



۱۳۰۷

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

سیگنال‌ها و سیستم‌ها

شامل ۵۷۱ مسئله حل شده

مؤلف: Hwei P. Hsu, Ph.D.

ترجمه

دکتر محمد صادق ابریشمیان
استاد دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

سرشناسه	: شو، هوئی پیائو، ۱۹۳۰ - م. (Hsu, Hwei Pi. (Hwei Piao
عنوان و نام پدیدآور	: سیگنال‌ها و سیستم‌ها: شامل ۵۷۱ مسئله حل شده/ مؤلف [هوئی پیائو شو]: ترجمه محمدصادق ابریشمیان.
مشخصات نشر	: تهران: دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، انتشارات، ۱۳۹۳.
مشخصات ظاهری	: ۶۴۴ ص.: مصور، جدول، نمودار.
شابک	: 978-600-6383-75-0
وضعیت فهرست نویسی	: قیفا
یادداشت	: عنوان اصلی: Schaums outlines signals and systems , 2nd ed, c2010
یادداشت	: واژه نامه
یادداشت	: کتابنامه
موضوع	: نظریه سیگنال‌ها -- مسائل، تمرین‌ها و غیره
شناسه افزوده	: ابریشمیان، محمد صادق، ۱۳۲۵ -، مترجم
شناسه افزوده	: دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
رده بندی کنگره	: ۶۲۱/۳۸۳۲۳ : ۹۴۳/۹۲/ش/TK۵۱۰۲
رده بندی دیویی	: ۶۲۱/۳۸۳۲۳
شماره کتابشناسی ملی	: ۲۵۹۵۰۰۷

نام کتاب: سیگنال‌ها و سیستم‌ها: شامل ۵۷۱ مسئله حل شده

مؤلف: هوئی پیائو شو

مترجم: دکتر محمدصادق ابریشمیان عضو هیئت علمی دانشکده مهندسی برق، دانشگاه صنعتی

خواجه نصیرالدین طوسی

ناشر: انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

نوبت چاپ: اول

تاریخ چاپ: شهریورماه ۱۳۹۳

تیراژ: ۲۰۰ جلد

قیمت: ۲۹۵۰۰ تومان

کد کتاب: ۳۶۱

ISBN: 978-600-6383-75-0

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۶۳۸۳-۷۵-۰

صحافی: گرنامی

چاپ: چاپ اول

آدرس و تلفن مرکز پخش و فروش: خیابان ولیعصر(عج)، بالاتر از میدان ونک، تقاطع میرداماد، روبروی

ساختمان اسکان (۰۲۱-۸۸۷۷۲۲۷۷)

(حق چاپ برای ناشر محفوظ است)

۱.۰ پیشگفتار

پیشگفتار چاپ اول:

مفهوم و نظریه سیگنالها و سیستمها تقریباً در تمام دوره‌های مهندسی برق و سایر رشته‌های مهندسی و علوم مورد نیاز است و پایه‌ای برای مطالعه بیشتر در زمینه‌هایی از قبیل مخابرات، پردازش سیگنالها، و سیستمهای کنترل هستند.

سعی بر این است که این به‌عنوان مکمل تمام کتب درسی سیگنالها و سیستمها و یا خودآموز باشد. ضمناً ممکن است به‌عنوان یک کتاب درسی به‌همین صورت استفاده شود. هر فصل از این کتاب با چندین مسئله حل شده همراه است. مسائل حل شده بخش کلی این کتاب را تشکیل می‌دهند. فصل اول توصیف ریاضی و نمایش سیگنالها و سیستمهای زمان گسسته و زمان پیوسته را معرفی می‌نماید. فصل دوم مابین رابطه ورودی و خروجی را برای سیستمهای خطی مستقل از زمان (LTI) توسعه داده و پاسخ تک ضربه‌ای سیستم و اپراتور کانولوشن توضیح می‌دهد. فصل سوم و چهارم روشهای تبدیل را برای تحلیل سیستمهای خطی مستقل از زمان کاوش می‌نماید. تبدیل لاپلاس و کاربرد آن را برای سیستمهای LTI زمان پیوسته را در فصل سوم در نظر می‌گیرد. فصل چهارم در باره تبدیل زی و کاربرد آن در سیستمهای LTI زمان گسسته بحث می‌کند. تحلیل فوری سیگنالها و سیستمها در فصول پنجم و ششم بحث می‌شود. فصل پنجم تحلیل فوری را برای سیگنالها و سیستمهای زمان پیوسته در نظر گرفته درحالی‌که فصل ششم سیگنالها و سیستمهای زمان گسسته را مطالعه می‌نماید.

