

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# کتاب کار مدارهای الکتریکی

رشته‌های الکترونیک و الکتروتکنیک

زمینه: صنعت

شاخه: آموزش فنی و حرفه‌ای

شماره درس: ۲۰۷۲

عنوان و نام پدیدآور: کتاب کار مدارهای الکتریکی [کتاب‌های درسی] رشته‌های الکترونیک و الکتروتکنیک  
زمینه صنعت، شاخه آموزش فنی و حرفه‌ای شماره درس ۲۰۷۲ / مؤلفان امیرحسین ترکمانی، داود  
خلیلی، هوشنگ پاشایی؛ [برای] وزارت آموزش و پرورش، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی؛  
برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش.  
مشخصات نشر: تهران: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۵.

مشخصات ظاهری: ۳۳۰ ص.

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۰۵-۲۳۱۹-۳

وضعیت فهرست‌نویسی: فیپا

موضوع: مدارهای برقی

موضوع: مدارهای برقی - مسائل، تمرین و غیره (آموزش)

شناسه افزوده: ترکمانی، امیرحسین ۱۳۵۰-

شناسه افزوده: خلیلی، داود ۱۳۴۵-

شناسه افزوده: ترکمانی، امیرحسین ۱۳۳۲-

شناسه افزوده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

شناسه افزوده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی. دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش

رده‌بندی کنگره: ۲۳۱۲۹۰/ی/TK۴۵۴

رده‌بندی دیویی: ۳۰۷۲/ی/۳۷۳

همکاران محترم و دانش‌آموزان عزیز:

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

tvoccd@roshd.ir

پیام‌نگار (ایمیل)

www.tvoccd.medu.ir

وب‌گاه (وب‌سایت)

## وزارت آموزش و پرورش سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

عنوان و کد کتاب: کتاب کار مدارهای الکتریکی - ۴۷۱/۲

مؤلفان: امیرحسین ترکمانی (فصل اول) - داود خلیلی (فصل ۲، ۳ و ۴) - هوشنگ پاشایی (فصل ۵، ۶ و ۷)

ویراستار فنی: مجتبی انصاری پور، محمدحسن اسلامی، نقی اصغری

رسمی: سیده گلاویش سیدصالحی، حامد موسوی

صفحه‌آرا: امید سیدصالحی، حامد موسوی

طراح جلد و گرافیک: حامد موسوی

آماده‌سازی و نظارت بر چاپ و توزیع: اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

تهران - خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی) تلفن: ۹ - ۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹

وب‌سایت [www.chap.sch.ir](http://www.chap.sch.ir)

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

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

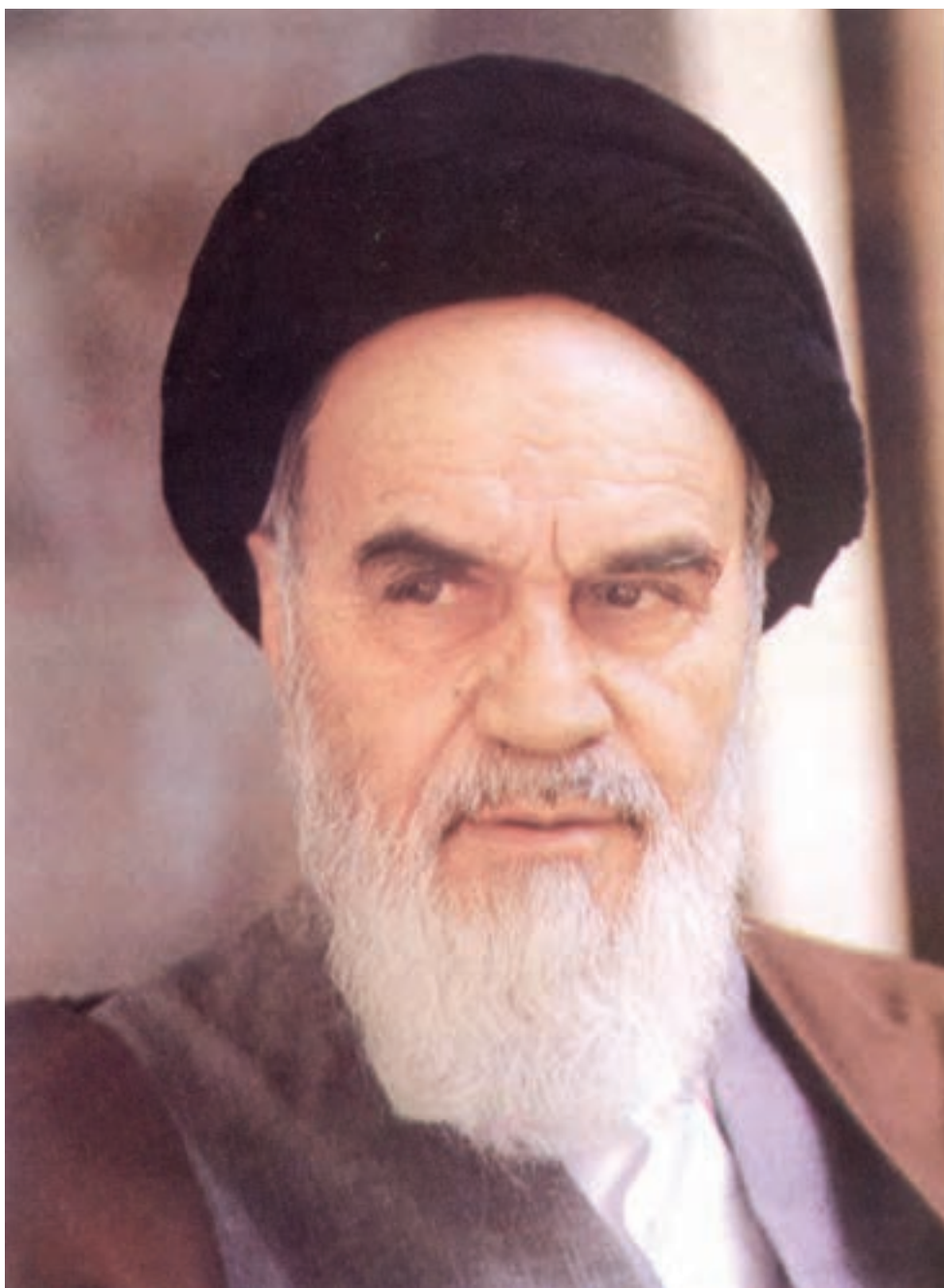
چاپخانه: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»

سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ ششم ۱۳۹۵

حَقّ چاپ محفوظ است

ISBN: 978-964-05-2319-3

شابک ۳-۲۳۱۹-۰۵-۹۶۴-۹۷۸



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

**امام خمینی «قدس سره الشریف»**

فرآیند **یاددهی** - **یادگیری** نیازمند عمق دهی بیشتری به **مطالب درسی** و تهیه و تدارک تجارب یادگیری از قبل طراحی شده دارد که بعضاً این تجارب، نیازهای هنرجویان را تامین نکرده است. از این روست که **نظریه‌های جدید یادگیری** تاکید بر پوشش این نیازها داشته و در همین ارتباط تالیف و تدوین **کتاب کار** در مورد دروسی که فراگیری عمیق محتوای آن‌ها، احتیاج به تمرین و ممارست بیشتری دارد، نمود عینی پیدا می‌کند. **کتاب کار** یکی از اجزا مهم **بسته‌های آموزشی** به شمار می‌رود. استفاده از تکنیک‌های آموزشی و تکیه بر اجرای آموزش‌های پودمانی که در بطن خود، **خودآموز بودن**، **خود محتوا بودن**، و **خودگام بودن** را به همراه دارد سبب می‌شود کتاب کار علاوه بر دارا بودن تمرین‌ها و مسایل متنوع، به عنوان یک **منبع کمک درسی** در خدمت هنرآموزان و هنرجویان قرار گیرد.

در تالیف و تدوین **کتاب کار مدارهای الکتریکی** سعی شده است تا علاوه بر داشتن ظاهری جذاب و متنوع، مسایل و تمرین‌های گوناگونی از ساده به مشکل طرح شوند، به برخی از سوال‌ها پاسخ داده شود و به طور موردی چگونگی حل مسائل را در **درصدی قابل قبول** به هنرجویان بیاموزد ضمن آن که به موشکافی محتوای کتاب درسی نیز می‌پردازد.

ضمن تشکر از اعضای محترم کمیسیون تخصصی گروه الکتروتکنیک که در تهیه این کتاب ما را یاری فرمودند با کمال میل انتقاد و پیشنهادهای هنرآموزان محترم و هنرجویان عزیز را که همواره چراغ راه ما می‌باشد، پذیرا هستیم.

