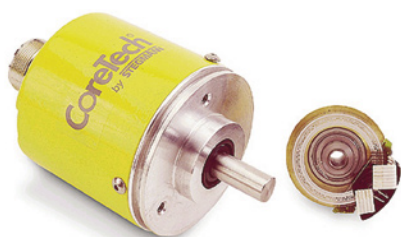


Enkodery

Zasada działania i serwisowanie

Enkoder to urządzenie przetwarzające przesunięcie i pozycję kątową na sygnał elektryczny. Enkodery powszechnie wykorzystuje się we wszelkiego rodzaju maszynach i liniach produkcyjnych do precyzyjnego pomiaru prędkości, przesunięcia, odległości czy przebytej drogi. Stosując enkoder można zmierzyć obrót dokonany przez dany element – część maszyny albo poddawany obróbce detal, ilość wykonanych obrotów, jak też za pośrednictwem przekładni mechanicznych również przebytą odległość w ruchu postępowym.

Na rys. 1 przedstawiono zdjęcie przykładowego enkodera. Wewnątrz metalowej obudowy znajdują się optyczny układ pomiarowy oraz układ elektroniczny odpowiedzialny za formowanie sygnału wyjściowego. Obrotowy wał służy do połączenia enkodera z mechanicznym układem wykonawczym. Z tyłu obudowy zamocowane jest gniazdo, na które wyprowadzone są sygnały elektryczne. Ze względu na ryzyko uszkodzenia enkodera, nie wolno bezpośrednio go łączyć z układem mechanicznym. Do połączeń stosuje się sprzęgła, takie jak na przykład pokazano na rys. 2. Z kolei na rys. 3 przedstawiono, w jaki sposób można zastosować enkoder do precyzyjnego pomiaru przebytej drogi. Znajdujący się na górze silnik porusza pasem. Ruch pasa powoduje przesunięcie w pionie elementu maszyny oraz obrót wału enkodera. Mierzona przez enkoder wielkość odpowiada więc pionowemu przesunięciu elementu wykonawczego, na przykład suwaka prasy. Dane z enkodera są następnie przesyłane do układu sterowania i prezentowane na monitorze.



Rys. 1. Zdjęcie enkodera inkrementalnego ze strony www.automation-world.com

Rodzaje enkoderów

Enkodery dzieli się ze względu na sposób pomiaru na inkrementalne (zwane również przetwornikami obrotowo – impulsowymi) i absolutne (przetworniki obrotowo – kodowe). Oba typy enkoderów różnią się wytwarzanym na wyjściu sygnałem oraz możliwością pamiętania mierzonej wielkości. Enkoder inkrementalny generuje na wyjściu sygnał impulsowy. Każdemu przesunięciu kątowemu przyporządkowana jest konkretna liczba impulsów wyjściowych. Parametr enkodera zwany rozdzielczością decyduje ile impulsów wyjściowych odpowiada danemu przesunięciu. Im większa rozdzielczość enkodera tym mniejsze przesunięcia kątowe można mierzyć a więc również tym większa dokładność pomiaru. Enkoder inkrementalny nie pamięta aktualnego położenia. Generuje jedynie impulsy, które zliczane przez wchodzący w skład układu sterowania maszyną licznik dają informację o wykonanym przez układ wykonawczy przesunięciu lub aktualnym położeniu.

Cechą charakterystyczną enkodera absolutnego jest zdolność do pamiętania aktualnej pozycji nawet po wyłączeniu napięcia zasilania. Enkoder absolutny generuje na wyjściu sygnał kodowy. Każdemu kątowi obrotu odpowiada konkretna wartość kodowa na wyjściu. Enkodery absolutne dzielą się na jednoobrotowe i wieloobrotowe. Jednoobrotowe różnią się pozycje tylko w ramach jednego obrotu a więc efektem obrotu wału takiego enkodera dokładnie o kąt 360° będzie taki sam sygnał na wyjściu. Enko-



Rys. 2. Elastyczne sprzęgło służące do połączenia wału, którego ruch obrotowy ma być mierzony, z wałem enkodera. Zdjęcie ze strony www.cui.com

dery wieloobrotowe generują sygnał wyjściowy informujący zarówno o pozycji kątowej jak również i o liczbie wykonanych obrotów.

