



مسئله اول - کاربرد قضیه تحقق بیشتر برای مدل‌های تک‌ورودی-تک‌خروجی رواج دارد تا مدل‌های چندورودی-چندخروجی. علت نیز این است که در مدل‌های چندترمیناله تعداد حالات **مینیمال**، قابل تحصیل یا قابل تخمین از مرتبه معادله دیفرانسیل یا ماتریس تابع انتقال نمی‌باشد.

ماتریس توابع انتقال یک فرایند نمونه را در نظر بگیرید؛

$$G_p(s) = \begin{bmatrix} \frac{1}{s+1} & \frac{2}{(s+1)(s+2)} \\ \frac{1}{(s+1)(s+3)} & \frac{1}{s+3} \end{bmatrix}$$

(الف) مطلوبست فضای حالت معادل مدل ورودی-خروجی فرایند مربوطه با استفاده از قضیه تحقق.

(ب) مطلوبست محاسبه هر پنج فضای حالت کانونی **مینیمال** فرایند با استفاده از توابع MATLAB.

مسئله دوم: هو و رامیرز^۱ یک مدل ریاضی از یک برج تقطیر شامل پنج سینی، یک کندانسور کامل و یک ریویلر به دست آوردند. متغیرهای حالت عبارتند از دمای سینی‌ها یا مراحل جداسازی. کنترل سیستم توسط رفلاکس (نسبت رفلاکس) از کندانسور و بار حرارتی ریویلر انجام می‌شود. مدل خطی شده سیستم توسط ماتریس‌های حالت A و B داده شده‌است:

$$A = \begin{bmatrix} -7.6397 & 5.0629 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 4.5985 & -9.9349 & 6.1175 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -0.0263 & 6.3535 & -12.9721 & 8.1940 & 0 & 0 & 0 \\ -0.0236 & -0.0055 & 6.6077 & -19.2419 & 12.0775 & 0 & 0 \\ -0.0245 & -0.0057 & 0 & 11.2851 & -23.7816 & 15.4901 & 0 \\ -0.0199 & -0.0040 & 0 & 0 & 11.3416 & -27.0859 & 18.2897 \\ -0.0002 & -0.0001 & 0 & 0 & 0 & 0.1986 & -0.3470 \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0.0595 & 0 \\ 0.0692 & 0 \\ 0.0622 & -0.0003 \\ 0.0645 & -0.0003 \\ 0.0524 & -0.0003 \\ 0.0006 & 0 \end{bmatrix}$$

الف - آیا سیستم کنترل پذیرست؟

ب- فرض کنید فقط بار حرارتی ریویلر دستکاری (manipulate) می‌شود، آیا سیستم کنترل پذیر است؟

ج - آیا سیستم کنترل پذیرست، اگر فقط رفلاکس تنها عامل کنترل باشد؟

د - فرض کنید همه دماها اندازه‌گیری می‌شود، آیا سیستم مشاهده پذیرست؟

ه - اگر فقط دمای ریویلر و کندانسور اندازه‌گیری شوند، آیا سیستم مشاهده پذیر است؟

و - فرض کنید تنها اندازه‌گیری دما، دمای ریویلر باشد، آیا سیستم مشاهده پذیرست؟

ز - اگر فقط دمای سینی سوم را اندازه بگیریم، آیا سیستم مشاهده پذیرست؟

^۱ Hu, Y.C., Ramirez, W.F., *Application of Modern Control Theory to Distillation Columns*. AIChE J., 18(3), 479-485.

مسئله سوم : مدل خطی یک فرایند به شکل زیر است:

$$\dot{\underline{x}} = \begin{bmatrix} -2 & 0 & 0 \\ 0 & -2 & 0 \\ 0 & 0 & 4 \end{bmatrix} \underline{x} + \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} u$$

مطلوبست ماتریس بهره K برای آن که کنترلی به صورت $u = -K\underline{x}$ ، همه قطبهای مدار بسته را در -3 قرار دهد.

مسئله چهارم : مدل خطی یک فرایند به شکل زیر است:

$$\dot{\underline{x}} = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -4 \end{bmatrix} \underline{x} + \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \underline{u}$$

$$y = \begin{bmatrix} 0 & 1 \end{bmatrix} \underline{x}$$

مطلوبست ماتریس بهره K برای آن که کنترلی به صورت $\underline{u} = -K y$ ، یکی از قطبهای مدار بسته را در $\lambda_1 = -10$ قرار دهد. همچنین قطب دیگر سیستم را بیابید.