



دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان نامه کارشناسی

گرایش: مهندسی برق- کنترل

عنوان: بررسی و طراحی سیستم و کنترل کننده

مرتبہ کسری برای موتور DC

استاد راهنما: جناب آقای دکتر مهرداد بابازاده

نگارش: سالار میرزایی

اسفند 94

فهرست مطالب

مقدمه	۱
فصل اول تاریخچه	۲
۱-۱ حسابان کسری در کنترل	۳
فصل دوم توابع ویژه در حسابان کسری	۵
۱-۲ تابع گاما	۶
۲-۲ تابع میتگ-افلر	۱۱
فصل سوم سیستم های مرتبه کسری پیوسته	۱۹
۱-۳ آشنایی با سیستم های خطی نامتغیر با زمان مرتبه کسری	۲۰
۲-۳ پاسخ سیستم های خطی نامتغیر با زمان مرتبه کسری	۲۲
۳-۳ پیاده سازی توابع تبدیل مرتبه کسری	۲۶
فصل چهارم	۲۸
مکان هندسی ریشه ها	۲۸
مقدمه	۲۹
۱-۴ تقارن نسبت به محور حقیقی:	۳۳
۲-۴ توزیع ریشه ها روی محور حقیقی:	۳۳
۳-۴ تعداد شاخه ها	۳۴
۴-۴ خطوط مجانب و جهت آنها	۳۴
۵-۴ نقاط شکست یورش و گریز	۳۶
۶-۴ الگوریتم جامع	۳۷
فصل پنجم کنترل کننده های مرتبه کسری	۴۰
مقدمه	۴۱
۱-۵ آشنایی با کنترل کننده های PID مرتبه کسری	۴۱
۲-۵ طراحی کنترل کننده های PD مرتبه کسری	۴۳
۳-۵ طراحی کنترل کننده های PID مرتبه کسری	۴۸
نتیجه گیری	۵۰
مزیت های کنترل کننده ی $FOPID$ نسبت به PID	۵۰
معایب $FOPID$ نسبت به PID :	۵۱
فصل ششم	۵۱
کنترل موتور DC	۵۱
مقدمه	۵۲
۱-۶ موتورهای DC	۵۲
۲-۶ روش زیگلر- نیکولز	۵۸
۳-۶ نتایج شبیه سازی و بحث روی آن ها:	۶۰
مراجع	۵۶۵

مقدمه

کنترل کننده ی FOPID به عنوان تعمیم یافته کنترل کننده مشهور PID مطرح می باشد این کنترل کننده که از حساب انتگرال و مشتق توان کسری بهره می برد دارای ریاضیات و تنظیمات

پیچیده تری نسبت به کنترل کننده PID می باشد. اما به لحاظ عملکرد دارای برتری های نسبت به

PID است. کنترل کننده FOPID دارای قدرت دفع اغتشاش بیشتری نسبت به کنترل کننده ی

PID است. همچنین این کنترل کننده برای کنترل مدار به تعداد کمتر سوبیج را روشن و خاموش

می کند که بالطبع تلفات ناشی از سوئیچینگ در سیستم تحت کنترل این کنترل کننده کمتر خواهد

بود. طراحی کنترل کننده ی PID بهینه تنها شامل تعیین ضرایب این کنترل کننده می باشد در

حالی که در طراحی کنترل کننده ی FOPID بهینه تعیین توان های کسری مشتقگیر و انتگرال

گیر افزون بر تعیین ضرایب این کنترل کننده می باشد.

۱-۱ حسابان کسری در کنترل

ابزار حسابان کسری بعد از تکامل به دو طریق عمده باعث بهبود کارایی حلقه های کنترلی شده است. ارتقا کیفیت مدلسازی و ارتقا کارایی کنترل کننده ها. این ابزار با فراهم آوردن بستر وسیع تری برای مدل های دینامیکی به مدلسازی دقیق تر فرآیندها کمک شایانی نموده است. بدیهی است که با در دست داشتن مدل دقیق تری از یک فرآیند، می توان کنترل کننده ای مناسب تر نیز برای کنترل آن فرآیند طراحی نمود. همچنین از آنجایی که کنترل کننده های سنتی حالت خاصی از سیستم کنترل کننده های مرتبه کسری هستند، استفاده از کنترل کننده های مرتبه کسری می تواند باعث ارتقاء کارایی سیستم های کنترلی طراحی شده با کنترل کننده های سنتی نیز شود.

اولین استفاده ها از حسابان کسری در مدلسازی پدیده های فیزیکی به دهه ۱۹۳۰ میلادی برمی گردد. از آن زمان تا به امروز این ابزار در مدلسازی پدیده های فیزیکی بسیار زیادی مورد استفاده قرار گرفته است. (به طور نمونه، در مدلسازی پدیده نفوذ، انتقال گرما و سیستم های بیولوژیکی).

