



دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان نامه کارشناسی

گرایش: مهندسی برق کنترل

عنوان

محاسبه ضرایب PID با استفاده از محیط گرافیکی متلب

استاد راهنما: جناب آقای دکتر فرهاد بیات

نگارش: ندا خالقی

شهریور ۹۵

بر خود لازم می دانم که از استاد راهنما

آقای دکتر فرهاد بیات که در گردآوری

این پروژه زحمات بی دریغی کشیدند

کمال تقدیر و تشکر را داشته باشم

۱	فصل اول مقدمه	۱
۱.1	آشنایی با PID	۱
۲.۱	کنترلر تناسبی	۱
۳.۱	کنترلر انتگرالی	۲
۴.۱	کنترلر تناسبی-انتگرالی	۲
۵.۱	کنترلر تناسبی - مشتقی	۲
1.6	کنترلر PID	۳
۲	فصل دوم روش های حلقه بسته تعیین ضرایب PID انواع روش های حلقه بسته	۴
۱.۲	روش زیگلر نیکولس	۵
۲.۲	مثال از روش زیگلر نیکولس	۷
۱.۲.۲	مثال اول	۷
۲.۲.۲	حل مثال دوم	۱۲
۳.۲	روش اصلاح شده ی زیگلر نیکولس	۲۰
2.4	Tyres_luyben method	۲۱
۵.۲	Ddamped oscillation method	۲۱
۳	فصل سوم روش های حلقه باز تعیین ضرایب PID انواع روش های حلقه باز	۲۳
۱.۳	زیگلر نیکولس حلقه باز	۲۴
۲.۳	حل مثال از زیگلر نیکولس حلقه باز	۲۶
۳.۳	روش imc	۴۱
3.4	روش cohen_con	۴۴
۵.۳	روش تنظیم حداقل خطا:	۴۵
3.6	روش C_H_R	۴۸
3.7	Cianoce and marline method	۴۹
۴	فصل چهارم محاسبه ضرایب PID با استفاده از محیط گرافیکی (GUI) نرم افزار	۵۱
۵۱	متلب ساختار کلی برنامه	۵۱
۱.۴	طرز کار برنامه	۵۲
۱.۱.۴	شمای کلی برنامه	۵۲
۲.۱.۴	اطلاعات مربوط به پلنت	۵۳
۳.۱.۴	محاسبه ضرایب pid و تأثیر کنترلر در حالت حلقه باز	۵۴
۱.۱.۴	محاسبه ضرایب pid و تأثیر کنترلر در حالت حلقه بسته	۵۸

صفحه

فهرست اشکال

شکل ۱.۲	پاسخ نوسانی سیستم حلقه بسته به ازای بهره بحرانی.....	۵
شکل ۲.۲	پاسخ پله سیستم حلقه بسته.....	۹
شکل ۳.۲	پاسخ پله سیستم حلقه بسته به ازای: $T_d=0.7692$ $K_p=18$, $T_i=3.077$	۱۰
شکل ۴.۲	پاسخ پله سیستم حلقه بسته به ازای $K_p=39.42$ $T_i=3.077$ $T_d=0.769$	۱۱
شکل ۵.۲	شماتیک سیمولینگ نرم افزار متلب به ازای ورودی ضربه.....	۱۳
شکل ۶.۲	پاسخ ضربه به ازای کنترلر p.....	۱۴
شکل ۷.۲	پاسخ ضربه به ازای کنترلر pI.....	۱۴
شکل ۸.۲	پاسخ ضربه به ازای کنترلر PID.....	۱۵
شکل ۹.۲	پاسخ ضربه به ازای هر سه کنترلر.....	۱۵
شکل ۱۰.۲	شماتیک سیمولینگ نرم افزار متلب به ازای ورودی پله.....	۱۶
شکل ۱۱.۲	پاسخ پله به ازای کنترلر P.....	۱۶
شکل ۱۲.۲	پاسخ پله به ازای کنترلر PI.....	۱۷
شکل ۱۳.۲	پاسخ پله به ازای کنترلر PID.....	۱۷
شکل ۱۴.۲	پاسخ پله به ازای هر سه کنترلر.....	۱۸
شکل ۱۶.۲	پاسخ رمپ به ازای کنترلر P.....	۱۸
شکل ۱۷.۲	پاسخ رمپ به ازای کنترلر PI.....	۱۹
شکل ۱۸.۲	پاسخ رمپ به ازای کنترلر PID.....	۱۹
شکل ۱۹.۲	پاسخ رمپ به ازای هر سه کنترلر.....	۲۰
شکل ۱.۳	روش تعیین ضرایب T,L.....	۲۴
شکل ۲.۳	نمودار مکان هندسی ریشه ها.....	۲۶
شکل ۳.۳	مقدار بهره در مرز ناپایداری در نمودار مکان هندسی ریشه ها.....	۲۷
شکل ۴.۳	دیاگرام های Bode.....	۲۸
شکل ۵.۳	دیاگرام نایکوئیست.....	۲۹
شکل ۶.۳	مقدار بهره در دیاگرام نایکوئیست.....	۳۰
شکل ۷.۳	عکس العمل سیستم مدار باز نسبت به ورودی پله ای واحد.....	۳۰
شکل ۸.۳	خط مماس بر منحنی پاسخ حلقه باز نسبت به ورودی پله ای واحد.....	۳۱
شکل ۹.۳	عکس العمل سیستم با کنترلر P نسبت به ورودی پله ای واحد.....	۳۳
شکل ۱۰.۳	عکس العمل سیستم با کنترلر PI نسبت به ورودی پله ای واحد.....	۳۳
شکل ۱۱.۳	عکس العمل سیستم با کنترلر PID نسبت به ورودی پله ای واحد.....	۳۴
شکل ۱۲.۳	عکس العمل سیستم با کنترلر P نسبت به ورودی پله ای واحد.....	۳۵
شکل ۱۳.۳	عکس العمل سیستم با کنترلر P اصلاح شده نسبت به ورودی پله ای واحد.....	۳۶

