

مجموعه کتاب های مهندسی برق و کامپیوتر
کارشناسی ارشد و دکتری

الکترونیک ۱ و ۲

درس و تست کارشناسی ارشد برق و کامپیوتر
همراه با بررسی سوالات آزمون دکتری و مجتمع
سال های ۸۳ به بعد

نگارش:

سید محمدعلی زنجانی

عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد

ندا صرافان

سرشناسه	زنجانى، سيد محمدعلى، ۱۳۵۰
عنوان و نام پديدآور	الکترونیک ۲: درس و تست کارشناسی ارشد برق و کامپیوتر همراه با بررسی سؤالات آزمون دکتری مدار مجتمع سال‌های ۸۳ به بعد؛ نگارش محمدعلی زنجانى، ندا صرافان. اصفهان: انتشارات مؤسسه علمى دانش پژوهان برين، ۱۳۹۲.
مشخصات نشر	۴۱۶ ص: مصور، جدول، نمودار.
مشخصات ظاهري	مجموعه کتاب‌های مهندسی برق و کامپیوتر. کارشناسی ارشد و دکتری.
فروست	۲۵۰۰۰۰ ریال ۴ ۸۲ ۵۶۷۲ ۶۰۰ ۹۷۸
شابک	فیب
وضعیت فهرست نویسی	دانشگاه‌ها و مدارس عالی ایران آزمون‌ها
موضوع	الکترونیک - راهنمای آموزشی (عالی)
موضوع	الکترونیک - آزمون‌ها و تمرین‌ها (عالی)
موضوع	آزمون دوره‌های تحصیلات تکمیلی ایران
شناخت افزوده	صرافان، ندا، ۱۳۶۹
زبان بندي بکده	۷ ۱۳۹۳ ۸۵۲۵ ۸۱۲۳۵۳ [B]
رده بندي ديويي	۳۷۸ ۱۶۶۴
شماره کتابخانه‌ای	۳۳۹۳۴۵۱

انتشارات مؤسسه علمى
دانش پژوهان برين

عنوان	کتاب آزمون‌های ۱ و ۲
نگارش	سيد محمد علي زنجانى، ندا صرافان
ناشر	انتشارات مؤسسه علمى دانش پژوهان برين
نوبت چاپ	اول - زمستان ۱۳۹۲
شمارگان	۱۰۰۰ جلد
مدیر تولید	ماندانا مرادی
صفحه‌آرایی و ترسیم اشکال	مرضيه عبادى‌نگ
طراحی جلد	زهره کرمی
لیتوگرافی	طنوع
چاپ متن	هست بهست
چاپ جلد	تک‌نگار
صحافی	آخر
قطع، شمارش صفحات	وزیری، ۴۱۶ صفحه
بها	۲۵۰۰۰۰ ریال

ISBN : 978-600-5672-82-4

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۶۷۲-۸۲-۴

آدرس: اصفهان، صندوق پستی: ۸۹۴-۸۱۴۶۵

تلفن: ۰۳۱۱ - ۶۶۳۸۰۲۱ همراه: ۰۹۱۲۳۰۰۲۸۷۴

«حق چاپ برای ناشر محفوظ است»

به نام خداوند جان و خرد

آشنایی با دانش‌پژوهان

دانش‌پژوهان یک سازمان غیر دولتی است که با هدف انجام و گسترش فعالیتهای علمی و پژوهشی و ارائه خدمات به دانش‌پژوهان به ویژه قشر دانشگاهی، فعالیت خود را از سال ۷۸ آغاز نموده است.

این سازمان با در نظر گرفتن اهداف آرمانی و سازمانی خود از همکاری نیروهای جوان و متخصص دارای تحصیلات عالی دانشگاهی از دانشگاههای معتبر داخلی و خارجی کشور و نیز همکاری و مشاوره اساتید دانشگاهها و مراکز علمی استفاده کرده تا فعالیتهای خود را در قالب مؤسسات زیر سازماندهی نماید:

انتشارات مؤسسه علمی دانش‌پژوهان برین: با توجه به کادر علمی جوان و بر توان مؤسسه و ارتباطات گسترده با اعضای هیأت علمی دانشگاهها، این انتشارات با هدف گردآوری، تألیف، تدوین و ترجمه متون مورد نیاز در زمینههای علمی و مهندسی و علوم پایه به ویژه متون دانشگاهی و انجام کلیه امور چاپ و نشر این متون در قالب کتابها، دانشگاهی تشکیل شده است. تاکنون بیش از ۱۰۰ عنوان کتاب دانشگاهی توسط این انتشارات به چاپ رسیده است.

