

○ رولند توماس ○ آلبرت روزا

تحلیل و طراحی مدارهای خطی

با تقدم لا پلاس

○ مهندس محمدتقی میرزایی

○ مهندس آرين سلمان پور



نويدان

سرشناسه : توماس، رولند، ۱۹۴۰ - م
 Thomas, Roland E
 عنوان و نام پدیدآور : تحلیل و طراحی مدارهای خطی با تقدم لاپلاس / تالیف رولند توماس، آلبرت روزا، ترجمه محمدتقی میرزایی - آراین سلمان پور.
 مشخصات نشر : تهران: نوپردازان، ۱۳۸۹.
 مشخصات ظاهری : ۸۶۰ ص، مصور، جدول، نمودار.
 شابک : 978-964-975-122-1
 وضعیت فهرست نویسی : فیبا
 یادداشت : عنوان اصلی: The analysis and design of linear circuits: laplace early, 4th ed, c2004
 یادداشت : کتابنامه
 یادداشت : واژه نامه
 موضوع : مدارهای برقی -- تجزیه و تحلیل
 موضوع : مدارهای برقی خطی -- طرح و ساختمان
 شناسه افزوده : روزا، آلبرت، ۱۹۴۲ - م
 شناسه افزوده : Rosa, Albert J
 شناسه افزوده : میرزایی، محمدتقی، ۱۳۳۱ - مترجم
 شناسه افزوده : سلمان پور، آراین، ۱۳۶۰ - مترجم
 رده بندی کنگره : ۱۳۸۹ ت ۹۰/ت ۴۵۴ TK۴۵۴
 رده بندی دیویی : ۶۲۱/۳۱۹۲
 شماره کتابخانه ملی : ۲۱۳۵۱۳۴



نویسندگان

- کتاب : تحلیل و طراحی مدارهای خطی با تقدم لاپلاس
- تالیف : رولند توماس - آلبرت روزا
- ترجمه : محمدتقی میرزایی - آراین سلمان پور
- ناشر : نوپردازان
- قطع : رحلی
- نوبت : اول
- تاریخ : تابستان ۱۳۹۰
- تیراژ : ۲۰۰۰
- صفحات : ۸۷۶
- شابک : ۹۷۸-۹۶۴-۹۷۵-۱۲۲-۱
- قیمت : ۲۸۰۰۰ تومان

این اثر، مشمول قانون حمایت مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۲۸ است. هرکس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه ناشر، نشر یا پخش کند، مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

مراکز پخش

کتابیران: تهران، میدان انقلاب، ابتدای خیابان آزادی، خیابان دکتر قریب، بعد از فرصت شیرازی، پلاک ۷، تلفن: ۱۸-۰۹-۶۶۵۶۶۵
 نوپردازان: تهران، خیابان لیاقی نژاد، بین اردیبهشت و فروردین، پلاک ۲۲۸
 تلفن: ۶۶۴۱۴۴۷۴-۶۶۴۱۴۵۱۵-۶۶۴۱۱۱۷۳-۰۹-۶۶۴۹۴۴

مقدمه



دو نسخه از چاپ چهارم کتاب تحلیل و طراحی مدارهای خطی وجود دارد. نسخه‌ی استاندارد (ISBN 0-471-27213-2) نسخه بازبینی شده و بروز شده چاپ سوم با افزودن بخش‌هایی بر آن است. نسخه جدید با تقدم لاپلاس (ISBN 0-471-43299-7) ویژگی‌های اصلی چاپ سوم را حفظ می‌کند ولی از یک ترتیب جدید در فصل‌ها استفاده می‌کند که بر روش‌های تبدیل، تأکید می‌کند هر دو نسخه؛ دوره‌های تحلیل مدار مقدماتی را هدف قرار داده‌اند و هر دو پیش نیازهای مشابهی را برای دانشجوی، فرض می‌کنند اگرچه ترتیب کار متفاوت است ولی هر دو حوزه، گستره مشابهی از عناوین را پوشش می‌دهند. شرکت جان وایلی و پسران دو نسخه از این کتاب را به عنوان بخشی از یک تعهد مداوم در فراهم آوردن تنوعی از منابع برای آموزش دروه‌های مدار پیشنهاد می‌کند.

