



۱۳۰۷

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

سیگنال‌ها و سیستم‌ها

شامل ۱۷۱ مسئله حل شده

مؤلف: Hsuei P. Hsu, Ph.D.

ترجمه

دکتر محمد صادق ابریشمیان
استاد دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

سرشناسه	: شو، هوئی پیانو، ۱۹۳۰ - م. (HσV, HωεI Π. (HωεI ΠIαO
عنوان و نام پدیدآور	: سیگنال‌ها و سیستم‌ها: شامل ۵۷۱ مسئله حل شده/ مولف [هوئی پیانو 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	: فیبا
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	: TK5۱۰۲/۹۲/ش۹ س۹ ۱۳۹۰
رده بندی دیویی	: ۶۲۱/۲۸۲۳۳
شماره کتابشناسی ملی	: ۲۵۰۶۰۰۷

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

مؤلف: هوئی پیانو 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: دوم

تاریخ چاپ: اردیبهشت ۱۳۹۴

تیراژ: ۵۰۰ جلد

قیمت: ۳۴۰۰۰ تومان

کد کتاب: ۳۶۱

ISBN: 978- 600-6383-75-0

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۶۳۸۳-۷۵-۰

صحافی: گرانمی

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)

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 مبانی رابطه ورودی و خروجی را برای سیستم‌های خط مستقیم 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 و وابسته به زمان 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 فوریه سیگنال‌ها و سیستم‌ها در فصول پنجم و ششم بحث می‌دهد. فصل پنجم تحلیل فوریه را برای سیگنال‌ها و سیستم‌های زمان پیوسته در نظر گرفته در حالی که فصل ششم سیگنال‌ها و سیستم‌های زمان گسسته را مطالعه می‌نماید. بالاخره فصل آخر فصل هفتم، فضای حالت یا مفهوم منغیرهای حالت و تحلیل سیستم‌های زمان پیوسته و زمان گسسته را معرفی می‌کند. بعلاوه، مطالبی از تحلیل ماتریس‌ها که برای فصل هفتم لازم است در بخش ضمیمه آورده شده است. از پرفسور گوردن سیلورمن از کالج مهندنی بخاطر کمک‌ها، توضیحات، و مرور دقیق دست‌نوشته‌هایم ممنونم. ضمناً از اعضاء مک ترومیل 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.

هوی هسو

منت ویل، نیو جرسی

پیشگفتار چاپ دوم:

هدف از این کتاب، مانند چاپ پیشین، تدارک مفاهیم و نظریه‌های سیگنال‌ها و سیستم‌ها است که در تمام زمینه‌های مهندسی برق و همچنین سایر دوره‌های مهندسی و علوم مورد نیاز است.

در چاپ قبلی تاکید ما بر سیگنال‌ها و سیستم‌های ارادی بود. کتاب جدید چاپ اول را گسترش داده و دو فصل؛ یکی سیگنال‌های تصادفی و دیگری پاسخ سیستم‌های خطی با ورودی‌های 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 و تشکر خود را از خانم کیمبرلی آیتون و آقای چالز وال از بخش برقی شومز مک گروهیل بخاطر دعوت در بازنویسی و تجدید نظر کتاب ابراز دارم.

هوی هسو
شانون دل - پنسیلوانیا

۲۰. سخنی با دانشجویان

برای درک مطالب این کتاب، فرض بر این است که خوانندگان با دانش مقدماتی ریاضیات همراه با دانش معادلات دیفرانسیل و درس مدار I در مهندسی برق آشنائی دارند. این کتاب سیگنال‌ها و سیستم‌های زمان پیوسته و زمان گسسته را شامل می‌شود. اگر درسی که شما گرفته‌اید فقط سیگنال و سیستم زمان پیوسته را شامل می‌شود، شما بهتر است بخش‌های زمان پیوسته فصول اول و دوم و فصل‌های سوم و پنجم و بخش دوم فصل هفتم را مطالعه نمایید. اگر درسی که شما گرفته‌اید فقط سیگنال و سیستم زمان گسسته است، بهتر است بخش‌های زمان گسسته فصول اول و دوم و فصل‌های چهارم و ششم و بخش اول فصل هفتم را مطالعه کنید.