مؤسسه آموزش عالی غیر دولتی غیرانتفاعی دانش‌پژوهان: این مؤسسه یکی از مراکز تأسیس شده زیر نظر وزارت علوم، تحقیقات و فناوری می باشد که از طریق آزمون سراسری دانشگاهها و مراکز آموزش عالی کشور دانشجو می پذیرد.

بدیهی است شکوفایی حرکت دانش‌پژوهی و به سمتل جهان اهداف مؤسسه، همکاری و همراهی همه دانش‌پژوهانی که با این اهداف همسویی دارند را می طلبد. این دانش‌پژوهان همواره آماده استقبال از پیشنهادها و نظرهای همه دوستان عزیز می باشد.

مؤسسه علمی دانش‌پژوهان برین

حرکت بالکتاب خود را مشغول کند، آرایش یابد.

نبی مکرم، رسول معظم (ص)

بعضی از کتاب ها را باید پیش، بعضی را بعد و اندکی را هم باید خوب جوید و جضم کرد.

فرانسین بیکن

در سال ۴۰ سال تدریس درس الکترونیک و ۷ سال کلاس های آمادگی کنکور کارشناسی ارشد و نوشتن اولین کتاب شامل ۱۰ فصل، کتابی برای تدریس دروس الکترونیک (۱) و (۲) طبق سرفصل جدید و نیز برای آمادگی دوستان در کلاس های ارشد و دکتری فراهم شود تا با استفاده از تجربه تألیف کتاب مدارهای الکتریکی کارشناسی ارشد و تریستورهای دو قطبی و ویراست ۶ اثر دیگر و با آموزش مرحله به مرحله روش حل مسائل، مطالب مفید در ذهن خواننده نهاده شود.

سه فصل اول این کتاب برای تدریس دروس الکترونیک (۱) مطابق با آخرین سرفصل این درس و با بیش از ۷۰ مثال و ۹۰ مسئله، مرجع مناسبی می باشد که به اختصار مباحث فیزیک الکترونیک، کاربردهای دیود و انواع تریستورهای دو قطبی و اثر مید، مدارهای اس و آرایش های کاربردی آنها را بررسی می نماید. فصل های چهارم تا هفتم، شامل منابع حرارتی بارها، فعال تقویت کننده های تفاضلی و عملیاتی، تثبیت کننده های ولتاژ و فیدبک، موضوع درس الکترونیک (۲) است. در این کتاب بیش از ۱۷۰ مثال و مسئله، به آموزش قواعد حل سؤال و نقشه راه می پردازد.

فصل های هشتم و نهم، شامل مبحث تقویت کننده های قدر و یا مخرج فرکانسی تقویت کننده ها است که جزء مباحث کنکور کارشناسی ارشد می باشد و در سرفصل جدید دروس الکترونیک (۳) تدریس می شود. در فصل دهم این کتاب برای اولین بار، سؤال های درس مدارهای مجتمع و آمون دکتری با حل تشریحی مورد بررسی قرار گرفته است تا ضمن جامع بودن کتاب، اهمیت آشنایی با مباحث فصل های قبلی آشکار شود. طی چهار مرحله بازخوانی و ویراست متن و ترسیم شکل های فراوان این کتاب در دسترس خانم مرضیه عبادی نیک زحمات بسیاری را متحمل گردیدند و جناب آقای محسن جوادیان مدیر انتشارات دانش و هنر، این، همچون قبل با صبر و اعتماد، مراحل آماده سازی کتاب را سرپرستی نمودند.

از خانواده هایمان به خاطر همکاری در تهیه این اثر، کمال تشکر را داریم.

در آستانه ولادت فروغ ابدیت، رسول اکرم (ص) و مؤسس مذهب، صادق آل محمد (ع)، این کتاب به آقایان دکتر محمدحسن نشاطی، دکتر حسن حاج قاسمی و دکتر مسعود دوستی مدرسین الکترونیک در سه مقطع کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری تقدیم می شود که "اگر مسیح مرده را زنده کرد، معلم ملت را زنده می کند" و "تعلیم، بزرگترین صدقه ای است که نیکو کاران به دیگران می دهند".

