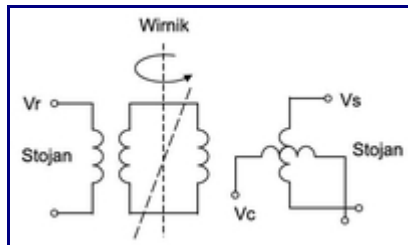


Przetworniki kąta obrotu - kompedium

Rys. 1 Schemat resolwera



Sterowanie ruchem elementów maszyn nie jest możliwe bez precyzyjnej informacji o ich pozycji. Do jej wyznaczania używane są przetworniki kąta obrotowego, które przekształcają ruch mechaniczny w sygnał elektryczny. W artykule opisujemy przetworniki pracujące w oparciu o różne zasady pomiaru, w tym enkodery optyczne, magnetyczne i pojemnościowe oraz przetworniki indukcyjne, czyli resolwery.

Resolwery są używane od czasów II wojny światowej, kiedy były instalowane głównie w aplikacjach militarnych. Przetworniki te, określane też jako transformatory położenia kąтового, są zaprojektowane w taki sposób, by zachować funkcjonalność nawet w trudnych warunkach otoczenia (wysokie temperatury, wibracje, zapylenie). Dlatego od lat sprawdzają się także w przemyśle.

Resolwer w tradycyjnym wykonaniu składa się z uzwojonego wirnika i stojana. Uzwojenia wirnika wytwarzają zmienne pole magnetyczne, które indukuje napięcie w dwóch uzwojeniach stojana, które są względem siebie przesunięte o 90° . Napięcia indukowane w tych uzwojeniach są proporcjonalne do sinusa i kosinusa kąta obrotu (θ). W bezszczotkowych resolwerach stosuje się obrotowy transformator, który przekazuje energię między stojanem i wirnikiem. Eliminuje to szczotki i pierścienie ślizgowe oraz związane z nimi problemy. Uzwojenie pierwotne tego transformatora jest umieszczone na stojanie, natomiast uzwojenie wtórne – na wirniku (rys. 1).

Pomiar absolutny

Jeżeli napięcie doprowadzone do uzwojenia pierwotnego opisuje zależność: $V_r = \sin(\omega t)$, to napięcia w uzwojeniach wtórnych wynoszą odpowiednio: $V_s = V_r \cdot t_r \cdot \sin(\theta)$ i $V_c = V_r \cdot t_r \cdot \cos(\theta)$. Współczynnik t_r jest tzw. współczynnikiem transformacji resolwera i typowo wynosi 0,5. Każdemu kątowi przypisana jest jednoznaczna para wartości sinusa i kosinusa. Dlatego resolwer w przypadku obrotu o 360° dostarcza informacji o bezwzględnej pozycji wirnika. Jest to jedna z zasadniczych zalet tych przetworników np. w porównaniu do enkoderów inkrementalnych.

Przetwarzanie R/

Sygnałem wyjściowym resolwera jest sygnał analogowy, który wymaga przetworzenia do postaci cyfrowej. Dlatego niezbędnym elementem **systemów z resolwerami są moduły przetworników R/D** (ang. resolver to digital), które determinują rozdzielczość całego **układu resolwera**. W przetwornikach R/D powszechnie wykorzystuje się tzw. metodę śledzenia kąta.

Jak przetwornik R/D wyznacza kąt ?

Przetworniki R/D typu śledzącego bazują na trygonometrycznej zależności: $\sin(\theta \mp \delta) = \sin\theta \cdot \cos\delta \mp \cos\theta \cdot \sin\delta$. Jeżeli różnica między kątami $\theta \mp \delta$ jest odpowiednio mała można, przyjmując następujące przybliżenie: $\sin(\theta \mp \delta) = \theta \mp \delta$. **Układ R/D** implementuje powyższe równanie, śledząc wartość kąta θ przez jej porównywanie ze wstępnie założoną wartością kąta δ . Oba sygnały wyjściowe resolwera (proporcjonalne do sinusa i kosinusa kąta θ) są mnożone przez odpowiednie wartości funkcji kąta δ .

Tabela 1. Porównanie technologii przetworników położenia kąтового

Następnie obliczana jest różnica sygnałów według podanej zależności. Wynikiem demodulacji tego sygnału jest sygnał proporcjonalny do różnicy $\theta \mp \delta$. W zależności od tej wartości kąt δ , którego wartość jest przechowywana w liczniku, jest zwiększany lub zmniejszany, do momentu gdy różnica $\theta \mp \delta$ zostanie wyzerowana (przy założonej dokładności przetwornika R/D).