

MATLAB

در مهندسی برق

آنالیز و طراحی سیستم های کنترل به کمک MATLAB و سیمولینک



مرتضی شرفی

عبدالحسین ایوبی

سرتنانه	شرقی، مرتضی، ۱۳۶۳
عنوان و نام پدیدآور	MATLAB در مهندسی برق، آنالیز و طراحی سیستم‌های کنترل به کمک MATLAB و سیمولینک
موضوعات سر	سیمولینک - مرتضی شرقی، عبدالحسین ایوبی
مشخصات ظاهری	تهران: انتشارات آتورا، ۱۳۹۳
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۶۲۶۵-۲۰-۹
وضعیت فهرست‌نویسی	فهرست شده
عنوان دیگر	عنوان گسترده
موضوع	موضوع
نوع	نوع
موضوع	موضوع
موضوع	موضوع
شناسه نفوذ	شناسه نفوذ
رده‌بندی کنگره	رده‌بندی کنگره
رده‌بندی دیویی	رده‌بندی دیویی
شماره کتابشناسی ملی	شماره کتابشناسی ملی



نشر آتورا

نام کتاب	MATLAB در مهندسی برق
مؤلفان	آنالیز و طراحی سیستم‌های کنترل به کمک MATLAB و سیمولینک
مدیر اجرایی - ناظر بر چاپ	مرتضی شرقی، عبدالحسین ایوبی
ناشر	مجدد دیانت
صفحه‌آرا	آتورا
لیتوگرافی / چاپ	واحد تولید انتشارات آتورا دانش
نوبت چاپ	فرانقتس - گنجینه
شمارگان	اول - ۱۳۹۳
قیمت	۵۰۰
	۲۳۰۰۰۰ ریال

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۶۲۶۵-۲۰-۹ ISBN: 978-600-6265-20-9

هر کوبه چاپ و تکثیر (اعم از زیرواکس، یازنویسی، ضبط کامپیوتری و تهیهی CD) از محتوای این اثر بدون اجازه کتبی ناشر ممنوع است. مسئولان به موجب بند ۵ ماده ۲ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان و هم‌مشارکت‌کنندگان مجاز نیستند تا نامی را برای می‌گیرند.

کلیه حقوق این اثر برای ناشر محفوظ است.

انتشارات: آتورا

میدان انقلاب، خیابان جمالزاده جنوبی، کوچه شهید آقا صوری، پلاک ۱۳ تلفن ۶۶۹۲۲۰۸۲

پیشگفتار

دوست دارد دوست این آشنایی

کوشش پیوده به از هشتی

قبل از هر چیز خداوند مهربان و کریم را شاکر و سپاسگزاریم که ما را در نگارش این نوشتار یاری رساند. در این گردونه‌ی اسون روزگار که تبلیغ و تفریب بخش لایفک و شاخص شرکت‌های تجاری-صنعتی و حتی مجامع علمی است، عقب ماندن از روند رو به رشد گردش اطلاعات را (هرچند به گردش سریع‌تر در سرگرمی‌های این گردونه باشد) نمی‌پسندیم و با این نوشتار سعی در همراه نمودن خوانندگان محترم در فراگیری این ابزار نموده و آرزو داریم همواره تجربه‌های گران‌سنگان در خدمت فعالان منصف و قلم‌زنان صادق و شریف قرار گیرد. در این کتاب علاوه بر شرح وظایف و امکانات بخش‌های مختلف نرم‌افزار MATLAB در حوزه‌ی سیستم‌های کنترل، نگاه جامع‌تر و کامل‌تری نسبت به ارتباط میان مباحث تئوری و نرم‌افزاری معطوف داشته و فراخور اهمیت موضوع، به تجربه‌ها و نکات کاملاً کاربردی و موردنیاز مخاطبان عزیز چه در حوزه‌ی دانشگاهی و چه در حوزه‌ی صنعتی اشاره‌شده است به‌نحوی که با گردآوری اطلاعات، موضوعات و مفاهیم نسبتاً جامعی در بخش‌های گوناگون سیستم‌های کنترل خطی و مدرن، در برطرف نمودن و یا حداقل کم‌رنگ کردن خلأ موجود میان فضای تئوری کتاب و جایگاه ۱-۰-۰ بازار کار تلاش شده است. در این کتاب سعی بر آن بوده است تا اصول تحلیل و طراحی سیستم‌های کنترل به کمک نرم‌افزار MATLAB به رشته‌ی تحریر درآورده شود. مخاطبان این کتاب می‌توانند دانشجویان تمامی رشته‌های مهندسی باشند که به نحوی با سیستم‌های کنترل در ارتباط‌اند یا توجه به مشترک بودن درس سیستم‌های کنترل خطی در بسیاری از رشته‌های مهندسی و نیز عدم وجود منبعی مناسب و به‌روز جهت بررسی محتوای کامل و شیشه‌سازی این درس، سعی شد تا مرجعی فراهم گردد که تا حد امکان نیازهای برنامه‌نویسی و شیشه‌سازی مخاطبان را بر اساس آخرین تغییرات نرم‌افزار MATLAB برآورده کند. با بررسی دقیق مراجعی که در اختیار بود مشخص شد که برخی از دستورات که برای برنامه‌نویسی در MATLAB توصیه‌شده است در آخرین ورژن‌های موجود از نرم‌افزار حذف‌شده و نرم‌افزار MATLAB آن‌ها را به رسمیت نمی‌شناسد و دستورات دیگری جایگزین آن شده است که سعی شد این دستورات شناسایی و دستورات جدید جایگزین آن‌ها گردد. این نوشتار می‌تواند مرجع مناسبی برای درس آزمایشگاه کنترل خطی و مکمل درس سیستم‌های کنترل خطی باشد.

