

به نام خدا



شبیه سازی ۱ درس کنترل دیجیتال

استاد : جناب دکتر حائری

حامد آجورلو ۹۷۱۰۱۱۶۷

پاییز ۱۴۰۰

## بخش ۱)

معادلات حالت داده شده را حول نقطه ی کار خطی می نماییم .

یکی از معادلات یک جمله ی غیر خطی شامل دو متغیر دارد ابتدا این جمله را خطی می نماییم .

از ریاضی ۲ به خاطر داریم که تابع دو متغیره ی غیر خطی با استفاده از رابطه ی زیر خطی می شود .

$$L(x, y) = f(a, b) + (x - a)f_x(a, b) + (y - b)f_y(a, b)$$

لذا خواهیم داشت :

$$L(x_1, u) = \frac{u}{1 - x_1}$$

$$L(x_1, u) = \frac{0.09}{1 - 0.1} + (\delta u) \frac{dL}{du}(0.1, 0.09) + (\delta x_1) \frac{dL}{dx_1}(0.1, 0.09)$$

$$L(x_1, u) = 0.1 + \frac{10}{9}(\delta u) + \frac{1}{9}(\delta x_1)$$

حال باقی دستگاه معادلات دیفرانسیل را خطی می نماییم و حاصل بدست آمده در بالا را نیز جایگزین می

نماییم :

$$x_1 = 0.1 + \delta x_1$$

$$x_2 = \delta x_2$$

$$u = 0.09 + \delta u$$

جایگذاری می نماییم :

$$\delta \dot{x}_1 = \delta x_2$$

$$\delta \dot{x}_2 = -\delta x_1 - 0.1 - \delta x_2 + 0.1 + \frac{10}{9}\delta u + \frac{1}{9}\delta x_1 = -\frac{8}{9}\delta x_1 - \delta x_2 + \frac{10}{9}\delta u$$

$$y = \delta x_1$$

بنابراین دستگاه معادلات خطی شده به عبارت زیر است

$$\begin{bmatrix} \delta \dot{x}_1 \\ \delta \dot{x}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -\frac{8}{9} & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta x_1 \\ \delta x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{10}{9} \end{bmatrix} u$$

$$y = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta x_1 \\ \delta x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} u$$

بخش ۲)

ورودی تعیین شده در دستور کار را به سیستم خطی شده اعمال می نماییم و شکل موج خروجی را رسم می نماییم :