بالاخره فصل آخر، فصل هفتم، فضای حالت یا مفهوم متغیرهای حالت و تحلیل سیستمهای زمان پیوسته و زمان گسسته را معرفی می‌کند. علاوه، مطالبی از تحلیل ماتریسها که برای فصل هفتم لازم است در بخش ضمیمه آورده شده است. از پرفسور گوردن سیلورمن از کالج منهتن بخاطر کمکها، توضیحات، و مرور دقیق دست‌نوشته‌هایم ممنونم. ضمناً از اعضاء مک گروهیل سری شومز مخصوصاً جان آلینو برای نظریات مفید و با ارزش ایشان تشکر می‌نمایم. در آخر، از همسر خود، دیازی، بخاطر درک و تشویق مداوم که عامل مهمی در تکمیل این کار است ممنونم.

هوئی هسو
منت ویل، نیو جرسی

پیشگفتار چاپ دوم:

هدف از این کتاب، مانند چاپ پیشین، تدارک مفاهیم و نظریه های سیگنال ها و سیستم ها است که در تمام زمینه های مهندسی برق و همچنین سایر دوره های مهندسی و علوم مورد نیاز است.

در چاپ قبلی تاکید ما بر سیگنال ها و سیستم های ارادی بود. کتاب جدید چاپ اول را گسترش داده و دو فصل؛ یکی سیگنال های تصادفی و دیگری پاسخ سیستم های خطی با ورودی های تصادفی اضافه شده است. ضمناً مروری بر احتمالات که برای این فصول لازم است در بخش ضمیمه آورده شده است.

در اینجا لازم میدانم تقدیر وتشکر خود را از خانم کیمبرلی ایتون و آقای چالز وال از بخش سری شومز مک گروهیل بخاطر دعوت در بازنویسی و تجدید نظر کتاب ابراز دارم.

هوی هسو
شانون دل - پنسیلوانیا

فهرست مطالب

۲	پیشگفتار	۱.۰
۴	سخنی با دانشجویان	۲.۰
۵	تقدیر و تشکر	۳.۰
۱۷	مفهوم و نظریه سیگنال‌ها و سیستم‌ها	۱
۱۷	مقدمه	۱.۱
۱۷	سیگنال‌ها و طبقه‌بندی آنها	۲.۱
۱۷	۱.۲.۱ سیگنال‌های زمان پیوسته و زمان گسسته	
۱۹	۲.۲.۱ سیگنال‌های آنالوگ و دیجیتال	
۱۹	۳.۲.۱ سیگنال‌های حقیقی و مختلط	
۱۹	۴.۲.۱ سیگنال‌های ارادی و تصادفی	
۲۰	۵.۲.۱ سیگنال‌های زوج و فرد	
۲۱	۶.۲.۱ سیگنال‌های تناوبی و غیرتناوبی	
۲۲	۷.۲.۱ سیگنال‌های انرژی و توان	
۲۳	۳.۱ سیگنال‌های زمان پیوسته اصلی	
۲۳	۱.۳.۱ تابع تک پله‌ای	
۲۴	۲.۳.۱ تابع تک ضربه‌ای	
۲۶	۳.۳.۱ سیگنال‌های نمایی مختلط	
۲۷	۴.۳.۱ سیگنال‌های سینوزوئیدال	
۲۹	۴.۱ سیگنال‌های زمان گسسته اصلی	
۲۹	۱.۴.۱ تابع تک پله‌ای گسسته	
۲۹	۲.۴.۱ تابع تک ضربه‌ای گسسته	
۳۰	۳.۴.۱ تابع نمایی گسسته مختلط	
۳۲	۴.۴.۱ تابع سینوزوئیدال گسسته	
۳۳	۵.۱ سیستم‌ها و طبقه‌بندی آنها	
۳۳	۱.۵.۱ نمایش یک سیستم	
۳۳	۲.۵.۱ سیستم‌های زمان پیوسته و زمان گسسته	
۳۴	۳.۵.۱ سیستم‌های با حافظه و بدون حافظه	
۳۵	۴.۵.۱ سیستم‌های علی و غیرعلی	