Idea działania

Sygnał wyjściowy enkodera wytwarzany jest przez układ optyczny. Na układ ten składa się nadajnik, odbiornik oraz przemieszczająca się pomiędzy nimi tarcza – przysłona. W enkoderze inkrementalnym na tarczy znajdują się na przemian ułożone przezroczyste i nieprzezroczyste prążki. Obrót wału enkodera

Podstawowe parametry

Rozdzielczość/obrot – określa, jaki najmniejszy kąt obrotu potrafi zmierzyć enkoder. Jeżeli na przykład rozdzielczość enkodera inkrementalnego wynosi 3600 imp/obrot to oznacza, że najmniejszy mierzony przez ten enkoder kąt obrotu wynosi 360/3600, czyli 0,1°.

Preset – w enkoderach absolutnych określa korektę wartości wskazywanej. Poprzez zmianę preset zrównuje się wartość wskazywaną przez układ pomiarowy enkodera z wartością zmierzoną fizycznie (wartością pożądaną).

Kierunek zliczania – umożliwi wybór, czy wartość wyjściowa enkodera absolutnego ma być zwiększana czy zmniejszana w zależności od wyboru kierunku obrotu: zgodnie albo przeciwnie do ruchu wskazówek zegara.

Położenie krańcowe – jeżeli wielkość mierzona przez enkoder absolutny przekroczy tą wartość, generowany jest informujący o tym sygnał wyjściowy (alarm).

LOGO! Nowy zestaw startowy dla początkujących i zaawansowanych z możliwością obsługi wyjść analogowych



Cechy zestawu:

- Programowanie za pomocą przycisków na LOGO! lub przy pomocy oprogramowania LOGO!SoftComfort
- Tworzenie programu przy wykorzystaniu gotowych funkcji bibliotecznych w edytorze „blokowym” oraz w „drabince”
- Wbudowany w oprogramowanie LOGO!SoftComfort symulator, za pomocą którego możliwe jest sprawdzenie funkcjonalności programu dla wszystkich wersji LOGO!
- Możliwość badania stanu pracy LOGO! w trybie Online
- Szybkie i proste wykonanie dokumentacji powykonawczej z wykorzystaniem oprogramowania LOGO!SoftComfort

Funkcjonalność:

- 34 zintegrowane funkcje biblioteczne
- Możliwość wykorzystania do 130 funkcji w jednym programie
- Wyświetlacz 4 wiersze po 12 znaków
- Możliwość wyświetlania wartości zadanych i aktualnych wybranych funkcji w jednym wierszu wyświetlacza
- Możliwość zmiany parametrów wybranych funkcji bez ingerowania w program
- Możliwość rozbudowy do 24 wejść binarnych, 16 wyjść binarnych, 8 wejść analogowych
- Praca w sieciach komunikacyjnych EIB, LON-Works, AS-Interface za pomocą modułów komunikacyjnych
- Obsługa 2 wyjść analogowych z funkcjami regulatora PI, kształtowania rampy dla przekaźników częstotliwości oraz multiplexera analogowego

Logo!

Moduł logiczny LOGO! to uniwersalne urządzenie kontrolno-sterujące dla zastosowań domowych i przemysłowych. LOGO! zastępuje tradycyjne sterowania przekaźnikowo-stycznikowe. Oprogramowanie LOGO!SoftComfort umożliwia tworzenie, w sposób intuicyjny, schematu połączeń, czyli programu. Dostępna jest bezpłatna dokumentacja w języku polskim oraz polska wersja programu LOGO!SoftComfort. Oprogramowanie posiada wbudowany symulator modułu logicznego LOGO!

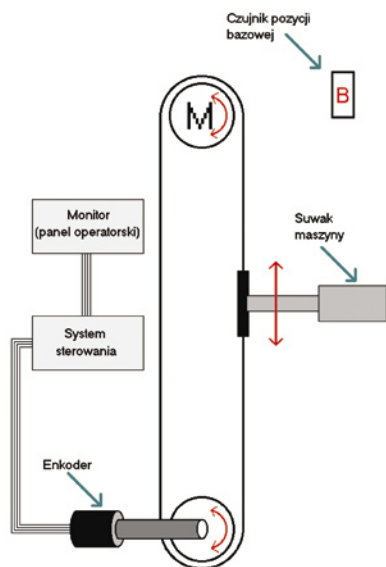
Oferowane są dwa zestawy startowe składające się z następujących komponentów:

- **LOGO! 12/24RC** lub **LOGO! 230RC**
LOGO! 12/24RC – wersja 12/24VDC (zintegrowane 6DI/2AI/4DQ przekaźnikowe i zegar RTC)
LOGO! 230RC – wersja 230VAC (zintegrowane 6DI/2AI/4DQ przekaźnikowe i zegar RTC)
- **LOGO!SoftComfort V4.0** – oprogramowanie pracujące pod Windows 95/98/NT4.0/2000/XP
- **LOGO! PC-Kabel** do komunikacji i programowania LOGO! na komputerze PC