شکل ۱۴.۳: عکس العمل سیستم با کنترلر PI نسبت به ورودی پله ای واحد.....	۳۷
شکل ۱۵.۳: عکس العمل سیستم با کنترلر PI اصلاح شده نسبت به ورودی پله ای واحد.....	۳۸
شکل ۱۶.۳: عکس العمل سیستم با کنترلر PID نسبت به ورودی پله ای واحد.....	۳۹
شکل ۱۷.۳: عکس العمل سیستم با کنترلر PID اصلاح شده نسبت به ورودی پله ای واحد.....	۴۰
شکل ۱۸.۳: کنترل کننده ی مدل درونی.....	۴۱
شکل ۱۹.۳: دیاگرام IMC.....	۴۲
شکل ۲۰.۳: پاسخ مدار باز سیستم به ورودی پله.....	۴۴
شکل ۲۱.۳: معیارهای خطا.....	۴۶
شکل ۲۲.۳: نمودار cinoce and marline.....	۵۰
شکل ۱.۴: شمای کلی برنامه.....	۵۲
شکل ۲.۴: اطلاعات پلنت.....	۵۳
شکل ۳.۴: انواع روش های محاسب ضرایب.....	۵۴
شکل ۴.۴: تاثیر z-n close loop در حالت حلقه باز.....	۵۵
شکل ۵.۴: تاثیر z-n open loop در حالت حلقه باز.....	۵۵
شکل ۶.۴: تاثیر damped osilation در حالت حلقه باز.....	۵۶
شکل ۷.۴: انتخاب chr.....	۵۶
شکل ۸.۴: تاثیر c-h-r set point در حالت حلقه باز.....	۵۷
شکل ۹.۴: تاثیر c-h-r load disturbance در حالت حلقه باز.....	۵۷
شکل ۱۰.۴: انواع روش های محاسب ضرایب.....	۵۸
شکل ۱۱.۴: تاثیر z-n close loop در حالت حلقه بسته.....	۵۸
شکل ۱۲.۴: تاثیر z-n open loop در حالت حلقه بسته.....	۵۹
شکل ۱۱.۴: تاثیر damped osilationp در حالت حلقه بسته.....	۵۹
شکل ۱۴.۴: انتخاب نوع chr در حالت حلقه بسته.....	۶۰
شکل ۱۵.۴: تاثیر chr set point در حالت حلقه بسته.....	۶۰
شکل ۱۶.۴: تاثیر chr lodd disturbance در حالت حلقه بسته.....	۶۱

فصل اول

مقدمه

۱.۱ آشنایی با PID

کنترل کننده‌های pid در اوایل قرن بیستم در صنایع کشتیرانی مورد استفاده قرار گرفتند امروزه این نوع

کنترل کننده‌ها در بسیاری از ماشین‌آلات صنعتی و غیر صنعتی کاربرد دارند [5].

کلمه PID مخفف کلمه‌های $PROPORTIONAL - INTEGRAL - DIFFERENTIAL$ (مشتمل بر -

انتگرالی - متناسبی) است. هر کدام از این موارد در الگوریتم‌های کنترلی دارای خواص مشخص است و

هر کدام با اهداف معین مورد استفاده قرار می‌گیرند. در برخی از موارد، بعضی از خواص هر بخش به دلیل

عدم کارایی، در طراحی کنترلرها مورد استفاده قرار نمی‌گیرند.

