

موضوع: ۱۲، ۱۳، ۱۴

* کنترل متداخل / متوالی / آبشاری / زنجیره ای cascade control :

مثال و مشکل از اینجا شروع می شود :

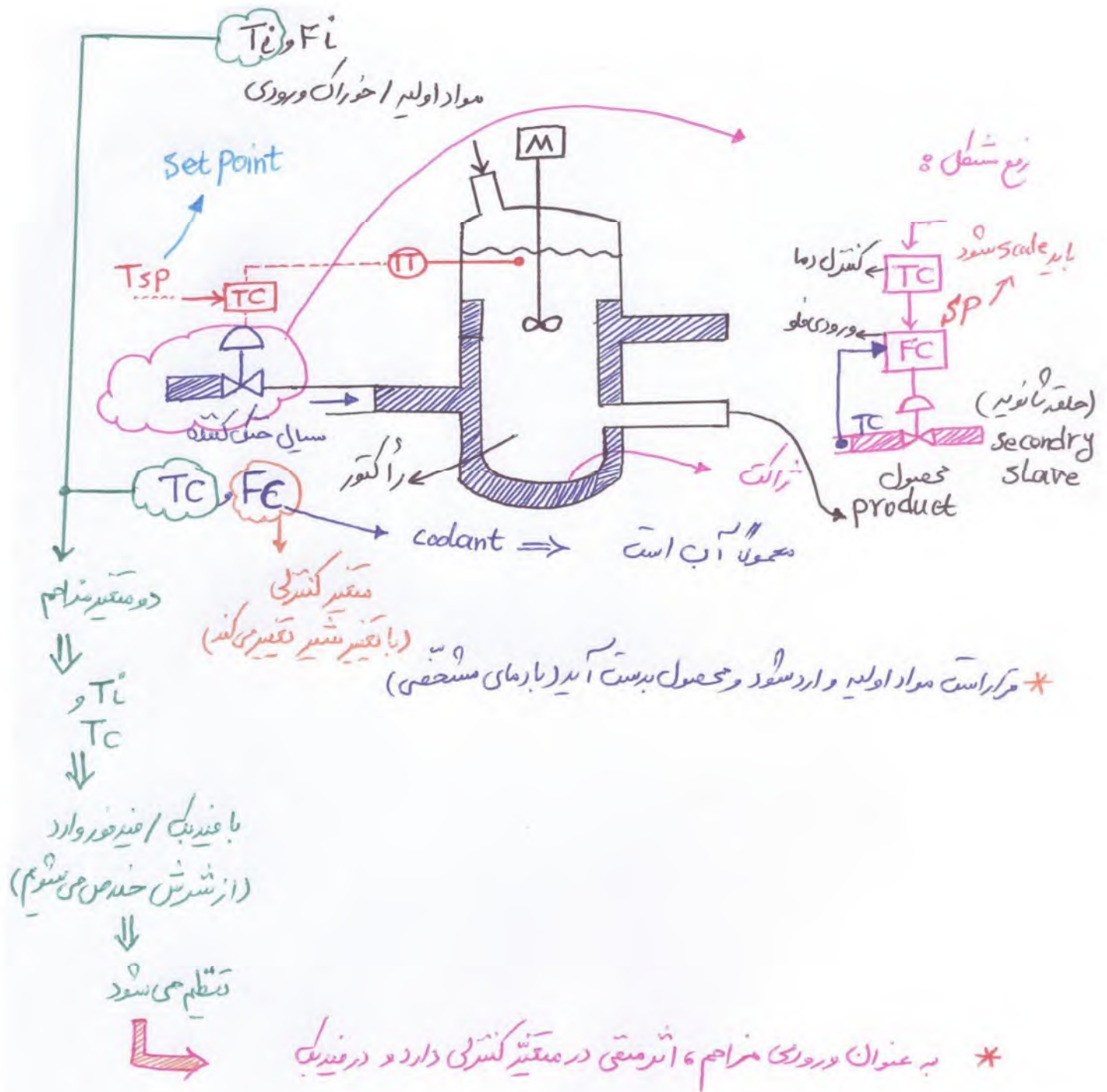
فرآیند کنترلی : کنترلی ، هیستر و ... ← به عنوان محرک وارد تقسیم می شود .
« Actuator »

* مثال : ۱- ۲- ۳- لستر برپایه : اگر مشکلی در کار وجود آید

↓
خارگرم می شود
۳- لستر برپایه کم می شود
↓
هدف : بخش بالای فرآیند (سرند مخزن)
سازوکار راهوری تنظیم می کند که به ۳- دی بپسند
کنترل متداخل وسط می آید

* اینای حلیم ها مجزا نیستند (قانون با کنترل فیدبک و فید فوروارد)

استاد : برای معرفی کنترل متداخل با مثال CSTR شروع می کنیم :

