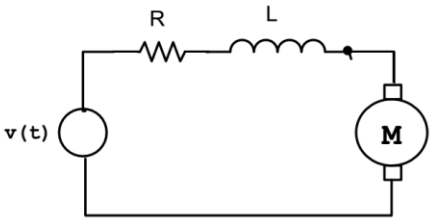
به نام خدا

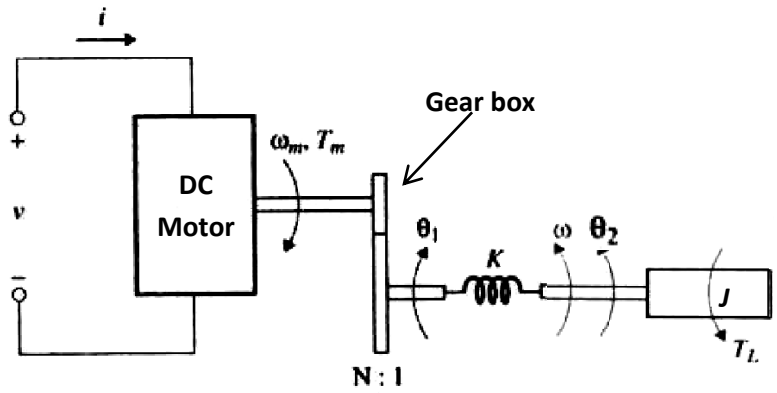
پروژه درس کنترل مدرن **استاد درس: دکتر عبدالحسین صالح**

یکی از سیستم‌های بسیار متداول در کنترلِ اجزاء مختلف فرآیندهای صنعتی درایو موتور DC می باشد. در این پروژه موتور DC با هستهٔ مغناطیس دائم بررسی می شود. کنترل دور این موتور که به جعبه دنده مجهز است توسط ولتاژ آرمیچر آن صورت می پذیرد. سمت بار انعطاف پذیر بوده و با ضریب سختی k مدل شود. در اینصورت گشتاور انتقال یافته از مسیر این انعطاف پذیری معادل($K(\theta_1 - \theta_2)$ می باشد. این سیستم باری را که دارای ممان اینرسی J می باشد می چرخاند. همچنین کلیهٔ اغتشاشات وارد بر سیستم و دینامیک‌های مدل نشده به صورت گشتاور خارجی T_L مدل شده است.

مدار معادل موتور DC:



دیاگرام بلوکی درایو:



برای موتور DC:

$$T_m = K_1 \cdot \phi \cdot i = K_m \cdot i$$
$$v_{Emf} = K_2 \cdot \phi \cdot \omega_m = K_m \cdot \omega_m$$

برای جعبه دنده:

$$N = \frac{\omega_m}{\omega} \quad or \quad N = \frac{\theta_m}{\theta_1}$$

زاویهٔ موتور:
زاویهٔ بار:

با صرف نظر از تلفات در جعبه دنده:

$$\frac{1}{N} = \frac{T_m}{T}$$

*K_m=0.08 Nm/A , R=1.5 Ω , L=0.04 H , J_m=10^{-3} Kgm^2 , J=3*10^{-2} Kgm^2 , N=15 , K=600 Nm/rad*

۱) با استفاده از اصول فیزیکی حاکم بر سیستم درایو، مدل ریاضی مربوط به آن را بدست آورید. $\theta_1 - \theta_2$ را به عنوان یک متغیر حالت با نمایش Δ در نظر بگیرید و $d\Delta/dt=\Omega$. در نهایت معادله حالت v بر حسب Δ و i را بدست آورید.

۲) ماتریسهای معادلات حالت را تعیین نمائید.

۳) توسط Matlab/Simulink با درنظر گرفتن ورودی‌ها و شرایط اولیه زیر، سیستم را شبیه سازی نموده و پاسخ متغیرهای حالت و خروجی‌های سیستم را برحسب زمان رسم نماید.

$$v(t) = \begin{cases} 4 & 0 < t < 3 \\ -3 & 3 < t < 6 \end{cases}$$ شرایط اولیه صفر و

۴) توابع تبدیل سیستم درایو را برای $\frac{\theta_1}{v}$ و $\frac{\theta_2}{v}$ به دست آورید.

۵) رویت پذیری و کنترل پذیری سیستم را به ازای شرایط ورودی - خروجی زیر تعیین نموده و تجزیه کالمن را برای سیستم به صورت دیاگرام بلوکی رسم نمایید.

الف) ورودی v و خروجی θ_1

ب) ورودی v و خروجی θ_2

ج) ورودی v و خروجی θ_1 و θ_2

۶) پایداری سیستم را با استفاده از روش اول لیاپانوف (روش مقادیر ویژه) و روش دوم لیاپانوف (تعریف تابع لیاپانوفی) بررسی نمایید.

۷) طراحی کنترل کننده:

الف) بهره فیدبک حالت لازم برای جایابی قطب های سیستم حلقه بسته را بر روی 30- و 10- و 4- و 5- و 100±100j- تعیین نمایید.

ب) با استفاده از بهره فیدبک محاسبه شده قانون کنترلی لازم برای تنظیم خروجی θ_2 بر روی یک مقدار مطلوب θ_d را بیابید و تابع تبدیل $\frac{\theta_2}{\theta_d}$ را محاسبه نمایید.

ج) پاسخ پله واحد تابع تبدیل $\frac{\theta_2}{\theta_d}$ را به کمک MATLAB/Simulink رسم نمایید.

۸) با فرض آن که θ_1 و θ_2 قابل اندازه گیری باشند، مقادیر ω و i را تخمین زده در حالی که اغتشاش ثابت T_L به سیستم اعمال می‌شود. دینامیک تخیمن گر را کمی در یک حالت ۲ برابر و در حالت دیگر ۱۰ برابر سریعتر از دینامیک سیستم اصلی در نظر بگیرید. (تخمین گر حالت طراحی نمایید.)

۹) فیدبک حالت را با در نظر گرفتن تخمین های زده شده در دو حالت مختلف در سوال قبل مجدد بر روی سیستم درایو پیاده سازی نمایید و تغییرات متغیرهای مختلف سیستم را با حالتی که کنترل با مقادیر واقعی (نه تخمین زده شده) صورت می گیرد مقایسه نمایید.

نحوه نوشتن گزارش:

۱) کلیه سوالات را به جز ۱ و۲، به کمک نرم افزار MATLAB انجام دهید.

۲) در مورد هر یک از خروجی هایی که توسط نرم افزار به دست می آید بایستی توضیح و تفسیر جامع آورده شود.

۳) برای نمودارهای رسم شده حتما بایستی عناوین محورهای افقی و عمودی مشخص باشد.