

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

مبانی دیجیتال

رشته الکترونیک

زمینه صنعت

شاخه آموزش فنی و حرفه‌ای

شماره درس ۲۰۹۹

۶۲۱	رضازاده ، یدالله
۳۸۱/م ۵۶۳ ر	مبانی دیجیتال/ مؤلفان: یدالله رضازاده، غلامحسین نصری، فتح الله نظریان، مهین ظریفیان جولایی، رسول ملک محمد، محمود شبانی. - تهران: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۱. ۲۰۸ ص.: مصور. - (شاخه آموزش فنی و حرفه‌ای؛ شماره درس ۲۰۹۹)
۱۳۹۱	متون درسی رشته الکترونیک، زمینه صنعت.
	برنامه‌ریزی و نظارت، بررسی و تصویب محتوا: کمیسیون برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی رشته الکترونیک دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش وزارت آموزش و پرورش.
	۱. الکترونیک رقمی. الف. نصری، غلامحسین. ب. نظریان، فتح الله. ج. ظریفیان جولایی، مهین. د. ملک محمد، رسول. ه. شبانی، محمود. و. ایران. وزارت آموزش و پرورش. کمیسیون برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی رشته الکترونیک. ز. عنوان. ح. فروست.

همکاران محترم و دانش‌آموزان عزیز:

پیشنهادات و نظرات خود را درباره محتوای این کتاب به نشانی تهران - صندوق پستی شماره ۴۸۷۴/۱۵ دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ارسال فرمایند.

tvoccd@medu.sch.ir

پیام‌نگار (ایمیل)

www.tvoccd.medu.ir

وب‌گاه (وب سایت)

جدول هدف محتوای کتاب مبانی دیجیتال در سال ۱۳۸۷ با توجه به فناوری‌های جدید، نیازهای جامعه و درخواست هنرآموزان و گروه‌های آموزشی سراسر کشور و تأیید کمیسیون تخصصی رشته الکترونیک، مورد بازنگری و اصلاحات کلی قرار گرفت و سپس در سال ۱۳۸۸ با تغییراتی متجاوز از ۵۰ درصد، تألیف مجدد و بازسازی شد. هم‌چنین در دوره بازآموزی هنرآموزان سراسر کشور در تابستان ۱۳۹۰ مورد ارزشیابی تصادفی قرار گرفته است.

وزارت آموزش و پرورش

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف: دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش

نام کتاب: مبانی دیجیتال - ۴۸۹/۸

بازسازی و تألیف مجدد در سال ۱۳۸۸: مهین ظریفیان جولائی، محمود شبانی، یدالله رضازاده و رسول ملک محمد

مؤلفان: یدالله رضازاده، غلامحسین نصری و فتح‌الله نظریان (سال ۱۳۷۸)

اعضای کمیسیون تخصصی: سید محمود صموتی، جمشید بردبار، شهرام نصیری سوادکوهی، فرشته داوودی و سهیلا ذوالفقاری

آماده‌سازی و نظارت بر چاپ و توزیع: اداره کل چاپ و توزیع کتاب‌های درسی

تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)