۳۵	سیستم‌های خطی و غیرخطی:	۵.۵.۱
۳۶	سیستم‌های مستقل از زمان و وابسته به زمان:	۶.۵.۱
۳۶	سیستم‌های خطی مستقل از زمان:	۷.۵.۱
۳۶	سیستم‌های پایدار و ناپایدار:	۸.۵.۱
۳۶	سیستم‌های فیدبک:	۹.۵.۱
۳۷	مسائل حل شده	۶.۱
۷۷	سیستم‌های خطی مستقل از زمان	۲
۷۷	مقدمه:	۱.۲
۷۷	پاسخ سیستم زمان پیوسته و انتگرال کانولوشن:	۲.۲
۷۷	پاسخ ضربه‌ای:	۱.۲.۱
۷۸	پاسخ به هر ورودی دلخواه:	۲.۲.۲
۷۸	انتگرال کانولوشن:	۳.۲.۲
۷۹	خواص انتگرال کانولوشن:	۴.۲.۲
۷۹	عملکرد انتگرال کانولوشن:	۵.۲.۲
۸۰	پاسخ تک پله‌ای سیستم:	۶.۲.۲
۸۰	خواص سیستم‌های زمان پیوسته LTI :	۳.۲
۸۰	سیستم‌های با حافظه یا بدون حافظه:	۱.۳.۲
۸۰	علیت:	۲.۳.۲
۸۱	پایداری:	۳.۳.۲
۸۱	توابع ویژه سیستم‌های LTI زمان پیوسته:	۴.۲
۸۲	سیستم‌ها و معادلات دیفرانسیل:	۵.۲
۸۲	معادلات دیفرانسیل خطی با ضرایب ثابت:	۱.۵.۲
۸۳	خطی بودن:	۲.۵.۲
۸۳	علیت:	۳.۵.۲
۸۳	مستقل از زمان بودن:	۴.۵.۲
۸۴	پاسخ ضربه‌ای سیستم:	۵.۵.۲
۸۴	پاسخ سیستم LTI زمان گسسته:	۶.۲
۸۴	پاسخ ضربه‌ای:	۱.۶.۲
۸۴	پاسخ ورودی دلخواه:	۲.۶.۲
۸۵	جمع زنی کانولوشن:	۳.۶.۲
۸۵	خواص جمع زنی کانولوشن:	۴.۶.۲
۸۶	عملیات جمع زنی کانولوشن:	۵.۶.۲
۸۶	پاسخ تک پله‌ای سیستم:	۶.۶.۲
۸۶	خواص سیستم‌های زمان گسسته LTI :	۷.۲
۸۶	سیستم‌های با حافظه یا بدون حافظه:	۱.۷.۲
۸۷	علیت:	۲.۷.۲
۸۷	پایداری:	۳.۷.۲
۸۷	توابع ویژه سیستم‌های LTI زمان گسسته:	۸.۲
۸۸	معادلات تفاضلی و سیستم‌های گسسته:	۹.۲

۸۸	معادلات تفاضلی خطی با ضرایب ثابت:	۱.۹.۲
۸۹	قاعده سازی بازگشتی:	۲.۹.۲
۸۹	پاسخ ضربه‌ای:	۳.۹.۲
۹۰	مسائل حل شده	۱۰.۲

