اویل ایندااستری
Oilindustry.ir
CLICK HERE

دوره آموزشي تجهيزات فرآيندي

Unit Operations training courses

تهيه كننده : محمد بهزادي Mohammad Behzadi

انواع کنترلر
Controllers

17-1- سير تحولات سيستمهاي كنترلي

در آغاز سيستمهاي كنترلي صنعتي، عموماً سيستمهاي نيوماتيك(بادي) بودند كه هم براي انتقال فرمان‌ها (سيگنال‌ها) و هم براي تنظيم شيركنترل مورد استفاده قرار مي‌گرفتند. سيگنالهاي نيوماتيك همگي فشاري هستند و با فشاري بين 3 تا 15 psi قادر به تنظيم فرمانها مي‌باشند.

سيستمهاي نيوماتيك با وجود ايمني زياد(به خاطر استفاده از هوا) داراي مشكلات فراواني مي‌باشند. زيرا تمامي قسمتهاي سيستم مكانيكي هستند و اصطكاك زياد و به هم خوردن كاليبراسيون همواره براي واحدهاي صنعتي ايجاد مشكل مي‌كنند. مشكل مهم اين سيستمها هنگام انتقال سيگنالها و (فرمانها) از قسمت دستگاهها تا اتاق كنترل مي‌باشد كه زمان طولاني احتياج دارد و مشكلات زيادي براي كنترل سيستم به وجود مي‌آورد.

در دهه60 به علت مشكلات به وجود آمده توسط سيستمهاي كنترلي بادي و همگام با گسترش صنايع الكترونيكي مهندسان به استفاده بيشتر از تجهيزات الكتريكي روي آوردند. در اين زمان با استفاده از قطعات الكترونيكي مثل مقاومت، ديود و سلف تواستند سيگنالهاي الكتريكي را جهت تنظيم و كنترل به كار گيرند. مزاياي استفاده از چنين سيستمهايي عبارتند از

- ارزانتر بودن نسبت به سيستمهاي نيوماتيك
- نداشتن تاخير زماني

با وجود اين مزيتهاي مهم به علت مسائل ايمني، در ابتدا اين صنعت زياد مورد استقبال قرار نگرفت . اما مشكل جرقه زدن با استفاده از short circuit حل شد و پس از آن به سرعت وارد صنعت گرديد.

در اين زمان شيرهاي كنترلي جديدي به نام شيرهاي موتوري وارد بازار شدند كه دقت زيادي داشتند اما به علت ديناميک كند مورد استقبال قرار نگرفتند. عمدتاً ثابت زماني شيرهاي كنترلي موتوري در حد چند دقيقه مي‌باشد در حاليكه ثابت زماني شيرهاي كنترلي بادي در حد چند ثانيه مي‌باشد.

با توجه به ديناميك سريع شيركنترل هاي بادي و مزاياي سيستمهاي كنترل الكترونيكي در اين دهه دستگاهي به نام I to P convector به بازار عرضه شد. I to P اين اجازه را به طراح مي دهد كه تا سر شير كنترل تمامي فرمانها الكترونيكي باشند و درست در بالاي شير كنترل با استفاده از يک I to P اين فرمانهاي الكتريكي به فركانسهاي نيوماتيک تبديل مي‌گردند.

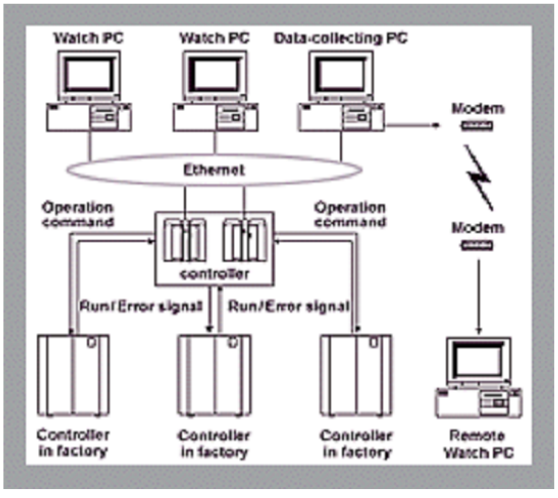
در دهه 70 عمده تحولات در بخش كنترل به وجود آمد و پس از مدتي وسايل انداره گيري پيشرفته نيز عرضه شد. اين بار ميكروپروسسور به جاي قطعات الكتريكي همچون مقاومت ديود و سلف به كار گرفته شد. مزاياي ميكروپروسسور عبارتند از:

- ارزانتر بودن
- قابليت محاسبه با سرعت بسيار زياد
- به كارگيري تنظيم كننده خودكار (Auto tuner mode)

شکل 17-1-اتاق کنترل یک سیستم کنترلیِ دیجیتال

در دهه 80 با استفاده از یک کامپیوتر قوي تحول عمده اي در صنعت کنترل صورت گرفت. تا قبل از استفاده از سیستم هاي DCS هر حلقه کنترلي با یک میکروپروسسور کنترل مي شد اما پس از ابداع DCS کل plant با استفاده از یک میکروپروسسور قوي کنترل مي شود.

تنها مشکل DCS این است که اگر میکروپروسسور از کار بیفتد تمامي plant به تبع آن از کار مي‌افتد. در نیمه این دهه با قسمت کردن plant تا حدود زیادي مشکل حل شد اما از آنجا که هر قسمت یک میکروپروسسور لازم دارد، هزینه کنترل بالا رفت. امروزه جهت مقابله با این مشکل از دو میکروپروسسور به صورت موازي استفاده مي شود. یعني کل plant با دو میکروپروسسور کنترل مي شود. این عمل بدین صورت است که هر دو میکروپروسسور ورودي دارند و محاسبات را همزمان انجام مي دهند اما تنها یکي از این دو خروجي دارد و دیگري در حالت آماده به کار (Stand By) مي باشد تا اگر میکروپروسسور اول از کار افتاد (fail کرد) سریعا دومي در همان لحظه وارد عمل گردد.