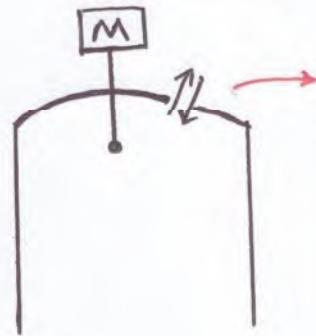


به موقع متوجه نمی شویم

حود $\leftarrow$ حلقه ای که دما نیاز دارد، گویا به چه دمايي نیاز دارد؟ خورمان حلقه کنش می بینیم و

آنها تنظیم می کنیم (تبادل گرمایی بین دمای ورودی و مقدار مورد نیاز)

استاد
↓
* صورت مسئله: اگر اینرولاسیون هوا وجود داشته باشد آیا می شود از cascade



مبادل حرارتی

استفاده کرد؟

فیلتر ورودی ← اغتشاش در خروجی ندارند

cascade ← اغتشاش در ورودی اندکی کند → در حلقه ری بنده می شود.

استاد
↓
منبع مراکز: استفاده از واکنش شیمیایی درون راکتور برای تولید محصول از

مواد اولیه تحت شرایط دمایی مناسب (می خواهم دمای مخزن با استفاده از سیال خنک کننده

در معادله T_{sp} ثابت نگه داشته شود)

* مشکل: تغییرات دمایی مواد ورودی (خوراک ورودی) و تغییرات دمایی سیال خنک کننده

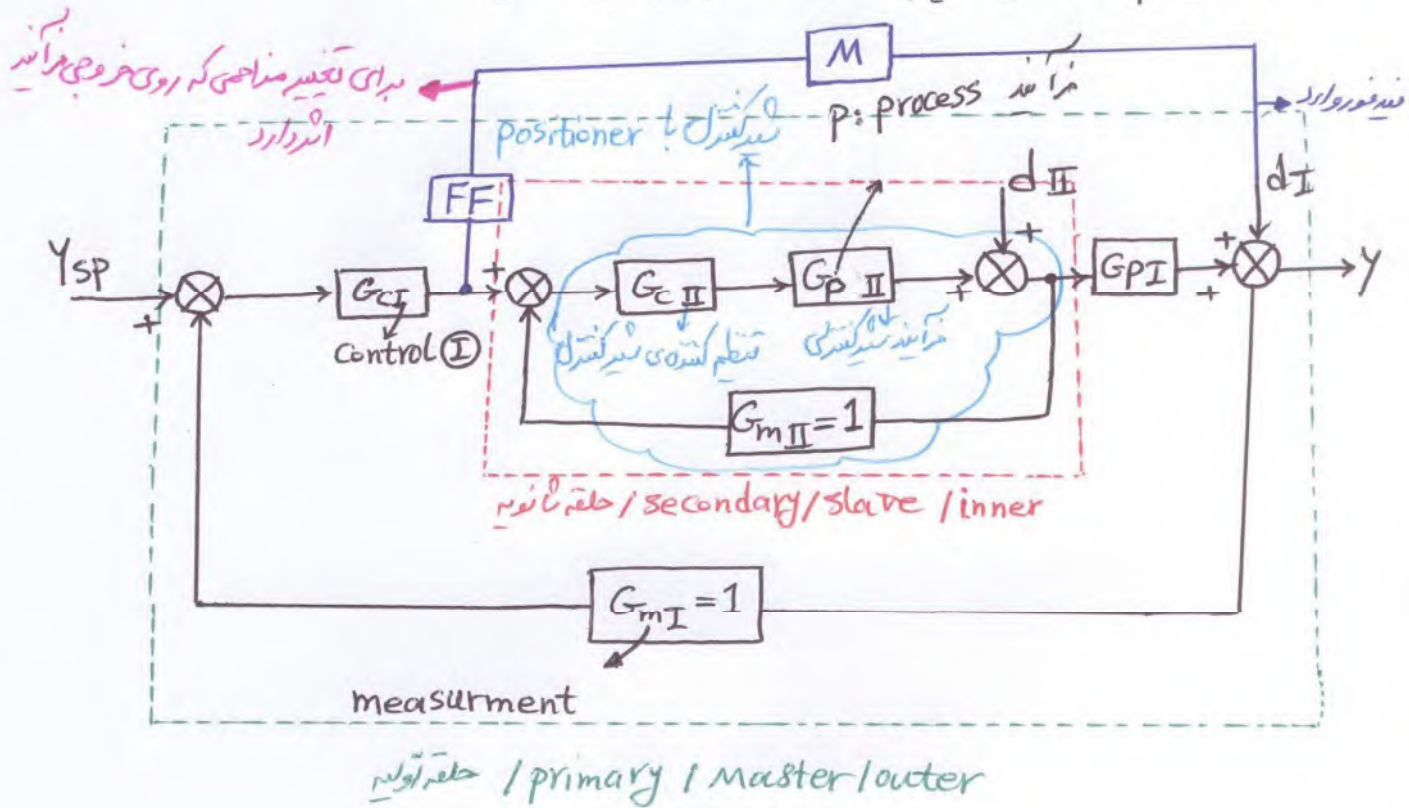
* مسئله دات: تغییرات دمایی خوراک ورودی را معمولاً با استفاده از همان فیلترک سنتی

یا فیلتر وارد حل می کنیم و برای رفع معضل تغییرات دمایی سیال خنک کننده، یک حلقه

کنترل دما روی سیر کنترل می بینیم که از حلقه تنظیم دمای اولیه، فرمان مناسب را دریافت کرده

و با توجه به اندازه گیری رمای سیال خاک کشته، رِبی سیال خاک کشته را تنظیم می کند.