۱۳۷	تبدیل لاپلاس و سیستم‌های زمان پیوسته LTI	۳
۱۳۷	مقدمه	۱.۳
۱۳۷	تبدیل لاپلاس	۲.۳
۱۳۷	تعریف:	۱.۳.۲
۱۳۸	ناحیه همگرایی:	۲.۳.۲
۱۴۰	قطبها و صفرهای $X(s)$:	۳.۳.۲
۱۴۰	خواص ناحیه همگرایی:	۴.۳.۲
۱۴۲	تبدیل لاپلاس برخی از سیگنال‌ها	۳.۳
۱۴۲	تابع تک ضربه‌ای $\delta(t)$:	۱.۳.۳
۱۴۲	تابع تک پله‌ای $u(t)$:	۲.۳.۳
۱۴۲	تبدیل لاپلاس سیگنال‌های معروف:	۳.۳.۳
۱۴۲	خواص تبدیل لاپلاس	۴.۳
۱۴۲	خطی بودن:	۱.۴.۳
۱۴۴	انتقال زمانی:	۲.۴.۳
۱۴۴	انتقال در فضای s :	۳.۴.۳
۱۴۴	تغییر مقیاس زمانی:	۴.۴.۳
۱۴۵	معکوس زمانی:	۵.۴.۳
۱۴۵	مشتق گیری در فضای زمان:	۶.۴.۳
۱۴۵	مشتق گیری در فضای s :	۷.۴.۳
۱۴۶	انتگرالگیری در فضای زمان:	۸.۴.۳
۱۴۶	کانولوشن:	۹.۴.۳
۱۴۷	عکس تبدیل لاپلاس	۵.۳
۱۴۷	فرمولهای معکوس:	۱.۵.۳
۱۴۷	استفاده از جداول تبدیل لاپلاس:	۲.۵.۳
۱۴۸	تجزیه کسرهاى جزئی:	۳.۵.۳
۱۴۹	تابع تبدیل سیستم	۶.۳
۱۴۹	تابع تبدیل سیستم:	۱.۶.۳
۱۵۰	مشخصات سیستم‌های LTI :	۲.۶.۳
۱۵۰	تابع تبدیل سیستم LTI و معادلات دیفرانسیل خطی با ضرایب ثابت:	۳.۶.۳
۱۵۱	بهم پیوستن سیستم‌ها:	۴.۶.۳
۱۵۲	تبدیل لاپلاس یکطرفه	۷.۳
۱۵۲	تعاریف:	۱.۷.۳
۱۵۲	خواص اصلی:	۲.۷.۳
۱۵۳	تابع تبدیل سیستم:	۳.۷.۳
۱۵۳	تبدیل مدارات:	۴.۷.۳
۱۵۵	مسائل حل شده	۸.۳

۱۹۵	تبدیل زی و سیستم‌های زمان گسسته <i>LTI</i>	۴
۱۹۵	مقدمه	۱.۴
۱۹۵	تبدیل زی	۲.۴
۱۹۶	تعریف:	۱.۲.۴
۱۹۶	ناحیه همگرایی:	۲.۲.۴
۱۹۷	خواص ناحیه همگرایی:	۳.۲.۴
۱۹۹	تبدیل زی برخی از سیگنال‌ها	۳.۴
۱۹۹	سیگنال تک ضربه‌ای $\delta[n]$:	۱.۳.۴
۲۰۰	سیگنال تک پله‌ای $u[n]$:	۲.۳.۴
۲۰۰	تبدیل زی سیگنال‌های معروف:	۳.۳.۴
۲۰۰	خواص تبدیل زی	۴.۴
۲۰۰	خطی بودن:	۱.۴.۴
۲۰۰	انتقال زمانی:	۲.۴.۴
۲۰۲	ضرب z^n :	۳.۴.۴
۲۰۲	معکوس زمانی:	۴.۴.۴
۲۰۲	ضرب m :	۵.۴.۴
۲۰۳	جمع کننده:	۶.۴.۴
۲۰۳	کانولوشن:	۷.۴.۴
۲۰۴	خلاصه‌ای از خواص تبدیل زی:	۸.۴.۴
۲۰۴	عکس تبدیل زی	۵.۴
۲۰۴	فرمول عکس تبدیل زی:	۱.۵.۴
۲۰۴	استفاده از جدول تبدیل زی:	۲.۵.۴
۲۰۴	بسط سری توانی:	۳.۵.۴
۲۰۵	تجزیه کسره‌های جزئی:	۴.۵.۴
۲۰۵	تابع انتقال سیستم‌های زمان گسسته <i>LTI</i>	۶.۴
۲۰۵	تابع سیستم:	۱.۶.۴
۲۰۶	مشخصات سیستم‌های زمان گسسته <i>LTI</i> :	۲.۶.۴
۲۰۷	سیستم‌های <i>LTI</i> و معادلات تفاضلی با ضرایب ثابت:	۳.۶.۴
۲۰۸	به هم پیوستن سیستم‌ها:	۴.۶.۴
۲۰۸	تبدیل زی یکطرفه	۷.۴
۲۰۸	تعریف:	۱.۷.۴
۲۰۸	خواص اصلی:	۲.۷.۴
۲۰۹	تابع انتقال سیستم:	۸.۴
۲۰۹	مسائل حل شده	۹.۴
۲۴۵	تحلیل فوریه سیگنال‌ها و سیستم‌های زمان پیوسته	۵
۲۴۵	مقدمه	۱.۵
۲۴۵	سیگنال‌های تناوبی و سری فوریه	۲.۵
۲۴۵	سیگنال‌های تناوبی:	۱.۲.۵
۲۴۶	سری نمایی فوریه:	۲.۲.۵
۲۴۶	سری مثلثاتی فوریه:	۳.۲.۵
۲۴۷	سیگنال‌های فرد و زوج:	۴.۲.۵