برای آنکه واقعا موضوع را خوب یاد بگیرید، تاثیر و تاثر مداوم مهارت و دانش باید انجام شود. با مطالعه و دوره مسائل حل شده و اینکه چگونه و چگونه مسائل حل شده است، شما می‌توانید مهارت حل مسائل را براحتی یاد گرفته، و اندوخته دانش لازم را افزایش دهید. در این صورت، برای آزمون و تقویت مهارت‌های آموخته، ضروریست که مسائل تکمیلی را حل نمایید (جواب و راهنمایی تدارک دیده شده است). لازم است تاکید کنم که برای یادگرفتن فقط "کار" کنید.

www.ketaboo.ir

فهرست مطالب

۱	پیشگفتار	۱.۰
۳	سخنی با دانشجویان	۲.۰
۴	تقدیر و تشکر	۳.۰
۱۷	۱ مفهوم و تاریخچه سیگنال‌ها و سیستم‌ها	
۱۷	۱.۱ مقدمه	۱.۱
۱۷	۲.۱ سیگنال‌ها و طبقه‌بندی آن‌ها	۲.۱
۱۷	۱.۲.۱ سیگنال‌های زمان پیوسته و زمان گسسته:	۱.۲.۱
۱۹	۲.۲.۱ سیگنال‌های آنالوگ و دیجیتال:	۲.۲.۱
۱۹	۳.۲.۱ سیگنال‌های حقیقی و مختلط:	۳.۲.۱
۱۹	۴.۲.۱ سیگنال‌های ارادی و تصادفی:	۴.۲.۱
۲۰	۵.۲.۱ سیگنال‌های زوج و فرد:	۵.۲.۱
۲۱	۶.۲.۱ سیگنال‌های پهنای و غیرتناوبی:	۶.۲.۱
۲۲	۷.۲.۱ سیگنال‌های انرژی و توان:	۷.۲.۱
۲۳	۳.۱ سیگنال‌های زمان پیوسته اصلی	۳.۱
۲۳	۱.۳.۱ تابع تک پله‌ای:	۱.۳.۱
۲۳	۲.۳.۱ تابع تک ضربه‌ای:	۲.۳.۱
۲۶	۳.۳.۱ سیگنال‌های نمائی مختلط:	۳.۳.۱
۲۷	۴.۳.۱ سیگنال‌های سینوزوئیدال:	۴.۳.۱
۲۹	۴.۱ سیگنال‌های زمان گسسته اصلی	۴.۱
۲۹	۱.۴.۱ تابع تک پله‌ای گسسته:	۱.۴.۱
۲۹	۲.۴.۱ تابع تک ضربه‌ای گسسته:	۲.۴.۱
۳۰	۳.۴.۱ تابع نمائی گسسته مختلط:	۳.۴.۱
۳۱	۴.۴.۱ تابع سینوزوئیدال گسسته:	۴.۴.۱
۳۲	۵.۱ سیستم‌ها و طبقه‌بندی آن‌ها	۵.۱
۳۲	۱.۵.۱ نمایش یک سیستم:	۱.۵.۱
۳۴	۲.۵.۱ سیستم‌های زمان پیوسته و زمان گسسته:	۲.۵.۱
۳۴	۳.۵.۱ سیستم‌های با حافظه و بدون حافظه:	۳.۵.۱
۳۴	۴.۵.۱ سیستم‌های علی و غیرعلی:	۴.۵.۱
۳۵	۵.۵.۱ سیستم‌های خطی و غیرخطی:	۵.۵.۱
۳۵	۶.۵.۱ سیستم‌های مستقل از زمان و وابسته به زمان:	۶.۵.۱

۷.۵.۱	سیستم‌های خطی مستقل از زمان:	۳۶
۸.۵.۱	سیستم‌های پایدار و ناپایدار:	۳۶
۹.۵.۱	سیستم‌های فیدبک:	۳۶
۶.۱	مسائل حل شده	۳۷