نسخه با تقدم لاپلاس، بلافاصله پس از برخورد کلاسیک با معادلات دیفرانسیل؛ مدار تبدیلات لاپلاس را معرفی می‌کند. این ترتیب، اجازه می‌دهد که مفاهیم حالت ماندگار سینوسی، توابع شبکه، پاسخ‌های فرکانسی، پاسخ ضربه، پاسخ پله و کانولوشن (پیچش) در داخل یک چارچوب مشترک قرار گیرند. مادر یافته‌ایم که دانشجویان مبتدی با این روش در مقایسه با روش تقدم فازور، با سرعت بیشتر، درکی مستقیم از پاسخ‌های حالت گذرا و ماندگار به دست می‌آورند. در روش تقدم لاپلاس، چون دانشجویان به سرعت بر تحلیل فازور کلاسیک هنگامی که به صورت یک نتیجه منطقی از یک موضوع کلی ارائه شود، تسلط می‌یابند عملاً در وقت کلاس صرفه جویی می‌شود. همچنین این روش، دانشجویان را برای مقدار زیادی از تبدیلات که در دوره‌های بعدی سیگنال‌ها و سیستم‌ها با آن مواجه می‌شوند، آماده می‌کند.

چاپ چهارم بر دو دهه التزام مولف بر روشی مدرن برای تحلیل و طراحی مدار کلاسیک ادامه می‌دهد. اگر چه این نسخه بر روش‌های تبدیل تأکید می‌کند، ولی این کار را در داخل چارچوب پیوسته‌ای انجام می‌دهد که بدون تغییر مانده است.

ویژگی‌های دانمی

طراحی مدار

تجربه ما را معتقد نموده است که فهم دانشجویان از مبانی مدار، با آمیخته‌ای از تحلیل و طراحی تقویت می‌شود. درگیری زودهنگام در طراحی، سبب می‌شود دانشجویان دانشی را که جدیداً به دست آورده‌اند در وضعیت‌های عملی به کار گیرند و در آنها ایجاد انگیزه می‌کند. همچنین ارزیابی طرح‌های جایگزین، آنها را با دنیای واقعی تجارب مهندسی آشنا می‌کند. ضمیمه نمودن طراحی در دوره مقدماتی دانشجویان را آگاه می‌کند که مدارها، وظائف مهمی را اجرا می‌کنند و فقط وسایلی برای تدریس تحلیل ولتاژ گره و جریان خانه نیستند.

آپ‌امپ

آپ‌امپ یک ابزار کارآمد همه جانبه در تحلیل و طراحی مدار خطی است. معرفی زودهنگام و جمع‌بندی آن در نخستین دوره مدار مزایای زیر را پیشنهاد می‌کند. شکل یکپارچه (مدولار) مدار آپ‌امپ، تحلیل و طراحی مدار آنالوگ را ساده می‌کند. آپ‌امپ با ارتباط دادن مفهوم مجرد یک منبع وابسته به یک وسیله واقعی، نقش مهمی را بازی می‌کند. سازگاری نزدیک بین تئوری و نتایج نظری به دانشجویان اجازه می‌دهد که مدارهای آپ‌امپ معنی‌داری را در آزمایشگاه طراحی، تحلیل و به‌طور موفقیت‌آمیزی بسازند.

پردازش سیگنال

از طریق استفاده از نمودارهای جعبه‌ای و روابط ورودی-خروجی و روش‌های تبدیل، تأکیدی بر پردازش سیگنال و سیستم به‌دست آمده است. مطالعه مدارهای پویا (دینامیک) را توسط فصلی مجزا درباره شکل موج‌ها و مشخصات سیگنال‌ها، جلو انداخته‌ایم. این فصل به دانشجویان، آشنایی زودرسی با همه سیگنال‌های مهم ورودی و خروجی می‌دهد که در مدارهای خطی با آن مواجه می‌شود.

هدف نهایی برای دانشجویان درک این مطلب است که شکل موج‌های حوزه زمان و تبدیل‌های حوزه فرکانس، به‌طور ساده روش‌های جایگزینی برای مشخص نمودن سیگنال‌ها و پردازش سیگنال است.

