



راهنمای جامع

## محاسبه، طراحی و تهیه مدارک مهندسی ویژه مهندسين مشاور و نظام مهندسي تجهيزات و تاسيسات برقي

### طراحی، نظارت و اجرا

به همراه ارائه مثالهای کاربردی از مدارک  
و نقشه‌های مهندسی در هر مبحث



### مؤلفان:

مهندس شایان حسام عارفی

مهندس مرده قوامی



حسام عارفی، شایان، ۱۳۶۴ -  
راهنمای جامع محاسبه، طراحی و تهیه مدارک مهندسی: مهندسیین مشاور و نظام  
مهندسی تجهیزات و تاسیسات برقی.../مولفان شایان حسام عارفی، مژده قوامی.  
تهران: نوآور.  
۳۸۰ص.  
۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۷۶۲-۴  
فیفا  
ساختمان‌ها -- تجهیزات برقی - Buildings -- Electric equipment  
مهندسی برق - Electrical engineering  
برق -- اندازه‌گیری -- ابزار و تجهیزات - Electric measurements -- Instruments  
قوامی، مژده، ۱۳۶۴ -  
۴۰۳۵TK  
۳۱۹۲۴/۶۲۱  
۹۷۰۵۴۸۵  
فیفا

سرشناسه:  
عنوان و نام پدیدآور:  
مشخصات نشر:  
مشخصات ظاهری:  
شابک:  
وضعیت فهرست نویسی:  
موضوع:  
موضوع:  
موضوع:  
شناسه افزوده:  
رده بندی کنگره:  
رده بندی دیویی:  
شماره کتابشناسی ملی:  
اطلاعات رکورد کتابشناسی:

راهنمای جامع محاسبه، طراحی و تهیه مدارک مهندسی  
ویژه مهندسیین مشاور و نظام مهندسی  
تجهیزات و تاسیسات برقی

مؤلفان: مهندس شایان حسام عارفی، مهندس مژده قوامی



نشر نوآور

ناشر: نوآور

شمارگان: ۲۰۰ نسخه

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۷۶۲-۴

مرکز پخش:

نوآور، تهران، خیابان انقلاب، خیابان فخررازی، خیابان شهدای  
ژاندارمری نرسیده به خیابان دانشگاه ساختمان ایرانیان، پلاک ۵۸  
طبقه اول، واحد ۳ تلفن: ۹۲-۶۶۴۸۴۱۹۱, www.noavarpub.com

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلفان و  
مصنفان مصوب سال ۱۳۴۸ برای ناشر محفوظ و منحصراً متعلق به نشر  
نوآور می‌باشد. لذا هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از این کتاب (از قبیل  
هر نوع چاپ، فتوکپی، اسکن، عکس‌برداری، نشر الکترونیکی، هر نوع  
انتشار به صورت اینترنتی، سی‌دی، دی‌وی‌دی، فیلم فایل صوتی یا  
تصویری و غیره) بدون اجازه کتبی از نشر نوآور ممنوع بوده و شرعاً حرام  
است و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

@Noavarpub



صفحه رسمی انتشارات نوآور در شبکه‌های اجتماعی

# فهرست مطالب

۳۵.....	۳-۴-۲ شدت روشنایی
۳۷.....	۴-۴-۲ بهره‌ی نوری
۳۷.....	۵-۴-۲ ضریب انعکاس سطوح
۳۸.....	۶-۴-۲ ضریب نگهداری چراغ
۳۸.....	۷-۴-۲ ضریب نگهداری شار لامپ
۳۸.....	۸-۴-۲ ضریب نگهداری
۳۸.....	۹-۴-۲ ضریب بهره (CU)
۳۸.....	۱۰-۴-۲ سطح کار (Work plane)
۳۹.....	۱۱-۴-۲ درخشندگی یا تراکم نور (L)
۳۹.....	۱۲-۴-۲ منحنی توزیع شدت نور (پخش نور)
۴۱.....	۱۳-۴-۲ خیرگی
۴۲.....	۱۴-۴-۲ کیفیت رنگ
۴۲.....	۱-۱۴-۴-۲ دمای حرارت رنگ نور
۴۳.....	۲-۱۴-۴-۲ ضریب برگردان رنگ
۴۳.....	۵-۲ محاسبات روشنایی داخلی
۴۴.....	۱-۵-۲ روش نقطه به نقطه
۴۴.....	۲-۵-۲ روش شار نوری (لومن)
۴۴.....	۱-۲-۵-۲ محاسبات روشنایی به روش شاخص فضا
۴۴.....	۲-۲-۵-۲ محاسبات روشنایی به روش ناحیه‌ای

## فصل سوم: آموزش نرم‌افزار DIALUX (روشنایی داخلی)..... ۴۸

۴۸.....	۱-۳ مقدمه
۴۸.....	۲-۳ محیط نرم‌افزار و ساخت پروژه و فضای جدید
۵۳.....	۳-۳ مدیریت پروژه و فضای ساخته شده
۵۳.....	۱-۳-۳ نامگذاری پروژه
۵۴.....	۲-۳-۳ نامگذاری فضا
۵۶.....	۳-۳-۳ تعیین ضریب نگهداری
۵۷.....	۴-۳-۳ تعیین ضرایب انعکاس
۵۸.....	۵-۳-۳ تعیین Workplane و Wall zone
۵۹.....	۶-۳-۳ ویرایش ابعاد اتاق
۶۰.....	۷-۳-۳ اضافه نمودن اضلاع اتاق
۶۱.....	۴-۳ نماهای مختلف فضا
۶۳.....	۵-۳ save کردن پروژه
۶۴.....	۶-۳ اضافه کردن اشیا به اتاق
۶۵.....	۱-۶-۳ تغییر ابعاد و محل شی
۶۶.....	۲-۶-۳ تعیین جنس سطوح (زبانہ COLOURS)
۶۷.....	۷-۳ انتخاب چراغ
۷۰.....	۸-۳ انتخاب نحوه چیدمان چراغ
۷۵.....	۱-۸-۳ مدیریت و اصلاح چراغهای چیده شده
۷۷.....	۹-۳ انجام محاسبات و گرفتن خروجی از نرم‌افزار
۷۸.....	۱-۹-۳ مشاهده خروجی محاسبات
۷۹.....	۲-۹-۳ آوردن اطلاعات در PDF خروجی
۸۰.....	۳-۹-۳ نکات مهم در بررسی خروجی نرم‌افزار و صحت محاسبات
۸۱.....	۴-۹-۳ ذخیره خروجی محاسبات به صورت PDF

## فصل چهارم: روشنایی بیرونی..... ۸۳

۸۳.....	۱-۴ مقدمه
۸۳.....	۲-۴ تعاریف
۸۴.....	۱-۲-۴ تعاریف کمیتهای روشنایی

## فصل اول: توان و لیست بار..... ۱۳

۱۳.....	۱-۱ مقدمه
۱۳.....	۲-۱ مفاهیم توان
۱۳.....	۱-۲-۱ توان در مدار DC
۱۴.....	۲-۲-۱ توان در مدارات تک فاز AC
۱۷.....	۳-۲-۱ مدارات AC سه فاز
۱۸.....	۱-۳-۲-۱ اتصال ستاره
۱۸.....	۲-۳-۲-۱ اتصال مثلث
۱۸.....	۳-۳-۲-۱ توان در حالت سه فاز
۱۹.....	۴-۳-۲-۱ جمع‌بندی روابط ولتاژ و جریان و توان
۱۹.....	۳-۱ لیست بار
۲۰.....	۱-۳-۱ تهیه لیست بار با تشریح یک مثال
۲۲.....	۲-۳-۱ بررسی سایر پارامترهای تأثیرگذار در تهیه لیست بار
۲۳.....	۱-۲-۳-۱ تعیین نوع تغذیه بار
۲۳.....	۲-۲-۳-۱ احتساب میزان کارکرد
۲۳.....	۳-۲-۳-۱ توان مصرفی و نامی در موتورها
۲۴.....	۳-۳-۱ یک نمونه لیست بار

## فصل دوم: روشنایی داخلی..... ۲۶

۲۶.....	۱-۲ مقدمه
۲۶.....	۲-۲ آشنایی با انواع چراغها
۲۶.....	۱-۲-۲ تعاریف
۲۶.....	۱-۱-۲-۲ چراغ
۲۷.....	۲-۱-۲-۲ بالاست (ballast)
۲۷.....	۳-۱-۲-۲ راه‌انداز (starter)
۲۸.....	۴-۱-۲-۲ ایگنیتور (ignitor)
۲۸.....	۲-۲-۲ انواع چراغها
۲۸.....	۱-۲-۲-۲ چراغ فلورسنت
۲۸.....	۲-۲-۲-۲ چراغ صنعتی High bay
۲۹.....	۳-۲-۲-۲ پروژکتور (Floodlight)
۲۹.....	۴-۲-۲-۲ چراغ خیابانی
۲۹.....	۵-۲-۲-۲ چراغ دکوراتیو
۲۹.....	۶-۲-۲-۲ چراغ LED
۳۰.....	۳-۲-۲ دسته‌بندی چراغها
۳۰.....	۱-۳-۲-۲ دسته‌بندی چراغها بر اساس نوع نصب
۳۱.....	۲-۳-۲-۲ دسته‌بندی چراغ بر اساس محل نصب
۳۱.....	۳-۳-۲-۲ طبقه‌بندی چراغها بر اساس درجه حفاظت در برابر نفوذ رطوبت و غبار (IP code)
۳۲.....	۳-۲ انواع لامپها
۳۲.....	۱-۳-۲ لامپهای رشته‌ای
۳۳.....	۲-۳-۲ لامپهای فلورسنت
۳۳.....	۳-۳-۲ لامپهای فلورسنت فشرده (کم‌مصرف)
۳۴.....	۴-۳-۲ لامپهای بخار جیوه
۳۴.....	۵-۳-۲ لامپهای بخار سدیم
۳۴.....	۶-۳-۲ لامپهای متال هالید
۳۴.....	۷-۳-۲ لامپهای LED
۳۴.....	۴-۲ تعاریف شاخص‌های کمی روشنایی
۳۵.....	۱-۴-۲ شار نوری
۳۵.....	۲-۴-۲ شدت نور

