آزمایشگاه‌های آموزشی
دانشکده مهندسی شیمی

بهار 1400

- **آزمایشگاه کنترل فرآیند**

پردیس دانشکده‌های فنی
دانشکده مهندسی شیمی

آزمایشگاه کنترل فرآیند

تعریف آزمایشگاه:

آزمایشگاه کنترل فرآیندها به منظور آشنایی عملی دانشجویان رشته‌های مهندسی شیمی با مفاهیمی است که در درس کنترل فرآیند به صورت تئوری فراگرفته‌اند.

Process Control Laboratory:

شرح وظایف کارشناس آزمایشگاه:

1ـ نظارت بر حسن اجرای آزمایش‌ها مطابق با دستورالعمل کار با دستگاه‌ها

2ـ نظارت بر اجرای دقیق آیین‌نامه‌های سلامت، ایمنی و محیط زیستی

3- نظارت بر نظم و تمیزی آزمایشگاه

4- پاسخ‌گویی به سوال‌ها و اشکال‌های دانشجویان

5- طرح سوال‌های مفهومی و به چالش کشاندن دانشجوها به منظور تفکیک سطح علمی دانشجوها

6 – ارزشیابی پایان ترم دانشجوها با برگزاری امتحان نهایی و تنظیم فهرست نمره دانشجوها

دستگاه‌های مورد استفاده:

1- آزمایش کنترل دما در خطوط لوله

2- آزمایش ارتفاع و دبی با آرایش متوالی

3- آزمایش بررسی برهمکنش بین حلقه های کنترل

4- آزمایش کنترل فشار

5- آزمایش کنترل ارتفاع ودبی در یک سیکل بسته

آزمایشات:

1-کنترل دمای خطوط لوله

1-1- هدف: آشنایی با کنترل سیستم‌های دارای تأخیر انتقالی.

تاخیر انتقالی یکی از پدیده‌های مرسوم در فرایندهای شیمیایی و یکی از مشکلات تعیین پارامترهای کنترلرها و تنظیم آنهاست. در این آزمایش با روش پیشنهادی زیگلر و نیکولز این نوع سیستم تنظیم می‌شود.

1-2- شرح فرآیند:

این دستگاه دارای سه مسیر لوله با طولهای 1/5، 8 و 12 متر میباشد. امکان انتخاب یکی از این مسیرها برای هر گروهی وجود دارد. آب ورودی سرد به دو شاخه تقسیم می شود. یک شاخه وارد گرم کن شده و دمای آن افزایش پیدا می کند شاخه دیگر وارد شیر کنترل می شود. خروجیها در یک نقطه مجددا با یکدیگر مخلوط می شود. در ادامه مسیر لوله ای وجود دارد که سیال در آن دارای زمان اقامتی است تا به محل سنسور دما برسد. لذا ایجاد تاخیر در سیستم کنترل می نماید. با بدست آوردن مدل این سیستم پارامترهای کنترلرها محاسبه می شود.

1-3- روش آزمایش:

1-3-1- محاسبه پارامترهای کنترلر:

کنترلر را در وضعیت دستی قرار داده خروجی از کنترلر را در5٪ قرار دهید. صبر کنید تا سیستم به حالت پایا برسد یعنی دمای خروجی دیگر تغییر نکند. سپس خروجی در مقدار65٪ قرار دهید. از این لحظه تغییرات دما را بر حسب زمان تا رسیدن به حالت پایا یادداشت نمایید. با فرض اینکه مدل درجه اول با تاخیر انتقالی باشد پارامترهای مدل و سپس پارامترهای هر سه کنترلر تناسبی، تناسبی- انتگرالی و تناسبی- انتگرالی- مشتقی را محاسبه نمایید.

1-3-2- اجرای کنترلر تناسبی برای کنترل دما:

با انجام محاسبات، مقدار K_c را به دست آورید. PB متناظر را محاسبه نمائید. بعد از تنظیم Reset time در مقدار Max مقدار PB را در دستگاه قرار دهید. SP را برابر با PV قرار دهید. یک تغییر پله ای به اندازه 10٪ در SP اعمال نمائید. تغییرات PVبر حسب زمان تا زمان نشست یادداشت نمایید. اگر پاسخ نوسان داشت با تنظیم مجدد PBوانجام تست نوسان را از بین ببرید. کلیه داده ها و دلایل را درگزارش کار ارائه نمایید.