تلفن: ۹-۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹

وب سایت: www.chap.sch.ir

مدیر امور فنی و چاپ: سید احمد حسینی

رسام: محمد سیاحی، المیرا شیرین سخن

طراح جلد: مهدی براتی

صفحه‌آرا: منیره کاظم زاده، حسین وهابی

حروفچین: سیده فاطمه محسنی

مصحح: سیف‌الله بیک محمد، حسین چراغی

امورآماده‌سازی خبر: فاطمه پزشکی

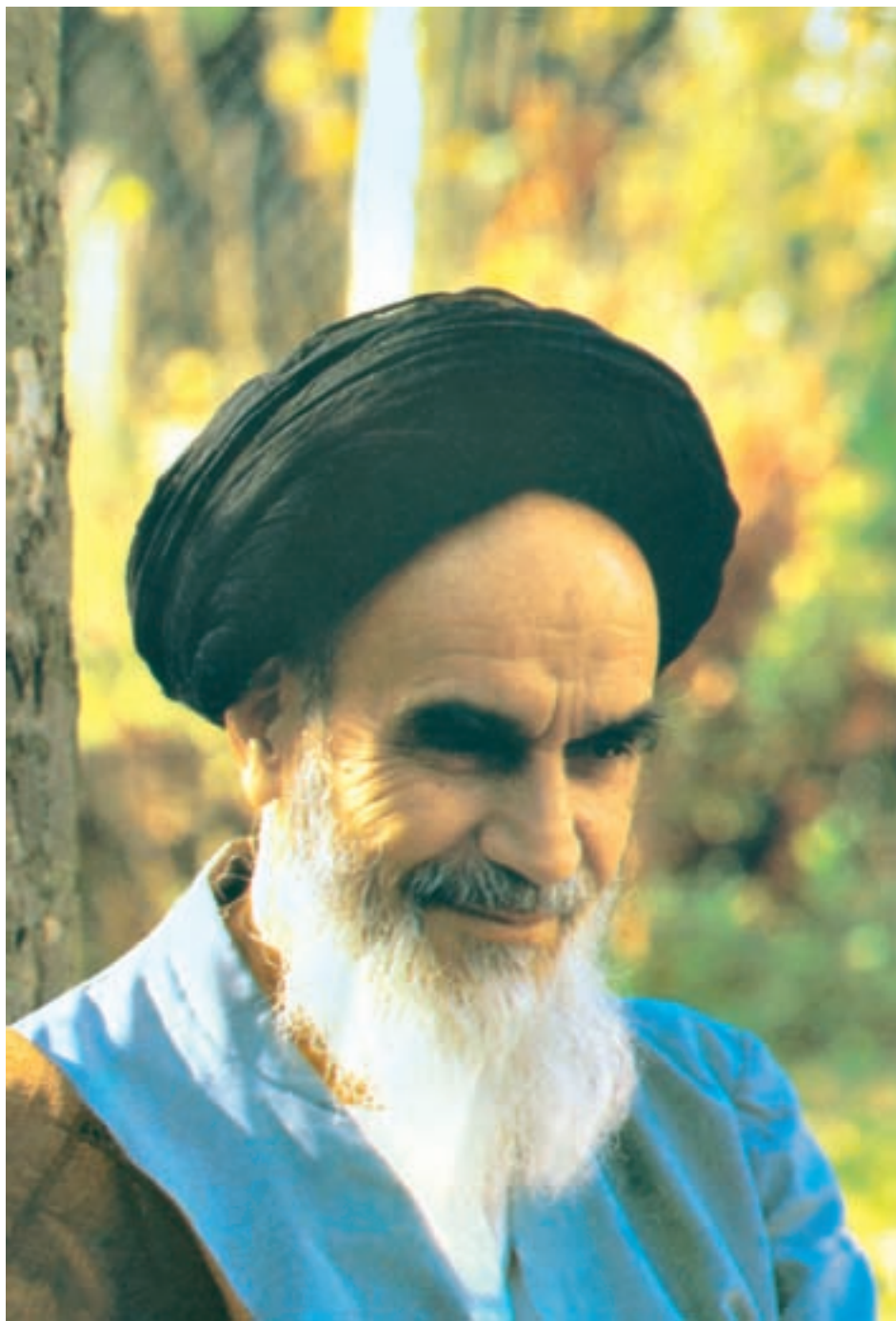
امور فنی رایانه‌ای: حمید ثابت کلاچاهی، پیمان حبیب‌پور

ناشر: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (داروپخش)

تلفن: ۵-۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۱۳۹-۳۷۵۱۵

سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ دوم ۱۳۹۱

حق چاپ محفوظ است.



شما عزیزان کوشش کنید که از این وابستگی بیرون آید و احتیاجات کشور خودتان را برآورده سازید، از نیروی انسانی ایمانی خودتان غافل نباشید و از اتکای به اجانب پرهیزید.

