فهرست مطالب

کنترل فرآیند مهندسی شیمی ۱۲

آزمون‌های استخدامی شرکت پتروشیمی و پخش و پالایش ۲۲
پاسخنامه تشریحی آزمون‌های استخدامی پتروشیمی و پخش و پالایش ۲۶
آزمون استخدامی شرکت ملی گاز ایران و پارس جنوبی ۳۰
پاسخنامه تشریحی آزمون استخدامی شرکت ملی گاز ایران و پارس جنوبی ۳۶
آزمون‌های شبیه‌سازی شرکت ملی نفت ایران ۴۲
پاسخنامه تشریحی آزمون شبیه‌سازی شرکت ملی نفت ایران ۵۲

مکانیک سیالات ۶۲

آزمون‌های استخدامی شرکت پتروشیمی و پخش و پالایش ۷۴
پاسخنامه تشریحی آزمون‌های استخدامی شرکت پتروشیمی و پخش و پالایش ۸۰
آزمون استخدامی شرکت ملی گاز ایران و پارس جنوبی ۸۶
پاسخنامه تشریحی آزمون استخدامی شرکت ملی گاز ایران و پارس جنوبی ۹۲
آزمون شبیه‌سازی شرکت ملی نفت ایران ۹۶
پاسخنامه تشریحی آزمون شبیه‌سازی شرکت ملی نفت ایران ۱۰۴

عملیات واحد و انتقال جرم ۱۱۰

آزمون استخدامی شرکت پتروشیمی و پخش و پالایش ۱۲۶
پاسخنامه تشریحی آزمون استخدامی شرکت پتروشیمی و پخش و پالایش ۱۳۲
آزمون استخدامی شرکت ملی گاز ایران و پارس جنوبی ۱۳۶
پاسخنامه تشریحی آزمون استخدامی شرکت ملی گاز ایران و پارس جنوبی ۱۴۲
آزمون شبیه‌سازی شرکت ملی نفت ایران ۱۴۶
پاسخنامه تشریحی آزمون شبیه‌سازی شرکت ملی نفت ایران ۱۵۶

avabook.com

انتقال حرارت ۱۶۲

آزمون استخدامی شرکت پتروشیمی و پخش و پالایش ۱۷۶
پاسخنامه تشریحی آزمون استخدامی شرکت پتروشیمی و پخش و پالایش ۱۸۰
آزمون استخدامی شرکت ملی گاز ایران و پارس جنوبی ۱۸۲
پاسخنامه تشریحی آزمون استخدامی شرکت ملی گاز ایران و پارس جنوبی ۱۸۸
آزمون شبیه‌سازی شرکت ملی نفت ایران ۱۹۴
پاسخنامه تشریحی آزمون شبیه‌سازی شرکت ملی نفت ایران ۲۰۴

سنتیک و طراحی راکتورهای شیمیایی ۲۱۰

آزمون استخدامی شرکت پتروشیمی و پخش و پالایش ۲۲۶
پاسخنامه تشریحی آزمون شرکت پتروشیمی و پخش و پالایش ۲۳۶
آزمون استخدامی شرکت ملی گاز ایران و پارس جنوبی ۲۴۴
پاسخنامه تشریحی آزمون استخدامی شرکت ملی گاز ایران و پارس جنوبی ۲۵۴
آزمون شبیه‌سازی شرکت ملی نفت ایران ۲۶۲
پاسخنامه تشریحی آزمون شبیه‌سازی شرکت ملی نفت ایران ۲۷۲

ترمودینامیک ۲۸۰

آزمون استخدامی شرکت پتروشیمی و پخش و پالایش ۲۹۰
پاسخنامه تشریحی آزمون استخدامی شرکت پتروشیمی و پخش و پالایش ۲۹۴
آزمون استخدامی شرکت ملی گاز ایران و پارس جنوبی ۲۹۸
پاسخنامه تشریحی آزمون استخدامی شرکت ملی گاز ایران و پارس جنوبی ۳۰۶
آزمون شبیه‌سازی شرکت ملی نفت ایران ۳۱۰
پاسخنامه تشریحی آزمون شبیه‌سازی شرکت ملی نفت ایران ۳۲۰

avabook.com

کنترل فرآیند مهندسی شیمی

۱) **تعریف خطا**: c- (مقدار مطلوب یا Set Point) Error = R که در آن R، همان مقدار مطلوب یا Set Point و c عبارتست از مقداری که ما برای پارامتر تحت کنترل عملاً در فرایند مشاهده می‌کنیم که به آن Process Value گفته می‌شود.

