



تاریخ: 1402/12/05

تمرین سری اول

مدرس: دکتر منهای

حل تمرین: محمد میرمقابی، سید مهدی سید سجادی

1) برای ماتریس زیر، ماتریسهای متشابه آنها را بدست آورید:

$$B = \begin{bmatrix} -1 & 1 & 1 \\ 0 & 4 & -13 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}, A = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 2 \\ 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

2) برای ماتریس زیر A^{100} را محاسبه کنید.

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & -2 \end{bmatrix}$$

3) مقادیر ویژه و بردارهای مرتبط را برای ماتریس های زیر بیابید.

a. $\begin{bmatrix} 1 & 0 & 2 \\ 0 & 1 & -1 \\ -1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$

b. $\begin{bmatrix} 0 & 1 & -2 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$

4) برای ماتریس های زیر e^{At} را بدست آورید.

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 2 & -2 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & 3 \end{bmatrix}$$

$$\Delta(\lambda) = (\lambda - 1)^2(\lambda - 2)$$

$$e^{At} = h(A) = \begin{bmatrix} 2e^t - e^{2t} & 2te^t & 2e^t - 2e^{2t} \\ 0 & e^t & 0 \\ e^{2t} - e^t & -te^t & 2e^{2t} - e^t \end{bmatrix}$$

همچنین اگر $f(\lambda) = e^{At}$ باشد $F(A)$ را پیدا کنید.

(5) فرم جردن بلویی درجه 4 ماتریس A داده شده است، e^{At} را بدست آورید.

$$A = \begin{bmatrix} \lambda_1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & \lambda_1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \lambda_1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & \lambda_1 \end{bmatrix}$$

(6) فرض کنید که $A = [a_{ij}]_{n \times m}$ و $n \geq m$ اگر همگی ستون های A متعامد یکه باشند،

آنگاه $AA^T = I_m$ درمورد AAT چه می توان گفت؟

(7) از بین ماتریس های زیر یک ماتریس 3×3 و یک ماتریس 4×4 به دلخواه انتخاب کنید واز الگوریتم

Cholesky برای یافتن فاکتورسازی آن استفاده کنید.

$$A = \begin{bmatrix} 4 & -1 & 1 \\ -1 & 4.25 & 2.75 \\ 1 & 2.75 & 3.5 \end{bmatrix}.$$

a. $A = \begin{bmatrix} 4 & -1 & 1 \\ -1 & 3 & 0 \\ 1 & 0 & 2 \end{bmatrix}$

b. $A = \begin{bmatrix} 4 & 2 & 2 \\ 2 & 6 & 2 \\ 2 & 2 & 5 \end{bmatrix}$

c. $A = \begin{bmatrix} 4 & 0 & 2 & 1 \\ 0 & 3 & -1 & 1 \\ 2 & -1 & 6 & 3 \\ 1 & 1 & 3 & 8 \end{bmatrix}$

d. $A = \begin{bmatrix} 4 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 3 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & 2 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & 4 \end{bmatrix}$

(8) سوالات قبل را به کمک نرم افزار متلب انجام دهید.