ابزارهای رایانه‌ای

از سه نوع برنامه رایانه‌ای برای نشان دادن تحلیل مدار به کمک رایانه، یعنی صفحات گسترده (Excel®)، & Math Solvers (Mathcad MATLAB®) و شبیه‌سازهای مدار (Pspice®, Electronic workbench®) استفاده شده است. مثال‌هایی از تحلیل مدار به کمک رایانه، با شروع از فصل ۲، در همه فصل‌ها متمرکز شده‌اند. هدف این مثال‌ها کمک نمودن به دانشجویان برای به‌دست آوردن روش حل مسئله است که شامل ابزارهای پر استفاده‌ای می‌شود که به‌طور عادی توسط مهندسين عملی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

اهداف میانی

این کتاب حول یک رشته اهداف آموزشی که به‌دقت تعریف شده‌اند و ابزارهای سنجنش مربوط به آن بنا نهاده شده است بیان گردیده است. هر هدف به‌طور واضح برحسب مهارت مورد انتظار از دانشجو و حداقل توسط ده مسأله کار در منزل پشتیبانی شده است که مخصوصاً برای سنجنش مهارت دانشجو در آن هدف طراحی شده‌اند. این چارچوب یک ویژگی استاندارد هر بخش این کتاب است و ما را قادر نموده است که در طول سال‌ها، سطحی منطقی از وظایف مورد انتظار از دانشجو را حفظ کنیم.

ویژگی‌های جدید

- مثال‌های کاربردی جدید افزوده شده‌اند که تأکید بر مهندسی رایانه (کامپیوتر)، پردازش سیگنال، و مهندسی زیستی دارد.
- همه مثال‌های pspice با (orcad Release 9.2) بروز شده‌اند.
- مثال‌هایی از مدل کلیدهای کنترل شده از طریق ولتاژ CMOS که شامل مدارهای آنالوگی هستند که به‌طور دیجیتالی کنترل می‌شوند و همچنین پاسخ کلیدزنی مدارهای دیجیتالی RC در فصل ۷ اضافه شده است.
- فصل ۶ شامل یک بحث جدید از مدار نمونه نگهدار (Sample-and-hold) است و مبدل مجتمع A/D را معرفی می‌کند.
- یک بخش جدید در فصل ۱۱ معادل کانولوشن (پیچش) با حوزه زمان و فرکانس را تهیه نموده است.
- اکنون اهداف میانی و مسایل کار در خانه مرتبط با آن، با مثال‌های حل شده و تمرین‌های داخل متن، قابل تطبیق هستند. قابلیت تطبیق این دو دسته مسایل به دانشجویان اجازه می‌دهد که حل مسایلی را مرور کنند که مشابه مسایل تعیین شده آنها برای کار در خانه است.
- چاپ چهارم، فصل تبدیل فوریه و شبکه‌های دوقطبی را به‌صورت ضمیمه Web (وب) اضافه نموده است. این ضمیمه کاملاً در داخل متن، به همراه مراجع نمایه و پاسخ‌های مسایل برگزیده کار در خانه، ادغام شده است. این ضمیمه در سایت <http://www.wiley.com/college/thomas> در دسترس هستند.

ویژگی‌های فصل

سرآغاز فصل: بحث مختصری از زمینه تاریخی، به‌علاوه مروری بر محتوای مورد بحث فصل را فراهم می‌کند. مثال‌ها: با بحث تفصیلی از مراحل که مساله تحلیل یا طراحی درگیر آن است، دانشجویان را آماده می‌کند. تقریباً ۳۰۰ مثال حل شده، در سرتاسر متن، توزیع شده است که شامل بیش از ۳۰ مثال طراحی است. تعدادی از مثال‌های طراحی، شامل ارزیابی حل‌های جایگزین است. مثال‌هایی که از ابزارهای رایانه‌ای استفاده می‌کنند نیز نشان می‌دهند که چگونه بیان یک مساله را به شکلی ترجمه کنیم که برای حل رایانه‌ای جوابگو باشد. تمرین‌ها: با پاسخ‌ها، بلافاصله پس از مثال‌های حل شده قرار گرفته‌اند. این تمرین‌ها به دانشجویان فرصتی می‌دهند، تا فنون نشان داده شده در مثال پیشین را به‌کار بندند. تهیه کردن پاسخ‌ها به دانشجویان اجازه می‌دهد که پیش از ادامه دادن کار، مهارت خود را بیازمایند.

خلاصه فصل‌ها: شامل خلاصه‌ای از جملات فشرده است که به دانشجویان کمک می‌کند که پیش از آن که حل مسایلی را که پس از آن می‌آید برعهده گیرند، فصل را مرور کنند.