در این کتاب سعی بر آن بوده است که تمامی مباحث استاندارد موجود در حوزه‌ی سیستم‌های کنترل موردبررسی قرار گیرد. ازجمله ویژگی‌های این کتاب وجود مثال‌های زیادی است که به کمک نرم‌افزار MATLAB پیاده‌سازی گردیده است. در این نوشتار از بیان اثبات‌های ریاضی قضایا خودداری شده و مفاهیم تئوری سیستم‌های کنترل بر پایه‌ی نرم‌افزار MATLAB بیان‌شده است. این کتاب شامل هشت فصل مستقل است که در فصل اول به آشنایی با نرم‌افزار MATLAB به‌صورت فشرده پرداخته‌شده است به‌گونه‌ای که تسلط بر مطالب این بخش خوانندگان محترم را از مطالعه‌ی سایر مراجع جهت آموزش نرم‌افزار MATLAB در این حوزه بی‌نیاز خواهد کرد. فصل دوم به بیان تعاریف و مفاهیم اساسی سیستم‌های کنترل پرداخته‌شده است. در فصل سوم که مهم‌ترین فصل کتاب به شمار می‌آید مفاهیم سیستم‌های کنترل خطی و مدرن به‌طور کامل به کمک نرم‌افزار MATLAB پیاده‌سازی گردیده و

وجود مثال‌های فراوان شبیه‌سازی‌شده و تمرین‌های متعدد به ایجاد تسلط کافی کمک خواهد کرد. فصل‌های چهارم و پنجم و ششم رابط‌های گرافیکی سودمندی که در MATLAB برای کار با سیستم‌های LTI وجود دارد به‌طور کامل معرفی شده است. در فصل هفتم آموزش سیمولینک به‌گونه‌ای بیان شده است که نیازهای خوانندگان محترم در این حوزه را برطرف کند. در فصل هشتم مثال کاربردی سیستم‌های کنترل به‌طور کامل موردبررسی قرار گرفته است. این هفت مثال که از بخش سیستم‌های کنترل دانشگاه میشیگان گردآوری شده است بر اساس آخرین تغییرات نرم‌افزار MATLAB بوده و از استخراج روابط ریاضی حاکم بر سیستم تا شبیه‌سازی کامل و کنترل آن موردبررسی قرار گرفته است. دقت در این مثال‌ها تفاوت سیستم آموزشی میان دانشگاه‌های مختلف را به‌وضوح نشان می‌دهد.

در انتهای هر فصل علاوه بر کتابشناسی و خلاصه‌ی فصل به معرفی یکی از دانشمندان تأثیرگذار و مشهور در حوزه‌ی سیستم‌های کنترل پرداخته شده که شناخت مختصری از زندگینامه‌ی این دانشمندان برای فعالان این حوزه شامل نکات مفیدی می‌تواند باشد.

علی‌رغم کوشش شبانه‌روزی چندساله اذعان داریم که این نوشتار نیز همچون سایر وجنات و سکنات نگارنده عاری از اشکال و عیب نبوده و همکاری و راهنمایی‌های شما مخاطبین محترم را در بهبود نسبی و رفع اشکالات آن می‌طلبد. دغدغه و آرزوی این جانب سودمندی کتاب و افزایش سطح اطلاعات نرم‌افزاری شما، حداقل برابر با هزینه و زمان صرف شده برای مطالعه‌ی این سیاهه بوده و امیدوارم که خداوند متعال یاری داده تا رضایت خوانندگان محترم فراهم گردد.

طبق عادت معهود و رسم همیشگی، بر خود لازم می‌دانیم از کارکنان محترم انتشارات آترا و نیاز دانش و بالأخص آقای شیرازی کمال تشکر و قدرانی را داشته باشیم.

از دوست و همکار عزیز جناب آقای مهندس محسن غیور (مؤلف کتاب موفق آموزش SolidWorks) که راهنمایی‌های ارزنده‌ی ایشان باعث ایجاد انگیزه‌ی بیشتر در اتمام کار و نیز چاپ آن شد صمیمانه سپاسگزاری می‌گردد.

از آنجاکه نگارش این اثر جز با یاری خداوند و یاری دوست گرامی جناب آقای مهندس محمدحسین فردوسی امکان‌پذیر نبود بدین‌وسیله مراتب قدردانی و سپاس خود را از ایشان تقدیم می‌دارم. همچنین از دانشجویان عزیز آقایان علیرضا جعفری، مسعود رجب‌زاده و سرکار خانم ابراهیمی که در ویرایش کتاب کمک شایانی نمودند سپاسگزاری می‌گردد.

هنگامی که نوشته‌ای را بدون تلاش می‌توانیم بخوانیم، ناگزیر کوشش بسیاری در نوشتن آن صرف شده است.

