

Sterowalność układów dynamicznych z opóźnieniami

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.

W pracy zostaną sformułowane i udowodnione kryteria aproksymacyjnej sterowalności dla liniowego stacjonarnego układu dynamicznego o parametrach rozłożonych z jednym stałym skupionym opóźnieniem we współrzędnych stanu. Rozpatrywany będzie układ dynamiczny opisany liniowym równaniem różniczkowym cząstkowym typu parabolicznego o jednej zmiennej przestrzennej z zerowymi warunkami brzegowymi typu Dirichleta. Przedstawione będą warunki wystarczające względnej aproksymacyjnej sterowalności oraz absolutnej aproksymacyjnej sterowalności w obu przypadkach przy założeniu, że sterowania dopuszczalne są nieujemne.

W pracy przedstawiono kryteria badania V -względnej aproksymacyjnej sterowalności oraz V -absolutnej aproksymacyjnej sterowalności dla abstrakcyjnego liniowego stacjonarnego układu dynamicznego z jednym stałym skupionym opóźnieniem we współrzędnych stanu. Rozpatrywany układ dynamiczny opisany jest równaniem różniczkowym cząstkowym typu parabolicznego jednej zmiennej przestrzennej z zerowymi warunkami brzegowymi typu Dirichleta. Kryteria sterowalności uzyskano w oparciu o pewne ogólne warunki badania sterowalności przy ograniczeniach nałożonych na sterowania. Kryteria te oparte są na spektralnej dekompozycji przestrzeni stanów chwilowych oraz przestrzeni stanów zupełnych układu dynamicznego. Przy wyprowadzaniu warunków sterowalności wykorzystano również pewne rezultaty ze spektralnej teorii nieograniczonych operatorów liniowych. rozpatrzono wzajemne zależności pomiędzy V -względną aproksymacyjną sterowalnością a V -absolutną aproksymacyjną sterowalnością układu dynamicznego. Należy tutaj wyraźnie zaznaczyć, że równoważność tych pojęć w odniesieniu do układu dynamicznego wynika głównie z prostej postaci składnika równania zawierającego opóźnienie. Bardzo istotny jest fakt, że składnik ten nie zawiera innych operacji poza zwykłym mnożeniem przez skalarne współczynniki.

Rezultaty przedstawione w pracy mogą być bez trudu uogólnione na przypadki innych układów dynamicznych o parametrach rozłożonych opisanych liniowymi stacjonarnymi równaniami różniczkowymi cząstkowymi ze skupionymi opóźnieniami. Wymaga to jedynie wyznaczenia odpowiedniego układu funkcji własnych liniowego nieograniczonego operatora różniczkowego związanego z danym równaniem cząstkowym. Możliwe jest również rozszerzenie przedstawionych rezultatów na inne rodzaje sterowalności takie jak V -względna aproksymacyjna sterowalność do zera, czy też V -absolutna aproksymacyjna sterowalność do zera.