مسایل کار در منزل: مستقیماً مربوط به اهداف میانی و در زمره اهداف میانی قرار گرفته‌اند. از طریق مثال‌ها و تمرین‌های مرتبط داخل متن، به اهداف میانی رسیده می‌شود. حدود یک سوم از تقریباً ۹۰۰ مساله کار در منزل دارای پاسخ در انتهای کتاب هستند، مسایلی که شامل طراحی هستند با نماد تصویری  مشخص شده‌اند. مسایل ترکیبی: مسایل جامعی هستند که در آخرین قسمت یک فصل آمده است. برای حل نمودن این مسایل، دانشجویان می‌بایند چندین مهارت را که در آن تبحر یافته‌اند ترکیب کنند. مسایل ترکیبی با نمادهای تصویری  و  برجسته خورده‌اند تا نشان دهند که کدام یک از روش‌های تحلیل، طراحی و سنجش (ارزیابی) مورد نیاز است.

مسایل کامپیوتری: مسایل کار در منزلی که برای آنها ابزارهای رایانه‌ای، مزیت مهمی را پیشنهاد می‌کنند با یک نماد تصویری  در متن علامت زده شده‌اند. ابزار رایانه‌ای را برای هر مساله، مشخص نکرده‌ایم ولی انتظار داریم که دانشجویان این ابزار را انتخاب کنند. برای کمک نمودن به دانشجویان در ایجاد این توانایی، یک بسته مجزای راهنمای حل دانشجویی (ISBN 0-471-46968-8) وجود دارد که در آن حدود ۱۰۰ مساله کار در منزل، با استفاده از ابزارهای رایانه‌ای حل شده‌اند. مسایلی که حل آنها در این راهنما گنجانده شده است با یک نماد تصویری  مشخص شده‌اند.

ضمانم

راهنمای ضمانم

یک مجموعه کامل از حل تفصیلی به همه مسایل انتهای فصل، به‌طور آزاد برای همه اساتید مورد پذیرش در دسترس است. پاسخ‌ها با استفاده از Mathcad دوباره بررسی و اثبات شده‌اند.

ارزیابی هنگام کار EGrade

eGrade ابزاری است برای آزمون میانی و پایانی در هنگام کار حل مسایل است. این ابزار همچنین، موفقیت شخصی در حل مسایل عملی را ایجاد می‌کند که تأثیر متقابلی در کمک به دانشجویان برای فراگرفتن مهارت‌های موجود در حل مسایل مدار دارد. برای اطلاع بیشتر و دیدن شرحی از آن، از www.wiley.com/college/egrade دیدن کنید.

نرم افزار Circuit works

Circuit Works، نوعی شبیه‌سازی می‌باشد که مبتنی بر مجموعه کتابخانه‌ای شامل ۱۰۰ مدار با پارامترهای قابل تنظیم است. Circuit Works ابزاری برای تدریس و فراگیری اصول و روابطی است که زمینه‌ساز مدارهای

مرتبه اول و دومی است که شامل مقاومت‌ها، خازن‌ها، القاگرها، آپ‌امپ‌ها، منابع مستقل و وابسته و ترانسفورمرها هستند.

راهنمای حل دانشجویی

در این متن مسایل کار در منزل برگزیده شده‌ای با استفاده از یک یا چند ابزار رایانه‌ای حل شده است. این حل‌ها که جزء به جزء محاسبه شده‌اند در یک بسته راهنمای مجزا، که جداگانه فروخته می‌شود، موجود است. دانشگاه می‌تواند بسته دانشجویی را که هم شامل متن و هم شامل راهنمای حل دانشجویی است با قیمت تخفیفی خاص، سفارش دهد.

Circuits Extra

این (وب-سایت) برای پشتیبانی نمودن از برتری در تدریس و فراگیری دانشجویی طراحی شده است. Circuits Extra ابزاری ارزشمند برای همه اساتید و دانشجویانی است که از متون مدار Wiley (وایلی) استفاده می‌کنند. این سایت، شامل منابع دانشجویی و اساتید برای همه متن‌های مدار وایلی است همان‌گونه که پیوندها (لینک‌ها) و منابعی برای علایق عمومی است. این سایت به‌طور پیوسته به‌روز می‌شود تا به‌طور یکسانی پرمایه نمودن اساتید و دانشجویان را فراهم کند. می‌توانید به این سایت در www.wiley.com/college/circuits دست یابید.