SIEMENS

Lista dystrybutorów i biur sprzedaży dostępna w Internecie pod adresem:
www.siemens.pl/simatic
e-mail: simatic@siemens.pl
tel. 022 8709166

Numer katalogowy: 6ED10573BA000BA4 – LOGO! 12/24RC
Numer katalogowy: 6ED10573AA010BA0 – LOGO! 230RC
Cena promocyjna zestawu: 643 PLN (bez VAT)



Rys. 3. Precyzyjny pomiar przebytej drogi w ruchu pionowym z wykorzystaniem enkodera. Znajdujący się na górze silnik wprawia pas w ruch. Poprzez pas przesuwany jest w pionie element (suwak) maszyny oraz obracany wał enkodera. Wytwarzana przez enkoder wielkość odpowiada pionowemu położeniu suwaka maszyny. Dane z enkodera przesyłane są do układu sterowania i prezentowane na monitorze

powoduje obrót tarczy. Jeżeli pomiędzy nadajnikiem a odbiornikiem znajdzie się czarny prążek to do odbiornika (fototranzystora) nie dotrze sygnał z nadajnika, jeżeli natomiast w obszarze emitowanego przez nadajnik światła będzie przezroczysty prążek to odbiornik odbierze sygnał optyczny. Wytwarzane przez odbiornik impulsy poddawane są cyfrowej obróbce przez układ elektroniczny enkodera i w jej wyniku na wyjście wysyłany jest przebieg prostokątny. Na rys. 4 przedstawiono tarczę enkodera inkrementalnego, natomiast na rys. 5 najprostszy układ optyczny.

Układ optyczny z rys. 5 ma jedną istotną wadę. Otóż niezależnie od kierunku obrotu tarczy, generowany jest taki sam sygnał wyjściowy. W praktyce stosuje się więc dwie pary nadajnik – odbiornik przesunięte względem siebie o kąt 90°. Dzięki temu możliwe jest rozróżnienie kierunku obrotu wału enkodera. Podsumowując, enkodery inkrementalne wytwarzają na wyjściu dwa przesunięte względem siebie o 90° sygnały prostokątne. W prak-

Tab. 1. Zapis wartości liczbowych w kodzie Gray'a na pierścieniach tarczy kodowej enkodera absolutnego

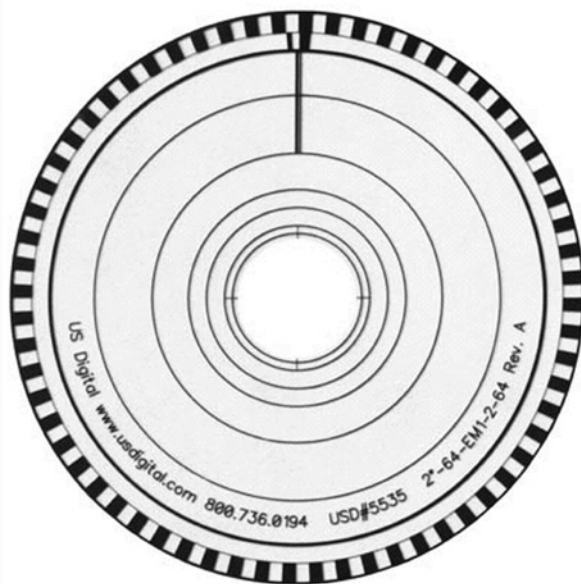
Liczba dziesiętna	Liczba w kodzie Gray'a	Pierścień 1	Pierścień 2	Pierścień 3	Pierścień 4
0	0000				
1	0001				
2	0011				
3	0010				
4	0110				
5	0111				
6	0101				
7	0100				
8	1100				
9	1101				

tyce enkodery inkrementalne dostarczają także informację o wykonaniu pełnego obrotu przez wał. Na tarczy z rys. 5 widać oprócz najbardziej zewnętrznej pierścienia prążków również wewnętrzny pierścień z jedną cienką pionową linią. Przecięcie układu nadajnik – odbiornik właśnie przez tą linię oznacza wykonanie obrotu o kąt 360°.