1-3-3- اجرای کنترلر تناسبی- انتگرالی:

در صورتی که با کنترلر قبلی افت کنترل از بین نرفته و سیستم تنظیم نشده باشد برای تعیینPBو τ_i از جدول زیگلر و نیکولز استفاده کنید و مقدار آن را محاسبه نموده و قرار دهید. با انجام آزمایشات مختلف مقادیر مناسب PB و τ_iرا تعیین نمایید. در این وضعیت نباید سیستم افت کنترل داشته باشد. در صورتیکه با این کنترلر نوسان و افت کنترل حذف شود نیازی به انجام آزمایش بعدی نیست.

1-3-4- اجرای کنترلر تناسبی– انتگرالی – مشتقی:

مقادیر کنترلر PIDرا در دستگاه قرار دهید و مانند آزمایشات قبل عمل نمائید.

محاسبات:

1- روش منحنی واکنش را با ذکر مرجع و متن اصلی بدست آورده و ارائه نمایید.

2- داده ها و منحنی های دما و خروجی کنترلر آزمایش اول را ارائه نموده و پارامترهای مدل و کنترلر ها را با استفاده از آنها محاسبه نمایید.

3- رابطه کنترلر PID را نوشته و عملکرد قسمتهای مختلف آنرا توصیف نمایید.

4- با استفاده از محیط Simulink نرم افزار مطلب مدل حلقه باز را شبیه سازی نموده و داده های مدلسازی را با آن مقایسه نمایید.در صورتی که داده های مدل با داده های تجربی هماهنگ نبود مدل را تصحیح نمایید.

5- در محیط شبیه سازی در حالت حلقه بسته مقادیر kc را که در آزمایش تست نموده اید بکار گرفته با داده های تجربی مقایسه نمایید. مقادیر زمان خیز–زمان نشست–نسبت فروکش و فرارفت را گزارش نمایید.

6- درمحیط Simulink کنترلر PI را نیز شبیه سازی نموده و همانند سئوال قبل عمل نمایید. تمامی داده های تجربی را با داده های مدل مقایسه نمایید.

7- تاخیر انتقالی را با تقریب پد تعیین نموده و تابع حلقه بسته سیستم را بصورت دستی محاسبه نمایید.

8- با استفاده از جعبه ابزار مکان هندسی ریشه ها مطلب کنترلرهای Pو PI را طراحی نمایید. از toolboxمربوطه استفاده شود.

2-سیستم کنترل متوالی

2-1- هدف: آشنایی با سیستم های کنترل متوالی.

در این سیستم ها از دو کنترلر به طور همزمان به منظور کاهش اغتشاش و افزایش کیفیت کنترل استفاده می شود.

2-2- شرح فرآیند:

در این سیستم دو حلقه کنترل در نظر گرفته شده است. حلقه کنترل سطح و حلقه کنترل دبی. با اندازه گیری ارتفاع سیال توسط ترانسمیتر از نوع dp/cell الکترونیکی سیگنال به کنترلر الکترونیکی از نوع PID فرستاده می شود. در آغاز این کنترل به تنهایی با روش حدس و خطا تنظیم می گردد. در ادامه دبی سیال توسط اریفیس و ترانسمیتر اندازه گیری می شود . اینبار حلقه کنترل دبی بصورت منفرد توسط روش نوسانات دائم تنظیم می گردد. نهایتا حلقه تنظیم شده دبی داخل حلقه تنظیم شده سطح قرار داده شده مجددا سیستم با ایجاد اغتشاش تست و تنظیم می شود.

