

Cele projektu badawczego

Wskazać można dwa podstawowe cele projektu. Pierwszym jest przeprowadzenie analizy teoretycznej układów przełączalnych niecałkowitego rzędu (UPNR). Drugim jest zastosowanie układów sterowania składających się z regulatorów niecałkowitego rzędu z przełączaną dynamiką. Pochodne i całki rzędu niecałkowitego są naturalnymi rozszerzeniami standardowych operatorów różniczkowania i całkowania. Jednak, w przeciwieństwie do operatorów rzędu całkowitego, są to operatory nielokalne i do ich wyznaczenia w danym punkcie nie wystarczy znajomość funkcji jedynie w sąsiedztwie tego punktu lecz na pewnym przedziale np. czasowym. Z tego powodu układy niecałkowitego rzędu pozwalają na bardziej realistyczne modelowanie wielu rzeczywistych zjawisk z pamięcią, dziedziczeniem lub długookresową interakcją przestrzenno-czasową. Natomiast układy przełączalne są z powodzeniem używane do modelowania praktycznych systemów, które są tak złożone, że nie jeden, ale kilka dynamicznych podsystemów jest wymaganych do opisanie ich zachowania zależnego od wielu czynników. Układy takie składają się ze skończonej liczby podukładów i reguły logicznej, która określa sposób przełączania między tymi podsystemami. Wyniki analizy i projektowania układów przełączalnych wykazały, że są one bardzo pomocne zwłaszcza w opracowywaniu strategii sterowania układami nieliniowymi lub niestacjonarnymi.

Motywacja i oczekiwane rezultaty

Ideą niniejszego projektu jest połączenie rachunku niecałkowitego rzędu i układów przełączalnych. Jest to nowy kierunek badań w teorii sterowania i do tej pory nie został przeanalizowany w sposób kompleksowy. Według najlepszej wiedzy autorów literatura dotycząca UPNR nie jest obszerna. Jednocześnie z uwagi na fakt, że rzeczywiste zjawiska są dokładniej opisywane przez układy niecałkowitego rzędu, oczekuje się, że zastosowanie UPNR będzie bardziej wydajne niż systemów przełączalnych całkowitego rzędu. W związku z tym pojawia się silna potrzeba badań w obszarze systemów przełączalnych niecałkowitego rzędu. Można się spodziewać, że właściwości dynamiczne UPNR, takie jak stabilność, sterowalność, obserwowalność oraz wiele innych będą bardziej złożone i trudniejsze do opisanie matematycznego w porównaniu z ich odpowiednikami dla rzędu całkowitego. Dlatego znalezienie rozwiązań wspomnianych problemów jest dużym wyzwaniem badawczym, ale może prowadzić do użytecznych i praktycznych wyników, szczególnie w zakresie nowoczesnych układów sterowania. Rozważana klasa układów jest interesująca zwłaszcza z punktu widzenia syntezy układów sterowania, gdzie na przykład dynamiczne zachowanie regulatora zależy od funkcji przełączania. Idea ta wprost ujawnia nowe możliwości w procesie projektowania regulatorów, gdzie parametry regulatora niecałkowitego rzędu mogą być zmieniane w trakcie procesu w zależności od stanu układu. Zaproponowane w projekcie metody analityczne i numeryczne mają fundamentalne znaczenie dla rozwoju badań w dziedzinie liniowych i nieliniowych układów przełączalnych niecałkowitego rzędu. Prezentowany projekt przyczyni się do opracowania metodyki badań oraz do analizy i syntezy wybranych klas liniowych i nieliniowych UPNR.

Metodologia badań

Prowadzone będą badania teoretyczne z wykorzystaniem obliczeń komputerowych, w tym badania symulacyjne. Wyniki teoretyczne będą miały formę precyzyjnych twierdzeń wyrażonych za pomocą języka matematycznego. Większości wyników będą towarzyszyć rygorystyczne dowody. Tam, gdzie to możliwe, dowody będą konstruktywne, wyposażone w algorytmy, które pozwolą później na sprawne sprawdzenie warunków zawartych w twierdzeniach. Algorytmy będą też podstawą do wygenerowania kodu programów, które pozwolą wykorzystać komputery do praktycznego sprawdzenia warunków zawartych w twierdzeniach. Do strojenia regulatorów zostaną zaimplementowane nieliniowe algorytmy optymalizacji. Praktyczna implementacja i testy w warunkach rzeczywistych będą wymagały karty DAQ i/lub sterowników PLC. Obliczenia komputerowe zostaną wykonane w środowisku Matlab/Simulink lub Maple. Oprogramowanie LabView połączone z możliwościami komputera PXI zostanie wykorzystane do implementacji i weryfikacji znanych i opracowanych w projekcie metod sterowania. Zebrane dane będą przetwarzane i przechowywane w repozytorium.