امام خمینی (قدّس سرّه الشّریف)

سخنی با همکاران ارجمند

هم زمان با تغییر نظام « نیم سالی واحدی » به « سالی واحدی » ، کتاب مبانی دیجیتال بر اساس سرفصل‌های مصوب کمیسیون تخصصی دفتر برنامه ریزی و تألیف آموزش های فنی و حرفه ای و کار دانش و نیاز رشته الکترونیک تنظیم و در سال ۱۳۷۹ تدوین گردید. با توجه به اینکه در برنامه ریزی برای این درس ۲ ساعت آموزشی در طول هفته در نظر گرفته شده بود. بنا به درخواست هنر آموزان و گروه های آموزشی و تأیید کمیسیون تخصصی و تأیید شورای عالی وزارت آموزش و پرورش ، ساعات درسی به ۴ ساعت افزایش یافت.

نظر به اینکه در گردهمایی ها و دوره های بازآموزی و جلسات گروه های آموزشی استان ها، بارها نسبت به بازنگری این درس اعلام نظر شده بود ، بالاخره در سال ۱۳۸۷ کمیسیون تخصصی تصمیم به بازنگری جدول هدف محتوی بر اساس پیشنهادات دریافتی گرفت و در نهایت در سال ۱۳۸۸ با تقویت تیم تألیف ، کتاب مبانی دیجیتال بازنگری شد و با تغییراتی متجاوز از ۵۰٪ تألیف جدید و تغییرات کلی در سایر قسمت ها ، به شکل کنونی بازسازی و تألیف شد.

کتاب چاپ سال ۱۳۷۹ مشتمل بر سه فصل به صورت فشرده بود که اغلب اظهار می داشتند فشردگی و طولانی بودن فصول باعث خستگی هنرجویان می شود و هنرآموزان نمی توانند کتاب را به طور کامل آموزش دهند ، لذا کتاب جدید به هفت فصل افزایش یافت. عدم رعایت تسلسل منطقی موضوع های درسی کتاب نیز از موارد دیگری بود که همواره مورد اعتراض واقع می شد که در کتاب فعلی این نقص برطرف شده است و فصول کتاب به شرح زیر تنظیم شده است.

فصل اول اختصاص به مفهوم دیجیتال در سیستم اعداد و جمع و تفریق در مبنای دودویی دارد.

فصل دوم به دروازه های منطقی پایه می پردازد.

فصل سوم اختصاص به مباحث ریاضی مربوط به مدارهای منطقی یعنی همان جبر بول دارد.

فصل چهارم مدارهای ترکیبی را مورد بررسی قرار می دهد.

فصل پنجم مباحث فلیپ فلاپ و مدارهای ترتیبی را تحلیل می کند.

فصل ششم اختصاص به شیفت رجیسترها و شمارنده ها دارد.

فصل هفتم اشاره مختصر به مدارهای منطقی پیشرفته دارد.

استفاده از نرم افزار توسط معلم و توصیه به کاربرد آن توسط هنرجو از مواردی است که در این کتاب تأکید ویژه بر آن شده است.

به منظور درک بهتر مفاهیم سعی شده است که از مثال های کاربردی و منطبق با جامعه استفاده شود ، هم چنین تمرین کلاسی برای درک کامل مفاهیم نیز در نظر گرفته شده است ، لذا ضرورت دارد هنرجویان با نظارت هنرآموزان و در ساعت کلاسی به حل آنها بپردازند.

گنجانیدن مبحث مدارهای منطقی پیشرفته حسن ختام کتاب محسوب می شود. زیرا کاربرد دیجیتال را در جامعه امروزی به هنرجویان معرفی می کند.

از آنجا که در ابتدای هر فصل اهداف رفتاری کتاب بیان شده است ، از هنرآموزان عزیز تقاضا می شود سؤالات امتحانی را متناسب با حیطه و طبقه داده شده در اهداف رفتاری طراحی نمایند.