۱۱۹-۲-۲-۶- کلید دوپل، یکراه، یکخانه ..... ۱۱۹

۱۱۹-۳-۲-۶- کلید تک‌پل، یکراه، دومداره (دوخانه) ..... ۱۱۹

۱۲۰-۴-۲-۶- کلید تبدیل ..... ۱۲۰

۱۲۰-۵-۲-۶- کلید صلیبی، یک‌پل، یک‌خانه ..... ۱۲۰

۱۲۰-۶-۲-۶- کلیدهای فشاری یا شستی ..... ۱۲۰

۱۲۰-۷-۲-۶- انتخاب کلیدها بر اساس فضای مورد استفاده ..... ۱۲۰

۱۲۰-۸-۲-۶- اصول نصب کلیدها و مداربندی بر اساس مقررات ملی ساختمان ..... ۱۲۱

۱۲۲-۳-۲-۶- تهیه مدرک LIGHTING SYSTEM LAYOUT ..... ۱۲۲

۱۲۲-۱-۳-۶- تهیه نقشه روشنایی یک ساختمان اداری ..... ۱۲۲

۱۲۶-۲-۳-۶- تهیه نقشه روشنایی یک ساختمان با کاربری صنعتی ..... ۱۲۶

۱۲۸-۴-۶- پریز برق (SOCKET) ..... ۱۲۸

۱۲۹-۱-۴-۶- معرفی ..... ۱۲۹

۱۲۹-۲-۴-۶- نکات مداربندی ..... ۱۲۹

۱۲۹-۱-۲-۴-۶- محیط‌های غیرصنعتی ..... ۱۲۹

۱۳۰-۲-۲-۴-۶- محیط‌های صنعتی ..... ۱۳۰

۱۳۰-۳-۴-۶- انتخاب و نصب پریز ..... ۱۳۰

۱۳۰-۴-۴-۶- تهیه نقشه جانمایی سوکت ..... ۱۳۰

**فصل هفتم: کابل (CABLE) ..... ۱۳۲**

۱۳۲-۱-۷- مقدمه ..... ۱۳۲

۱۳۲-۲-۷- سیم ..... ۱۳۲

۱۳۴-۳-۷- آشنایی با ساختار کابل ..... ۱۳۴

۱۳۴-۱-۳-۷- هادی کابل Conductor ..... ۱۳۴

۱۳۵-۲-۳-۷- شیلد هادی Semi Conductive Conductor Screen ..... ۱۳۵

۱۳۵-۳-۳-۷- عایق کابل INSULATION ..... ۱۳۵

۱۳۶-۴-۳-۷- شیلد عایق ..... ۱۳۶

۱۳۶-۵-۳-۷- غلاف داخلی inner sheath ..... ۱۳۶

۱۳۶-۶-۳-۷- غلاف فلزی ..... ۱۳۶

۱۳۶-۷-۳-۷- آرمور armor ..... ۱۳۶

۱۳۷-۸-۳-۷- غلاف بیرونی jacket ..... ۱۳۷

۱۳۷-۴-۷- مشخصات کابل ..... ۱۳۷

۱۳۷-۱-۴-۷- ولتاژ نامی کابل ..... ۱۳۷

۱۳۷-۲-۴-۷- جریان عبوری از کابل ..... ۱۳۷

۱۳۷-۳-۴-۷- امیدانس الکتریکی هادی کابل ..... ۱۳۷

۱۳۷-۴-۴-۷- رنگ عایق هادیهای مدارهای توزیع نیرو ..... ۱۳۷

۱۳۸-۵-۴-۷- استخراج اطلاعات از روی کابل ..... ۱۳۸

۱۳۹-۵-۷- نحوه چیدمان کابلها ..... ۱۳۹

۱۴۰-۱-۵-۷- لوله برق یا کاندوبیت (conduit) ..... ۱۴۰

۱۴۱-۲-۵-۷- سینی و نردبان کابل ..... ۱۴۱

۱۴۲-۶-۷- محاسبه سایز کابل ..... ۱۴۲

۱۴۳-۱-۶-۷- محاسبه سایز کابل بر اساس جریان عبوری ..... ۱۴۳

۱۴۳-۱-۱-۶-۷- جریان‌دهی کابلها ..... ۱۴۳

۱۵۰-۲-۱-۶-۷- احتساب ضریب تصحیح ..... ۱۵۰

۱۵۱-۱-۲-۱-۶-۷- ضریب تصحیح بر اساس دمای محیط ..... ۱۵۱

۱۵۱-۲-۱-۶-۷- ضریب تصحیح بر اساس نحوه چیدمان کابلها (ضریب همجواری) ..... ۱۵۱

۱۵۲-۳-۱-۶-۷- مثال عددی از تعیین جریان دهی یک کابل ..... ۱۵۲

۱۵۶-۲-۶-۷- تعیین افت ولتاژ کابل ..... ۱۵۶

۱۵۸-۳-۶-۷- محاسبه سطح مقطع کابل در حالت اتصال کوتاه ..... ۱۵۸

۱۶۰-۴-۶-۷- مثال عددی از محاسبه سایز کابل ..... ۱۶۰

۸۴-۲-۲-۴- تعاریف قسمتهای مختلف پایه‌چراغ ..... ۸۴

۸۵-۳-۲-۴- تعاریف معیار شریانی و محلی ..... ۸۵

۸۵-۱-۳-۲-۴- معیار شریانی درجه یک ..... ۸۵

۸۶-۲-۳-۲-۴- معیار شریانی درجه دو اصلی ..... ۸۶

۸۶-۳-۳-۲-۴- معیار شریانی درجه دو فرعی ..... ۸۶

۸۶-۴-۳-۲-۴- معیار محلی ..... ۸۶

۸۶-۳-۴- پوشش سطح معبر و تأثیر آن بر روشنایی ..... ۸۶

۸۶-۱-۳-۴- معیار خشک ..... ۸۶

۸۸-۲-۳-۴- دسته‌بندی سطوح معیار مرطوب ..... ۸۸

۸۹-۴-۴- دسته‌های مختلف شرایط کاربری روشنایی ..... ۸۹

۹۰-۵-۴- کلاسهای روشنایی ..... ۹۰

۹۰-۱-۵-۴- تعاریف کلاس روشنایی ..... ۹۰

۹۰-۱-۱-۵-۴- کلاس‌های روشنایی ME ..... ۹۰

۹۰-۲-۱-۵-۴- کلاس‌های روشنایی CE ..... ۹۰

۹۰-۳-۱-۵-۴- کلاس‌های روشنایی S ..... ۹۰

۹۱-۲-۵-۴- مقایسه کلاسهای روشنایی مختلف از لحاظ سطوح روشنایی ..... ۹۱

۹۱-۳-۵-۴- کلاس روشنایی معیار شریانی و محلی ..... ۹۱

۹۱-۱-۳-۵-۴- کلاس روشنایی برای راه‌های شریانی ..... ۹۱

۹۳-۲-۳-۵-۴- کلاس روشنایی برای عوارض راهها ..... ۹۳

۹۳-۳-۵-۴- کلاس روشنایی برای راه‌های محلی ..... ۹۳

۹۴-۴-۳-۵-۴- کلاس روشنایی برای مراکز تجمع شهری ..... ۹۴

۹۴-۵-۴- تعیین کلاس روشنایی براساس استاندارد EN 13201-2 (به‌طور خلاصه) ..... ۹۴

۹۵-۶-۴- نکاتی در خصوص روشنایی محوطه و معیار ..... ۹۵

۹۶-۱-۶-۴- طراحی صحیح ..... ۹۶

۹۶-۲-۶-۴- ارتفاع نصب چراغ ..... ۹۶

۹۶-۳-۶-۴- آرایش نصب ..... ۹۶

۹۷-۴-۶-۴- فاصله از پایه‌چراغ از معبر ..... ۹۷

۹۷-۷-۴- روشنایی محوطه ..... ۹۷

**فصل پنجم: آموزش نرم‌افزار DIALUX (روشنایی بیرونی) ..... ۹۸**

۹۸-۱-۵- مقدمه ..... ۹۸

۹۸-۲-۵- ورود به فضای طراحی روشنایی معیار ..... ۹۸

۱۰۰-۳-۵- تعیین مشخصات معبر ..... ۱۰۰

۱۰۶-۴-۵- چراغ و پایه چراغ و مشخصات آن ..... ۱۰۶

۱۰۶-۱-۴-۵- انتخاب چراغ ..... ۱۰۶

۱۰۷-۲-۴-۵- چیدمان چراغ ..... ۱۰۷

۱۰۸-۳-۴-۵- مشخصات چراغ ..... ۱۰۸

۱۰۸-۴-۴-۵- تعیین مشخصات پایه چراغ ..... ۱۰۸

۱۰۹-۵-۴-۵- چیدمان پایه چراغ ..... ۱۰۹

۱۱۰-۵-۵- انجام محاسبات توسط نرم‌افزار و گرفتن خروجی ..... ۱۱۰

۱۱۰-۶-۵- نکات مهم در بررسی خروجی نرم‌افزار و صحت محاسبات ..... ۱۱۰

۱۱۳-۷-۵- روشنایی محوطه ..... ۱۱۳

۱۱۴-۱-۷-۵- ورود به بخش طراحی محوطه ..... ۱۱۴

۱۱۴-۲-۷-۵- اضافه نمودن اجزا ..... ۱۱۴

۱۱۷-۳-۷-۵- انجام محاسبات و خروجی ..... ۱۱۷

**فصل ششم: کلید و پریز ..... ۱۱۸**

۱۱۸-۱-۶- مقدمه ..... ۱۱۸

۱۱۸-۲-۶- کلیدهای روشنایی ..... ۱۱۸

۱۱۸-۱-۲-۶- کلید تک‌پل، یکراه، یک‌مداره (یک‌خانه) ..... ۱۱۸

۱۹۱-۱-۶-۸-۱ مثال شماره ۱ از تک خطی مدارها ..... ۱۹۱  
 ۱۹۴-۱-۶-۸-۲ مثال شماره ۲ از تک خطی مدارها ..... ۱۹۴  
 ۱۹۵-۲-۶-۸-۱ اسکماتیک مدار فرمان و قدرت ..... ۱۹۵  
 ۱۹۶-۱-۲-۶-۸-۱ مثال شماره ۱ از اسکماتیک ..... ۱۹۶  
 ۱۹۷-۲-۲-۶-۸-۲ مثال شماره ۲ از اسکماتیک ..... ۱۹۷