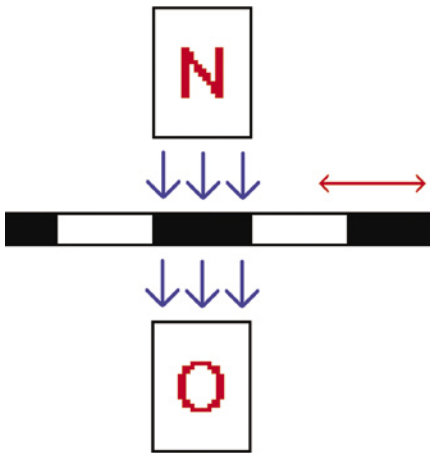
W enkoderze absolutnym tarcza nie jest pokryta prążkami, lecz zakodowanymi liczbami. Każda pozycja wału prezentowana jest przez konkretną binarną wartość. Sygnałem wyjściowym enkodera absolutnego może być naturalny kod binarny, Gray'a lub inny, jednakże sam pomiar odbywa się zawsze z wykorzystaniem kodu Gray'a. W enkoderze absolutnym wymagana jest znacznie większa liczba par nadajnik – odbiornik a tarcza podzielona jest na wiele pierścieni. Na pierścieniach zapisane są liczby w kodzie Gray'a. W tab. 1 zilustrowano sposób zapisu liczb na pierścieniach. Informacje z każdego z pierścieni odczytywane są przez odrębny układ nadajnik – odbiornik. Dlaczego liczby na tarczy enkodera zapisane są w kodzie Gray'a a nie w naturalnym kodzie binarnym? Ponieważ kod Gray'a ma jedną ogromną zaletę – kolejne liczby różnią się zawsze tylko jednym bitem. W kodzie binarnym tak nie jest, na przykład przejście z wartości 7 – 0111 na 8 – 1000 oznacza zmianę aż 4 bitów. W rze-

czywistym układzie odczytu sygnały dochodzące do odbiorników nigdy nie zmieniają się dokładnie w tej samej chwili. Zawsze istnieją jakieś różnice, co w powyższym przykładowym przejściu z pozycji 7 do 8 może prowadzić do odczytu błędnych wartości pośrednich, na przykład 5 – 0101 albo 11– 1011. Zastosowanie kodu, w którym zawsze zmienia się tylko jeden bit eliminuje ryzyko odczytu błędnych pośrednich pozycji.

Pojedyncza tarcza kodowa umożliwia stworzenie jednoobrotowego enkodera absolutnego. W wielu zastosowaniach potrzebny jest pomiar umożliwiający odczyt nie tylko kąta obrotu, ale też i ilości wykonanych obrotów. Tak jest również w przykładzie przedstawionym na rys. 3. Przemieszczenie suwaka od samej góry do dołu oznacza wykonanie wielu obrotów przez wał enkodera. W en-



Rys. 4. Tarcza enkodera inkrementalnego. Zdjęcie ze strony www.usdigital.com



Rys. 5. Optyczny nadajnik i odbiornik służą do odczytu informacji zapisanych na jednym pierścieniu tarczy kodowej

koderze wieloobrotowym stosowanych jest wiele tarcz kodowych wzajemnie połączonych poprzez przekładnie redukcyjne. Wykonanie pełnego obrotu na jednej tarczy powoduje przemieszczenie następną w kolejności o jedną wartość kodową.

Sygnaly wyjściowe

Enkoder to nie tylko optyczny nadajnik, odbiornik i tarcza kodowa, ale również układ elektroniczny umożliwiający wytworzenie gotowych do zastosowania w systemie sterowania sygnałów. W przypadku enkodera inkrementalnego układ ten wytwarza na wyjściu dwa sygnały prostokątne przesunięte względem siebie o 90°. Oprócz nich wystawiany jest również impuls informujący o wykonaniu pełnego obrotu. W enkoderach absolutnych układ elektroniczny przetwarza odczyt w kodzie Gray'a na kod wyjściowy, na przykład naturalny kod binarny. Istnieją dwa sposoby transmisji wartości absolutnej: równoległy i szeregowy. W transmisji równoległej każdy bit słowa wyjściowego reprezentowany jest przez oddzielną linię. Taki sposób przesyłania sygnału jest bardzo szybki, jednakże przy dużych rozdzielczościach oznacza konieczność stosowania wielożyłowych kabli transmisyjnych. Powszechną tendencją w automatyce przemysłowej jest odchodzenie od połączeń równoległych i stosowanie gdzie tylko możliwe transmisji szeregowy i sieci przemysłowych. Przesyłanie szeregowe ogranicza ilość przewodów a tym samym przy dużych odległo-

ściach daje znaczną redukcję kosztów. Obecnie produkuje się enkodery z interfejsami wyjściowymi: PRO-FIBUS, INTERBUS czy DeviceNet. Popularny jest także interfejs SSI (*synchronous serial interface*).