سپاسگزاری‌ها

مؤلفین علاقه‌مندند که از خیلی‌ها در شرکت (جان وایلی و پسران) که هر دو نسخه این چاپ را به وجود آوردند مخصوصاً از مدیر ارشد تولید، (کارولین سیگ) و مدیر ارشد بازاریابی (کاترین هیودن)، تشکر کنند. ما عمیقاً مدیون مدیر اجرایی مان (یل زوبریست) هستیم که راهنمایی و پشتیبانی او به ما اجازه داد که اندیشه‌های خود در تدریس مدار را ثبت کنیم. نمی‌توانیم در یادآوری مدیر تولیدمان (سوزان اینگرا) که مهارت وی کار تبدیل دست خط‌ها به کتاب را تجربه‌ای لذت بخش تبدیل نمود، کوتاهی کنیم.

در طول سال‌ها، متقدّمین زیر، از راه‌های مختلف به شکل دادن این کار کمک نموده‌اند: روبرت. ام. آندرسون از دانشگاه ایالت آیووا، دوران. ج. باکر از دانشگاه ایالت یوتا، جیمز. ا. باربی از دانشگاه واترلو، ویلیام. ای. بن نت از آکادمی نیروی دریایی ایالات متحده، مقصود. ا. چاودری دانشگاه ایالت کالیفرنیا در فولرتون، میکائیل چایر در آموزشگاه مهندسی Milwaukee، دن. ای. کاترل از دانشگاه دنور، میکائیل ال دالی از دانشگاه Memphis، پراسادرن جی تی از دانشگاه A&M تگزاس، جیمز. جی. کاتلینگ دانشگاه ایالت آهایو، روبرت کائی پوگا از دانشگاه بستون، هانس اچ کوهل دانشگاه کالیفرنیا جنوبی، ds.p. کومار از دانشگاه می‌نیزونا، میکائیل لایت‌نر از دانشگاه کولرادو در بولدر. جری آی لوبل، جاپکور، رینهو لد لودویگ، از انستیتو پلی تکنیک ورکستر، لیولد، دایلو ماسنگیل از دانشگاه واندربیل، فرانک ال مرات از دانشگاه رزرو غربی، ریچارد وال مالت از موتورولا، آنیل پاهوا از دانشگاه ایالت کاتزاس، ویلیام ریزون از انستیتوی معدن و تکنولوژی پنومکزیکو، مارتین. اِس. رودن از دانشگاه ایالت کالیفرنیا در لس آنجلس، پات سان نوتی از دانشگاه ایالتی نیوجرسی، آلن اشنایدر از دانشگاه کالیفرنیا در سان دیاگو، علی أشعبان از دانشگاه پلی تکنیک ایالت کالیفرنیا، جاکوب شی کلی از دانشگاه Northeastern، کاداکات تورا سریندهی از دانشگاه Northeastern، پترج تالبوت از دانشگاه ماساچوست در بوستون، لِن ترومبتا از دانشگاه هوستون، دیوید ولیمز از انستیتوی تکنولوژی Rose Hulman، و براک راف ولنبرگ از دانشگاه می‌نیزونا.

همچنین به رونالد. آر. دلی سر از دانشگاه دنور برای تهیه حل دانشجویی، به جان. سی. گی تی برای آماده نمودن راهنمای آزمایشگاهی و به جیمز کانگ از cal poly Pomona برای همراهی وی در تهیه راهنمای اساتید، مدیون هستیم.

مؤلف اول تمایل دارد مدیون بودن خود به همسرش جوآیسا را که مهارت و پیشنهادهای سازنده‌ی وی، همواره مفید بوده است ابراز دارد.

سخن مترجمین

کتابی که ترجمه آن پیش روی شما است یکی از منابع درس مدارهای الکتریکی، با طرحی نوین است. ویژگی اصلی این کتاب آن است که در اغلب فصول خود، به روز شده است. شاید بهتر باشد مقصود خود از به روز بودن را توضیح دهیم. قصد ما ورود به دنیای اصطلاحات نیست بلکه بیان ویژگی عمده کتاب مورد نظر ما است. برای این کار بهتر است که نخست توضیح داده شود که اگر کتاب به روز نبود (مطابق منظور ما) چگونه کتابی بود. پاسخ ما به طور ساده آن است که در این صورت، فقط یک کتاب مدار و فقط مدار بود. یعنی هیچ گاه خواننده را از دنیای مدار خارج نمی کرد و این دقیقاً چیزی است که خواننده را از دنیای واقعی مبتنی بر علم و تجربه ای که شاخه های متعدد آن درهم تنیده و متداخلند دور می کند. در دنیای واقعی که مبتنی بر علم و تجربه است هیچ فنی از فنون بدون ارتباط و تداخل با فنون دیگر (حداقل چند فن) نیست. و شخص هنگامی بر یک فن اشراف خواهد داشت که ارتباط آن فن را با فنون دیگر دریابد و در حقیقت کاربردهای آن، را که شامل کاربردهای نظری و عملی آن است، دریافت کند.

