

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

مبانی الکتریسیته

شاخه: کاردانش

زمینه: صنعت

گروه تحصیلی: برق

زیرگروه: الکتروتکنیک

رشته‌های مهارتی: برق ساختمان - برق صنعتی - ماشین‌های الکتریکی -

تعمیر لوازم خانگی برقی - تابلوسازی برق صنعتی

شماره رشته‌های مهارتی: ۳۲۱-۱۰-۱۰۱-۱، ۳۲۳-۱۰-۱۰۱-۱، ۳۱۷-۱۰-۱۰۱-۱،

۳۲۲-۱۰-۱۰۱-۱، ۳۱۹-۱۰-۱۰۱-۱

کد رایانه‌ای رشته‌های مهارتی: ۹۹۶۲-۹۹۶۹-۹۹۵۸-۹۹۶۳-۹۹۶۰

نام استاندارد مهارتی مبنا: برقکار صنعتی درجه (۲)

کد استاندارد متولی: ۸-۵۵/۱۵/۲/۴

شماره درس نظری: ۹۹۲۶ - عملی: ۹۹۲۷

خدادادی، شهرام

مبانی الکتریسیته/مؤلف: شهرام خدادادی - تهران: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۲
ص: ۳۶۶. مصور - (شاخه کاردانش، شماره درس نظری ۹۹۲۶ و عملی ۹۹۲۷)

متون درسی شاخه کاردانش، زمینه صنعت، گروه تحصیلی برق، زیرگروه الکتروتکنیک، رشته‌های
مهارتی برق ساختمان - برق صنعتی، ماشین‌های الکتریکی - تعمیر لوازم خانگی برقی - تابلوسازی
برق صنعتی

برنامه‌ریزی و نظارت، بررسی و تصویب محتوا: دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و
کاردانش، ۱. برق. الف. ایران. وزارت آموزش و پرورش. دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و
کاردانش. ب. عنوان.

۶۵۷

ح ۵۶۱ ش ۱

۱۳۹۲

همکاران محترم:

پیشنهادها و نظرهای 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)

محتوای این کتاب در سال ۱۳۸۹ برای انطباق با استاندارد مهارت برق‌کار صنعتی درجه ۲
کد ۸-۵۵/۱۵/۲/۴-۸ توسط کمیسیون برنامه‌ریزی رشته الکتروتکنیک مورد بازنگری قرار گرفت.

وزارت آموزش و پرورش

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

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

نام و کد کتاب: مبانی الکتریسیته - ۶۰۴/۷

مؤلف: شهرام خدادادی

ویراستار فنی: سید محمود صموتی

ویراستار ادبی: معصومه سلطان رضوانفر

رسامی و گرافیک کامپیوتری: محمد سیاحی - مسعود مرادخانی

صفحه‌آرا: نسرین اصغری - الناز نفری

طراح جلد: حامد موسوی

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

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

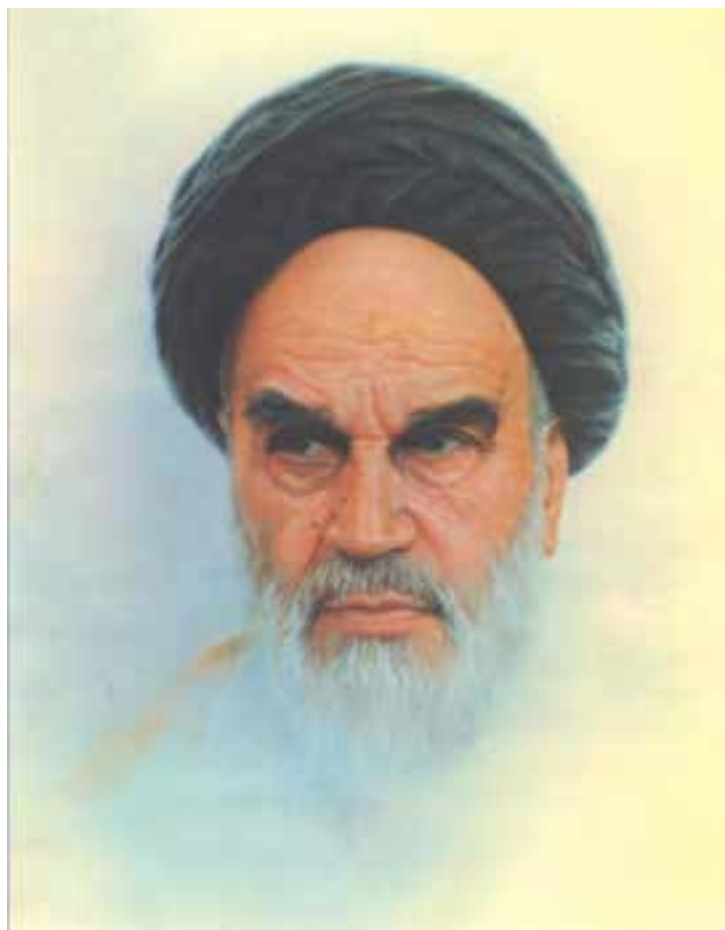
تلفن: ۵-۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۱۳۹-۳۷۵۱۵

