



پروژه دوم درس دینامیک ماشین

استاد درس: دکتر سعید بهزادی پور

نام دانشجو: عرفان رادفر

شماره دانشجویی: 99109603

فهرست

2 مسئله
3 قسمت (الف)
4 قسمت (ب)
4 قسمت (ج)

مسئله

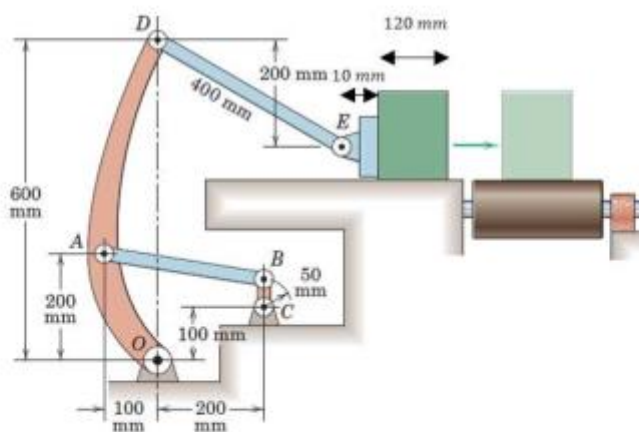
میخواهیم برای سامانه پروژه قبلی چرخ لنگر طراحی کنیم. کلیه فرضیات قبلی برقرار است. اما اینبار باید برای چرخاندن لنگ از یک موتور الکتریکی با گشتاور ثابت استفاده کنیم. همچنین برای جعبه جرم ۵ کیلوگرم و برای لینکهای AB و DE به ترتیب ۲ و ۳ کیلوگرم جرم (میلۀ نازک یکنواخت) در نظر بگیرد. سرعت نامی لنگ $0.35 \frac{rad}{s}$ است و جهت نیروی جاذبه زمین به سمت پایین است.

الف) حداقل گشتاور لازم برای یک عملگر گشتاور ثابت متصل به لنگ برای حرکت دادن به این ماشین را بدست آورید. برای این منظور ابتدا یک عملگر سرعت ثابت (مانند پروژه قبل) به لنگ متصل کرده و ماشین را به حرکت درآورید. سپس با اندازه گیری انرژی مصرفی آن در یک دوره کاری، گشتاور ثابت حداقلی را محاسبه کنید.

ب) سائز چرخ لنگر برای این ماشین در شرایطی که بخواهیم ضریب نوسانات سرعت ۱٪ باشد را بدست آورید. اینرسی دورانی متوسط ماشین بدون چرخ لنگر را نیز با شبیه سازی بدست آورده و گزارش کنید.

ج) چرخ لنگر بدست آمده در بخش ب را به مدل اضافه کنید، و حرکت حالت ماندگار ماشین را شبیه سازی کنید. با رسم سرعت لنگ در یک دور چرخش میزان واقعی ضریب نوسانات سرعت را بدست آورید و گزارش کنید. دقت کنید که در شبیه سازی، اول باید اجازه دهید موتور و چرخ لنگر به سرعت نامی برسند و سپس بار به ماشین وارد شود.

د) اندازه نیروی برشی که به پین E وارد می شود را برای یک دور کاری ماشین در دو حالت رسم کنید: (۱) ماشین با چرخ لنگر و عملگر گشتاور ثابت کار می کند (۲) ماشین با عملگر سرعت ثابت کار می کند.



شکل ۱ مکانیزم انتقال قطعات بر روی نوار نقاله

قسمت (الف)

در این قسمت هدف محاسبه حداقل تورک لازم برای حرکت دستگاه است. از طرفی باید دقت کرد که تنها در حرکت رفت جعبه ، وزن آن نیاز است و برای بقیه حرکت به آن نیاز نداریم ؛ تا زمانی که جعبه بعدی پشت صفحه E بیفتد.

پس تورک را به دو روش بدون جعبه و با جعبه محاسبه کرده و با تابع `trapz` روی بازه های منتظر هر کدام روش ها ، انتگرال میگیریم. از پروژه اول زمان جدایش به دست آمده بود که از آن استفاده می کنیم.