"اتریک زاردیل پانسلو"

۲۱	۱-۱- مقدمه
۲۲	۱-۱-۱ شروع کار با MATLAB
۲۴	۲-۱ نام متغیرها
۲۴	۳-۱ متغیرهای پیش فرض
۲۵	۴-۱ دستوراتی برای مدیریت متغیرها
۲۵	۵-۱ عملیات محاسباتی
۲۶	۶-۱ قالب‌های نمایش
۲۶	۷-۱ توابع داخلی ریاضی مقدماتی
۲۹	۸-۱ دستورات عمومی
۳۱	۹-۱ آرایه‌ها
۳۱	۹-۱-۱ بردار سطری
۳۱	۹-۱-۲ ایجاد بردار به کمک توابع موجود در MATLAB
۳۲	۹-۱-۳ بردار ستونی
۳۲	۹-۱-۴ ماتریس
۳۳	۹-۱-۵ آدرس‌دهی آرایه‌ها
۳۳	۹-۱-۵-۱ علامت دو نقطه برای بردارها
۳۴	۹-۱-۶ اضافه کردن عناصر به یک بردار و یا یک ماتریس
۳۴	۹-۱-۷ حذف المان‌ها
۳۴	۹-۱-۸ توابع داخلی MATLAB جهت تنظیمات دستی آرایه‌ها
۳۶	۱۰-۱ عملیات با آرایه‌ها
۳۶	۱۰-۱-۱ جمع و تفریق آرایه‌ها
۳۷	۱۰-۱-۲ حاصل ضرب نقطه‌ای
۳۷	۱۰-۱-۳ ضرب آرایه‌ای
۳۷	۱۰-۱-۴ تقسیم آرایه‌ای
۳۷	۱۰-۱-۵ ماتریس همانی
۳۷	۱۰-۱-۶ معکوس یک ماتریس
۳۸	۱۰-۱-۷ ترانزپوز
۳۸	۱۰-۱-۸ دترمینان
۳۸	۱۰-۱-۹ تقسیم آرایه‌ای
۳۸	۱۰-۱-۱۰ تقسیم چپ
۳۸	۱۰-۱-۱۱ تقسیم راست
۳۹	۱۰-۱-۱۲ مقادیر ویژه و بردارهای ویژه
۳۹	۱۰-۱-۱۳ عامل‌های بالا-پایین مثلثی
۳۹	۱۰-۱-۱۴ تجزیه به مقادیر ویژه
۴۰	۱۱-۱ عملیات نظیر به نظیر یا عنصر به عنصر
۴۰	۱۱-۱-۱ توابع داخلی برای آرایه‌ها
۴۱	۱۲-۱ تولید اعداد تصادفی
۴۲	۱۲-۱-۱ دستور تصادفی rand
۴۳	۱۳-۱ تغییر در آرایه‌ها

۴۵	۱۴-۱ چند جمله‌ای‌ها
۴۷	۱۵-۱ سیستم شامل معادلات خطی
۴۷	۱۵-۱ تقسیم ماتریسی
۴۷	۱۵-۲ ماتریس معکوس
۵۱	۱۶-۱ فایل‌های متنی (اسکرپت فایل‌ها)
۵۱	۱۶-۱ ایجاد و ذخیره‌ی یک فایل متنی
۵۱	۱۶-۲ اجرای یک فایل متنی
۵۱	۱۶-۳ ورودی یک Script files
۵۲	۱۷-۱ توابع در MATLAB
۵۳	۱۷-۱ دستورات خروجی
۵۴	۱۸-۱ برنامه‌نویسی در MATLAB
۵۴	۱۸-۱ عملگرهای رابطه‌ای و منطقی
۵۶	۱۸-۲ اولویت‌های استفاده از عملگرها
۵۶	۱۸-۳ توابع داخلی منطقی MATLAB
۵۷	۱۸-۴ حلقه‌ی for
۵۹	۱۸-۵ جملات شرطی
۵۹	۱۸-۶ جملات شرطی تودرتو
۵۹	۱۸-۸ ساختار شرطی while در MATLAB
۶۲	۱۸-۹ شرط‌های switch-case
۶۵	۱۹-۱ ترسیمات
۶۵	۱۹-۱ ترسیمات دوبعدی
۷۱	۱۹-۲ ترسیمات دوبعدی خاص
۷۲	۱۹-۳ ترسیمات سه‌بعدی
۷۵	۱۹-۴ ترسیمات پارامتری روی سطح
۸۵	۲۰-۱ مثال‌های متنوع در رسم شکل
۹۱	۲۱-۱ ذخیره و چاپ نمودار
۹۱	۲۲-۱ قالب‌بندی متن
۹۱	۲۳-۱ ورودی و خروجی در MATLAB
۹۱	۲۳-۱ دستور fopen
۹۶	۲۴-۱ ریاضیات نمادین یا سمبولیک
۹۶	۲۴-۱ عبارات نمادین
۹۸	۲۴-۲ حل معادلات دیفرانسیل
۹۹	۲۴-۳ حساب دیفرانسیل و انتگرال
۱۰۰	۲۴-۴ حد (limit)
۱۰۱	۲۵-۲ تفکیک کسر در تبدیلات لاپلاس
۱۰۲	۲۵-۱ پیدا کردن صفر، قطب و بهره‌ی $B(s)/A(s)$
۱۰۲	۲۶-۱ انطباق منحنی
۱۰۵	۲۷-۲ کادرهای محاوره‌ای
۱۰۵	۲۷-۱ کادر محاوره‌ای dialog