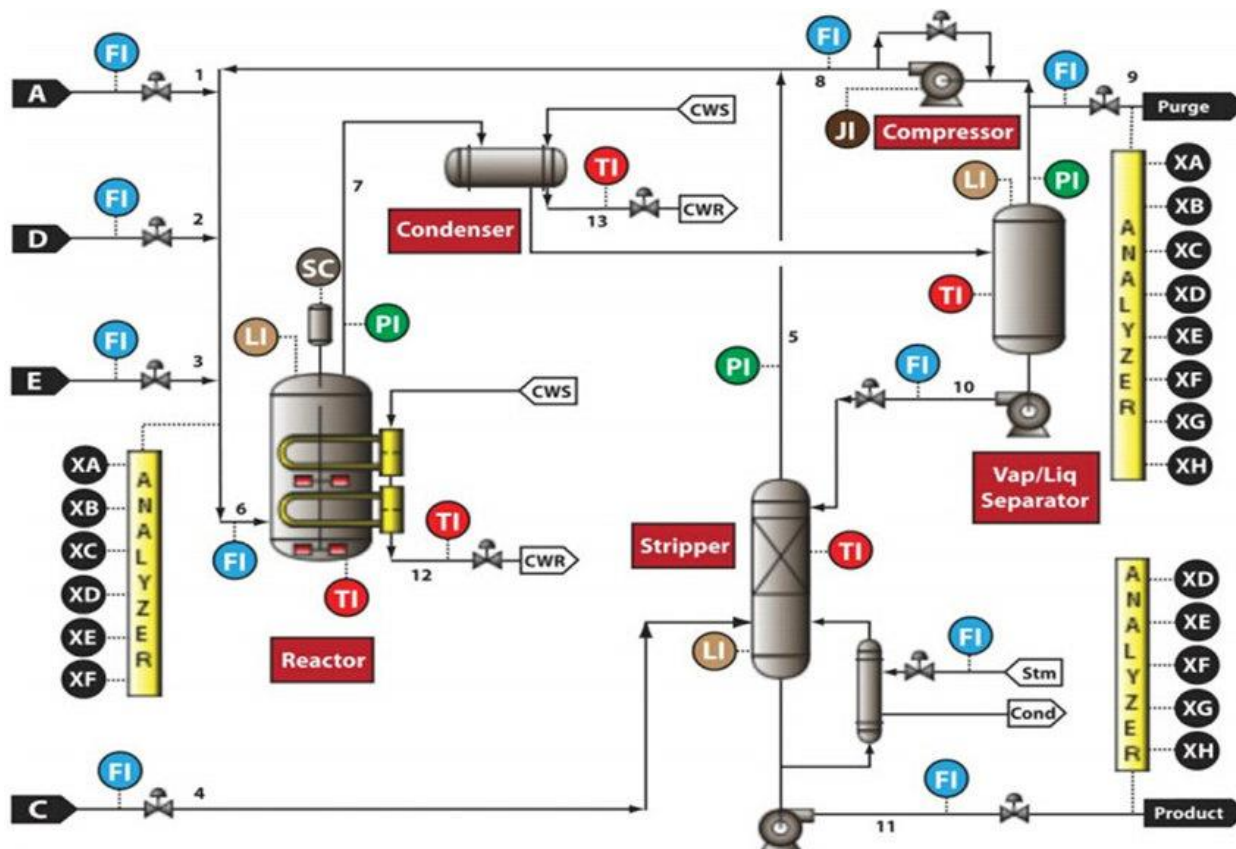
(9) فرآیند TEP Eastman Tennessee توسط شرکت Eastman Chemical برای ارائه یک فرآیند

صنعتی واقع بینانه برای ارزیابی روش های کنترل و نظارت بر فرآیند ایجاد شد. فرآیند آزمایش بر اساس

شبیه سازی یک فرآیند صنعتی واقعی است که در آن اجزاء سینتیک و شرایط عملیاتی به دلایل اختصاصی

اصلاح شده اند. این فرآیند از پنج واحد اصلی تشکیل شده است: یک راکتور، کندانسور، کمپرسور،

جداکننده و استریپر. و شامل هشت جزء A، B، C، D، E، F، G و H است. واکنش دهنده های گازی A، C، D و E و بی اثر B به راکتور تغذیه می شوند که در آن محصولات مایع G و H تشکیل می شوند.



شکل 1: P&ID مدل فرآیند تجدیدنظر شده. اندازه گیری های اضافی به رنگ قرمز

جریان محصول راکتور (Reactor Product Stream) از طریق یک کندانسور سرد شده و سپس به یک جداساز بخار-مایع (Vapor-Liquid Separator) تغذیه می شود. بخاری که از جداساز خارج می شود، از طریق یک فشارزا (Compressor) به مصرف راکتور تغذیه مجدد می شود. این عمل به عنوان بازیافت (Recycle) شناخته می شود. یک قسمتی از جریان بازیافتی برای جلوگیری از انباشت اجزا غیرفعال و فرعی در فرآیند، پاکسازی می شود. به عبارت دیگر، برخی از جریان بازیافتی به صورت زباله (Purge) عمل می کند. مؤلفه های مایع حاصل از جداساز (جریان 10) به یک پمپ (Pump) متصل می شود که آنها را به یک استریپر (Stripper) انتقال می دهد. جریان 4 برای جداسازی باقیمانده مواد واکنشی از جریان 10 استفاده می شود و سپس با جریان

