

۲۱۲۹۷۲۷

سید محمد محمدی

تحلیل مدارهای الکتریکی (۱) (میکرو پهن باندی) کارشناسی ارشد - دکتری

مؤلفان: حسین نامی - مهرداد عابدی - حسین عابدی

چاپ پانزدهم (چاپ اول به صورت میکرو طبقه بندی) - تابستان ۱۳۹۹

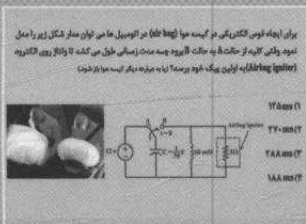
که از این سوی گشندم، که از آن سر گشندم  
زجه اصلم؟ زجه فسلم؟ زجه بازار خرندم؟  
نفسی زین دو برونم، که برآن بام باندیم  
(دیوان شمس)

من؟ چه کسم من؟ که بسی وسوسه مندیم  
آتش سوزان، نفسی سیل گریزان  
ی رهزن و غولم، نفسی تند و ملکولم

خدا یا چنان کن سرانجام کار  
تو خوشو باشی و ما رسگار

# مدرسان شریف

## رتبه یک کارشناسی ارشد و دکتری



### تحلیل مدارهای الکتریکی ۱

(میکرو طبقه‌بندی شده)

ویژه رشته‌های برق، کامپیوتر و ابزار دقیق

این کتاب شامل مسائل و تمرین‌های آمیخته از تئوری و آزمایش است که به کمک میکرو طبقه‌بندی شده است. از آنجا که این کتاب به عنوان منبعی برای دانشجویان رشته‌های برق، کامپیوتر و ابزار دقیق در مقطع کارشناسی ارشد و دکتری در نظر گرفته شده است. این کتاب همچنین می‌تواند به عنوان منبعی برای دانشجویان رشته‌های مهندسی برق و کامپیوتر در مقطع کارشناسی نیز استفاده شود.

مؤلفان: مهندس حسین حسینی - مهندس احسان عابدی  
 دکتر مهرداد عابدی (عضو هیئت علمی دانشکده مهندسی امیر کبیر)

سرشناسه: نامی، حسین، ۱۳۵۵.

عنوان و نام پدیدآور: تحلیل مدارهای الکتریکی (۱) (میکرو طبقه‌بندی)

کارشناسی ارشد - دکتری / مؤلفان حسین نامی، مهرداد عابدی، احسان عابدی.

مشخصات نشر: تهران: مدرسان شریف، ۱۳۹۹.

مشخصات ظاهری: [۵]: ۳۵۶ ص: ۲۲ × ۲۹ س.م.

شابک: 978-622-07-0107-1

وضعیت فهرست‌نویسی: فیهیای مختصر

یادداشت: چاپ پانزدهم (چاپ اول به صورت خرو طبقه‌بندی).

یادداشت: کتابنامه: ص. ۳۵۶.

شناسه افزوده: عابدی، مهرداد، ۱۳۲۷.

شناسه افزوده: عابدی، احسان، ۱۳۵۶.

شماره کتابشناسی ملی: ۷۲۴۵۳۴۹

## شناسنامه

نام کتاب: تحلیل مدارهای الکتریکی (۱) (میکرو طبقه‌بندی) - کارشناسی ارشد - دکتری

مؤلفان: مهندس حسین نامی - دکتر مهرداد عابدی (عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی امیر کبیر) - مهندس احسان عابدی

ناشر: انتشارات مدرسان شریف

تیراژ: ۱۰۰۰ نسخه

نوبت چاپ: پانزدهم (چاپ اول به صورت میکرو طبقه‌بندی)

تاریخ چاپ: مهرماه ۱۳۹۹

حروف چینی: واحد تایپ انتشارات مدرسان شریف

چاپ و صحافی: مهدی - مینو

قیمت: ۱۱۰۰۰۰ تومان

شابک: 978-622-07-0107-1

هر گونه استفاده از مطالب این کتاب اعم از بازنویسی، خلاصه‌سازی، نقل مطالب آموزشی، استفاده از سؤالات یا پاس‌برداشت به صورت دست‌نویس، کپی، تکثیر و یا هرگونه چاپ سنتی و دیجیتالی، استفاده به صورت کتاب الکترونیکی فشرده، قرار دادن مطالب بر روی اینترنت و وب سایت‌ها و یا هرگونه شبکه کامپیوتری دیگر و به طور کل هر گونه استفاده اشخاص حقیقی و حقوقی در جهت منافع معنوی و مادی خود، بدون اجازه کتبی ناشر ممنوع و بر اساس بند (۵) قانون حمایت از حقوق مؤلفان و مصنفان و قوانین مربوط به جرایم رایانه‌ای کشور قابل پیگیری در محاکم قضایی می‌باشد.