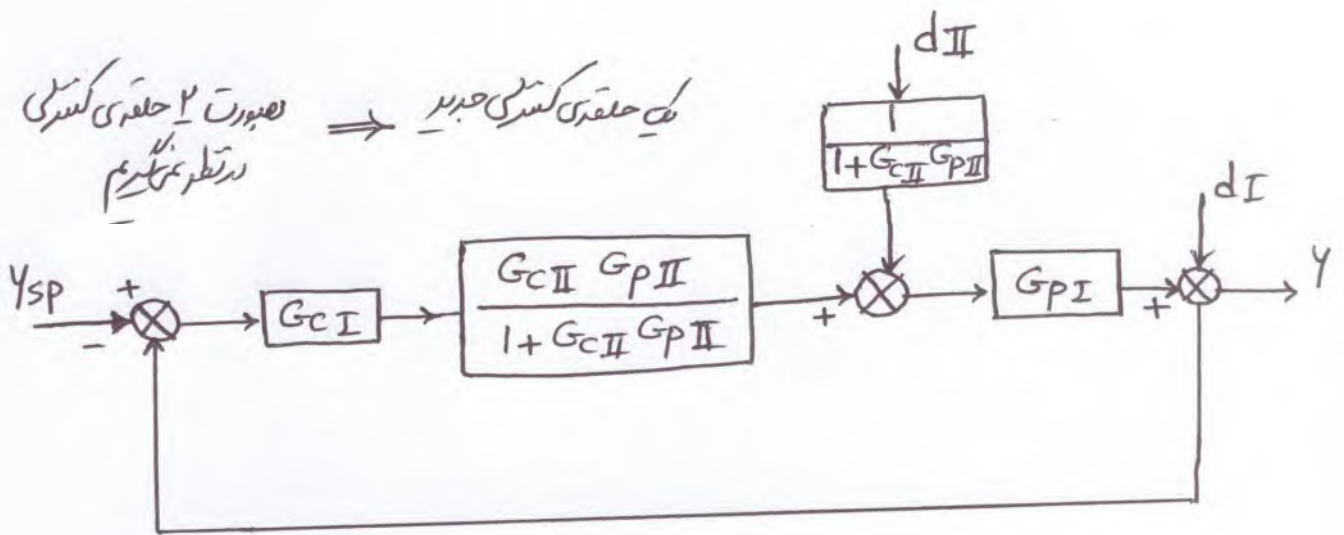
* بدون ریاضیات گسسته و یک سیستم کنترل متداخل به فرم کلی زیر است :



$$\left| \begin{array}{l} G_{ol II} = G_{c II} G_{p II} \quad , \quad G_{cl II} = \frac{G_{c II} G_{p II}}{1 + G_{c II} G_{p II}} \\ \text{open loop} \quad \quad \quad \text{close loop} \end{array} \right.$$

$$G_{oLI} = G_{cI} \left(\frac{G_{cII} G_{pII}}{1 + G_{cII} G_{pII}} \right) G_{pI}, G_{dI} = \frac{G_{oLI}}{1 + G_{oLI}}$$

* از نظر ریاضی و طراحی بسیار، مرسوم است از بزرگ راگرام صفحه‌ی بعد استفاده کنیم.



* نکات طراحی :

حیون اهمیت خط در حلقه ی بالایی مهم است (چون هدف کسری (مادر داخل) را تقویت است نه کسری سیال!)
 $\Downarrow$
 سی خطی حالت ماندگار در حالت ثانویه مهم نیست که وجود داشته باشد.

۱) حیون خطی حالت ماندگار (آفست) در حلقه ی اولیه پس از حلقه ی ثانویه مهم است ↑ آفست

معمولاً از P در حلقه ی ثانویه استفاده می شود.

می برای طراحی در حلقه ی ثانویه یک P با سرعت بالا بدون توجه زیاد به آفست طراحی

می کنیم. پس در حلقه ی اولیه یک PID با توجه به خطی حالت ماندگار و سرعت، طراحی می گردد.