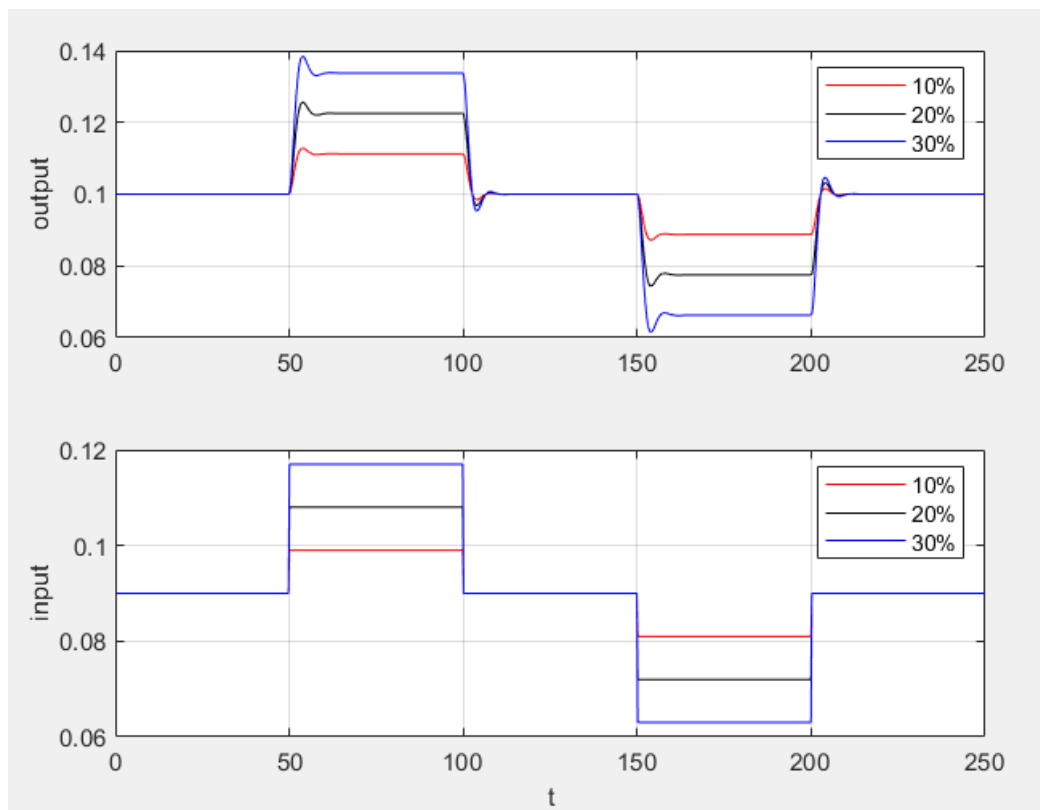


Figure 1: input & output of Linearized system

حال ورودی تعیین شده را به سیستم غیر خطی اعمال می نماییم و ورودی و خروجی را رسم می نماییم :

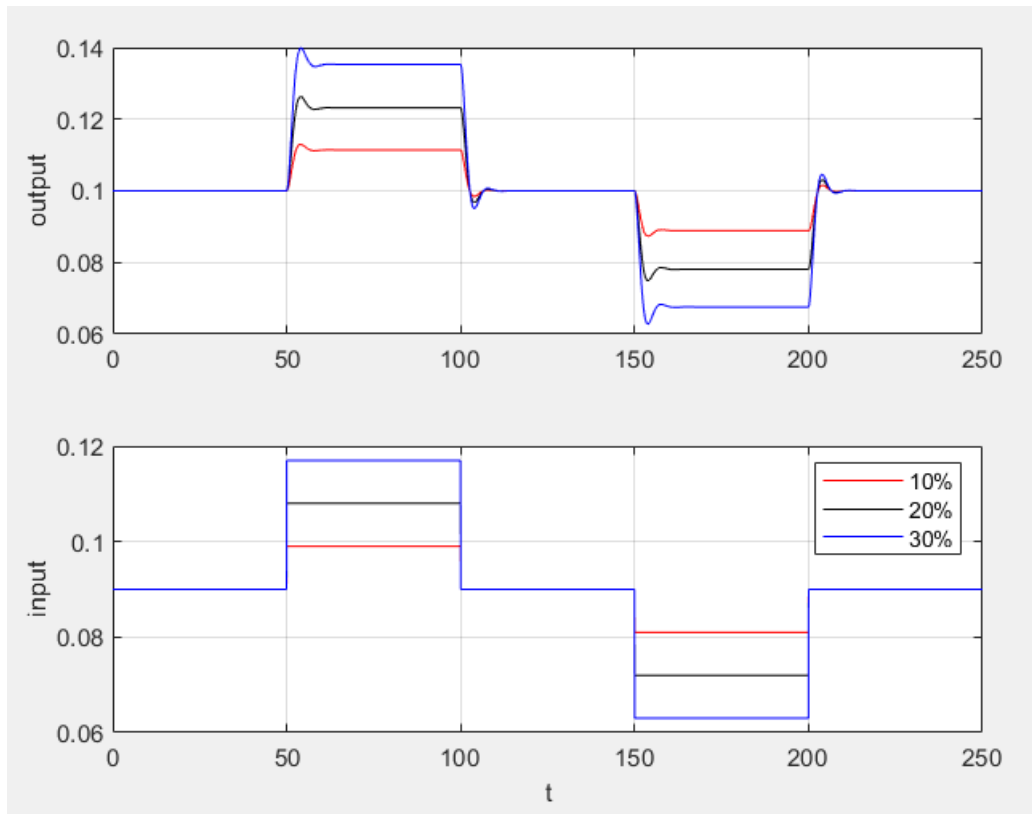


Figure 2: input & output of Non-Linear system

بخش ۳)

در خطی سازی از بسط تیلور کمک گرفته می شود و تا درجه ۱ تقریب زده می شود و باقی جملات با درجه بالاتر حذف می شوند . در واقع این جملاتی که حذف می شوند منشا خطای بین شکل موج خروجی سیستم خطی شده و غیر خطی هستند . از آنجا که سیستم حول نقطه ی کاری قرار دارد که اندازه ی سیگنال کم است ، طبعا مقدار این خطا نیز کم و ناچیز است ولی وجود دارد . سیستم حول ورودی  $0.09$  خطی سازی شده است و در ورودی های نزدیک به این مقدار خطا و بالازدگی کمی را شاهد هستیم ولی همانطور که در نتایج ملاحظه می فرمایید، هرچه

ازین مقدار فاصله میگیریم شاهد خطا و بالازدگی بیشتری هستیم . در واقع هرچه دامنه ورودی افزایش می یابد ، از نقطه ی خطی سازی شده فاصله بیشتری می گیریم و خطا و بالازدگی افزایش می یابد .