۲) داشتن جز موهومی نشان دهنده وجود نوسان در پاسخ است و برعکس.

۳) اگر جز حقیقی ریشه، مثبت باشد، نشان دهنده غیر میرائی و اگر منفی باشد برعکس.

٤) رابطه دبی خروجی (q_0) برحسب ارتفاع (h) و مقاومت (R)، رابطه‌ای خطی است.

۵) شماتیک تابع تبدیل درجه اول به صورت

٦) بهره (k) عبارتست از نسبت تغییرات خروجی به یک واحد تغییر ورودی در حالت پایدار.

avabook.com

۷) اگر ورودی و خروجی فرایند هم جنس باشند بهره فرایند بعد ندارد ولی اگر ورودی و خروجی فرایند غیرهمجنس باشند بهره فرایند دارای بعد است و واحد آن برابر با واحد خروجی به واحد ورودی می‌باشد.

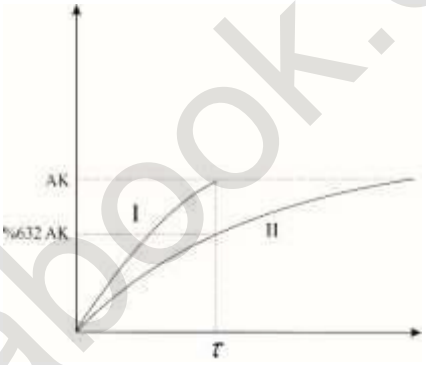
۸) τ یا ثابت زمانی بستگی به پارامترهای سیستم مورد مطالعه دارد و واحد آن همواره واحد زمان است.

۹) هنگامی که تغییری در سیستم روی می‌دهد سیستم از حالت پایدار خود خارج می‌شود و معمولاً 4 یا 5 برابر ثابت زمانی طول می‌کشد تا سیستم به حالت پایدار برسد.

۱۰) ویژگی Pump این است که دبی سیستم را در قسمت خروجی، ثابت نگه می‌دارد.

۱۱) ثابت زمانی، زمانی است که پاسخ سیستم به % 63/2 مقدار نهایی خود برسد.

۱۲) نمودار پاسخ سیستم در جداول به ورودی پله‌ای به صورت زیر است.



I: خط مماس بر منحنی پاسخ در زمان $t = 0$

II: فرم نهایی پاسخ سیستم در جداول به ورودی پله‌ای.

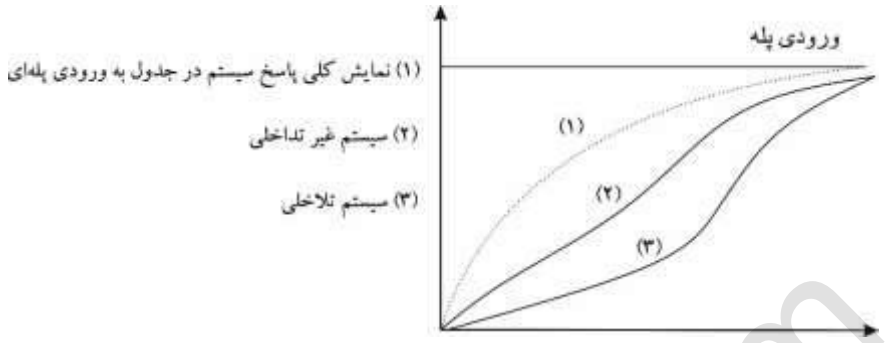
۱۳) مقدار بهره (k) بر روی مقدار نهایی سیستم اثر دارد.

۱٤) τ یا ثابت زمانی در مقدار نهایی اثر ندارد و تنها در پاسخ تأثیر می‌گذارد بنابراین اگر τ کم باشد سیستم سریع‌تر به مقدار نهایی آن می‌رسد اما مقدار نهایی پاسخ سیستم به k و A وابسته است لازم‌الذکر است که پارامترهای A و k در سرعت پاسخ اثر ندارد.

