

۱- مدل پنج درجه آزادی که در تمرین سری دوم برای موشک و هدف معرفی شد را در نظر بگیرید. پارامترهای موشک و هدف را هم به صورت زیر در نظر بگیرید.

جدول ۱: اطلاعات موشک و هدف

پارامتر	مقدار	واحد	توصیف
$v_m(0)$	۲۰۰	m/s	سرعت اولیه موشک
$x_m(0)$	۰	M	موقعیت اولیه موشک
$y_m(0)$	۰	M	موقعیت اولیه موشک
$z_m(0)$	۰	M	ارتفاع اولیه موشک
$a_{x_m}(t)$	$300(1-u(t-3)) - 0.00015 V_m^2$	m/s ²	شتاب محوری موشک
a_{t_y}	۱	g	شتاب هدف در راستای y
a_{t_z}	۱	g	شتاب هدف در راستای z
$\theta_t(0)$	۰	deg	زاویه اولیه پیچ هدف
$\psi_t(0)$	۱۳۰	deg	زاویه اولیه سمت هدف
$v_t(0)$	۳۰۰	m/s	سرعت اولیه هدف
$x_t(0)$	۱۲۰۰۰	m	موقعیت اولیه هدف
$y_t(0)$	۰	m	موقعیت اولیه هدف
$z_t(0)$	۳۰۰۰	m	ارتفاع اولیه هدف

الف- می‌خواهیم با استفاده از یک جستجوگر Gimballed، موشک را به روش هدایت تناسبی خالص سه‌بعدی به سمت هدف هدایت کنیم.

توابع تبدیل سیستم کنترل شتاب‌های جانبی موشک را ایده‌آل به صورت $\frac{a_{m_y}}{a_{c_y}} = \frac{a_{m_z}}{a_{c_z}} = \frac{1}{Ts+1}$ در نظر بگیرید

($T=0.2$ sec)؛ بر این اساس، هدایت موشک به سمت هدف را به صورت سه‌بعدی شبیه‌سازی کنید. نیازی به جبران شتاب جاذبه نیست و در معادلات حرکت هم شتاب جاذبه را در نظر نگیرید. شرایط اولیه موشک و هدف و مقدار اولیه زوایای پرتاب را طوری محاسبه کنید که موشک (با فرض سرعت اولیه ۵۰۰ متر بر ثانیه) در ابتدا روی مسیر برخورد (Collision Course) باشد. با در نظر گرفتن $N=4$ ، مسیر حرکت موشک و هدف (در صفحه قائم و صفحه افق) و همچنین فرامین شتاب، شتاب اجرا شده و نرخ چرخش خط دید حول محور y و z بدنی را بر حسب زمان رسم کنید. مقدار فاصله از دست‌دهی (MD) و تلاش کنترلی (CE) را نیز سپس گزارش کنید. (۳۰ از ۱۳۰)

ب- فرامین شتاب را به ازای $N=3,4,5$ روی یک شکل رسم و بحث کنید. اثر N بر نحوه تغییرات نرخ چرخش خط دید را نیز به همین ترتیب رسم و بحث کنید. (۱۰ از ۱۳۰)

پ- بدون تغییر پارامترهای قانون هدایت نسبت به بند الف، عملکرد قانون هدایت را به ازای مقادیر مختلف T بررسی، نمودارهای تغییرات MD و CE را بر حسب T رسم و از روی آن راجع به اثر T و محدوده قابل قبول T بحث کنید. (۱۰ از ۱۳۰)

ت- برای فرامین هدایت حد اشباع در نظر بگیرید و بدون تغییر پارامترهای قانون هدایت نسبت به بند الف، عملکرد قانون هدایت را به ازای مقادیر مختلف حد اشباع بررسی و نمودارهای تغییرات MD و CE را بر حسب حد اشباع رسم کنید. (۵ از ۱۳۰)

ث- در حالت الف، فرض کنید وقتی موشک به فاصله Rmin از هدف برسد، جستجوگر دیگر هدف را مشاهده نخواهد کرد. وقتی این حالت اتفاق افتاد، با استفاده از بلوک memory آخرین فرمان را Hold کنید. نمودار تغییرات MD را بر حسب Rmin را رسم و از روی آن راجع به حد قابل قبول Rmin بحث کنید. (۵ از ۱۳۰)