**فصل نهم: سیستم زمین (EARTHING SYSTEM) ..... ۲۰۱**

۲۰۱-۱-۹-۱ مقدمه ..... ۲۰۱  
 ۲۰۲-۲-۹-۱ تعاریف ..... ۲۰۲  
 ۲۰۲-۱-۲-۹-۱ زمین (Earth) ..... ۲۰۲  
 ۲۰۲-۲-۲-۹-۱ الکتروود ارت (زمین) ..... ۲۰۲  
 ۲۰۲-۳-۲-۹-۱ مقاومت الکتروود ارت (Rg) ..... ۲۰۲  
 ۲۰۲-۴-۲-۹-۱ سیم اتصال به زمین (سیم ارت) ..... ۲۰۲  
 ۲۰۲-۵-۲-۹-۱ سیم خنثی (نول) (N) ..... ۲۰۲  
 ۲۰۲-۶-۲-۹-۱ هادی حفاظتی (PE) ..... ۲۰۲  
 ۲۰۳-۷-۲-۹-۱ سیم مشترک ارت - نول (PEN) ..... ۲۰۳  
 ۲۰۳-۸-۲-۹-۱ ترمینال یا شینه اصلی اتصال زمین ..... ۲۰۳  
 ۲۰۳-۹-۲-۹-۱ قسمت‌های برقدار ..... ۲۰۳  
 ۲۰۳-۱۰-۲-۹-۱ همبندی سیستم ..... ۲۰۳  
 ۲۰۴-۱۱-۲-۹-۱ هادی بیگانه ..... ۲۰۴  
 ۲۰۴-۱۲-۲-۹-۱ تماس مستقیم ..... ۲۰۴  
 ۲۰۴-۱۳-۲-۹-۱ تماس غیرمستقیم ..... ۲۰۴  
 ۲۰۴-۳-۳-۹-۱ زمین حفاظتی ..... ۲۰۴  
 ۲۰۵-۱-۳-۹-۱ زمین استاتیکی ..... ۲۰۵  
 ۲۰۵-۲-۳-۹-۱ زمین تجهیزات الکتریکی ..... ۲۰۵  
 ۲۰۶-۳-۳-۹-۱ زمین الکترونیکی ..... ۲۰۶  
 ۲۰۶-۴-۳-۹-۱ زمین تعمیرات ..... ۲۰۶  
 ۲۰۷-۴-۳-۹-۱ انواع زمین الکتریکی ..... ۲۰۷  
 ۲۰۷-۱-۴-۹-۱ سیستم زمین کردن مستقیم Solidly Grounding ..... ۲۰۷  
 ۲۰۷-۲-۴-۹-۱ سیستم زمین نشده یا Ungrounded ..... ۲۰۷  
 ۲۰۸-۳-۴-۹-۱ سیستم زمین شده با مقاومت ..... ۲۰۸  
 ۲۰۸-۵-۹-۱ انواع الکتروود اتصال زمین ..... ۲۰۸  
 ۲۰۸-۱-۵-۹-۱ الکتروود صفحه‌ای ..... ۲۰۸  
 ۲۱۰-۲-۵-۹-۱ الکتروود اتصال زمین قائم ..... ۲۱۰  
 ۲۱۰-۳-۵-۹-۱ الکتروود افقی ..... ۲۱۰  
 ۲۱۲-۶-۹-۱ هدف از سیستم زمین و روند تکامل سیستم ارت ..... ۲۱۲  
 ۲۱۲-۱-۶-۹-۱ شبکه برق بدون اتصال به زمین ..... ۲۱۲  
 ۲۱۳-۲-۶-۹-۱ برقراری اتصال به زمین در شبکه ..... ۲۱۳  
 ۲۱۴-۳-۶-۹-۱ اتصال مستقیم بدنه تجهیزات الکتریکی به زمین ..... ۲۱۴  
 ۲۱۵-۴-۶-۹-۱ استفاده از کلیدهای قطع کننده ..... ۲۱۵  
 ۲۱۵-۵-۶-۹-۱ نقش هادی‌های بیگانه ..... ۲۱۵  
 ۲۱۶-۶-۶-۹-۱ استفاده از هادی حفاظتی مجزا (PE) ..... ۲۱۶  
 ۲۱۷-۷-۹-۱ طبقه‌بندی سیستم‌های اتصال به زمین فشار ضعیف ..... ۲۱۷  
 ۲۱۸-۱-۷-۹-۱ سیستم TN ..... ۲۱۸  
 ۲۱۸-۱-۱-۷-۹-۱ سیستم TN - C ..... ۲۱۸  
 ۲۱۹-۲-۱-۷-۹-۱ سیستم TN-S ..... ۲۱۹  
 ۲۱۹-۳-۱-۷-۹-۱ سیستم TN-C-S ..... ۲۱۹  
 ۲۲۰-۲-۷-۹-۱ سیستم TT ..... ۲۲۰  
 ۲۲۰-۳-۷-۹-۱ سیستم IT ..... ۲۲۰  
 ۲۲۰-۸-۹-۱ مفاهیم پتانسیل زمین، ولتاژ سطح، ولتاژ گام و تماس ..... ۲۲۰  
 ۲۲۰-۱-۸-۹-۱ حداکثر پتانسیل زمین (Ground Potential Rise) GPR ..... ۲۲۰

۱۶۱-۷-۷-۲ تهیه مدارک مهندسی ..... ۱۶۱

**فصل هشتم: تابلوهای برق فشار ضعیف ..... ۱۶۴**

۱۶۴-۱-۱-۸ مقدمه ..... ۱۶۴  
 ۱۶۴-۲-۱-۸ تعریف تابلوی فشار ضعیف ..... ۱۶۴  
 ۱۶۴-۳-۱-۸ تقسیم‌بندی تابلوها ..... ۱۶۴  
 ۱۶۵-۱-۳-۸-۱ انواع تابلو از لحاظ کاربرد در شبکه توزیع ..... ۱۶۵  
 ۱۶۵-۲-۳-۸-۱ انواع تابلو از لحاظ محل نصب ..... ۱۶۵  
 ۱۶۵-۳-۳-۸-۱ انواع تابلوها از لحاظ ایستایی ..... ۱۶۵  
 ۱۶۶-۴-۳-۸-۱ تقسیم‌بندی تابلوها به لحاظ ثابت و کشویی بودن ..... ۱۶۶  
 ۱۶۷-۵-۳-۸-۱ انواع تابلو از لحاظ ساختار حفاظت فیزیکی ..... ۱۶۷  
 ۱۶۷-۶-۳-۸-۱ تقسیم‌بندی تابلوها به لحاظ دسترسی ..... ۱۶۷  
 ۱۶۷-۴-۸-۱ ابعاد و چیدمان تابلوها ..... ۱۶۷  
 ۱۶۸-۵-۸-۱ تجهیزات تابلو برق ..... ۱۶۸  
 ۱۶۸-۱-۵-۸-۱ کلید مینیاتوری ..... ۱۶۸  
 ۱۶۹-۲-۵-۸-۱ کلید اتوماتیک ..... ۱۶۹  
 ۱۶۹-۱-۲-۵-۸-۱ معرفی کلید MCCB ..... ۱۶۹  
 ۱۷۰-۲-۲-۵-۸-۱ تعیین رنج جریان کلید ..... ۱۷۰  
 ۱۷۱-۳-۲-۵-۸-۱ منحنی زمان جریان کلید ..... ۱۷۱  
 ۱۷۲-۳-۵-۸-۱ کلید محافظ موتور ..... ۱۷۲  
 ۱۷۲-۱-۳-۵-۸-۱ معرفی MPCB ..... ۱۷۲  
 ۱۷۲-۲-۳-۵-۸-۱ انتخاب کلید MPCB مناسب ..... ۱۷۲  
 ۱۷۳-۳-۳-۵-۸-۱ منحنی جریان زمان ..... ۱۷۳  
 ۱۷۴-۴-۵-۸-۱ کلید اتوماتیک هوایی ..... ۱۷۴  
 ۱۷۶-۵-۵-۸-۱ کلید محافظ جان ..... ۱۷۶  
 ۱۷۸-۶-۵-۸-۱ فیوز ..... ۱۷۸  
 ۱۷۸-۱-۶-۵-۸-۱ معرفی ..... ۱۷۸  
 ۱۷۹-۲-۶-۵-۸-۱ فیوز حرارتی ذوب شونده یا فشنگی ..... ۱۷۹  
 ۱۸۰-۳-۶-۵-۸-۱ فیوز آلفا (اتوماتیک) ..... ۱۸۰  
 ۱۸۱-۴-۶-۵-۸-۱ فیوز کاردی (چاقویی) ..... ۱۸۱  
 ۱۸۱-۷-۵-۸-۱ کنتاکتور (Contactor) ..... ۱۸۱  
 ۱۸۴-۸-۵-۸-۱ شینه (BUSBAR) ..... ۱۸۴  
 ۱۸۴-۹-۵-۸-۱ کلید گردان ..... ۱۸۴  
 ۱۸۵-۱۰-۵-۸-۱ فتوسل ..... ۱۸۵  
 ۱۸۶-۱۱-۵-۸-۱ آمپر متر (AMMETER) ..... ۱۸۶  
 ۱۸۶-۱۲-۵-۸-۱ ولت‌متر (VOLTMETER) ..... ۱۸۶  
 ۱۸۶-۱۳-۵-۸-۱ ترانس جریان ..... ۱۸۶  
 ۱۸۹-۱۴-۵-۸-۱ ترانس ولتاژ (PT یا VT) ..... ۱۸۹  
 ۱۸۹-۱۵-۵-۸-۱ کلاس دقت PPT ها ..... ۱۸۹  
 ۱۸۹-۱۵-۵-۸-۱ رله‌های حفاظتی ..... ۱۸۹  
 ۱۹۰-۱-۱۵-۵-۸-۱ رله کاهش ولتاژ ..... ۱۹۰  
 ۱۹۰-۲-۱۵-۵-۸-۱ رله توالی فازها ..... ۱۹۰  
 ۱۹۰-۳-۱۵-۵-۸-۱ رله جریان زیاد لحظه‌ای ..... ۱۹۰  
 ۱۹۰-۴-۱۵-۵-۸-۱ رله جریان زیاد تأخیری ..... ۱۹۰  
 ۱۹۰-۵-۱۵-۵-۸-۱ رله حرارتی ..... ۱۹۰  
 ۱۹۰-۶-۱۵-۵-۸-۱ رله اتصال زمین لحظه‌ای ..... ۱۹۰  
 ۱۹۰-۷-۱۵-۵-۸-۱ رله اتصال زمین تأخیری ..... ۱۹۰  
 ۱۹۱-۸-۱۵-۵-۸-۱ رله افزایش ولتاژ ..... ۱۹۱  
 ۱۹۱-۹-۱۵-۵-۸-۱ رله لاک اوت (قفل کننده) ..... ۱۹۱  
 ۱۹۱-۶-۸-۱ تک خطی و سه خطی ..... ۱۹۱  
 ۱۹۱-۱-۶-۸-۱ تک خطی تابلو برق ..... ۱۹۱

