

# **KATEDRA ENERGOELEKTRONIKI I NAPĘDÓW ELEKTRYCZNYCH**

Kierunek studiów: ED

Specjalność: AP

Przedmiot: Elektromaszynowe Elementy Automatyki 2

Kod przedmiotu: F26306

## **BADANIE TRANSFORMATORA POŁOŻENIA KĄTOWEGO (RESOLVERA)**

dr inż. Adam Sołbut  
2004-11-15

# KATEDRA ENERGOELEKTRONIKI I NAPĘDÓW ELEKTRYCZNYCH I NAPĘDÓW ELEKTRYCZNYCH

## Ogólne zasady bezpieczeństwa

- Przed przystąpieniem do zajęć należy zapoznać się z instrukcją dydaktyczną do stanowiska laboratoryjnego.
- Dokonać oględzin urządzeń i przyrządów używanych w ćwiczeniu, a o zauważonych nieprawidłowościach bezzwłocznie powiadomić prowadzącego.
- Zabrania się samodzielnego załączania stanowiska bez zgody prowadzącego.
- Zmian nastaw parametrów lub konfiguracji, możliwych przy użyciu dostępnych manipulatorów (potencjometrów, przełączników), należy dokonywać po przeanalizowaniu skutków takich działań.
- Zmian konfiguracji obwodów elektrycznych, możliwych jedynie poprzez zmiany połączeń przewodów, należy dokonywać za zgodą prowadzącego po uprzednim wyłączeniu zasilania stanowiska.
- Po załączeniu stanowiska wykonywanie przełączeń (np. wymiana przyrządu) w układzie znajdującym się pod napięciem jest niedozwolone.
- W w/w stanowisku dostępne są części czynne obwodu elektrycznego o napięciu przekraczającym napięcie bezpieczne, dlatego przed uruchomieniem należy zachować odpowiednie oddalenie od tych części czynnych w celu uniknięcia porażenia prądem elektrycznym.
- Stosowanie sposobów sterowania, ustawień lub procedur innych niż opisane w instrukcji może spowodować nieprzewidziane zachowanie obiektu sterowanego a nawet uszkodzenie stanowiska.
- Nie należy podłączać urządzeń nie przeznaczonych do współpracy z tym stanowiskiem laboratoryjnym.
- Przekroczenie dopuszczalnych parametrów prądów, napięć sygnałów sterujących może doprowadzić do przegrzania się niektórych podzespołów, pożaru lub porażenia prądem.
- W przypadku pojawienia się symptomów nieprawidłowego działania (np. swąd spalinowy) natychmiast należy wyłączyć stanowisko i odłączyć przewód zasilający.
- Demontaż osłon stanowiska oraz wszelkie naprawy i czynności serwisowe, oprócz opisanych w instrukcji, powinny być wykonywane przez wykwalifikowany personel po wyłączeniu stanowiska.
- Należy stosować tylko bezpieczniki o parametrach nominalnych podanych w instrukcji lub na obudowie urządzenia.

- Urządzenie powinno być czyszczone przy użyciu suchej i miękkiej szmatki. Nie należy stosować do tych celów rozpuszczalników.
  - Podczas korzystania z aparatury laboratoryjnej (oscylloskopy, generatory, zasilacze itp.) należy przestrzegać ogólnych zasad bezpieczeństwa tj.:
- Do zasilania przyrządu należy stosować tylko kable zalecane do danego wyrobu.
- Nie należy podłączać lub odłączać sond i przewodów pomiarowych, gdy są one dołączone do źródła napięcia.
  - Przyrząd powinien być połączony z uziemieniem przez przewód ochronny w kablu zasilającym. Aby uniknąć porażenia przewód ten powinien być podłączony do przewodu ochronnego sieci.
  - Przewód uziemiający sondy należy podłączać tylko do uziemienia ochronnego. Nie należy podłączać go do punktów o wyższym potencjale.
  - Aby uniknąć porażenia prądem podczas używania sondy, należy trzymać palce nad pierścieniem zabezpieczającym. Nie wolno dotykać metalowych części grotu, gdy sonda jest podłączona do źródła napięcia
  - Nie dotykać końcówek przewodów łączeniowych w trakcie wykonywania pomiarów

# **BADANIE TRANSFORMATORA POŁOŻENIA KĄTOWEGO (RESOLVERA)**

## **1. Cel i zakres ćwiczenia**

Celem ćwiczenia jest poznanie podstawowych właściwości transformatora położenia kąтового jako elementu automatyki przeznaczonego do dokładnego odwzorowania kąta położenia

## **2. Zasada działania transformatora położenia kąтового**

Transformator położenia kąтового (TPK) zbudowany jest z dwóch uzwojeń na stojanie i dwóch na wirniku. Uzwojenia te są przesunięte względem siebie o kąt  $90^\circ$ . TPK można wykorzystać do pomiaru kąta położenia poprzez zasilanie jednego uzwojenia stojana, wytwarzając w ten sposób pole pulsujące w rdzeniu maszyny. Pole pulsujące powoduje powstanie siły elektromotorycznej w uzwojeniach wirnika, przy czym z uwagi na przesunięcie osi uzwojeń o  $90^\circ$  wartość siły elektromotorycznej w jednym z uzwojeń jest proporcjonalna do sinusa kąta położenia, natomiast w drugim uzwojeniu do kosinusa kąta położenia. Taki TPK nazywa się sinusowo-kosinusowym. W przypadku, gdy TPK jest obciążony (w uzwojeniach wirnika płyną prądy) następuje zakłócenie pola pulsującego i wówczas wymagana jest kompensacja wpływu pól zakłócających realizowana poprzez wykorzystanie drugiego uzwojenia stojana i odpowiednie dopasowanie impedancji włączonych do poszczególnych uzwojeń TPK. Dokładną analizę tego zagadnienia przedstawiono w poz. [1] literatury.