2-3- انجام آزمایش:

2-3-1- کنترل ارتفاع :

کنترلر را در وضعیت دستی قرار دهید و خروجی از آن را 100٪ نمائید تا سطح آب به اواسط تانک برسد. سپس خروجی از کنترلر را در مقدار 30٪ قرار دهید و صبر کنید تا سیستم به حالت پایا برسد. PB را دلخواه قرارداده و τ_i و T_d را صفر نمائید. مقدار SP را حدود 10٪ بالاتر یا پائینتر از PV قرارداده کنترلر را در وضعیت اتوماتیک قرار دهید و تغییرات آن را بر حسب زمان را یادداشت نمائید. (در صورت ناپایدار بودن سیستم، PB را تغییر دهید). آزمایشات را با مقادیر مختلف PB انجام داده تا مقدار مناسب را به دست آورید. هر بار که PB را تغییر می دهید با اعمال یک تغییر پله ای به اندازه 10٪ به مقدار مقرر، عملکرد کنترلر را چک نمائید. در صورت داشتن افت کنترل مقدار τ_i مناسب را به دست آورید.

2-3-2- کنترل دبی:

کنترل دبی در خط لوله فرآیندی سریع است. لذا برای بررسی پایداری مناسب می باشد.از کنترلر دوم استفاده می شود. هدف، تنظیم کنترلر با استفاده از روش نوسانات دائم می باشد. مقداری را برای PB انتخاب کرده و مقادیر τ_i و τ_d را صفر نمائید. مقدار SP را با 10٪ فاصله از PV انتخاب نموده و کنترلر را در وضعیت اتوماتیک قرار دهید. اگر پاسخ میرا شد، مقدار PB را تغییر دهید. هدف به دست آمدن PB ای می باشد که در نتیجه آن پاسخ سیستم به اعمال یک تغییر در مقدار مقرر، نوسانی با دامنهٔ ثابت باشد. وقتی PV کنترلر در محدوده بین 100-0 نوسان نماید، سیستم به مرز ناپایداری رسیده است. در این حالت دوره نوسان زمانی پاسخ (P_u) را اندازه گیری کنید. مقدار PB ای که سیستم را به مرز ناپایداری رساند، PB_u می باشد که متناظر با K_{cu} است. با استفاده از جدول زیگلر و نیکولز برای کنترلر PI، پارامترهای کنترلر را با توجه به مقادیر PB_u و P_u محاسبه نموده ودر دستگاه قرار دهید. هم اکنون کنترلر تنظیم شده است. مقدار مقرر را با فاصله ای به اندازه 10٪ تا PV قرار داده، تغییرات آن را برحسب زمان یادداشت نمایید و کنترلر را در وضعیت اتوماتیک تنظیم کنید. با انجام آزمایشات، مقادیر مناسب کنترلر را به دست آورید.

2-3-3- کنترل متوالی:

در آزمایشات قبل کنترلرهای ارتفاع و دبی تنظیم شده است. در این آزمایش هدف، تنظیم کنترلر سطح همراه باکنترلر دبی است. خروجی از کنترلر سطح به عنوان مقدار مقرر وارد کنترلر دبی می شود. به این منظور باید کنترلر دبی در وضعیت Remote قرار داده شود. مقدار SP در کنترلر اولیه را 10٪ بالاتر یا پائین تر از مقدار اندازه گیری شونده قرار دهید. در کنترلر دوم دکمه Shift و Remote را فشار دهید تا چراغ Remote روشن گردد. اگر مدار درست وصل شده باشد، چراغ Remote ثابت می شود. در غیر اینصورت این چراغ مرتبا خاموش و روشن می شود و بیانگر اینست که سیگنالی به ورودی Remote کنترلر وارد نمی شود. بعد از ثابت شدن چراغ Remote، هر دو کنترلر را در وضعیت اتوماتیک قرار دهید تغییرات ارتفاع را برحسب زمان یادداشت نمایید. در صورت نیاز کنترلرها را دوباره تنظیم نمائید. مقادیر مقرر، پارامترهای کنترلرها و پاسخ های سیستم را در گزارش کار ارائه کرده و در رابطه با آنها بحث نمائید.