نکته مهم : در صورتی که سؤالی را در ارتباط با نقشه ای مانند شمارنده ، شیفت رجیستر و مدارهای داخلی آی سی مطرح می نمایید ، باید حتماً اصل نقشه را در اختیار هنرجو قرار دهید. هرگز از هنرجو نخواهید که نقشه را ترسیم نماید یا نقشه ناقص را بدهید و از او بخواهید که آن را تکمیل کند.

مؤلفان

سخنی با هنرجویان عزیز

درس مبانی مدارهای منطقی (مدارهای دیجیتال) یکی از دروس بسیار جالب و شیرین است که یادگیری آن برای همه کسانی که در رشته الکترونیک تحصیل می کنند ، ضرورت دارد . یکی از ویژگی های این درس سادگی آن است. زمانی فراگیری این درس برای شما آسان می شود که مطالب را به صورت قدم به قدم و پی در پی فرا بگیرید و تمرین های آنرا به طور کامل انجام دهید. انجام بحث و گفتگو پیرامون هریک از موضوع های درسی نیز بسیار مفید است.

اجرای نرم افزاری مدارهای داده شده در کتاب می تواند شما را در رسیدن به اهداف اصلی آموزش هدایت کند. همچنین پاسخ

دادن به الگوهای پرسش و طراحی سؤال‌های تازه و جدید از مباحث مختلف درسی نیز از مواردی است که پویایی آموزش را به همراه دارد.

از موارد دیگری که در این کتاب با آن برخورد می‌کنید تمرین‌های کلاسی است. تمرین‌های کلاسی به منظور درک کامل مفاهیم و مبحث مربوطه در نظر گرفته شده و هنرجو موظف است با نظارت مربی در ساعات کلاسی به حل آنها اقدام نماید. استفاده از منابع مختلف مرتبط با درس مبانی دیجیتال نیز بسیار مفید است و موجب ارتقاء دانش شما در این زمینه می‌شود.

در پایان توصیه می‌کنیم در جلسات آموزشی به مباحثی که توسط مربی آموزش داده می‌شود به دقت گوش فرا دهید، پرسش‌های خود را بپرسید و به مباحث نرم‌افزاری که توسط مربی اجرا می‌شود خوب توجه کنید و آنها را خارج از کلاس درس و روی کامپیوتر شخصی خود اجرا نمایید.

مؤلفان

نکات اجرایی

هنگام آموزش درس مبانی دیجیتال به نکات اجرایی زیر توجه داشته باشید:

- ۱- تا حد امکان آموزش را بر اساس برنامه‌زمانبندی داده شده در ابتدای کتاب اجرا کنید.
- ۲- در صورتی که با تعطیلات غیر منتظره‌ای، مواجه شدید حتماً برای آن کلاس جبرانی در نظر بگیرید. در این مورد لازم است مسؤلان هنرستان همکاری نمایند.
- ۳- برای درک بهتر مفاهیم لازم است مواردی را که امکان اجرای آن توسط نرم‌افزار میسر است حتماً به صورت نرم‌افزاری در کلاس اجرا نمایید و از هنرجویان بخواهید که در خارج از کلاس به تمرین و اجرای نرم افزارها اقدام کنند.
- ۴- از هنرجویان بخواهید الگوهای پرسش را انجام دهند و به طرح سؤال‌های جدید بپردازند.
- ۵- در صورت امکان از وسایل کمک آموزشی و مدارهای عملی برای انتقال مفاهیم استفاده کنید.
- ۶- از سؤال‌های طرح شده توسط هنرجویان برای اجرای آزمون‌های کلاسی استفاده کنید.