نکته مهمی که وجود دارد آن است که پارامترهای مسئله در شروع شبیه سازی به صورت آشفته رفتار کرده و داده پرت محسوب می شوند ، برای همین محاسبات و انتگرال گیری برای دور دوم حرکت محاسبه می شود.

باتوجه به داده های `box_velocity` می توان دریافت که جدایش جعبه در فرایند دوم باید در زمان 29.99s رخ داده باشد، در نتیجه معیار ما نیز همان است.

تمام داده های به جز تورک ورودی برای دو حالت با جعبه و بدون جعبه یکسان است و بازه ها و المان های زمانی نیز یکسان محاسبه شده است. برای حال بدون جعبه تورک `crank_torque_` و برای با جعبه تورک `crank_torque` (بدون _) میباشد.

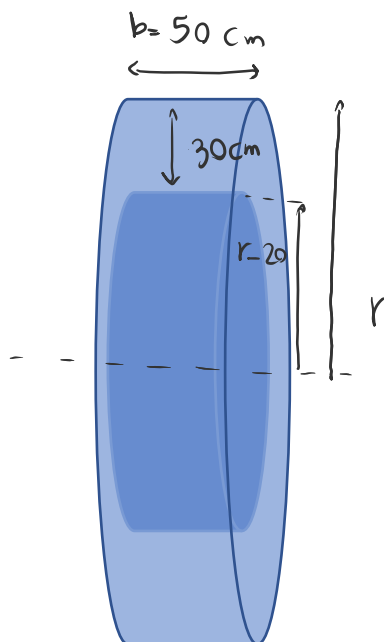
برای ران این قسمت ابتدا در سیمولینک ، `crank_torque_` را با % غیرفعال کرده و تورک با جعبه را به دست می آوریم ، سپس `crank_torque` و فایل `box` را با % درصد غیر فعال کرده و `crank_torque_` را فعال می کنیم و دوباره ران میگیریم. دو حالت مختلف در `workspace` ظاهر میشوند . سپس برنامه `main` را ران کرده که بین بازه های زمانی ذکر شده انتگرال گرفته و کار یک دور `E1` را به دست می آورد. با تقسیم `E1` بر 2π ، `T_average` تورک متوسط بدست می آید که 0.001497N.m یا 1.497 N.mm به دست می آید.

Workspace	
Name ▲	Value
box_acceleration	1x1 double timeseries
box_postion	1x1 double timeseries
box_velocity	1x1 double timeseries
crank_angle	1x1 double timeseries
crank_torque	1x1 double timeseries
crank_torque_	1x1 double timeseries
E1	-0.0094
i	9077
k1	5448
k2	10860
k3	9077
n	[12095,1]
simlog	1x1 Node
t1	17.9520
t2	35.9039
T_average	-0.0015
tout	1000x1 double
w	0.3500

قسمت (ب)

باید ضریب نوسانات را برای این سیستم به 1% برسانیم. با تورک ورودی به دست آمده که 1.497 N.mm می باشد. که دلتا E از نمودار حدود 0.94 می شود.

$$C_s = 0.01 = \frac{|\Delta E|}{\pm \omega^2} = \frac{+0.94}{\pm 0.35^2} \rightarrow I = 767 \text{ kg.m}^2$$