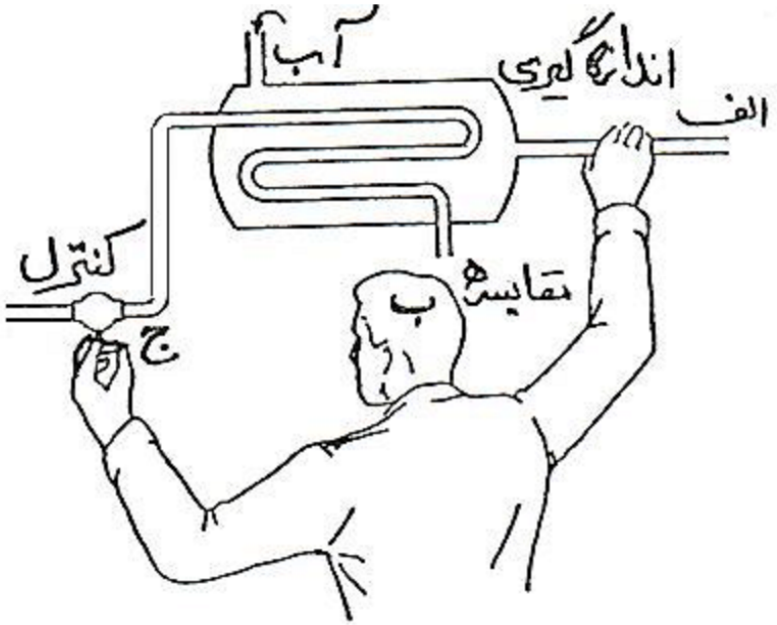
شکل 17-2- نمایی از نحوهٔ کنترل فرآیند توسط سیستم DCS

شكل 17-3- اتاق كنترل يك سيستم DCS

17-2- شرح و توصيف

هدف از كنترل، تنظيم فرايند درشرايط مورد نظر است. در ابتدا جهت آشنايي با برخي از مفاهيم كنترل فرايند به شكل ساده‌اي از كنترل يك فرايند مي‌پردازيم. فرايند مورد نظر براي گرم كردن آب(توسط يك سيال داغ) بكار رفته است.

نحوه عمل بدين صورت است كه ابتدا آب وارد يك مخزن به عنوان آب‌گرمكن مي‌شود و توسط يك كويل حرارتي (لوله‌هايي كه در آن يك سيال داغ وجود دارد) آب گرم مي‌شود.



شكل 17-4- نمايي از نحوة كنترل فرآيند توسط مسئول

الف) اندازه‌گيري:

توسط مسئول دستگاه

ميزان گرم يا سرد بودن آب [illegible]

ب) مقايسه:

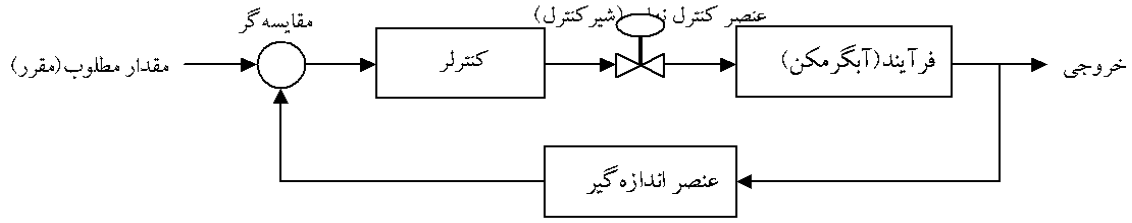
مسئول دستگاه، ميزان گرمي آب خروجي را با ميزان گرمي مطلوب(آنچه بايد باشد) در ذهن مقايسه مي‌كند.

ج) كنترل:

حال با توجه به مقايسه صورت گرفته و متناسب با ميزان دوري از حالت مطلوب، شير "ج" را باز يا بسته مي‌نمايد و سعي مي‌نمايد اختلاف دماي موجود را كاهش دهد.

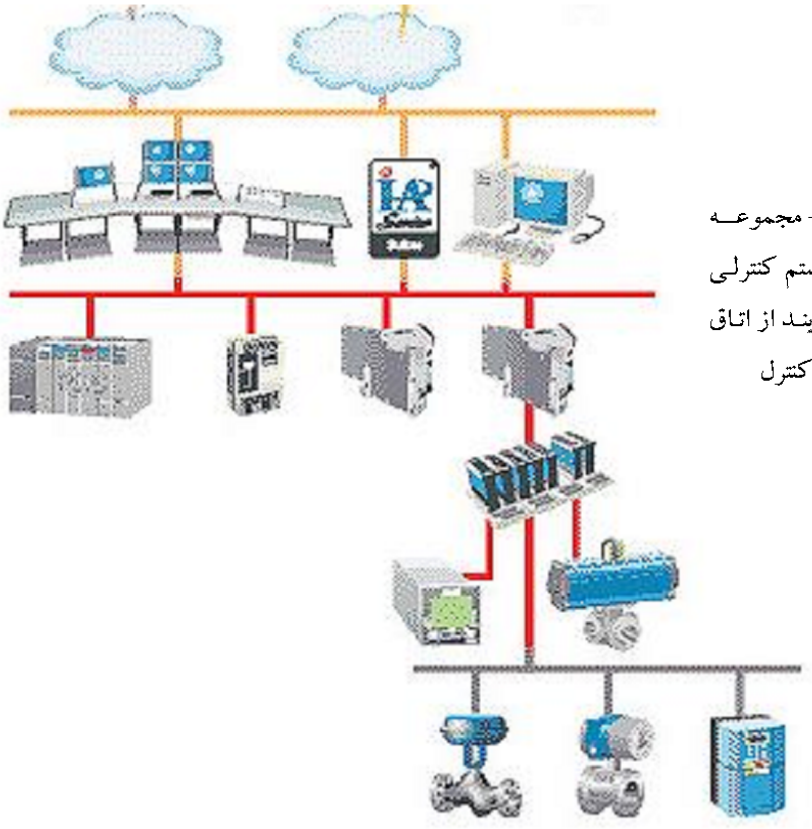
اين مجموعه عمليات الف-ب-ج آنقدر ادامه مي‌يابد تا در نهايت ميزان گرمي آب خروجي برابر مقدار مطلوب شود. اين مثال ساده اساس كار يك كنترلر متداول مي‌باشد اما مسلم است كه در صنعت هيچگاه از يك شخص به طور مستقيم و مداوم نمي‌توان استفاده كرد.