۲۴۷	سری فوری به صورت هارمونیک:	۵.۲.۵	
۲۴۸	همگرایی سری فوری:	۶.۲.۵	
۲۴۸	طیف مقداری و فازی سیگنال‌های تناوبی:	۷.۲.۵	
۲۴۸	توان موجود در سیگنال‌های تناوبی:	۸.۲.۵	
۲۴۹	تبدیل فوری	۳.۵	
۲۴۹	از سری فوری تا تبدیل فوری:	۱.۳.۵	
۲۵۱	تبدیل فوری:	۲.۳.۵	
۲۵۱	طیف فوری:	۳.۳.۵	
۲۵۲	همگرایی تبدیل فوری:	۴.۳.۵	
۲۵۲	رابطه بین تبدیل لاپلاس و تبدیل فوری:	۵.۳.۵	
۲۵۴	خواص تبدیل فوری زمان پیوسته	۴.۵	
۲۵۴	خطی بودن:	۱.۴.۵	
۲۵۴	انتقال زمانی:	۲.۴.۵	
۲۵۴	انتقال فرکانسی:	۳.۴.۵	
۲۵۴	تغییر مقیاس:	۴.۴.۵	
۲۵۵	معکوس زمانی:	۵.۴.۵	
۲۵۵	دوگانگی (تقارن):	۶.۴.۵	
۲۵۵	مشتق گیری در فضای زمان:	۷.۴.۵	
۲۵۵	مشتق گیری در فضای فرکانس:	۸.۴.۵	
۲۵۵	انتگرال گیری در فضای زمان:	۹.۴.۵	
۲۵۶	کانولوشن دو سیگنال:	۱۰.۴.۵	
۲۵۶	ضرب دو سیگنال:	۱۱.۴.۵	
۲۵۶	خواص مکمل:	۱۲.۴.۵	
۲۵۶	قضیه پارسوال:	۱۳.۴.۵	
۲۵۷	پاسخ فرکانسی سیستم‌های زمان پیوسته LTI	۵.۵	
۲۵۷	پاسخ فرکانسی:	۱.۵.۵	
۲۶۱	ارسال بدون اعوجاج:	۲.۵.۵	
۲۶۲	سیستم‌های LTI و معادلات دیفرانسیلی:	۳.۵.۵	
۲۶۳	فیلتر کردن	۶.۵	
۲۶۳	فیلترهای ایده‌آل:	۱.۶.۵	
۲۶۵	فیلترهای غیر ایده‌آل:	۲.۶.۵	
۲۶۶	پهنای باند	۷.۵	
۲۶۶	پهنای باند سیستم‌ها:	۱.۷.۵	
۲۶۷	پهنای باند سیگنال‌ها:	۲.۷.۵	
۲۶۷	مسائل حل شده	۸.۵	
۳۲۷	تحلیل فوری سیگنال‌ها و سیستم‌های زمان گسسته	۶	
۳۲۷	مقدمه	۱.۶	
۳۲۷	سری فوری گسسته	۲.۶	
۳۲۷	سیگنال‌های تناوبی:	۱.۲.۶	
۳۲۸	سری فوری گسسته:	۲.۲.۶	
۳۲۸	همگرایی سری فوری گسسته:	۳.۲.۶	