۱۱۳	۲۸-۱- حل معادلات حالت به کمک MATLAB
۱۱۳	۲۸-۱- روش بسط مرتبه‌ی اول تیلور
۱۱۴	۲۸-۲- روش رانگ-کوتا
۱۱۶	۲۹-۱- ویرایش و غلط‌یابی
۱۱۷	۲۹-۱- فرآیند غلط‌یابی و اجرای خط به خط
۱۲۱	۳۰-۱- جزئیاتی بیشتر در رابطه با توابع
۱۳۲	۳۱-۱- مثال‌ها
۱۴۷	۳۲-۱- خلاصه
۱۴۸	۳۳-۱- کتاب‌شناسی
۱۴۹	۳۴-۱- مسائل
۱۶۱	۳۵-۱- آشنایی با دانشمندان
۱۶۳	۲- مقدمه‌ای بر سیستم‌های کنترل
۱۶۵	۱-۲- مقدمه
۱۶۵	۲-۲- سیستم‌های کنترل
۱۶۷	۲-۲-۱- مثال‌هایی از سیستم‌های کنترل
۱۶۷	۳-۲- پیکربندی سیستم‌های کنترل
۱۶۸	۳-۲-۱- توضیحاتی راجع به تابع انتقال
۱۶۹	۳-۲-۲- قاعده‌ی میسون (Mason's Rule)
۱۶۹	۳-۳-۲- سیستم کنترل حلقه باز
۱۷۰	۳-۳-۲- سیستم کنترل حلقه بسته
۱۷۱	۴-۲- برخی از اصطلاحات سیستم‌های کنترل
۱۷۱	۵-۲- طبقه‌بندی سیستم‌های کنترل
۱۷۳	۵-۲-۱- مکانیزم‌های خودتنظیم
۱۷۳	۵-۲-۲- رگلاتورها
۱۷۴	۵-۲-۳- اصطلاحات تکمیلی
۱۷۵	۶-۲- سیستم‌های فیدبکی (حلقه بسته)
۱۷۵	۷-۲- تحلیل فیدبکی
۱۷۶	۷-۲-۱- تحلیل حساسیت در سیستم‌های کنترل
۱۷۷	۸-۲- آنالیز، طراحی و اهداف سیستم‌های کنترل
۱۷۷	۹-۲- خلاصه
۱۷۸	۱۰-۲- کتاب‌شناسی
۱۷۹	۱۱-۲- آشنایی با دانشمندان
۱۸۱	۳- آموزش MATLAB در سیستم‌های کنترل کلاسیک
۱۸۳	۱-۳- مقدمه
۱۸۳	۲-۳- تحلیل پاسخ گذرا
۱۸۳	۳-۳- انواع نمایش سیستم‌های کنترلی
۱۸۴	۳-۳-۱- نمایش تابع تبدیل
۱۸۸	۳-۳-۲- نمایش بلوکی
۱۹۸	۳-۳-۳- رهیافت فضای حالت
۲۰۰	۳-۴- مدل صفر-قطب-بهره

۲۰۷	۵-۳-۳- تبدیل مدل‌های مختلف نمایش سیستم‌ها به یکدیگر
۲۱۵	۶-۳-۳- حذف یا افزودن متغیرهای حالت
۲۲۰	۷-۳-۳- ایجاد سیستم‌های تصادفی
۲۲۰	۸-۳-۳- ساده‌سازی بلوک دیاگرام‌های پیچیده
۲۲۴	۴-۳- سیستم‌های مرتبه ۲
۲۳۶	۱-۴-۳- خطای حالت ماندگار سیستم‌های کنترل خطی
۲۳۷	۲-۴-۳- ثابت‌های خطا و محاسبه‌ی آن‌ها
۲۳۹	۵-۳- تحلیل پاسخ گذرا در فضای حالت
۲۴۱	۱-۵-۳- پاسخ بله‌ی واحد
۲۴۳	۲-۵-۳- پاسخ ضربه
۲۴۴	۳-۵-۳- پاسخ به ورودی دلخواه
۲۴۶	۶-۳- پاسخ به شرایط اولیه در فضای حالت
۲۴۸	۱-۶-۳- محاسبه‌ی بهره‌ی DC سیستم
۲۴۸	۷-۳- محک روٹ - هرولتز
۲۴۹	۱-۷-۳- الگوریتم برنامه‌نویسی روش روٹ
۲۵۳	۸-۳- رسم مکان هندسی ریشه‌ها
۲۵۶	۱-۸-۳- قواعد کلی رسم مکان هندسی ریشه‌ها
۲۶۷	۲-۸-۳- سیستم‌های غیر منبسط فاز (نا حداقل فاز)
۲۶۸	۳-۸-۳- مکان هندسی ریشه‌ها برای سیستم‌های شامل تأخیر انتقالی
۲۷۰	۹-۳- پاسخ فرکانسی سیستم‌های کنترل
۲۷۱	۱-۹-۳- دیاگرام بود
۲۸۳	۲-۹-۳- دیاگرام نایکوئیست
۲۹۰	۳-۹-۳- پاسخ فرکانسی سیستم حلقه بسته
۲۹۵	۱۰-۳- تحلیل سیستم‌های کنترلی در فضای حالت
۲۹۷	۱-۱۰-۳- تعاریف کنترل‌پذیری و رؤیت‌پذیری
۳۰۳	۱۱-۳- طراحی سیستم‌های کنترلی در فضای حالت
۳۰۶	۱-۱۱-۳- گرامیان‌ها
۳۰۷	۲-۱۱-۳- محاسبه‌ی e^A در حالتی که x یک ماتریس است
۳۰۸	۳-۱۱-۳- تبدیل ماتریس قطری
۳۰۹	۴-۱۱-۳- تعیین فضای پوچی یک ماتریس
۳۱۰	۵-۱۱-۳- تحلیل پایداری لیپانوف
۳۱۱	۶-۱۱-۳- رگلاتورها
۳۱۵	۷-۱۱-۳- طراحی رویتگر
۳۲۵	۱۲-۳- مروری بر مطالب سیستم‌های کنترلی (موتور DC)
۳۵۱	۱۳-۳- مسائل نمونه و حل آن‌ها
۴۲۸	۱۴-۳- خلاصه
۴۲۹	۱۵-۳- تمرینات
۴۳۸	۱۶-۳- کتابشناسی
۴۴۱	۱۷-۳- آشنایی با دانشمندان

