

مطلوب است ساخت مدلی از ربات تمرین پنجم شامل مفاصل اول تا سوم به همراه عملگرهای الکتریکی مربوطه. برای این منظور:

۱. یک مدل از مکانیک ربات را با در نظر گرفتن سه لینک به صورت **میله یکنواخت** (با استفاده از قطعات پیشفرض) در Simscape بسازید. جرم میله‌ها را به ترتیب برای لینک‌های ۱، ۲ و ۳ برابر چهار، چهار و دو کیلوگرم در نظر بگیرید. طول لینک سه را برابر ۳۰ سانتی متر در نظر بگیرید. (باقی ابعاد و مختصات صفر را مطابق تمرین پنجم در نظر بگیرید.)

۲. به کمک روابط ارائه شده برای موتور DC و جدول زیر مدلی از موتور مربوطه ساخته و به مفاصل ربات متصل نمائید. ربات را در موقعیت اولیه معادل:

$$\theta_1 = 0, \theta_2 = 0, d = 0$$

قرار دهید و ولتاژ ۴۸ ولت را به هر سه موتور به مدت ۳ ثانیه اعمال کنید. زاویه هر مفصل را بر حسب زمان رسم کنید. (در همرفتگی لینک‌ها اهمیتی ندارد.)

۳. برای هریک از مفاصل سه گانه ربات، یک کنترلر PID طراحی کنید که زمان نشست ربات حدود ۱ ثانیه و فراجش آن کمتر از ۵٪ باشد. برای این منظور تابع تبدیل حلقه بسته هر مفصل را بدست آورید و از روابط زیر برای تخمین ضرایب استفاده کنید. (البته نهایتاً ممکن است مجبور به تنظیم نهایی ضرایب با سعی و خطا باشید.)

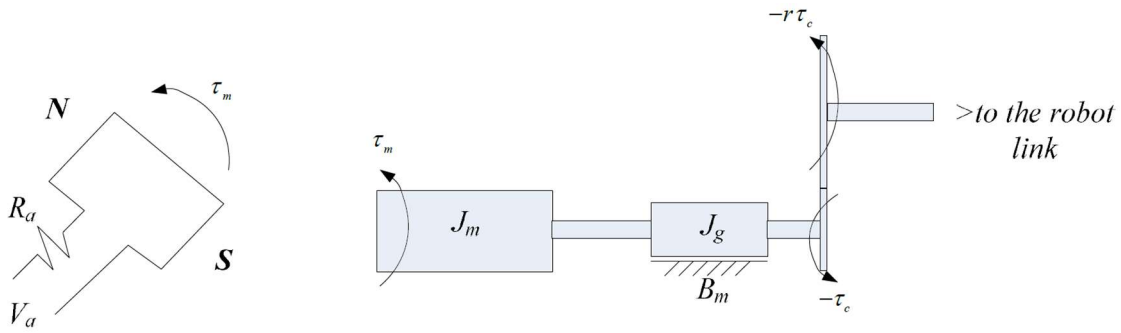
$$M_p = e^{-\pi\xi/\sqrt{1-\xi^2}} t_s = \frac{4.6}{\xi\omega_n}$$

کنترلر خود را برای بردن از موقعیت اولیه به

$$\theta_1 = 50, \theta_2 = 35, d = 15 \text{ cm}$$

تست کنید. منحنی‌های زاویه مفاصل بر حسب زمان را رسم کنید. (طراحی تراژکتوری لازم نیست. مقادیر زاویه‌ها را به صورت ورودی پله به کنترل کننده هر مفصل اعمال کنید.)

۴. تراژکتوری طراحی شده در قسمت الف تکلیف ۵ را روی ربات پیاده کنید و خطای آر ام اس مسیر، نسبت به سوال ۳ را گزارش کنید. (موقعیت اولیه و پایانی مسیر را مختصات تکلیف ۵ در نظر بگیرید.) (امتیازی ۲۵٪)



V_a	Armature voltage
V_b	Back EMF voltage
R_a	Armature resistance (50 Ohm)
τ_m	The generated torque at the armature
τ_c	The input torque to the gearbox (transmission)
J_m	Angular inertia of the armature (0.1 kgm^2)
J_g	Angular inertia of the gears (0.05 kgm^2)
r	Transmission ratio (50)
B_m	The viscous friction coefficient at the motor and transmission (0.01 Nms)
θ_m	Angular position of the motor
θ_l	Angular position of the link
i_a	Current of the armature
K	The motor constant (7.5 Nm/Amp)