۲۶۳ ..... ۱-۱-۱۱ مقدمه

۲۶۳ ..... ۲-۱۱ سیستم اعلام حریق

۲۶۴ ..... ۱-۲-۱۱ معرفی تجهیزات اعلام حریق

۲۶۴ ..... ۱-۱-۲-۱۱ شستی (Manual Call Point)

۲۶۴ ..... ۲-۱-۲-۱۱ دتکتورها

۲۶۴ ..... ۱-۲-۱-۲-۱۱ دتکتور دودی (Smoke Detector)

۲۶۷ ..... ۲-۲-۱-۲-۱۱ دتکتور حرارتی (Heat Detector)

۲۶۸ ..... ۳-۲-۱-۲-۱۱ دتکتور گازی (GAS DETECTOR)

۲۶۸ ..... ۴-۲-۱-۲-۱۱ دتکتور شعله (FLAME DETECTOR)

۲۶۹ ..... ۳-۱-۲-۱۱ تابلوی کنترل اعلام حریق

۲۷۰ ..... ۴-۱-۲-۱۱ آژیر و تجهیزات خروجی اعلام حریق

۲۷۲ ..... ۲-۲-۱۱ انواع سیستم اعلام حریق

۲۷۲ ..... ۱-۲-۲-۱۱ سیستم مرسوم (CONVENTIONAL)

۲۷۳ ..... ۲-۲-۲-۱۱ سیستم آدرس پذیر (ADDRESABLE)

۲۷۴ ..... ۳-۲-۱۱ مدارک مهندسی

۲۷۴ ..... ۱-۳-۲-۱۱ مثال از طراحی سیستم اعلام حریق متعارف

۲۷۶ ..... ۲-۳-۲-۱۱ مثال طراحی از سیستم آدرس پذیر

۲۷۷ ..... ۳-۱۱ سیستم صوتی

۲۷۷ ..... ۱-۳-۱۱ بلندگوها

۲۷۸ ..... ۲-۳-۱۱ نویز

۲۷۸ ..... ۳-۳-۱۱ اختلاف فشار صوتی

۲۷۹ ..... ۴-۳-۱۱ فشار صدای خروجی بلندگو

۲۷۹ ..... ۵-۳-۱۱ ضریب پیک (peak factor)

۲۸۰ ..... ۶-۳-۱۱ حداکثر فاصله تحت پوشش یک بلندگو

۲۸۱ ..... ۷-۳-۱۱ کابل کشی و طراحی نقشه سیستم فراخوان

۲۸۳ ..... ۴-۱۱ سیستم تلفن

۲۸۳ ..... ۱-۴-۱۱ سیستم آنالوگ

۲۸۳ ..... ۱-۱-۴-۱۱ تابلوی تقسیم اصلی

۲۸۳ ..... ۲-۱-۴-۱۱ کابل کشی تلفن

۲۸۴ ..... ۳-۱-۴-۱۱ مرکز سوئیچ تلفن

۲۸۴ ..... ۲-۴-۱۱ فن آوری IP TELEPHONY

۲۸۴ ..... ۳-۴-۱۱ یک نمونه مدرک مهندسی نقشه تلفن

۲۸۵ ..... ۵-۱۱ سیستم آنتن مرکزی

۲۸۶ ..... ۱-۵-۱۱ اجزای اصلی آنتن مرکزی

۲۸۶ ..... ۱-۱-۵-۱۱ واحد گیرنده

۲۸۶ ..... ۲-۱-۵-۱۱ واحد توزیع

۲۸۷ ..... ۲-۵-۱۱ طراحی سیستم توزیع آنتن مرکزی

**فصل دوازدهم: ترانسفورماتور (TRANSFORMER) ..... ۲۹۱**

۲۹۱ ..... ۱-۱۲ مقدمه

۲۹۱ ..... ۲-۱۲ ساختار ترانسفورماتور

۲۹۲ ..... ۱-۲-۱۲ سیم پیچ ها (Windings)

۲۹۲ ..... ۲-۲-۱۲ هسته (core)

۲۹۳ ..... ۳-۱۲ مشخصات فنی ترانسفورماتور

۲۹۳ ..... ۱-۳-۱۲ ولتاژ

۲۹۳ ..... ۲-۳-۱۲ جریانهای الکتریکی (CURRENTS)

۲۹۴ ..... ۳-۳-۱۲ SN (قدرت نامی)

۲۹۴ ..... ۴-۳-۱۲ تلفات (LOSSES)

۲۹۴ ..... ۵-۳-۱۲ امپدانس ولتاژ UK%

۲۹۴ ..... ۶-۳-۱۲ اتصال کوتاه

۲۹۵ ..... ۷-۳-۱۲ کلاس عایقی

۲۲۱ ..... ۲-۸-۹ ولتاژ سطحی (SURFACE VOLTAGE)

۲۲۱ ..... ۳-۸-۹ ولتاژ تماس (TOUCH VOLTAGE)

۲۲۲ ..... ۴-۸-۹ ولتاژ گام (STEP VOLTAGE)

۲۲۳ ..... ۵-۸-۹ ولتاژ مش (MESH VOLTAGE)

۲۲۳ ..... ۶-۸-۹ ولتاژ انتقالی (ترانسفر) (TRANSFER VOLTAGE)

۲۲۴ ..... ۹-۹-۹ محاسبات سیستم زمین

۲۲۴ ..... ۱-۹-۹ تعاریف

۲۲۴ ..... ۱-۱-۹-۹ اتصال

۲۲۴ ..... ۲-۱-۹-۹ جریان اتصال به زمین (جریان اتصال کوتاه)

۲۲۴ ..... ۳-۱-۹-۹ ILG

۲۲۴ ..... ۴-۱-۹-۹ IG

۲۲۵ ..... ۵-۱-۹-۹ (Split Factor) SF

۲۲۶ ..... ۶-۱-۹-۹ CP

۲۲۶ ..... ۲-۹-۹ محاسبه سطح مقطع هادی شبکه زمین

۲۲۸ ..... ۳-۹-۹ محاسبه مقاومت سیستم زمین

۲۲۸ ..... ۱-۳-۹-۹ محاسبه مقاومت هادیهای افقی شبکه زمین

۲۳۰ ..... ۲-۳-۹-۹ محاسبه مقاومت هادی عمودی (میله راد)

۲۳۰ ..... ۳-۳-۹-۹ محاسبه مقاومت متقابل هادیهای افقی و عمودی (میله های راد) بر حسب اهم

۲۳۰ ..... ۴-۹-۹ محاسبه ولتاژهای گام و تماس مجاز

۲۳۲ ..... ۱۰-۹-۹ تهیه مدارک مهندسی

۲۳۲ ..... ۱-۱۰-۹ مدرک محاسبات شبکه زمین اصلی

۲۳۵ ..... ۲-۱۰-۹ Main Grounding Layout مدرک

۲۳۶ ..... ۱-۲-۱۰-۹ ایجاد ارت تجهیزات و ارت الکترونیکی و در نظر گرفتن رایزر برای ساختمانها

۲۳۷ ..... ۲-۲-۱۰-۹ ارت الکترونیکی در پروژه های نفت و گاز

۲۳۸ ..... ۳-۱۰-۹ تهیه نقشه های اتصال تجهیزات فلزی به سیستم زمین

**فصل دهم: حفاظت در برابر صاعقه ..... ۲۴۱**

۲۴۱ ..... ۱-۱۰ مقدمه

۲۴۱ ..... ۲-۱۰ ضرورت سنجی

۲۴۱ ..... ۱-۲-۱۰ تعریف Ng

۲۴۳ ..... ۲-۲-۱۰ تعریف Ae

۲۴۳ ..... ۳-۲-۱۰ تعریف Nd

۲۴۳ ..... ۴-۲-۱۰ تعریف Ne

۲۴۴ ..... ۵-۲-۱۰ مقایسه

۲۴۵ ..... ۳-۱۰ تعیین کلاس حفاظتی

۲۴۶ ..... ۴-۱۰ روش های حفاظت در مقابل برخورد صاعقه

۲۴۶ ..... ۱-۴-۱۰ صاعقه گیر میله ساده

۲۴۷ ..... ۱-۱-۴-۱۰ صاعقه گیر میله ساده بر اساس تئوری زاویه

۲۴۸ ..... ۲-۱-۴-۱۰ صاعقه گیر میله ساده بر اساس تئوری گوی غلطان

۲۵۰ ..... ۳-۱-۴-۱۰ مقایسه روشهای گوی غلطان و زاویه

۲۵۱ ..... ۲-۴-۱۰ صاعقه گیر قفس فارادی

۲۵۲ ..... ۳-۴-۱۰ صاعقه گیر بیونیزکننده

۲۵۶ ..... ۵-۱۰ هادی پایین رونده یا میانی

۲۵۶ ..... ۱-۵-۱۰ مشخصات هادی میانی

۲۵۸ ..... ۲-۵-۱۰ تست کلمپ

۲۶۰ ..... ۳-۵-۱۰ همبندی اتصالات

۲۶۱ ..... ۶-۵-۱۰ سیستم زمین شبکه صاعقه گیر

**فصل یازدهم: سیستمهای جریان ضعیف ..... ۲۶۳**

۳۲۰ ..... ۲-۷-۱۳- محاسبه سایز و انتخاب دیزل و ژنراتور.....

