

Zagadnienia z przedmiotu
EKSPLLOATACJA SYSTEMÓW MECHATRONICZNYCH W ROLNICTWIE
05-05-2020 r.

Proszę zapoznać się z zagadnieniami. Następnie proszę sporządzić krótką notatkę do podanych niżej punktów. Wykonaną pracę proszę przesłać na mój adres mailowy w formie skan lub zdjęcie. Wykonana praca będzie podstawą obecności, będzie oceniana. W razie pytań lub jakichkolwiek trudności proszę o kontakt mailowy lub telefoniczny (tel. 530 630 395). Jeśli ktoś ma zaległe pracę proszę również w miarę możliwości przesłać.

Temat: Czujniki i przetworniki wykorzystywane w systemach mechatronicznych

1. Czujnik pomiarowy
2. Przetwornik pomiarowy
3. Enkoder
4. Enkoder przyrostowy
5. Czujniki wykorzystywane w enkoderach

Efekty pracy (skany lub zdjęcia) proszę przesłać na mój adres mailowy:

szpilapiotr@radymno.edu.pl

Termin: 12-05-2020 r

Pozdrawiam serdecznie

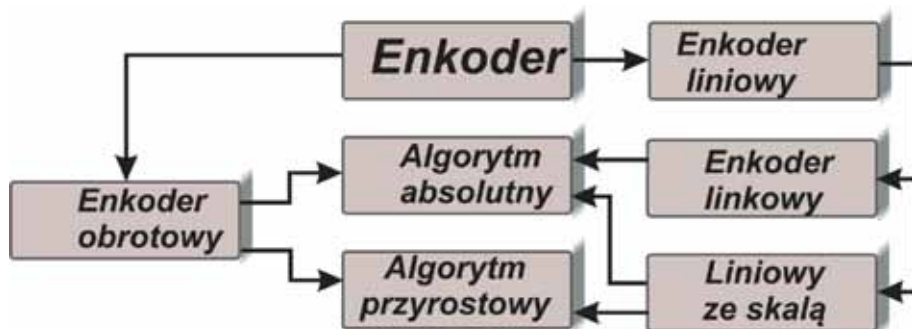
Piotr Szpila

Czujniki i przetworniki wykorzystywane w systemach mechatronicznych

Każdy system biologiczny, jest zdecydowanie bardziej skomplikowanym układem niż jakikolwiek układ skonstruowany przez człowieka. Monitorowanie procesów produkcyjnych w tak złożonym środowisku wymaga stosowania różnego typu czujników pomiarowych. Czujnik pomiarowy jest elementem przyrządu pomiarowego, na który działa bezpośrednio wielkość mierzona.

Przykładem czujnika może być ciecz w mierniku, jakim jest termometr, gdzie czujnikiem jest rtęć rozszerzająca się pod wpływem ciepła. Detektorem nazywamy urządzenie wskazujące zaistnienie pewnego zjawiska, bez podawania wartości wielkości wykrywanej przez detektor. Przykładem może być detektor gazu, wskazujący przekroczenie dopuszczalnego stężenia w powietrzu. Przetwornikiem pomiarowym jest urządzenie przetwarzające, zgodnie z algorytmem przetwarzania, wielkość wejściową na wielkość wyjściową. Praktycznie każda współczesna maszyna rolnicza wymaga zastosowania elementu pozwalającego na ocenę zjawisk wpływających na jej pracę. W tym rozdziale przedstawiono wybrane rozwiązania umożliwiające odczytywanie parametrów procesowych.

Enkodery, są podstawowymi czujnikami stosowanymi do pomiaru przemieszczenia w systemach wykonawczych. Enkoder - jest urządzeniem zamieniającym informację o położeniu elementu na cykliczny sygnał elektryczny pozwalający określić dokładnie położenie elementu, liczbę obrotów, położenie kątowe lub prędkość. Stosowany jest w przypadku, jeżeli należy określić położenie elementów lub wielkość jego zmiany. Ze względu na rodzaj przetwarzanego ruchu, można enkodery podzielić na przetworniki ruchu liniowego i obrotowego. Bardzo często enkodery są łączone z silnikami elektrycznymi i przekładniami z łożyskami, tworząc moduł mechatroniczny, nazywany serwowmotorem.

