



Instructor:
Professor, Ali Ghaffari

Nonlinear Control and Adaptive Systems

Assignments #03
Due Date: Mid-Term Exam

School of Mechanical Engineering
Dynamics and Control
2019-2020

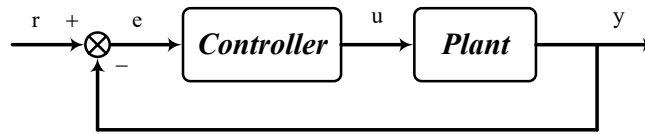
Teaching Assistant:
Hamid Rahmani

سوال شماره یک (بررسی وجود و پایداری سیکل حدی در پاسخ سیستم مدار بسته غیرخطی)

یک سیستم دینامیکی با تابع تبدیل تاخیردار به صورت زیر را در نظر بگیرید:

$$G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{4e^{-0.5s}}{s(1 + 0.25s)}$$

المان کنترلر غیرخطی به صورت یک رله بوده که حدود بالا و پایین آن به ترتیب $+M$ و $-M$ هستند.



شکل ۱-۱. سیستم دینامیکی خطی با کنترلر غیرخطی.

الف: مقداری برای پارامتر M در المان کنترلر غیرخطی شکل (۱-۱) ارائه کنید که به ازاء آن، در صفحه-فاز سیستم مدار بسته سیکل حدی پدید آید؟

ب: پایداری سیکل حدی مذکور را بررسی کنید؟ اگر سیکل حدی به دست آمده پایدار است، خواص آن را (دامنه، فرکانس و پریود نوسانات) محاسبه کنید؟

سوال شماره دو (صفحه-فاز سیستم غیرخطی و تحلیل پایداری)

$$\frac{d^2x}{dt^2} + f\left(x + \frac{dx}{dt}\right) = 0$$

معادله دیفرانسیل حاکم بر یک سیستم غیرخطی به صورت مقابل داده شده است:

$$f(\xi) = \begin{cases} f_0 & \xi > k \\ \frac{f_0}{k} \xi & |\xi| \leq k \\ -f_0 & \xi < -k \end{cases}$$

که در آن تابع مقطعی خطی $f(\cdot)$ وابسته به آرگومان بوده و به صورت مقابل تعریف می‌شود:

که f_0 و k مقادیر ثابت و مثبت حقیقی هستند.

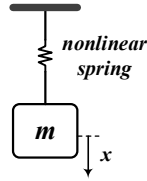
الف: با معرفی متغیرهای حالت مناسب، معادلات فضای حالت سیستم را به دست آورید؟

ب: نقطه (یا نقاط) تعادل این سیستم را به دست آورید؟

پ: مسیرهای حرکت سیستم را در صفحه-فاز ترسیم کرده و راجع به پایداری آن اظهار نظر کنید؟

سوال شماره سه (تابع توصیفی و فرکانس طبیعی نوسان یک سیستم ارتعاشی غیرخطی)

یک سیستم جرم-فنر غیرخطی مطابق شکل (۱-۳) در نظر بگیرید که در آن رابطه نیرو-جابجایی فنر در محدوده جابجایی‌های $x \in [-a, +a]$ به صورت خطی $F = kx$ بوده و برای جابجایی‌های کششی $x > a$ و یا فشاری $x < -a$ ، نیروی فنر مقدار ثابتی دارد.



شکل ۳-۱. یک سیستم جرم-فنر غیرخطی.

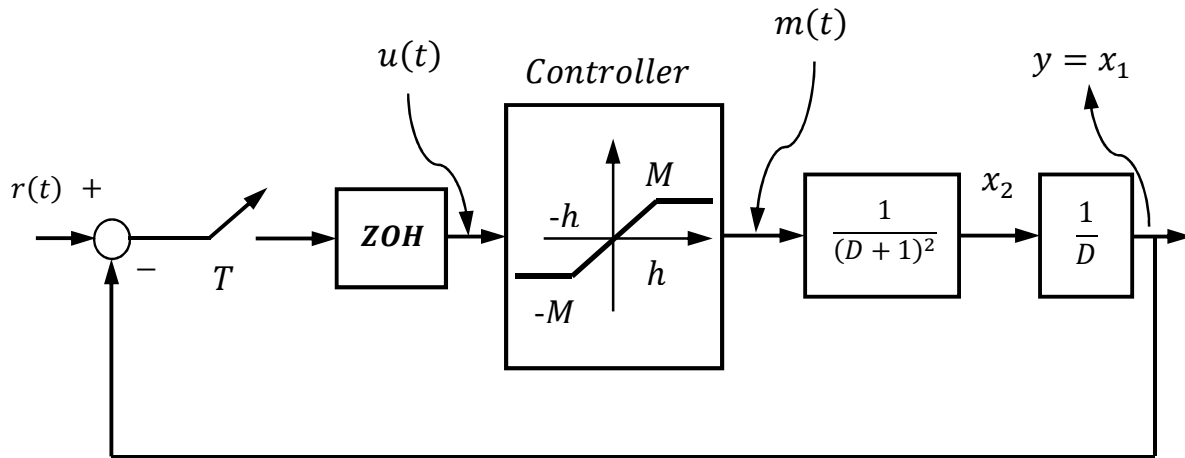
الف: فرکانس طبیعی ارتعاش آزاد سیستم را به صورت تابعی از جابجایی اولیه x_0 به دست آورید؟ (فقط از روش تابع توصیفی استفاده کنید)

ب: برای حالت خاص $x_0 = 2a$ ، فرکانس طبیعی ارتعاش آزاد سیستم غیرخطی را بر حسب $\sqrt{\frac{k}{m}}$ محاسبه کنید؟

(راهنمایی: ابتدا توصیف رابطه نیرو-جابجایی غیرخطی را به صورت یک نمودار که محور افقی آن x و محور عمودی آن F باشد، ترسیم کنید)

سوال شماره چهار (مسیر حرکت برای یک سیستم غیرخطی)

شکل (۴-۱) شامل یک المان کنترلر غیرخطی در یک سیستم کنترلی زمان گسسته می باشد.



شکل ۴-۱. دیاگرام جعبه‌ای یک سیستم کنترل غیرخطی دیجیتال.

فرض کنید مقادیر پارامترها به صورت زیر داده شده‌اند:

$$h = 2; \quad M = 10; \quad T = 1 \text{ sec}; \quad e^{-1} \approx 0.37$$

نمایش فضای حالت سیستم زمان گسسته مدار بسته را به صورت $\vec{x}(k+1) = A_d \vec{x}(k) + B_d u(k)$ به دست آورید؟

- مهلت تحویل تمرین سری ۳، تا روز امتحان میان ترم ۲۹ فروردین ۱۳۹۸ است.
لطفاً پاسخ تمرین ها را در باکس شماره ۲۶ جنب اداره آموزش دانشکده مکانیک بیندازید.
- در صورتی که نیاز به راهنمایی برای حل هر کدام از سوال ها دارید، می توانید به اینجانب مراجعه کنید.
دانشکده مهندسی مکانیک - طبقه اول - رو به روی کتابخانه - آزمایشگاه کنترل و رباتیک
قبلاً هماهنگ کنید. *Telegram_id: @Hamid_rahmani20*
- لطفاً تمرین ها را به صورت انفرادی حل کنید. تمرین های دانشجویان مشابه هم نباشد.
ایمیل درس کنترل غیرخطی: hamid.rahmani20@gmail.com

موفق باشید.