براي درك بهتر و راحت‌تر كردن محاسبات هيچگاه از شكل فوق استفاده نمي‌شود و بجاي آن از نمودار جعبه‌اي به شكل زير استفاده مي‌شود.



شكل 17-5- نمودار جعبه‌اي

سيستم كنترل نشان داده شده در شكل، سيستم مدار بسته (Closed loop system) و نيز سيستم پس خور (feed back system) ناميده مي‌شود زيرا مقدار اندازه‌گيري شده متغير كنترل شونده(دماي آب) به مقايسه‌كننده پس خورانيده(feed back) مي‌شود. در مقايسه‌گر ، متغير كنترل شونده با مقدار مطلوب(مقدار مقرر) مقايسه مي‌شود و اگر اختلافي بين مقدار متغير اندازه‌گيري شده و مقدار مطلوب موجود باشد توسط مقايسه‌گر، خطا (error) ايجاد مي‌شود و به كنترلر (Controller) فرستاده مي‌شود. حال كنترلر با توجه به خطاي ورودي تنظيمات لازم را براي شيركنترل(عنصر كنترل نهايي) ارسال مي‌كند. حال دوباره اندازه‌گير(مثلاً دماسنج) با اندازه‌گيري‌هايي كه از سيستم به عمل مي‌آورد براي مقايسه‌كننده مشخص مي‌كند كه آيا به مقدار مطلوب رسيده‌ايم يا خير و پس از آن مجموعه مراحل فوق دوباره تكرار مي‌شود.



شـكل 17-6- مجموعـه مراحل يک سيستم کنترلی برای کنترل فرآينـد از اتـاق کنترل تا سر شيرکنترل

برخي مفاهيم اساسي در بحث کنترل:

- **متغيرهاي کنترلي:** در بحث کنترل فرايند، متغيرهاي کنترلـي عبارتنـد از 1- دما 2-فشار 3- جريان 4- سطح

- **اندازه‌گيري:** عمل اندازه‌گيري توسـط عنصر اندازه‌گير متغيرهـاي کنترلـي در يك فرايند(4 مورد فوق) صورت مـي‌گيـرد. چگـونگي انـدازه‌گيـري و دسـتگاههاي مربوطه در ابزار دقيق به طور مفصل مورد بحث قرار گرفته‌اند.

- **مقايسه:** مقايـسه توسـط دسـتگاه مقايـسه‌کننـده صـورت مـي‌گيـرد. ايـن مقايسه بين مقـدار مطلـوب(Set point) و کميـت انـدازه‌گيـري شـده توسـط عنـصر اندازه‌گير انجام مي‌گيرد. قلمهاي ثبات در کنترل کننده‌هاي قديمي ايـن عمـل را انجام مي‌دهند و نتيجه را بـه صـورت فاصـله عقربـه از مقـدار مقـرر بـراي کنترلـر ارسال مي‌کنند.

- **کنترلـر:** بـا توجـه بـه خطـاي (error) فرسـتاده شـده از مقايـسه‌گـر فرمـان مقتضي را براي شير کنترل ارسال مي‌کند. مثلاً در مرسومترين نـوع کنترلـر کـه کنترلر PID(Proportional Integral Differential)مي‌باشد فرمان ارسال شده به صـورت سيگنالهاي الکتريکي يا بادي مي‌باشد.

- **فرمان(Signal):** پس از اندازه‌گيري تغييرات مشاهده شده در فرايند بايد اين تغييرات را به طريقي به ساير قسمتها منتقل کرد. در يك مـدار کنتـرل از يکـي از فرمانهاي زير استفاده مي‌شود.

1- ***فرمان برقي:*** فرمان برقي بيشتر براي مسافت‌هـاي دور مـورد اسـتفاده قرار مي‌گيرد. مثلاً براي فرستادن فرمـان از اتـاق کنتـرل تـا سـر شـيرکنترل يـا از وسايل اندازه‌گيري تا اتاق کنترل.

2- ***فرمان بادي:*** در فواصل كوتاه براي انتقال تغيير روند از فرمان هوايي استفاده مي‌گردد. در بعضي شرايط بجاي هوا ازگازها و يا مايعات (هيدروليكي) نيز استفاده مي‌گردد. به علت سرعت بالاي تغييرات در شير كنترل از فرمان بادي به صورت هواي فشرده استفاده مي‌گردد. بدين ترتيب از اتاق كنترل تا سر شير كنترل فرمان به صورت الكتريكي و براي سرعت بخشيدن به ديناميك سيستم از هواي فشرده جهت باز و بسته شدن اكثر شيرهاي كنترلي استفاده مي‌شود. البته گاهي اوقات شير كنترل با موتور الكتريكي به حركت در مي‌آيد كه همانطور كه گفته شد سرعت پاييني دارد.

3- ***فرمان مكانيكي:*** اين نوع فرمان در داخل ابزار دقيق مورد استفاده قرار مي‌گيرد و در مدار كنترل استفاده نمي‌شود.

- **فرايند:** دستگاه يا مجموعه دستگاه‌هايي كه بايد در حد شرايط مورد نظر كنترل شوند را فرايند گويند.

- **پس‌خور:** اغلب راهكار تنظيم يك فرايند به صورت پس‌خور مي‌باشد يعني پس از آنكه تغييرات توسط كنترلر به سيستم اعمال شد، به صورت مستمر متغيرهاي سيستم(فرايند) اندازه‌گيري مي‌شوند و به مقايسه‌گر پس‌خورانيده مي‌شوند تا آنكه خطا صفر شود.

- **حالت يكنواخت:** يك فرايند را هنگامي مي‌توان در حالت يكنواخت ناميد كه هيچ‌يك از متغيرها با گذشت زمان تغيير نكند. در اكثر فرايندهاي صنعتي تمامي دستگاهها بايد حول يك نقطه ثابت كه طراحي شده‌اند كار كنند كه نقطه يكنواخت ناميده مي‌شود.