Zastosowania i serwisowanie

Jak już zostało wspomniane, enkoder musi być połączony zarówno z układem elektrycznym jak i mechanicznym. Oddziaływania mechaniczne zawsze oznaczają ryzyko uszkodzenia. Delikatny i czuły układ optyczny wymaga odpowiednich warunków pracy. Często jednak nie da się ich zapewnić ze względu na specyfikę i przeznaczenie konkretnej maszyny. Na przykład zastosowanie enkodera do odczytu pozycji suwaka prasy umożliwia precyzyjne tłoczenie, jednakże uderzenia prasy to duże zagrożenie dla trwałości enkodera. Inny przykład. Marginalne, z punktu widzenia poprawności funkcjonowania maszyny, problemy z układem mechanicznym mogą w negatywny sposób przenosić się na enkoder. Wał maszyny, z którym połączony jest enkoder może mieć na przykład bicia. Jeżeli do połączenia enkodera z wałem zastosowane zostanie sztywne sprzęgło to pod wpływem drżeń tego wału, enkoder z pewnością ulegnie szybkiemu uszkodzeniu. Dlatego tak ważne jest używanie sprzęgieł elastycznych, które nie przenoszą bicia i drżeń (rys. 2). Jeżeli występują bicia, to przy zastosowaniu sprzęgła elastycznego, uszkodzeniu pod wpływem ciągłych odkształceń ulegnie, co najwyżej sprzęgło a nie enkoder. Kolejny problem to luz na połączeniu wału i enkodera ze sprzęgłem. Jak widać na rys. 2 sprzęgło dokręca się z obu stron zarówno do wału maszyny jak i do enkodera. W trakcie pracy połączenie sprzęgła z wałem maszyny albo enkodera ze sprzęgłem może ulec poluzowaniu. Wał maszyny albo wał enkodera może ślizgać się wewnątrz sprzęgła i w rezultacie odczyt enkodera stanie się błędny.

Enkodery inkrementalne stosuje się tam gdzie nie jest ważna aktualna pozycja, na przykład do odmierzenia ilości obrotów wykonanych przez walcarkę. Można je również oczywiście stosować do odczytu pozycji, jednakże wtedy konieczne jest zastosowanie dodatkowego czujnika

bazującego. Jak już zostało bowiem wspomniane, enkoder inkrementalny nie pamięta pozycji po wyłączeniu napięcia zasilania a więc po każdorazowym wyłączeniu napięcia konieczne jest wybazowanie układu. Odbywa się to w sposób automatyczny. Element, którego pozycja jest mierzona, dojeżdża do czujnika bazującego i wielkość mierzona ustawiana jest wtedy na wartość początkową (zerową). Dzięki temu, że enkoder inkrementalny nie pamięta aktualnej pozycji, jego wymiana jest zadaniem stosunkowo prostym. Nie trzeba się bowiem martwić o jego wstępne ustawienie. Problem polega przede wszystkim na umiejętności zdiagnozowania uszkodzenia. W pierwszej kolejności należy sprawdzić połączenie z układem mechanicznym, na przykład luzu na sprzęgle. Jeśli wszystko jest w porządku, należy rozsprzęglić enkoder i sprawdzić, czy obroty jego wałem powodują zmianę odczytywanej pozycji. Jeśli nie, prawdopodobnie konieczna jest wymiana.

Problem staje się poważniejszy w przypadku enkodera absolutnego. Taki enkoder pamięta swoją pozycję, ważne jest więc, aby wartość pamiętana w zakładanym enkoderze odpowiadała rzeczywistej wartości (odległości, wysokości) na maszynie. W przypadku programowalnych enkoderów absolutnych przeważnie możliwe jest zaprogramowanie wielkości preset, można również podłączyć enkoder do układu pomiarowego i kręcąc wałem enkodera doprowadzić do właściwej wielkości. Poza tym niektóre systemy sterowania maszynami umożliwiając w trybie serwisowym korekty wartości początkowych. Umiejętność ustawienia wartości początkowej to podstawowy problem przy wymianie enkodera absolutnego, poza tym w przypadku enkoderów programowalnych należy ustawić odpowiednią rozdzielczość, kierunek zliczania czy rodzaj sygnału wyjściowego.

Wojciech Nowakowski
wojciech.nowakowski@interia.pl

Przykładowi producenci
Heidenhain: www.heidenhain.com
Hengstler: www.hengstler.com
ifm electronic: www.ifm-electronic.com
Obron: www.omron.com
SICK: www.sick.com
TR Electronic: www.trelectronic.com