۲.۱ کنترلر تناسبی

در این نوع کنترلر بین خروجی و ورودی یک نسبت مستقیم وجود دارد با یک ضریب مشخص که آن را

گین یا بهره کنترل می‌نامند. البته کنترلر تناسبی به‌تنهایی کافی نیست زیرا وقتی خروجی سیستم به

سمت مقدار مطلوب پیش می‌رود، خطا کاهش یافته و در نتیجه خروجی کنترلی نیز کم می‌گردد؛

بنابراین همواره کننده یک خطای ماندگار بین مقدار مطلوب و خروجی واقعی وجود دارد. این خطا را

می‌توان با افزایش بهره کنترل کننده کاهش داد اما باعث ناپایداری سیستم و نوسان خروجی می‌شود.

برای حل این مشکلات معمولاً کنترلر تناسبی را همراه کنترلرهای مشتق و انتگرال بکار می‌برند

۳.۱ کنترلر انتگرالی

همان طور که از نامش پیداست بین ورودی و خروجی یک رابطه انتگرالی برقرار است. این کنترلر برای جبران خطای ماندگار به کار می‌رود، زیرا تا وقتی که خطایی در خروجی وجود داشته باشد، جمله انتگرال تغییر پیدا می‌کند و در نتیجه خطای خروجی رفته‌رفته کاهش می‌یابد. [4]

۴.۱ کنترلر تناسبی-انتگرالی

کنترلر PI ترکیبی از کنترلر انتگرالی و تناسبی است که به صورت موازی به هم وصل شده‌اند. این کنترلر اگر به طور صحیح طراحی شود مزایای هر دو نوع کنترلر انتگرالی و تناسبی را خواهد داشت. پایداری، سرعت و نداشتن خطای حالت ماندگار از ویژگی‌های این کنترلر است. [4]

۵.۱ کنترلر تناسبی - مشتقی

کنترلر PD از ترکیب موازی دو نوع کنترلر مشتق گیر و تناسبی ایجاد می‌شود. [4] کنترلر مشتق گیر دارای این مشخصه است که خود را سریعاً با تغییرات ورودی هماهنگ می‌کند. لذا در مواردی که پاسخ سریع خروجی مدنظر است می‌توان از این نوع کنترلر ها استفاده کرد اما از آنجایی که عمل مشتق گیری باعث تقویت نویزهای موجود در محیط پروسه می‌شوند و به علاوه مشتق گیرها تنها نسبت به تغییرات ورودی حساسیت نشان می‌دهند بنابراین مشتق گیرها به تنهایی مورد استفاده قرار نمی‌گیرند بلکه هرگاه نیاز به خاصیت مشتق گیری در یک پروسه باشد کنترلر آن را به صورت مشتق گیر- تناسبی یا مشتق گیر- انتگرالی یا مشتق گیر- تناسبی - انتگرالی می‌سازند.

۶.۱ کنترلر PID

این نوع کنترلر از ترکیب موازی سه کنترلر تناسبی، انتگرالی و مشتق گیر ایجاد می شود و متداول ترین نوع کنترلر در صنایع می باشد. مهم ترین بخش در کنترل فرآیندهای PID به دست آوردن ضرایب آن می باشد. روش زیکلر نیکولس یک روش تجربی برای به دست آوردن ضرایب PID می باشد که به دو

صورت حلقه بسته و حلقه باز مورد استفاده قرار می گیرند.



فصل دوم

روش های حلقه بسته تعیین ضرایب PID

روش های حلقه بسته تعیین ضرایب PID

انواع روش های حلقه بسته

روش های تنظیم حلقه بسته بسته ارجاع پیدا می کند به روش هایی که:

- (۱) روش زیگلر نیکولس
- (۲) روش اصلاح شده زیگلر نیکولس
- (۳) tyreus_luyben method
- (۴) Damped oscillation method

۱.۲ روش زیگلر نیکولس

$T_D = \infty$ و $T_I = 0$ را طور پیش فرض تعیین می کنیم K_P را از 0 زیاد می کنیم تا نقطه بحرانی

K_{CR} جایی که خروجی برای اولین بار خروجی نامیرا پیدا می کند سپس مطابق «شکل ۱.۲» میزان