۱۵) در دو حالت درجه سیستم بالاتر از یک می‌باشد: الف) سیستم تداخلی باشد. ب) خود سیستم ذاتاً درجه 2 باشد.

۱٦) بررسی پاسخ سیستم‌های متوالی به ورودی‌های استاندارد به صورت شکل زیر می‌باشد.

avabook.com



۱۷) $\xi < 1$ سیستم غیر تداخلی $\xi >$ سیستم تداخلی

۱۸) سه حالت کلی زیر را برای ξ داریم (حالت کلی: $s_{1,2} = \frac{-\xi}{\tau} \pm \frac{\sqrt{\xi^2 - 1}}{\tau}$)

الف) اگر $\xi > 1$ در نتیجه ریشه‌ها حقیقی و منفی‌اند و اصطلاحاً آن را حالت پرمیرا (over damped) می‌نامند. در این صورت $s_{1,2}$ همان حالت کلی خواهد بود.

ب) اگر $\xi < 1$ در نتیجه ریشه‌ها از نوع موهومی با جز حقیقی منفی می‌باشد که اصطلاحاً این حالت را کم میرا (under damped) می‌نامند و $s_{1,2} = \frac{-\xi}{\tau} \pm i\frac{\sqrt{1-\xi^2}}{\tau}$

ج) اگر $\xi = 1$ در این حالت دو ریشه حقیقی مضاعف با علامت منفی دارد که اصطلاحاً این حالت را میرایی بحرانی یا critically damped می‌نامند. $s_{1,2} = -\frac{\xi}{\tau}$

۱۹) در سیستم‌های درجه اول متوالی چه تداخلی و چه غیرتداخلی چون ξ آنها بزرگ‌تر از یک است بنابراین رفتار پاسخ این سیستم‌ها همواره به صورت غیرنوسانی می‌باشد.

۲۰) برای سیستم درجه دوم و حالتی که $\xi = 1$ می‌باشد سریع‌ترین راه رسیدن به پاسخ بدون نوسان می‌باشد.

۲۱) به ازای $\xi < \frac{\sqrt{2}}{2}$ جواب حقیقی داریم و محدوده‌ای از ξ وجود دارد که به ازای آن دامنه خروجی از دامنه ورودی بالاتر می‌باشد.

۲۲) در سیستم درجه دوم، به صورت خلاصه می‌توان گفت که در پاسخ آن به ورودی سینوسی، فرکانس خروجی با فرکانس ورودی برابر است و دامنه خروجی بسته به مقدار ξ

avabook.com

می‌تواند از دامنه ورودی بزرگتر و یا کوچکتر باشد همچنین تأخیر فازی کـه در پاسـخ سیسـتم درجه دوم داریم، بسته به $w = 0$ تا $w = \infty$ می‌تواند از صفر تا ۱۸۰- درجه باشد.

۲۳) پارامتر فرارفت (over shoot) $$\text{over shoot} = \frac{A}{B} = \exp\left[-\frac{\pi\xi}{\sqrt{1-\xi^2}}\right]$$

اگر ξ را کم کنیم، over shoot زیاد می‌شود. که در حالت $\xi = 0$ در نتیجه مـاکزیمم مقـدار را برای [max (over shoot) = ۱] داریم.

۲٤) پارامتر نسب فروکش (Decay ratio): $$\text{Decay ratio} = \frac{C}{A} = \exp\left[\frac{-2\pi\xi}{\sqrt{1-\xi^2}}\right]$$

اگر ξ کاهش یابد همواره نسبت فروکش ($\frac{C}{A}$) زیاد خواهد شد.

۲۵) رابطه over shoot و Decay ratio به صورت $\frac{C}{A} = (\frac{A}{B})^2$ می‌باشد.

۲٦) ماکزیمم نسبت فروکش برابر عدد واحد یک است.

۲۷) زمان خیزش (raise time): یا t_r زمانی است که برای اولین بـار پاسـخ سیسـتم بـه مقـدار نهایی خود می‌رسد.

۲۸) اگر ξ را کم کنیم، همواره t_r نیز کاهش می‌یابد.