۳۲۹	خواص سری فوریه گسسته:	۴.۲.۶	
۳۳۰	قضیه پارسوال:	۵.۲.۶	
۳۳۰	تبدیل فوریه	۳.۶	
۳۳۰	از سری فوریه گسسته به تبدیل فوریه:	۱.۳.۶	
۳۳۲	زوج تبدیل فوریه:	۲.۳.۶	
۳۳۲	طیف فوریه:	۳.۳.۶	
۳۳۲	همگرایی $X(\Omega)$:	۴.۳.۶	
۳۳۲	ارتباط بین تبدیل فوریه و تبدیل زی:	۵.۳.۶	
۳۳۵	خواص تبدیل فوریه	۴.۶	
۳۳۵	متناوب بودن:	۱.۴.۶	
۳۳۵	خطی بودن:	۲.۴.۶	
۳۳۵	انتقال زمان:	۳.۴.۶	
۳۳۵	انتقال فرکانس:	۴.۴.۶	
۳۳۵	مزدوج مختلط:	۵.۴.۶	
۳۳۵	معکوس زمان:	۶.۴.۶	
۳۳۶	تغییر مقیاس زمانی:	۷.۴.۶	
۳۳۶	دوگانگی:	۸.۴.۶	
۳۳۷	مشق گیری از فرکانس:	۹.۴.۶	
۳۳۷	تفاضل:	۱۰.۴.۶	
۳۳۷	جمع کردن:	۱۱.۴.۶	
۳۳۷	کانولوشن:	۱۲.۴.۶	
۳۳۷	ضرب کردن:	۱۳.۴.۶	
۳۳۸	خواص مکمل:	۱۴.۴.۶	
۳۳۸	روابط پارسوال:	۱۵.۴.۶	
۳۴۱	پاسخ فرکانسی سیستمهای زمان گسسته LTI :	۵.۶	
۳۴۱	پاسخ فرکانسی:	۱.۵.۶	
۳۴۲	معادلات تفاضلی سیستمهای LTI :	۲.۵.۶	
۳۴۲	طبیعت تناوبی بودن پاسخ فرکانسی:	۳.۵.۶	
۳۴۲	پاسخ سیستم به سیگنال گسسته سینوزوئیدال	۶.۶	
۳۴۳	پاسخ سیستم:	۱.۶.۶	
۳۴۴	سرعت نمونه برداری:	۲.۶.۶	
۳۴۴	شبیه سازی:	۷.۶	
۳۴۵	تبدیل فوریه گسسته	۸.۶	
۳۴۵	تعریف:	۱.۸.۶	
۳۴۶	رابطه بین DFT و سری گسسته فوریه:	۲.۸.۶	
۳۴۶	رابطه بین DFT و تبدیل فوریه:	۳.۸.۶	
۳۴۷	خواص DFT :	۴.۸.۶	
۳۴۹	مسائل حل شده	۹.۶	
۴۱۱	تحلیل فضای حالت	۷	
۴۱۱	مقدمه	۱.۷	
۴۱۱	مفهوم حالت	۲.۷	
۴۱۱	تعریف:	۱.۲.۷	
۴۱۲	انتخاب متغیرهای حالت:	۲.۲.۷	
۴۱۲	نمایش فضای حالت سیستمهای زمان گسسته LTI :	۳.۷	

۴۱۲	توصیف سیستم‌ها با معادلات تفاضلی:	۱.۳.۷
۴۱۴	تبدیلات تشابه‌ی:	۲.۳.۷
۴۱۵	سیستم‌های چند ورودی و چند خروجی:	۲.۳.۷
۴۱۵	نمایش فضای حالت سیستم‌های زمان پیوسته LTI :	۴.۷
۴۱۵	توصیف سیستم‌ها با معادلات دیفرانسیلی:	۱.۴.۷
۴۱۷	سیستم‌های چند ورودی و چند خروجی:	۲.۴.۷
۴۱۷	حل معادلات حالت برای سیستم‌های زمان گسسته LTI :	۵.۷
۴۱۷	حل معادلات در فضای زمان:	۱.۵.۷
۴۱۸	محاسبه A^n :	۲.۵.۷
۴۲۰	حل از روش تبدیل زی:	۳.۵.۷
۴۲۰	تابع سیستم $H(z)$:	۴.۵.۷
۴۲۱	پایداری:	۵.۵.۷
۴۲۱	حل معادلات حالت برای سیستم‌های زمان پیوسته LTI :	۶.۷
۴۲۱	روش تبدیل لاپلاس:	۱.۶.۷
۴۲۲	تابع سیستم $H(s)$:	۲.۶.۷
۴۲۲	حل در فضای زمان:	۳.۶.۷
۴۲۴	محاسبه e^{At} :	۴.۶.۷
۴۲۴	پایداری:	۵.۶.۷
۴۲۵	مسائل حل شده	۷.۷