- ۴۴۵ ۱-۴- مروری بر طراحی به کمک SISO tool
- ۴۴۵ ۲-۴- محیط ابزار طراحی برای سیستم‌های تک ورودی-تک خروجی (sisotool)
- ۴۴۶ ۳-۴- استفاده از شاخه‌ی وظایف در sisotool
- ۴۴۶ ۱-۳-۴- شاخه‌ی وظایف طراحی SISO
- ۴۴۶ ۴-۴- گزینه‌های موجود در منوی فایل
- ۴۴۸ ۱-۴-۴- صدور پروژه به محیط کاری نرم‌افزار MATLAB
- ۴۴۹ ۵-۴- گزینه‌های منوی Edit
- ۴۵۳ ۶-۴- بررسی کامل منوهای موجود در Control and Estimation Tools Manager
- ۴۵۴ ۱-۶-۴- منوی Architecture (ساختار و معماری)
- ۴۵۸ ۲-۶-۴- ویرایشگر جبران ساز (Compensator Editor)
- ۴۵۹ ۳-۶-۴- منوی تنظیمات گرافیکی (Graphical Tuning)
- ۴۶۲ ۴-۶-۴- منوی تحلیل نمودارها (Analysis Plots)
- ۴۶۵ ۵-۶-۴- منوی Automated Tuning (تنظیم خودکار)
- ۴۶۶ ۶-۶-۴- بایرداری یک مدل برای تنظیم خودکار
- ۴۶۷ ۷-۴- ایجاد جریان کاری کلی
- ۴۶۸ ۸-۴- تنظیم بر پایه‌ی بهینه‌سازی (Optimization-Based Tuning)
- ۴۶۸ ۹-۴- تنظیم بر اساس PID
- ۴۷۲ ۱۰-۴- تنظیم بر اساس روش کنترل مدل داخلی (IMC)
- ۴۷۳ ۱۱-۴- سنتز LQG
- ۴۷۵ ۱۲-۴- روش طراحی Loop Shaping
- ۴۷۶ ۱۳-۴- آشنایی با پنجره‌ی تنظیمات گرافیکی
- ۴۷۷ ۱-۱۳-۴- مروری بر نوار منوی پنجره‌ی تنظیمات گرافیکی
- ۴۸۲ ۱۴-۴- نمودارهای پاسخ عمومی
- ۴۸۳ ۱-۱۴-۴- منوی Tools
- ۴۸۴ ۲-۱۴-۴- گزینه‌ی Automated tuning (تنظیم خودکار)
- ۴۸۴ ۳-۱۴-۴- منوی Window
- ۴۸۴ ۴-۱۴-۴- منوی Help
- ۴۸۵ ۱۵-۴- بکار بردن نوارابزار در پنجره‌ی تنظیم گرافیکی
- ۴۸۵ ۱۶-۴- مروری بر منوی راست کلیک در پنجره‌ی تنظیمات گرافیکی
- ۴۸۸ ۱۷-۴- حذف صفر و قطب Delete Pole/Zero
- ۴۸۸ ۱۸-۴- ویرایش جبران ساز (Edit Compensator)
- ۴۸۸ ۱۹-۴- Gain Target
- ۴۸۸ ۲۰-۴- نمایش Show
- ۴۸۹ ۲۱-۴- نیازمندی‌های طراحی Design Requirements
- ۴۸۹ ۲۲-۴- نیازمندی‌های طراحی برای مکان هندسی ریشه‌ها
- ۴۹۰ ۱-۲۲-۴- زمان نشست
- ۴۹۰ ۲-۲۲-۴- درصد فراجش
- ۴۹۰ ۳-۲۲-۴- ضریب میرایی

