



دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان نامه کارشناسی

گرایش کنترل

عنوان:

کنترل بازخورد غیرخطی مرکب (CNF) برای سیستم‌های تکین خطی با اشباع ورودی

استاد راهنما:

دکتر صالح مبین

نگارش:

حسن اجاقی ناس

تابستان ۹۵

فهرست مطالب

کروه برق آزمایشگاه پروژه برق	فصل اول: مقدمه
کروه برق آزمایشگاه پروژه برق	فصل دوم: توصیف مسئله
کروه برق آزمایشگاه پروژه برق	مسئله کنترل ردیابی با بازخورد خطی
کروه برق آزمایشگاه پروژه برق	بررسی پایداری و نداشتن رفتار ضربه ای (E,A)
کروه برق آزمایشگاه پروژه برق	فصل سوم: کنترل بازخورد خطی
کروه برق آزمایشگاه پروژه برق	بررسی پایداری و رفتار عاری از ضربه $(E,A+BF)$ با معادله لیاپانوف
کروه برق آزمایشگاه پروژه برق	الگوریتم طراحی بهره بازخورد خطی F
کروه برق آزمایشگاه پروژه برق	بررسی تحلیل پذیری مسئله کنترل ردیابی توسط بازخورد خطی
کروه برق آزمایشگاه پروژه برق	فصل چهارم: کنترل بازخورد غیر خطی مرکب
کروه برق آزمایشگاه پروژه برق	کنترل CNF
کروه برق آزمایشگاه پروژه برق	اثبات ردیابی مجانبی ورودی پله توسط خروجی
کروه برق آزمایشگاه پروژه برق	نحوه ی بهبود عملکرد گذرای سیستم با افزودن بخش غیر خطی

.....	فصل پنجم: مراحل و نتایج شبیه سازی	.....	۲۵
.....	بررسی شرایط تحلیل پذیری مثال مورد نظر	.....	۲۵
.....	طراحی قانون کنترل بازخورد خطی	.....	۲۶
.....	بلوک دیاگرام سیستم با کنترل کننده بازخورد خطی	.....	۳۰
.....	نمودار خروجی و ورودی کنترلی در حضور کنترل کننده بازخورد خطی	.....	۳۱
.....	طراحی کنترل کننده بازخورد غیرخطی مرکب	.....	۳۲
.....	بلوک دیاگرام سیستم با کنترل کننده CNF	.....	۳۴
.....	نمودار خروجی و ورودی کنترلی در حضور کنترل کننده CNF	.....	۳۷
.....	پاسخ‌های حالت x_2 تا x_4 تحت قانون CNF	.....	۳۸
.....	نتیجه شبیه سازی	.....	۳۸
.....	فصل ششم: نتیجه گیری	.....	۳۹
.....	منابع و مآخذ	.....	۴۰

۱- مقدمه

در دو دهه گذشته، مسائل کنترلی مختلفی برای سیستم‌های خطی تکین با اشباع ورودی مورد بررسی شده‌اند. در این میان، پایداری و شرایط مجموعه‌های نامتغیر، پایداری برای سیستم‌های تکین با اشباع ورودی، پایداری نیمه کلی و تنظیم خروجی، و حذف اختلال که تنها بخش کوچکی از آنها می‌باشند. با این حال بسیاری از نتایج به دست آمده، بر روی قابلیت حل مسائل بررسی شده متمرکز است. در این میان، بهبود عملکرد گذرای سیستم حلقه بسته به خوبی پرداخته نشده است. در این میان، بهبود عملکرد گذرا برای مسئله کنترل ردیابی در سیستم‌های خطی تکین با اشباع ورودی را با استفاده از روش غیرخطی مورد بررسی قرار خواهیم داد. کنترل بازخورد غیرخطی مرکب (CNF) یک روش غیرخطی جدیدی برای بهبود عملکرد ردیابی برای سیستم‌های خطی با اشباع ورودی می‌باشد. قانون کنترل CNF متشکل از دو بخش خطی و بخش غیرخطی. بخش خطی برای دستیابی به سیستم حلقه بسته ای با نسبت میرایی کوچک طراحی شده است تا پاسخ خروجی دارای زمان صعود سریعی باشد. بخش غیرخطی برای افزایش نسبت میرایی سیستم حلقه بسته هنگام کاهش خطای ردیابی مطرح شده است تا فراجهدش^۱ ناشی از بخش خطی کاهش یابد [۱]. Chen و همکارانش، کنترل CNF را به دسته کلی تری از سیستم‌هایی با بازخورد اندازه گیری توسعه داده و روش کنترل CNF را برای طراحی یک سیستم سروو HDD به کار بردند. [۲] علاوه بر توسعه در تئوری، کنترل CNF برای طراحی سیستم‌های سرووی مختلف، از جمله سیستم‌های سروو HDD، سیستم‌های کنترل پرواز هلیکوپتر و سیستم‌های سرووی وضعیت نیز به کار برده شده است. [۱]

۱ overshoot

اگرچه روش کنترل CNF برای سیستم‌های عادی با اشباع ورودی به طور کامل در منابع مختلف مورد بررسی قرار گرفته است، اما به ندرت به کنترل CNF برای سیستم‌های تکین با اشباع ورودی پرداخته شده است. دلیل این امر ممکن است این باشد که مسائل کنترلی برای سیستم‌های تکین به طور کلی چالش برانگیزتر از سیستم‌های عادی می‌باشند، و اشباع ورودی باعث دشوارتر شدن بررسی مسائل کنترلی نیز می‌شود. در این پایان‌نامه، یک روش کنترل CNF برای دسته‌ای از سیستم‌های خطی تکین با اشباع ورودی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