- **اغتشاش و بار:** معمولاً فرايندها هميشه در يك نقطه مشخص كه طراحي شده‌اند عمل نمي‌كنند. اين موضوع به علت نويزها مي‌باشد. به عنوان مثال غلظت يا دبي خوراك ورودي به يك واحد ممكن است همواره تغيير كند. اگر اغتشاش ورودي به فرايند قابل اندازه‌گيري باشد و به نوعي بتوان آنرا مدل كرد آنرا بار (load)مي‌نامند. راهكارهاي زيادي جهت مبارزه با نويزها و بارها وجود دارد.

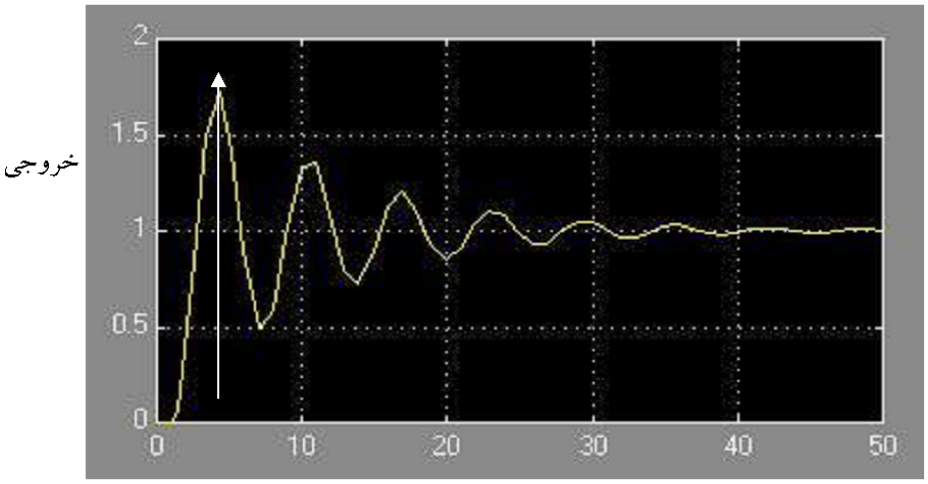
- **تاخير زماني(Lag):** در اكثر فرايندهاي صنايع شيميايي همواره يك تاخير زماني بين ورودي و خروجي وجود دارد. در ساده‌ترين مورد هنگامي كه يك سيال از لوله عبور مي‌كند هيچگاه به محض ورود به لوله از سوي ديگر خارج نمي‌شود. يعني مدت زماني به اندازه زمانيكه لازم است تا لوله با سيال ورودي پر شود لازم است تا اثر ورود سيال در خروجي ظاهر شود. اين پديده را تاخير زماني يا Lag مي‌گوييم. به عنوان مثال اثر تغيير در شرايط خوراك ورودي به يك دستگاه تقطير ممكن است دهها دقيقه به طول بيانجامد تا تاثير آن در محصول تقطير شده خروجي از بالاي برج مشخص گردد.

17-3- طراحي كنترلر

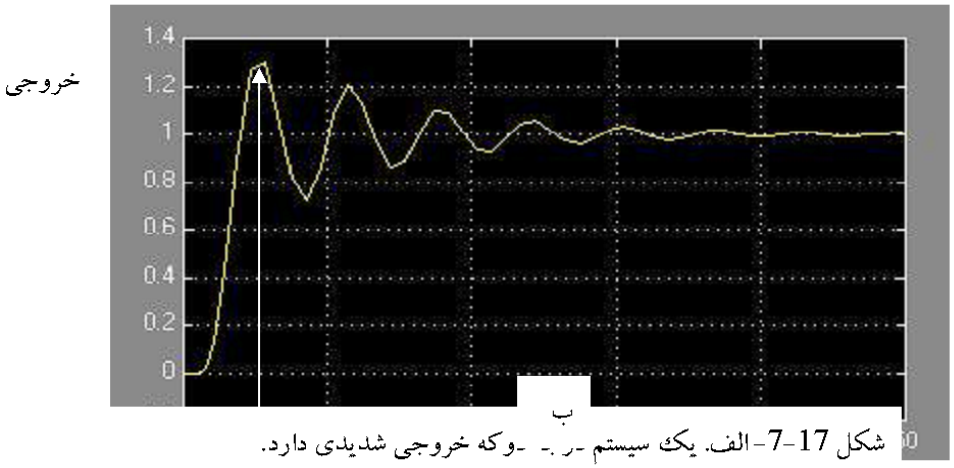
در حالت كلي به سه منظور كنترلر طراحي مي‌گردد:

1- اگر سيستم خيلي تند باشد و بخواهيم سرعت آنرا تعديل كنيم. به عنوان مثال در مواردي سيستم بسيار حساس است و با يك تغيير كوچك عكس‌العمل‌هاي شديدي ممكن است به شير كنترل وارد كند كه باعث استهلاك آن مي‌گردد. در نتيجه بايدكنترلري طراحي شود تا مانع از عكس‌العمل‌هاي شديدِ

شيركنترل شود. در اين حالت اصطلاحاً مي‌گوييم يك ديناميك در سيستم وارد كرده‌ايم.



2- گاهي سيستم مورد نظر بسيار كند است و مي‌خواهيم سيستم سريعتر به جواب برسد. در اينحالت بايد مدار كنترلي بخشي از ديناميك فرايند را خنثي سازد. اين كار با مدلسازي فرايند و حذف ديناميك سيستم تا جاي ممكن عملي مي‌شود.



شکل 17-7- الف. یک سیستم ـر ـ ـوکه خروجی شدیدی دارد.

ب. پس از قراردادن یک دینامیک در سیستم پاسخ تعدیل شده است.

3- سيستم ناپايدار است و بايد پايدار شود. بحث پايداري مهمترين بحث طراحي كنترلر مي‌باشد و تمامي سيستمها بايد به دقت مورد مطالعه واقع شوند تا ببينيم سيستم پايدار است يا خير. در صورت پايداري بايد با الگوريتمهاي موجود آنرا پياده‌سازي كنيم. حتي اگر سيستم پايدار باشد بايد مواظب باشيم تا پس از بستن مدار و طراحي كنترلر سيستم ناپايدار نگردد. در هنگام طراحي از اين عامل به عنوان يكي از پارامترهاي طراحي استفاده مي‌كنيم.