۳۲۳ ..... ۸-۱۳- دیتاشیت دیزل ژنراتور (DATASHEET).....

**فصل چهاردهم: برق فوق اضطراری (U.P.S)..... ۳۲۶**

۳۲۶ ..... ۱-۱۴- مقدمه.....

۳۲۷ ..... ۲-۱۴- اجزای UPS.....

۳۲۷ ..... ۳-۱۴- انواع UPS.....

۳۲۷ ..... ۱-۳-۱۴- DC UPS.....

۳۲۸ ..... ۲-۳-۱۴- AC UPS.....

۳۲۸ ..... ۱-۲-۳-۱۴- OFF LINE UPS.....

۳۲۹ ..... ۲-۲-۳-۱۴- LINE INTERACTIVE UPS.....

۳۳۰ ..... ۳-۲-۳-۱۴- ON LINE UPS.....

۳۳۱ ..... ۴-۲-۳-۱۴- DOUBLE ساختار.....

۳۳۲ ..... ۴-۱۴- باتری‌ها.....

۳۳۲ ..... ۱-۴-۱۴- آشنایی کلی با باتری‌ها و انواع آن.....

۳۳۳ ..... ۲-۴-۱۴- مشخصات باتریها.....

۳۳۴ ..... ۳-۴-۱۴- شارژ نمودن باتری.....

۳۳۴ ..... ۴-۴-۱۴- شناخت بیشتر باتری‌های پرکاربرد (سرب اسید و نیکل کادمیوم).....

۳۳۵ ..... ۱-۴-۴-۱۴- باتری سرب اسید.....

۳۳۵ ..... ۲-۴-۴-۱۴- باتری نیکل کادمیوم.....

۳۳۶ ..... ۵-۴-۱۴- تأثیر دما بر جریاندهی باتری‌ها.....

۳۳۷ ..... ۶-۴-۱۴- تأثیر دما بر عمر باتری.....

۳۳۸ ..... ۷-۴-۱۴- تعیین تعداد سلول باتری و دراپر.....

۳۳۹ ..... ۸-۴-۱۴- محاسبه سایز باتری.....

۳۴۴ ..... ۵-۱۴- محاسبه سایز شارژر.....

۳۴۵ ..... ۶-۱۴- محاسبه سایز اینورتر.....

۳۴۵ ..... ۷-۱۴- محاسبه سایز ترانس بای پس.....

۳۴۶ ..... ۸-۱۴- دیتاشیت (DATA SHEET).....

۳۴۶ ..... ۱-۸-۱۴- یک نمونه دیتاشیت شارژر.....

۳۴۷ ..... ۲-۸-۱۴- یک نمونه دیتاشیت اینتورتر.....

۳۴۷ ..... ۳-۸-۱۴- یک نمونه دیتاشیت ترانس بای‌پس.....

**فصل پانزدهم: بانک خازنی (Capacitor Bank)..... ۳۴۹**

۳۴۹ ..... ۱-۱۵- مقدمه.....

۳۴۹ ..... ۲-۱۵- توان اکتیو و راکتیو و دلیل اصلاح ضریب توان.....

۳۵۰ ..... ۳-۱۵- مشخصات خازنها.....

۳۵۲ ..... ۴-۱۵- رفتار خازنها در مدار.....

۳۵۲ ..... ۵-۱۵- اثر هارمونیک بر روی خازنها.....

۳۵۳ ..... ۶-۱۵- اجزای اصلی تابلوی بانک خازنی.....

۳۵۵ ..... ۷-۱۵- آرایش پله‌ها.....

۳۵۵ ..... ۸-۱۵- محاسبه ظرفیت بانک خازنی مورد نیاز برای اصلاح ضریب توان.....

۳۵۶ ..... ۹-۱۵- تعیین کلید و فیوز و کنتاکتور برای هر پله خازن (Lv).....

۳۵۸ ..... ۱۰-۱۵- تهیه مدرک مهندسی تک خطی مربوط به بانک خازنی.....

۳۶۰ ..... پیوست شماره ۱.....

۳۷۱ ..... پیوست شماره ۲.....

**منابع و مأخذ..... ۳۷۸**

۲۹۶ ..... ۸-۳-۱۲- گروه برداری.....

۲۹۶ ..... ۹-۳-۱۲- تنظیم ولتاژ با استفاده از تپ چنجر.....

۲۹۶ ..... ۱-۹-۳-۱۲- تپ چنجر غیر قابل عملکرد زیر بار.....

۲۹۷ ..... ۲-۹-۳-۱۲- تپ چنجر قابل عملکرد زیر بار.....

۲۹۷ ..... ۴-۱۲- انواع ترانس از لحاظ نحوه خنک کردن.....

۲۹۷ ..... ۱-۴-۱۲- ترانسفورماتور خشک.....

۲۹۸ ..... ۲-۴-۱۲- ترانسفورماتور روغنی (Oil Immersed).....

۲۹۸ ..... ۱-۲-۴-۱۲- ترانسهای روغنی با منبع انبساط (کنسرواتوری).....

۲۹۹ ..... ۲-۲-۴-۱۲- ترانسهای روغنی بصورت کاملاً بسته (هرمتیک).....

۳۰۰ ..... ۱-۲-۲-۴-۱۲- ترانس‌های هرمتیک بدون بالشتک گازی.....

۳۰۰ ..... ۲-۲-۴-۱۲- ترانس‌های هرمتیک با بالشتک گازی.....

۳۰۲ ..... ۵-۱۲- نحوه محاسبه سایز ترانسفورماتور.....

۳۰۲ ..... ۱-۵-۱۲- عوامل موثر در سایز ترانسفورماتور.....

۳۰۲ ..... ۱-۱-۵-۱۲- ارتفاع از سطح دریا.....

۳۰۲ ..... ۲-۱-۵-۱۲- تأثیر دما و بازه زمانی کارکرد ترانس.....

۳۰۳ ..... ۲-۵-۱۲- مثال عددی از محاسبه سایز ترانسفورماتور.....

۳۰۳ ..... ۶-۱۲- دیتاشیت (DATASHEET) ترانسفورماتور.....

**فصل سیزدهم: دیزل ژنراتور (DIESEL GENERATOR)..... ۳۰۶**

۳۰۶ ..... ۱-۱۳- مقدمه.....

۳۰۶ ..... ۲-۱۳- بارهای اضطراری.....

۳۰۷ ..... ۳-۱۳- آشنایی با موتور ژنراتور.....

۳۰۹ ..... ۴-۱۳- موتورهای مکانیکی.....

۳۰۹ ..... ۱-۴-۱۳- دسته‌بندی موتورهای مکانیکی از نظر سوخت.....

۳۰۹ ..... ۱-۱-۴-۱۳- موتور گازوئیل سوز.....

۳۰۹ ..... ۲-۱-۴-۱۳- موتور گازسوز.....

۳۱۰ ..... ۳-۱-۴-۱۳- موتور دوگانه سوز.....

۳۱۰ ..... ۴-۱-۴-۱۳- موتورهای بنزین سوز.....

۳۱۰ ..... ۲-۴-۱۳- اجزای موتور مکانیکی.....

۳۱۱ ..... ۳-۴-۱۳- مشخصات موتورهای مکانیکی.....

۳۱۱ ..... ۴-۴-۱۳- نوع کارکرد موتور مکانیکی.....

۳۱۲ ..... ۱-۴-۴-۱۳- کارکرد CONTINUOUS.....

۳۱۲ ..... ۲-۴-۴-۱۳- کارکرد PRIME.....

۳۱۲ ..... ۳-۴-۴-۱۳- کارکرد STAND BY.....

۳۱۳ ..... ۵-۴-۱۳- تأثیر آب و هوا بر کارکرد موتورهای مکانیکی.....

۳۱۳ ..... ۵-۱۳- ژنراتور.....

۳۱۳ ..... ۱-۵-۱۳- مشخصات ژنراتور.....

۳۱۴ ..... ۲-۵-۱۳- نوع کارکرد ژنراتور.....

۳۱۴ ..... ۱-۲-۵-۱۳- CONTINUOUS (40 OC).....

۳۱۴ ..... ۲-۲-۵-۱۳- STANDBY.....

۳۱۵ ..... ۳-۵-۱۳- تأثیر آب و هوا بر کارکرد ژنراتور.....

۳۱۵ ..... ۴-۵-۱۳- تغییرات‌گذرای ولتاژ.....

۳۱۵LOAD APPLICATION , LOAD REJECTION..... ۱-۴-۵-۱۳

۳۱۶ ..... ۲-۴-۵-۱۳- MOTOR STARTING.....