چاپخانه: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی

سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ اول برای سازمان ۱۳۹۲

حق چاپ محفوظ است

شابک ۹۶۴-۰۵-۱۲۰۳-۶ ISBN 964-05-1203-6



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»

فهرست

VIII

مقدمه

X

پودمان شماره (۱)

۲

پیش آزمون (۱)

۳

۱- تاریخچه

۳

۱-۱- ساختمان ماده

۶

۱-۱-۱- ویژگی های اتم و ذرات آن

۷

۱-۲- چگونگی ایجاد جریان الکتریکی

۸

آزمون پایانی (۱)

۱۰

خودآزمایی عملی

۱۳

پیش آزمون (۲)

۱۴

۲- هادی ها، عایق ها و نیمه هادی ها

۱۴

۲-۱- هادی ها

۱۵

۲-۲- عایق ها

۱۵

۲-۳- نیمه هادی ها

۱۷

۲-۴- بار الکتریکی و اتم باردار

۱۸

۲-۵- قانون کولن

۱۹

۲-۶- میدان الکتریکی

۲۰

۲-۷- میدان الکتریکی یکنواخت

۲۲

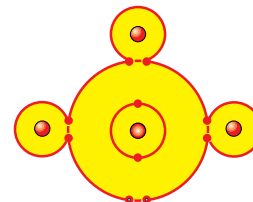
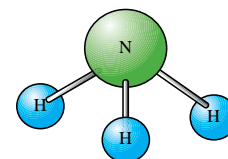
آزمون پایانی (۲)

۲۴

خودآزمایی عملی

فصل اول آشنایی
با الکتریسیته

۱



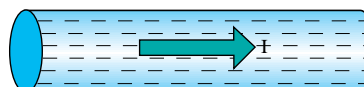
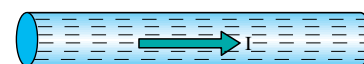
فصل دوم
هادی ها، عایق ها،
نیمه هادی ها

۱۳



فصل سوم
آشنایی با قطعات
و کمیت های
الکتریکی

۲۶



۲۶

پیش آزمون (۳)

۲۷

۳- کمیت های الکتریکی

۲۷

۳-۱- شدت جریان

۳۰

۳-۲- اختلاف سطح الکتریکی و چگونگی ایجاد آن به وسیله انرژی های مختلف

۳۲

۳-۳- روش های تولید و مصرف الکتریسیته

۳۲

۳-۳-۱- تولید الکتریسیته

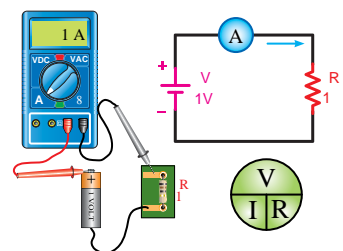
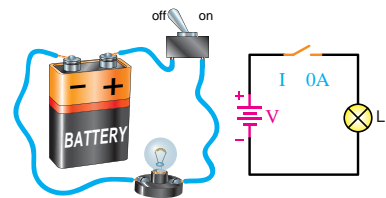
فصل سوم
آشنایی با قطعات
و کمیت های
الکتریکی