## خدایا، مرا آن ده که آن به

« مقدمه مؤلفان »

به نام یزدان پاک که تفکر را در جهت کسب دانش و معرفت به بشر ارزانی داشت. گسترش و توسعه روزافزون تحصیلات تکمیلی در مقطع کارشناسی ارشد و دکتری در اکثر دانشگاه‌های کشور و روند رو به رشد تعداد داوطلبان آزمون ورودی کارشناسی ارشد مهندسی برق و کامپیوتر و آزمون ورودی دکتری مهندسی برق، همچنین اهمیت درس مدارهای الکتریکی و نبود کتاب جامع و کاملی در این زمینه سبب شد که تجربیات سال‌ها تدریس را در کتابی تحت عنوان «مدارهای الکتریکی» به رشته تحریر درآوریم. برخی از مهمترین ویژگی‌های این اثر عبارت‌اند از:

- (۱) از آنجایی که اصول اولیه یادگیری بر مبنای درک مفاهیم اساسی هر درس می‌باشد، به همین دلیل در این کتاب کلیه مطالب و مفاهیم به صورت کاملاً تشریحی با بیانی ساده و قلمی روان نوشته شده است.
- (۲) هر فصل کتاب به صورت میکروطبقه‌بندی تنظیم شده است. به این مفهوم که هر فصل به زیربخش‌هایی تحت عنوان «درسنامه» تقسیم شده و پس از آموزش و توضیحات کامل، مثال‌های تالیفی و تست‌های منتخب آزمون‌های کارشناسی ارشد سالیان گذشته (با تأکید بر چند سال اخیر) آورده شده است. این روش ذهن را بسیار منظم کرده و اشتیاق یادگیری را بالاتر می‌برد.
- (۳) تست‌های کنکور کارشناسی ارشد و دکتری سالیان گذشته تا سال ۹۸ به‌طور کامل بررسی شده‌اند و با تمرکز بر سؤالات سال‌های جدیدتر در متن کتاب، در کنار تست‌ها تألیف این تست‌ها نیز آورده شده است.
- (۴) کتاب مدارهای الکتریکی شامل ۱ فصل است، که ۵ فصل ابتدایی در جلد اول و ۷ فصل بعدی در جلد دوم ارائه شده است.
- (۵) کتاب مبتنی بر حل مسأله و ارائه مثال‌های متنوع و جالب جهت ایجاد تبحر در حل سؤال است و بی‌اغراق می‌توان گفت کمتر سؤالی ممکن است در آزمون‌های آینده صرح شود که شبیه آن در این کتاب نباشد! ضمن این‌که از حیث تعداد مثال‌های متنوع حل شده نیز می‌توان کتاب را در بین کتب حاضر در نظر داشت.
- (۶) با توجه به اینکه تعدادی از داوطلبان زمان بیشتری نیاز دارند در اختیار دارند و خواستار حل تست‌های بیشتری هستند با احترام به خواسته این گروه از داوطلبان، تست‌های اضافی بر روی وبسایت [www.h-nami.ir](http://www.h-nami.ir) قرار داده شده است. البته توصیه اکید بنده این است که این دسته از داوطلبان کتاب «بانگ تست زیارت» و «رهای الکتریکی ۱ و ۲» را تهیه و در یک ماه آخر منتهی به آزمون از آن استفاده کنند.
- (۷) سؤالات آزمون‌های کارشناسی ارشد و دکتری سال ۱۳۹۹ مربوط به جلد (۱) کتاب از این کتاب آورده شده است.
- (۸) به علت وجود مثال‌های متنوع، این کتاب قابلیت این را دارد که دانشجویان عزیز با خواندن این مثال‌ها خود را برای امتحانات میان‌ترم و پایان‌ترم آماده کنند و با خیالی آسوده در جلسه امتحان حاضر شوند.
- (۹) در جلد اول این کتاب حدود ۵۳۵ مثال و تست حل شده و همچنین ۱۲۰ تست جدیدی با اسخ کلیدی که مجموعاً ۶۵۵ تست می‌شود، قرار داده شده است که همین امر سبب می‌شود این کتاب به منحصر به فردتر کتاب موجود در بازار تبدیل شود.
- (۱۰) کتاب هر سال با توجه به روند فکری طراحان سؤال مورد بازبینی قرار می‌گیرد و در صورت لزوم مطالب جدیدی در آن می‌شوند.

