



مدار منطقی

(رشته مهندسی فناوری اطلاعات)

www.ketab.ir

دکتر داود کریمزادگان مهندس فریبا رحمانیان

سرشناسه	:	کریمزادگان مقدم، داود، ۱۳۴۴-
عنوان و نام پدید آور	:	مدار منطقی (رشته مهندسی فناوری اطلاعات) / داود کریمزادگان، فریبا رحمانیان؛ ویراستار علمی رامین مولاناپور.
مشخصات نشر	:	تهران: دانشگاه پیام نور، ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهری	:	دوازده، ۲۵۷ ص: مصور، جدول.
فروست	:	دانشگاه پیام نور، ۲۴۱۸. گروه مهندسی فناوری اطلاعات؛ ۳۶ / ۱
شابک	:	978 - 964 - 14 - 0465 - 1
وضعیت فهرست نویسی	:	فیپا
یادداشت	:	کتابنامه، ص. ۲۵۷.
موضوع	:	مدارهای منطقی - آموزش برنامه‌ای
موضوع	:	Logic circuits - Programmed instruction
موضوع	:	کامپیوترهای رقی - مدارها - آموزش برنامه‌ای
موضوع	:	Electronic digital computers - Circuits - Programmed instruction
شناسه افزوده	:	رحمانیان، فریبا، ۱۳۶۶-
شناسه روده	:	مولاناپور، رامین، ۱۳۵۲- - ویراستار
شناسه افزوده	:	دانشگاه پیام نور
شناسه مخزونه	:	Payam Noor University
رده بندی کتبه	:	TK۷۸۶۸/م۴۸۰۴۳ ۱۳۹۶
رده بندی دیویی	:	۶۲۱/۳۹۵۰۷
شماره کتابشناسی	:	۸۰۴۴۴۱۰



مدار منطقی

مؤلفان: دکتر داود کریمزادگان - مهندس فریبا رحمانیان

ویراستار علمی: مهندس رامین مولاناپور

تهیه و تولید: دفتر تدوین و تولید کتاب و مجرای آموزشی

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: مرکز چاپ و توزیع دانشگاه پیام نور

شمارگان: ۵۰۰ نسخه

نوبت و تاریخ چاپ: چاپ اول مهر ۱۳۹۷

شابک: ۱ - ۰۴۶۵ - ۱۴ - ۹۶۴ - ۹۷۸

ISBN: 978 - 964 - 14 - 0465 - 1

فروش این کتاب فقط از طریق نمایندگی‌های دانشگاه پیام نور مجاز می باشد و فروش

آن در سایر مراکز فروش کتاب موجب تعقیب قانونی فروشنده خواهد گردید.

(کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر محفوظ و متعلق به دانشگاه پیام نور است. تولید، کپی یا خلاصه برداری، نشر و ترجمه، چاپ، افست، توزیع، گسترده، تهیه CD و ... این اثر یا بخشی از آن اعم از متن، طرح پشت و روی جلد و ... بدون اخذ مجوز کتبی از معاونت فناوری و پژوهش دانشگاه خلاف مقررات و تعرض به حقوق مادی و معنوی دانشگاه است. متخلفین وفق قانون حمایت از مولفان و مصنفان و هنرمندان دارای مسئولیت حقوقی و کیفری بوده و تحت پیگرد قرار می گیرند.)