- ۳۶ ۳-۳-۲ مصرف الکتریسیته
- ۳۷ ۳-۳-۳ هدایت و مقاومت مخصوص
- ۳۸ ۳-۴-۱ مقاومت الکتریکی
- ۳۸ ۳-۴-۱ عوامل فیزیکی مؤثر در مقدار مقاومت الکتریکی
- ۴۱ ۳-۴-۲ عوامل الکتریکی مؤثر در مقاومت
- ۴۱ ۳-۴-۳ چگونگی تبدیل واحدها به یکدیگر
- ۴۳ ۳-۵-۱ انواع مقاومت ها
- ۴۴ ۳-۵-۱ مقاومت های ثابت
- ۴۴ ۳-۵-۲ مقاومت های متغیر
- ۴۶ ۳-۵-۳ مقاومت وابسته به حرارت
- ۴۸ ۳-۵-۴ مقاومت وابسته به نور
- ۴۹ ۳-۶-۱ تکنیک ساخت مقاومت ها
- ۴۹ ۳-۶-۱-۱ مقاومت های توده کربنی (ترکیب کربن)
- ۵۰ ۳-۶-۲ مقاومت های لایه ای
- ۵۱ ۳-۶-۳ مقاومت های سیمی
- ۵۱ ۳-۷-۱ نحوه خواندن مقدار مقاومت ها
- ۵۲ ۳-۷-۱ خواندن مقاومت ها باروش مستقیم
- ۵۳ ۳-۷-۲ خواندن مقاومت ها به کمک نوارهای رنگی
- ۵۵ ۳-۸-۱ استاندارد مقاومت ها
- ۵۷ ۳-۹-۱ توان مجاز مقاومت ها
- ۵۸ آزمون پایانی (۳)
- ۶۱ خودآزمایی عملی

فصل چهارم
قوانین اساسی
الکتریسیته

۶۲



- ۶۳ پیش آزمون
- ۶۵ ۴-۱-۱ مدار الکتریکی
- ۶۸ ۴-۱-۱ قانون اهم
- ۷۰ ۴-۱-۱-۱ قوانین کیرشهف
- ۷۱ ۴-۱-۱-۲ تعریف شاخه
- ۷۱ ۴-۱-۱-۳ تعریف گره
- ۷۱ ۴-۱-۱-۴ تعریف حلقه
- ۷۳ ۴-۲-۱ قانون ولتاژها (KVL)
- ۷۴ ۴-۳-۱ قانون جریان ها (KCL)

۷۷ آزمون پایانی (۴)
 ۸۰ خودآزمایی عملی

۸۲ پیش آزمون (۵)
 ۸۴ ۵-۱- اتصال مقاومت ها
 ۸۴ ۵-۱-۱- اتصال سری مقاومت ها
 ۹۳ اطلاعات اولیه آزمایشگاهی
 ۱۰۶ ۵-۱-۲- اتصال موازی مقاومت ها:
 ۱۱۹ ۵-۱-۳- اتصال ترکیبی (سری - موازی) مقاومت ها
 ۱۲۴ ۵-۲- افت ولتاژ در هادی ها
 ۱۲۷ ۵-۳- انواع پیل ها
 ۱۲۷ ۵-۳-۱- پیل های اولیه
 ۱۲۸ ۵-۳-۲- پیل های ثانویه
 ۱۲۹ ۵-۴- اتصالات پیل ها
 ۱۲۹ ۵-۴-۱- اتصال سری پیل ها
 ۱۳۲ ۵-۴-۲- اتصال متقابل پیل ها
 ۱۳۷ ۵-۴-۳- اتصال موازی پیل ها
 ۱۴۴ ۵-۵- شدت جریان در مدارهای ترکیبی «سری - موازی»
 ۱۴۵ ۵-۶- ولتاژ در مدارهای ترکیبی «سری - موازی»
 ۱۵۵ آزمون پایانی (۵)

فصل پنجم:
 اصول محاسبات
 مدارهای ساده
 مقاومتی در
 جریان مستقیم

۸۱



۱۶۱ پیش آزمون (۶)
 ۱۶۳ ۶-۱- کار الکتریکی
 ۱۶۴ ۶-۲- حرارت ایجاد شده توسط الکتریسیته
 ۱۶۵ ۶-۳- توان الکتریکی
 ۱۷۱ ۶-۳-۱- استاندارد توان در مقاومت های اهمی
 ۱۷۱ ۶-۳-۲- محاسبه هزینه برق مصرفی
 ۱۷۳ ۶-۴- ضریب بهره (راندمان) الکتریکی
 ۱۷۶ آزمون پایانی (۶)
 ۱۷۸ خودآزمایی عملی