فهرست بودجه‌بندی زمانی درس مبانی دیجیتال

شماره فصل	عنوان فصل	شماره صفحه	زمان آموزش به ساعت
فصل اول	مفهوم دیجیتال و سیستم اعداد	۱-۲۹	۱۲
فصل دوم	ساختمان دروازه‌های منطقی پایه	۳۰-۵۵	۱۲
فصل سوم	جبر بول	۵۶-۹۸	۲۰
فصل چهارم	چند مدار ترکیبی کاربردی	۹۹-۱۳۰	۲۴
فصل پنجم	مدارهای ترتیبی - فلیپ‌فلاپ‌ها	۱۳۱-۱۵۱	۲۰
فصل ششم	شیفت رجیسترها و شمارنده‌ها	۱۵۲-۱۸۶	۲۰
فصل هفتم	مدارهای منطقی پیشرفته	۱۸۷-۲۰۸	۱۲

فهرست مطالب

فصل اول | مفهوم دیجیتال و سیستم اعداد

پیش گفتار	۲	پیش گفتار	۲
مقدمه	۲	مقدمه	۲
۱-۱ مفهوم دیجیتال	۳	۱-۱ مفهوم دیجیتال	۳
مزایای سیستم‌های دیجیتال نسبت به آنالوگ	۵	مزایای سیستم‌های دیجیتال نسبت به آنالوگ	۵
۲-۱ مفهوم صفر و یک منطقی	۶	۲-۱ مفهوم صفر و یک منطقی	۶
۳-۱ دروازه‌های منطقی پایه	۷	۳-۱ دروازه‌های منطقی پایه	۷
دروازه AND یا «و»	۸	دروازه AND یا «و»	۸
دروازه OR یا «یا»	۱۰	دروازه OR یا «یا»	۱۰
دروازه NOT یا «نه» یا «نفی»	۱۲	دروازه NOT یا «نه» یا «نفی»	۱۲
۴-۱ سیستم‌های اعداد	۱۴	۴-۱ سیستم‌های اعداد	۱۴
سیستم ده‌دهی (اعشاری Decimal)	۱۴	سیستم ده‌دهی (اعشاری Decimal)	۱۴
سیستم دودویی (Binary)	۱۴	سیستم دودویی (Binary)	۱۴
سیستم هشت‌تایی (اکتال Octal)	۱۶	سیستم هشت‌تایی (اکتال Octal)	۱۶
سیستم شانزده‌تایی (هگزادسیمال Hexa decimal)	۱۷	سیستم شانزده‌تایی (هگزادسیمال Hexa decimal)	۱۷
۵-۱-۱ مکمل‌های اعداد	۱۸	۵-۱-۱ مکمل‌های اعداد	۱۸
مکمل ۱	۱۸	مکمل ۱	۱۸
مکمل ۲	۱۹	مکمل ۲	۱۹
۶-۱-۱ تبدیل مبنای اعداد به یکدیگر	۲۰	۶-۱-۱ تبدیل مبنای اعداد به یکدیگر	۲۰
تبدیل مبنای ۲ به ۱۰	۲۰	تبدیل مبنای ۲ به ۱۰	۲۰
تبدیل مبنای ۲ به ۸	۲۱	تبدیل مبنای ۲ به ۸	۲۱
تبدیل مبنای ۸ به ۲	۲۲	تبدیل مبنای ۸ به ۲	۲۲
تبدیل مبنای ۱۶ به ۲	۲۳	تبدیل مبنای ۱۶ به ۲	۲۳
تبدیل مبنای ۱۶ به ۲	۲۵	تبدیل مبنای ۱۶ به ۲	۲۵
۷-۱-۱ جمع باینری	۲۶	۷-۱-۱ جمع باینری	۲۶
۸-۱-۱ تفریق باینری	۲۷	۸-۱-۱ تفریق باینری	۲۷
۹-۱-۱ نقش کد در سیستم دیجیتال	۲۷	۹-۱-۱ نقش کد در سیستم دیجیتال	۲۷
کد BCD	۲۷	کد BCD	۲۷
۱۰-۱-۱ الگوی پرسش	۲۹	۱۰-۱-۱ الگوی پرسش	۲۹