قیمت: ۱۵۵۰۰۰ ریال

آدرس فروشگاه مرکزی چاپ و انتشارات دانشگاه پیام نور: تهران، خیابان شهید رجایی،

نرسیده به تقاطع آزادگان، جنب ورزشگاه یادآوران. تلفن: ۵۵۵۰۲۱۰۴ - ۵۵۰۹۸۲۸

سایت فروش اینترنتی: <http://digibook.pnu.ac.ir>

فهرست مطالب

پیشگفتار	۱
فصل اول. مفهوم دیجیتال و سیستم اعداد	۱
هدف کلی	۱
هدف‌های یادگیری	۱
۱-۱ معماری سیستم‌های کامپیوتری	۱
۲-۱ تاریخچه سیستم‌های دیجیتال و انقلاب آن	۲
۱-۲-۱ سیستم‌های دیجیتال و عناصر گسسته در آن	۳
۲-۲-۱ مدارهای دیجیتال بر پایه ترانزیستور MOS	۵
۳-۱ سیستم اعداد و نمایش اطلاعات در کامپیوتر	۶
۱-۳-۱ سیستم دهدهی (اعشاری)	۶
۲-۳-۱ سیستم دودویی	۷
۳-۳-۱ سیستم هشت‌تایی و شانزده‌تایی	۷
۴-۱ تبدیل مبنای اعداد به یکدیگر	۸
۵-۱ نمایش اعداد منفی در کامپیوتر	۱۶
۱-۵-۱ روش علامت - مقدار	۱۶
۲-۵-۱ روش متمم	۱۶
۶-۱ مکمل‌ها در مبنای دلخواه	۱۷
۷-۱ عملیات ریاضی در مبنای مختلف	۱۸
۱-۷-۱ عملیات ریاضی در مبنای ۲	۱۸
۲-۷-۱ جمع در مبنای ۸ و ۱۶	۱۹
خلاصه فصل اول	۲۰
خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل اول	۲۱
خودآزمایی تشریحی فصل اول	۲۲

۲۳	فصل دوم. کد و کدگذاری
۲۳	هدف کلی
۲۳	هدف‌های یادگیری
۲۳	۱-۲ نقش کد در سیستم دیجیتال
۲۴	۲-۲ انواع کدها
۲۴	۳-۲ کدهای وزن‌دار دودویی
۲۵	۱-۳-۲ کد وزن‌دار BCD
۲۶	۴-۲ کد بدون وزن مازاد ۳
۲۸	۵-۲ کد بدون وزن گری
۲۹	۶-۲ کدهای حرفی
۳۰	۷-۲ کد تشخیص خطا (بیت توازن)
۳۱	خلاصه فصل دوم
۳۲	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل دوم
۳۲	خودآزمایی تشریحی فصل دوم
۳۳	فصل سوم. جبر بول، زبانی و گیت‌های منطقی
۳۳	هدف کلی
۳۳	هدف‌های یادگیری
۳۳	۱-۳ منطق دودویی
۳۶	۲-۳ جبر بول
۳۷	۱-۲-۳ توابع جبر منطقی یا بول
۳۸	۲-۲-۳ تقدم عملگرها
۳۸	۳-۲-۳ تئوری‌های اساسی جبر بول
۴۲	۳-۳ مکمل یک تابع
۴۳	۴-۳ گیت‌های منطقی دیجیتال
۴۴	۱-۴-۳ گسترش ورودی گیت‌ها
۴۸	۲-۴-۳ ترسیم مدارهای منطقی
۴۸	۵-۳ فرم استاندارد توابع بولی
۵۰	۱-۵-۳ مجموع حاصل ضرب‌ها یا مین‌ترم
۵۱	۲-۵-۳ حاصل ضرب مجموع‌ها یا ماکس‌ترم‌ها
۵۲	۳-۵-۳ به‌دست آوردن توابع از جدول صحت
۵۵	۴-۵-۳ تبدیل فرم‌های متعارف به یکدیگر
۵۷	خلاصه فصل سوم
۵۹	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل سوم
۶۰	خودآزمایی تشریحی فصل سوم
۶۱	فصل چهارم. جدول کارنو
۶۱	هدف کلی