فصل ششم: کار و
 توان الکتریکی

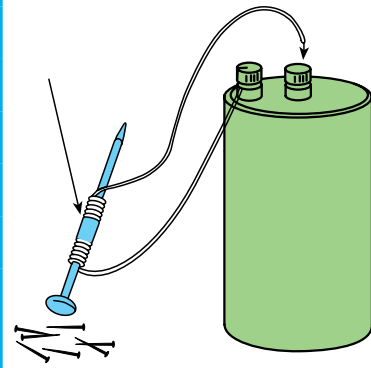
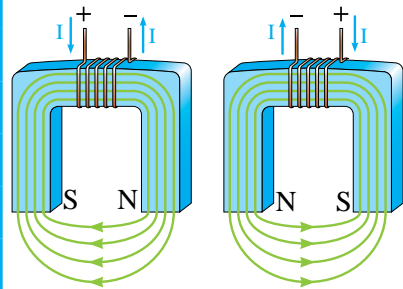
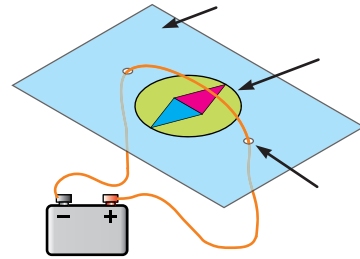
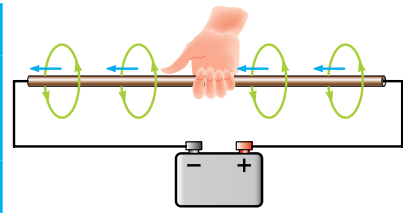
۱۶۰



- پیش آزمون (۷)
- ۱۸۰
- ۱۸۲ ۷-۱- مغناطیس چیست؟
- ۱۸۴ ۷-۲- خطوط نیروی مغناطیس و میدان مغناطیسی
- ۱۸۶ ۷-۳- الکترومغناطیس
- ۱۸۶ ۷-۴- قانون دست راست برای یک هادی جریان دار
- ۱۸۹ ۷-۵- نیروی وارد بر دو هادی جریانداز
- ۱۸۹ ۷-۶- کمیت های مغناطیسی
- ۱۸۹ ۷-۶-۱- نیروی محرکه مغناطیسی
- ۱۹۰ ۷-۶-۲- شدت میدان مغناطیسی
- ۱۹۰ ۷-۶-۳- ضریب نفوذ مغناطیسی
- ۱۹۱ ۷-۶-۴- مقاومت مغناطیسی
- ۱۹۲ ۷-۶-۵- مدارهای مغناطیسی
- ۱۹۴ ۷-۷- سلف (اندوکتانس L)
- ۱۹۶ ۷-۸- عوامل فیزیکی مؤثر در ضریب خودالقایی
- ۱۹۶ ۷-۹- عملکرد سلف در جریان الکتریکی
- ۱۹۷ ۷-۹-۱- رفتار سلف در جریان مستقیم (CD)
- ۱۹۸ ۷-۹-۲- شارژ و دشارژ (ثابت زمانی سلفی)
- ۲۰۲ ۷-۱۰- نیروی ضد محرکه
- ۲۰۲ ۷-۱۱- خودالقایی از نقطه نظر انرژی
- ۲۰۳ ۷-۱۲- انرژی ذخیره شده در سلف
- ۲۰۴ ۷-۱۳- القا متقابل
- ۲۰۸ آزمون پایانی (۷)
- ۲۱۲ خودآزمایی عملی

فصل هفتم:
مغناطیس و
لکترومغناطیس

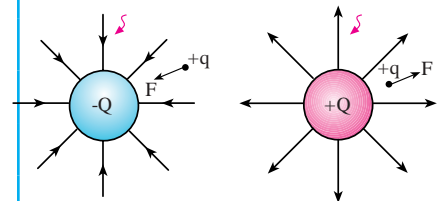
۱۷۹



- پیش آزمون (۸)
- ۲۱۷
- ۲۱۹ ۸-۱- میدان الکتریکی
- ۲۲۰ ۸-۲- ساختمان خازن
- ۲۲۰ ۸-۳- ظرفیت خازن
- ۲۲۲ ۸-۴- شارژ و دشارژ خازن در جریان مستقیم
- ۲۲۳ ۸-۵- عوامل مؤثر در ظرفیت خازن
- ۲۲۳ ۸-۵-۱- سطح صفحات خازن (A)
- ۲۲۴ ۸-۵-۲- فاصله بین صفحات خازن (d)