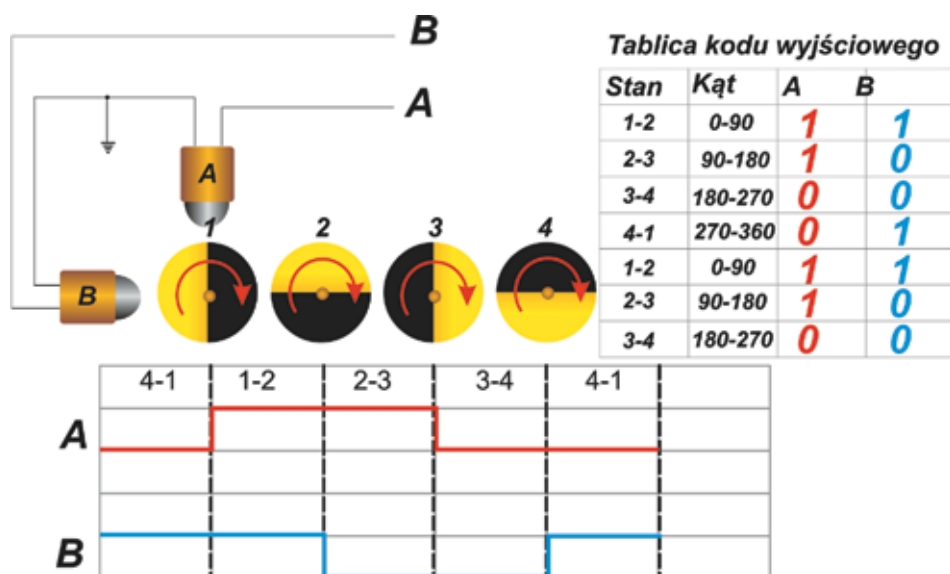


. Schemat podziału enkoderów, ze względu na zastosowanie.

Podstawowym parametrem enkodera jest jego czułość, przedstawiająca wartość przemieszczenia kątowego lub liniowego pomiędzy kolejnymi impulsami wysyłanymi przez enkoder. Ze względu na wygodę, często w specyfikacji produktu stosowana jest rozdzielczość, podawana jest wartość liczby impulsów generowanych przez przetwornik na jeden obrót wałka lub jednostkę przemieszczenia (np. 200 imp/1 obr). Enkodery mogą być wykonywane,

jako czujniki optyczne, magnetyczne, wykorzystujące efekt Halla lub pojemnościowe. Niezależnie jednak od elementu wyzwalającego zasada działania jest zbliżona.

Enkoder przyrostowy (inkrementacyjny) – jest urządzeniem zliczającym impulsy z czujnika obrotów lub linii podziałowej. Kąt obrotu wałka lub odległość, na jaką przesunęło się suwadło obliczane jest przez zliczenie liczby impulsów. Enkodery mierzą tylko zmianę położenia bez ustalania położenia początkowego. Dlatego w urządzeniach tego typu często konieczne jest uruchomienie procedury startowej polegającej na ustawieniu urządzenia, do którego podłączony jest enkoder w położenie początkowe. Ma to miejsce albo podczas kalibracji przy włączeniu urządzenia, lub przy jego wyłączeniu. Sygnał wyjściowy enkodera przyrostowego jest ciągiem sygnałów prostokątnych, wysyłanych w chwili przechodzenia elementu przez znacznik położenia. Znacznikiem położenia może być element graficzny, otwór w przesłonie lub element ferromagnetyczny. Zwykle urządzenie jest wyposażone w dwa wyjścia sygnałowe. Sygnały pochodzą od czujników przesuniętych względem siebie. Dzięki czemu znając kolejność sygnałów pojawiających się na wyjściu A i B oraz położenie czujników można łatwo stwierdzić, w jakim kierunku obraca się wałek lub przemieszcza obserwowany element. Na rysunku 2.2.2. przedstawiono, zasadę pracy prostego enkodera inkrementacyjnego. W urządzeniu

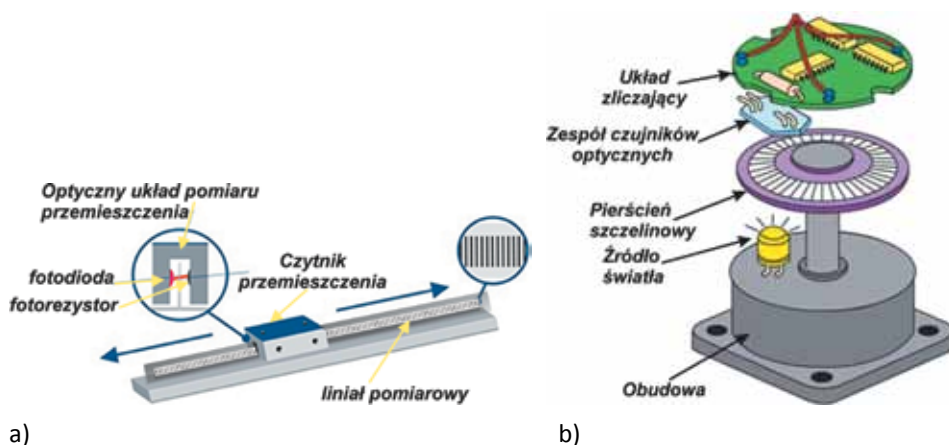


Schemat kodowania sygnału wyjściowego z magnetycznego enkodera przyrostowego wyposażonego w dwa czujniki hallotronowe (A,B) i dwa bieguny magnesu umieszczone w obrotowym czujniku.