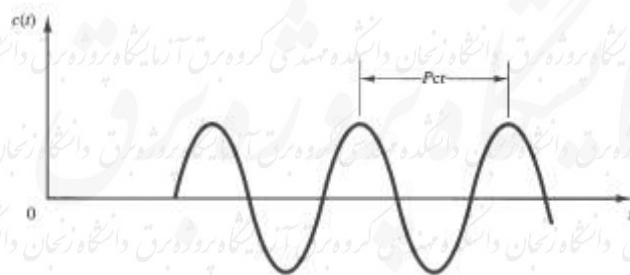
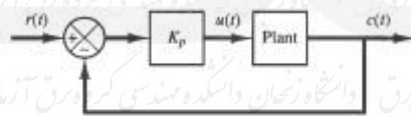
بهره ی بحرانی K_{CR} در زمان تناوب آن P_{CR} به طور تجربی تعیین می شود. [1]

$$Gc(S) = Kc(1 + \frac{1}{TiS} + TDS) \quad (1.2)$$

تناسبی k_c

انتگرالی t_I

مشتقی t_D



شکل ۱.۲ پاسخ نوسانی سیستم حلقه بسته به ازای بهره بحرانی

در این روش، زیگلر و نیکولز پیشنهاد می کنند مقادیر پارامترهای با توجه به «جدول ۱.۲» تنظیم شوند:

جدول ۱.۲ جدول زیگلر نیکولس حلقه بسته

نوع کنترلر	Kp	Ti	Td
P	0.5Kcr	∞	0
PI	0.45Kcr	0.83Pcr	0
PID	0.6Kcr	0.5Pcr	0.125Pcr

$$Gc(S) = Kc(1 + \frac{1}{TiS} + TDS) \quad (2.2)$$

$$= 0.6Kcr(1 + \frac{1}{0.5PcrS} + 0.125PcrS) \quad (3.2)$$

$$= 0.075Pcr \frac{4}{S(S + \frac{4}{Pcr})^2} \quad (4.2)$$

یک قطب در مبدأ و صفر دوگانه ای $S = \frac{-4}{K_{CR}}$ دارد.

قواعد زیگلر نیکولس برای تنظیم کننده ها PID به کاررفته در سیستم کنترل های کنترل صنعتی که دینامیک یک دستگاه دقیقاً معلوم نیست زیاد استفاده می شود.

معایب این روش:

- به دلیل انجام آزمون و خط وقت گیر است.
- نقطه ی ناپایداری مرزی می برد و ممکن است این شرایط خطرناک باشد.
- این روش برای سیستم های ناپایدار حلقه باز قابل استفاده نیست.

۶. گامگاه پروژه برق دانشگاه زنجان و اسکده مندی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان

دانشجویان محترم:

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

منابع و مراجع

- [۱] کات سو هیگو اوگاتا، محمود دیانی؛ مهندسی کنترل، انتشارات نص، ویرایش چهارم، ۱۳۸۹.
- [2] خاویر فرناندز، احمد رضا بقایی، مهندسی کنترل در متلب، کیان رایانه‌ی سبز
- [3] Chen C.L. "A Simple Method for Online Identification and Controller Tuning", *AIChe J*, **35**, 2037 (1989)
- [4] K. Åstrom and T. Hagglund, "PID controllers: Theory, Design and Tuning", Instrument society of America, North Carolina, 1995.
- [5] K. J. Åstrom and T. Hagglund, "Automatic Tuning of Simple Regulators", *IFAC 9th World Congress*, Budapest, 1984
- [6] Hang C.C, J.K. Astrom, W.K. Ho; "Refinements of Ziegler Nichols Tuning formula", *IEE Proceedings*, **138(2)**, 111 (1991)
- [7] M. Hypiusová, S. Kajan, PID CONTROLLER DESIGN BY MODIFIED ZIEGLER-NICHOLS METHOD, Development of Auto Tuning PID Controller Using Graphical User Interface (GUI), *International Journal of Information and Electronics Engineering*, Vol. 3, No. 4, July 2013
- [8] Atif Ali Khan¹, Adnan I. Elberjaoui Yakzan, Oumair Naseer, Bilal S. Chehab, Speed Control of an Intelligent Tank Using PID Controller (Modelling, Simulation, Architecture Design and GUI Implementation), *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, (ISSN 2250-2459, Volume 2, Issue 11, November 2012)
- [9] Mohammad Shahrokhi and Alireza Zomorodi, Comparison of PID Controller Tuning Methods, Department of Chemical & Petroleum Engineering, Sharif University of Technology
- [۱۰] Jutan A.; "A Comparison of Three Closed Loop Tuning Method Algorithms", *AIChe J*, **35**, 1912 (1989)
- [11] Lee J., W. Cho; "An Improved Technique for PID Controller Tuning from Closed Loop Tests", *AIChe J*, **36**, 1891 (1990)
- [12] Smith, C.A., A.B. Copripio; "Principles and Practice of Automatic Process Control", John Wiley & Sons, 1985