فصل دوم | ساختمان دروازه‌های منطقی پایه

پیش گفتار	۳۱	پیش گفتار	۳۱
۱-۲-۱ ترازهای ولتاژ	۳۱	۱-۲-۱ ترازهای ولتاژ	۳۱
۲-۲-۲ دروازه‌های منطقی پایه	۳۱	۲-۲-۲ دروازه‌های منطقی پایه	۳۱
گیت OR «یا»	۳۲	گیت OR «یا»	۳۲
دروازه منطقی AND «و»	۳۵	دروازه منطقی AND «و»	۳۵
گیت NOT «نه»	۳۸	گیت NOT «نه»	۳۸
۳-۲ دروازه‌های منطقی ترکیبی	۳۹	۳-۲ دروازه‌های منطقی ترکیبی	۳۹
دروازه منطقی NAND (NOT AND)	۳۹	دروازه منطقی NAND (NOT AND)	۳۹
دروازه منطقی NOR (NOT OR)	۴۱	دروازه منطقی NOR (NOT OR)	۴۱
دروازه OR انحصاری (Exclusive OR) XOR	۴۳	دروازه OR انحصاری (Exclusive OR) XOR	۴۳
دروازه NOR انحصاری	۴۳	دروازه NOR انحصاری	۴۳
دروازه Exclusive NOR (XNOR)	۴۴	دروازه Exclusive NOR (XNOR)	۴۴
دروازه بافر Buffer	۴۵	دروازه بافر Buffer	۴۵
۴-۲-۲ مشخصات ویژه دروازه‌های منطقی	۴۷	۴-۲-۲ مشخصات ویژه دروازه‌های منطقی	۴۷
fan-in	۴۷	fan-in	۴۷
fan-out	۴۷	fan-out	۴۷
حاشیه نویز Marginal noise	۴۷	حاشیه نویز Marginal noise	۴۷
تأخیر در انتشار Propagation delay	۴۸	تأخیر در انتشار Propagation delay	۴۸
توان تلف شده Power dissipation	۴۸	توان تلف شده Power dissipation	۴۸
۵-۲-۵ استفاده از data book	۴۸	۵-۲-۵ استفاده از data book	۴۸
برگه اطلاعات IC (Data Sheet)	۵۰	برگه اطلاعات IC (Data Sheet)	۵۰
آشنایی با سری خانواده TTL	۵۱	آشنایی با سری خانواده TTL	۵۱
۶-۲-۶ استفاده از نرم‌افزار	۵۲	۶-۲-۶ استفاده از نرم‌افزار	۵۲
۷-۲-۷ الگوی پرسش	۵۳	۷-۲-۷ الگوی پرسش	۵۳
۸-۲-۸ معرفی مشخصات پایه‌های آی‌سی‌های گیت‌های منطقی	۵۵	۸-۲-۸ معرفی مشخصات پایه‌های آی‌سی‌های گیت‌های منطقی	۵۵

فصل سوم | جبر بول

- پیش گفتار ۵۷
- ۳-۱- جبر بول ۵۷
- قوانین حاکم بر جبر بول یا اتحادهای اساسی ... ۵۷
- ۳-۲- قوانین دموورگان ۶۳
- ۳-۳- ساده‌سازی توابع جبر بول ۷۰
- اصول ساده‌سازی توابع جبر بول ۷۰
- فرم استاندارد توابع بول ۷۱
- تعریف عبارت منطقی حاصل ضرب ۷۲
- تعریف عبارت منطقی مجموع ۷۲
- تعریف عبارت مجموع حاصل ضربها
(sums of Products) یا مین ترم (minterm) ۷۳
- عبارت حاصل ضرب حاصل جمعها
(Products of sums) یا ماکس ترم (maxterm) ۷۳
- ۳-۴- ساده‌سازی توابع با استفاده از نقشه کارنو ۷۵
- ساده‌سازی توابع چهار متغیره به کمک نقشه کارنو ۸۰
- ۳-۵- الگوی پرسش ۸۳
- ۳-۶- افزایش ظرفیت ورودی‌های دروازه‌های منطقی ۸۳
- افزایش تعداد ورودی‌های دروازه منطقی AND ۸۳
- افزایش تعداد ورودی‌های دروازه منطقی OR ۸۴
- افزایش تعداد ورودی‌های دروازه منطقی NAND ۸۴
- افزایش تعداد ورودی‌های دروازه منطقی NOR ۸۵
- ۳-۷- ساخت دروازه‌های منطقی مختلف با استفاده
- از گیت NAND ۸۵
- ایجاد دروازه منطقی NOT «نه» ۸۵
- ساخت دروازه منطقی AND ۸۶
- تولید دروازه منطقی OR ۸۶
- دروازه منطقی NOR ۸۶
- دروازه منطقی OR انحصاری XOR ۸۶
- دروازه منطقی NOR انحصاری (XNOR) ۸۷
- ۳-۸- ساخت دروازه‌های منطقی مختلف با استفاده
از گیت NOR ۸۷
- ساخت دروازه منطقی NOT «نه» ۸۷
- ایجاد دروازه منطقی AND ۸۷
- تولید دروازه منطقی OR ۸۷
- دروازه منطقی NAND ۸۷
- دروازه منطقی XOR ۸۸
- دروازه منطقی XNOR ۸۸
- ۳-۹- مقدمه‌ای بر مدارهای ترکیبی ۸۸
- تعریف مدار ترکیبی ۹۰
- آنالیز مدارهای ترکیبی ۹۰
- طراحی مدارهای ترکیبی ساده ۹۳
- ۳-۱۰- الگوی پرسش ۹۴
- ۳-۱۱- استفاده از نرم افزار ۹۵
- ۳-۱۲- الگوی پرسش ۹۷

