



# فرمولر برق

جهت دسترسی سریع و آسان به فرمول‌ها، جداول و اشکال

## تأسیسات برقی

ویژه آزمون‌های نظام مهندسی

صلاحیت طراحی، نظارت و اجرا



مؤلفان:

دکتر ایمان سریری

مهندس سمیه شوگردزاده

مهندس حامد ملکی



سریری آجیلی، ایمان، ۱۳۵۹  
فرمولر برق جهت دسترسی سریع و آسان به فرمول‌ها، جداول و اشکال تأسیسات برقی / مولفان: ایمان سریری  
آجیلی، سمیه شوگردزاده، حامد ملکی  
تهران، نوآور، ۱۴۰۱.  
۱۷۶ص.  
۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۶۳۶-۸  
فیبای مختصر  
شوگردزاده، سمیه، ۱۳۶۲-  
ملکی، حامد، ۱۳۶۲-  
۸۸۸۷۹۴۲  
فیبا

سرشناسه:  
عنوان و نام‌پدیدآور:  
مشخصات نشر:  
مشخصات ظاهری:  
شابک:  
وضعیت فهرست‌نویسی:  
شناسه افزوده:  
شناسه افزوده:  
شماره کتابشناسی ملی:  
اطلاعات رکورد کتابشناسی:

## فرمولر برق جهت دسترسی سریع و آسان به فرمول‌ها، جداول و اشکال تأسیسات برقی



نشر نوآور

مؤلفان: دکتر ایمان سریری، مهندس سمیه شوگردزاده،  
مهندس حامد ملکی  
ناشر: نوآور  
شمارگان: ۵۰۰ نسخه  
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۶۳۶-۸

مرکز پخش:

نوآور، تهران، خیابان انقلاب، خیابان فخررازی، خیابان شهدای  
ژاندارمری نرسیده به خیابان دانشگاه ساختمان ایرانیان، پلاک ۵۸،  
طبقه اول، واحد ۳ تلفن: ۰۲۱۶۶۴۸۴۱۹۱-۹۲ 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.

لطفاً جهت دریافت الحاقات و اصلاحات احتمالی این کتاب به سایت انتشارات نوآور مراجعه فرمایید.

www.noavarpub.com

Splus.ir/noavarpub

Eitaa.ir/noavarpub

https://telegram.me/noavarpub

# فهرست مطالب

۱۱	فصل اول: دیماند و انشعابات (ضریب بار، درخواست، همزمانی).....
۱۱	نحوه تبدیل آمپراژ کنتور به توان (کیلووات).....
۱۲	روش‌های برآورد بار بلوکهای ساختمانی.....
۱۴	فصل دوم: توان و انرژی.....
۱۴	سیستم تک فاز.....
۱۴	سیستم سه فاز.....
۱۵	محاسبه توان مورد نیاز خازن.....
۱۷	توان خازن $Q_c$ با داشتن ظرفیت خازن.....
۱۷	محاسبه ظرفیت خازن مورد نیاز.....
۱۷	توان خازن موتور در جبران سازی انفرادی.....
۱۷	مشخصات بانکهای خازنی تکفاز و سه فاز.....
۱۷	توان خازن مورد نیاز برای ترانسفورماتور.....
۱۸	انتخاب تجهیزات حفاظتی بانک خازنی.....
۱۸	رابطه قدرت خازن و ظرفیت.....
۱۸	تغییرات ولتاژ و فرکانس و اثر آن بر قدرت خازن.....
۱۸	اثر ضریب قدرت در مقدار افزایش و یا کاهش جریان ورودی.....
۱۹	جبران سازی گروهی لامپهای تخلیه ای.....
۱۹	ترانس جریان و ولتاژ.....
۲۰	نکات کلی CT و PT.....
۲۱	فصل سوم: کابل و افت ولتاژ.....
۲۱	محاسبه افت ولتاژ در سیستم‌های تک فاز و سه فاز (روش جریانی).....
۲۱	تکفاز.....
۲۳	نصب کابل به صورت آویز بین دو یا چند تیر.....
۲۳	شعاع خمش کابل‌ها.....
۲۴	محاسبه وزن سیم.....
۲۷	فصل چهارم: حفاظت و کنترل.....
۲۷	اتصال کوتاه در مدارهای سه فاز.....
۲۸	اتصال کوتاه فاز به ارت در مدارهای سه فاز و تک‌فاز.....
۲۸	طراحی حفاظت برق گرفتگی توسط کلید اتوماتیک.....
۲۸	حفاظت برق گرفتگی سیستم TT توسط فیوز، مینیاتوری، کلید اتوماتیک.....
۲۸	مینیاتوری.....
۲۹	محاسبات قدرت قطع کلیدهای حفاظتی تابلو ترانس (ترانس‌های موازی).....