۴۹۰	۴-۲۲-۴ فرکانس طبیعی.....
۴۹۰	۴-۲۲-۵ محدودیت در یک ناحیه.....
۴۹۲	۴-۲۳-۲ نیازهای طراحی برای دیاگرام‌های بود حلقه بسته و حلقه باز.....
۴۹۲	۴-۲۳-۱ حد بهره‌ی بالا.....
۴۹۲	۴-۲۳-۲ حد بهره‌ی پایین.....
۴۹۲	۴-۲۳-۳ حد فاز و حد بهره.....
۴۹۴	۴-۲۴-۲ نیازمندی‌های طراحی برای نمودارهای نیکولز حلقه باز.....
۴۹۵	۴-۲۴-۱ حد فاز.....
۴۹۵	۴-۲۴-۲ بهره.....
۴۹۵	۴-۲۴-۳ بهره اوج حلقه بسته.....
۴۹۵	۴-۲۴-۴ بهره و فاز.....
۴۹۷	۴-۲۵-۲ ویرایش نیازمندی‌های طراحی.....
۴۹۸	۴-۲۶-۲ حذف نیازمندی‌های طراحی.....
۴۹۸	۴-۲۷-۲ افزودن خطوط شبکه‌ای (Grid).....
۴۹۸	۴-۲۸-۲ نمای کامل (Full View).....
۴۹۸	۴-۲۹-۲ مشخصات (Properties).....
۴۹۹	۴-۳۰-۳ پنجره‌ی ویرایش خصوصیات در نمودار مکان هندسی ریشه‌ها.....
۵۰۰	۴-۳۰-۱ زیر منوی Labels.....
۵۰۰	۴-۳۰-۲ زیر منوی Limits.....
۵۰۱	۴-۳۰-۳ منوی Option.....
۵۰۲	۴-۳۱-۳ پنجره‌ی ویرایش خصوصیات در دیاگرام بود حلقه باز.....
۵۰۳	۴-۳۲-۳ پنجره‌ی ویرایش خصوصیات در نمودار نیکولز حلقه باز.....
۵۰۹	۴-۳۳-۳ آشنایی با دانشمندان.....
۵۱۱	۵- کار با LTI viewer
۵۱۳	۵-۱-۱ اساس کار با LTI Viewer.....
۵۱۴	۵-۲-۱ استفاده از منوی راست کلیک در LTI Viewer.....
۵۱۴	۵-۳-۱ تنظیم مشخصه‌های نمودارهای پاسخ.....
۵۱۴	۵-۳-۱ پاسخ پله.....
۵۱۵	۵-۳-۲ پاسخ ضربه.....
۵۱۵	۵-۳-۳ دیاگرام بود.....
۵۱۶	۵-۳-۴ نمودار اندازه‌ی بود.....
۵۱۶	۵-۳-۵ دیاگرام نایکوئیست.....
۵۱۷	۵-۳-۶ دیاگرام نیکولز.....
۵۱۷	۵-۳-۷ مقادیر تکین.....
۵۱۷	۵-۳-۸ Pole/Zero and I/O Pole/Zero.....
۵۱۷	۵-۴-۱ افزودن معیارهای طراحی.....
۵۱۸	۵-۵-۱ انتخاب مشخصه‌های پاسخ پله.....
۵۲۰	۵-۶-۱ فراخوانی (Import) و صدور (Export) و حذف (Deleting) مدل‌ها در LTI Viewer.....
۵۲۰	۵-۶-۱-۱ فراخوانی یک مدل در LTI Viewer.....

۵۲۱	۵-۶-۲- صدور (Export) مدل‌ها.....
۵۲۲	۵-۶-۳- حذف مدل‌ها.....
۵۲۳	۵-۷- انتخاب نوع پاسخ.....
۵۲۳	۵-۸- پنجره‌ی پیکربندی نمودار.....
۵۲۴	۵-۹- ویرایشگر خطوط.....
۵۲۵	۵-۱۰- آنالیز و تحلیل مدل‌های چند ورودی چند خروجی.....
۵۲۵	۵-۱۱- گروه‌های ورودی خروجی برای سیستم‌های چند متغیره.....
۵۲۶	۵-۱۲- انتخاب جفت ورودی خروجی در سیستم‌های چند متغیره.....
۵۲۷	۵-۱۳- خلاصه.....
۵۲۸	۵-۱۴- آشنایی با دانشمندان.....
۵۲۹	۶- آرایه‌ای با آرایه‌های LTI.....
۵۳۱	۶-۱- آرایه‌های LTI در MATLAB.....
۵۳۱	۶-۱-۱- آرایه‌ی LTI چیست؟.....
۵۳۱	۶-۱-۲- چه هنگام از آرایه‌های LTI استفاده کنیم؟.....
۵۳۱	۶-۱-۳- چه هنگام یک مجموعه از مدل‌ها را در یک آرایه‌ی LTI جمع‌آوری نماییم؟.....
۵۳۲	۶-۲- محدودیت‌های موجود برای مدل‌های LTI جمع‌آوری‌شده در یک آرایه.....
۵۳۲	۶-۲-۱- تجسم آرایه‌های استاندارد.....
۵۳۳	۶-۳- آرایه‌هایی با ابعاد بالاتر از مدل‌های LTI.....
۵۳۴	۶-۴- بعد، سائز و شکل یک آرایه‌ی LTI.....
۵۳۵	۶-۵- دسترسی به آرایه‌های LTI با استفاده از size و ndims.....
۵۳۶	۶-۵-۱- تابع ndims.....
۵۳۶	۶-۶- استفاده از دستور reshape جهت شکل‌دهی مجدد یک آرایه‌ی LTI.....
۵۳۷	۶-۷- ساخت آرایه‌های LTI.....
۵۳۷	۶-۷-۱- ساخت آرایه‌ی LTI با استفاده از حلقه for.....
۵۳۹	۶-۷-۲- ساخت آرایه‌ی LTI با استفاده از توابع Stack.....
۵۴۰	۶-۸- دسترسی به آرایه‌های LTI با مرتبه‌ی متغیر.....
۵۴۰	۶-۸-۱- ساخت آرایه‌های LTI با استفاده از توابع tf, zpk, ss, frd.....
۵۴۰	۶-۹- تعیین آرایه از مدل تابع انتقال با استفاده از tf.....
۵۴۰	۶-۱۰- تعیین آرایه‌های مدل صفر- قطب- بهره با استفاده از تابع zpk.....
۵۴۱	۶-۱۱- تعیین آرایه‌های مدل فضای حالت با استفاده از تابع ss.....
۵۴۱	۶-۱۲- تعیین آرایه‌های مدل FRD با استفاده از تابع frd.....
۵۴۱	۶-۱۳- تولید آرایه‌ی LTI تصادفی با استفاده از تابع rss.....
۵۴۲	۶-۱۴- حذف بخش‌هایی از یک آرایه‌ی LTI.....
۵۴۲	۶-۱۵- عملیات بر روی آرایه‌های LTI.....
۵۴۳	۶-۱۶- ابعاد موردنیاز در عملیات بر روی آرایه‌های LTI.....
۵۴۴	۶-۱۷- خلاصه.....
۵۴۵	۶-۱۸- آشنایی با دانشمندان.....
۵۴۷	۷- سیستم‌لینک.....
۵۴۹	۷-۱- ایجاد یک مدل.....