با توجه به اینکه هیچ تالیفی خالی از اشکال نیست، لذا از همه اساتید و دانشجویان تقاضا داریم، اشکالات خود را از طریق وبسایت شخصی مهندس حسین نامی به آدرس [www.h-nami.ir](http://www.h-nami.ir) اطلاع دهند. در ضمن در این وبسایت پشت‌بند اشکال درسی نیز صورت می‌گیرد. در پایان از واحد تألیف و چاپ انتشارات مدرسان شریف که در هر چه بهتر شدن این کتاب سه‌اموشی دریغ نورزیدند، کمال تشکر را داریم.

همه شما عزیزان را به آفریننده زیبای‌ها می‌سپاریم و آرزوی توفیق هر چه بیشتر شما را از خداوند متعال خواستاریم.

### با آرزوی موفقیت

مهندس حسین نامی - دکتر مهر داد عابدی (عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر)

مهندس احسان عابدی

**فصل اول: مبانی و فضایای اولیه مدارهای الکتریکی و فضایای تونن و نورتن**

در سنامه (۱): مفاهیم و فضایای پایه در مدارهای الکتریکی.....	۱
جریان.....	۱
ولتاژ.....	۱
توان.....	۱
قضیه پایستگی توان.....	۱
منبع ولتاژ مستقل (وابسته).....	۱
منبع جریان مستقل (وابسته).....	۲
منابع جریان و ولتاژ وابسته (کنترل شونده).....	۲
مقاومت و قانون اهم.....	۲
مفاهیم اتصال کوتاه، مدار باز و کلید.....	۲
آمپر متر و ولت متر.....	۳
قوانین کیرشهف.....	۳
قانون جریان کیرشهف (KCL).....	۳
قانون ولتاژ کیرشهف (KVL).....	۴
در سنامه (۲): تکنیک‌های مقدماتی در تحلیل مدارهای الکتریکی.....	۵
برگه‌ها، تاوماها و ترکیب منابع.....	۵
تبدیل منبع به منبع و بالعکس.....	۶
پل و تستون.....	۷
روش بدست آوردن مقادیر مشخصه در شبکه‌های نامتناهی از یک طرف.....	۷
روش بدست آوردن مقادیر مشخصه در شبکه‌های نامتناهی از چند طرف.....	۹
قانون تقسیم ولتاژ.....	۱۰
قانون تقسیم جریان.....	۱۱
قانون تبدیل منابع.....	۱۲
در سنامه (۳): روش‌های اساسی تحلیل مدارهای الکتریکی.....	۱۴
کاستت و قانون جریان کاستت.....	۱۴
تحلیل ولتاژ گره.....	۱۴
ابرگره (سوپرگره).....	۱۶
تحلیل جریان مش (تحلیل خانهای).....	۱۷
تشخیص روش مناسب برای تحلیل مدار.....	۱۸
حل مسائل مدار با روش ترکیبی حلقه (مش) و گره.....	۱۹
چند نکته مهم در ساده‌سازی مدار.....	۲۸
در سنامه (۴): قضیه جمع آثار (برهم‌نهی).....	۲۹
در سنامه (۵): محاسبه توان.....	۳۱
در سنامه (۶): فضایای تونن و نورتن.....	۳۷
روش محاسبه مقاومت تونن (نورتن) در مدارهای شامل منابع مستقل ولتاژ و جریان.....	۳۸
روش اول برای محاسبه مقاومت تونن (نورتن) در مدارهای شامل منابع وابسته و مستقل ولتاژ و جریان.....	۳۹
روش دوم برای محاسبه مقاومت تونن (نورتن) در مدارهای شامل منابع مستقل و وابسته ولتاژ و جریان.....	۴۴

