

Sterowanie z ruchem ślizgowym

paź 30, 2025

Podejście oparte na modelach jest powszechną techniką stosowaną przy projektowaniu regulatora sprzężenia zwrotnego dla systemu sterowanego. Jednak zawsze występują rozbieżności (niedopasowania) między opracowanym modelem matematycznym a rzeczywistą instalacją. Źródłami tych niepewności są zmienność parametrów systemu, niezamodelowana dynamika, nieliniowości systemu, zakłócenia zewnętrzne i szum pomiarowy. Projektowanie prawa sterowania w obecności niepewności systemu jest jednym z wyzwań, z jakimi musi zmierzyć się inżynier automatyki.

Dlatego opracowywanie metod sterowania, które zapewniają wymaganą wydajność w praktyce pomimo niepewności systemu, zyskuje na znaczeniu od końca lat 70. i początku lat 80. XX wieku (Safonov, 2012; Shtessel i in., 2014). Techniki sterowania, które rozwiązują ten problem, znane są jako

odporne metody sterowania, takie jak sterowanie ∞ (Zhou i Doyle, 1998; Skogestad i Postlethwaite, 2005),

μ -synteza (Zhou i Doyle, 1998; Skogestad i Postlethwaite, 2005),

sterowanie oparte na liniowych nierównościach macierzowych (LMI) (Boyd i in., 1994),

teoria ilościowego sprzężenia zwrotnego (QFT) (Horowitz, 1982),

sterowanie z harmonogramowaniem wzmocnienia (Khalil, 2002),

sterowanie z liniową zmianą parametrów (LPV) (White i in., 2013),

sterowanie z trybem ślizgowym (SMC) (Shtessel i in., 2014), (Utkin i in., 2009),

odporne sterowanie adaptacyjne (Slotine i Weiping, 1991; Ioannou i Sun, 2013) oraz

sterowanie oparte na pasywności (Khalil, 2002),

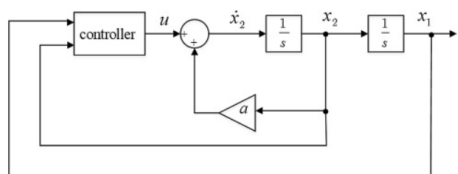
a także inteligentne techniki sterowania, takie jak sterowanie oparte na sztucznej sieci neuronowej (ANN) (Hagan i in., 2002; Hunt i in., 1992),

oraz sterowanie oparte na logice rozmytej (FLC) (Lee, 1990).

[Read more](#)

Synonimy

synonimy: Sterowanie ślizgowe, sterowanie z ruchem ślizgowym, sterowanie z reżimem ślizgowym



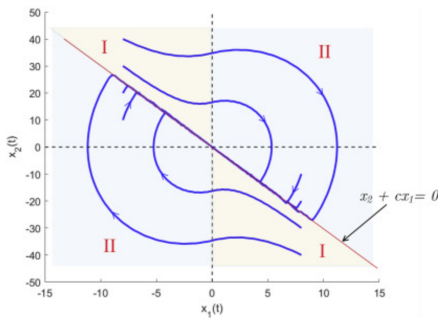
Zmienne systemy konstrukcyjne i tryby ślizgowe

Systemy o zmiennej strukturze można postrzegać jako kombinację niezależnych struktur (praw sterowania) wraz z odpowiednimi

regułami przełączania, umożliwiającymi przeskakiwanie między tymi strukturami w celu osiągnięcia wymaganej wydajności systemu. Innymi słowy, VSS to system dynamiczny, który działa na przełączaniu między różnymi podsystemami w zależności od aktualnej wartości stanów systemu. Możliwe jest, że zaprojektowany VSS z zamkniętą pętlą posiada nowe właściwości, które nie występują w żadnej z jego poszczególnych struktur. Zasady działania VSS lepiej zilustrować następnym przykładem.

Ten system jest rozbieżny (lub niestabilny), ponieważ a jest skalar dodatni. Celem jest zaprojektowanie regulatora sprzężenia zwrotnego u w celu sterowania zmiennymi stanu od dowolnej wartości początkowej do początku układu $(0, 0)$. Rys. 1 ilustruje reprezentację tego systemu drugiego rzędu. Rozważmy najpierw następujące proste prawo sprzężenia zwrotnego:

[Read more](#)



Zmienne systemy konstrukcyjne i tryby ślizgowe cd.

Chociaż w obu przypadkach układ pętli zamkniętej jest niestabilny, analiza portretów fazowych ujawnia, że niektóre trajektorie charakteryzują się doskonałym zachowaniem dynamicznym, które można dostosować do spełnienia wymaganych parametrów pętli zamkniętej. Łącząc trajektorie stanów w wyróżnionym obszarze oznaczonym jako I na rys. 5 z trajektoriami na rys. 6 w wyróżnionym

na niebiesko obszarze oznaczonym jako II, możliwe jest wyprowadzenie stanów nowego układu z dowolnymi warunkami początkowymi do punktu równowagi. Innymi słowy, prawo sterowania nieciągłego można wykorzystać do przełączania — zgodnie z predefiniowanymi regułami — między dwiema różnymi strukturami układu, nawet jeśli obie są niestabilne, aby uzyskać stabilny układ struktury z regulowanym zachowaniem. W tym przykładzie zastosowano następującą logikę przełączania:

W przeciwieństwie do zachowania napędzanego spiralnie narzuconego przez VSC w (4), charakter trajektorii stanów na rys. 7 można podzielić na dwie fazy lub tryby. Pierwszy etap, który opisuje ruch początkowy (krzywa przypominająca hak) w kierunku czerwonej linii, nazywany jest fazą sięgania, natomiast drugi etap, który opisuje ruch wzdłuż tej linii w kierunku początku układu współrzędnych, nazywany jest trybem ślizgowym. Czerwona linia jest zwykle nazywana powierzchnią ślizgową. Teraz jest jasne, dlaczego ta specjalna klasa sterowania VSC nazywana jest trybem ślizgowym.