سید محمدعلی زنجانی

عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی نجف آباد

ندا صرافان

فهرست مطالب

عنوان

صفحه

فصل اول. فیزیک الکترونیک، دیود و مدارهای دیودی	۱
۱-۱ فیزیک الکترونیک	۱
۱-۱-۱ انواع مواد از نظر رسانایی	۱
۱-۱-۲ انواع نیمه هادی	۲
۱-۱-۳ قانون اثر جرم	۲
۱-۱-۴ مؤلفه‌های جریان نیمه هادی	۳
۱-۵ پیوند P-N	۴
۱-۶ محاسبه شدت میدان و پتانسیل در ناحیه تهی	۵
۱-۷ اتصال ولتاژ خارجی به پیوند P-N	۶
۲-۱ دیود پیوند	۷
۲-۱-۱ مشخصه I-V- جریان دیود	۷
۲-۲-۱ انواع دیود	۸
۲-۲-۱-۱ مقاومت	۹
۲-۲-۱-۲ انواع دیودها	۱۰
۲-۲-۱-۳ سونچینگ (قطع و وصل)	۱۳
۲-۲-۱-۴ مدل سازی دیود در تحلیل مدارها	۱۴
۳-۱ کاربردهای دیود	۱۵
۳-۱-۱ مدارهای برش (Clipp)	۱۵
۳-۱-۲ مدارهای جهش (Clamp)	۲۲
۳-۳-۱ چند برابر کننده‌های ولتاژ	۲۵
۳-۳-۲ مدل ac به DC (یکسوسازی)	۲۶
۳-۳-۳ رگولاتورهای ولتاژ	۲۳
۳-۳-۴ مدارهای دیودی که فقط دارای منبع DC هستند	۲۴
۴-۱ تست‌های مروری	۳۸
۴-۱-۱ فیزیک الکترونیک	۳۸
۴-۱-۲ دیود پیوندی	۳۹
۴-۱-۳ کاربردهای دیود	۴۰
۴-۱-۴ مدارهای دیودی شامل منبع DC	۴۷
۵-۱ پاسخ‌نامه تشریحی	۴۹
فصل دوم. ترانزیستورهای پیوندی دوقطبی	۵۹
۱-۲ مزایا و معایب ترانزیستورهای دوقطبی	۵۹
۲-۲ انواع ترانزیستورهای دوقطبی	۶۰
۳-۲ نواحی کار بر اساس بایاس دو پیوند "بیس-میتر" و "بیس-کلکتور"	۶۰
۴-۲ روابط جریان در BJT	۶۱
۵-۲ روابط حاکم بر رفتار ترانزیستور در نواحی مختلف کاری	۶۳
۶-۲ مقادیر ولتاژ در نواحی کار مختلف دو ترانزیستور سیلیکونی و ژرمانیومی NPN	۶۴