* سوال : سرعت مجموعه ی اولیه بیشتر باید باشد یا ثانویه ؟ حلقه ی ثانویه

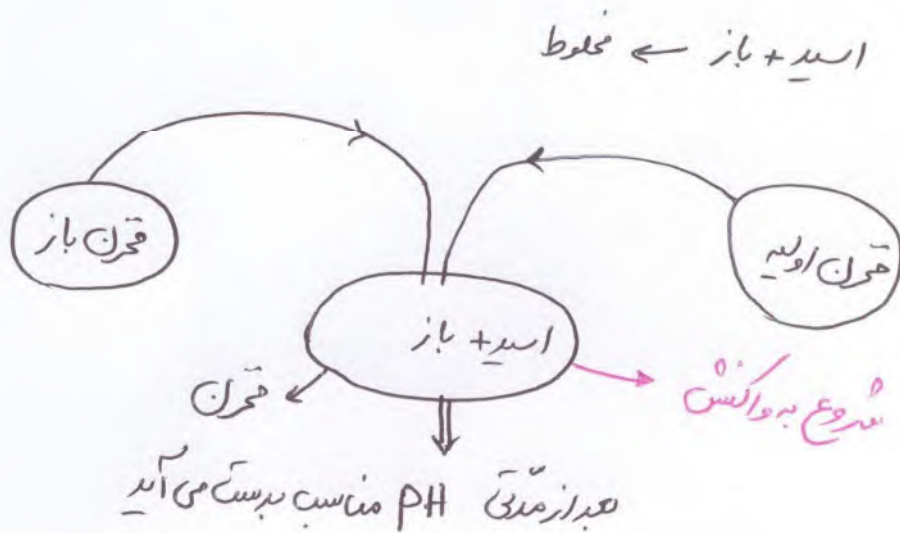
حلقه ی ثانویه تکرار است رفع آفست می کند. اگر سرعت آن کمتر از حلقه ی اولیه باشد، تأخیر بوجود آمده

و پس از محل نامناسب اولیه محل خواهد کرد که اثری ندارد.

② سرعت حلقه ثانویه از حلقه اولیه بیشتر بوده و می توان گفت اکثر حلقه های ثانویه، حلقه های

رپی و سریعتر کنترل با پوزیشنر هستند.

* حیران کننده ی تأخیر زمانی (پیش بین اسمیت) : Smith predictor



* چه تأخیری در این فرآیند داریم ؟

① طول می کشد تا اسید و باز بهم آمیخته شوند

② تأخیر Transport (زمانی) از نقطه ی ارسال تا جایی که effective شود.

تأخیرها

③ در قحون که شروع به مخلوط شدن بکند

مثلاً ۲ دقیقه بعد، باز را وارد کنیم → تا به پشیمانی : تا به حدی زیاد

Transportation Delay ← لحاظ نمی‌کنیم

Time delay : τ : Delay ← به عنوان *dead time* / *وفا سیستم* نام دارد

تأخیری که در ذات سیستم است

* Delay : حاشیه‌ی فاز را کم می‌کند (به ۱۸۰ - نزدیک می‌کند)

↓
ناپایداری فاز

معمولاً در اندازه کم به فرکانس تقاطع بهره هم نزدیک می‌شویم

↓
بهره‌ی k نمی‌تواند خیلی بزرگتر شود (چون ناپایدار می‌شود)

↑
اشاره
تأخیر زمانی (Time delay) ، عامل مهم در ناپایداری و کاهش کارایی فرایند به

دوربین زیر می‌باشد :

① فرکانس تقاطع سیستم را کاهش می‌دهد (ناپایداری را کم می‌کند)

② حداکثر بهره‌ی مجاز سیستم و بهره‌ی کنترل فرایند را کاهش می‌دهد (کارایی را کم می‌کند)

اگر تأخیر زمانی را بتوانیم در این صورت حیران کنیم که وقتی فیدبک می‌گیریم ، بدانیم که این

خروجی ناشی از ورودی در t ثانیه قبل است و بعد با توجه به آن ، ورودی $t + t_d$ ثانیه قبل را

رابطه این را حساب می‌کنیم و ورودی e^{-10} بعد را حساب می‌کنیم (تخمین بزنیم).

$$e^{-10} \rightarrow \tau = 10$$

تخمین رقیق تاخیر $\Leftarrow$ معضل اصلی است.

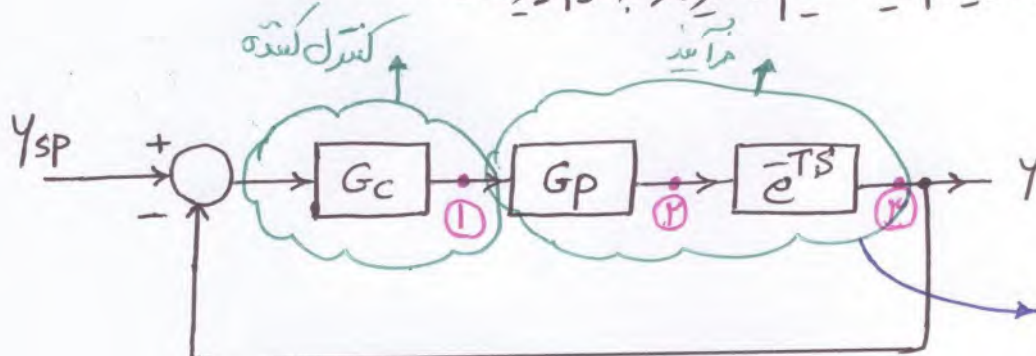
* در معادلات، خیلی روی تخمین تاخیر کار می‌کنند.