۵۵۲	۲-۷- وصل کردن بلوک‌ها به یکدیگر.....
۵۵۲	۲-۷- ۱- روش اول.....
۵۵۲	۲-۷- ۲- روش دوم.....
۵۵۳	۳-۷- اجرای مدل.....
۵۵۳	۳-۷- ۱- پنجره‌ی مدل.....
۵۵۵	۳-۷- ۲- راهنمای داده‌های بلوک.....
۵۵۵	۳-۷- ۳- دست‌کاری بلوک‌ها.....
۵۵۶	۳-۷- ۴- انتخاب بلوک‌ها.....
۵۵۸	۳-۷- ۵- بلوک نوسان‌نما.....
۵۶۰	۳-۷- ۶- بزرگ‌نمایی نمایشگر نوسان‌نما.....
۵۶۱	۳-۷- ۷- پنجره‌ی محاوره‌ای ویژگی‌های نوسان‌نما.....
۵۶۳	۳-۷- ۸- تنظیم حدود محور Y.....
۵۷۸	۴-۷- پارامترهای شبیه‌سازی با پیکربندی.....
۵۷۹	۴-۷- ۱- قسمت حل‌کننده.....
۵۸۳	۵-۷- صفحه‌ی عیب‌شناسی.....
۵۸۴	۵-۷- ۱- حلقه‌ی جبری.....
۵۸۸	۶-۷- خلاصه.....
۵۸۹	۷-۷- آشنایی با دانشمندان.....
۵۹۱	۸- مثال‌های کاربردی.....
۵۹۳	۸- ۱- مقدمه.....
۵۹۳	۸- ۱- ۱- مدل‌سازی سیستم.....
۵۹۹	۸- ۱- ۲- آنالیز و تحلیل سیستم.....
۶۰۷	۸- ۱- ۳- نمای کلی کنترل‌کننده‌ی PID.....
۶۱۶	۸- ۱- ۴- طراحی کنترل‌کننده به کمک مکان هندسی ریشه‌ها.....
۶۲۴	۸- ۱- ۵- طراحی کنترل‌کننده به کمک تحلیل حوزه‌ی فرکانس.....
۶۳۶	۸- ۱- ۶- بررسی پایداری حلقه بسته با استفاده از دیاگرام نایکوئیست.....
۶۴۳	۸- ۱- ۷- روش‌های فضای حالت برای طراحی کنترل‌کننده.....
۶۵۳	۸- ۱- ۸- مدل‌سازی در محیط سیمولینک.....
۶۶۳	۸- ۱- ۹- مقدمه‌ای بر کنترل در سیمولینک.....
۶۷۸	۸- ۲- کروژ کنترل.....
۶۷۸	۸- ۲- ۱- مدل‌سازی سیستم کروژ کنترل.....
۶۷۹	۸- ۲- ۲- تحلیل سیستم کروژ کنترل.....
۶۸۱	۸- ۲- ۳- طراحی کنترل‌کننده‌ی PID برای سیستم کروژ کنترل.....
۶۸۶	۸- ۲- ۴- مکان هندسی ریشه‌ها برای سیستم کروژ کنترل.....
۶۸۸	۸- ۲- ۵- جبران ساز پس فاز (lag compensator).....
۶۹۰	۸- ۲- ۶- روش‌های طراحی کنترل‌کننده در حوزه‌ی فرکانس.....
۶۹۴	۸- ۲- ۷- مدل فضای حالت برای طراحی کنترل‌کننده.....
۶۹۷	۸- ۲- ۸- مدل‌سازی سیستم کروژ کنترل در محیط سیمولینک.....
۷۰۱	۸- ۲- ۹- ایجاد کنترل‌کننده در محیط سیمولینک.....

