

Streszczenie

We współczesnym przemyśle motoryzacyjnym coraz większą uwagę skupia się na systemach bezpieczeństwa. W ostatnich latach szczególny nacisk położony jest na rozwijanie tak zwanych systemów wspierania kierowcy (ang. *Advanced Driver Assistance System* - **ADAS**) oraz autonomicznej jazdy (ang. *Autonomous Driving*). Systemy **ADAS** mają za zadanie obserwować stan pojazdu i jego otoczenie, wykrywać potencjalne niebezpieczeństwo i ostrzec przed nim kierowcę, lub wręcz przejąć chwilowo kontrolę nad samochodem, by go uniknąć. Naturalnym wydaje się rozszerzenie tego typu systemów na pojazdy jednośladowe, jednak posiadają one więcej stopni swobody i możliwość utraty stabilności w pionie. Rozprawa ta ma za zadanie opracowanie modelu matematycznego jednoślada i zastosowanie go do syntezy algorytmów sterowania, które zapewniają stabilność w pionie.

W pierwszej części pracy przedstawiony został przegląd aktualnej literatury dotyczącej zagadnienia stabilizacji jednośladow, pokazano różne typy mechanicznej konstrukcji stabilizatorów: manewrowanie kierownicą, stabilizację przez manewrowanie masą, koło reakcyjne i stabilizację żyroskopową. Zaprezentowano wady i zalety każdego z nich i wyjaśniono, dlaczego zdecydowano się na stabilizator żyroskopowy (ang. *Control Moment Gyroscope* - **CMG**).

Kolejna część pracy poświęcona jest modelowaniu dynamiki jednoślada ze stabilizatorem żyroskopowym. Przedstawiono równania dynamiki **CMG** dla różnych konfiguracji i uzasadniono wybór realizowanej. Omówiono sposób, w jaki wybrano parametry koła zamachowego. Następnie wyprowadzony został model dynamiki całego jednoślada. Zaprezentowano jego różne formy i uproszczenia. Dla każdej z zaprezentowanych form przedstawiono analizę modelu pod względem obserwowalności, sterowalności (zarówno modelu nieliniowego jak i przybliżenia liniowego), analizę rozkładu wartości własnych, charakterystyki Bodego oraz reprezentację w postaci transmitancji operatorowej.

Następna część przedstawia algorytmy sterowania, które zostały użyte do stabilizacji jednoślada. Zaprezentowane algorytmy podzielono na dwie grupy: liniowe (PID, regulator LQ i sterowanie H_∞) i nieliniowe (linearyzujące sprzężenie zwrotne, sterowanie w reżimie ślizgowym, metoda sterującej funkcji Lapunowa oraz opracowana przez autora metoda sterowania odpornego, wykorzystująca twierdzenie Charitonowa). Przybliżono zarys teoretyczny każdej z wymienionych metod oraz realizację dla obranego modelu dynamiki.

Ostatnia część pracy prezentuje praktyczną realizację zaprojektowanego układu. Przedstawiono konfigurację sprzętową z opisem każdego z najważniejszych elementów. Omówiona została również metodologia *Model Based Design* służąca do projektowania i testowania układów automatyki - zaprezentowano podejścia testowe: MiL, SiL i PiL. Na koniec pokazano przebiegi z realizacji wszystkich z przedstawionych algorytmów, przetestowano różne konfiguracje parametrów oraz odporność dla zmodyfikowanej masy względem nominalnego modelu. W tej części pracy zaproponowano też zestaw wskaźników jakości, według których oceniono jakość każdego z proponowanych algorytmów sterowania.

Na zakończenie podsumowano realizację pracy oraz udowodnione tezy, a także zaproponowano dalsze możliwe kierunki badań.

Maciej Różycki, 25.11.2019r.