۲۹) زمان پیک (peak time): در حالت $\xi < 1$ و بـرای پاسـخ سیسـتم درجـه دوم نسـبت بـه ورودی پله‌ای، زمان پیک، زمانی است که پاسخ سیستم دارای max مقدار خود باشد.

۳۰) اگر $\xi = 0$ در نظر گرفته شود، پریود طبیعی نوسانات (Natural ascilation) بـه صـورت $w_n = \frac{1}{\tau}$ خواهیم داشت.

۳۱) θ زاویه‌ای است که وتر ($\frac{1}{\tau}$) با محور حقیقی می‌سازد و $\cos\theta = \xi$

۳۲) نقطه نوسانی شدن پاسخ: حالت نوسانی مرز سیستم آن جایی است که ریشـه‌هـای سیسـتم می‌خواهند از محور حقیقی جدا شوند یعنی ریشه‌ها می خواهند وارد ناحیه موهومی شده و جز موهومی ریشه حاصل گردد.

۳۳) توابع تبدیل فرایند می‌تواند به صورت‌های زیر باشد.

avabook.com

فرایند درجه اول: $\frac{Y(S)}{X(S)} = \frac{k}{\tau s + 1}$

فرایند درجه دوم: $\frac{Y(S)}{X(S)} = \frac{k}{\tau^2 s^2 + 2\xi\tau s + 1}$

۳٤) شیر کنترل به دو صورت ۱- شیر پنوماتیکی ۲- شیر برقی می‌باشد.

۳۵) **شیر پنوماتیکی**: در این نوع از شیرها هوای فشرده‌ای که از طریق کمپرسور فراهم می‌گردد سبب می‌شود که شیر باز یا بسته شود همچنین فشار سرشیر کنترل از 3 psi تا 15 psi تغییر می‌کند. که به دو صورت Air to close و Air to open می‌باشد.

۳٦) زمانی که با مواد قابل احتراق سر و کار داریم، حتماً سیستم کنترل از نوع پنوماتیک است.

۳۷) **شیر برقی**: در این نوع از شیرها، نیاز به کمپرسور هوا نخواهیم داشت.

۳۸) هرچه ثابت زمانی مشتقی (τ_D) زیادتر باشد، بررسی روند خطا بهتر است.

۳۹) اگر علاوه بر پارامترهای مقدار خطا و روند تغییرات خطا (مشتق خطا)، پارامتر انتگرال خطا نیز برای ما اهمیت داشته باشد در این صورت از کنترلرهای PID استفاده می‌کنیم.

٤۰) **انتگرال خطا**: انتگرال خطا معرف آن مقدار محصولی می‌باشد، که باید دور ریخته شود که اصطلاحاً به آن محصول offgrade گویند.

٤۱) اگر بهره کلی سیستم مثبت باشد $k_c > 0$ خواهد بود و اگر بهره کلی سیستم منفی باشد، $k_c < 0$ می‌شود.

٤۲) **پهنه تناسبی (Proportional Band)**: پارامتر پهنایی باند (PB) برای کنترلرهای تناسبی تعریف می‌شود در شرایطی که محدوده قابل قبول و مشخصی برای خطا داشته باشیم.

$$PB\% = \frac{error}{\text{محدوده تغییرات}} \times 100 = \frac{Error}{Range} \times 100$$

٤۳) رابطه بین PB% و k_c به صورت $PB\% \propto \frac{1}{k_c}$ می‌باشد.

avabook.com

۴۴) اگر بخواهیم یک نقطه را کنترل کنیم (مثلاً از نظر دمایی یا ...) در این صورت Error = 0 می‌شود لذا با توجه به رابطه k_c و Error، $k_c = \infty$ می‌شود. $k_c = \frac{12\,psi}{Error}$ که کنترل از نوع on – off می‌باشد.

۴۵) مسائلی که در آنها R (Set Point) تغییر می‌کند ($R \neq 0$) به این دسته از مسائل کنترلی، سیستم خودکار servo mechanism گویند که در این حالت تابع تبدیل $\frac{C(s)}{R(s)}$ مورد سوال است.

۴۶) مسائلی که در آنها u (load) تغییر می‌کند ($u \neq 0$) به این دسته از مسائل کنترلی Regulator mechanism گویند که در این حالت تابع تبدیل $\frac{C(s)}{U(s)}$ مورد سوال است.