17-4- تنظيم كنترلر

در تنظيم كنترلر همواره دو عامل در نظر گرفته مي‌شود:

17-4-1- پايداري

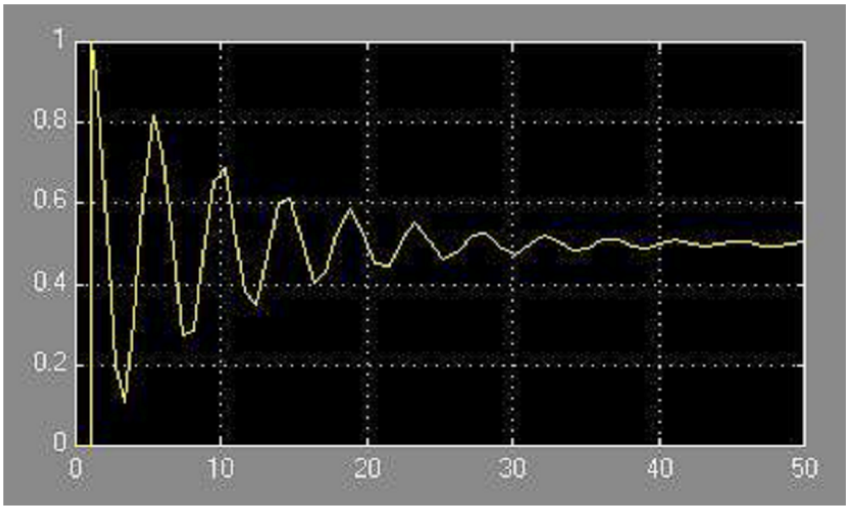
در بحث طراحي كنترلر يكي از مهمترين قسمت‌ها بررسي پايداري سيستم مي‌باشد. يك سيستم هنگامي پايدار است كه اگر يك ورودي محدود به سيستم وارد شود پس از مدت زمان معيني خروجي محدود بماند. به عنوان مثال اگر يك تغيير در دما يا دبي ورودي راكتور به وجود بيايد پس از يك مدت زمان معين انتظار آنست كه شرايط عملياتي راكتور و كيفيت محصول خارج شده مقدار معيني باشد نه آنكه پس از مدتي راكتور از كنترل خارج شود و مثلاً منفجر گردد. هنگام تنظيم كردن؟"tune"كنترلر بايد متوجه موضوع پايداري بود.

17-4-2- عملكرد كنترلر

در بحث عملكرد كنترلر معمولاً چند عامل در نظر گرفته مي‌شوند و سعي طراح بر آن است كه كنترلر را طوري تنظيم كند كه به بهترين جواب برسد. برخي از مهمترين پارامترهايي كه در تنظيم
عملكرد كنترلر در نظر گرفته مي‌شوند عبارتند از :

- *سرعت رسيدن به جواب نهايي*
- *آفست يا خطاي ماندگار* در برخي از سيستم‌ها به وجود مي‌آيد و باعث مي‌شود كه سيستم هيچگاه به جواب نهايي نرسد و تنها در حدود جواب نهايي قرار گيرد. معمولاً در طراحي‌ها سعي مي‌شود مقدار انحراف به حداقل برسد.
- *اورشوت:* در برخي سيستمها به وجود مي‌آيد. در اين حالت سيستم در لحظه‌اي كه ورودي به آن وارد مي‌شود عكس‌العمل شديدي نشان مي‌دهد. اين موضوع باعث بالا رفتن سرعت رسيدن به جواب نهايي مي‌شود. اما از طرف ديگر باعث استهلاك كنترلر و خراب شدن محصولات نيز مي‌گردد. ميزان اورشوت بايد بهينه باشد(شكل 17-7- الف).
- *انتگرال خطا:* سطح زير نمودار مي‌باشد. مشخص است كه هرچه اين سطح كوچكتر باشد كنترلر عملكرد بهتري دارد.

عموماً در طراحي دو عامل پايداري و عملكرد با هم در تقابل مي‌باشند. بدين معنا كه غالباً به خاطر پايداري بايد مقداري از كيفيت عملكرد سيستم بكاهيم. به عنوان مثال براي اينكه سيستم معيار پايداري بهتري داشته باشد خصوصاً در مقابل خطاي مدلسازي مقاومت نشان دهد و اصطلاحاً "Robust" باشد مجبوريم از سرعت ديناميكي سيستم بكاهيم و به نوعي مانع از ورودي‌هاي شديد به سيستم شويم . در تنظيم كنترلر معمولاً از روشها و جداول استاندارد استفاده مي‌شود. يكي از مهمترين اين روشها تنظيم كنترلر با روش زيگلر-نيكولز مي‌باشد كه با رجوع به جداول مربوطه مي‌توان كنترلرهاي PID را تنظيم كرد.



شکل 17-8- نمودار خطا بر حسب زمان (برای سیستم شکل 6.) هر قدر سطح زیرنمودار کمتر باشد، سیستم بهتر عمل می کند

17-5- روش‌هاي مهم در طراحي كنترلر

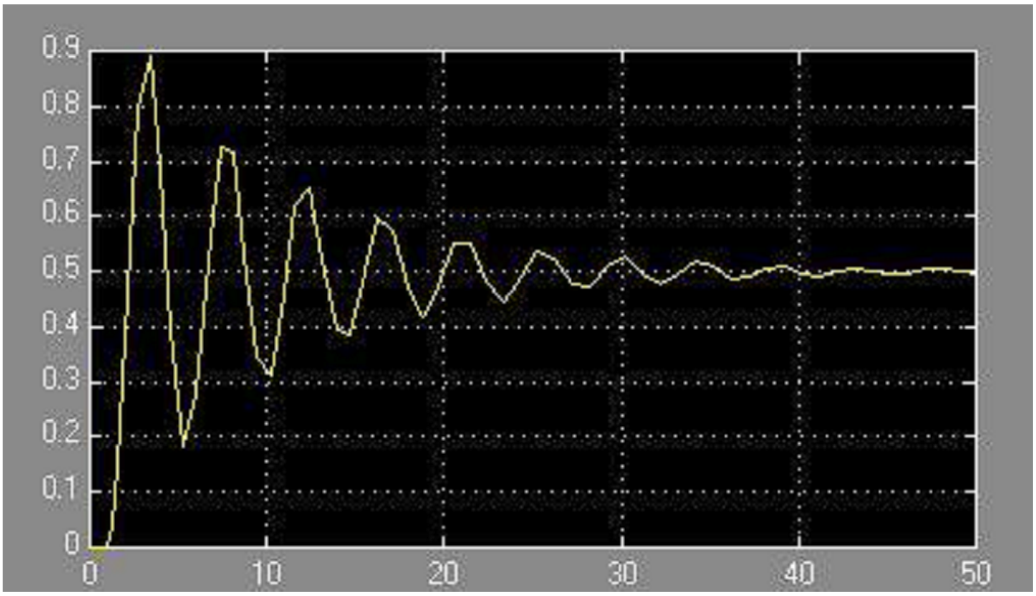
17-5-1- سيستم مدار بسته (Closed loop system)