۴۷۹	سیگنال‌های تصادفی	۸
۴۷۹	مقدمه	۱.۸
۴۷۹	فرآیند تصادفی	۲.۸
۴۷۹	تعاریف:	۱.۲.۸
۴۸۲	توصیف فرآیند تصادفی	۲.۲.۸
۴۸۳	فرآیندهای تصادفی آماری	۳.۸
۴۸۳	روابط احتمال	۱.۳.۸
۴۸۴	میانگین‌های آماری:	۲.۳.۸
۴۸۶	ایستایی:	۳.۳.۸
۴۸۸	میانگین زمانی و ارگودیک	۴.۳.۸
۴۹۰	فرآیند تصادفی گوسی	۴.۸
۴۹۱	مسائل حل شده	۵.۸

۵۱۱	چگالی طیف توان و سیگنال‌های تصادفی در سیستم‌های خطی	۹
۵۱۱	مقدمه	۱.۹
۵۱۱	همبستگی و چگالی طیف توان	۲.۹
۵۱۱	خودهمبستگی $R_{XX}(\tau)$:	۱.۲.۹
۵۱۲	همبستگی متقابل $R_{XY}(\tau)$:	۲.۲.۹
۵۱۳	چگالی طیف توان یا طیف توان	۳.۲.۹
۵۱۴	چگالی طیف توان متقابل:	۴.۲.۹
۵۱۵	نویز سفید	۳.۹
۵۱۶	پاسخ سیستم خطی به سیگنال تصادفی	۴.۹

۵۱۶	سیستم‌های خطی:	۱.۴.۹
۵۱۷	پاسخ سیستم خطی زمان پیوسته به ورودی تصادفی:	۲.۴.۹
۵۱۹	پاسخ سیستم LTI به ورودی تصادفی زمان گسسته	۳.۴.۹
۵۲۱	مسائل حل شده	۵.۹

۵۴۵	مروری بر نظریه ماتریس ها	آ
۵۴۵	۱.آ. نماد و عملیات ماتریسی	
۵۴۵	۱.۱.آ. تعاریف:	
۵۴۶	۲.۱.آ. عملیات:	
۵۴۸	۲.آ. ترانزپوز و معکوس کردن	
۵۴۸	۱.۲.آ. ترانزپوز:	
۵۴۹	۲.۲.آ. معکوس کردن:	
۵۵۰	۳.آ. مستقل خطی و درجه	
۵۵۰	۱.۳.آ. مستقل خطی:	
۵۵۰	۲.۳.آ. درجه یک ماتریس:	
۵۵۱	۴.آ. دترمینان	
۵۵۱	۱.۴.آ. تعاریف:	
۵۵۲	۲.۴.آ. درجه دترمینان یک ماتریس:	
۵۵۲	۳.۴.آ. معکوس یک ماتریس:	
۵۵۳	۵.آ. مقادیر ویژه و بردارهای ویژه	
۵۵۳	۱.۵.آ. تعاریف:	
۵۵۳	۲.۵.آ. معادله مشخصه:	
۵۵۵	۶.آ. قطری کردن و تبدیل تشابهی	
۵۵۵	۱.۶.آ. قطری کردن:	
۵۵۶	۲.۶.آ. تبدیل تشابهی:	
۵۵۶	۷.آ. توابع یک ماتریس	
۵۵۶	۱.۷.آ. توان یک ماتریس	
۵۵۷	۲.۷.آ. تابع یک ماتریس	
۵۵۸	۳.۷.آ. قضیه کلی-هامیلتون:	
۵۵۹	۴.۷.آ. چند جمله‌ای کمینه A	
۵۶۱	۸.آ. تجزیه طیفی	
۵۶۳	۹.آ. مشتق و انتگرال از یک ماتریس	
۵۶۳	۱.۹.آ. تعاریف:	
۵۶۴	۲.۹.آ. مشتق از ضرب دو ماتریس:	