znajdują się dwa czujniki zwierne, które wysyłają sygnał, jeżeli zostaną zbliżone do magnesu umieszczonego na obracającym się wałku, zakres działania magnesu wynosi 180° , tak jak przedstawiono, to na rysunku Jeżeli ciemne pole znajdzie się naprzeciwko czujnika, jest przesyłany do wyjścia sygnał w postaci logicznej „0”, w przypadku zbliżenia magnesu do czujnika (pole jasne), czujnik wysyła sygnał będący logiczną „1”. Liczba zliczonych sygnałów pomiarowych określa przemieszczenie elementu.

Zespół czujników umożliwia rozróżnienie czterech stanów na jeden obrót wałka pomiarowego. Każdy stan opisany jest unikalną kombinacją stanów wyjściowych enkodera. Kombinacja stanów na wyjściu A i B pozwala w przypadku zastosowania dwóch czujników na uzyskanie czułości wynoszącej $90^\circ/\text{impuls}$, lub rozdzielczości przetwornika $k=4$ stany/obrotów wałka. Przetwornik umożliwia pracę jako enkoder przyrostowy, przez sumowanie kolejnych kombinacji sygnałów wyjściowych. Brak jest możliwości określenia bezwzględnego położenia początkowego, ze względu na powtarzalność kodu po każdym obrocie wałka.

Enkodery liniowe zwane liniałami, zbudowane są na podobnej zasadzie, wykorzystując czujniki optyczne lub magnetyczne. Enkoder magnetyczny, zbudowany jest z enkodera liniowego, który przemieszcza się nad taśmą magnetyczną. W przeciwieństwie np. do taśm magnetofonowych pomiar jest pomiarem bezkontaktowym – enkoder nie dotyka taśmy. Taśma magnetyczna posiada na powierzchni naniesione znaczniki magnetyczne, tworzące tzw. przemagnesowania. Odległość pomiędzy przemagnesowaniami tworzy rozdzielczość liniału. W zależności od tego jaka jest potrzebna dokładność można wybrać odpowiednią rozdzielczość liniału.

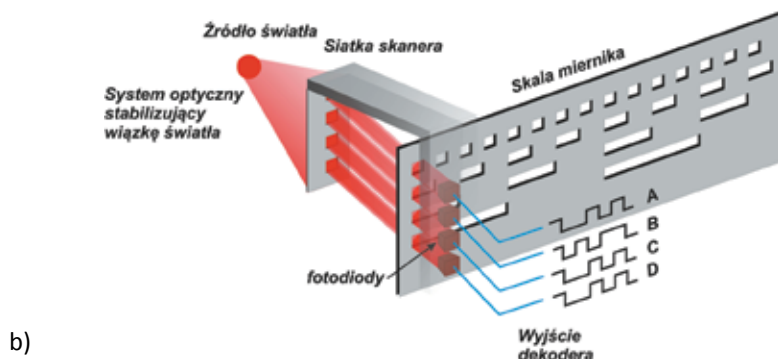
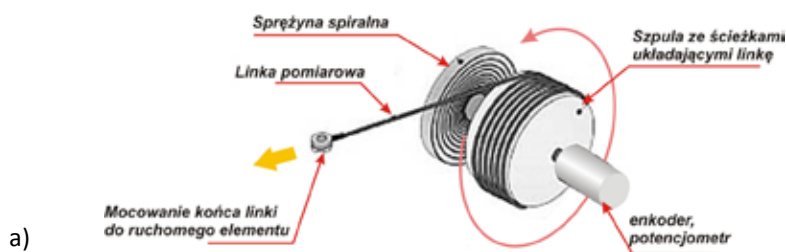


Widok i zasada działania optycznych enkoderów przyrostowych, a) liniowy enkoder szczelinowy, b) obrotowy enkoder szczelinowy.