محاسبات:

1- مقادیر مقرر، پارامترهای کنترلرها و پاسخ های سیستم برای کنترل سطح، دبی و آرایش متوالی را با ارائه داده های تجربی گزارش نموده دلایل تان را برای تغییر پارامترها ارائه نموده ودر رابطه با آنها بحث نمائید.
2- روش نوسانات دائم با ذکر مرجع و متن اصلی ارائه نموده و توضیح دهید.
3- محاسبات پارامترهای کنترلر دبی از روش زیگلر نیکولز با نوسانات دائم را با استناد به داده ها ارائه نمایید.
4- تئوری کنترل متوالی را ارائه نمایید.تابع تبدیل حلقه بسته آنرا بدست آورید در رابطه با عملکرد کنترلر داخلی بحث نمایید.
5- کنترل های سطح ، دبی را منفردا در محیط Simulink شبیه سازی نموده و سپس در آرایش متوالی قرار داده نتایج را با داده های تجربی مقایسه نمایید. اثر تغییر پارامترهای کنترلر ها را در محیط شبیه سازی بررسی نمایید.

3-کنترل ارتفاع و دبی

3-1 هدف: تنظیم و اجرای کنترلرهای تناسبی و تناسبی- انتگرالی برای کنترل ارتفاع آب در تانک و کنترل دبی آب در خط لوله

3-2- شرح دستگاه:

این دستگاه دارای دو مخزن است . ارتفاع اب در مخزن اول کنترل می شود . از مخزن دوم برای ذخیره آب استفاده می شود. اب در یک مسیر بسته سیرکوله می شود. این سیستم دارای دو شیر کنترل است. شیر کنترل اصلی از نوع N/Cو دیگری از نوع N/O است. برای حفاظت از پمپ شیر کنترل دوم در مسیر کنار گذر پمپ قرار دارد.

3-3- روش آزمایش:

3-3-1- به دست آوردن مدل تجربی سیستم:

کنترلر را در وضعیت دستی قرار دهید. خروجی آنرا در مقدار20٪ قرار دهید. با پایا شدن سیستم آنرا در مقدار 40٪ قرار داده وتغییرات ارتفاع را برحسب زمان ثبت نمائید.

3-3-2- تنظیم کنترلر تناسبی با روش حدس و خطا

کنترلر در وضعیت اتوماتیک قرار داده و مقدار مقرر دلخواهی را برای SP انتخاب نمایید. ثابتهای زمانی انتگرالی و مشتقی را برابر صفر نموده و مقدار PB را دلخواه قرار دهید. یک پله به اندازه 10٪ به SP اعمال نمایید. مقادیر PVوOutput کنترلر را بر حسب زمان تا زمان نشست یادداشت نمایید. با انجام آزمایش PB مناسب را بدست آورید.

3-3-3- تنظیم کنترلر تناسبی انتگرالی

از PB که از آزمایش قبل بدست آورده اید استفاده نموده و با انجام آزمایش Reset time مناسب را بدست آورید.نحوه انجام همانند قبل است.

3-3-4- بدست آوردن پارامترهای کنترلر دبی:

مدار دبی، شامل اریفیس برای اندازه گیری دبی و شیر کنترل بعد از آن برای تنظیم دبی می باشد. تغییر موقعیت شیر باعث تغییر آنی در دبی می‌شود. این مدار یک ثابت زمانی کوچک دارد و برای مطالعه اثر پارامترهای کنترلر شامل PB و ثابت زمانی انتگرالی مناسب می باشد. برای بستن مدار کنترل، FT را به ورودی کنترلر وصل نمایید.برای آگاهی از مقدار سطح در تانک از LT به MV وصل نمایید. با پر شدن تانک چراغ Alarm کنترلر روشن می شود. در این مواقع با خاموش نمودن پمپ سطح آب در دو تانک را یکسان نموده و سپس مجددا آزمایش را شروع نمایید. هدف، تنظیم کنترلر با استفاده از روش نوسانات دائم می باشد. مقداری را برای PB انتخاب کرده مقدار SP را با 10٪ فاصله از PV انتخاب نموده و کنترلر را در وضعیت اتوماتیک قرار دهید. اگر پاسخ میرا شد، مقدار PB را تغییر دهید. هدف به دست آمدن PB ای می باشد که در نتیجه آن پاسخ سیستم به اعمال یک تغییر در مقدار مقرر، نوسانی با دامنهٔ ثابت داشته باشد. در این حالت دوره نوسان زمانی پاسخ (P_u) را اندازه گیری کنید. با استفاده از جدول زیگلر و نیکولز پارامترهای کنترلر را با توجه به مقادیر PB_u و P_u محاسبه نموده ودر دستگاه قرار دهید. هم اکنون کنترلر تنظیم شده است. مقدار مقرر را با فاصله ای به اندازه 10٪ تا PV قرار داده، کنترلر را در وضعیت اتوماتیک قرار دهید. با انجام آزمایشات، مقادیر مناسب کنترلر را به دست آورید.

