

طراحی سامانه کنترل پرواز

www.ketab.ir

تالیف و گردآوری:

دکتر سید حسین ساداتی

عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی مالک اشتر

سرشناسه:	ساداتی، سیدحسین، ۱۳۴۴ -
عنوان و نام پدیدآور:	طراحی سامانه کنترل پرواز/ تالیف و گردآوری سیدحسین ساداتی.
مشخصات نشر:	تهران: دانشگاه صنعتی مالک اشتر، انتشارات، ۱۴۰۰
مشخصات ظاهری:	[۵]، ب، ۴۴۰ ص: مصور، جدول، نمودار(برخی رنگی).
شابک:	۹۷۸-۶۲۲-۷۳۵۲-۴۱-۲
وضعیت فهرست نویسی:	فیا.
یادداشت:	واژه نامه.
یادداشت:	کتابنامه: ص. [۴۲۵]-۴۲۷
موضوع:	کنترل پرواز.
موضوع:	کنترل پرواز- الگوهای ریاضی.
موضوع:	هدایتگر خودکار (هواپیماها).
موضوع:	هواپیماها- سامانه های کنترل.
شناسه افزوده:	دانشگاه صنعتی مالک اشتر. انتشارات. ۱۴۰۰
رده بندی کنگره:	TL ۵۸۹/۴ ۶۲۹/۱۳۲۶
رده بندی دیویی:	۴۲۸/۶۴
کتابشناسی ملی:	۸۴۸۶۴۳۹



مجموعه کتابخانه‌های برادری

عنوان کتاب: طراحی سامانه کنترل پرواز

تالیف و گردآوری: سیدحسین ساداتی

ناشر: انتشارات دانشگاه صنعتی مالک اشتر

طرح روی جلد: جواد جلالی نژاد

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: دانشگاه صنعتی مالک اشتر

صفحه‌آرایی رایانه‌ای: مهدی ملایی

ویراستار ادبی: محسن ایزدپور

کارشناس امور فنی و اجرایی: فاطمه لڑ

شمارگان: ۱۰۰۰ جلد

نوبت چاپ: اول پاییز ۱۴۰۰

قیمت: ۱.۱۰۰.۰۰۰ ریال

ISBN: 978-622-7352-41-2

کلیه حقوق چاپ برای ناشر محفوظ است.

نقل مطالب فقط با ذکر مشخصات کامل کتاب و با اشاره به نام ناشر مجاز است.

آدرس: تهران، لویزان، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، معاونت پژوهش و فناوری،

مدیریت دانش، انتشارات. تلفن: ۲۲۹۳۲۸۹۱

فهرست مطالب

پیشگفتار مولف ا

بخش اول: طراحی سامانه‌های کنترل پرواز خطی

فصل اول: ضرورت و نقش سامانه‌های کنترل ۵

۱-۱- مقدمه ۵

۱-۲- ضرورت سامانه‌های کنترل خودکار ۱۲

۱-۳- نقش و توسعه سامانه کنترل پرواز ۱۵

۱-۳-۱- سامانه‌های کنترل پرواز ۲۰

۱-۳-۲- مراحل طراحی سامانه کنترل پرواز ۲۳

۱-۳-۳- فرایند طراحی سامانه کنترل پرواز ۲۵

۱-۴- شرایط کلی برای سامانه‌های کنترل هواپیما توسط خلبان ۲۷

فصل دوم: معادلات حرکت ۳۳

۱-۲- مقدمه ۳۳

۱-۲- بسط معادلات حرکت ۳۵

۱-۲- وضعیت دورانی هواپیما نسبت به زمین ۴۰

۱-۲-۴- خطی‌سازی ۴۲

۱-۲-۴-۱- خطی‌سازی با استفاده از نظریه اختلالات کوچک ۴۳

۱-۲-۴-۲- خطی‌سازی سامانه‌های غیرخطی براساس بسط سری تیلور ۴۷

۱-۲-۵- تابع تبدیل هواپیما ۴۹

۱-۲-۵-۱- توابع تبدیل طولی ۵۰

۱-۲-۵-۲- توابع تبدیل عرضی-سمتی ۵۲

تمرین‌ها ۵۵

فصل سوم: کنترل خودکار و کاربرد نظریه کنترل کلاسیک ۶۳

- ۱-۳- مقدمه ۶۳
- ۲-۳- معیار روث ۶۹
- ۳-۳- روش مکان هندسی ریشه‌ها ۷۵
- ۱-۳-۳- افزودن قطب‌ها و صفرها ۸۱
- ۴-۳- روش‌های حوزه فرکانس ۸۴
- ۵-۳- مشخصات حوزه فرکانس و حوزه زمان ۸۶
- ۱-۵-۳- حاشیه فاز و بهره در نمودار مکان هندسی ریشه‌ها ۸۹
- ۲-۵-۳- سامانه‌های مرتبه بالاتر ۹۳
- ۶-۳- خطای حالت ماندگار ۹۵
- ۷-۳- طراحی سامانه کنترل ۱۰۰
- ۱-۷-۳- جبران‌کننده ۱۰۳
- ۲-۷-۳- جبران‌کننده مسیر پیش‌رو ۱۰۵
- ۳-۷-۳- جبران‌کننده مسیر پس‌خور ۱۰۸
- ۸-۳- کنترل‌کننده PID ۱۱۱
- ۹-۳- نتیجه‌گیری ۱۱۶
- تمرین‌ها ۱۱۷

