktycznie bezobsługowymi.

Zasadę pracy typowego czujnika indukcyjnego przedstawia rys. 1. Część aktywna czujnika, składająca się z cewki i ferrytowego rdzenia kubkowego, generuje w otoczeniu czoła czujnika zmienne pole elektromagnetyczne dużej częstotliwości.

W zbliżającym się metalu pole to wytwarza prądy wirowe, co z kolei powoduje „obciążenie” układu oscylatora, pogorszenie jego dobroci i w efekcie spadek amplitudy oscylacji. Zmiany te śledzone są przez komparator i przy pewnej charakterystycznej dla danego typu czujnika odległości obiektu metalowego od jego czoła, następuje skokowa zmiana napięcia na wyjściu komparatora. Sygnał ten wzmacniany jest przez układ wzmacniacza do poziomu

umożliwiającego bezpośrednie sterowanie elementami wykonawczych podłączonych na wyjściu czujnika, jak przełączniki, styczniki, elektrozawory lub wejścia cyfrowe sterowników.

W katalogach producentów czujników indukcyjnych można spotkać różne nazwy tej charakterystycznej odległości: strefa działania, odległość zadziałania, czułość, odległość przełączenia. W dalszej części artykułu używać będę tego pierwszego określenia.

Strefa działania to podstawowy parametr czujnika indukcyjnego. Ma on wpływ zarówno na gabaryt czujnika jak i sposób zamontowania go w maszynie czy urządzeniu. W katalogach wyrobu jak i na tabliczkach znamionowych podawana jest najczęściej strefa nominalna S_n .

Strefa rzeczywista S_r (uwzględnia fabryczną tolerancję wykonania wyrobu) zmierzona w określonej przez producenta temperaturze (najczęściej 20°C) i napięciu zasilania musi spełniać warunek:

$$0,9 S_n < S_r < 1,1 S_n$$

Pomiar strefy rzeczywistej w warunkach fabrycznych polega na zbliżaniu w osi czujnika do jego powierzchni czołowej kwadratowej płytki ze stali St37 o grubości 1mm i o boku równym średnicy czujnika.

Najistotniejsza jest jednak strefa robocza, która gwarantuje działanie czujnika w pełnym zakresie temperatur i napięć zasilających oraz w funkcji czasu eksploatacji. Wynosi ona $0,81 S_n < S_w < 1,21 S_n$.

Instalując więc czujnik o określonej strefie należy wziąć pod uwagę fakt, że w realnych warunkach eksploatacji czujnika jego strefa działania może się różnić aż o 21% od wartości nominalnej.

W dodatku zmienia się ona również w przypadku, jeśli obiekt, położenie którego kontroluje czujnik, wykonany jest z innego metalu niż stal St37.

Cecha ta określana jest przez współczynnik korygujący. Dla najczęściej spotykanych metali wynosi on:

Metal	Współczynnik
Stal St37	1
Mosiądz	0,5
Miedź	0,4
Aluminium	0,4

Chrom	0,9
Rtęć	0,6
Nikiel	0,9
Ołów	0,5

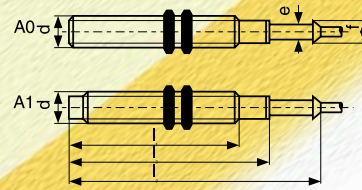
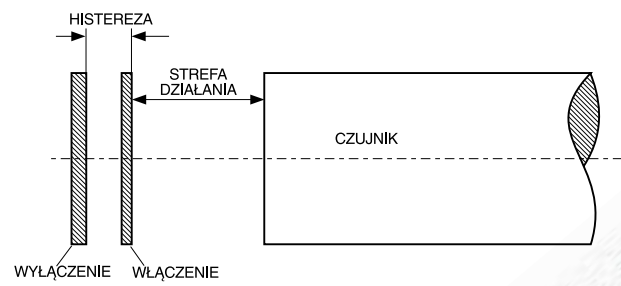
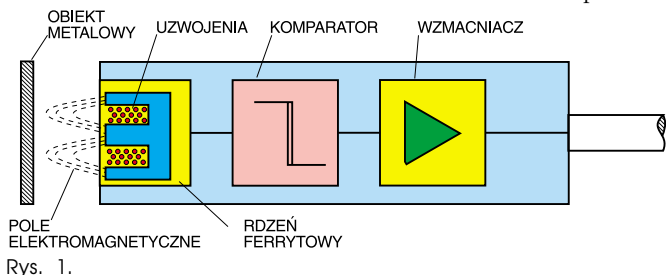
Nie uwzględnienie współczynnika skalującego przy wyborze konkretnego typu czujnika jest stosunkowo często popełnianym błędem przy realizacji projektów z zakresu modernizacji i automatyzacji maszyn. Kolejnym istotnym parametrem czujnika indukcyjnego jest histereza przełączania. Jest to wyrażona w procentach odległość między punktami, w których czujnik zmienia stan na wyjściu, odniesiona do strefy nominalnej S_n . Najczęściej mieści się ona w granicach 1,5..15%. Parametr ten gwarantuje dwustanowy sygnał na wyjściu czujnika w sytuacji, gdy pracująca maszyna, w której jest on zamontowany, ma drgania o dużej amplitudzie.

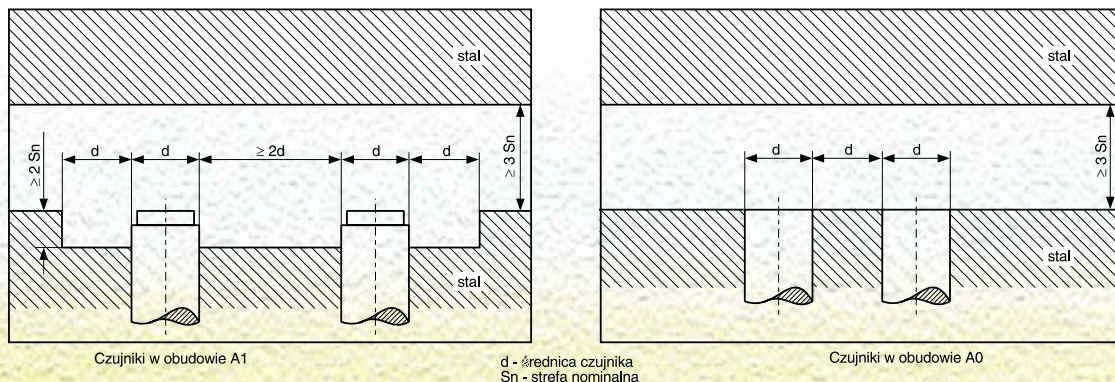
Na polskim rynku najczęściej spotyka się dwie podstawowe obudowy czujników: metalowe tuleje gwintowane i obudowy prostopadłościowe z tworzywa sztucznego o wymiarze 112x40x40, ze zdecydowaną przewagą tych pierwszych. Naturalnie, w ofertach firm produkcyjnych znajduje się ich znacznie więcej, ale zasady stosowania są albo identyczne, albo bardzo zbliżone do tych, które zostaną niżej przedstawione.

Czujniki w obudowach tulejowych wykonywane są do: - wbudowania w metal na równo z ich częścią aktywną (czoło czujnika zbudowane jest również na równo z krawędzią tulei - typ A0), - wbudowania w metal, ale z pozostawieniem wolnej przestrzeni wokół czoła (czoło czujnika wysunięte z tulei - typ A1).

Przykładowe wymiary kilku typowych obudów tulejowych przedstawia rys. 3.

Szczegółowe wymagania dotyczące parametrów użytkowych czujników w różnych typach obudów zostały znorma-





Rys. 4.

lizowane i określone w normach europejskich DIN EN50xxx, a w szczególności - 008, -10, -025, -026, -032, -036, -040.