**مولفان**

## فهرست مطالب :

### ۱- مدارهای الکتریکی جریان مستقیم

۱-۱- عناصر مدار	۲
۱-۲- تحلیل مدارهای الکتریکی با قانون اهم	۲
۱-۳- تحلیل مدارهای الکتریکی به روش جریان حلقه	۶
۱-۴- تحلیل مدارهای الکتریکی به روش پتانسیل گره	۲۰
۱-۵- تحلیل مدارهای الکتریکی به روش جمع آثار	۳۹
۱-۶- تبدیل منابع ولتاژ و جریان به یکدیگر	۵۱
۱-۷- الف- تحلیل مدارهای الکتریکی به روش تونن	۵۶
۱-۷- ب- تحلیل مدارهای الکتریکی به روش نورتن	۷۶
۱-۸- مدارهای شامل سلف و خازن در حالت ماندگار	۹۳

### ۲- بردار

۲-۱- بردار	۱۰۳
۲-۲- عملیات ریاضی روی بردارها	۱۰۳
۲-۳- جمع بردارها	۱۰۳
۲-۴- جمع بردارها به روش تحلیلی	۱۰۴
۲-۵- تفاضل بردارها	۱۰۷
۲-۶- ضرب بردارها	۱۰۸
۲-۷- ضرب نقطه‌ای	۱۰۸
۲-۸- معادلات ولتاژ و جریان	۱۱۰
۲-۹- اختلاف فاز	۱۱۰
۲-۱۰- انواع حالت‌های مدار	۱۱۰
۲-۱۱- انواع توان‌ها	۱۱۵
۲-۱۲- محاسبه توان ظاهری $P_s$ و ضریب قدرت $\cos \phi$	۱۲۰

### ۳- مدارهای RL سری و RL موازی

۳-۱- مدار RL سری	۱۳۰
۳-۲- مثلث ولتاژ	۱۳۰
۳-۳- مثلث امپدانس	۱۳۰
۳-۴- مثلث توان	۱۳۰
۳-۵- ضرایب مهم	۱۳۱
۳-۶- تاثیر فرکانس بر مقادیر $Z$ و $\phi$ در مدارهای RL سری	۱۳۸
۳-۷- مدار RL موازی	۱۴۶
۳-۸- مثلث جریان	۱۴۶
۳-۹- مثلث عکس امپدانس	۱۴۶
۳-۱۰- مثلث توان	۱۴۶
۳-۱۱- نسبت‌های مثلثاتی	۱۴۷
۳-۱۲- تاثیر فرکانس روی مدارهای RL موازی	۱۵۰
۳-۱۳- تبدیل مدار RL سری به RL موازی	۱۵۳
۳-۱۴- تبدیل مدار RL موازی به RL سری	۱۵۴

### ۴- مدارهای RC سری و RC موازی

۴-۱- مدار RC سری	۱۶۸
۴-۲- مثلث ولتاژ	۱۶۸
۴-۳- مثلث امپدانس	۱۶۸
۴-۴- مثلث توان	۱۶۸
۴-۵- ضرایب یا نسبت‌های مثلثاتی	۱۶۹
۴-۶- تاثیر فرکانس بر مدار RC سری	۱۷۷
۴-۷- تاثیر فرکانس روی ضریب قدرت و زاویه اختلاف فاز	۱۷۸
۴-۸- مدار RC موازی	۱۸۵
۴-۹- مثلث جریان	۱۸۵
۴-۱۰- مثلث عکس امپدانس	۱۸۵
۴-۱۱- مثلث توان	۱۸۵
۴-۱۲- نسبت‌های مثلثاتی مهم	۱۸۶
۴-۱۳- تاثیر فرکانس بر مدار RC موازی	۱۹۰
۴-۱۴- تبدیل مدار RC سری به RC موازی	۱۹۲
۴-۱۵- تبدیل مدار RC موازی به RC سری	۱۹۳

### ۵- مدارهای LC سری و LC موازی

۵-۱- مدار LC سری	۲۰۴
۵-۲- تاثیر فرکانس بر روی امپدانس و جریان در مدار LC سری	۲۰۵
۵-۳- مدار LC موازی	۲۲۶
۵-۴- تاثیر فرکانس بر روی امپدانس و جریان در مدار LC موازی	۲۲۷

### ۶- مدارهای RLC

۶-۱- مدار RLC سری	۲۵۲
۶-۲- تاثیر فرکانس بر روی امپدانس و جریان در مدار RLC سری	۲۵۳
۶-۳- مدار RLC موازی	۲۷۴
۶-۴- تاثیر فرکانس بر روی امپدانس و جریان در مدار RLC موازی	۲۷۵
۶-۵- مدارهای RLC مختلط	۳۰۱

### ۷- مدار جریان‌های سه فاز

۷-۱- مدار جریان‌های سه فاز	۳۱۲
۷-۲- اتصال ستاره	۳۱۲
۷-۳- اتصال مثلث	۳۲۳