۶۱	هدف‌های یادگیری
۶۱	۱-۴ جدول کارنو
۶۲	۱-۱-۴ جدول دو متغیره کارنو
۶۲	۲-۱-۴ جدول سه متغیره کارنو
۶۳	۳-۱-۴ جدول چهار و پنج متغیر کارنو
۶۴	۲-۴ روش‌های پرکردن جدول کارنو
۶۸	۳-۴ ساده‌سازی جداول کارنو
۷۱	۱-۳-۴ ساده‌سازی با جمع حاصل ضرب‌ها
۷۸	۲-۳-۴ ساده‌سازی با ضرب حاصل جمع‌ها
۸۱	۴-۴ حالات بی‌اهمیت (don't care)
۸۵	خلاصه فصل ۴
۸۶	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل چهارم
۸۷	خودآزمایی تشریحی فصل ۴
۸۹	فصل پنجم. پیاده‌سازی مدارهای دیجیتال با گیت‌های Nand و NOR
۸۹	هدف کلی
۸۹	هدف‌های یادگیری
۹۰	۱-۵ ساخت گیت‌های منطقی با استفاده از گیت Nand
۹۰	۱-۱-۵ ایجاد گیت Not
۹۰	۲-۱-۵ ساخت گیت AND با گیت Nand
۹۱	۳-۱-۵ ساخت گیت OR با گیت Nand
۹۱	۴-۱-۵ ساخت گیت NOR با گیت Nand
۹۲	۲-۵ پیاده‌سازی توابع با گیت Nand
۹۶	۳-۵ ساخت گیت‌های منطقی با استفاده از گیت NOR
۹۶	۱-۳-۵ ساخت گیت Not با استفاده از گیت NOR
۹۷	۲-۳-۵ ساخت گیت AND با استفاده از گیت NOR
۹۷	۳-۳-۵ ساخت گیت OR با استفاده از گیت NOR
۹۷	۴-۳-۵ ساخت گیت NAND با استفاده از گیت NOR
۹۸	۴-۵ پیاده‌سازی توابع با گیت NOR
۱۰۰	۵-۵ گیت XOR
۱۰۳	۱-۵-۵ تابع فرد
۱۰۵	۶-۵ گیت XNOR
۱۰۷	۷-۵ بافر سه حالت
۱۰۹	۸-۵ فناوری ساخت گیت‌ها
۱۰۹	۱-۸-۵ منطق سیمی
۱۱۱	۲-۸-۵ منطق مثبت و منفی
۱۱۲	خلاصه فصل پنجم
۱۱۴	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل پنجم
۱۱۴	خودآزمایی تشریحی فصل پنجم

۱۱۷	فصل ششم. مدارهای ترکیبی
۱۱۷	هدف کلی
۱۱۷	هدف‌های یادگیری
۱۱۷	۱-۶ مدارهای ترکیبی
۱۱۹	۲-۶ روش‌های طراحی و تحلیل مدارهای ترکیبی
۱۲۳	۳-۶ جمع‌کننده‌ها و تفریق‌کننده‌ها
۱۲۳	۱-۳-۶ نیم جمع‌کننده
۱۲۴	۲-۳-۶ تمام جمع‌کننده یا جمع‌کننده کامل
۱۲۷	۳-۳-۶ جمع‌کننده دودویی
۱۲۹	۴-۳-۶ جمع‌کننده دهدهی
۱۲۹	۵-۳-۶ جمع‌کننده BCD
۱۳۱	۶-۲ انتشار رقم نقلی
۱۳۶	۶-۷ تفریق‌کننده
۱۳۷	۶-۳ تمام تفریق‌کننده
۱۳۸	۶-۳-۹ مدار جمع‌کننده تفریق‌کننده
۱۴۱	۶-۴ مفهوم سرریز و تشخیص آن
۱۴۲	۶-۵ مبدل BCD به 7-Segment (7-Segment)
۱۴۴	۶-۶ ضرب دودویی
۱۴۵	۶-۷ مقایسه‌کننده‌ها
۱۴۸	۶-۸ هازارد در مدارهای ترکیبی
۱۵۲	خلاصه فصل ششم
۱۵۳	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل ششم