بر خوانندگان اهل اطلاع مخفی نیست که اغلب منابع جدید که در فنون مختلف نوشته می شوند می کوشند که این نکته را رعایت کنند و به شکل های مختلفی ارتباط موضوع مورد علاقه خود را با موضوعات دیگر بیان کنند. اکنون فکر می کنیم که مقصود ما از به روز بودن روشن شده باشد. مولفین کتاب ترجمه شده ای که در مقابل شما است، این مهم را به مقدار زیادی رعایت نموده اند و به صورت های گوناگونی، کاربردهای مباحث مدار را در فنونی نظیر کنترل، مهندس پزشکی، سیستم های سیگنال ها و ... نشان داده اند و به طوری که خواننده احساس می کند که مباحث مدار یکی از ابزارهای مهم برای ورود به دنیای بزرگتر است. مولفین، این مهم را گاهی در متن درس، بدون اینکه بر روی آن بزرگ نمایی خاصی انجام داده باشند عملی نموده اند. گاهی با اضافه نمودن بخش های خاصی در هر فصل با عنوان «نکات کاربردی» مباحث کاربردی را معرفی نموده اند و گاهی نیز با غنی کردن فصولی از کتاب، بدین مهم پرداخته اند که فصل ۱۳ و ۱۴ کتاب که مبحث فیلترها را به تفصیل مورد بحث قرار داده است، بهترین گواه بر این مطلب است.

البته، واضح است که شرط ورود دانشجو به دنیای واقعی علم - از طریق درس مدار - علاوه بر وجود چنین منابعی وابسته به همت والای اساتیدی است که به اهمیت موضوع به اندازه کافی واقف باشد. استفاده از نرم افزارها و شبیه سازهایی نظیر MATLAB, Pspice, EXCell و Electronic workbench بر توانایی این منبع افزوده است. در مجموع احساس ما این است که این کتاب می تواند یکی از موفق ترین منابع در درس مدار باشد و به خوبی جایگزین منابع سنتی این درس گردد. امیدواریم که این ترجمه ناچیز در خدمت به جامعه علمی ایران موفق باشد.

مترجمین

محمدتقی میرزایی، آرین سلمان پور

فهرست مطالب

۱	فصل ۱. مقدمه
۲	۱-۱ درباره این کتاب
۴	۲-۱ نمادها و واحدها
۶	۳-۱ متغیرهای مدار
۱۲	خلاصه
۱۳	مسایل
۱۵	مسایل ترکیبی
۱۶	فصل ۲. تحلیل اساسی مدار
۱۷	۱-۲ معادلات (قیود) عناصر
۲۲	۲-۲ معادلات (قیود) اتصالات
۳۰	۳-۲ معادلات ترکیبی
۳۶	۴-۲ مدارهای معادل
۴۲	۵-۲ تقسیم ولتاژ و جریان
۵۰	۶-۲ تبدیل (کاهش) مدار
۵۵	۷-۲ تحلیل مدار به کمک رایانه
۶۱	خلاصه
۶۲	مسایل
۶۹	مسایل ترکیبی
۷۲	فصل ۳. روش تحلیل مدار
۷۳	۱-۳ تحلیل ولتاژ-گره
۸۸	۲-۳ تحلیل جریان-خانه
۹۸	۳-۳ خواص خطی بودن
۱۰۷	۴-۳ مدارهای معادل تونن و نورتن
۱۱۹	۵-۳ انتقال حداکثر سیگنال
۱۲۳	۶-۳ طراحی مدار واسط
۱۳۴	خلاصه
۱۳۵	مسایل
۱۴۴	مسایل ترکیبی
۱۴۷	فصل ۴. مدارهای فعال
۱۴۸	۱-۴ منابع وابسته خطی
۱۵۱	۲-۴ تحلیل مدارهای با منابع وابسته
۱۶۶	۳-۴ ترانزیستور