محاسبات:

1- با استفاده از داده های آزمایش مدل سازی تجربی سیستم ثابت زمانی ، مقاومت و بهره سیستم را محاسبه نمائید.
2- تابع تبدیل بین ارتفاع ودبی برای تانک بافرض اینکه مقاومت خروجی از این تانک خطی باشد را به دست آورید.
3- با داشتن مدل سیستم، در محیط Simulinkسیستم حلقه بسته با کنترلرهای Pو PIرا شبیه سازی نموده نتایج را با داده های تجربی مقایسه نموده بحث نمایید.
4- مکان هندسی ریشه ها را برای کنترلر تناسبی و تناسبی- انتگرالی با استفاده از مدل سیستم با استفاده از نرم افزار MATLABرسم نموده و بحث نمایید.
5- تابع تبدیل حلقه بسته را به دست‌آورده و پاسخ زمانی آن را به اعمال تغییر پله ای در مقدار مقرر برای کنترلرهای تناسبی و تناسبی - انتگرالی به دست آورید. (مدل فرایند، پارامترهای نهائی کنترلرها که در آزمایشگاه بدست آورده اید و مقدار مقرری را که انتخاب نموده اید را در این رابطه قرار داده و پاسخ را بر حسب زمان رسم نموده و با منحنی تجربی مقایسه کنید.)
6- داده های مربوط به بدست آوردن پارامترهای کنترلر دبی با روش نوسانات دائم را ارائه نمایید.
7- داده های مربوط به تنظیم کنترلردبی را ارائه نموده وپاسخ های بدست آمده برای مقادیر مختلف پارامترهای کنترلر را رسم نموده،در رابطه با روند تغییرات پاسخ ها با تغییر پارامترها بحث نمایید.

4-کنترل سیستم‌هایی با چند متغیر

4-1- هدف: بررسی دو حلقه کنترل دما و سطح همراه با برهمکنش.

4-2- شرح دستگاه:

این دستگاه دارای یک تانک مجهز به دو حلقه کنترل سطح توسط آب سرد و کنترل دما توسط آب گرم است. حلقه کنترل سطح شامل ترانسمیتر الکترونیکی LT از نوع dp/cell، کنترلر الکترونیکی LIC از نوع PID و شیر کنترل CV_2 روی مسیر آب سرد می باشد. حلقه کنترل دما شامل ترانسمیتر الکترونیکی دما TT، کنترلر الکترونیکی TIC از نوع PID و شیر کنترل CV_1 روی مسیر آب گرم ورودی می باشد. آب گرم توسط دستگاه Utility با دمای حداکثر $50\,^{\circ}C$ تأمین می شود. شامل یک تانک بقطر 0/21متر و دو ورودی گرم و سرد که بترتیب برای کنترل دما و سطح بکار گرفته می شوند. برای بررسی بهتر برهمکنش بین حلقه های کنترل، دبی های ورودی جریان های سرد و گرم با مقدار برابر تنظیم شده اند.شیر خروجی بصورت دستی قابل تنظیم بوده به شکلی که مقدار کل جریان ورودی در حداکثر مقدار سطح بحالت پایا برسد. بدین منظور حلقه کنترل سطح و دما را در وضعیت دستی با خروجی100٪قرار داده شیر خروجی بشکلی که ارتفاع در مقدار100 پایا شود تنظیم شده است. در اینحالت حلقه های کنترل در فاصله 0-100کنترل پذیر می باشند.