۱۵۷	فصل هفتم. مدارهای ترکیبی پیمانه‌ای
۱۵۷	هدف کلی
۱۵۷	هدف‌های یادگیری
۱۵۷	۱-۷ مدار رمزگشا (دیکدر)
۱۵۸	۱-۱-۷ پیاده‌سازی دیکدر با گیت Nand
۱۶۰	۲-۱-۷ پیاده‌سازی مدار منطقی ترکیبی با دیکدر
۱۶۳	۲-۷ مدر رمزگذار (انکدر)
۱۶۵	۱-۲-۷ رمزگذاری با اولویت
۱۶۷	۳-۷ مدار تسهیم‌کننده (مالتی پلکسر)
۱۶۸	۱-۳-۷ پیاده‌سازی توابع با مالتی پلکسر
۱۷۱	۲-۳-۷ پیاده‌سازی مالتی پلکسر با گیت‌های سه‌حالت
۱۷۳	۴-۷ مدار توزیع‌کننده (دی مالتی پلکسر)
۱۷۳	خلاصه فصل هفتم
۱۷۵	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل هفتم
۱۷۷	خودآزمایی تشریحی فصل هفتم

۱۷۹	فصل هشتم. مدارهای ترتیبی و فلیپ فلاپ‌ها
۱۷۹	هدف کلی
۱۷۹	هدف‌های یادگیری
۱۷۹	۱-۸ مدارهای ترتیبی
۱۸۰	۱-۱-۸ انواع مدارهای ترتیبی
۱۸۲	۲-۸ لچ‌ها
۱۸۲	۱-۲-۸ لچ SR
۱۸۵	۲-۲-۸ لچ D
۱۸۵	۳-۸ سازوکار تغییر حالت لچ‌ها و فلیپ فلاپ‌ها
۱۸۷	۴-۸ فلیپ فلاپ
۱۸۷	۱-۴-۸ فلیپ فلاپ D حساس به لبه
۱۸۹	۲-۴-۸ فلیپ فلاپ JK
۱۹۱	۳-۴-۸ فلیپ فلاپ RS
۱۹۲	۴-۴-۸ فلیپ فلاپ T
۱۹۲	۵-۸ تحلیل مدارهای ترتیبی سینک
۱۹۳	۱-۵-۸ تحلیل مدار ترتیبی به کمک معادلات حالت
۱۹۴	۲-۵-۸ تحلیل مدار ترتیبی به وسیله جدول حالت
۱۹۵	۳-۵-۸ تحلیل مدار ترتیبی به کمک دیاگرام حالت
۱۹۶	۶-۸ تحلیل معادلات ورودی فلیپ فلاپ‌ها
۱۹۷	۱-۶-۸ تحلیل به کمک فلیپ فلاپ D
۱۹۸	۲-۶-۸ تحلیل معادلات با کمک فلیپ فلاپ JK
۲۰۱	۳-۶-۸ تحلیل معادلات به کمک فلیپ فلاپ T
۲۰۳	۷-۸ مثال‌هایی از تحلیل مدارهای سنکرون
۲۰۵	خلاصه فصل هشتم
۲۰۸	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل هشتم
۲۰۹	خودآزمایی تشریحی فصل هشتم
۲۱۱	فصل نهم. ثبات‌های انتقالی و شمارنده‌ها
۲۱۱	هدف کلی
۲۱۱	هدف‌های یادگیری
۲۱۱	۱-۹ ثبات‌های انتقالی
۲۱۳	۲-۹ انواع انتقال‌ها
۲۱۵	۳-۹ انواع ثبات‌های انتقالی
۲۱۵	۱-۳-۹ ثبات انتقالی SISO
۲۱۶	۲-۳-۹ ثبات انتقالی PIPO
۲۱۷	۳-۳-۹ ثبات انتقالی PISO
۲۱۸	۴-۳-۹ ثبات انتقالی SIPO
۲۱۹	۴-۹ انواع دیگر دسته‌بندی ثبات‌های انتقال