۳۱۸ ..... ۶-۱۳- کوپل شدن موتور و ژنراتور.....

۳۱۸ ..... ۱-۶-۱۳- سرعت چرخش دیزل و ژنراتور.....

۳۱۸ ..... ۲-۶-۱۳- مد کارکرد دیزل و ژنراتور.....

۳۱۸ ..... ۷-۱۳- سایزینگ دیزل ژنراتور.....

۳۱۸ ..... ۱-۷-۱۳- محاسبه توان خروجی دیزل ژنراتور.....

نشر نوآور ضمن ارج نهادن و قدردانی از اعتماد شما به کتاب‌های این انتشارات، به استحضارتان می‌رساند که همکاران این انتشارات، اعم از مؤلفان و مترجمان و کارگروه‌های مختلف آماده‌سازی و نشر کتاب، تمامی سعی و همت خود را برای ارائه کتابی درخور و شایسته شما فرهیخته گرامی به کار بسته‌اند و تلاش کرده‌اند که اثری را ارائه نمایند که از حداقل‌های استاندارد یک کتاب خوب، هم از نظر محتوایی و غنای علمی و فرهنگی و هم از نظر کیفیت شکلی و ساختاری آن، برخوردار باشد.

با این وجود، علی‌رغم تمامی تلاش‌های این انتشارات برای ارائه اثری با کمترین اشکال، باز هم احتمال بروز ایراد و اشکال در کار وجود دارد و هیچ اثری را نمی‌توان الزاماً مبرا از نقص و اشکال دانست. از سوی دیگر، این انتشارت بنابه تعهدات حرفه‌ای و اخلاقی خود و نیز بنابه اعتقاد راسخ به حقوق مسلم خوانندگان گرامی، سعی دارد از هر طریق ممکن، به‌ویژه از طریق فراخوان به خوانندگان گرامی، از هرگونه اشکال احتمالی کتاب‌های منتشره خود آگاه شده و آن‌ها را در چاپ‌ها و ویرایش‌های بعدی آن‌ها رفع نماید.

لذا در این راستا، از شما فرهیخته گرامی تقاضا داریم در صورتی که حین مطالعه کتاب، با غلط‌های محتوایی و املائی برخورد نمودید، لطفاً این موارد را در کتاب و یا برگه جداگانه‌ای یادداشت نمایید و به صورت عکس، به همراه ذکر نام و شماره تماس خود، از طریق منوی بالای سایت نوآور، قسمت پشتیبانی (تیکت) و یا اسکن کردن بارکد زیر به واحد علمی ارسال نمایید، تا این موارد بررسی شده و در چاپ‌ها و ویرایش‌های بعدی کتاب، اعمال و اصلاح گردد و باعث هرچه پربارتر شدن محتوای کتاب و ارتقاء سطح کیفی، شکلی و ساختاری آن گردد.

نشر نوآور، ضمن ابراز امتنان از این عمل متعهدانه و مسئولانه شما خواننده فرهیخته و گرانقدر، به منظور تقدیر و تشکر از این همدلی و همکاری علمی و فرهنگی، پس از بررسی کارشناسان نوآور، در صورتی که اصلاحات درست و بجا باشد، متناسب با میزان موارد ارسال شده، به رسم ادب و قدرشناسی، کد تخفیفی جهت خرید کتاب‌های نشر نوآور به شما ارائه می‌شود.

همچنین نشر نوآور و پدیدآورندگان کتاب، از هرگونه پیشنهادها، نظرات، انتقادات و راه‌کارهای شما عزیزان در راستای بهبود کتاب، و هرچه بهتر شدن سطح کیفی و علمی آن صمیمانه و مشتاقانه استقبال می‌نمایند.

در همین راستا از طریق پشتیبانی سایت (تیکت) با ما در ارتباط باشید.

QR Code Scan

دسترسی سریع به پشتیبانی (تیکت)

واحد علمی - گزارش اصلاحات





## تقدیم‌نامه

تقدیم به پدر و مادر فداکار و مهربانمان که توانستیم در سایه وجودشان در راه علم و دانش تلاش نماییم. آنها که بودنشان تاج افتخاری است بر سرمان و نامشان دلیلی برای بودنمان. و تقدیم به ؛  
فرزند دلبندمان که وجودش امیدبخش روح و جانمان است.

### مطالبی که در این کتاب فرا خواهید گرفت:

- مفاهیم توان الکتریکی و تهیه لیست بار الکتریکی
- طراحی روشنایی داخل و خارج ساختمانها و همچنین معابر با نرم افزار DIALUX
- آشنایی با نحوه تهیه نقشه سیستم روشنایی و سوکت برق
- آشنایی با سیم و کابل و نحوه محاسبه سائز کابل و عوامل موثر در آن
- آشنایی با تجهیزات تابلوهای LV و نحوه تهیه نقشه تک خطی و سه خطی
- مفاهیم سیستم زمین و صاعقه گیر و محاسبات مربوط به آن
- آشنایی با سیستمهای جریان ضعیف اعم از سیستم اعلام حریق، تلفن، فراهخوان (PAGING)، آنتن و همچنین محاسبات و نحوه تهیه نقشه‌های مهندسی مربوط به آنها
- آشنایی با ترانسفورماتور و نحوه محاسبه سائز ترانسفورماتور
- آشنایی با دیزل ژنراتور و نحوه محاسبه سائز آن
- آشنایی با سیستمهای DC و UPS و باتری و نحوه محاسبه تجهیزات مربوطه اعم از شارژر، اینورتر، باتری و غیره.
- آشنایی با بانک خازنی و محاسبات مربوطه

در سالهای اولیه تجربه کاری و ورود به صنعت برق، تلاش بسیاری در جهت فراگیری نکات طراحی و محاسبه و اجرای سیستمهای تأسیسات الکتریکی و تجهیزات الکتریکی و همچنین نحوه تهیه مدارک مختلف مهندسی نمودیم. از آنجا که در کتب دانشگاهی کمتر به این نکات کاربردی پرداخته می‌شود و یک کتاب جامع در جهت تجمیع این نکات وجود ندارد، لذا برآن شدیم که بعد از کسب تجربه در پروژه‌های مختلف در شرکتهای مهندسی مشاور خصوصا شرکت مهندسی مشاور موندکو ایران (گروه مینا)، و انجام طراحی و نظارت در پروژه‌های مسکونی، اداری، تجاری و صنعتی و همچنین فعالیت در سازمان نظام مهندسی استان تهران، مجموعه‌ای کامل از نکات و اصول مربوط به نحوه طراحی و تهیه مدارک مهندسی که در انجام پروژه‌های صنعتی و غیر صنعتی مورد نیاز می‌باشد، گرد آوری نماییم که ماحصل آن، کتابی است که در دست شماست.

مهندسین فارغ التحصیل از دانشگاه، با ورود به عرصه کار با سوالهای بسیاری در خصوص طراحی سیستمهای الکتریکی مواجه می‌شوند. لذا بیشترین کاربرد این کتاب برای مهندسینی می‌باشد که پا به عرصه طراحی و محاسبه و همچنین نظارت تأسیسات الکتریکی ابنیه گذاشته‌اند که با مراجعه به بخشهای مختلف این کتاب می‌توانند اطلاعات مفید و مکفی در خصوص نحوه طراحی و تهیه مدارک مختلف برقی کسب نمایند.

این کتاب از دو بخش اصلی تشکیل شده است. بخش اول مربوط به تأسیسات الکتریکی می‌باشد. تأسیسات الکتریکی شامل سیستم روشنایی، سوکت برق، سیستم زمین و صاعقه گیر و همچنین سیستمهای جریان ضعیف از قبیل اعلام حریق و تلفن و آنتن و غیره می‌باشد. جهت تهیه مدارک مهندسی تأسیسات الکتریکی نیاز است با نحوه تولید لیست بار الکتریکی و تابلو برق و تجهیزات داخل آن و همچنین سیم و کابل و محاسبات مربوط به آنها آشنا بود که سعی شده است تمام این موضوعات در یازده فصل اول کتاب گنجانده شود.

بخش دوم کتاب شامل آشنایی و فراگیری نحوه محاسبه سائز تجهیزات الکتریکی از قبیل ترانسفورماتور، دیزل ژنراتور، UPS، DC، باتری و بانک خازنی می‌باشد. قطعا در هر پروژه‌ای چنین تجهیزاتی وجود دارد که مهندس طراح می‌بایست با نحوه محاسبه سائز این تجهیزات آشنا باشد. این موضوعات در فصلهای دوازده الی پانزده گنجانده شده است.

### کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب

مطابق با قانون حقوق مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب سال ۱۳۴۸ و آیین‌نامه اجرایی آن مصوب ۱۳۵۰، برای ناشر محفوظ و منحصراً متعلق به نشر نوآور است. لذا هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از مطالب، اشکال، نمودارها، جداول و تصاویر این کتاب، در دیگر کتب، مجلات، نشریات، سایت‌ها، شبکه‌های اجتماعی و موارد دیگر، و نیز هر گونه بهره‌برداری از مطالب این کتاب تحت هر عنوانی از قبیل چاپ، فتوکپی، اسکن، تایپ از آن، تهیه فایل پی‌دی‌اف و عکس‌برداری از کتاب، و همچنین هر نوع انتشار به صورت اینترنتی، الکترونیکی، سی‌دی، دی‌وی‌دی، فیلم، فایل صوتی یا تصویری و غیره بدون اجازه کتبی از نشر نوآور ممنوع و غیرقانونی بوده و شرعاً نیز حرام است، و متخلفین تحت پیگرد قانونی و قضایی قرار می‌گیرند.