اين روش طراحي، مهمترين روش كنترل كردن سيستمهاي كنترلي مي‌باشد. در مورد اين روش در ابتداي اين بخش توضيحات كافي داده شده است. به طور كلي مبناي اين روش استفاده از اطلاعات فرايند و مقايسه آن با مقدار مطلوب مي‌باشد. سپس بر اساس دوري و نزديكي از مقدار مطلوب (set point) كنترلر عكس‌العمل‌هاي مقتضي را صادر مي‌كند(رجوع شود به شكل 17-5).

يكي از اثرات مهم سيستم مدار بسته كاهش حساسيت مي‌باشد اما با عدم قطعيت سيستم به خوبي مقابله مي‌كند. نكته مهم آنكه در اكثر الگوريتم‌هاي كنترلي در نهايت پس از انجام همه مراحل سيستم را مدار بسته نيز مي‌كنند. در روش كنترل پيش‌خور بيشتر راجع به اين موضوع بحث خواهيم نمود.

17-5-2- كنترل پيش‌خور (Feed Forward)

جهت مقابله با اثرات بار(Load يا اغتشاشات قابل اندازه‌گيري) از اين روش استفاده مي‌شود. مبناي اين روش رساندن اطلاعات مربوط به اغتشاش ورودي در همان لحظات اوليه به كنترلر مي‌باشد تا كنترلر اثر بار ورودي را در همان ابتدا خنثي سازد.



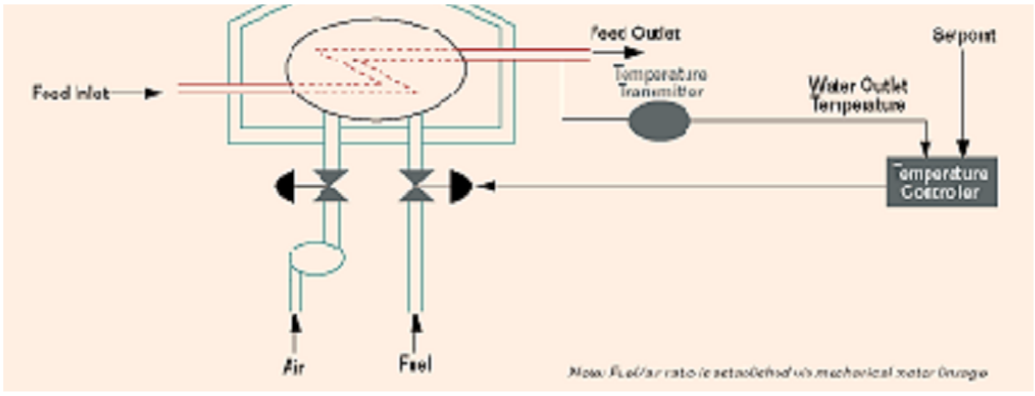
شكل 17-9- پاسخ مدار بستهٔ سيستم (شكل 7) . پس از بستن مدار و ورودی پله در خروجی 50٪ آفست داريم كه نشان ميدهد كنترلر بايد بهتر تنظيم شود.

جهت روشن شدن موضوع يك گرمكنندهٔخوراك را مطابق شكل زير در نظر بگيريد.در اين فرآيند مي‌خواهيم دماي خروجي جريان خوراك از گرمكن را توسط تغيير در شدت جريان سوخت ورودي به گرمكن كنترل كنيم. يك مداركنترل پس‌خور ساده نمي‌تواند به طور مناسب عمل كنترل را انجام دهد، زيرا جريان خوراك عملاً داراي نوسانات فشار و دبي مي‌باشد.

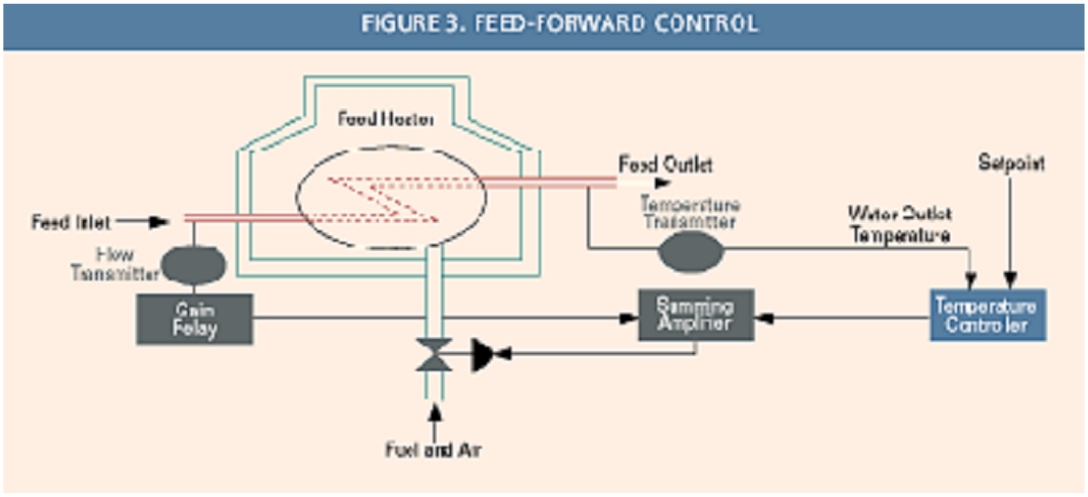
با قراردادن يك اندازه‌گيرجريان روي ورودي خوراك (بار) مي‌توان (شكل 17-11) عملكرد سيستم را به‌طور قابل توجهي بهبود داد.دقت شو دكه تمام عمليات تنها با يك شير كنترل، تنظيم مي‌شود.