۶۴	۷-۲- ترکیبات مختلف ترانزیستور
۶۴	۱۷۲- امیتر مشترک (CE) Common Emitter
۶۵	۷-۲- بیس مشترک (CB) Common Base
۶۵	۷-۳- کلکتور مشترک (CC) Common Collector
۶۶	۸-۲- روش‌های بایاس BJT
۷۴	۹-۲- بیداری حرارتی نقطه کار
۷۴	۱۹۲- روش‌های کاهش $ S_V $ (جبران تغییرات حرارتی V_{BE})
۷۵	۲۹۲- روش‌های کاهش $ S_I $ (جبران تغییرات حرارتی I_{CBO})
۷۸	۱۰-۲- مدل حرارتی عناصر فعال
۷۹	۱۰-۲- منحنی کاهش توان
۸۰	۱۰-۲- مدل‌های سیگنال کوچک ترانزیستور دوقطبی در فرکانس‌های میانی
۸۱	۱۰-۲- بارامترهای هیبرید کلکتور مشترک و بیس مشترک برحسب پارامترهای امیتر مشترک
۸۱	۱۳-۲- تحلیل ac تقویت کننده‌های ترانزیستوری یک طبقه
۸۱	۱۳-۲- تحلیل امیتر مشترک
۸۳	۱۳-۲- تحلیل کلکتور مشترک
۸۳	۱۳-۲- تحلیل بیس مشترک
۸۴	۱۴-۲- آرایش‌های مختلف (تغذیه)
۸۹	۱۵-۲- آرایش میلر
۹۰	۱۶-۲- اتصال مستقیم تقویت کننده‌ها
۹۰	۱۶۳- زوج دارلینگتون
۹۳	۱۷-۲- استفاده از خازن بوت استارت برای امداد ورودی
۹۷	۱۸-۲- تست‌های مروری
۹۷	۱۸-۲- تحلیل DC مدارهای ترانزیستوری
۱۰۴	۱۸-۲- تحلیل ac مدارهای ترانزیستوری
۱۰۹	۱۹-۲- پاسخ‌نامه تشریحی
۱۲۳	فصل سوم. ترانزیستورهای اثر میدان
۱۲۳	۱-۳- ترانزیستورهای اثر میدانی بیوندی (JFET Junction Field Effect Transistor)
۱۲۳	۱۱۳- بررسی ساختمان، طرز کار و روابط JFET کانال N
۱۲۵	۱-۳- مشخصه انتقالی و اثر افزایش دما بر آن
۱۲۵	۱۰۳- انواع باباس JFET
۱۲۹	۱-۳- تحلیل سیگنال کوچک JFET با استفاده از مدل‌های نورتن و تونن
۱۳۰	۱-۳- انواع تقویت کننده‌های ترانزیستوری با استفاده از JFETها
۱۳۷	۲-۳- ترانزیستور اثر میدانی فلز-اکسید-نیمه‌رسانا (MOSFET)
۱۳۷	۱-۳- بررسی ساختمان، طرز کار و روابط ماسفت کانال N از نوع افزایشی
۱۳۹	۲۳۳- حکمونی عمکرد ماسفت تخلیه‌ای کانال N
۱۴۶	۳-۳- ساخت مدارهای ترکیبی به کمک ترانزیستورهای MOS
۱۵۰	۴-۳- تست‌های مروری
۱۵۰	۴-۳- تحلیل DC مدارهای شامل ترانزیستورهای اثر میدانی
۱۵۳	۴-۳- تحلیل ac مدارهای شامل ترانزیستورهای اثر میدانی
۱۵۸	۵-۳- پاسخ‌نامه تشریحی