### ماده ۲۳ قانون حمایت حقوق مؤلفان و مصنفان و هنرمندان:

هر کس تمام یا قسمتی از اثر دیگری را که مورد حمایت این قانون است بنام خود یا بنام پدیدآورنده بدون اجازه او و یا عالماً و عامداً بنام شخص دیگری غیر از پدیدآورنده، نشر یا پخش یا عرضه کند به حبس تأدیبی از ۶ ماه تا ۳ سال محکوم خواهد شد.

با توجه به اینکه هیچ کتابی از کتب نشر نوآور به صورت فایل ورد یا پی‌دی‌اف و موارد این‌چنین، توسط این انتشارات در هیچ سایت اینترنتی و یا شبکه اجتماعی ارائه نشده است، لذا در صورتی که هر سایت، کانال و گروهی در شبکه‌های اجتماعی اقدام به تایپ، اسکن و یا موارد مشابه نماید و کل یا قسمتی از متن کتب نشر نوآور را در رسانه‌های مذکور قرار دهد و یا اقدام به فروش آن نماید، توسط کارشناسان امور اینترنتی این انتشارات که روزانه محتوای سایت‌ها و شبکه‌های اجتماعی را پایش می‌نمایند، بررسی و در صورت مشخص شدن هرگونه تخلف، ضمن اینکه این کار از نظر قانونی غیر مجاز و از نظر شرعی نیز حرام می‌باشد، وکیل قانونی انتشارات از طریق وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، پلیس فتا (پلیس رسیدگی به جرایم رایانه‌ای و اینترنتی) و نیز سایر مراجع قانونی، اقدامات مقتضی را به عمل آورده، و طی انجام مراحل قانونی و اقدامات قضایی، خاطیان را مورد پیگرد قانونی و قضایی قرار داده و کلیه خسارات وارده به این انتشارات و مؤلف از متخلفان اخذ خواهد شد.

همچنین در صورتی که هر یک از کتابفروشی‌ها، اقدام به تهیه کپی، جزوه، چاپ دیجیتال، چاپ اُفست و ... از کتب انتشارات نوآور نموده و اقدام به فروش آن نمایند، ضمن اطلاع‌رسانی تخلفات کتابفروشی مزبور به سایر همکاران و مؤرّعین محترم، از طریق وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، اتحادیه ناشران، و انجمن ناشران دانشگاهی و نیز مراجع قانونی و قضایی اقدام به استیفای حقوق خود از متخلف می‌نماید.

بعضاً مشاهده می‌شود که افراد ناآگاه بدون اطلاع از موارد و ماده قانون فوق (و حتی گاهی با نیت کمک به دیگران) اقدام به انتشار فایل کتاب ناشر در شبکه‌های اجتماعی یا فضای مجازی می‌نمایند و با اینکار علاوه به وارد نمودن خسارات جبران‌ناپذیر به ناشر و مؤلف، باعث تعطیلی و بیکاری خیل عظیمی از شاغلین در بسیاری از مشاغل مربوط به کتاب مانند ناشر، مؤلف، کتابفروش، لیتوگرافی، صحافی، چاپخانه، موزع و ... می‌گردند. و از طرف دیگر شخص خاطی با این کار مورد شکایت حقوقی و کیفری ناشر و مؤلف قرار می‌گیرد و باید علاوه بر پرداخت تمامی خسارات وارده به ناشر و مؤلف، متحمل جزای حبس تأدیبی نیز باشد. لذا خواهشمند است با آگاهی از مطالب فوق، ناشران را در ارائه خدمات هر چه بیشتر و بهتر یاری فرمایید.

**خرید، فروش، تهیه، استفاده و مطالعه از روی نسخه غیراصل کتاب، از نظر قانونی غیرمجاز، و شرعاً نیز حرام است.**

انتشارات نوآور از خوانندگان گرامی خود درخواست دارد که در صورت مشاهده هر گونه تخلف از قبیل موارد فوق، مراتب را از طریق تلفن‌های انتشارات نوآور به شماره‌های ۹۲-۰۲۱ ۶۶۴۸۴۱۹۰ و یا از طریق منوی بالای سایت نشر نوآور، قسمت پشتیبانی (تیکت) و یا اسکن کردن بارکد زیر به واحد مدیریت ارسال نمایید، تا از تضییع حقوق ناشر، پدیدآورنده و نیز خود خوانندگان محترم جلوگیری به عمل آید، و در راستای انجام این امر مهم، به عنوان تشکر و قدردانی، از کتب انتشارات نوآور نیز هدیه دریافت نمایند.

QR Code Scan

دسترسی سریع به پشتیبانی (تیکت)

واحد مدیریت - گزارش تخلفات



## فصل اول

### توان و لیست بار (Power and load list)

پس از مطالعه این فصل، با مباحث زیر آشنا خواهید شد:  
آشنایی با مفاهیم توان اکتیو و راکتیو و ظاهری  
آشنایی با لیست بار و نحوه تولید آن

کلمات کلیدی: توان اکتیو، توان راکتیو، توان ظاهری، لیست بار، تک فاز، سه فاز، ستاره، مثلث

#### ۱-۱- مقدمه

برای شروع بخش الکتريکال هر پروژه، ابتدا می‌بایست مصرف‌کننده‌های الکتریکی آن را شناخت تا بتوان تجهیزات الکتریکی مورد نیاز برای تغذیه این بارها را محاسبه و طراحی نمود. برای این مهم می‌بایست ابتدا به تهیه لیستی از مصرف‌کننده‌ها پرداخت که در آن توان مفید و غیر مفید و جریان بارها مشخص گردد.

در این فصل ابتدا به مفاهیم پایه در خصوص توان پرداخته می‌شود سپس توضیحاتی در خصوص تهیه لیست بار آورده خواهد شد و نکات مهم برای تهیه مدرک مهندسی "لیست بار" (LOAD LIST) ذکر خواهد گردید و یک نمونه ساده از این مدرک جهت آشنایی، ارائه خواهد شد.

#### ۱-۲- مفاهیم توان

در این قسمت به تشریح مفاهیم و روابط مابین ولتاژ و جریان و توان مصرفی بارهای الکتریکی می‌پردازیم و سپس فرمولهای متداول برای مدارات AC, DC و تک فاز و سه فاز را جمع‌بندی می‌نماییم.

##### ۱-۲-۱- توان در مدار DC

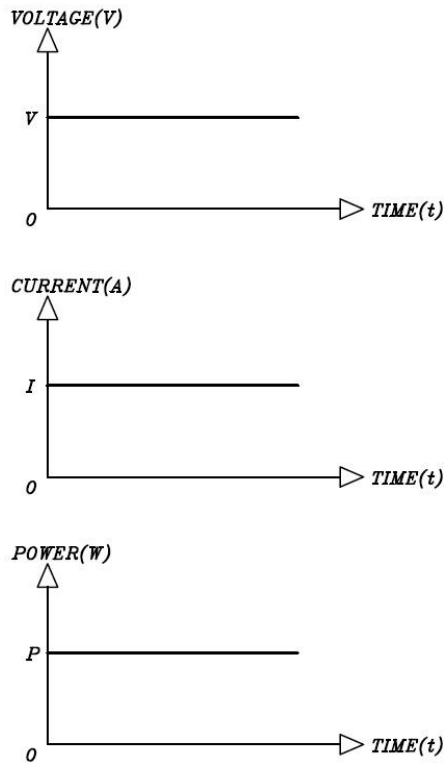
در ساده‌ترین حالت، فرض کنید که یک بار الکتریکی وجود دارد که از ولتاژ و جریان DC تغذیه می‌گردد.



شکل ۱-۱- یک مدار ساده DC

در مدارات DC با توجه به ثابت بودن میزان ولتاژ و جریان در هر لحظه، توان لحظه‌ای (که از

حاصل ضرب جریان و ولتاژ در هر لحظه از زمان به دست می‌آید، در هر لحظه از زمان، یک عدد ثابت می‌باشد. برای روشن شدن مطلب به شکل زیر توجه گردد.

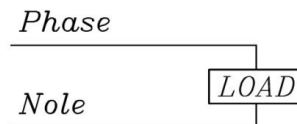


شکل ۱-۲- نمودار ولتاژ و جریان و توان نسبت به تغییرات زمان در سیستم DC

در واقع در هر لحظه توان در سیستم DC برابر است با:  $P=V.I$  و با توجه به ثابت بودن مقادیر ولتاژ و جریان، این مقدار در هر لحظه از زمان، ثابت است.

### ۱-۲-۲- توان در مدارات تک فاز AC

حال به تحلیل مدارات AC تک‌فاز می‌پردازیم. فرض کنید مصرف‌کننده‌ای از مقاومت تشکیل است. یعنی یک بار اهمی محسوب می‌گردد.

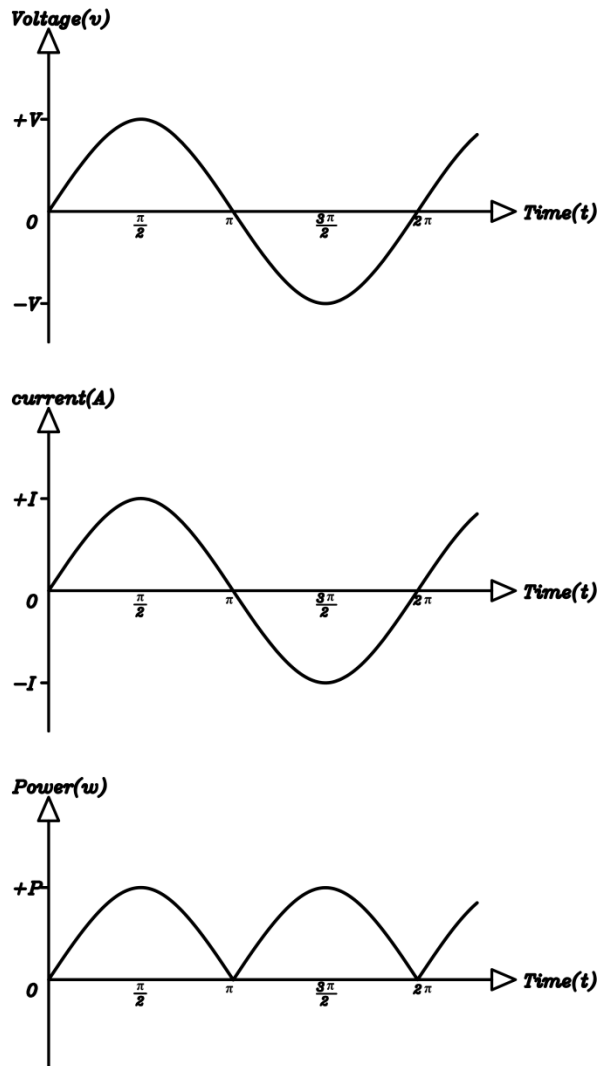


شکل ۱-۳- مدار ساده تک فاز AC

در صورتی که این بار را به یک منبع تغذیه AC متصل کنیم، از این بار اهمی، جریانی سینوسی می‌گذرد که این جریان هم فاز با ولتاژ می‌باشد. بدین معنی که منحنی سینوسی ولتاژ و جریان، همزمان با هم در بالاترین نقطه و پایین‌ترین نقطه قرار دارند. یعنی هم فاز هستند.