۲	سیستم‌های خطی مستقل از زمان	۷۷
۱.۲	مقدمه	۷۷
۲.۲	پاسخ سیستم زمان پیوسته و انتگرال کانولوشن	۷۷
۱.۲.۲	پاسخ ضربه‌ای:	۷۷
۲.۲.۲	پاسخ به هر ورودی دلخواه:	۷۷
۳.۲	انتگرال کانولوشن:	۷۸
۴.۲.۱	خواص انتگرال کانولوشن:	۷۸
۵.۲.۲	ما کرد انتگرال کانولوشن:	۷۹
۲.۲.۲	پاسخ تک پله‌ای سیستم:	۷۹
۳.۲	خواص سیستم‌های زمان پیوسته LTI	۸۰
۱.۳.۲	سیستم‌های حافظه یا بدون حافظه:	۸۰
۲.۳.۲	علیت:	۸۰
۳.۳.۲	پایداری:	۸۱
۴.۲	توابع ویژه سیستم‌های LTI	۸۱
۵.۲	سیستم‌ها و معادلات دیفرانسیل	۸۱
۱.۵.۲	معادلات دیفرانسیل خطی با ضرایب ثابت:	۸۱
۲.۵.۲	خطی بودن:	۸۲
۳.۵.۲	علیت:	۸۲
۴.۵.۲	مستقل از زمان بودن:	۸۳
۵.۵.۲	پاسخ ضربه‌ای سیستم:	۸۳
۶.۲	پاسخ سیستم LTI زمان گسسته	۸۴
۱.۶.۲	پاسخ ضربه‌ای:	۸۴
۲.۶.۲	پاسخ ورودی دلخواه:	۸۴
۳.۶.۲	جمع کردن کانولوشن:	۸۴
۴.۶.۲	خواص جمع کردن کانولوشن:	۸۵
۵.۶.۲	عملیات جمع کردن کانولوشن:	۸۵
۶.۶.۲	پاسخ تک پله‌ای سیستم:	۸۶
۷.۲	خواص سیستم‌های زمان گسسته LTI	۸۶
۱.۷.۲	سیستم‌های با حافظه یا بدون حافظه:	۸۶
۲.۷.۲	علیت:	۸۶
۳.۷.۲	پایداری:	۸۷
۸.۲	توابع ویژه سیستم‌های LTI زمان گسسته	۸۷
۹.۲	معادلات تفاضلی و سیستم‌های گسسته	۸۷
۱.۹.۲	معادلات تفاضلی خطی با ضرایب ثابت:	۸۸
۲.۹.۲	قاعده سازی بازگشتی:	۸۸
۳.۹.۲	پاسخ ضربه‌ای:	۸۸

۱۰.۲ مسائل حل شده ۸۹

۱۳۷	تبدیل لاپلاس و سیستم‌های زمان پیوسته LTI	۳
۱۳۷	مقدمه	۱.۳
۱۳۷	تبدیل لاپلاس	۲.۳
۱۳۷	تعریف:	۱.۲.۳
۱۳۸	ناحیه همگرایی:	۲.۲.۳
۱۴۰	قطب‌ها و صفرهای $X(s)$:	۳.۲.۳
۱۴۱	خواص ناحیه همگرایی:	۴.۲.۳
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:	۳.۳.۲
۱۴۲	خواص تبدیل لاپلاس	۴.۲
۱۴۲	خطی بودن:	۱.۴.۳
۱۴۴	انتقال زمانی:	۲.۴.
۱۴۴	انتقال در فضای s :	۱.۴.۱
۱۴۴	تغییر مقیاس زمانی:	۲.۴.۳
۱۴۵	معکوس زمانی:	۵.۴.۳
۱۴۵	مشتق‌گیری از فضای زمان:	۶.۴.۳
۱۴۶	مشتق‌گیری از فضای s :	۷.۴.۳
۱۴۶	انتگرال‌گیری از فضای زمان:	۸.۴.۳
۱۴۷	کانولوشن:	۹.۴.۳
۱۴۷	عکس تبدیل لاپلاس	۵.۳
۱۴۸	رابطه‌های معکوس:	۱.۵.۳
۱۴۸	استفاده از جداول تبدیل لاپلاس:	۲.۵.۳
۱۴۸	تجزیه کسرها جزئی:	۳.۵.۳
۱۴۹	تابع تبدیل سیستم	۶.۳
۱۴۹	تابع تبدیل سیستم:	۱.۶.۳
۱۵۰	مشخصات سیستم‌های LTI :	۲.۶.۳
۱۵۱	تابع تبدیل سیستم LTI و معادلات دیفرانسیل خطی با ضرایب ثابت:	۳.۶.۳
۱۵۱	بهم پیوستن سیستم‌ها:	۴.۶.۳
۱۵۳	تبدیل لاپلاس یکطرفه	۷.۳
۱۵۳	تعاریف:	۱.۷.۳
۱۵۳	خواص اصلی:	۲.۷.۳
۱۵۴	تابع تبدیل سیستم:	۳.۷.۳
۱۵۴	تبدیل مدارات:	۴.۷.۳
۱۵۴	مسائل حل شده	۸.۳

