

به نام خدا

تمرین کامپیوتری چهارم

سیگنال‌ها و سیستم‌ها - نیمسال دوم 1400

دکتر اخوان - طراح: محمدرضا تیموریان فرد



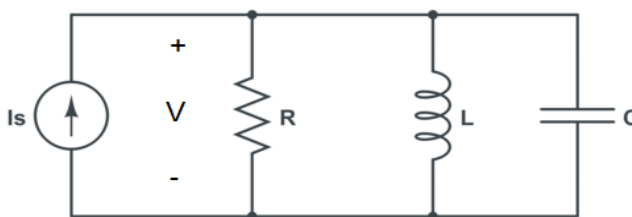
مقدمه

تبدیل لاپلاس کاربرد های فراوانی در مدل سازی و حل مسائل مهندسی دارد. در این تمرین به منظور آشنایی بیشتر شما، یک سیستم الکتریکی و یک سیستم مکانیکی را به صورت ریاضی مدل سازی میکنیم و با استفاده از تبدیل لاپلاس و سیمولینک¹ متلب آنها را پیاده سازی کرده و پاسخ آنها به ورودی های مختلف را به ازای پارامتر های مختلف سیستم بررسی میکنیم.

¹ Simulink

بخش اول

مدار RLC موازی زیر با شرایط اولیه صفر را در نظر بگیرید:



طبق قانون KCL رابطه‌ی زیر برقرار است:

$$i_s(t) = i_R(t) + i_L(t) + i_C(t)$$

و همچنین داریم:

$$i_R(t) = \frac{v(t)}{R}, i_C(t) = C \frac{dv(t)}{dt}, v(t) = L \frac{di_L(t)}{dt}$$

و همچنین $i_s(t)$ منبع جریان ورودی است.

الف) با استفاده از روابط بالا معادله دیفرانسیل مرتبه دومی که جریان سلف را به منبع جریان ورودی ربط می‌دهد بیابید.

ب) فرض کنید جریان سلف را به عنوان خروجی در نظر بگیریم و جریان منبع جریان را هم به عنوان ورودی در نظر بگیریم. با تبدیل لاپلاس گرفتن از معادله دیفرانسیل قسمت قبل، تبدیل لاپلاس خروجی $(I_L(s))$ را برحسب تبدیل لاپلاس ورودی $(I_s(s))$ بدست آورید.

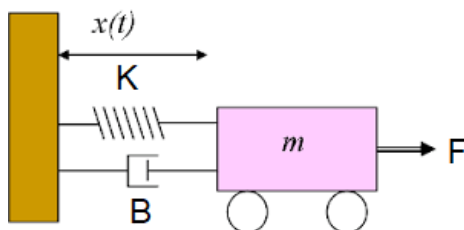
ج) با فرض $C = \frac{1}{32}$, $L = \frac{1}{4}$, $R = 1$, بلاک دیاگرام تابع تبدیلی که ورودی را به خروجی ربط می‌دهد را رسم کنید. در کشیدن بلاک دیاگرام فقط از بلاک انتگرال گیر $(\frac{1}{s})$ یا همان s^{-1} ، بهره و اپراتور جمع استفاده کنید.

د) پاسخ پله‌ی سیستم به دست آمده در قسمت قبل را به دست آورید.

و) حال بلاک دیاگرام به دست آمده در قسمت "ج" را در محیط Simulink پیاده سازی کنید. سپس ورودی را سیگنال پله بدهید و خروجی را بدست آورید. آیا خروجی بدست آمده با پاسخ بدست آمده در قسمت "د" تطابق دارد؟

بخش دوم

سیستم ارابه و فنر و damper زیر را در نظر بگیرید. فرض کنید که ارابه روی سطح صاف بدون اصطکاک قرار دارد و همچنین برای سادگی مقدار اولیه x برابر با صفر و طول آزاد فنر را هم صفر در نظر بگیرید.



نیروی F نیرویی است که به عنوان ورودی به سیستم وارد میشود. همچنین مقدار فاصله ارابه از دیوار ($x(t)$) را به عنوان خروجی در نظر میگیریم.

با نوشتن قانون دوم نیوتن ($\sum f = ma$) را برای سیستم مذکور در جهت افقی به معادله دیفرانسیل مرتبه دوم زیر می‌رسیم:
(نیرویی که فنر وارد میکند برابر با Kx و همچنین نیرویی که damper وارد میکند برابر با $B\dot{x}$ است)

$$F - kx - B\dot{x} = m\ddot{x} \rightarrow F = kx + B\dot{x} + m\ddot{x}$$

الف) از معادله دیفرانسیل قسمت قبل تبدیل لاپلاس بگیرید و تابع تبدیل بین ورودی و خروجی را بدست آورید. (فرض کنید که $M = K = 1$ است و این فرض را تا پایان تمرین داشته باشید)

ب) کوچکترین مقدار B ($B > 0$) که باعث میشود قطب های تابع تبدیل حقیقی شود را بدست آورید و این مقدار را β در نظر بگیرید.

پ) حال در محیط Simulink سیستم را به دو صورت زیر برای هر کدام از چهار مقدار $B = \beta$, $B < \beta$, $B = 0$, $B > \beta$ پیاده کنید و ورودی پله به آن بدهید و خروجی را مشاهده کنید: (برای حالتی که قطب های تابع تبدیل مختلط میشوند تنها پیاده سازی نوع 1 کفایت میکند)

پیاده سازی نوع 1: از بلوک Transfer Function استفاده کنید و با تعیین ضرایب صورت و مخرج آن تابع تبدیل بدست آمده در قسمت قبل را پیاده کنید و سپس ورودی پله به آن بدهید و خروجی را در Scope مشاهده کنید.

پیاده سازی نوع 2: برای این حالت مشابه آنچه که در بخش اول پروژه انجام دادید، بلوک دیاگرام را تنها با استفاده از انتگرال گیر و بهره و اپراتور جمع پیاده سازی کنید و سپس ورودی پله به آن بدهید و خروجی را مشاهده کنید.

ت) حال باتوجه به نتایج قسمت قبل، تاثیر B را بر پاسخ پله تحلیل کنید و در مورد سرعت و نوسان پاسخ ها بحث کنید.

نکات کلی درباره تمرین کامپیوتری:

- تمام پیاده‌سازی‌ها باید در محیط متلب صورت بگیرد.
- فایل نهایی شما باید به صورت یک فایل زیپ شامل گزارشکار (.pdf)، کدهای متلب و سایر فایل‌های خواسته شده باشد. آن را به صورت SS_CA4_SIDs.zip نامگذاری کنید که SIDs شماره دانشجویی اعضای گروه می‌باشد.
- برای آپلود این تمرین تا روز **چهارشنبه 1 تیر ساعت 17** فرصت دارید.
- در صورت بروز هرگونه مشکل میتوانید از طریق زیر با من در ارتباط باشید:

Email: mr.teymoorian@ut.ac.ir