Sposób zabudowy tych czujników w maszynach i urządzeniach wraz z wymaganiami co do odległości od sąsiednich obiektów metalowych i wzajemnego położenia między czujnikami przedstawia rys. 4. Przedstawione tu odległości należy rozumieć jako wymagania minimalne, zapewniające poprawną pracę czujnika.

Nie mniej istotne parametry czujników związane są z ich wyjściami. Nie przestrzeganie wartości dopuszczalnych bardzo często nieświadome) może doprowadzić do uszkodzenia wyjścia i konieczności wymiany czujnika, gdyż jest on elementem nienaprawialnym.

Na wyjściu czujników zasilanych prądem stałym znajduje się najczęściej tranzystor w konfiguracji NPN lub PNP. Każde z tych dwóch typów wyjść wykonane jest z funkcją wyjściową NO (zwierający) lub NC (rozwierający). Sposób połączenia tych czujników pokazano na rys. 5.

W większości czujników stałoprądowych wyjścia zabezpieczone są przed skutkami:

- odwrotnego podłączenia napięcia zasilania,

- przekroczenia dopuszczalnego prądu wyjściowego lub zwarcia,
- przepięć na wyjściu, powstających przy wyłączeniu obciążeń indukcyjnych (przełączniki, styczniki).

Typowym zakresem napięć zasilających jest 1..30VDC, a maksymalny prąd obciążenia ok. 200mA. Spadek napięcia na czujniku w stanie włączenia wynosi ok. 2V, częstotliwość przełączenia wyjścia maks. 1kHz.

Myślę, że parę słów należy poświęcić sprawie zasilania czujników, gdyż z mojego wieloletniego doświadczenia w kontaktach z użytkownikami wynika, że tu właśnie popełnianych jest sporo błędów.

Praktycznie w każdej karcie katalogowej czujników zasilanych prądem stałym podawane jest maksymalne, dopuszczalne tętnienia tegoż napięcia (czujniki nie wymagają do zasilania napięcia stabilizowanego). Oglądany na oscyloskopie przebieg powinien wyglądać jak na rys. 6.

Wyrażona w procentach wartość U_{ss}/U_{sr} jest właśnie tym istotnym parametrem katalogowym i nie powinna być większa niż 10%. Z tego względu do zasilania nie należy wykorzystywać np. wyprostowanego w układzie mostkowym i nieodfiltrowanego napięcia 24VAC uzyskanego z transformatora

ochronnego, powszechnie dostępnego w maszynach i urządzeniach. W tym wypadku tętnienia wynoszą 100%, a maksymalna amplituda napięcia jest o wiele większa od maksymalnego dopuszczalnego napięcia zasilania czujnika. O wiele rozsądniej i bezpieczniej jest zastosować coś z szerokiej gamy zasilaczy znajdujących się w ofertach firm produkujących czujniki zbliżeniowe. W najnowszych konstrukcjach czujników zasilanych prądem stałym znajdują się coraz częściej układy kontroli napięcia zasilania i prądu obciążenia (łącznie z rozpoznawaniem jego pojemnościowego charakteru). W przypadku stwierdzenia jakichkolwiek nieprawidłowości wyjście wyłącza się i przechodzi w stan wysokiej impedancji do czasu usunięcia ich przyczyny.

Nieco odmiennie wygląda sprawa w przypadku czujników zasilanych prądem przemianym. Typowy układ pracy takiego czujnika przedstawiono na rys. 7. Proszę zwrócić uwagę na fakt, że czujnik włączony jest szeregowo w sterowany obwód i nie wymaga dodatkowego zasilania. Jest to bardzo cenna zaleta, gdyż np. zastąpienie elektromechanicznego wyłącznika krańcowego czujnikiem bezstykowym nie pociąga za sobą żadnych dodatkowych układów ani okablowania. Jednocześnie pamiętać należy, że zastosowanie czujników wprowadza do układu pewne ograniczenia:

- należy bezwzględnie przestrzegać podanych w karcie katalogowej wyrobu zarówno wartości maksymalnego jak i minimalnego prądu obciążenia.