طراحی بهره‌زا خورد خطی برای سیستم‌های تکین سخت‌تر از سیستم‌های عادی است. بنابراین، ابتدا مسئله کنترل زدییابی توسط کنترل بازخورد خطی در نظر گرفته می‌شود. برای اینکه سیستم حلقه بسته، پایدار و بدون ضربه شود، بهره‌زا خورد خطی می‌تواند متشکل از دو بخش باشد. در صورتی که سیستم حلقه باز دارای ضربه باشد، یکی از این دو بخش باعث می‌شود تا سیستم بدون ضربه شود. بخش دیگر سیستم را پایدار می‌کند. بر اساس این بهره‌زا خورد خطی، قانون کنترل CNF را می‌توان با روش طراحی مشابه روش طراحی CNF برای سیستم‌های عادی، ایجاد کرد. تفاوت این دو در این است که برای سیستم‌های عادی، بخش بازخورد غیرخطی در قانون کنترل CNF با حل معادله‌لیپانوف ایجاد می‌شود، اما برای سیستم‌های تکین، معادله‌تعمیم‌یافته‌لیپانوف برای ایجاد بخش بازخورد غیرخطی در قانون کنترل CNF باید حل شود. هر چند روش طراحی برای سیستم‌های عادی و سیستم‌های تکین مشابه می‌باشد، اما ایجاد مجموعه‌نامتغیر برای سیستم حلقه بسته کاملاً متفاوت است چرا که نه تنها معادلات دینامیک بلکه معادلات جبری نیز در پاسخ حالت سیستم حلقه بسته تکین، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۲- توصیف مسئله

$$E\dot{x} = Ax + B\text{sat}(u) \quad (۱)$$

$$y = Cx$$

$$A \in \mathbb{R}^{n \times n}, B \in \mathbb{R}^{n \times 1}, C \in \mathbb{R}^{1 \times n}, E \in \mathbb{R}^{n \times n}$$

$$\det(sE - A) \neq 0 \text{ و } q = \text{rank } E < n$$

$$\text{sat}(u) = \begin{cases} u_{\max}, & u > u_{\max} \\ u, & |u| \leq u_{\max} \\ -u_{\max}, & u < -u_{\max} \end{cases} \quad (۲)$$

دانشجویان محترم:

جهت دسترسی به متن کامل پایان نامه‌ها به کتابخانه دانشکده مهندسی و یا آزمایشگاه پروژه گروه برق مراجعه فرمایید.

۶- نتیجه گیری

روش کنترل بازخورد غیرخطی مرکب برای سیستم‌های عادی به سیستم‌های تکین توسعه داده است.

بهره بازخورد خطی طوری طراحی شده است تا سیستم حلقه بسته را پایدار و بدون ضربه کند. بر اساس

این بهره بازخورد خطی، قانون کنترل بازخورد غیرخطی مرکب برای بهبود عملکرد گذرای سیستم حلقه

بسته طراحی شده است. روش طراحی توسعه یافته قانون کنترل CNF برای سیستم‌های تکین مشابه

سیستم‌های عادی است. با این حال به جای حل معادله لیاپانوف، برای ایجاد بخش بازخورد غیرخطی در

قانون کنترل CNF برای سیستم‌های تکین باید معادله تعمیم یافته لیاپانوف حل شود. پس از تجزیه

سیستم حلقه بسته به زیرسیستم آهسته و زیرسیستم سریع، می‌توان نشان داد که بخش بازخورد

غیرخطی فقط در زیرسیستم آهسته دخیل است.

منابع

[1] D. Lin ,W. Lan , M. Li , Composite nonlinear feedback control for linear singular systems with input saturation. Published in: 2010 8th IEEE International Conference on Control and Automation (ICCA).

[2] B.M. Chen, T.H. Lee, K. Peng, V. Venkataramanan, Composite nonlinear feedback control for linear systems with input saturation: theory and an application, IEEE Transactions on Automatic Control 48 (3) (2003) 427–439.

[3] D. Cobb, Controllability, observability and duality in singular systems, IEEE Transactions on Automatic Control 29 (12) (1984) 1076–1082.

[4] E.L. Yip, R.F. Sincovec, Solvability, controllability, and observability of continuous descriptor systems, IEEE Transaction on Automatic Control 26 (3) (1981) 702–707.

[5] J.Y. Ishihara, M.H. Terra, On the Lyapunov theorem for singular systems, IEEE Transactions on Automatic Control 47 (11) (2002) 1926–1930.

[6] F.L. Lewis, A survey of linear singular systems, Circuits Systems Signal Process 5 (1) (1986) 3–36.

[7] W. Lan, B.M. Chen, On selection of nonlinear gain in composite nonlinear feedback control for a class of linear systems, in: Proceedings of the 46th IEEE Conference on Decision and Control, New Orleans, Louisiana USA, December 2007, 1198–1203.

[8] W. Lan, C.K. Thum, B.M. Chen, A hard disk drive servo system design using composite nonlinear feedback control with optimal nonlinear gain tuning methods, IEEE Transactions on Industrial Electronics 57 (5) (2010) 1735–1745.