17-5-3- كنترلر"Feed Forward/Feed Back"

همانطور كه گفته شد پس از طراحي كنترلرها عموماً سيستم را مدار بسته مي‌كنند. يعني پس از اينكه سعي شد اثر بار ورودي با پيش‌خور خنثي شود سپس با مدار پس‌خور فرايند كنترل مي‌شود تا مشخص شود سيستم به جواب مورد نظر رسيده يا نه(شكل فوق). علت اين موضوع آنست كه ما در مدلسازي سيستمهاي فرايندي همواره با خطا روبرو هستيم كه با سيستم مدار بسته اين اثرات را خنثي مي‌كنيم. البته شايد اين سوال پيش بيايد كه پس حالا كه از مدار پس، ديگر چه نيازي به مدار پيش‌خور است. جواب اين سوال آنست كه با مدار پيش‌خور تا حد بسيار خوبي مي‌توان عملكرد سيستم را بهبود بخشيد و با اثرات load مقابله كرده و از طرفي با استفاده از مدار پس‌خور، سيستم را مقاوم (Robust) كرد تا كنترلر با اثرات خطاي مدلسازي مقابله كند. در نتيجه سيستم كنترلي خيلي بهتر عمل خواهد كرد.



شکل 17-10- فرآیند گرم‌کنندهٔ خوراک. با یک کنترل پس‌خور به‌تنهایی نمی‌توان دمای خروجی را به طور مناسب کنترل کرد



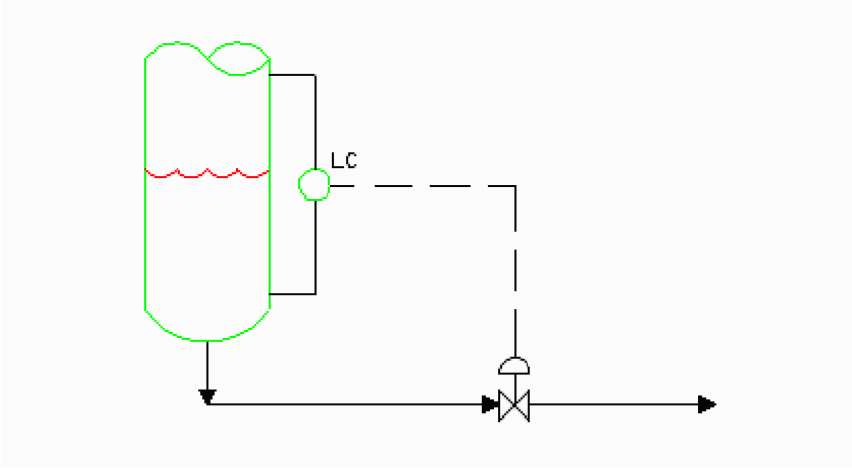
شکل 17-11- با اندازه گیری load (جریان خوراک) می‌توان سرعت وعملکرد سیستم را بهبود داد.

17-5-4- كنترل زنجيره‌اي (Cascade)

براي مقابله با اثر نويز(noise) در اغتشاشاتي كه به سيستم وارد مي‌شود و كثيرالاتفاق مي‌باشند از اين روش كنترلي استفاده مي‌شود.

در اين حالت يك وسيله اندازه‌گيري در قسمتي كه اغتشاش وارد مي‌شود قرار مي‌دهيم و سعي مي‌كنيم عمل كنترل سيستم را تنها با يك شير كنترل انجام دهيم. با مثال زير علت گذاشتن كنترل Cascade مشخص مي‌شود.

در يك ستون تقطير عموماً جهت تنظيم سطح در ته برج از اين روش استفاده مي‌شود. در شكل 17-12 كنترل سطح با يك مدار پس خور ساده نشان داده شده است. به‌علت تغييرات ارتفاع(فشار)جريان خروجي از لولة پايين آورنده داراي اغتشاش زيادي مي‌باشد كه بركاهش عملكرد شيركنترل تاثير زيادي مي‌گذارد و باعث مي‌شود زمان زيادي طول بكشد تا كنترلر بتواند با هر تغيير

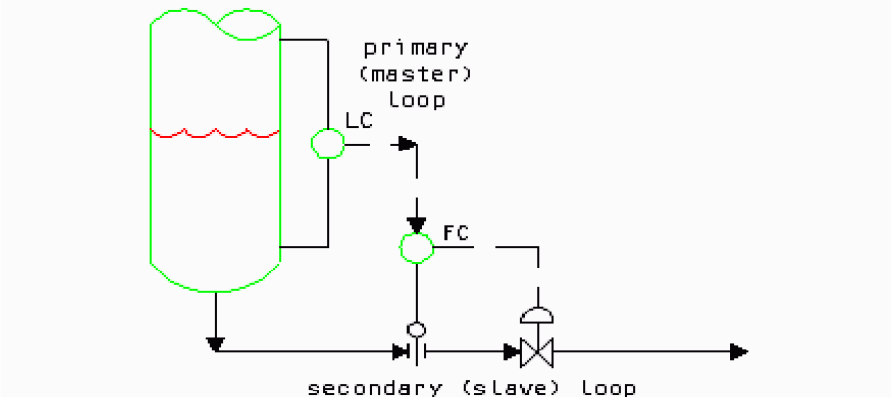


شكل 17-12- كنترل پس‌خورِ سطح يك ستون تقطيرتنها با استفاده از اندازه‌گيري

روي سيستم مقابله كند.