۵۶۵	ب. مروری بر احتمالات
۵۶۵	۱.ب. احتمالات
۵۶۵	۱.۱.ب. آزمایشهای تصادفی:
۵۶۵	۲.۱.ب. فضای نمونه و پیشامد:
۵۶۶	۳.۱.ب. ریاضیات جبری پیشامدها:
۵۶۶	۴.۱.ب. دیگرام ون:
۵۶۶	۵.۱.ب. احتمال پیشامدها:

۵۷۰	پیشامدهای با احتمال مساوی:	۶.۱.ب
۵۷۱	احتمال شرطی:	۷.۱.ب
۵۷۱	پیشامدهای مستقل:	۸.۱.ب
۵۷۲	احتمال کلی:	۹.۱.ب
۵۷۳	متغیرهای تصادفی:	۲.ب
۵۷۳	متغیرهای تصادفی:	۱.۲.ب
۵۷۴	تابع توزیع:	۲.۲.ب
۵۷۵	متغیر تصادفی گسسته و تابع جرم احتمال	۳.۲.ب
۵۷۶	مثالهایی از متغیرهای تصادفی گسسته:	۴.۲.ب
۵۷۷	متغیر تصادفی پیوسته و تابع چگالی احتمال:	۵.۲.ب
۵۷۷	مثالهایی از متغیر تصادفی پیوسته:	۶.۲.ب
۵۷۸	متغیرهای تصادفی دو بعدی:	۳.ب
۵۷۸	تابع توزیع توام:	۱.۳.ب
۵۷۹	تابع توزیع حاشیه ای:	۲.۳.ب
۵۷۹	توابع جرم احتمال توام:	۳.۳.ب
۵۸۰	توابع جرم احتمال حاشیه ای:	۴.۳.ب
۵۸۰	توابع چگالی احتمال توام:	۵.۳.ب
۵۸۰	توابع چگالی احتمال حاشیه ای:	۶.۳.ب
۵۸۱	توابع متغیرهای تصادفی:	۴.ب
۵۸۱	متغیر تصادفی $g(X)$:	۱.۴.ب
۵۸۳	یک تابع از دو متغیر تصادفی:	۲.۴.ب
۵۸۴	دو تابع از دو متغیر تصادفی:	۳.۴.ب
۵۸۵	میانگینهای آماری:	۵.ب
۵۸۵	امید ریاضی:	۱.۵.ب
۵۸۶	گشتاور:	۲.۵.ب
۵۸۷	واریانس:	۳.۵.ب
۵۸۷	کوارینانس و ضریب همبستگی:	۴.۵.ب
۵۸۸	برخی نامساویها:	۵.۵.ب

۵۹۱	خواص سیستم های خطی مستقل از زمان و تبدیلات مختلف	پ
۵۹۱	سیستم های زمان پیوسته LTJ :	۱.ب
۵۹۱	تبدیل لاپلاس:	۲.ب
۵۹۴	تبدیل فوریه:	۳.ب
۵۹۵	سیستم های زمان گسسته LTI :	۴.ب
۵۹۵	تبدیل زی:	۵.ب
۵۹۷	تبدیل فوریه زمان گسسته:	۶.ب
۶۰۱	تبدیل فوریه گسسته:	۷.ب
۶۰۱	سری فوریه:	۸.ب
۶۰۲	سری فوریه گسسته:	۹.ب

۶۰۵	مروری بر اعداد مختلط	ت
۶۰۵	نمایش اعداد مختلط:	۱.ت
۶۰۶	جمع، ضرب، و تقسیم:	۲.ت
۶۰۶	مزدوج مختلط:	۳.ت
۶۰۷	توان و ریشه های اعداد مختلط:	۴.ت

۶۰۹	ث روابط ریاضی مفید
۶۰۹	۱.ث فرمولهای جمع زنی
۶۰۹	۲.ث فرمولهای اولر
۶۰۹	۳.ث اتحادهای مثلثاتی
۶۱۰	۴.ث بسط های سری توانی
۶۱۰	۵.ث توابع نمائی و لگاریتمی
۶۱۱	۶.ث برخی انتگرالهای معین
۶۱۳	ج واژه نامه انگلیسی به فارسی
۶۲۱	چ واژه نامه فارسی به انگلیسی
۶۴۱	نمایه