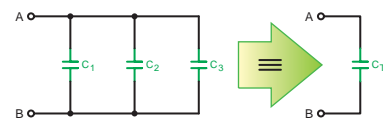
فصل هشتم:
خازن

۲۱۶



- ۲۲۴ ۳-۸-۵- ماده عایق (دی الکتریک - K)
- ۲۲۴ ۶-۸- عملکرد خازن در جریان الکتریکی
- ۲۲۴ ۱-۶-۸- رفتار خازن در جریان مستقیم (DC)
- ۲۲۵ ۲-۶-۸- شارژ و دشارژ (ثابت زمانی خازنی)
- ۲۲۸ ۷-۸- خازن از نقطه نظر انرژی
- ۲۲۸ ۸-۸- انرژی ذخیره شده در خازن
- ۲۲۹ ۹-۸- ظرفیت نامی خازن
- ۲۲۹ ۱۰-۸- انواع خازن ها و کدهای رنگی آن ها
- ۲۲۹ ۱-۱۰-۸- خازن های ثابت
- ۲۳۲ ۲-۱۰-۸- اطلاعاتی در مورد خازن های الکترولیتی
- ۲۳۳ ۳-۱۰-۸- خازن های متغیر
- ۲۳۴ ۴-۱۰-۸- روش مقدار نویسی ظرفیت روی بدنه خازن ها
- ۲۳۵ ۵-۱۰-۸- روش نوارهای رنگی روی بدنه خازن ها
- ۲۳۸ ۱۱-۸- به هم بستن خازن ها
- ۲۳۸ ۱-۱۱-۸- اتصال سری خازن ها
- ۲۴۷ ۲-۱۱-۸- اتصال موازی خازن ها
- ۲۵۴ ۳-۱۱-۸- اتصال ترکیبی خازن ها
- ۲۶۰ آزمون پایانی (۸)

فصل هشتم:
خازن



- ۲۶۵ پیش آزمون (۹)
- ۲۶۷ ۱-۹- جریان متناوب چیست؟
- ۲۶۷ ۲-۹- مقایسه جریان مستقیم و جریان متناوب در یک سیم
- ۲۶۸ ۳-۹- شکل موج ها در جریان متناوب
- ۲۶۹ ۴-۹- تولید جریان متناوب توسط ژنراتور
- ۲۷۱ ۵-۹- قانون دست راست در مورد ژنراتور
- ۲۷۱ ۶-۹- مشخصات جریان متناوب
- ۲۷۱ ۱-۶-۹- سیکل
- ۲۷۲ ۲-۶-۹- فرکانس (f)
- ۲۷۲ ۳-۶-۹- زمان تناوب (T)
- ۲۷۲ ۴-۶-۹- طول موج (λ)

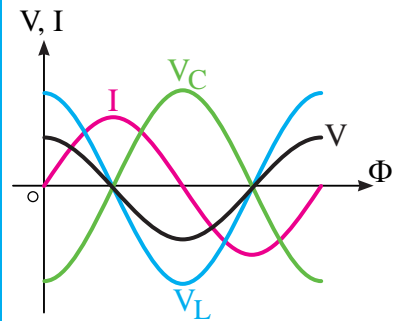
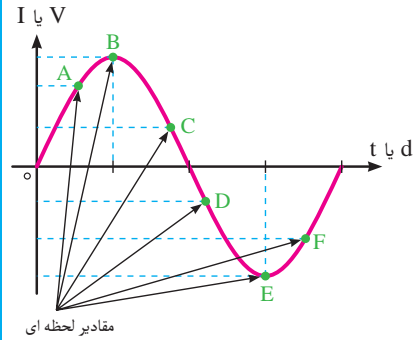
فصل نهم: جریان
متناوب