4-3- روش آزمایش:

برای بررسی اثر برهمکنش حلقه کنترل سطح بر روی حلقه کنترل دما، هر دو حلقه کنترل دما و سطح به طور هم زمان اجرا می گردند. همچنین رابطه ریاضی واحد جداسازی در دستگاه به صورت عملی مورد بررسی و تحقیق قرار گرفته و بهره های واحد جداسازی محاسبه می‌شود. نهایتا کنترل نمودن دو حلقه کنترل همراه با واحد جداسازی انجام می‌شود.

4-4-تعیین مشخصه شیر کنترل:

توسط سیم های رابط از LIC به CV_2 و از TIC به CV_1 وصل نمایید. هر دو کنترلر را در وضعیت دستی (MAN) قرار بدهید. دکمه های shift (زرد رنگ) و Man زیر در پوش کنترلر را فشار داده تا چراغ MAN روی صفحه زیرین کنترلر روشن شود. دکمه scroll را فشار دهید تا چراغ out روشن شود. سپس دکمه افقی زیر در پوش را فشار داده تا صفحه فعال گردد و عدد مورد نظر را وارد نمایید. خروجی کنترلر دما را روی صفر تنظیم نمائید. شیر کنترل گرم (CV_1) بسته می شود. در حالی که کنترلر سطح در وضعیت دستی قرار داردو شیر کنترل سرد بسته است. خروجی کنترلر دما را از 0تا100تغییر داده و دبی متناظر با هر خروجی را توسط بشر و کرنومتر اندازه گیری می نمایند

4-5- کنترل هم زمان سطح و دما :

مقادیر مقرر دلخواهی را برای کنترلرها وارد نموده و در وضعیت اتوماتیک قرار دهید. توجه داشته باشید بر همکنش بین حلقه ها مانع از کنترل دقیق همزمان سطح و دما خواهد شد. تغییرات سطح و دما را برحسب زمان یادداشت نمایید.

4-6- بررسی واحد محاسبه:

عملکر واحد محاسبه بر اساس رابطه زیر است.

$$out = input\ B + k(input\ A - reference1) \qquad (1\text{-}4)$$

فاصله 0-100تمامی مقادیر 4-20 mA است. ولوم این دستگاه از 0-100 قابل تنظیم است. هدف از انجام این آزمایش کالیبراسیون مقادیر K است.سیم بندی را طبق جدول زیر انجام دهید.

جدول 4-1-سیم بندی واحد محاسبه

	1
Input A	LIC (output)
Input B	TIC (output)
InputC	Reference1
output	CV_1

کنترلرها را در وضعیت دستی قرار دهید. خروجی محل نشان دهنده شیر کنترل است. طبق جدول زیر خروجیهای کنترلر ها و reference1را تغییر داده در حالی که 100٪ باز می شود مقدار kدر رابطه و عدد متناظر آن روی ولوم را یادداشت نمایید. و رابطه بین آنها را برای آزمایشات بعد بدست آورید.

جدول 4-2- تعیین رابطه K

LIC(A)	TIC(B)	Ref©	kمحاسبه	ولوم k
100	0	0		
50	0	0		
100	0	50		
50	0	0		
75	0	25		
0	100	50		

4-7- محاسبه بهره های سیستم جداساز

هر دو کنترلر را در وضعیت دستی قرار دهید. خروجی کنترلر دما را روی 10٪ و خروجی کنترلر سطح را روی 25٪ تنظیم کنید. صبر کنید تا سیستم به حالت پایا برسد. مقادیر PV هر دو کنترلر را یادداشت نمائید. 10٪ خروجی کنترلر دما را افزایش داده و صبر کنید تا سیستم دوباره به حالت پایا برسد. مقادیر جدید سطح و دما را یاداشت نمایید. حداکثر دمای سیال گرم $^{\circ}C$ 40و حداکثر تغییرات سطح 100٪ خواهد بود. با این فرض درصد تغییر دما وسطح را محاسبه نمائید.