Enkodery z czujnikami magnetycznymi w porównaniu do optycznych nie są wrażliwe na zanieczyszczenia powierzchni, takie jak: woda, smar czy kurz. W wielu przypadkach nie mogą być jednak stosowane ze względu na wrażliwość na obce pola magnetyczne. Dlatego nie powinny być umieszczane w pobliżu źródeł promieniowania elektromagnetycznego, takich jak silniki elektryczne, przewody prądowe.

Zalety enkoderów przyrostowych: Wysoka rozdzielczość, łatwa wymiana w przypadku awarii, małe wymiary, odporność na trudne warunki pracy.

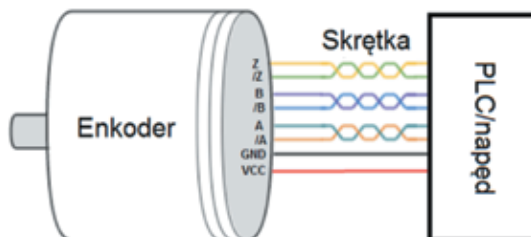
Enkoder absolutny odczytuje pozycję wału lub przemieszczenia w stosunku do punktu początkowego.



Enkoder absolutny, a) linkowy, b) optyczny.

Enkoder absolutny w porównaniu do enkodera przyrostowego wysyła kod, który jednoznacznie wskazuje, o jaki kąt lub o jaką odległość przesunięto suwadło w stosunku do położenia początkowego. Pewną odmianą funkcjonalną enkoderów liniowych jest enkoder linkowy. W budowie jest to enkoder obrotowy, połączony z nawinięta na oś linką. Pomiar przemieszczenia polega na zmierzeniu przez enkoder długości wysunięcia linki. Sprężyna umieszczona wewnątrz enkodera umożliwia samoczynny powrót urządzenia do położenia spoczynkowego w chwili ustania działania sił wymuszających jej wysunięcie. Zastosowanie tego typu rozwiązania pozwala na pomiary

przemieszczeń stosunkowo długich odcinków, bez konieczności ustalenia dokładnie współliniowości elementu wykonawczego.



Enkoder mierzący przemieszczenie wału przenośnika w linii do pługowania ziemniaków.

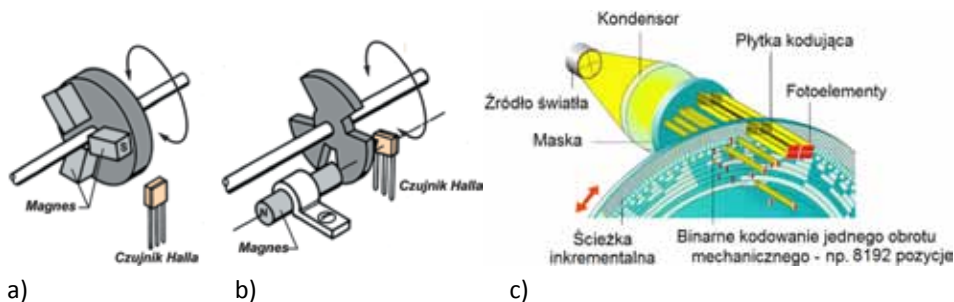
Źródło: materiały firmowe: www.schaapholland.com, www.hariston-mayo.com, materiały firmy Siemens.

Niezależnie od algorytmu zliczającego, enkodery różnią się rodzajem czujników wyzwalających impulsy. Podstawowe czujniki wykorzystywane w enkoderach to:

Enkodery mechaniczne -wykorzystujące magnes lub element ferromagnetyczny do zliczania impulsów pomiarowych.

- ❑ Enkodery optyczne – stanowią dominującą większość produkowanych enkoderów. W swoim działaniu wykorzystują zmianę natężenia światła do oceny stanu układu. Pomiar prędkości obrotowej urządzenia polega na zliczaniu przerwań w obwodzie wyposażonym w źródło światła i fotodiody lub fotorezystor.
- ❑ Enkodery magnetyczne – wykorzystujące do zliczania impulsów czujniki magnetyczne. Podstawą działania magnetycznych czujników kąta wykorzystujących efekt Halla jest przetwornik magnetyczny zintegrowany z układem elektronicznym. Współdziałając z przemieszczającym się liniowo lub obracającym się magnesem, czujnik dokonuje pomiaru przemieszczenia lub położenia kąтового.
- ❑ Resolver – jest odmianą magnetycznego enkodera obrotowego. Resolver to rodzaj przetwornika kąta obrotu, który można określić jako analogową wersję enkodera absolutnego. Przez analogowy sygnał wyjściowy dostarcza on informacji o aktualnym położeniu wału. Zasada działania jest podobna jak w silniku elektrycznym urządzenie składa się z wirnika oraz stojana. Uzwojenie pierwotne (wirnika) zasilane jest (przez transformator obrotowy) prądem zmiennym, natomiast w uzwojeniach wtórnych (stojana) – przesuniętych względem siebie o kąt 90° – indukują się napięcia, które są proporcjonalnymi do sinusa oraz cosinusa kąta obrotu. Sinusoidalne sygnały wyjściowe jednoznacz-