این موضوع در شکل زیر نشان داده شده است.

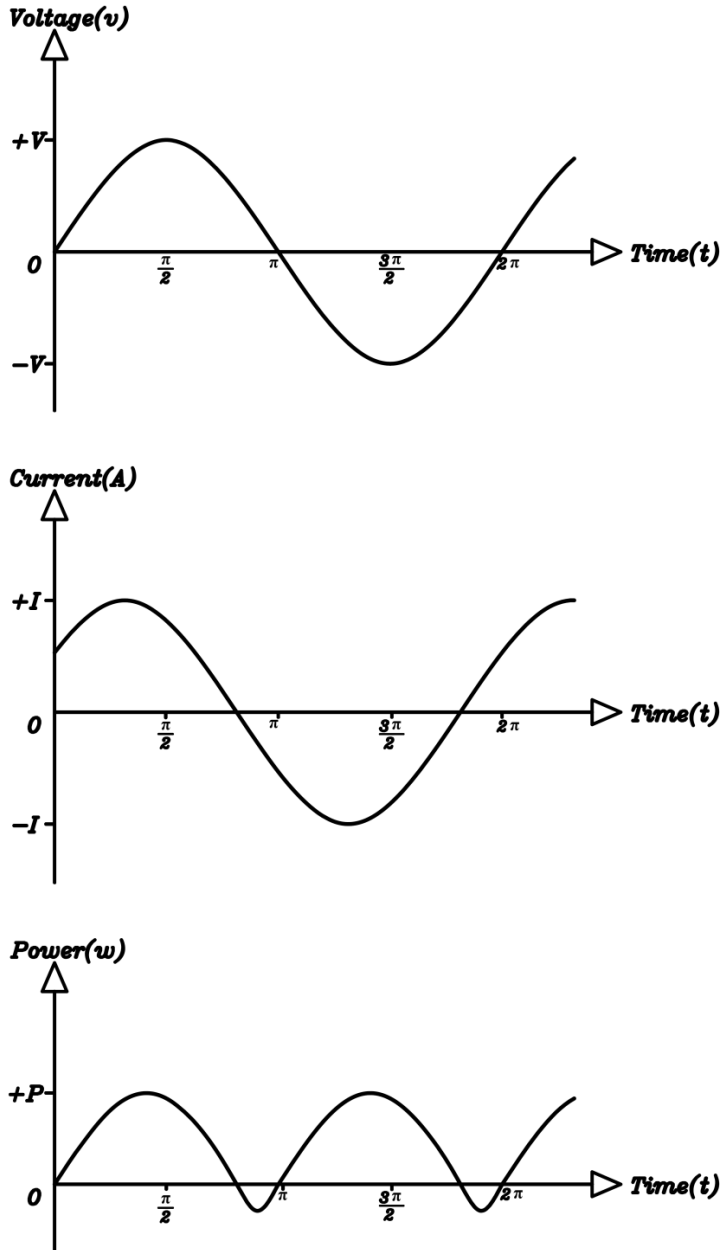


شکل ۱-۴- نمودار ولتاژ و جریان و توان نسبت به تغییرات زمان در سیستم AC برای بار اهمی

همان طور که مشاهده می‌شود، زمانی که ولتاژ و جریان در پیک مقدار هستند، توان نیز در بالاترین مقدار خود می‌باشد. توجه شود که به دلیل اهمی بودن بار و هم فاز بودن ولتاژ و جریان، مقدار توان همیشه مثبت است (بالای محور افقی می‌باشد).

حال اگر مداری را در نظر بگیریم که علاوه بر بار اهمی، دارای بار سلفی و یا خازنی نیز باشد، در این صورت دیگر جریان و ولتاژ مدار با یکدیگر همفاز نبوده و تغییرات جریان و ولتاژ همزمان نخواهد بود. به مدارات سلفی که فاز جریان از فاز ولتاژ عقبتر است، پس فاز (LAGGING) می‌گویند. به مدارات خازنی که فاز جریان از فاز ولتاژ جلوتر است، پیش فاز (LEADING) می‌گویند.

معمولاً اکثر مصرف‌کننده‌های الکتریکی مانند موتورها، حالت سلفی دارند. برای بررسی تغییرات توان در هر لحظه، در ادامه نمودار یک مدار سلفی بررسی می‌گردد:



شکل ۱-۵- نمودار ولتاژ و جریان و توان نسبت به تغییرات زمان در سیستم AC (بار اهمی- سلفی)

همان طور که دیده می‌شود، توان در برخی لحظات منفی است. این بدان معنی است که مقداری از توان که در بار به صورت ذخیره باقی مانده، در این لحظات، از بار به منبع برگشته است. در حقیقت



بخشی از انرژی که از منبع به بار منتقل می‌شود، درون خازن‌ها یا سلف‌های بار ذخیره شده و دوباره در یک بازه زمانی دیگر به منبع منتقل می‌شود. این بخش از انرژی مرتباً در هر سیکل، بین بار و منبع جابجا شده و کار مفیدی را انجام نمی‌دهد.

میزان توان متوسطی که در هر سیکل به بار منتقل می‌شود را می‌توان از کم‌کردن سطح زیر محور مختصات از سطح بالای محور به دست آورد. می‌توان ثابت کرد که این میزان برابر با رابطه زیر خواهد بود:

$$P = V_r \cdot I_r \cdot \cos \Phi$$

که در آن  $V_r$  و  $I_r$  به ترتیب مقادیر مؤثر ولتاژ و جریان و  $\Phi$  اختلاف فاز بین شکل موج‌های ولتاژ و جریان است. این توان، توان مفید و یا حقیقی یا اکتیو (active power) نامیده می‌شود که واحد آن وات ( $W$ ) می‌باشد و با علامت ( $P$ ) مشخص می‌گردد.

مقدار  $\cos \Phi$ ، ضریب توان یا Power Factor نامیده می‌شود. در واقع ضریب توان بیان‌گر این موضوع است که چه بخشی از توان کل (ظاهری) به توان مفید تبدیل می‌شود.

به حاصل ضرب مقادیر مؤثر ولتاژ و جریان، توان ظاهری گفته می‌شود. واحد نشان‌دهنده مقدار توان ظاهری، ولت آمپر ( $VA$ ) می‌باشد که با حرف  $S$  نشان داده می‌شود.

$$S = V_r \cdot I_r$$

برای به دست آوردن مقدار توان غیر مفید می‌توان از فرمول زیر بهره گرفت:

$$Q = V_r \cdot I_r \cdot \sin \Phi$$

که در آن  $V_r$  و  $I_r$  به ترتیب مقادیر مؤثر ولتاژ و جریان و  $\Phi$  اختلاف فاز بین شکل موج‌های ولتاژ و جریان است. به توان غیر مفید، توان راکتیو، توان اکتیو و یا موهومی نیز گفته می‌شود (Reactive power) و با حرف  $Q$  نشان داده می‌شود. واحد توان راکتیو ( $VAR$ ) (وار) می‌باشد. همان طور که توضیح داده شد این توان در واقع بیانگر میزان متوسط توانی است که در هر سیکل بین بار و منبع جابجا می‌شود و کار مفیدی انجام نمی‌دهد. می‌توان ثابت کرد که بین توان‌های تعریف شده یعنی توان اکتیو، راکتیو و ظاهری رابطه زیر برقرار می‌باشد:

$$P^2 + Q^2 = S^2$$

که در آن  $P$  توان اکتیو،  $Q$  توان راکتیو و  $S$  توان ظاهری است.

توجه گردد که تا اینجا، در خصوص مدار  $AC$  تک فاز بحث نمودیم. لذا منظور از ولتاژ و جریان موثر، ولتاژ مابین فاز و پتانسیل صفر (نول) می‌باشد. در ادامه فصل، در خصوص مدارات سه فاز بحث خواهد شد.

### ۱-۲-۳- مدارات $AC$ سه فاز

همان طور که می‌دانیم مدارات سه فاز معمولاً به دو صورت ستاره و یا مثلث بسته می‌شوند. در اینجا شمایی از هر یک آورده می‌شود و روابط بین ولتاژ و جریان و توان، برای هر یک ذکر می‌گردد.

قبل از آوردن انواع مداربندی سه فاز، چند تعریف ساده بیان می‌گردد:

ولتاژ فاز ( $V_p$ ): اختلاف ولتاژی است که مابین یک فاز و نقطه پتانسیل صفر وجود دارد. در واقع ولتاژ روی مصرف‌کننده است.

ولتاژ خط ( $V_L$ ): اختلاف ولتاژی است که مابین دو فاز وجود دارد.

جریان فاز ( $I_p$ ): جریانی است که از هر مصرف‌کننده می‌گذرد.

جریان خط ( $I_L$ ): جریانی است که به طور مجزا از هر خط می‌گذرد.