فصل چهارم | چند مدار ترکیبی کاربردی

- پیش گفتار ۱۰۰
- ۴-۱- مدارهای ترکیبی ۱۰۰
- روش طراحی مدارهای ترکیبی ۱۰۱
- طراحی چند نمونه مدار ترکیبی ۱۰۱
- ۴-۲- مدارهای ترکیبی با کاربردهای ویژه ۱۰۴
- جمع کننده ناقص H.A (Half Adder) ۱۰۴
- جمع کننده کامل F.A (Full Adder) ۱۰۵
- تفریق کننده ناقص H.S (Half Subtractor) ۱۰۸
- تفریق کننده کامل F.S (Full Subtractor) ۱۰۸
- مقایسه کننده یک بیتی ۱۱۰
- ۴-۳- انواع کدها ۱۱۱
- مقایسه انواع کد با کد BCD ۱۱۲
- ۴-۴- مبدل BCD به 7.S ۱۱۲
- مبدل هگزادسی مال به 7.S ۱۱۳
- ۴-۵- الگوی پرسش ۱۱۴
- ۴-۶- مدارهای رمزگشا ۱۱۶
- ۴-۷- مدارهای رمز گذار (Encoder) ۱۱۹
- ۴-۸- مدارهای متمرکز کننده یا تسهیم کننده ۱۲۳
- ۴-۹- الگوی پرسش ۱۲۹
- ۴-۱۰- کار با نرم‌افزار ۱۳۰

فصل پنجم | مدارهای ترتیبی - فلیپ فلاپ‌ها

- پیش گفتار ۱۳۲
- ۵-۱- فلیپ فلاپ‌ها ۱۳۲
- ۵-۲- فلیپ فلاپ RS ۱۳۲
- فلیپ فلاپ RS حافظه ۱۳۲
- مدار الکترونیکی فلیپ فلاپ RS ۱۳۳
- فلیپ فلاپ RS با استفاده از گیت NOR ۱۳۴
- فلیپ فلاپ RS با استفاده از گیت NAND ۱۳۵
- فلیپ فلاپ SR ساعتی ۱۳۷
- ۵-۳- تقسیم‌بندی فلیپ فلاپ‌ها بر اساس پالس ساعت ۱۳۸
- ۵-۴- الگوی پرسش ۱۳۹
- ۵-۵- فلیپ فلاپ J-K ۱۴۰
- عیب فلیپ فلاپ J-K ۱۴۱
- فلیپ فلاپ JK-MS ۱۴۲
- عملکرد ورودی‌های پیش تنظیم Clr و Prl ۱۴۵
- تراشه ۷۴LS۷۶ ۱۴۶
- ۵-۶- فلیپ فلاپ نوع D ۱۴۶
- ۵-۷- فلیپ فلاپ نوع T (کلیدی یا Toggle) ۱۴۷
- ۵-۸- الگوی پرسش ۱۴۹
- ۵-۹- کار با نرم افزار ۱۵۱