بهره های G_{11} و G_{21} به شکل زیر محاسبه می شوند .

$$G_{11} = \frac{\%\Delta T}{\%\Delta U_T} \quad (2\text{-}4)$$

$$G_{21} = \frac{\%\Delta L}{\%\Delta U_T} \quad (3\text{-}4)$$

خروجی کنترلر دما را به مقدار قبلی برگردانده و صبر کنید تا سیستم دوباره به حالت پایا برسد. مقادیر جدید را یادداشت نمائید. 5% خروجی کنترلر سطح را تغییر دهید. هنگامی که سیستم به حالت پایا رسید، مقادیر جدید را یادداشت نمایید. بهره های G_{22} و G_{12} به شکل زیر محاسبه شوند.

$$G_{22} = \frac{\%\Delta L}{\%\Delta U_L} \quad (4\text{-}4)$$

$$G_{12} = \frac{\%\Delta T}{\%\Delta U_L} \quad (5\text{-}4)$$

همچنین از روابط زیر می توان مقدار سیگنال خروجی کنترلرها به ازای تغییر در خروجی کنترلر دیگر محاسبه نمود.

$$C_{12} = \frac{G_{12}}{G_{11}} \quad (6\text{-}4)$$

$$C_{21} = \frac{G_{21}}{G_{22}} \quad (7\text{-}4)$$

بهره های واحد محاسبه با توجه به رابطه ای که از آزمایش سوم بدست آورده اید را مشخص نمایید. مقدار Reference signal1=level controller output را برابر با 25٪ وبرای دومی 10٪ معادل با خروجی کنترلرها در حالت اولیه قرار داده و مقادیر محاسبه شده ی K را در واحد محاسبه تنظیم نمایید.

4-8- کنترل هم زمان دو حلقه کنترل همراه با سیستم جداساز

مدار جداسازها را بشکل زیر وصل نمایید.

جدول 4-3-سیم بندی دی کاپلر

	1	2
Input A	LIC	Reference2
Input B	TIC	LIC
InputC	Reference1	TIC
output	CV_1	CV_2

مقادیر مقرر هر یک از کنترلرها رابه طور دلخواه با فاصله ای از مقادیر PV آنها تنظیم نمایید. به طور هم زمان هر دو کنترلر را به حالت اتوماتیک تغییر وضعیت دهید. پاسخ بدست آمده را ثبت نمایید.با انجام آزمایشات مختلف سیستم کنترل را بهینه نموده، روی نتایج بحث نمایید.

محاسبات:

1-نمودار مشخصه شیر کنترل را رسم نموده، نوع شیر را مشخص نمایید.

2-رابطه مقدارkمحاسبه شده از رابطه واحد محاسبه با مقدار متناظر آن روی ولوم را مشخص نموده ،دقیقا توضیح دهید.

3- نحوه محاسبه پارامترهای جداسازها را ارائه نمایید.

6- مقادیر مقرر، ثابت های سیستم جداساز، پارامترهای کنترلرها و پاسخ های به دست آمده برای هردو حالت با برهمکنش و بدون برهمکنش راارائه کرده و روی نتایج بحث نمائید.

کنترل فشار

5-1-هدف:محاسبه پارامترهای کنترلرهای پس خور PIDبا استفاده از پاسخ حلقه باز سیستم. تنظیم این کنترلرها و بدست آوردن داده های تجربی برای مقایسه با داده های مدلسازی

5-2-شرح دستگاه:

این سیستم دارای یک تانک ذخیره برای پمپاژ آب به تانک بالایی می باشد. فشار این تانک با تنظیم دبی ورودی به آن تامین می شود.خروجی از آن ثابت است.