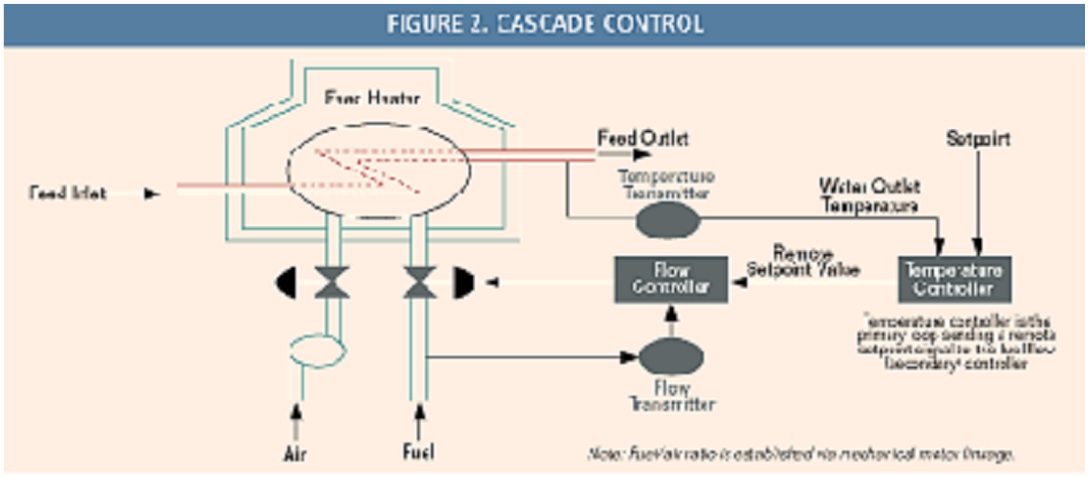
براي بهبود سرعت عمليات كنترل بايد از يك كنترل cascade استفاده كرد(شكل 17-12). در اين صورت با قرار دادن يك اندازه‌گير جريان، سرعت كنترل پنج برابر افزايش مي‌يابد. مدار LC را حلقة اوليه يا ارباب(master) و مدار FC راحلقة ثانويه يا بَرده(slave) گويند.

براي آشنايي بيشتر با اين الگوريتم كنترل، مدار شكل 17-10(گرمكن) را در



شكل 17-13- كنترلcascade سطح يك ستون تقطير با استفاده از اندازه‌گيري سطح كه با اندازه‌گيرِ جريان كوپل شده است.

نظر بگيريد. سوخت ورودي به گرمكن به علت تغييرات فشار داراي اغتشاش زيادي مي‌باشد كه عملكرد سيستم ر ا به شدت كم مي‌كند و حتي ممكن است آنرا ناپايدار كند. براي بالا بردن عملكرد و مخصوصاً سرعت كنترل ا زيك كنترل cascade مطابق شكل 17-14 استفاده مي‌شود. در اين سيستم با قرار دادن يك سنسور و يك كنترلر ديگر با استفاد ه از يك شير كنترل سيستم ر ا



شكل 17-14- كنترل cascade براى مقابله با اثرات اغتشاش در جريان

كنترل كرده‌ايم.كنترلر دماي جريان خوراك حلقة اوليه مي‌باشد كه remote set point ر ا براي حلقة ثانويه مي‌فرستد.

به طور كلي يكي از مهمترين موارد كاربرد اين نوع كنترلر در كنترل جرياناتي مي‌باشد كه از واحد utility مي‌آيد و تغييرات زيادي دارد در اين حالت اين جريان‌ها يك عامل اغتشاش مي‌باشد و ميزان ثابتي ندارد. اگر تغييرات اين اغتشاش لحاظ نگردد مشكلات زيادي براي كنترل سيستم به وجود مي‌آيد و حتي ممكن است باعث ناپايداري فرايند گردد. در اين حالت بهترين كار آنست كه دما يا فشار اين جريان‌ها كنترل گردند.

17-5-4-1- چند نكته در مورد كنترل زنجيره‌اي

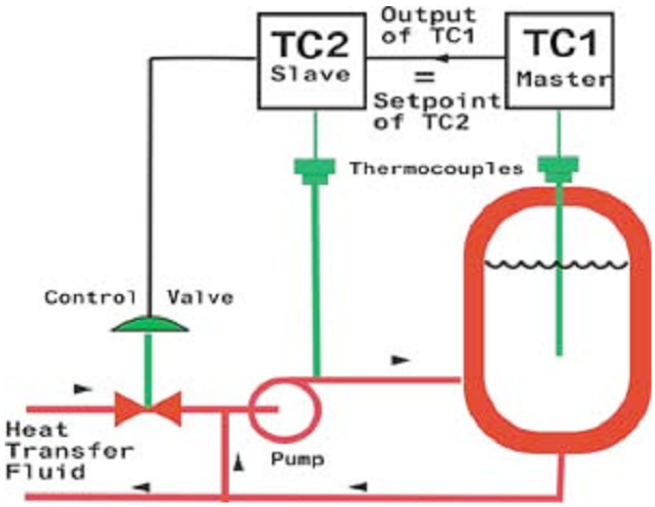
به دليل اهميت و كاربرد گسترده اين نوع كنترلر به توضيحات زير لازم است توجه شود:

1- در صنعت اگر متغير كنترلي، جريان باشد كه داراي اغتشاش زيادي مي‌باشد آنرا Cascade مي‌كنند(معمولاً جريانهايي كه از utility مي‌آيد).

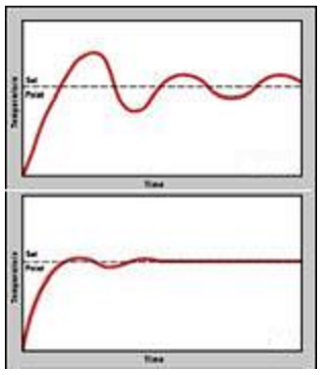
2- اين كنترلر در جايي استفاده مي‌شود كه بيش از يك بار (load) وجود دارد.

3- جهت تنظيم (tune) ابتدا بايد كنترلر را روي وضعيت manual قرار داده و حلقه داخلي را تنظيم كرد سپس آنرا remote مي‌كنيم و بعد از آن حلقه خارجي را تنظيم مي‌كنيم.

4-



الف



ب

شکل 17-15- الف. یک رآکتور با سیستم کنترل زنجیره‌ای(cascade)

ب. پاسخ سیستم به یک ورودی پله‌ای. پاسخ بالایی توسط یک مدارکنترل پس‌خور معمولی

پاسخ پایینی توسط یک مدار کنترل cascade