۴۷	محاسبه ولتاژ تونن ( $V_{th}$ ) و جریان نورتن ( $I_N$ ) به روش عمومی
۵۱	محاسبه همزمان $R_{th}$ و $V_{th}$
۵۷	درسنامه (۷): قضیه ماکزیمم توان انتقالی
۶۰	درسنامه (۸): تکنیک‌های تکمیلی تحلیل مدار
۶۲	تقارن در مدار
۶۹	درسنامه (۹): تحلیل مدارهای مقاومتی با منابع تغذیه متغیر با زمان
۶۹	محاسبه توان در حالت کلی
۷۳	تست‌های تکمیلی فصل اول
۷۸	پاسخنامه تست‌های تکمیلی فصل اول
<b>فصل دوم: مدارهای مرتبه اول</b>	
۷۹	درسنامه (۱): خازن و سلف
۷۹	خازن
۸۰	ظرفیت معادل خازن‌های سری و موازی
۸۱	قوانین تقسیم جریان و ولتاژ بر روی خازن‌ها
۸۲	القاگر (سلف)
۸۲	سلف‌های موازی و سری
۸۲	قوانین تقسیم جریان و ولتاژ برای سلف‌ها
۸۶	درسنامه (۲): تحلیل مدارهای مرتبه اول
۸۶	تعریف تابع پله
۸۷	تعریف تابع پالسی $P_{\Delta}(t)$
۸۷	تابع ضربه واحد
۸۸	تعریف تابع شیب واحد
۸۹	تعیین مرتبه مدارهای الکتریکی
۸۹	مدارهای مرتبه اول
۸۶	تعاریف اولیه
۹۰	مدار RL در حالت خطی و تغییرناپذیر با زمان
۹۱	مدار RC در حالت خطی و تغییرناپذیر با زمان
۹۳	روش محاسبه ثابت زمانی
۹۶	روش تستی برای محاسبه مجهولات در مدار مرتبه اول
۹۷	قوانین تحلیل مدار در زمان‌های $0^+$ ، $0^-$ و $\infty$
۱۰۴	چکیده مطالب کلیدزنی در مدارهای مرتبه اول
۱۱۱	محاسبه مقدار جریان و یا ولتاژ یک عنصر در یک زمان خاص
۱۱۸	حل مسائل کلیدزنی برای مدارهای دارای منبع وابسته
۱۲۳	روش محاسبه پاسخ پله
۱۲۸	روش محاسبه پاسخ ضربه
۱۳۰	پاسخ مدار به سایر ورودی‌ها
۱۳۱	مدارهای دارای دو کلید
۱۴۲	تغییر ناگهانی ولتاژ خازن و جریان سلف
۱۵۷	مدلسازی دقیق سلف و خازن با شرایط اولیه غیرصفر

۱۵۸	درسنامه (۳): تحلیل انرژی در مدارهای مرتبه‌دار
۱۶۴	تست‌های تکمیلی فصل دوم
۱۶۸	پاسخنامه تست‌های تکمیلی فصل دوم
	<b>فصل سوم: مدارهای مرتبه دوم</b>
۱۶۹	درسنامه (۱): تحلیل مدارهای مرتبه دوم در حوزه زمان
۱۶۹	بررسی پاسخ ورودی صفر در مدار RLC سری و موازی
۱۷۰	معادله مشخصه مدارهای RLC
۱۷۱	روش محاسبه ضرایب ثابت $M, B, A$ و $\theta$
۱۷۱	بررسی پاسخ حالت صفر
۱۷۲	پاسخ حالت صفر مدار RLC سری
۱۷۲	پاسخ پله مدار RLC سری
۱۷۲	پاسخ ضربه مدار RLC سری
۱۷۳	پاسخ حالت صفر مدار RLC موازی
۱۷۴	مسح له مدار RLC موازی
۱۷۴	پاسخ ضربه مدار RLC موازی
۱۷۸	روش ستر برای حل مدارهای مرتبه دوم
۱۸۹	چکیده "ب" کا سری در مدارهای مرتبه دوم
۱۹۲	روش محاسبه مشتق هم و تاژ خازن و جریان سلف
۲۰۲	درسنامه (۲): منه‌حصا و پامترهای ذاتی مدارهای مرتبه دوم
۲۰۲	معادله مشخصه و محاسبه $\alpha$
۲۰۳	پایداری مدارهای الکتریکی
۲۰۵	ضریب کیفیت (Q)
۲۱۰	تست‌های تکمیلی فصل سوم
۲۱۳	پاسخنامه تست‌های تکمیلی فصل سوم
	<b>فصل چهارم: تحلیل حالت دائمی سینوسی</b>
۲۱۴	درسنامه (۱): ریاضیات پایه در روش تحلیل فازوری
۲۱۴	معرفی دستگاه مختصات قطبی
۲۱۴	اعداد مختلط
۲۱۵	اعمال حسابی در اعداد مختلط
۲۱۵	شکل قطبی اعداد مختلط
۲۱۷	جمع چند موج سینوسی هم‌فراکانس
۲۱۸	چکیده مطالب محاسبات فازوری
۲۱۹	درسنامه (۲): تحلیل فازوری مدارهای با تحریک سینوسی
۲۱۹	مفاهیم پیش‌فاز و پس‌فاز
۲۱۹	تعریف امپدانس، ادمیتانس و راکتانس
۲۳۹	قضایای تونن و نورتن
۲۴۳	درسنامه (۳): توان در مدارات با تحریک سینوسی
۲۴۳	ضریب توان (ضریب قدرت)