وقتی بدانیم ورودی و خروجی یک ارتباطی باهم دارند، باید کسف ارتباط ورودی و خروجی را مدل کنیم

و مدل رقیق در آوردن خیلی سخت است.

↓
مدل نسبی بین اهمیت

فرض کنید بگوییم یک سیستم تاخیر دار به فرم زیر است:



به خاطر این که دادن تاخیر، تاخیر را جدا کرده و قابل تفکیک نیست.

↓
ولی کپی می‌کنند تاخیر اتفاق می‌افتد نمی‌دانیم

مجبوری از تاخیر ثابت بازمان

مجبوری از تاخیر متغیر بازمان

* روی (۲) فیدبک بگیریم بهتر است.



باید مطلوب و واقعی را بینیم و بینیم خط می شود مطلوب را به واقعی نزدیک کرد.

حلقه باز واقعی : $Y(s) = G_c(s) [G_p(s) e^{-Ts}] Y_{sp}$

حلقه باز مطلوب $\leftarrow$ * $Y^*(s) = G_c(s) G_p(s) Y_{sp}$

* سوالی که برای این $Y(s)$ را به $Y^*(s)$ تبدیل کنیم، از لحاظ ریاضی چکار کنیم؟ (تقریبی باید اضافه)

یا کم کنیم

* تقریبی که باید اضافه یا کم کنیم؟

راه حل : $Y'(s) + Y(s) = Y^*(s)$



انرا جمع متغیر نیست و ترکیب کردن مورد نظر است

$\Rightarrow Y'(s) = Y^*(s) - Y(s)$

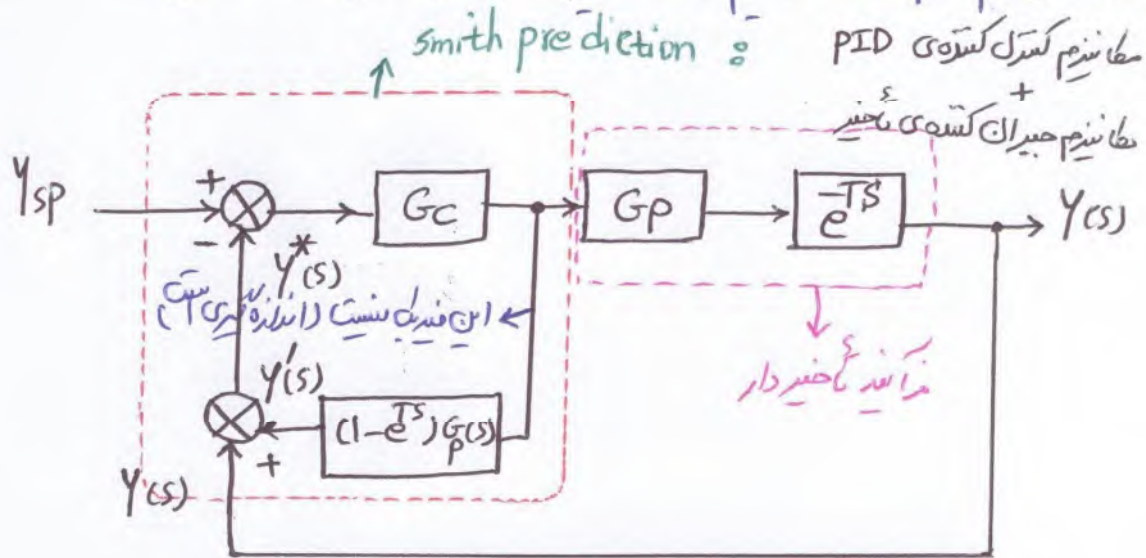
$\Rightarrow Y'(s) = [1 - e^{-Ts}] G_c(s) G_p(s) Y_{sp}$

هر دفعه این ترم را با فیدبک واقعی باید جمع کنیم

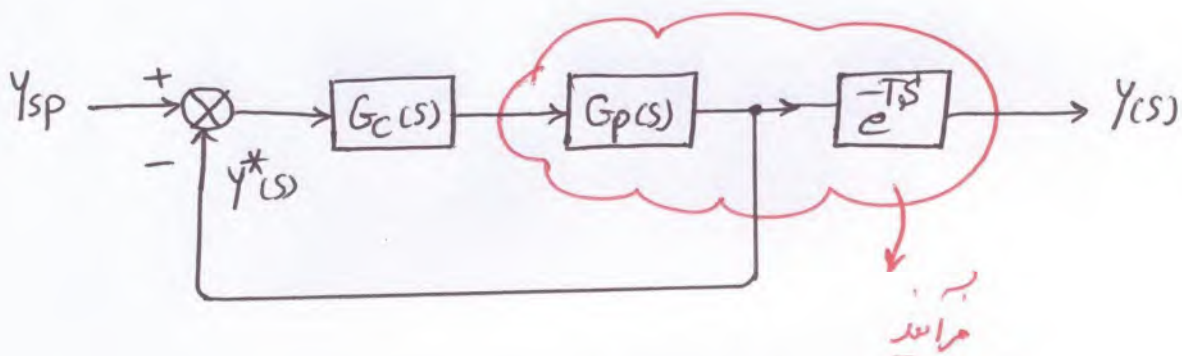
* مشکل ؟ هر دفعه می خواهیم حساب کنیم به $G_p(s)$ و T نیاز داریم.