۲۶۴



- ۲۷۳ ۵-۶-۹- سرعت زاویه‌ای (ω)
- ۲۷۳ ۶-۶-۹- مقدار پیک یا ماکزیمم
- ۲۷۴ ۷-۶-۹- دامنه
- ۲۷۴ ۸-۶-۹- مقدار متوسط (ave)
- ۲۷۵ ۹-۶-۹- مقدار مؤثر
- ۲۷۶ ۱۰-۶-۹- فاز
- ۲۷۶ ۱۱-۶-۹- اختلاف فاز
- ۲۷۷ ۷-۹- مدارهای جریان متناوب
- ۲۷۷ ۱-۷-۹- مدارهای اهمی خالص
- ۲۷۸ ۲-۷-۹- مدارهای خازنی خالص
- ۲۷۸ ۳-۷-۹- مدارهای سلفی خالص
- ۲۸۱ ۴-۷-۹- بردار
- ۲۸۱ ۵-۷-۹- مدارهای ترکیبی جریان متناوب
- ۳۰۵ ۸-۹- انواع توان در جریان متناوب تکفاز
- ۳۲۷ آزمون پایانی (۹)

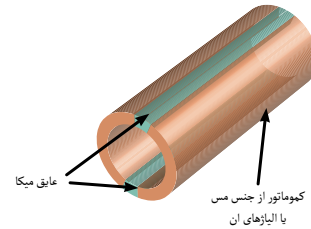
فصل نهم: جریان متناوب



- ۳۳۵ پیش‌آزمون (۱۰)
- ۳۳۷ ۱-۱۰- شناسایی اصول کار مولد جریان مستقیم
- ۳۴۱ آزمون پایانی (۱۰)

فصل دهم: اصول کار مولدهای جریان مستقیم

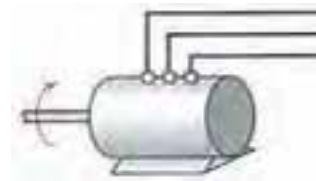
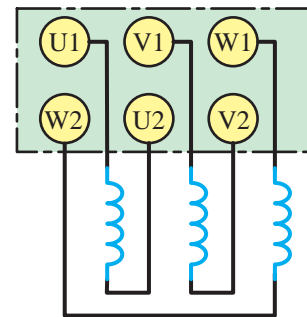
۳۳۴



- ۳۴۴ پیش‌آزمون (۱۱)
- ۳۴۵ ۱-۱۱- اتصالات آلترناتور سه فاز
- ۳۴۶ ۱-۱۱-۱- اتصال کلاف‌ها: کلاف‌ها به دو صورت به هم اتصال داده می‌شوند.
- ۳۴۷ ۲-۱۱- فرکانس خروجی آلترناتور
- ۳۴۸ ۳-۱۱- جریان‌ها و ولتاژها در اتصالات ستاره و مثلث متعادل
- ۳۴۸ ۱-۳-۱۱- مقدار ولتاژ و جریان در اتصال ستاره و مثلث
- ۳۵۰ ۲-۳-۱۱- بار متعادل و نامتعادل
- ۳۵۰ ۴-۱۱- انواع توان در مدارات سه فاز
- ۳۵۲ آزمون پایانی (۱۱)
- ۳۶۶ منابع و مآخذ

فصل یازدهم: اصول کار آلترناتورهای سه‌فاز

۳۴۳



مقدمه

یک کتاب درسی هنگامی که به صورت خودآموز در اختیار فراگیر قرار می‌گیرد می‌بایستی علاوه بر یکنواخت نمودن سطح آموزش فراگیران موجب هماهنگی بین محتوای درس شود.

نظر به تقاضای مکرر هنرآموزان و هنرجویان سراسر کشور مبنی بر عدم وجود کتاب درسی خاصی در شاخه کاردانش دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش با همکاری شرکت صنایع آموزشی درصد برآمد تا در زمینه استانداردهای مهارتی، کتاب‌های تخصصی تهیه و تألیف نماید. براساس این تصمیم موضوع به کمیسیون‌های برنامه‌ریزی رشته‌های مختلف ارجاع داده شد. در کمیسیون‌های مربوطه ابتدا استانداردهای مهارتی به واحدهای کوچک تری تقسیم‌بندی و سپس واحدهای هم‌خانواده مرتبط با هم در پیمانانه‌های مهارتی (پودمان) دسته‌بندی شده به طوری که هر پیمانانه مهارتی یک کتاب درسی کاردانش را تشکیل می‌دهد.