۱۹۹	تبدیل زی و سیستمهای زمان گسسته LTI	۴
۱۹۹	مقدمه	۱.۴
۱۹۹	تبدیل زی	۲.۴
۲۰۰	تعریف:	۱.۲.۴
۲۰۰	ناحیه همگرایی:	۲.۲.۴
۲۰۱	خواص ناحیه همگرایی:	۳.۲.۴
۲۰۴	تبدیل زی برخی از سیگنالها	۳.۴
۲۰۴	سیگنال تک ضربه ای $\delta[n]$:	۱.۳.۴
۲۰۴	سیگنال تک پله ای $u[n]$:	۲.۳.۴
۲۰۴	تبدیل زی سیگنالهای معروف:	۳.۳.۴
۲۰۴	خواص تبدیل زی	۴.۴
۲۰۴	خطی بودن:	۱.۴.۴
۲۰۶	انتقال زمانی:	۲.۴.۴
۲۰۶	تغییر مقیاس:	۳.۴.۴
۲۰۶	معکوس زمانی:	۴.۴.۴
۲۰۷	تبدیل زی:	۵.۴.۴
۲۰۷	جمع کنند:	۶.۴.۴
۲۰۷	کانواس:	۷.۴.۴
۲۰۷	خلاصه ای از تبدیل زی:	۸.۴.۴
۲۰۸	عکس تبدیل زی	۵.۴
۲۰۸	رابطه عکس تبدیل زی:	۱.۵.۴
۲۰۸	استفاده از جدول تبدیل زی:	۲.۵.۴
۲۰۹	بسط سری توانی:	۳.۵.۴
۲۰۹	تجزیه کسره های جزئی:	۴.۵.۴
۲۱۰	تابع انتقال سیستمهای زمان گسسته LTI	۶.۴
۲۱۰	تابع سیستم:	۱.۶.۴
۲۱۰	مشخصات سیستمهای زمان گسسته LTI :	۲.۶.۴
۲۱۲	سیستمهای LTI و معادلات تفاضلی با ضرایب ثابت:	۳.۶.۴
۲۱۲	به هم پیوستن سیستمها:	۴.۶.۴
۲۱۳	تبدیل زی یکطرفه	۷.۴
۲۱۳	تعریف:	۱.۷.۴
۲۱۳	خواص اصلی:	۲.۷.۴
۲۱۳	تابع انتقال سیستم:	۸.۴
۲۱۳	مسائل حل شده	۹.۴

۲۵۱	تحلیل فوریه سیگنالها و سیستمهای زمان پیوسته	۵
۲۵۱	مقدمه	۱.۵
۲۵۱	سیگنالهای تناوبی و سری فوریه	۲.۵
۲۵۱	سیگنالهای تناوبی:	۱.۲.۵
۲۵۲	سری نمائی فوریه:	۲.۲.۵
۲۵۲	سری مثلثاتی فوریه:	۳.۲.۵

