

prof. dr hab. inż. Jerzy Klamka
Politechnika Śląska, Instytut Automatyki, Gliwice

Sterowalność układów dynamicznych

W ostatnim okresie w zakresie teorii układów dynamicznych znacznie wzrosło zainteresowanie układami niecałkowitego rzędu, zarówno ciągłymi, jak i dyskretnymi. Układy niecałkowitego rzędu są to układy dynamiczne, których prawe strony równań stanu zawierają pochodne niecałkowitego rzędu (w przypadku układów ciągłych), lub operatory różnicowe niecałkowitego rzędu (w przypadku układów dyskretnych). Występowanie pochodnych lub operatorów różnicowych niecałkowitego rzędu stwarza trudności obliczeniowe oraz wpływa w istotny sposób na badanie stabilności, obserwowalności oraz sterowalności.

Sterowalność jest jedną z podstawowych cech charakteryzujących układy dynamiczne. W literaturze z dziedziny teorii sterowania istnieje bardzo dużo prac dotyczących szeroko rozumianych zagadnień sterowalności dla różnych klas układów dynamicznych. Kryteria sterowalności zależą od parametrów równania stanu oraz od zbioru sterowań dopuszczalnych. Sterowalność układów dynamicznych wykorzystywana jest między innymi w zagadnieniach stabilizowalności układów dynamicznych poprzez dobór odpowiedniego sprzężenia zwrotnego.

W referacie rozpatrzone zostanie zagadnienie sterowalności dla liniowych dyskretnych stacjonarnych układów dynamicznych niecałkowitego rzędu bez dodatkowych ograniczeń nałożonych na sterowania dopuszczalne. Wykorzystując odpowiednio zdefiniowaną macierz tranzycji stanu oraz macierz sterowalności, a także postać rozwiązania równania stanu, sformułujemy warunki konieczne i wystarczające sterowalności w zadanej liczbie kroków. Warunki te oparte są na badaniu rzędu macierzy sterowalności, której postać w każdym przypadku zależy w istotny sposób od parametrów układu dynamicznego oraz liczby kroków.

Z problematyką sterowalności układów dynamicznych ściśle związane jest zagadnienie sterowania z minimalną energią. Zadanie sterowania z minimalną energią polega na przeprowadzeniu układu dynamicznego z zadanego stanu początkowego do zadanego stanu końcowego w zadanej liczbie kroków oraz z minimalną energią sterowania dopuszczalnego. Zakładając sterowalność układu dynamicznego w zadanej liczbie kroków oraz brak ograniczeń nałożonych na sterowania dopuszczalne w referacie podamy analityczne rozwiązanie zagadnienia sterowania z minimalną energią dla liniowego stacjonarnego dyskretnego układu dynamicznego niecałkowitego rzędu. Podany zostanie wzór określający postać sterowania z minimalną energią oraz wzór określający odpowiadającą temu sterowaniu minimalną wartość energii sterowania dopuszczalnego. W obu tych wzorach występuje odwrotność macierzy sterowalności układu dynamicznego.