۱۷۰	تقویت‌کننده‌ی عملیاتی ۴-۴
۱۷۹	تحلیل مدار آپ‌امپی ۵-۴
۱۹۶	طراحی مدار آپ‌امپی ۶-۴
۲۰۳	مقایسه‌کننده ۷-۴
۲۰۶	خلاصه
۲۰۷	مسایل
۲۱۴	مسایل ترکیبی
۲۱۷	فصل ۵. شکل موج سیگنال‌ها
۲۱۸	۱-۵ مقدمه
۲۲۰	۲-۵ شکل موج پله
۲۲۶	۳-۵ شکل موج نمایی
۲۳۱	۴-۵ شکل موج سینوسی
۲۳۷	۴-۵ شکل موج سینوسی
۲۳۸	۵-۵ شکل موج‌های مرکب
۲۴۴	۶-۵ توصیف‌کننده‌های جزئی شکل موج
۲۵۱	خلاصه
۲۵۲	مسایل
۲۵۴	مسایل ترکیبی
۲۵۷	فصل ۶. ظرفیت و القاکنایی
۲۵۸	۱-۶ خازن
۲۶۷	۲-۶ القاگر
۲۷۹	۴-۶ ظرفیت و القاکنایی معادل
۲۷۳	۳-۶ مدارهای آپ‌امپی دینامیک
۲۸۳	خلاصه
۲۸۴	مسایل
۲۸۷	مسایل ترکیبی
۲۹۰	فصل ۷. مدارهای مرتبه اول
۲۹۱	۱-۷ مدارهای RC و RL
۳۰۲	۲-۷ پاسخ پله مدار مرتبه اول
۳۱۱	۳-۷ شرایط اولیه و نهایی
۳۱۷	۴-۷ پاسخ سینوسی مدار مرتبه اول
۳۲۴	خلاصه
۳۲۵	مسایل
۳۲۸	مسایل ترکیبی
۳۳۰	فصل ۸. مدارهای مرتبه دوم
۳۳۱	۱-۸ مدار RLC سری
۳۴۳	۲-۸ مدار RLC موازی
۳۴۸	۳-۸ پاسخ پله مدار مرتبه دوم

۳۵۵	۴-۸ مدارهای آپ‌امپی مرتبه دوم
۳۵۹	خلاصه
۳۶۰	مسایل
۳۶۲	مسایل ترکیبی
۳۶۴	فصل ۹. تبدیل لاپلاس
۳۶۵	۱-۹ شکل موج سیگنال‌ها و تبدیلات آنها
۳۷۰	۲-۹ خواص اساسی تبدیل لاپلاس و زوج‌های تبدیل
۳۷۹	۳-۹ نمودارهای قطب-صفر
۳۸۳	۴-۹ تبدیلات لاپلاس معکوس
۳۸۹	۵-۹ برخی حالت‌های خاص
۳۹۵	۶-۹ پاسخ مدار با استفاده از تبدیلات لاپلاس
۴۰۴	۷-۹ خواص مقدار اولیه و مقدار نهایی
۴۰۸	خلاصه
۴۰۹	مسایل
۴۱۳	مسایل ترکیبی
۴۱۵	فصل ۱۰. تحلیل مدار در حوزه لاپلاس
۴۱۶	۱-۱۰ مدارهای تبدیل شده
۴۲۵	۲-۱۰ تحلیل مدار پایه در حوزه s
۴۳۰	۳-۱۰ قضایای مدار در حوزه s
۴۴۱	۴-۱۰ تحلیل ولتاژ در حوزه s
۴۵۰	۵-۱۰ تحلیل جریان-خانه در حوزه s
۴۵۷	۶-۱۰ خلاصه تحلیل مدار در حوزه s
۴۶۲	خلاصه
۴۶۳	مسایل
۴۶۹	مسایل ترکیبی
۴۷۱	فصل ۱۱. توابع شبکه
۴۷۲	۱-۱۱ تعریف یک تابع شبکه
۴۷۵	۲-۱۱ توابع شبکه مدارهای یک‌دسته و دودسته
۴۸۷	۳-۱۱ توابع تبدیل و پاسخ ضربه
۴۹۰	۴-۱۱ توابع شبکه و پاسخ پله
۴۹۵	۵-۱۱ توابع شبکه و پاسخ حالت ماندگار سینوسی
۵۰۰	۶-۱۱ پاسخ ضربه و کاتولوشن
۵۰۷	۷-۱۱ طراحی تابع شبکه
۵۲۲	خلاصه
۵۲۳	مسایل
۵۲۹	مسایل ترکیبی