۲۵۳	سیگنال‌های فرد و زوج:	۴.۲.۵
۲۵۳	سری فوری به صورت هارمونیک:	۵.۲.۵
۲۵۳	همگرایی سری فوری:	۶.۲.۵
۲۵۴	طیف مقداری و فازی سیگنال‌های تناوبی:	۷.۲.۵
۲۵۴	توان موجود در سیگنال‌های تناوبی:	۸.۲.۵
۲۵۵	تبدیل فوری	۳.۵
۲۵۵	از سری فوری تا تبدیل فوری:	۱.۳.۵
۲۵۷	تبدیل فوری:	۲.۳.۵
۲۵۷	طیف فوری:	۳.۳.۵
۲۵۷	همگرایی تبدیل فوری:	۴.۳.۵
۲۵۸	رابطه بین تبدیل لاپلاس و تبدیل فوری:	۵.۳.۵
۲۵۹	خواص تبدیل فوری زمان پیوسته	۴.۵
۲۶۰	خطی بودن:	۱.۴.۵
۲۶۰	انتقال زمانی:	۲.۴.۵
۲۶۰	انتقال فرکانسی:	۳.۴.۵
۲۶۰	تغییر مقیاس:	۴.۴.۵
۲۶۰	معکوس زمانی:	۵.۴.۵
۲۶۱	پارامتر (تقارن):	۶.۴.۵
۲۶۱	مستقری در فضای زمان:	۷.۴.۵
۲۶۱	سنتز سری در فضای فرکانس:	۸.۴.۵
۲۶۱	انتگرال گیری در فضای زمان:	۹.۴.۵
۲۶۱	کانولوشن دو سیگنال:	۱۰.۴.۵
۲۶۲	ضرب دو سیگنال:	۱۱.۴.۵
۲۶۲	خواص مکمل:	۱۲.۴.۵
۲۶۲	قضیه پارسوال:	۱۳.۴.۵
۲۶۳	پاسخ فرکانسی سیستم‌های زمان پیوسته LTI	۵.۵
۲۶۳	پاسخ فرکانسی:	۱.۵.۵
۲۶۷	ارسال بدون اعوجاج:	۲.۵.۵
۲۶۸	سیستم‌های LTI و معادلات دیفرانسیل	۳.۵.۵
۲۶۸	فیلتر کردن	۶.۵
۲۶۹	فیلترهای ایده‌آل:	۱.۶.۵
۲۷۰	فیلترهای غیر ایده‌آل:	۲.۶.۵
۲۷۱	پهنای باند	۷.۵
۲۷۱	پهنای باند سیستم‌ها:	۱.۷.۵
۲۷۲	پهنای باند سیگنال‌ها:	۲.۷.۵
۲۷۳	مسائل حل شده	۸.۵

۳۳۳	تحلیل فوری سیگنال‌ها و سیستم‌های زمان گسسته	۶
۳۳۳	مقدمه	۱.۶
۳۳۳	سری فوری گسسته	۲.۶
۳۳۳	سیگنال‌های تناوبی:	۱.۲.۶