ایده طراحی اولین سیستم کنترلی مرتبه کسری به بود برمی گردد. وی در بخشی از کتابش که در سال ۱۹۴۵ میلادی منتشر شده است [۱]، تابع تبدیل ایده آل حلقه باز در یک ساختار کنترلی حلقه بسته با تابع تبدیل مسیر پیشروی زیرویدبک واحد منفی طبق معادله (۱-۱) را به صورت

$$G_{ol}(s) = \left(\frac{\omega_g}{s}\right)^\alpha \quad (1-1)$$

در نظر گرفته است. در (۱-۱) ω_g فرکانس قطع تابع تبدیل حلقه باز مطلوب است. با فرض سی در $\alpha \in (2,0)$ ، حد فاز و حد بهره سیستم کنترلی در نظر گرفته شده توسط بود به ترتیب برابر $(1 - \frac{\alpha}{2})\pi$ و ∞ خواهد بود. در این سیستم کنترلی با انتخاب مناسب α مقدار حد فاز می تواند به طور دلخواه تعیین شود. به طور مثال اگر هدف دستیابی به حد فاز ۶۰ درجه باشد، مقدار α در (۱-۱) باید برابر $\frac{4}{3}$ در نظر گرفته شود. در این حالت با فرض اینکه مقدار مطلوب برای

فرکانس قطع حلقه باز برابر $\omega_g = 1$ باشد، تابع تبدیل حلقه باز ایده آل به صورت

$$G_{ol}(s) = \frac{1}{s^{3/5}} \quad (2-1)$$

خواهد بود که یک تابع تبدیل مرتبه کسری است. ملاحظه می شود که سیستم کنترلی در نظر گرفته شده توسط بود منجر به یک سیستم کنترلی مرتبه کسری خواهد شد. ایده بود برای اولین بار در سال ۱۹۵۸ میلادی توسط تاستین به طور عملی پیاده سازی شد. در این پیاده سازی کنترل کننده مرتبه کسری طراحی شده توسط تعدادی از فیلتر های پس فاز و پیش فاز تقریب زده شده است.

تا قبل از دهه ۱۹۸۰ میلادی تحقیقات انجام شده در زمینه طراحی کنترل کننده های مرتبه کسری که به برخی از آنها نیز اشاره شد، اغلب به صورت موردی بوده و در قالب یک ساختار منسجم قرار نمی گیرد. دلیل اصلی این مساله را می توان ناکافی بودن دانش ریاضیاتی در زمینه دینامیک های مرتبه کسری و همچنین توان محدود ابزارهای محاسباتی تا این دهه دانست. اما به تدریج با کاربردی تر شدن مباحث حسابان کسری و پیشرفت ابزارهای محاسباتی، حسابان کسری به شکل منسجم تری در طراحی سیستم های کنترلی نقش ایفا کرد. اوستالوپ اولین فردی است که در قالب یک ساختار منسجم به طراحی کنترل کننده های مرتبه کسری پرداخته است. معرفی و طراحی کنترل کننده های مرتبه کسری CRONE در سه نسل مختلف نتیجه فعالیت های وی از دهه ۱۹۸۰ میلادی تا به امروز در این زمینه است. در دهه ۱۹۹۰ میلادی پودلونی با معرفی کنترل کننده های PID مرتبه کسری زمین ساز تحولاتی شگرف در زمینه سیستم های کنترلی مرتبه کسری گردید [۲]. از سال ۲۰۰۰ میلادی به بعد نیز شاهد فعالیت های گسترده ای هستیم که در آنها ساختارهای کنترلی پیشرفته تر با استفاده از ابزار حسابان کسری طراحی و پیاده سازی

مراجع:

[1] G. Ifrah, The Universal History of Numbers: From Prehirs, y to the Invention of tJiff Computer, Wiley, 2QOO

[2] K. Falconer, Fractal: A Very short Introduction, Oxford University Press, United Kingdom, 2013.

[3] I. Podlubny, "Fractional-order systems and $PI^{\lambda}D^{\mu}$ -controllers," IEEE Transactions on Automatic Control, 44(1), Pages 208-214, 1999.

[4] H.S. Li, Y. Li, and Y.Q. Chen, "A fractional order proportional and derivative

(FOPD) motion controller: tuning rule and experiments," IEEE Transaction

on Control Systems Technology, 18(2), Pages 516-520, 2010.

[5] Y. Luo and Y. Q. Chen, Fractional Order Motion Controls, Wiley, New York, 2012.

[6] C.A. Monje, B.M. Vinagre, V. Feliu, and Y.Q. Chen, "Tuning and auto-tuning of fractional order controllers for industry applications," Control Engineering practice, 16, Pages 798-812, 2008.

[7] Farshad merrikh-Bayat and Mahdi Afshar, Extending the Root-Locus Method to Fractional-Order Systems, September 2007

[8] فرشاد مریخ بیات: مدل سازی و کنترل صنعتی ، انتشارات نص

[9] محمد صالح تواضعی ، مهسان توکلی کاخکی: سیستم ها و کنترل کننده های مرتبه کسری سی گروه برق ، انتشارات دانشگاه خواجه نصیر