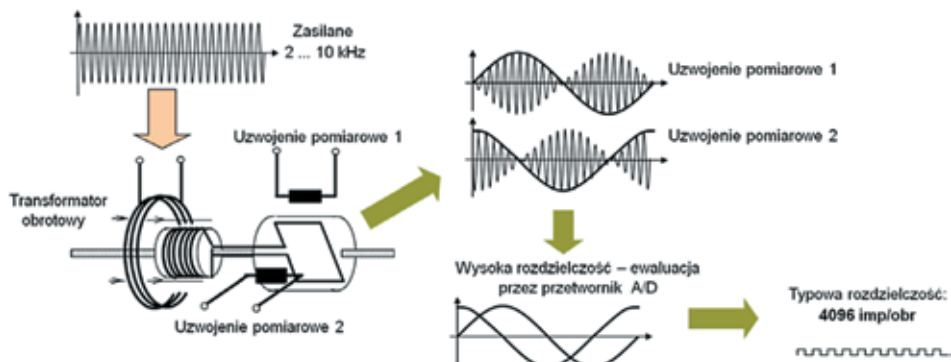
nie określają pozycję kątową wału. Resolver jest urządzeniem indukcyjnym, a co za tym idzie w praktyce nie wymaga żadnej dodatkowej elektroniki w swojej konstrukcji. Sprawia to, że jest on stosunkowo tani oraz odporny na niekorzystne warunki pracy. Uzyskamy tutaj również relatywnie wysoką dokładność pomiaru.



Enkodery obrotowe, a, b) schemat budowy enkoderów obrotowych, wykorzystujących czujniki Halla, c) enkodera optycznego.

Źródło: opracowanie własne na podstawie materiałów firmy Siemens.

Pod względem dokładności i rozdzielczości czujniki magnetyczne ustępują np. **enkoderom optycznym**, ale mają prostszą budowę. W związku z tym obecnie bezkontaktowe czujniki magnetyczne coraz częściej zastępują **enkodery optyczne** oraz precyzyjne potencjometry.

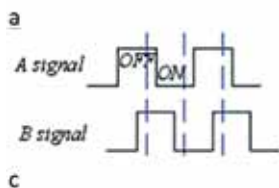
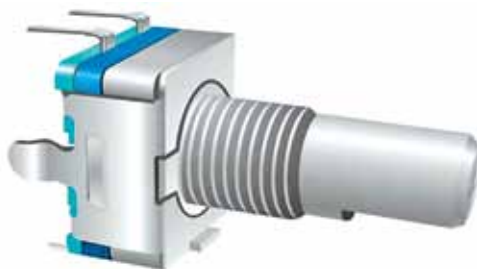
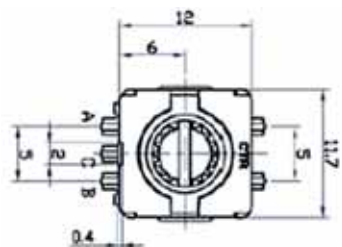


. Schemat resovera, będącego odmianą analogowego enkodera, wykorzystującego efekt Halla.

Źródło: opracowanie własne na podstawie materiałów firmy Siemens.

Przykład identyfikacji wyjść enkodera. Na rysunku przedstawiono rysunek przykładowego enkodera EC11. Enkoder wytwarza dwa sygnały napięciowe: A i B, w liczbie 30 na jeden pełny obrót wałka . W każdej

dokumentacji dołączonej do produktu znajduje się rysunek schematu wyjść enkodera . Podłączenie enkodera do licznika polega na właściwym podłączeniu jego wyjść do wejścia licznika. Zasada pracy tego typu enkodera polega na zwieraniu w określonej kolejności styków A i B do wyjścia C. Wyjście C może być podłączone do masy lub do zasilania. W przypadku podłączenia zasilania do wejścia C, na zaciskach A i B w określonej kolejności będzie się pojawiało napięcie, które może być zliczane przez licznik elektroniczny. Kierunek obrotów rozpoznawany jest przez dalszą część układu w zależności od tego, do którego złącza zostanie pierwsze doprowadzone napięcie.



Rysunek złożeniowy przykładowego enkodera EC11, a) widok podłączeń, b) widok enkodera, c) widok przebiegu wyzwalania impulsów.