۳۳۴	سری فوریه گسسته:	۲.۲.۶	
۳۳۴	همگرانی سری فوریه گسسته:	۳.۲.۶	
۳۳۵	خواص سری فوریه گسسته:	۴.۲.۶	
۳۳۶	قضیه پارسوال:	۵.۲.۶	
۳۳۶	تبدیل فوریه	۳.۶	
۳۳۶	از سری فوریه گسسته به تبدیل فوریه:	۱.۳.۶	
۳۳۸	زوج تبدیل فوریه:	۲.۳.۶	
۳۳۹	طیف فوریه:	۳.۳.۶	
۳۳۹	همگرانی $X(\Omega)$:	۴.۳.۶	
۳۳۹	ارتباط بین تبدیل فوریه و تبدیل زی:	۵.۳.۶	
۳۴۱	خواص تبدیل فوریه	۴.۶	
۳۴۱	متناوب بودن:	۱.۴.۶	
۳۴۱	خطی بودن:	۲.۴.۶	
۳۴۱	انتقال زمان:	۳.۴.۶	
۳۴۱	انتقال فرکانس:	۴.۴.۶	
۳۴۱	بزرگ محظوظ:	۵.۴.۶	
۳۴۲	معمده زمان:	۶.۴.۶	
۳۴۲	تغییر مقیاس زمانی:	۷.۴.۶	
۳۴۲	دوگانگی:	۸.۴.۶	
۳۴۳	مشتق گیری از فرکانس:	۹.۴.۶	
۳۴۳	تفاضل:	۱۰.۴.۶	
۳۴۳	جمع کردن:	۱۱.۴.۶	
۳۴۳	کانولوشن:	۱۲.۴.۶	
۳۴۴	ضرب کردن:	۱۳.۴.۶	
۳۴۴	خواص مکمل:	۱۴.۴.۶	
۳۴۴	روابط پارسوال:	۱۵.۴.۶	
۳۴۷	پاسخ فرکانسی سیستمهای زمان گسسته LTI	۵.۶	
۳۴۷	پاسخ فرکانسی:	۱.۵.۶	
۳۴۸	معادلات تفاضلی سیستمهای LTI :	۲.۵.۶	
۳۴۸	طبیعت تناوبی بودن پاسخ فرکانسی:	۳.۵.۶	
۳۴۹	پاسخ سیستم به سیگنال گسسته سینوزوئیدال	۶.۶	
۳۴۹	پاسخ سیستم:	۱.۶.۶	
۳۵۰	سرعت نمونه برداری:	۲.۶.۶	
۳۵۰	شبیه سازی	۷.۶	
۳۵۱	تبدیل فوریه گسسته	۸.۶	
۳۵۱	تعریف:	۱.۸.۶	
۳۵۲	رابطه بین DFT و سری گسسته فوریه:	۲.۸.۶	
۳۵۳	رابطه بین DFT و تبدیل فوریه:	۳.۸.۶	
۳۵۳	خواص DFT :	۴.۸.۶	
۳۵۵	مسائل حل شده	۹.۶	

۴۲۱	تحلیل فضای حالت	۷
۴۲۱	مقدمه	۱.۷
۴۲۱	مفهوم حالت	۲.۷
۴۲۱	تعریف:	۱.۲.۷
۴۲۲	انتخاب متغیرهای حالت:	۲.۲.۷
۴۲۲	نمایش فضای حالت سیستم‌های زمان گسسته LTI	۳.۷
۴۲۲	توصیف سیستم‌ها با معادلات تفاضلی:	۱.۳.۷
۴۲۴	تبدیلات تشابهی:	۲.۳.۷
۴۲۴	سیستم‌های چند ورودی و چند خروجی:	۳.۳.۷
۴۲۵	نمایش فضای حالت سیستم‌های زمان پیوسته LTI	۴.۷
۴۲۵	توصیف سیستم‌ها با معادلات دیفرانسیلی:	۱.۴.۷
۴۲۷	سیستم‌های چند ورودی و چند خروجی:	۲.۴.۷
۴۲۷	حل معادلات حالت برای سیستم‌های زمان گسسته LTI	۵.۷
۴۲۷	حل معادلات در فضای زمان:	۱.۵.۷
۴۲۸	محاسبه A'' :	۲.۵.۷
۴۳۰	انتقال از روش تبدیل زی:	۳.۵.۷
۴۳۰	تابع سیستم $H(z)$:	۴.۵.۷
۴۳۱	پایداری:	۵.۵.۷
۴۳۱	حل معادلات حالت برای سیستم‌های زمان پیوسته LTI	۶.۷
۴۳۱	روش تبدیل لاپلاس:	۱.۶.۷
۴۳۲	تابع سیستم $H(s)$:	۲.۶.۷
۴۳۲	حل در فضای زمان:	۳.۶.۷
۴۳۴	محاسبه A' :	۴.۶.۷
۴۳۴	پایداری:	۵.۶.۷
۴۳۵	مسائل حل شده	۷.۷