اگر سایز چرخلنگر را به صورت روبه رو بگیریم

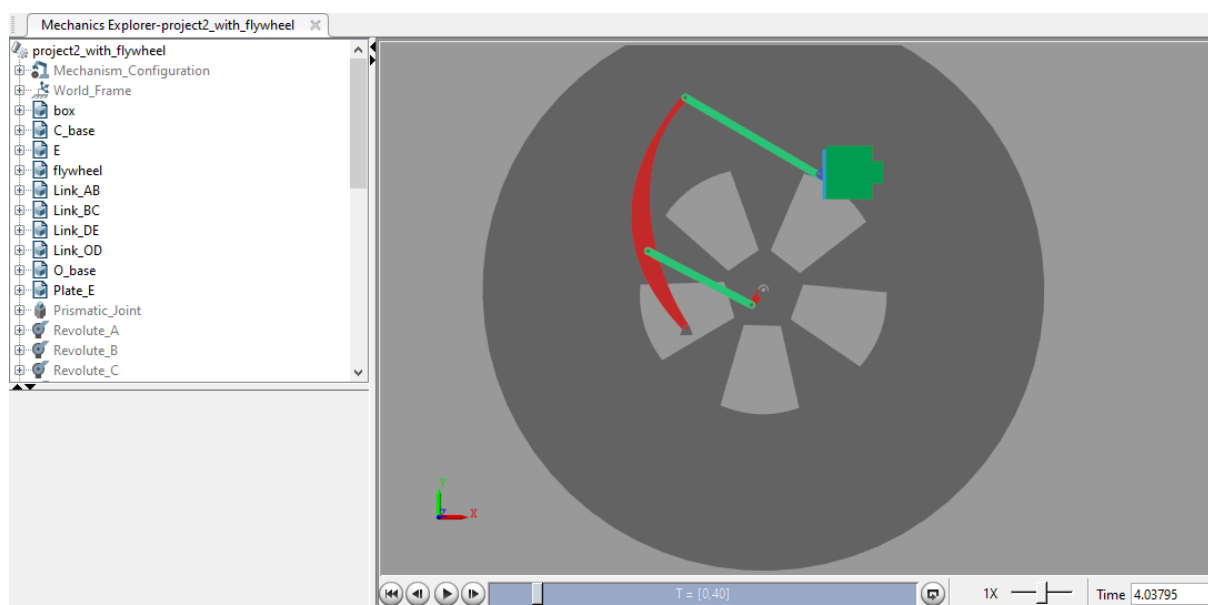
$$I_{\text{flywheel}} = \rho \cdot b \cdot \frac{\pi}{2} (r^4 - (r-0.3)^4)$$

7.85 g/cm³ فولاد

$$r = 0.604 \text{ m}$$

در اینجا از ا متغیر سیستم صرف نظر شده است، چرا که با کمک آن ، ضریب نوسان پایین تر نیز می آید.

قسمت (ج)



پس از طراحی چرخلنگر، آن را به لینک BC در محل لولای C ، مفصل جوش می دهیم.

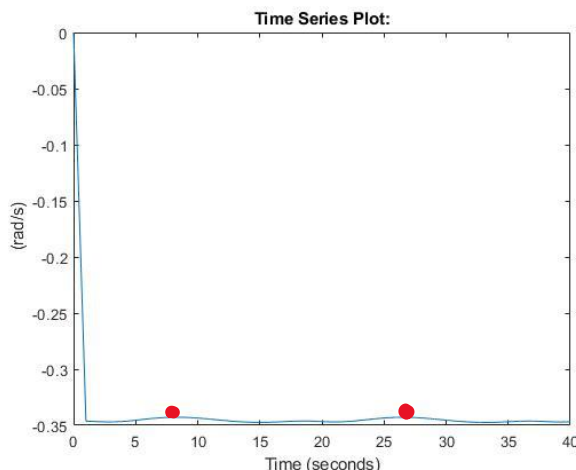
تکانه زاویه ای مورد نیاز از رابطه زیر به دست می آید.

$$I \omega_f = 768 \times 0.35 = 269 \quad \text{kg} \cdot \text{m}^2 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

حالا این مقدار باید در لحظه اولیه به سیستم داده شود تا مکانیزم به فرم پایای خود برسد. برای این کار از تابع پله با دامنه بالا و دوره پایین استفاده می کنیم تا شبیه ضربه شود.

چون دور دوم سنجیده می شود ، می توان در دور اول ضربه را ایجاد کرد تا مانند شرایط اولیه شود و تاثیر نوسانات آن تا دور دوم از بین برود.

تابع پله در مدت یک ثانیه و با دامنه 269 اعمال می شود. در کنار آن خود تورک پایدار محاسبه شده تا انتهای شبیه سازی اعمال می شود. از طرفی ، لختی دورانی سیستم و تاثیر جاذبه نیز باید اضافه شود برای همین ، مقدار دامنه را 269 و بازه زمانی اعمال آن را 1 ثانیه اول می گیریم. هر چند مقدار دامنه مهم نیست و بیشتر هدف آن است که سریع تر به حالت پایدار برسیم.



در نقاط قرمز رنگ بیشترین انحراف را داریم که سرعت در آن نقاط 0.3458 رادیان بر ثانیه است.

$$\Delta = \frac{|0.35 - 0.3458|}{0.35} = 0.012 \approx 0.01$$