



دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی

پایان نامه کارشناسی

عنوان پروژه:

مدلسازی دینامیکی و کنترل مد لغزشی سیستم تعلیق مغناطیسی

استاد راهنما:

دکتر ابوالفضل جلیوند

نگارش:

ابوالفضل ایمان پور

تابستان ۹۶

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول: مقدمه.....	۱
فصل دوم: مدلسازی سیستم گوی معلق مغناطیسی.....	۳
فصل سوم: کنترل مد لغزشی سیستم تعلیق مغناطیسی.....	۶
فصل چهارم: طراحی کنترل کننده مدل لغزشی.....	۸
فصل پنجم: شبیه سازی سیستم تعلیق مغناطیسی.....	۱۰
فصل ششم: نتیجه گیری و پیشنهادات.....	۲۲
۶-۱- نتیجه گیری:.....	۲۲
۶-۲- پیشنهادات:.....	۲۳
مراجع.....	۲۴

طراحی کنترل کننده برای سیستم تعلیق مغناطیسی با روش مُد

لغزشی

سیستم‌های تعلیق مغناطیسی^۱ به طور گسترده‌ای در زمینه‌های مختلف از جمله تکیه‌گاه‌های بدون

اصطکاک، قطارهای مسافربری پرسرعت، تونل‌های بادی و ... بکار گرفته می‌شوند، اما متأسفانه در ایران بررسی

انواع سیستم‌های مغناطیسی موجود و کاربرد آنها به ویژه در سیستم‌های حمل‌ونقل چندان مورد توجه قرار

نگرفته است. ساخت یک کنترل کننده فیدبک با کارآیی بالا برای کنترل موقعیت جسم معلق امر مهمی است،

چرا که سیستم تعلیق مغناطیسی معمولاً در حالت حلقه باز، ناپایدار است و به خاطر ویژگی‌های غیرخطی

دینامیک‌های الکترومغناطیسی مساله‌ی کنترل آنها چالش بزرگی برای مهندسان کنترل می باشد.

در این گزارش، ابتدا به معرفی سیستم گوی معلق مغناطیسی می‌پردازیم سپس با استفاده از معادلات

دیفرانسیلی سیستم را مدل‌سازی خواهیم کرد. در ادامه کنترل کننده‌ای بر مبنای مد لغزشی و با استفاده از فضای

حالت سیستم طراحی خواهد شد. بعد از طراحی کنترل کننده با استفاده از نرم افزار متلب^۲ سیستم تعلیق

مغناطیس را با استفاده از کنترل کننده شبیه سازی خواهیم کرد. نتایج نشان می‌دهد که استفاده از قانون کنترلی

مد لغزشی^۳ باعث می‌شود گوی معلق مغناطیسی در نزدیکی موقعیت معینی بماند و سیستم عملکرد

ردیابی^۴ خوبی داشته باشد.

^۱ Magnetic suspension systems

^۲ MATLAB

^۳ Slip style fashion control rule

^۴ Tracing

فصل اول:

مقدمه

انحرافات پارامترهای سیستم و عوامل اغتشاش خارجی قرار خواهد گرفت. هنگامی که از کنترل کلاسیک PID استفاده شود، سیستم پایداری خوبی خواهد داشت اما عملکرد کنترلی سیستم به علت پارامترهای ثابت

کنترل کننده محدود می‌شود. به منظور حل این مساله، بسیاری از استراتژی‌های کنترلی جدیدی برای سیستم تعلیق معرفی شدند. از قبیل کنترل فازی^۵، فازی PID، مقاوم^۶، پیش‌بین، مد لغزشی^۷ و ... کنترل مد لغزشی به مدل دقیق سیستم نیاز ندارد و سرعت پاسخ سریع، حساس نبودن به پارامترها و اغتشاشات بیرونی از مزایای کنترل مد لغزشی به شمار می‌رود.

در سال های اخیر، کارهای بسیار زیادی برای ساخت سیستم تعلیق مغناطیسی چاپ و منتشر شده‌اند. برای ایجاد کنترل های غیرخطی، ورودی- خروجی، حالت ورودی و روش های خطی سازی دقیق مورد استفاده قرار گرفته است. انواع دیگری از کنترل کننده های غیرخطی بر اساس روش های غیرخطی در مقالات چاپ و گزارش شده اند. قوانین کنترل بر اساس مدت فاز، طراحی کنترل کننده خطی، روش های شبکه عصبی^۸، برای کنترل سیستم های تعلیق مغناطیسی مورد استفاده قرار گرفته اند.

در دو دهه اخیر، سیستم های ساختار ناپایدار و کنترل مد لغزشی همه توجهات را به خود جلب کرده اند و زمینه های بسیار خوبی برای تحقیق و تفحص در این قسمت دارند.

^۵ Fuzzy control

^۶ Resistant

^۷ Slippery fashion

^۸ neural network

دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان

کنترل مد لغزشی، در زمینه‌ی کنترل موتور و سیستم‌های قدرت، کنترل ربات، کنترل هواپیما و ... استفاده می‌شود. هنگامی که طراحی براساس مد لغزشی صورت گیرد، حرکت حالت در همسایگی یا سطح سوئیچینگ^۱ باقی می‌ماند. در عین حال، سیستم در برابر اغتشاشات بیرونی مقاومت خوبی از خود نشان می‌دهد. در این گزارش، قانون کنترل مد لغزشی برای سیستم گوی معلق مغناطیسی استفاده می‌شود. نتایج تجربی نشان می‌دهد که استفاده از قانون کنترلی مد لغزشی نه تنها باعث می‌شود سیستم به پایداری حالت ماندگار برسد بلکه عملکرد ردیابی خوبی نیز خواهد داشت.