Wynosi on najczęściej 10..200mA. Elementem wyjściowym w tego typu czujniku jest z reguły tyrystor (w najnowszych rozwiązaniach tranzystor MOS), który niestety nie jest zabezpieczony przed przeciążeniem lub zwarciami. Wystąpienie jednego z tych zjawisk (np. zwarcie w uzwojeniu cewki przełącznika) prowadzi nieuchronnie do zniszczenia czujnika.

Zmniejszenie prądu obciążenia poniżej wartości minimalnej ograniczone jest parametrami tyrystora, a konkretnie prądem podtrzymywania przewodzenia.

Z uwagi na konieczność zapewnienia układowi elektronicznemu w czujniku odpowiedniego napięcia zasilania, czujniki zasilane prądem przemianym charakteryzują się stosunkowo wysokim spadkiem napięcia (zwanego również napięciem szczytkowym) wynoszącym ok. 8V w stanie włączenia oraz prądem szczytkowym w stanie wyłączenia na poziomie ok. 3mA.

Napięcie szczytkowe zmniejsza napięcie na obciążeniu oraz jest bezpośrednią przyczyną wydzielania się określonej mocy w samym czujniku, co ma negatywny wpływ na jego trwałość.

Napięcie szczytkowe zmniejsza napięcie na obciążeniu oraz jest bezpośrednią przyczyną wydzielania się określonej mocy w samym czujniku, co ma negatywny wpływ na jego trwałość.

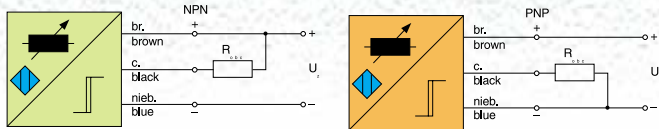
Prąd szczytkowy powoduje komplikacje w przypadku współpracy z wejściami cyfrowymi sterowników przemysłowych i modułami logicznymi o dużej impedancji. W efekcie - sterowników przemysłowych i modułami o dużej impedancji. W efekcie, mimo braku występowania czujnika na wejściu sterownika pojawia się poziom logiczny „1”.

Należy pamiętać również o konieczności uziemienia metalowych obudów czujników zbliżeniowych (zielono-żółty przewód czujnika) zasilanych napięciami niebezpiecznymi dla zdrowia człowieka.

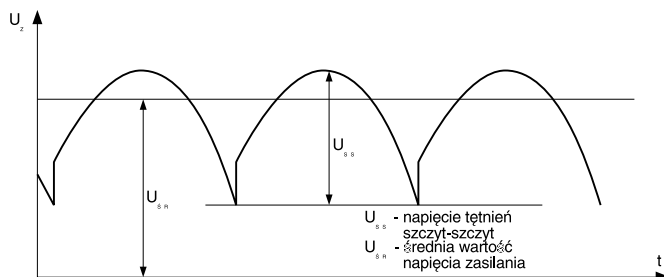
Tematyka związana z parametrami i zasadami stosowania czujników indukcyjnych jest o wiele szersza niż wynikałoby z treści artykułu. Z konieczności ograniczyłem się tylko do zasygnalizowania, moim zdaniem, najistotniejszych kwestii. Chętnie służę jednak swoją wiedzą w tym zakresie wszystkim Czytelnikom. Może uda nam się rozwiązać wspólnie konkretne problemy z czujnikami zbliżeniowymi, na jakie natrafiliście. Trzeba przecież pamiętać, że oprócz czujników indukcyjnych coraz powszechniej stosowane są w automatyce przemysłowej czujniki pojemnościowe, optoelektroniczne, ultradźwiękowe, magnetyczne, hallotronowe.

mgr inż. Ryszard Żak, Impol-1

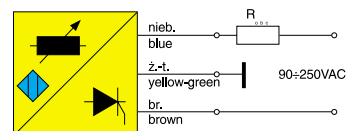
e-mail: zak@impol-1.com.pl



Rys. 5.



Rys. 6.



Rys. 7.