۴۷) تغییرات در Set Point توسط خود کاربر انجام می‌شود اما تغییرات load از طریق عوامل خارجی بر سیستم تحت کنترل، تحمیل می‌شود.

۴۸) یک روش ساده برای نوشتن تابع تبدیل مدار بسته $\frac{C}{R}$ به صورت زیر است ($R \neq 0$)

$$\frac{C}{R} = \frac{\text{حاصلضرب همه‌ی Boxهای بین C و R در مسیر پیشرو}}{1 + \text{حاصلضرب همه‌ی Boxهای موجود در حلقه بسته}}$$

۴۹) همچنین برای $\frac{C}{U}$ داریم:

$$\frac{C}{U} = \frac{\text{حاصلضرب همه‌ی Boxهایی که بین C و U در مسیر پیشرو قرار دارند}}{1 + \text{حاصلضرب همه‌ی Boxهای موجود در حلقه بسته}}$$

۵۰) اگر در سوال تابع تبدیل در شرایط فیدبک واحد خواسته شده بود در نتیجه H = 1 خواهد بود.

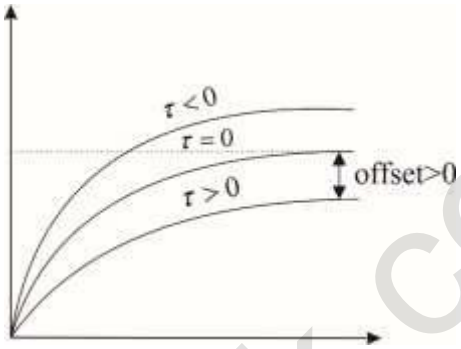
۵۱) افت کنترل یا خطای حالت ماندگار (off set): هدف از بحث off set ارزیابی سیستم‌های کنترلی مدار بسته می‌باشند که آیا سیستم ما را به مقدار مقرر می‌رساند یا خیر.

avabook.com

۵۲) off set، میزان خطا را برای حالتی که $t \to \infty$ برود، به ما خواهد داد یعنی به سیستم زمان می‌دهیم تا به خطای پایدار (Steady State) خود برسد.

۵۳) افت کنترل (off set) به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\text{off set} = \lim_{s\to 0} SR(s) - SC(s)$$



۵۴) چند حالت مهم برای off set:

حالت اول: اگر $U = 0$ و $R \neq 0$ (یعنی مقدار Set Point تغییر کند)

$$\text{off set} = \underset{S\to 0}{SR(s)}\left[1 - \frac{C}{R}\right]$$

حالت دوم: اگر $R = 0$ و $u \neq 0$ (یعنی مقدار load تغییر کند).

$$\text{off set} = -SU(s)\left[\frac{C(s)}{U(s)}\right]$$

۵۵) افزایش k_c، سبب کاهش off set می‌گردد.

۵۶) عامل مشتقی (منظور کنترلر PD) بر مقدار off set (خطای حالت ماندگار) اثری نخواهد داشت.

۵۷) اگر عامل انتگرال ساز در نمودار جعبه‌ای داشته باشیم:

⇐ در هر حالت دلخواه اگر تغییر در (u)، load داشته باشیم همواره off set = 0 است.

⇐ اما اگر تغییر در مقدار Set Point (R) داشته باشیم تنها زمانی off Set = 0 خواهد بود که $k_m = 1$ باشد.

avabook.com

نکته دیگر: همواره در محاسبه off set، در مرحله آخر و پس از ساده‌سازی $s = 0$ را اعمال می‌نماییم که محاسبات در ابتدای کار دچار مشکل نگردد.

۵۸) تابع تبدیل مدار باز، حاصلضرب تمام پارامترهای داخل حلقه (به عبارتی GH) می‌باشد.

۵۹) **نمودار گذر سیگنال Signal flow graph (SFG):** یک SFG نموداری است که از گره‌هایی که توسط چند شاخه جهت‌دار به هم وصل می‌شوند تشکیل می‌یابد در واقع یک روش تصویری برای نوشتن دسته‌ای از معادلات جبری است به قسمی که وابستگی‌های متغیرها با یکدیگر نشان داده شود.

⇐ **گره:** نشان دهنده‌ی یک متغیر یا سیگنال است.