فصل ششم | شیفت رجیسترها و شمارنده‌ها

- پیش گفتار ۱۵۳
- ۶-۱- شیفت رجیسترها و شمارنده‌ها ۱۵۳
- انواع شیفت رجیستر ۱۵۴
- انتقال اطلاعات در شیفت رجیستر ۱۵۵
- شیفت رجیستر سری-سری یا متوالی-متوالی ۱۵۷
- شیفت رجیستر ورودی سری خروجی موازی (سری - موازی) ۱۶۱
- شیفت رجیستر ورودی موازی خروجی سری (موازی - سری) ۱۶۲
- شیفت رجیستر ورودی موازی- خروجی موازی (موازی - موازی) ۱۶۳
- ۶-۲- شیفت رجیستر چپ رو راست ۱۶۴
- ۶-۳- الگوی پرسش ۱۶۷
- ۶-۴- شمارنده‌ها ۱۷۰
- انواع شمارنده‌ها ۱۷۰
- شمارنده آسنکرون ۱۷۰
- شمارنده سنکرون (هم زمان) ۱۷۱
- شمارنده آسنکرون صعودی (Up Counter) ۱۷۲
- شمارنده آسنکرون نزولی (Down Counter) ۱۷۳
- شمارنده آسنکرون ده‌دهی BCD (Binary Coded Decimal) ۱۷۵
- شمارنده سنکرون صعودی ۱۷۶
- شمارنده صعودی-نزولی (Up/Down Counter) ۱۷۷
- شمارنده حلقوی (Ring Counter) یا دایره‌ای ۱۷۸
- شمارنده جانسون (Johnson Counter) ۱۸۱
- بلوک دیاگرام یک ساعت دیجیتالی ۱۸۲
- ۶-۵- الگوی پرسش ۱۸۴
- ۶-۶- کار با نرم افزار ۱۸۶

فصل هفتم | مدارهای منطقی پیشرفته

- پیش گفتار ۱۸۸
- ۷-۱- تراشه FPGA ۱۸۸
- ۷-۲- شمارنده قابل برنامه‌ریزی ۱۹۰
- ۷-۳- واحد محاسبه‌گر ۱۹۱
- ۷-۴- مبدل دیجیتال به آنالوگ D/A ۱۹۲
- ۷-۵- مبدل آنالوگ به دیجیتال A/D ۱۹۴
- گام ولتاژ ۱۹۴
- مدار الکترونیکی مبدل A/D ۹۴
- ۷-۶- بررسی انواع آی‌سی‌های حافظه ۱۹۷
- تعریف حافظه و بیت (Bit) ۱۹۷
- بایت (Byte) ۱۹۷
- کلمه (Word) ۱۹۸
- ظرفیت حافظه ۱۹۸
- ارتباط بین حافظه‌ها و مدارهای خارجی ۱۹۸
- ورودی ۱۹۸
- خروجی ۱۹۸
- آدرس ۱۹۸
- خطوط کنترلی ۱۹۹
- ۷-۷- انواع حافظه ۱۹۹
- حافظه با دست‌یابی تصادفی یا RAM ۱۹۹
- RAM استاتیک ۲۰۰
- RAM دینامیک ۲۰۱
- حافظه فقط خواندنی ۲۰۱
- انواع ROM ۲۰۲
- PROM (Pregamable ROM) ۲۰۲
- EPROM (Erasable PROM) ۲۰۲
- EEPROM ۲۰۲
- ۷-۸- میکروپروسسور CPU ۲۰۲
- ۷-۹- میکروکنترلر ۲۰۳
- ۷-۱۰- مینیمم سیستم و مقایسه آن با میکروکنترلر ۲۰۵
- ۷-۱۱- الگوی پرسش ۲۰۶
- ۷-۱۲- کار با نرم‌افزار ۲۰۷