Innym sposobem wykorzystania TPK jest zasilenie dwóch uzwojeń stojana napięciami przesuniętymi o kąt  $90^\circ$  w dziedzinie czasu uzyskując w ten sposób w szczelinie powietrznej wirujące pole kołowe. Pole kołowe powoduje wytworzenie w wirniku siły elektromotorycznej o stałej amplitudzie i zmiennym przesunięciu fazowym pomiędzy napięciem stojana a napięciem wirnika. Sygnałem wyjściowym jest w takim przypadku kąt przesunięcia fazowego. Zwykle przy takim sposobie pomiaru kąta wykorzystywane jest tylko jedno uzwojenie wirnika.

Istotną wadą starszych konstrukcji TPK było stosowanie pierścieni ślizgowych do odbioru sygnały z wirującego wirnika, stąd nowsze konstrukcje wykorzystują do tego celu tzw. transformator pierścieniowy. Transformator ten zbudowany jest z dwóch uzwojeń nawiniętych na osiowo na rdzeń wirnika i stojana zapewniając w ten sposób stałość współczynnika sprzężenia magnetycznego niezależnie od położenia wirnika. Przy takiej konstrukcji wirnika stosuje się tylko jedno uzwojenie pomiarowe na wirniku. Niekiedy uzwojeniem zasilającym jest uzwojenie wirnika a sygnał pomiarowy pochodzi

z uzwojeń stojana – takiej sytuacji przy wykorzystaniu transformatora pierścieniowego do zasilania uzwojenia wirnika można zbudować jedynie sinusowo-kosinusowy TPK (brak możliwości wytworzenia pola wirującego).

TPK jest budowany jako urządzenie pomiarowe, stąd wymagana jest duża dokładność wykonania, odpowiednio dobrana technologia i konstrukcja. Zwykle bieguny są utajone przy dużej przenikalności blach i małej stratności (np. permaloy), przy równomiernym żłobkowaniu i dużej liczbie żłobków. Wymagana jest: ściśle sinusoidalna zmienność indukcyjności wzajemnej pomiędzy uzwojeniami stojana i wirnika. Podstawowy stan pracy to powolny, względem prędkości synchronicznej, ruch wirnika względem stojana (pomija się siłę elektromotoryczną rotacji).

Parametry charakterystyczne TPK:

- napięcie zasilające: 2,10,12,15,26,30.60,90V
- częstotliwość: 400,2000÷10000Hz
- przekładnia napięciowa: 0.45÷0.46, 0.56÷0.58, 0.97÷1.05, 2.0÷2.6.
- impedancja wejściowa i wyjściowa: kilkaset- kilka tysięcy  $\Omega$
- prędkość maksymalna 100,500÷1000, <10000 obr/min
- błąd amplitudy: <0.09÷0.3%
- błąd kątowy: 3÷10'
- napięcie szczytowe 1÷2mV na każdy 1 V napięcia zasilającego
- błąd prostopadłości uzwojeń: 3÷10'

### 3. Obsługa stanowiska

Stanowisko do badania TPK składa się z następujących elementów składowych:

- układu składającego się z TPK, tarczy pomiarowej oraz silniczka wykonawczego prądu stałego
- generatora napięć sinusoidalnych (dwa napięcia przesunięte o kąt 90°- oznaczone U i jU)
- generatora uniwersalnego (napięcie trójkątne, prostokątne, sinusoidalne)
- zasilacza do sterowania silnikiem wykonawczym prądu stałego

Badany TPK, przeznaczony do przesuwania fazy w pętli sprzężenia zwrotnego automatycznych układów napędowych sterowanych numerycznie w szczególności w układach napędowych posuwu obrabiarek, ma następujące parametry:

- typ: TS-3C2
- częstotliwość znamionowa 2000 Hz
- napięcie znamionowe 10V RMS

- przekładnia napięciowa 1.15
- impedancja wejściowa  $60+j850 \Omega$
- impedancja wyjściowa  $670+j2120 \Omega$
- impedancja obciążenia  $10 \text{ k}\Omega$
- napięcie zerowe  $10 \text{ mV}$
- dopuszczalna prędkość obrotowa  $6000 \text{ obr/min}$
- dopuszczalne przyspieszenie kątowe:  $10 \cdot 10^3 \text{ rad/s}^2$

#### 4. Przykładowy program badań laboratoryjnych

- wyznaczyć przekładnię napięciową TPK
- wyznaczyć impedancje uzwojeń stojana i wirnika
- zbadać wpływ kształtu napięcia zasilającego (sinus, prostokąt, trójkąt) na charakterystyki sinusowo-kosinusowego TPK
- zarejestrować przebiegi sygnału wyjściowego dla różnych kształtów napięcia zasilającego
- zarejestrować sygnał wyjściowy TPK dla różnych częstotliwości napięć zasilających przy kilku prędkościach obrotowych i na tej podstawie określić wartość prędkości kątowej.
- zarejestrować przebiegi napięć zasilających i wyjściowych dla pracy TPK przy polu wirującym – pomiar fazy sygnału wyjściowego

#### 5. Literatura

- a) Owczarek J. (red), Elektryczne maszynowe elementy automatyki, WNT, Warszawa 1983.
- b) Komor Z., Aparatura automatyki, Wyd. Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1995.
- c) Zajda Z., Żebrowski L., Urządzenia i układy automatyki, Skrypt Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1993.