⇐ **شاخه:** پاره‌خطی جهت‌دار که دو گره را به هم وصل می‌کند.

⇐ **بهره شاخه:** بهره حقیقی یا مختلط بین دو گره مربوط به آن شاخه است.

نکته دیگر: مسیر پیش از یک گره بیش از یک بار عبور نمی‌کند.

۶۰) **سیستم پایدار:** سیستمی است که به ازای یک ورودی محدود، خروجی نامحدود داشته باشد. یا به بیان دیگر به ازای تمام ورودی‌های محدود، خروجی‌های محدود داشته باشد.

بیان دیگر: سیستمی پایدار است که انتگرال پاسخ ضربان ایده‌آل آن، مقداری محدود باشد.

۶۱) $GH = \frac{k(s-z_1)(s-z_2)...(s-z_m)}{(s-p_1)(s-p_2)...(s-p_n)}$ که ریشه‌های مخرج $\{P_j\}$ قطب (pole) و ریشه‌های صورت $\{Z_j\}$ صفر (zero) نامیده می‌شود.

۶۲) **تست روث (Routh test):** معیاری بسیار ساده است که به کمک آن می‌توان ریشه‌های مرز پایداری و ناپایداری و همچنین تعداد ریشه‌های ناپایدارکننده سیستم را به دست می‌آورد.

۶۳) به تعداد تغییر علامت دادن ستون اول جدول روث، ریشه‌های ناپایدار در سیستم وجود دارد.

۶۴) برای تست روث باید معادله $1 + GH = 0$ را تشکیل داد.

۶۵) اگر ضریب s^n (اولین جمله) منفی باشد، ابتدا کل عبارت $1 + GH$ را در -1 ضرب کرده، سپس فرا پاسخ بعدی را طبق قانون روث ادامه می‌دهیم.

avabook.com

٦٦) ضرب یک عدد ثابت در کل عبارت $1 + GH$ تأثیری در نتایج نهایی ندارد. لذا در صورت بزرگ بودن ضرایب، با ضرب آنها در یک عدد کوچکتر، حجم محاسبات را ساده‌تر می‌کنیم.

٦٧) اثر عامل مشتقی (τ_D) بر نمودار مکان هندسی: عامل مشتقی یک صفر در سمت چپ محور موهومی ($-\frac{1}{\tau_D}$) اضافه می‌کند بنابراین:

⇐ از تعداد مجانب‌ها یکی کم می‌شود.

⇐ یکی از شاخه‌های سیستم که می‌بایست به سمت بی‌نهایت برود به سمت این صفر بازمی‌گردد که این موجب بهبود پایداری سیستم می‌شود.

⇐ عامل مشتقی موجب حذف off set نمی‌شود.

⇐ به دلیل کاهش نسبی درجه سیستم $(n - m)$ پاسخ سیستم دارای سرعت بیشتری می‌شود.

٦٨) اثر عامل انتگرالی (τ_I) بر نمودار مکان هندسی: عامل انتگرالی یک صفر در سمت چپ محور موهومی ($-\frac{1}{\tau_I}$) اضافه می‌کند بنابراین

⇐ تعداد مجانب‌ها و درجه نسبی سیستم تغییری نمی‌کند.

⇐ یک قطب در $s = 0$ نیز اضافه می‌کند.

⇐ عامل انتگرالی موجب حذف off set می‌شود.

⇐ اثر چندانی روی پایداری سیستم نخواهد گذاشت.

٦٩) در مورد سیستم‌های درجه دوم، هر چقدر ξ به $\frac{\sqrt{2}}{2}$ نزدیکتر شود، دیاگرام به مجانب نزدیکتر می‌شود.

٧٠) **تعریف حاشیه بهره:** عکس نسبت دامنه‌ها در فرکانس w_c؛

$$GM = \frac{1}{|AR|_{w=w_c}}$$

٧١) **فرکانس بحرانی w_c:** عبارتست از فرکانسی که در آن $\phi = -\pi$ می‌شود.

٧٢) شرط اساسی حاشیه بهره برای پایدار شدن سیستم این است که $|AR|_{w_c} < 1$ باشد.

٧٣) **فرکانس w_g:** عبارتست از فرکانسی که $|AR| = 1$ می‌شود.

avabook.com