پیمانانه مبانی الکتریسیته از جمله پیمانانه‌هایی است که در تمام مهارت‌های برق وجود دارد، اما از نظر سرفصل تعریف شده در استانداردها، با یکدیگر تفاوت‌هایی دارد.

جدول زیر ساعات این پیمانانه در مهارت‌های گوناگون را نشان می‌دهد. به همین دلیل تصمیم نهایی بر آن شد که کتابی با بیشترین زمان و سرفصل درسی مشترک تهیه شود که پس از تأمین نظرات کمیسیون تخصصی رشته برق این امر محقق شد. به این ترتیب کلیه رشته‌های مندرج در جدول می‌توانند از این کتاب برای آموزش مبانی الکتریسیته استفاده کنند. در این شرایط لازم است هنرآموزان و مربیان محترم با توجه به این محتوی و تعداد ساعات رشته و استاندارد استاندارد مهارتی، قسمت‌هایی از کتاب که استاندارد را پوشش می‌دهد انتخاب کرده و آموزش دهند. یادآور می‌شود ارزشیابی پایانی می‌بایست با توجه به استاندارد مهارتی که آموزش داده شده است انجام پذیرد. روند کار نگارش این کتاب بدین صورت بود که پس از تهیه جداول پیمانانه‌ها مؤلف موظف شد یک فصل را مطابق استاندارد



مهارتی مبنا نوشته و تحویل کمیته هماهنگی نماید. این کار انجام شد و کمیته هماهنگی براساس چک لیست ۲۱ ماده‌ای کار تهیه و نگارش سایر فصل‌ها ادامه یافت تا اینکه مجموعه تکمیل و تحویل کمیسیون تخصصی دفتر تألیف شد و طی مراحل مختلف نسخه دست‌نویس کتاب مورد بررسی، اصلاحات و ویراستاری فنی و ادبی قرار گرفت در نهایت مورد تصویب کمیسیون تخصصی نیز واقع شد.

جمع	ساعات تدریس		استاندارد مهارت و آموزش
	عملی	تئوری	
۱۴۲	۱۲	۱۳۰	برق صنعتی درجه ۲
۱۴۲	۱۲	۱۳۰	ماشین‌های الکتریکی درجه ۲
۱۵۰	۱۲	۱۳۸	برق ساختمان درجه ۲
۹۰	۱۰	۸۰	تعمیرکار لوازم خانگی برقی گردنده و حرارتی

همان‌گونه که اشاره شد چون مبنای تهیه کتاب‌ها از نظر کمیته هماهنگی تألیف کتاب‌های درسی شاخه‌کار دانش، استانداردهای مهارتی سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور و به روش پودمان تعیین شده بود، در این کتاب که مشتمل بر یازده فصل می‌باشد سعی شده تا این نکات رعایت شود. از آنجایی که هیچ اثری خالی از اشکال و ایراد نیست، امید است که صاحب‌نظران عزیز با ارائه پیشنهادها و انتقادهای خود برای رفع کتاب در چاپ‌های بعد، مؤلف را یاری فرمایند. در خاتمه وظیفه خود می‌دانم از اعضای کمیسیون تخصصی برق، کمیته هماهنگی و کلیه کسانی که به طرق مختلف در شکل‌گیری این کتاب، مرا یاری و راهنمایی کرده‌اند تشکر و قدردانی نمایم.

مؤلف

پودمان شماره (۱)

(M_۱)

هدف کلی پودمان

پس از پایان این پودمان مهارتی فراگیر با:
اصول مقدماتی الکتریسیته آشنا شده و توانایی انجام محاسبات و اجرای
آزمایش های مربوطه را کسب می کند.

واحد کار مبانی الکتریسیته

ساعت			عنوان توانایی	شماره توانایی	واحد کار
جمع	عملی	نظری			
۱۵۰	۱۲	۱۳۸	توانایی انجام محاسبات و آزمایشهای مربوط به اصول مقدماتی الکتریسیته	۱۳	۸
۱۵۰	۱۲	۱۳۸			جمع کل