۴۹۱	سیگنال‌های تصادفی	۸
۴۹۱	مقدمه	۱.۸
۴۹۱	فرآیند تصادفی	۲.۸
۴۹۱	تعاریف:	۱.۲.۸
۴۹۳	توصیف فرآیند تصادفی	۲.۲.۸
۴۹۵	فرآیندهای تصادفی آماری	۳.۸
۴۹۵	روابط احتمال	۱.۳.۸
۴۹۶	میانگین‌های آماری:	۲.۳.۸
۴۹۸	ایستانی:	۳.۳.۸
۵۰۰	میانگین زمانی و ارگودیک	۴.۳.۸
۵۰۲	فرآیند تصادفی گوسی	۴.۸
۵۰۳	مسائل حل شده	۵.۸

۵۲۵	چگالی طیف توان و سیگنالهای تصادفی در سیستمهای خطی	۹
۵۲۵	مقدمه	۱.۹
۵۲۵	همبستگی و چگالی طیف توان	۲.۹
۵۲۵	خودهمبستگی $R_{XX}(\tau)$	۱.۲.۹
۵۲۶	همبستگی متقابل $R_{XY}(\tau)$	۲.۲.۹
۵۲۷	چگالی طیف توان یا طیف توان	۳.۲.۹
۵۲۸	چگالی طیف توان متقابل:	۴.۲.۹
۵۲۹	نویز سفید	۳.۹
۵۳۱	پاسخ سیستم خطی به سیگنال تصادفی	۴.۹
۵۳۱	سیستمهای خطی:	۱.۴.۹
۵۳۱	پاسخ سیستم خطی زمان پیوسته به ورودی تصادفی:	۲.۱.۹
۵۳۴	پاسخ سیستم LTI به ورودی تصادفی زمان گسسته	۳.۴.۹
۵۳۵	مسائل حل شده	۵.۹
۵۶۱	مروری بر نظریه ماتریسها	آ
۵۶۱	نماد و عملیات ماتریس	۱.آ
۵۶۱	تعاریف:	۱.۱.آ
۵۶۲	عملیات:	۲.۱.آ
۵۶۴	ترانزاد و معکوس کردن:	۲.آ
۵۶۴	ترانزاد:	۱.۲.آ
۵۶۵	معکوس کردن:	۲.۲.آ
۵۶۶	مستقل خطی و درجه	۳.آ
۵۶۶	مستقل خطی:	۱.۳.آ
۵۶۶	درجه یک ماتریس:	۲.۳.آ
۵۶۷	دترمینان	۴.آ
۵۶۷	تعاریف:	۱.۴.آ
۵۶۸	درجه دترمینان یک ماتریس:	۲.۴.آ
۵۶۸	معکوس یک ماتریس:	۳.۴.آ
۵۶۹	مقادیر ویژه و بردارهای ویژه	۵.آ
۵۶۹	تعاریف:	۱.۵.آ
۵۶۹	معادله مشخصه:	۲.۵.آ
۵۷۱	قطری کردن و تبدیل تشابهی	۶.آ
۵۷۱	قطری کردن	۱.۶.آ
۵۷۲	تبدیل تشابهی	۲.۶.آ
۵۷۲	توابع یک ماتریس	۷.آ
۵۷۲	توان یک ماتریس	۱.۷.آ
۵۷۳	تابع یک ماتریس	۲.۷.آ
۵۷۴	قضیه کلی-هامیلتون:	۳.۷.آ
۵۷۶	چند جمله‌ای کمینه A	۴.۷.آ
۵۷۷	تجزیه طیفی	۸.آ
۵۸۰	مشتق و انتگرال از یک ماتریس	۹.آ