بازیافتی از طریق جریان 5 ترکیب می‌شود. محصولات G و H که از پایین استریپر خارج می‌شوند، به یک فرآیند نهایی (Downstream Process) ارسال می‌شوند که در نمودار آورده نشده است. واکنش‌ها در این فرآیند غیرقابل بازگشت (Irreversible)، گرمازا (Exothermic) و تقریباً درجه اول نسبت به غلظت مواد واکنشی هستند. نرخ واکنش‌ها به عنوان توابع آرنیوس از دما تعریف می‌شوند، به طوری که واکنش G انرژی فعالیت بالاتری نسبت به واکنش H دارد که باعث حساسیت بیشتر آن به دما می‌شود. این فرایند را میتوان به صورت یک سیستم غیرخطی مدلسازی کرد که شامل چهار واحد عملیاتی به صورت یک رآکتور دو-فاز حرارت زا یک جداساز ، یک برج عریان ساز و یک کمپرسور بازیافت است. 41 خروجی و 12 ورودی کنترلی وجود دارد (در مقاله [1] قابل مشاهده هست). این سیستم حول نقطه کاری خود خطی شده و تابع تبدیل ساده ای از سیستم به شرح زیر ارائه شده است [2]:

$$y = \begin{bmatrix} F_4 \\ P \\ y_{A3} \\ V_L \end{bmatrix} = Gu = \begin{bmatrix} g_{11} & 0 & 0 & g_{14} \\ g_{21} & 0 & g_{23} & 0 \\ 0 & g_{32} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & g_{44} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \\ u_4 \end{bmatrix}$$

$$g_{11} = \frac{1.7}{0.75s + 1}, \quad g_{21} = \frac{45(5.677s + 1)}{2.5s^2 + 10.25s + 1}, \quad g_{23} = \frac{-15s - 11.25}{2.5s^2 + 10.25s + 1}$$

$$g_{32} = \frac{1.5}{10s + 1} e^{-0.1s}, \quad g_{14} = \frac{-3.4s}{0.1s^2 + 1.1s + 1}, \quad g_{44} = \frac{1}{s + 1}$$

در جدول زیر مقادیر ورودی ها و خروجی ها در نقطه کاری ارائه شده است.

Inputs	Description	Nominal Value
u_1	Valve 1	60.9532
u_2	Valve 2	25.0223
u_3	Valve 3	39.2577
u_4	Set Point for V_L	44.1767
Outputs	Description	Nominal Value
F_4	Product flow measurement	100
P	Pressure	2700
y_{A3}	Amount of A in purge	47
V_L	Liquid inventory	44.18

سیستم را در دو حالت دارای تاخیر و بدون تاخیر در نرمافزار MATLAB شبیه سازی نمایید و خروجی ها را با یکدیگر و با مقادیر Nominal مقایسه کنید.

از تاخیر موجود در تابع تبدیل 32g صرف نظر کنید و آن را بدون تاخیر در نظر بگیرید. اگر با بروز عیب در هر یک از عملگرهای سیستم، مقدار ورودی این عملگر برابر صفر شود. تاثیر بروز این عیب در هر یک از ورودی ها را بر روی هر خروجی بررسی ی و تحلیل نمایید . کدام ی ک از ورودی ها تاثیر بیشتری بر خروج یها دارد؟

با استفاده از زمان نمونه برداری $T=1s$ تابع تبدیل گسسته $G(s)$ را در نرم افزار MATLAB محاسبه نمایید (از روش ZOH استفاده نمایید).

پاسخ پله مدل واقعی $G(s)$ و مدل گسسته تقریبی را در نرم افزار MATLAB ترسیم و با یکدیگر مقایسه نمایید (بدون در نظر گرفتن اثر اغتشاش).

مقالات

- 1) Ricker, N. L., & Lee, J. (1995). Nonlinear modeling and state estimation for the Tennessee Eastman challenge process. Computers & chemical engineering, 19(9), 983-1005.

- 2) Bathelt, A., Ricker, N. L., & Jelali, M. (2015). Revision of the Tennessee Eastman process model. IFAC-PapersOnLine, 48(8), 309-314.
-

دستور عمل تمرینات

- 1) لطفاً پاسخ تمرینات را در موعد مقرر در سامانه <https://courses.aut.ac.ir> بارگذاری نمایید.
- 2) تمرینات باید به صورت تایپ شده و به صورت یک pdf و ورد یکپارچه ارسال گردد.
- 3) در صورتی که تمرین مورد نظر دارای کد متلب می باشد، لازم هست کد متلب به همراه گزارش مربوطه در یک فایل با نام HW#_Student_ID ارسال کنید.

موفق باشید