ج- در حالت الف، فرض کنید وقتی زاویه دید (Look Angle) در هر یک از دو کانال پیچ و یاو بدنی بیشتر از Lmax شود، سیکر به دلیل محدودیت field of regard دیگر هدف را مشاهده نخواهد کرد. وقتی این حالت اتفاق افتاد، با استفاده از بلوک memory آخرین فرمان را Hold کنید. نمودار تغییرات MD را بر حسب Lmax رسم و از روی آن راجع به حد قابل قبول Lmax بحث کنید. (۵ از ۱۳۰)

چ- در حالت الف، فرض کنید وقتی نرخ چرخش خط دید در هر یک از دو کانال پیچ و یاو بدنی بیشتر از Rmax شود، سیکر هدف را از دست خواهد کرد. وقتی این حالت اتفاق افتاد، با استفاده از بلوک memory آخرین فرمان را Hold کنید. نمودار تغییرات MD را بر حسب Rmax رسم و از روی آن راجع به حد قابل قبول Rmax بحث کنید. (۵ از ۱۳۰)

ح- در حالت الف، خروجی قانون هدایت را با استفاده از بلوک zero order hold در بازه‌های زمانی ΔT ثانیه ثابت نگه دارید. به عبارت دیگر، خروجی قانون هدایت هر ΔT ثانیه یک بار بروز شود. نمودار تغییرات MD را بر حسب ΔT رسم و از روی آن راجع به حد قابل قبول ΔT بحث کنید. (۵ از ۱۳۰)

۲- دستور شتاب را به صورت
$$n_c = N' v_c \dot{\lambda} \left(1 + \frac{1}{\frac{sT}{4}} \right)$$
 و دینامیک سیستم کنترل را مرتبه سوم به صورت

$$\frac{n_L}{n_c} = \frac{1}{\left(1 + \frac{sT}{4} \right)^3}$$

در نظر بگیرید. همچنین دینامیک هدف به صورت زیر فرض می‌شود:

$$\dot{n}_t = -\frac{n_t}{T} \quad (۱۳)$$

در رابطه فوق، n_t و T به ترتیب بیانگر شتاب هدف و ثابت زمانی است. پارامترهای سیستم را مطابق با جدول (۲) در نظر بگیرید.

جدول ۲: اطلاعات مساله

پارامتر	مقدار	واحد	توصیف
v_c	۱۳۰۰	متر بر ثانیه	سرعت نزدیک‌شوندگی
t_f	۱۵	ثانیه	زمان شبیه‌سازی
T	۰/۵	ثانیه	ثابت زمانی
$n_t(0)$	3g	متر بر مجذور ثانیه	شتاب اولیه هدف

الف) حلقه هدایت TPN خطی شده را با پارامترهای زیر شبیه‌سازی کنید و فرامین شتاب و متغیر y را بر حسب زمان به ازای $N' = 3, 4, 5$ روی یک شکل رسم و مقایسه کنید. فاصله از دست‌دهی و تلاش کنترلی را نیز گزارش کنید. (۱۰ از ۱۳۰)


ب) نتایج بند الف را برای هدایت تناسبی افزوده (APN) نیز ارائه و با بند الف مقایسه کنید (فرض کنید: $N' = 4$). (۱۰ از ۱۳۰)

پ) نمودار بلوکی سیستم الحاقی را برای هدایت تناسبی و هدایت تناسبی افزوده شبیه‌سازی و فاصله ازدست‌دهی ناشی از شتاب هدف و HE را بر حسب زمان پرواز و به ازای مقادیر $T=0.25, 0.5, 1$ روی دو شکل رسم کنید. (۲۰ از ۱۳۰)

ت) شبیه‌سازی نرم‌افزار در حلقه (SIL)^۱ بند الف را انجام دهید. سپس، نمودارهای خواسته‌شده در بند الف را مجدداً رسم و تلاش کنترلی و فاصله ازدست‌دهی را محاسبه و گزارش کنید. نتایج را با بند قبل مقایسه و بحث کنید. (فرض کنید: $N' = 4$). (۱۵ از ۱۳۰)

- به‌منظور شبیه‌سازی نرم‌افزار در حلقه، کافی است بلوک دیاگرام الگوریتم‌های هدایت و کنترل، که در محیط سیمولینک ایجاد شده‌است، را به کد C تبدیل کنید. سپس، کد C استخراج‌شده را در حلقه شبیه‌سازی مدل نرم‌افزاری قرار دهید.