↓
مدل میزنند → (مدل دقیق آنرا نداریم)

اگر فرم بلوک ریگرام نرم فوق را بخواهیم بدست آوریم، از شکل زیر استفاده می‌کنیم:



* از نظر مفهومی ریاضی (نه از نظر محلی)، بلوک ریگرام فوق معادل است با :



در عمل نمی‌شود تاخیر را از مراقبت جدا کرد

* مستطقی که در طراحی جبران کشته تاخیر زمانی یا بیشین است وجود دارد و عبارتند از:

① سهم ملک واقعی از مراقبت امکان نپذیر نیست ($G_p(s)$)

② تخمین تاخیر بصورت (تخین علی الخصوص در حالت تاخیر متغیر با زمان معمولاً (تخین نیست) (e^{-Ts}))

* سؤال : اگر تاخیر بین ۳ تا ۴ بود، کدام را در نظر می گیریم ؟ ۳ یا ۴ ؟
(۳م)

۳م : ۳ در نظر می گیریم

باید توجه داشت که معمولاً تاخیر را تخمین یا تقریب به یازده می زنیم. (حوا؟)

↓
مگر کنید : سؤال ۴م

به سیر تا وسیع می رهد $\Rightarrow T = 3$

* طرح و تئیه سؤالات : دکتر فتوی : سؤالات و مشکلی اگر دارید بصورت ایمیل
با ایشان در ارتباط باشیم.

از جانب آقای دکتر فتوی $\Rightarrow$ در بخش های FCS و DCS و plc networking
(جنبه عملی درس)
↓
re France دارد

حلبه بعدی : MIMO

ایمیل جانب دکتر فتوی : malekghanavati@yahoo.com

حلبه ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵ احتمالاً بسیار رکت است و در حلبه جدیدی آن ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵ باشد.
(حوا، سینه صبح)

* در صورت تغییر زمانی از طریق ایمیل به ما اطلاع می دهند.

«به نام خدا»

دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

حکیم سوم کشتل صنعتی II

جناب آقای دکتر امین رضایی

موضوع: ۲۳، ۱۲، ۱۴۹۲

* کشتل کشته‌های فلسفه‌های چند متغیره:

هفته: تبدیل چند متغیره به چند حلقه‌ای

multivariable ← multiloop

بهرین اثر pairing (زوج‌یابی) و جدا ساز و ...

در فرآیندهای صنعتی، عامل آن است که از طراحی کشتل کشته‌ی چند متغیره به سمت طراحی

کشته‌های PID معمولی برای حلقه بهیم. به عبارتی عامل داریم که از فلسفه‌ی

multivariable به سمت فلسفه‌ی multiloop حرکت کنیم. لذا ابتدا باید به‌ترین کنیم که کدام

ورودی - خروجی‌ها به‌ترین به‌ترین را دارند. (زوج‌یابی یا جفت‌یابی / loop pairing)

و سپس از این عمل در طراحی PID برای هر حلقه، هم‌پایان یک اثری سین ورودی و

خروجی‌های نامرتب وجود دارد که باید تلاش کنیم این اثر را خنثی کنیم و ورودی و خروجی‌های

غیر مرتبط را از هم جدا کنیم. (جدا ساز / Decoupler) در ادامه، انجام این

↓ دی‌کانتر

دو محمل مهم در فرآیندهای چند متغیره را بررسی میکنیم. یک فرآیند 2×2 اینجاست.

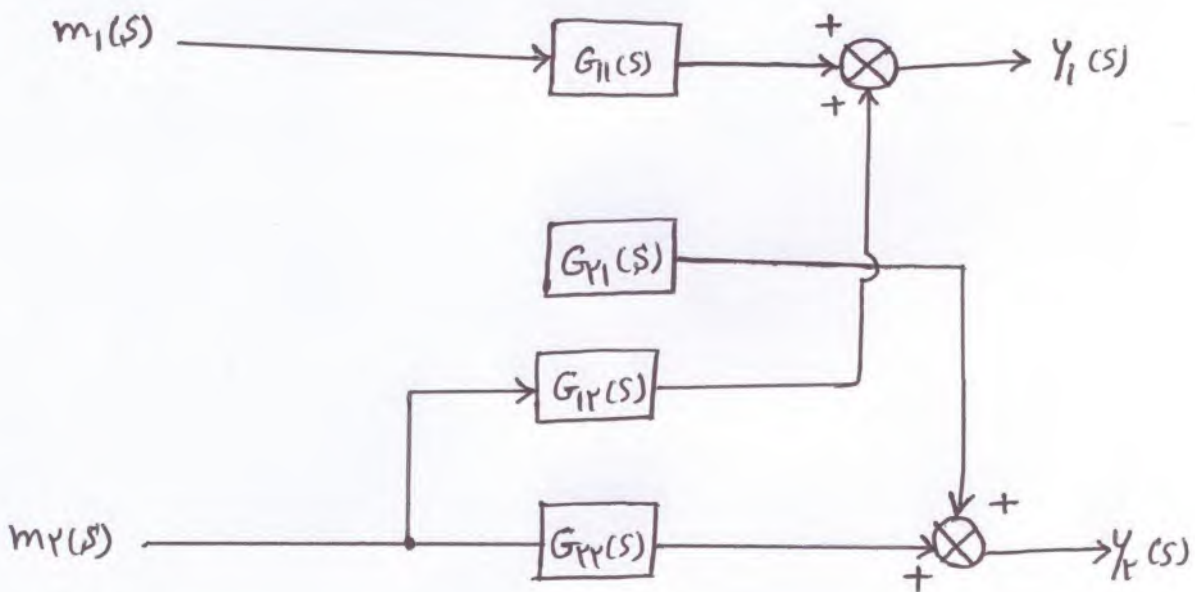
* ساختار تاج تبدیلی یک فرآیند چند متغیره:

معمولاً یک فرآیند چند متغیره (اینجا 2×2) با ماتریس تاج تبدیل $Y(s) = G(s) m(s)$

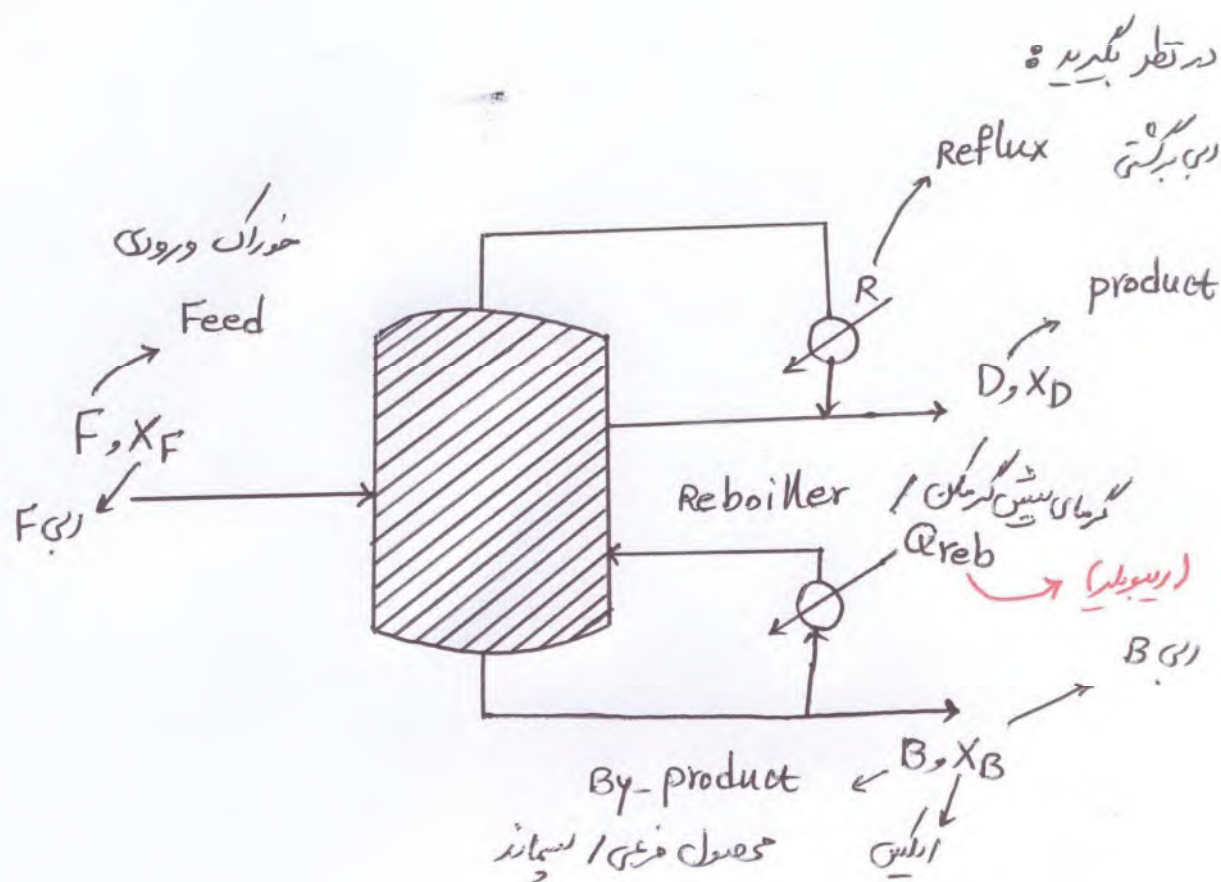
به فرم بلوک ریگزام زیر تبدیل میگردد:

تاج تبدیل از خروجی نام به ورودی نام

$G_{ij}(s)$: سازهی خروجی i به ورودی j



* به عنوان مثال ستون تقطیر (Distillation column) چند متغیری زیر را



ماتریس فوق یک ماتریس چند متغیری 2×2 دارد و ورودی Q_{reb} و R و خروجی

X_D و X_B وابسته به تابع تبدیل زیر می باشد:

$$\begin{bmatrix} X_D \\ X_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{360e}{1+3S} & \frac{130e}{1+2.5S} \\ \frac{130}{1+1.5S} & \frac{-16}{1+S} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ Q_{reb} \end{bmatrix}$$

$-0.3S$ $-0.4S$

* اگر وقت کنید، خواهید یافت که تاخیر زمانی دارد.