5-3-آزمایش اول: بدست آوردن مدل تجربی سیستم

کامپیوتر و دستگاه را روشن نمایید. فایل اجرایی نرم افزار را باز نمایید. وارد منوی کنترل دستی شوید. Sample time را روی 3 ثانیه تنظیم نمایید. شیر کنترل را 30٪ باز کنید. صبر کنید تا فشار در منحنی بالایی ثابت شود. سپس در صد باز بودن شیر را روی 60٪ قرار دهید. تا سیستم مجددا پایا شود. اکنون پاسخ سیستم به اعمال ورودی پله ای را بدست آورده اید. بر روی دکمه pressure curve کلیک کنید . بر روی Decktop پوشه ای بنام student dataقرار دارد در داخل این پوشه پوشه ای دیگری را بنام خودتان باز نمایید و فایل را بنام reaction curveذخیره نمایید. بر روی دکمه controller curveکلیک نمایید و داده ها را بنام output curveذخیره نمایید. علاوه بر این بر روی دکمه save data کلیک نمایید و فایلی بنام reaction tableذخیره نمایید.

5-4-محاسبات:

با استفاده از منحنی های بدست آمده زمان t1 مربوط به 28/3٪ پاسخ و زمان t2 مربوط به 63/2٪ پاسخ را بدست آورید.

T=1.5(t2-t1),alfa=t2-T,K=(p2-p1)/(output2-output1)

5-5-آزمایش دوم: کنترل تناسبی

پارامتر kcکنترلر را از رابطه زیر محاسبه نمایید.

Kc=T/(K*alfa)

وارد صفحه اتوماتیک کنترلر شوید. این پارامتر را تنظیم نموده و بقیه را صفر نمایید. یک تغییر پله ای به اندازه 20% بسمت بالا یا پایین به SP بدهید. بعد از پایا شدن سیستم بر روی دکمه pressure curveکلیک نموده و پوشه ای بنام P در پوشه خودتان ایجاد نمایید. فایل را با مقادیر بنام زیر ذخیره نمایید.

Kc(value)sp(value)pressureبر روی دکمه controller curve کلیک نموده و بنام

Kc(value)sp(value)outputذخیره نمایید. بر روی دکمه save data کلیک نموده و بنام

Kc(value)sp(value)dataذخیره نمایید.3 مقدار kcبطور دلخواه پایین تر از kc محاسبه شده و 3 مقدار بالاتر را تست نمایید هر بار SP را عوض کنید.

5-6-آزمایش3: کنترل تناسبی انتگرالی

مقدار kc=.9*T/(k*alfa)و Ti= 3.33*alfaرا محاسبه نموده همانند آزمایش قبل عمل نمایید. 3 مقدارTiبطور دلخواه پایین تر از Ti محاسبه شده و 3مقدار بالاتر را تست نمایید هر بار SP را عوض کنید.

5-7-محاسبات:

1- داده ها و منحنی های فشار و خروجی کنترلر آزمایش اول را ارائه نموده و پارامترهای مدل و کنترلر ها را با استفاده از آنها محاسبه نمایید.

2- با استفاده از محیط Simulink نرم افزار مطلب همین سیستم را شبیه سازی نموده و داده های مدلسازی را با آن مقایسه نمایید.در صورتی که داده های مدل با داده های تجربی هماهنگ نبود مدل را تصحیح نمایید.

3- در محیط شبیه سازی مقادیر kc را که در آزمایش 2تست نموده اید بکار گرفته با داده های تجربی مقایسه نمایید. مقادیر زمان خیز-زمان نشست-نسبت فروکش و فرارفت را گزارش نمایید.

4- داده های تست مقادیر متفاوت kcرا نیز ارائه نموده و با داده های شبیه سازی مقایسه نمایید.

5- درمحیط Simulink کنترلر PI را نیز شبیه سازی نموده و همانند سئوال2 عمل نمایید. تمامی داده های تجربی را با داده های مدل مقایسه نمایید.

6- رابطه کنترلر PIرا ارائه نموده در رابطه با عملکرد قسمت انتگرالی آن و اثری که در پاسخ حلقه بسته سیستم دارد بحث نمایید. داده های مربوط به تست مقادیر مختلف Tiرا ارائه نموده و به انها استناد نمایید.