۵۳۱	فصل ۱۲. پاسخ فرکانسی
۵۳۲	۱-۱۲ توصیف‌کننده‌های پاسخ فرکانسی
۵۳۸	۲-۱۲ پاسخ فرکانسی مدار مرتبه اول پاسخ پایین‌گذر مرتبه اول
۵۶۰	۳-۱۲ پاسخ فرکانسی مدار مرتبه دوم
۵۷۵	۴-۱۲ پاسخ فرکانسی مدارهای RLC
۵۸۱	۵-۱۲ نمودارهای بود
۵۸۴	۶-۱۲ نمودار بود با نمودارهای بحرانی مختلط
۵۹۱	۷-۱۲ پاسخ فرکانسی و پاسخ پله
۵۹۸	خلاصه
۵۹۹	مسایل
۶۰۵	مسایل ترکیبی
۶۰۷	فصل ۱۳. سری فوریه
۶۰۸	۱-۱۳ مروری بر تحلیل فوریه
۶۱۰	۲-۱۳ ضرایب فوریه
۶۲۰	۳-۱۳ تقارن‌های شکل موج
۶۲۴	۴-۱۳ تحلیل مدار با استفاده از سری فوریه
۶۳۱	۵-۱۳ مقدار RMS و توان متوسط
۶۳۴	خلاصه
۶۳۵	مسایل
۶۳۹	مسایل ترکیبی
۶۴۱	فصل ۱۴. طراحی فیلتر آنالوگ
۶۴۲	۱-۱۴ پردازش سیگنال حوزه فرکانس
۶۴۵	۲-۱۴ طراحی با مدارهای مرتبه اول
۶۵۶	۳-۱۴ طراحی با مدارهای مرتبه دوم
۶۶۱	۴-۱۴ طراحی فیلتر پایین‌گذر
۶۷۹	۵-۱۴ طراحی فیلتر بالاگذر
۶۸۴	۶-۱۴ طراحی فیلتر گذرپایند و توقف‌باند
۶۹۰	خلاصه
۶۹۱	مسایل
۶۹۵	مسایل ترکیبی
۶۹۷	فصل ۱۵. پاسخ حالت ماندگار سینوسی
۶۹۸	۱-۱۵ توابع سینوسی و فازورها
۷۰۵	۲-۱۵ تحلیل فازوری مدار
۷۰۹	۳-۱۵ تحلیلی اساسی مدار با فازورها
۷۲۰	۴-۱۵ قضایای مدار با فازورها
۷۳۰	۵-۱۵ تحلیل کلی مدار با فازورها
۷۴۰	۶-۱۵ انرژی و توان

۷۴۶	خلاصه
۷۴۶	مسایل
۷۵۲	مسایل ترکیبی

۷۵۴	فصل ۱۶. اندوکتانس متقابل
۷۵۵	۱-۱۶ القاگرهای تزویج شده
۷۵۸	۲-۱۶ قرارداد نقطه
۷۶۱	۳-۱۶ تحلیل انرژی
۷۶۳	۴-۱۶ ترانسفورمر ایده‌آل
۷۷۰	۵-۱۶ ترانسفورمرها در حالت ماندگار سینوسی
۷۷۵	۶-۱۶ مدارهای معادل ترانسفورمر
۷۷۷	خلاصه
۷۷۸	مسایل
۷۸۱	مسایل ترکیبی

۷۸۳	فصل ۱۷. توان در حالت ماندگار سینوسی
۷۸۴	۱-۱۷ توان راکتیو و متوسط
۷۸۸	۲-۱۷ توان مختلط
۷۹۲	۳-۱۷ تحلیل توان AC
۷۹۶	۴-۱۷ تحلیل بخش بار
۸۰۳	۵-۱۷ مدارهای سه فاز
۸۰۷	۶-۱۷ تحلیل توان ac سه فاز
۸۱۹	خلاصه
۸۲۰	مسایل
۸۲۴	مسایل ترکیبی

الف-۱	ضمیمه (الف) - مقادیر استاندارد
الف-۲	ضمیمه (ب) - حل معادلات خطی
الف-۱۳	ضمیمه (پ) - اعداد مختلط

الف-۱۸	جواب‌ها
ف-۱	فهرست نمایه