

به نام خدا



آزمایشگاه کنترل دیجیتال

تمرین

تکمیل مدلسازی موتور و شبیه سازی

۱. در آزمایش دوم مدل موتور DC را به دست آوردیم. مدل به دست آمده از مرتبه ۱ و به شکل زیر است:

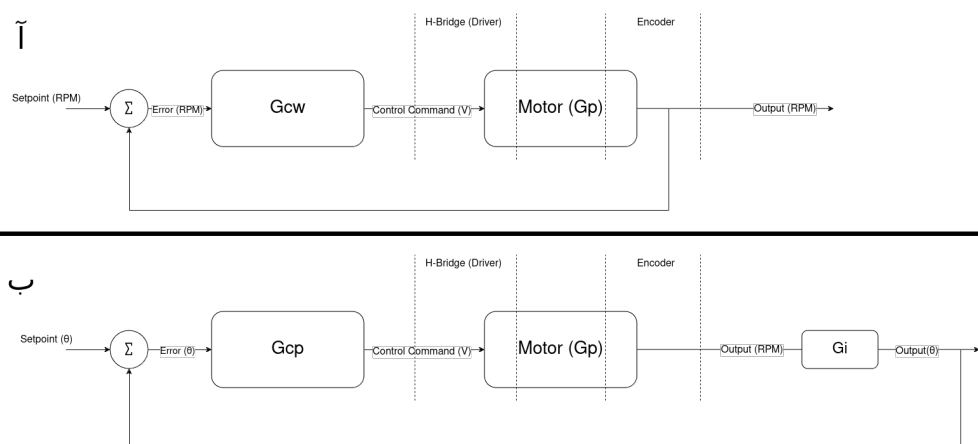
$$G_p = \frac{\omega}{V_{in}} = \frac{K}{\tau s + 1} \quad (1)$$

که ω خروجی سرعت (دور بر دقیقه) و V_{in} ولتاژ اعمالی به موتور از طریق سیگنال PWM است. برای کنترل دور و موقعیت موتور باید اجزای مختلف دو دیاگرام بلوکی شکل (۱) را به دست آوریم. در جدول (۱) اجزای مختلف این دو دیاگرام شرح داده شده است:

جدول ۱: اجزای مختلف دیاگرام بلوکی کنترلی

تایع تبدیل	شرح	شکل کلی	یکای ورودی	یکای خروجی
G_{cw}	تایع تبدیل کنترل گر دور	PID یا Deadbeat	دور بر دقیقه	ولت
G_{cp}	تایع تبدیل کنترل گر موقعیت	PID یا Deadbeat	درجه	ولت
G_p	تایع تبدیل مدل موتور	$\frac{K\omega}{\tau s + 1}$	ولت	دور بر دقیقه
G_i	انتگرال گیر	$\frac{K\theta}{s}$	دور بر دقیقه	درجه

با انجام آزمایش شناسایی موتور بیشتر بخش های این دیاگرام معلوم شده و تنها مجهول ضریب K_θ است. این ضریب را با استفاده از روابط فیزیکی به دست آورید.



شکل ۱: آ- دیاگرام بلوکی کنترل دور | ب- دیاگرام بلوکی کنترل موقعیت

۲. به کمک یک نرم افزار شبیه سازی مثل سیمولینک یا SciLab دیاگرام بلوکی شکل (۱-آ) را شبیه سازی کنید. تذکر مهم: در تمام شبیه سازی ها ناحیه ی مرده ی موتور و سطوح اشباع کنترل کننده را در نظر بگیرید در غیر این صورت نتایج عملی و نظری کاملاً متفاوت خواهد بود. دو کنترل کننده ی P و PI برای کنترل پیوسته ی دور طراحی کنید. سپس با در نظر گرفتن دو زمان نمونه برداری ۲۰ و ۱۰۰ میلی ثانیه کنترل کننده را گسسته کنید و نتایج شبیه سازی را گزارش کنید.

۳. دیاگرام بلوکی شکل (۱-ب) را شبیه سازی کنید. تابع تبدیل سیستم را در این حالت و با فرض زمان نمونه برداری ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی ثانیه گسسته کنید. سپس به کمک مطالبی که در درس آموخته اید، سه کنترل کننده ی Deadbeat برای کنترل موقعیت موتور با این سه زمان نمونه برداری طراحی کنید. نتایج شبیه سازی را گزارش کنید.

۴. به پرسش های زیر پاسخ دهید:

- چرا در سیستم های دیجیتال معمولاً از کنترل کننده ی PID استفاده نمی شود؟
- چرا در کنترل موقعیت موتور به کنترلر PI احتیاج نیست؟
- نوع خاصی از کنترل کننده ی PID به نام P+D وجود دارد. چگونه می توان این کنترل کننده را برای کنترل موقعیت به کار برد و مزیت آن نسبت به PD چیست؟
- کاهش یا افزایش زمان نمونه برداری چه تاثیری در نحوه ی کنترل موقعیت موتور با کنترل کننده ی Deadbeat دارد؟
- با پیمودن گام های زیر رابطه ی گسسته ی کنترل کننده ی PID را به دست آورید:
(آ) رابطه ی کلی این کنترل کننده به صورت زیر است:

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(\tau) d\tau + K_d \dot{e}(t) \quad (2)$$

برای پیاده سازی دیجیتال معمولاً از رابطه ی (۲) مشتق می گیرند و سپس آن را گسسته می کنند:

$$\dot{u}(t) = K_p \dot{e}(t) + K_i e(t) + K_d \ddot{e}(t) \quad (3)$$

رابطه (۳) را به روش تقریب تفاضل عقب گرد و به کمک روابط (۴) و (۵) گسسته کنید:

$$\dot{f}(x) \approx \frac{f(x) - f(x-h)}{h} \quad (4)$$

$$\ddot{f}(x) \approx \frac{f(x) - 2f(x-h) + f(x-2h)}{h^2} \quad (5)$$

و در نهایت معادله ی تفاضلی مناسب را برای پیاده سازی این کنترل کننده به دست بیاورید.

- ثابت زمانی این سیستم (τ) را در آزمایش شناسایی به دست آورید. با دانشی که در درس کنترل دیجیتال کسب کرده اید بررسی کنید که زمان نمونه برداری مناسب برای کنترل چنین سیستمی چیست؟