۷۰۸	۳-۸- کنترل سرعت موتور DC
۷۰۸	۱-۳-۸- معادلات سیستم
۷۰۹	۲-۳-۸- الزامات طراحی
۷۰۹	۳-۳-۸- نمایش در MATLAB
۷۱۰	۴-۳-۸- تحلیل و آنالیز سیستم
۷۱۳	۵-۳-۸- پاسخ به سایر ورودی‌ها
۷۱۴	۶-۳-۸- طراحی کنترل کننده‌ی PID
۷۱۷	۷-۳-۸- طراحی کنترل کننده به روش مکان هندسی ریشه‌ها
۷۲۳	۸-۳-۸- روش‌های حوزه‌ی فرکانس برای طراحی کنترل کننده
۷۲۷	۹-۳-۸- طراحی کنترل کننده‌ی فیدبک حالت کامل
۷۳۰	۱۰-۳-۸- ایجاد مدل، به کمک سیمولینک
۷۳۳	۱۱-۳-۸- ساخت مدل با استفاده از SimScape
۷۳۶	۱۲-۳-۸- طراحی کنترل کننده در سیمولینک
۷۳۹	۱۳-۳-۸- پاسخ حلقه بسته، به همراه جبران ساز پس فاز
۷۳۹	۱۴-۳-۸- پاسخ حلقه بسته به همراه جبران ساز پیش فاز
۷۴۴	۴-۸- کنترل موقعیت موتور DC
۷۴۴	۱-۴-۸- مدل سازی
۷۴۷	۲-۴-۸- آنالیز سیستم
۷۵۰	۳-۴-۸- طراحی کنترل کننده‌ی PID
۷۵۴	۴-۴-۸- طراحی کنترل کننده بر اساس مکان هندسی ریشه‌ها
۷۶۱	۵-۴-۸- روش‌های حوزه‌ی فرکانس برای طراحی کنترل کننده
۷۶۸	۶-۴-۸- طراحی کنترل کننده به روش فضای حالت
۷۷۳	۷-۴-۸- مدل سازی در محیط سیمولینک
۷۷۴	۸-۴-۸- طراحی کنترل کننده در محیط سیمولینک
۷۸۴	۵-۸- سیستم تعلیق خودرو
۷۸۶	۱-۵-۸- مدل سازی سیستم تعلیق خودرو
۷۸۸	۲-۵-۸- تجزیه و تحلیل سیستم تعلیق خودرو
۷۹۲	۳-۵-۸- طراحی کنترل کننده‌ی PID
۷۹۷	۴-۵-۸- طراحی کنترل کننده به کمک مکان هندسی ریشه‌ها
۸۰۱	۵-۵-۸- طراحی کنترل کننده بر اساس پاسخ فرکانسی
۸۰۴	۶-۵-۸- طراحی کنترل کننده بر اساس فضای حالت
۸۱۶	۷-۵-۸- ایجاد مدل به کمک سیمولینک
۸۱۶	۶-۸- گوی و میله
۸۱۶	۱-۶-۸- مدل سازی
۸۱۹	۲-۶-۸- تجزیه و تحلیل سیستم
۸۲۰	۳-۶-۸- طراحی کنترل کننده‌ی PID
۸۲۴	۴-۶-۸- طراحی کنترل کننده به کمک مکان هندسی ریشه‌ها
۸۲۷	۵-۶-۸- روش‌های طراحی کنترل کننده در حوزه‌ی فرکانس
۸۳۳	۶-۶-۸- روش‌های فضای حالت برای طراحی کنترل کننده
۸۳۶	۷-۶-۸- شبیه سازی مدل گوی و میله در محیط سیمولینک

۸۴۴	۷-۸- پاندول معکوس.....
۸۴۴	۷-۸- ۱ مدل سازی.....
۸۴۹	۷-۸- ۲ تجزیه و تحلیل سیستم پاندول معکوس.....
۸۵۲	۷-۸- ۳ طراحی کنترل کننده ی PID.....
۸۵۷	۷-۸- ۴ طراحی کنترل کننده با استفاده از مکان هندسی ریشه ها.....
۸۶۱	۷-۸- ۵ روش های پاسخ فرکانسی برای طراحی کنترل کننده.....
۸۷۱	۷-۸- ۶ طراحی کنترل کننده در فضای حالت.....
۸۷۹	۷-۸- ۷ پیاده سازی مدل پاندول معکوس در محیط سیمولینک.....
۸۹۴	۸-۸- زاویه ی سمت هواپیما.....
۸۹۴	۸-۸- ۱ مدل سازی زاویه ی سمت هواپیما.....
۸۹۴	۸-۸- ۲ استخراج مدل های تابع انتقال و فضای حالت.....
۸۹۶	۸-۸- ۳ تجزیه و تحلیل زاویه ی سمت در هواپیما.....
۹۰۰	۸-۸- ۴ طراحی کنترل کننده ی PID.....
۹۰۷	۸-۸- ۵ طراحی کنترل کننده بر اساس مکان هندسی ریشه ها.....
۹۱۴	۸-۸- ۶ طراحی کنترل کننده به روش پاسخ فرکانسی.....
۹۲۱	۸-۸- ۷ طراحی کنترل کننده در فضای حالت.....
۹۲۶	۸-۸- ۸ پیاده سازی زاویه سمت هواپیما در محیط سیمولینک.....
۹۳۰	۸-۸- ۹ طراحی کنترل کننده در محیط سیمولینک.....
۹۳۶	۸-۸- ۱۰- آشنایی با دانشمندان.....