۲۲۰	 ۵-۹ شمارنده‌ها
۲۲۱	 ۶-۹ شمارنده آسنکرون
۲۲۴	 ۱-۶-۹ شمارنده آسنکرون BCD
۲۲۵	 ۷-۹ شمارنده سنکرون
۲۲۹	 ۱-۷-۹ شمارنده سنکرون صعودی - نزولی
۲۳۰	 ۲-۷-۹ شمارنده حلقوی
۲۳۱	 ۳-۷-۹ شمارنده جانسون
۲۳۲	 خلاصه فصل نهم
۲۳۴	 خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل نهم
۲۳۴	 خودآزمایی تشریحی فصل نهم
۲۳۷	 پاسخنامه خودآزمایی چهارگزینه‌ای
۲۳۹	 ضمیمه ۴. آرایش زبان VHDL
۲۳۹	 مقدمه: زبان توصیف سخت‌افزاری HDL
۲۴۰	 Entity 1-1
۲۴۱	 1-1-1 کلمات کلیدی و نام‌ها
۲۴۱	 2-1-1 تأخیر در سیگنال‌ها
۲۴۲	 3-1-1 عبارت بولی
۲۴۳	 Architecture 2-1
۲۴۴	 1-2-1 نحوه تعریف انواع سیگنال‌ها پورت‌ها
۲۴۵	 2-2-1 انواع سیگنال‌ها
۲۴۶	 3-1 تعریف متغیرها و انواع داده‌ها
۲۴۶	 1-3-1 انواع داده‌ها
۲۴۷	 4-1 تحلیل چند مثال VHDL
۲۴۹	 واژه‌نامه فارسی به انگلیسی
۲۵۳	 واژه‌نامه انگلیسی به فارسی
۲۵۷	 منابع

پیشگفتار

با توجه به رشد فزاینده علم و فناوری در دنیای امروزی به ویژه در دنیای فناوری اطلاعات و ارتباطات، مشترکاتی در هر کسب و کاری وجود دارد که می‌تواند به عنوان یک پل ارتباطی بین این دو دنیای گوناگون عمل کند. از مباحث مدار منطقی برای همه دانشجویان رشته‌های مهندسی فناوری اطلاعات، کامپیوتر و علوم کامپیوتر به عنوان یک پایه ضروری است می‌تواند جذاب نیز باشد. مدار منطقی می‌تواند در واقع پایه اساس هر مبحثی در کامپیوتر و پردازش باشد و از سوی دیگر پیش‌زمینه لازم را برای ورود به دروس دیگری از جمله معماری کامپیوتر و طراحی دیجیتال و PLC فراهم می‌کند.

نسخه قبلی کتاب مدار منطقی دارای کمبودها و نقایصی بود که بر آن شدیم تا کتاب جدیدی را با محتوای متفاوت در این زمینه تألیف کنیم. تلاش شد تا مطالبی را که کتاب مزبور به کلی فاقد آن‌ها بود یا آن‌ها را به طور مبهم و شلخته بیان کرده بود به نحوه مناسب‌تری شرح دهیم. کتابی که پیش رو دارید دارای چنین ویژگی مهم است و با توجه به سرفصل تعیین شده برای دانشجویان مهندسی کامپیوتر در رشته علوم تهیه و تنظیم شده است. در تهیه این کتاب سعی شده تا مباحثی که برای درس مدار منطقی لازم به تدریس هستند مطرح شوند.

این کتاب مشتمل بر نه فصل است که موضوعات و عناوین مطالب در فهرست کتاب قید شده‌اند؛ و در انتهای هر فصل، تعدادی تمرین تشریحی به منظور بهبود یادگیری و آشنایی دانشجویان با نحوه ارزیابی این درس آورده شده است؛ و نیز از آنجایی که آشنایی با ابزارهای طراحی مدارهای الکترونیکی همانند نرم‌افزار VHDL امری ضروری برای دانشجویان تلقی می‌شود، نحوه استفاده از این نرم‌افزار در ضمیمه‌های کتاب گنجانده شده است.

همچنین نظر به لزوم معادلسازی فارسی کلمات تخصصی برای راحتی فهم دانشجویان دو واژه‌نامه به صورت انگلیسی به فارسی و فارسی به انگلیسی در انتهای کتاب علاوه بر لیست منابع و مآخذ برای آگاهی بیشتری دانشجویان ارائه شده است.

www.ketab.ir