پایان نامه کارشناسی



آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان

دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان

دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان

^۱ switching

نتیجه گیری و پیشنهادات

۶-۱- نتیجه گیری:

می‌خواهیم حرکت عمودی یک گوی معلق مغناطیسی را توسط کنترل کننده‌ای کنترل کنیم. سیستم مورد مطالعه غیرخطی و در حلقه باز ناپایدار می‌باشد بنابراین می‌بایست از فضای حالت برای طراحی کنترل کننده استفاده کرد. فضای حالت دارای سه حالت می‌باشد که غیرخطی می‌باشند. در این طراحی متغیری به نام لغزش داریم که مجموعه خطاهای جابه‌جایی، سرعت و جریان می‌باشد که توانستیم کنترل کننده طراحی کنیم که لغزش را به صفر برساند. در مدلسازی ریاضی در کنترل کننده از تابع رله استفاده کردیم که ثمره آن ایجاد چترینگ می‌باشد، برای رفع این مشکل می‌توانیم از تابع اشباع و یا از تابع $\tanh(x)$ استفاده کنیم.

استفاده از مد لغزشی مرتبه بالا یکی از روش‌های کاهش نوسانات ناخواسته و یا چترینگ در کنترل مد لغزشی می‌باشد. این روش ایده‌ی اصلی مد لغزشی را برای مشتقات زمانی مراتب بالاتر خطای سیستم بجای اولین مشتق زمانی سطح لغزش، که در روش مد لغزشی استاندارد مورد استفاده قرار می‌گرفت، به کار می‌برد. این روش با حفظ مزیت اصلی روش استاندارد، اثر چترینگ را نیز حذف کرده و حتی دقت بیشتری را در تحقق فراهم می‌کند. هدف کنترلی رسیدن به حالت مطلوب است که با قرار دادن یک تابع هموار S در صفر به دست می‌آید.

۶-۲- پیشنهادات :

در این طراحی از مدل لغزشی ساده استفاده شد ولی پیشنهاد می شود از مدل لغزشی مرتبه بالا نیز استفاده شود.
سیستم را می توان مقاوم می توان سیستم را نسبت به کنترل کننده مد لغزشی مقاوم تر کرد.
سیستم را می توان به روش کنترل کننده مد لغزشی پیاده سازی کرد.

پایان نامه کارشناسی

برق آزمایشگاه پروژه برق و انشاع زنجبان و انشاع مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشاع زنجبان و انشاع مهندسی گروه برق
آزمایشگاه پروژه برق و انشاع زنجبان و انشاع مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشاع زنجبان و انشاع مهندسی گروه برق
پروژه برق و انشاع زنجبان و انشاع مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشاع زنجبان و انشاع مهندسی گروه برق
برق و انشاع زنجبان و انشاع مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشاع زنجبان و انشاع مهندسی گروه برق
و انشاع زنجبان و انشاع مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشاع زنجبان و انشاع مهندسی گروه برق
زنجبان و انشاع مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشاع زنجبان و انشاع مهندسی گروه برق
و انشاع مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشاع زنجبان و انشاع مهندسی گروه برق
مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشاع زنجبان و انشاع مهندسی گروه برق
گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشاع زنجبان و انشاع مهندسی گروه برق
برق آزمایشگاه پروژه برق و انشاع زنجبان و انشاع مهندسی گروه برق
آزمایشگاه پروژه برق و انشاع زنجبان و انشاع مهندسی گروه برق
آزمایشگاه پروژه برق و انشاع زنجبان و انشاع مهندسی گروه برق
پروژه برق و انشاع زنجبان و انشاع مهندسی گروه برق
برق و انشاع زنجبان و انشاع مهندسی گروه برق
و انشاع زنجبان و انشاع مهندسی گروه برق
زنجبان و انشاع مهندسی گروه برق

مراجع

- [1] P. Allaire and A. Sinha, *Robust sliding mode control of a planar rigid rotor system on magnetic bearings*, Proc. 6th International Symposium on Magnetic Bearings, (Massachusetts), August 1998, pp. 577–586.
- [2] W. Barie and J. Chiasson, *Linear and nonlinear state-space controllers for magnetic levitation*, International Journal of Systems Science **27** (1996), no. 11, 1153–1163.
- [3] G. Bartolini and T. Zolezzi, *Variable structure systems nonlinear in the control law*, IEEE Trans. Automatic Control **30** (1985), no. 7, 681–684.
- [4] A. Charara, J. De Miras, and B. Caron, *Nonlinear control of a magnetic levitation system without premagnetization*, IEEE Transactions on Control Systems Technology **4** (1996), no. 5, 513–523.
- [5] M. R. Filho and C. J. Munaro, *A design methodology of tracking controllers for magnetic levitation systems*, Proc. 2001 IEEE International Conference on Control Applications, (Mexico City), 2001, pp. 47–51.