- یک فیلم کوتاه از نحوه انجام این کار با فرمت mp4 ضبط کنید و همراه با تکلیف تحویل دهید.

 **لطفاً در انجام تکالیف حتماً به موارد زیر توجه کنید:**

۱. تمرین‌ها به‌صورت دقیق ارزیابی و نمره‌دهی می‌شود.
۲. تمرین‌ها در موعده مقرر به‌صورت یک فایل zip پوشه‌بندی‌شده در سامانه درس‌افزار شریف قرار گیرد.
۳. فایل زیپ تحویلی تنها حاوی یک پوشه با نامگذاری مشابه زیر باشد. فایل‌های مربوط به هر سوال را در یک پوشه جداگانه، داخل پوشه اصلی، قرار دهید.

HW1_94203511_Name

۴. برای بررسی تمرین‌ها، لازم است فایل‌های سیمولینک یا متلب نیز بررسی شوند. لذا، ضروری است فایل‌های مذکور و به‌طور کلی هر فایلی که در حل تمرین از آن استفاده شده نیز در پوشه مربوط به همان سؤال قرار گیرد.
۵. در صورت نیاز به اسکن تمرین‌هایی که روی کاغذ حل می‌کنید، می‌توانید از برنامه کاربردی Fast Scanner و امثال آن استفاده کنید.
۶. با توجه به اینکه ارزیابی تمرین‌ها از روی فایل خیلی سخت‌تر از ارزیابی نسخه کاغذی است، از ارسال اسکن کم‌کیفیت خودداری و در صورت لزوم از اسکنر استفاده کنید.
۷. در صورت ارسال تمرین‌ها در دو یا چند مرحله، آخرین فایل ارسالی بررسی خواهد شد و تاریخ آخرین ارسال ملاک تاریخ تحویل‌دهی خواهد بود.
۸. خواسته‌های هر سوال به صورت شفاف و مشخص برآورده شود.
۹. شکل‌ها دارای عنوان مناسب باشند. در رسم نمودارها حتماً محورها نامگذاری و واحدها مشخص شوند.

¹ Software In the Loop

۱۰. شکل‌های حاوی چند نمودار به نحو مناسبی با legend نمایش داده شوند.
۱۱. واحد تمامی اعداد را بنویسید.
۱۲. هنگام انتقال شکلی از متلب یا سیمولینک به فایل word به جای اسکرین شات گرفتن از صفحه، از منوی edit گزینه copy figure را در پنجره plot انتخاب کنند.
۱۳. تمرین را به زبان فارسی بنویسید و از نوشتن هر گونه توضیحات اضافه پرهیز کنید. مفیدبودن مطالب قطعاً از حجم آن‌ها مهمتر است.
۱۴. راهنمایی گرفتن از دوستان، مشروط به اینکه به اندازه کافی روی مسئله فکر کرده باشید، بلامانع است. فراتر از کسب راهنمایی به هیچ وجه مجاز نیست.
۱۵. در صورت داشتن هر گونه سوال راجع به تمرین‌ها، با دستیار آموزشی درس، آقای محمد صادق اکبری (09390483400، mohammadsadegh.akbari@sharif.edu) و در شرایط اضطرار با استاد درس (09123703246، nobahari@sharif.edu) تماس بگیرید. برعکس، اشکالات درسی خود را سعی کنید از استاد درس بپرسید. (زمان مناسب برای تماس تلفنی با استاد درس بعد از نماز مغرب است).
۱۶. با توجه به ضرورت ارزیابی سریع تمرین‌ها و بازخورد سریع به دانشجویان، برای هر روز تحویل زودتر، ۵ درصد نمره تشویقی (تا سقف ۲۰ درصد) و برای یک تا هفت روز تاخیر به ترتیب ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۳۰، ۵۰ و ۷۰ درصد کسر تاخیر در نظر گرفته می‌شود و پس از آن فایل قابل بارگذاری در سامانه نیست.
۱۷. توصیه اکید می‌شود از عدم تحویل تکالیف ناقص خودداری کنید. تحویل ناقص حتماً بهتر از عدم تحویل است.