۵۸۰	تعاریف:	۱.۹.آ
۵۸۱	مشتق از ضرب دو ماتریس:	۲.۹.آ

ب مروری بر احتمالات

۵۸۳	۱.ب احتمالات
۵۸۳	۱.۱.ب آزمایشهای تصادفی:
۵۸۳	۲.۱.ب فضای نمونه و پیشامد:
۵۸۴	۳.۱.ب ریاضیات جبری پیشامدها:
۵۸۴	۴.۱.ب دیاگرام ون:
۵۸۴	۵.۱.ب احتمال پیشامدها:
۵۸۸	۶.۱.ب پیشامدهای با احتمال مساوی:
۵۸۹	۷.۱.ب احتمال شرطی:
۵۸۹	۸.۱.ب پیشامدهای مستقل:
۵۹۰	۹.۱.ب احتمال کلی:
۵۹۱	۲.ب متغیرهای تصادفی:
۵۹۱	۱.۲.ب متغیرهای تصادفی:
۵۹۲	۲.۲.ب تابع توزیع:
۵۹۳	۳.۲.ب متغیر تصادفی گسسته و تابع جرم احتمال:
۵۹۴	۴.۲.ب مثالهایی از متغیرهای تصادفی گسسته:
۵۹۵	۵.۲.ب متغیر تصادفی پیوسته و تابع چگالی احتمال:
۵۹۵	۶.۲.ب مثالهایی از متغیر تصادفی پیوسته:
۵۹۶	۳.ب متغیرهای تصادفی دو بعدی:
۵۹۶	۱.۳.ب تابع توزیع توأم:
۵۹۷	۲.۳.ب تابع توزیع حاشیه‌ای:
۵۹۷	۳.۳.ب توابع جرم احتمال توأم:
۵۹۸	۴.۳.ب توابع جرم احتمال حاشیه‌ای:
۵۹۸	۵.۳.ب توابع چگالی احتمال توأم:
۵۹۸	۶.۳.ب توابع چگالی احتمال حاشیه‌ای:
۵۹۹	۴.ب توابع متغیرهای تصادفی:
۵۹۹	۱.۴.ب متغیر تصادفی $g(X)$:
۶۰۱	۲.۴.ب یک تابع از دو متغیر تصادفی:
۶۰۲	۳.۴.ب دو تابع از دو متغیر تصادفی:
۶۰۳	۵.ب میانگین‌های آماری:
۶۰۳	۱.۵.ب امید ریاضی:
۶۰۵	۲.۵.ب گشتاور:
۶۰۵	۳.۵.ب واریانس:
۶۰۵	۴.۵.ب کواریانس و ضریب همبستگی:
۶۰۷	۵.۵.ب برخی نامساوی‌ها:

۶۰۹	خواص سیستم های خطی مستقل از زمان و تبدیلات مختلف	پ
۶۰۹	۱. پ. سیستم های زمان پیوسته LTI	
۶۰۹	۲. پ. تبدیل لاپلاس	
۶۱۲	۳. پ. تبدیل فوریه	
۶۱۳	۴. پ. سیستم های زمان گسسته LTI	
۶۱۳	۵. پ. تبدیل زی	
۶۱۵	۶. پ. تبدیل فوریه زمان گسسته	
۶۱۹	۷. پ. تبدیل فوریه گسسته	
۶۱۹	۸. پ. سری فوریه	
۶۲۰	۹. پ. سری فوریه گسسته	
۶۲۳	مرور بر اعداد مختلط	ت
۶۲۳	۱. ت. نمایش اعداد مختلط	
۶۲۴	۲. ت. جمع، ضرب و تقسیم	
۶۲۴	۳. ت. مزدوج مختلط	
۶۲۵	۴. ت. توان و ریشه های اعداد مختلط	
۶۲۷	روابط ریاضی مفید	ث
۶۲۷	۱. ث. رابطه های جمع زنی	
۶۲۷	۲. ث. رابطه های اولر	
۶۲۸	۳. ث. اتحاد های مثلثاتی	
۶۲۸	۴. ث. بسط های سری توانی	
۶۲۹	۵. ث. توابع نمایی و لگاریتمی	
۶۲۹	۶. ث. برخی انتگرال های معین	
۶۳۱	واژه نامه انگلیسی به فارسی	چ
۶۴۱	واژه نامه فارسی به انگلیسی	چ
۶۴۱	نمایه	