۱۶۷	فصل چهارم. منابع جریان، بارهای فعال و تقویت‌کننده‌های تفاضلی
۱۶۷	۱-۴ دلایل استفاده از منابع جریان و بارهای فعال
۱۶۸	۲-۴ انواع منابع جریان با استفاده از ترانزیستورهای دوقطبی
۱۶۸	۱-۲-۴- منبع جریان با استفاده از زئر
۱۶۸	۲-۲-۴- منبع جریان آینه‌ای ساده
۱۶۹	۳-۲-۴- منبع جریان آینه‌ای بهبود یافته
۱۷۰	۴-۲-۴- منبع جریان ویدلر (widlar)
۱۷۰	۵-۲-۴- منبع جریان کاسکود (Cascode)
۱۷۱	۶-۲-۴- منبع جریان ویلسون (wilson)
۱۷۵	۴- انواع منابع جریان با استفاده از مسافت‌ها
۱۷۵	۱-۳-۱- منبع جریان آینه‌ای ساده
۱۷۵	۱-۳-۲- منبع جریان ویدلر (widlar)
۱۷۵	۳-۱-۳- منبع جریان کاسکود (Cascode)
۱۷۶	۴-۳-۲- منبع جریان ویلسون (wilson)
۱۷۸	۴-۴- منابع جریان با استفاده از JFET ها
۱۷۸	۵-۴- منبع جریان نیس
۱۷۹	۶-۴- تقویت‌کننده‌های تفاضلی
۱۷۹	۱-۶-۴- فلسفه ایجاد تقویت‌کننده تفاضلی
۱۷۹	۲-۶-۴- تعاریف مقدماتی
۱۸۰	۷-۴- تقویت‌کننده تفاضلی ساخته شده با ترانزیستورهای دوقطبی
۱۸۷	۸-۴- تقویت‌کننده تفاضلی ساخته شده با ترانزیستورهای اثر میدان
۱۹۱	۹-۴- استفاده از زوج دارلینگتون به عنوان تقویت‌کننده تفاضلی
۱۹۳	۱۰-۴- تست‌های مروری
۱۹۳	۱۱۰-۴- منابع جریان و بارهای فعال
۱۹۶	۲-۱۰-۴- تقویت‌کننده‌های تفاضلی
۲۰۲	۱۱-۴- پاسخ‌نامه تشریحی
۲۱۳	فصل پنجم. تقویت‌کننده‌های عملیاتی (Op-Amps)
۲۱۳	۱-۵- ساختار و اصول کار تقویت‌کننده عملیاتی
۲۱۴	۲-۵- کاربردهای خطی آپ‌امپ
۲۱۴	۱-۲-۵- تقویت‌کننده وارونگر (inverting Amp)
۲۱۶	۲-۲-۵- تقویت‌کننده ناوارونگر (non-inverting Amp)
۲۱۶	۳-۲-۵- بافر ولتاژ
۲۱۷	۴-۲-۵- کاربردهای وارونگر در انتگرال‌گیر، مشتق‌گیر و فیلترها
۲۱۸	۵-۲-۵- کاربردهای ناوارونگر در فیلترها
۲۲۱	۶-۲-۵- کاربرد وارونگر در حل معادله دیفرانسیل (کامپیوتر آنالوگ)
۲۲۲	۷-۲-۵- تقویت‌کننده تفاضلی (differential Amp)
۲۲۳	۸-۲-۵- مبدل امپدانس منفی (NIC = Negative Impedance Converter)
۲۲۴	۹-۲-۵- کاربرد مبدل امپدانس منفی به عنوان منبع جریان ایده‌آل
۲۲۷	۱۰-۲-۵- تقویت‌کننده ابزار دقیق (I.A Instrumentation Amplifier)
۲۲۹	۱۱-۲-۵- مبدل‌های ولتاژ به جریان
۲۳۰	۱۲-۲-۵- مبدل جریان به ولتاژ

۲۳۰	۵-۲-۱۳- مبدل جریان به جریان
۲۳۰	۵-۲-۱۴- مبدل امپدانس (GIC = General Impedance Converter)
۲۳۱	۵-۳-۳- کاربردهای غیر خطی آپ امپ
۲۳۱	۵-۳-۱- مقایسه کننده
۲۳۲	۵-۳-۲- تقویت کننده لگاریتمی (لگاریتم گیر)
۲۳۲	۵-۳-۳- تقویت کننده آنتی لگاریتمی (نمایی)
۲۳۲	۵-۳-۴- مقایسه و محدود کننده
۲۳۳	۵-۳-۵- محدود کننده دوطرفه
۲۳۵	۵-۳-۶- یکسوساز نیم موج دقیق (Super Diode)
۲۳۶	۵-۳-۷- آشکارساز قله (Peak Detector)
۲۳۷	۵-۳-۸- یکسوساز نیم موج دقیق
۲۳۷	۵-۳-۹- یکسوساز تمام موج دقیق
۲۳۹	۵-۳-۱۰- منابع جریان ایده آل
۲۴۰	۵-۳-۱۱- مبدل توان
۲۴۱	۵-۳-۱۲- مبدل ترانزیستور
۲۴۱	۵-۳-۱۳- ولتی-اتور آستابل (ناپایا)
۲۴۳	۵-۴- بررسی آپ امپ
۲۴۶	۵-۵- تست های مروری
۲۵۶	۵-۶- پاسخ نامه تشریحی

فصل ششم. تنظیم کننده های ولتاژ

۲۶۹	۶-۱- انواع رگولاتورها
۲۶۹	۶-۲- بازآمدهای مهم رگولاتورها
۲۷۰	۶-۳- بررسی رگولاتورهای موازی با بار
۲۷۱	۶-۳-۱- روش های تثبیت بهتر ولتاژ
۲۷۲	۶-۴- ساختمان داخلی رگولاتورهای بیشرفته
۲۷۳	۶-۴-۱- محدود کننده های جریان
۲۷۹	۶-۵- آی سی های تنظیم کننده ولتاژ
۲۷۹	۶-۵-۱- روش افزایش ولتاژ خروجی آی سی رگولاتور
۲۸۰	۶-۵-۲- روش افزایش جریان خروجی آی سی رگولاتور
۲۸۱	۶-۵-۳- آی سی رگولاتور با ولتاژ خروجی متغیر
۲۸۱	۶-۵-۴- رگولاتور جریان
۲۸۳	۶-۶- تست های مروری
۲۸۸	۶-۷- پاسخ نامه تشریحی