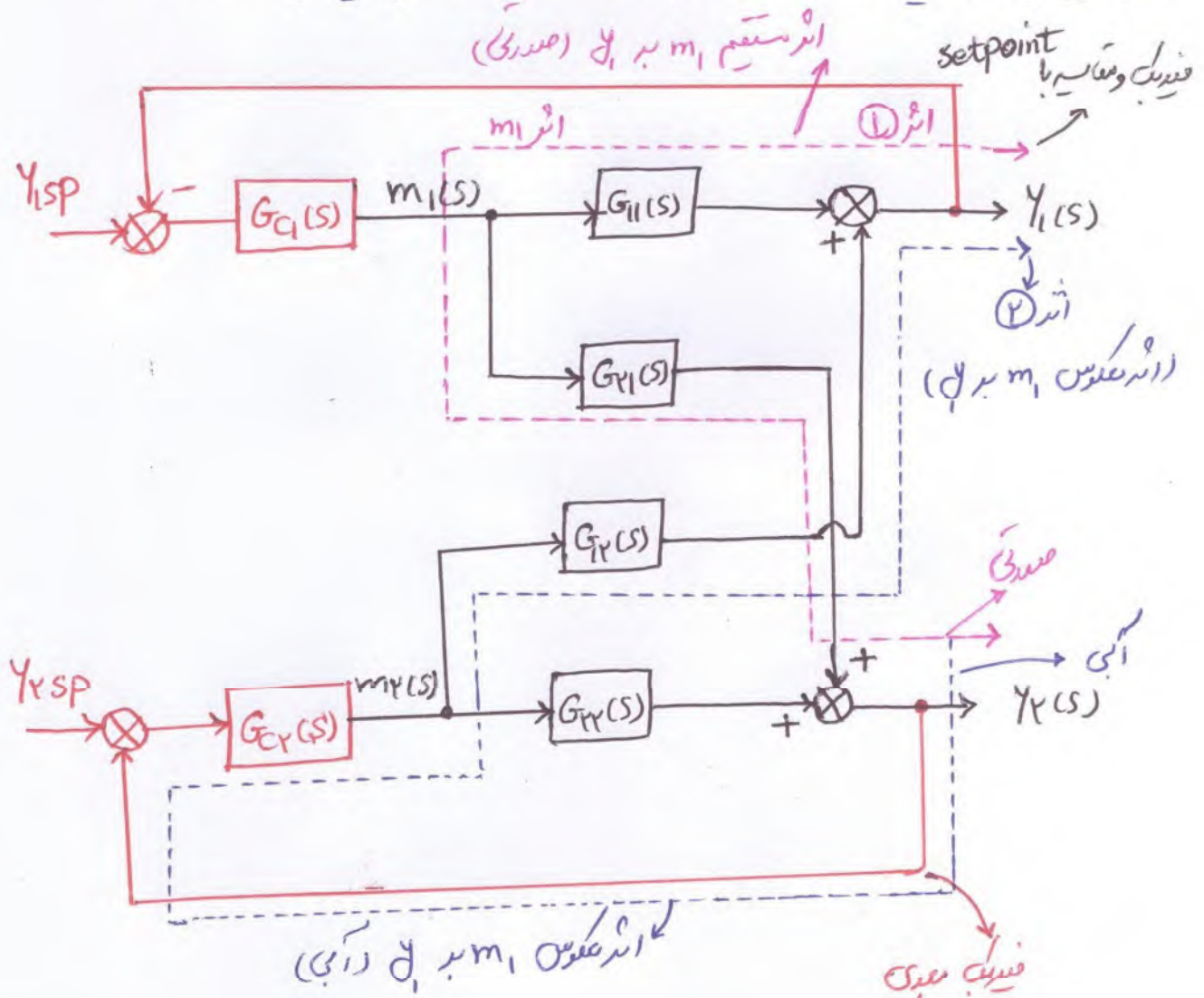
اثر متقابل رami بینیم و دو ورودی-خروجی را که بیرون اثر متقابل دارند را پیدا کنیم (pairing)

* بررسی اثر متقابل ؟

بررسی اثر متقابل (Interaction) در فرآیندهای MIMO :

فرض کنید ۲ کنترل کننده متباین ← اما هم نمی دانیم کدام اثرش بیشتر است.

فرض کنید برای فرآیند 2×2 ، کنترل کننده های حلقه بسته به فرم زیر بسته شده اند :



* می خواهیم ببینیم اثر $m_1(s)$ بر y_1 چیست ؟