فصل چهارم: طراحی سامانه بهبود پایداری ۱۲۵

- ۱-۴- مقدمه ۱۲۵
- ۲-۴- سامانه بهبود مشخصات پایداری و کنترل هواپیما در محور طولی ۱۲۶
- ۳-۴- سامانه‌های بهبود مشخصات پایداری و کنترل هواپیما در حرکت ۱۴۲
- ۱-۳-۴- بهبود مشخصات پایداری و کنترل هواپیما در حرکت عرضی ۱۴۲
- ۲-۳-۴- مشخصات حرکت عرضی-سمتی هواپیما با میراگر یاو ۱۴۵
- تمرین‌ها ۱۵۸

پیشگفتار مولف

فهم پایداری و کنترل پرواز در موفقیت نهایی اولین طرح‌های هواپیما نقش مهمی داشت. در سال‌های بعد طراحی کنترل‌های خودکار، پیشرفتی سریع را در هواپیمای تجاری و نظامی ایجاد کرد. امروزه هواپیمای نظامی و تجاری نیز وابستگی شدیدی به سامانه‌های کنترل خودکار دارد تا پایداری هواپیما و خلبان خودکار را فراهم آورند و همیار خلبانان در شرایط بد آب‌وهوایی، ناوبری و نشست هواپیما باشند. هدف این کتاب ارائه شیوه عمل جامعی از مدل‌های اصلی طراحی خلبان خودکار است. این هدف با حل مثال‌های بیشتر، مسائل اضافی در انتهای هر فصل و مطالب جدید انجام شده است که بینش بیشتری را درباره موضوع فراهم می‌کند. بخش مفصلی از کتاب نیز در زمینه نظریه کنترل خودکار و کاربرد آن در طراحی سامانه کنترل پرواز است.

محتوای کتاب

این مکتوب، کتابی درسی برای دوره کارشناسی دینامیک پرواز هواپیما و سال اول تحصیلات تکمیلی است و در خودآموزی برای مهندسين شاغل و طراح نیز کاربرد دارد. مطالب ارائه‌شده شامل معادلات حرکت هواپیما، نظریه کنترل خودکار و کاربرد نظریه کنترل برای سنتز سامانه‌های کنترل پرواز خودکار، مفاهیم پایداری از منظر لیاپانوف و طراحی سامانه کنترل غیرخطی است. فصل اول مروری بر برخی از مفاهیم پایه‌ای ضروری، نقش سامانه‌های کنترل، مراحل طراحی سامانه کنترل پرواز و شرایط کلی برای سامانه‌های کنترل هواپیما توسط خلبان دارد. معادلات حرکت جسم صلب هواپیما با روش‌هایی برای مدل کردن نیروها و گشتاورهای آیرودینامیکی عمل‌کننده

روی هواپیما در فصل دوم به صورتی گسترده مورد مطالعه قرار می‌گیرد. فصل سوم به مرور مفهوم کنترل کلاسیک و بحث در مورد طراحی و سنتز سامانه کنترل می‌پردازد. روش مکان هندسی ریشه‌ها در طراحی سامانه‌های کنترل و به‌منظور تطابق با ویژگی‌های کارایی در حوزه زمان و فرکانس کاربرد دارد. روش‌های کنترل کلاسیک در طراحی سامانه کنترل خودکار برای به‌کارگیری در پروازهای مختلف در فصل‌های ۴ و ۵ ارائه می‌شود. سامانه‌های کنترل خودکاری شرح داده می‌شوند که برای حفظ زاویه بنک، وضعیت پیچ، ارتفاع و سرعت مورد استفاده قرار می‌گیرند. علاوه بر کیفیت، توضیحاتی نیز درباره سامانه نشست خودکار بیان می‌شود. در پنج فصل آخر این کتاب به بحث راجع به طراحی کنترل غیرخطی می‌پردازد و ابزارهای مختلف طراحی کنترل غیرخطی شامل خطی سازی پس‌خور، کنترل تطبیقی، گام به عقب و کنترل مد لغزشی را معرفی می‌کند. در پایان کتاب واژه‌نامه انگلیسی به فارسی نیز ارائه شده است.

در تمام مراحل گردآوری، ویرایش و تصحیح کوشش شده که کتاب بدون غلط باشد؛ اما مؤلف ادعای توفیق کامل در آن‌ها را نداشته و از خواننده تقاضا دارد در صورت مشاهده اشتباه، وی را مطلع سازد.

سید حسین ساداتی

hsadati@mut.ac.ir

شهریور ماه ۱۴۰۰