فصل هفتم. تقویت کننده های فیدبک دار

۲۹۵	۷-۱- بلوک دیاگرام فیدبک منفی و انواع آن
۲۹۶	۷-۲- مزایا و معایب فیدبک منفی
۲۹۶	۷-۳- مراحل حل یک مسئله فیدبک
۲۹۷	۷-۴- تقویت کننده با فیدبک ولتاژ- سری (سری- موازی)
۲۹۹	۷-۵- تقویت کننده با فیدبک جریان- موازی (موازی- سری)
۳۰۰	۷-۶- تقویت کننده با فیدبک ولتاژ- موازی (موازی- موازی یا شنت- شنت)
۳۰۱	۷-۷- تقویت کننده با فیدبک جریان- سری (سری- سری)

۳۱۱	۸-۷- تست‌های مروری
۳۲۳	۹ ۷ پاسخ‌نامه تشریحی
۳۳۷	فصل هشتم. تقویت‌کننده‌های قدرت
۳۳۷	۸-۱- مشخصات تقویت‌کننده‌های قدرت
۳۳۸	۸-۳- کلاس‌های کار تقویت‌کننده‌های قدرت
۳۳۸	۸-۱-۲- تقویت‌کننده کلاس A
۳۳۹	۸-۲-۲- تقویت‌کننده کلاس B یا Push Pull
۳۴۰	۸-۳-۲- تقویت‌کننده کلاس C و بالاتر
۳۴۰	۸-۲-۴- تقویت‌کننده کلاس AB
۳۴۲	۸-۱- روش‌های اصلاح مدار بوش پول
۳۴۲	۸-۳-۱- افزایش جریان دهی به بار
۳۴۳	۲-۲- پایداری حرارتی و محدودسازی جریان خروجی
۳۴۴	۳-۳- حفاظت حرارتی
۳۴۴	۸-۱-۱- ساده‌سازی استرپ در بوش پول
۳۴۵	۸-۴- کاربرد بوش پول
۳۴۵	۸-۴-۱- افزایش جریان خروجی آب امپ
۳۵۱	۵-۸- تست‌های مروری
۳۵۹	۶-۸- پاسخ‌نامه تشریحی
۳۶۵	فصل نهم. پاسخ فرکانسی تقویت‌کننده‌ها
۳۶۵	۹-۱- مدار معادل BJT در فرکانس بالا
۳۶۶	۹-۲- مدار معادل JFET و MOSFET در فرکانس بالا
۳۶۷	۹-۳- پاسخ فرکانسی تقویت‌کننده‌ها
۳۶۷	۹-۴- تعیین فرکانس‌های قطع پایین تقویت‌کننده‌ها
۳۶۸	۹-۴-۱- تعیین فرکانس قطع پایین امپتر مشترک
۳۶۸	۹-۴-۲- تعیین فرکانس قطع پایین سورس مشترک
۳۶۹	۹-۴-۳- تعیین فرکانس قطع پایین بیس مشترک
۳۶۹	۹-۴-۴- تعیین فرکانس قطع پایین گیت مشترک
۳۷۰	۹-۴-۵- تعیین فرکانس قطع پایین کلکتور مشترک
۳۷۰	۹-۴-۶- تعیین فرکانس قطع پایین درین مشترک
۳۷۰	۹-۵- تعیین فرکانس قطع بالای تقویت‌کننده‌ها
۳۷۳	۹-۶- تست‌های مروری
۳۷۶	۹-۷- پاسخ‌نامه تشریحی
۳۷۹	فصل دهم. سؤال‌های درس طراحی مدارهای مجتمع آزمون دکترای الکترونیک
۳۷۹	۱۰-۱- سؤال‌های تشریحی
۳۸۷	۱۰-۲- پاسخ‌نامه تشریحی
۳۹۷	۱۰-۳- سؤال‌های تکمیلی مدارهای داخلی مدارهای مجتمع
۴۰۰	۱۰-۴- پاسخ‌نامه سؤال‌های تکمیلی