- ۳۰..... شرط قطع مدار در زمان مجاز.....
- ۳۱..... تعویض وسیله حفاظتی.....
- ۳۱..... حفاظت پشتیبان مینیاتوری.....
- فصل پنجم: هارمونیک**..... ۳۳
- ۳۳..... ضریب پیک.....
- ۳۵..... هارمونیک سوم در نول.....
- ۳۵..... پیوستگی: (آزمون پیوستگی).....
- ۳۵..... شرایط آزمون پیوستگی همبندی اصلی.....
- ۳۷..... هارمونیک و عوامل زبان آور آنها و تاثیر آن در مقاطع هادی فازها و نول.....
- ۳۷..... عمده‌ترین بارهایی که هارمونیک‌ها را تولیدی می‌کنند، عبارتند از.....
- ۳۷..... آثار هارمونیک.....
- ۳۷..... مهمترین مشکلاتی که توسط هارمونیک‌های ولتاژ تولید می‌شوند.....
- ۳۸..... کرسر فاکتور.....
- ۳۹..... تقسیم‌بندی موتورهای الکتریکی.....
- ۳۹..... روتور ماشین القایی بر دو نوع است.....
- ۴۰..... لغزش و درصد لغزش.....
- ۴۰..... روش‌های راه‌اندازی موتور القایی سه فاز.....
- ۴۱..... گشتاور و موتور.....
- ۴۱..... تلفات متغیر.....
- فصل ششم: ترانسفورماتور**..... ۴۳
- ۴۳..... فشار مغناطیسی ایجاد شده در هسته ترانسفورماتور.....
- ۴۳..... روابط محاسبه امپدانس در ترانس.....
- ۴۴..... درصد تنظیم ولتاژ و افت و ولتاژ در ترانس.....
- ۴۴..... درصد ولتاژ اتصال کوتاه %uk.....
- ۴۴..... تلفات و راندمان ترانسفورماتور.....
- ۴۴..... راندمان (بازده یا ضریب بهره).....
- ۴۴..... ضریب بارگیری از ترانس.....
- ۴۵..... راندمان دوره‌ای  $\eta_{AD}$  ترانسفورماتورها.....
- ۴۵..... گروه برداری (اتصال) ترانس.....
- ۴۵..... روابط پارامترهای ترانس.....
- ۴۵..... موازی بستن ترانسفورماتورهای سه فاز.....
- ۴۸..... محاسبات بر پایه پریونیت.....
- ۴۹..... سهم بار ترانس.....
- ۴۹..... در حالت موازی.....
- ۵۰..... حداکثر بار در ترانس‌های موازی.....
- ۵۰..... نحوه محاسبه ظرفیت ترانسفورماتور.....

۵۰	..... شیوه محاسبه قدرت دیزل ژنراتور
۵۰	..... قدرت یا دیماندر مصرفی P
۵۰	..... ضریب ناشی از ارتفاع و درصد ناشی از تغییر ارتفاع
۵۰	..... نحوه محاسبه مصرف سوخت برای دیزل ژنراتور
۵۱	..... حجم منبع سوخت ذخیره به ازای Day روز
۵۱	..... طراحی UPS
۵۱	..... محاسبه زمان پشتیبانی باتری
۵۱	..... انواع ساختار UPS
۵۲	..... روابط تکمیلی
۵۲	..... آزمایش اتصال کوتاه ترانسفورماتور
۵۲	..... آزمایش مدار باز (بی باری) ترانسفورماتور
۵۳	..... پریونیت و کاربرد آن
۵۳	..... آزمایش اتصال کوتاه در پریونیت
۵۳	..... اتصال کوتاه ترانسفورماتور در ولتاژ نامی شبکه
۵۳	..... طراحی تلفات ترانسفورماتور
۵۳	..... تلفات هسته ثابت
۵۳	..... تلفات مس به بار وابسته است
۵۴	..... طراحی تلفات ترانسفورماتور
۵۴	..... راندمان ماکزیمم در ترانسفورماتور
۵۴	..... محاسبه رگولاسیون و افت ولتاژ در ترانس
۵۷	..... <b>فصل هفتم: زمین و مقاومت الکتریکی آن</b>
۵۷	..... روابط الکتروود صفحه‌ای
۵۷	..... روابط الکتروود قائم
۵۸	..... الکتروودهای افقی
۶۰	..... چگالی شدت جریان در سطح الکتروودها
۶۱	..... آیین‌نامه ۴۹۲-۳ خلاصه روش تغییر یافته ونر
۶۱	..... الکتروود زمین برای انتخاب فشار ضعیف
۶۳	..... <b>فصل هشتم: خواص سیستم‌های TT و TN</b>
۶۳	..... خواص سیستم TN
۶۴	..... دلایل برق دار شدن نول
۶۴	..... محاسبات ولتاژ تماس و جریان برق‌گرفتگی در سیستم‌های برق‌رسانی
۶۴	..... برق‌گرفتگی مستقیم در سیستم TT و TN
۶۵	..... برق‌گرفتگی مستقیم در سیستم معیوب IT
۶۶	..... برق‌گرفتگی غیر مستقیم در سیستم بدون ارت (هادی حفاظتی)
۶۶	..... برق‌گرفتگی غیر مستقیم در سیستم TT
۶۷	..... برق‌گرفتگی غیر مستقیم در سیستم IT

۶۷	..... جریان برق گرفتگی بدون همبندی کردن
۷۴	..... <b>فصل نهم: روشنایی</b>
۷۴	..... مراحل محاسبات روشنایی
۷۹	..... محاسبه روشنایی خارجی
۸۰	..... محاسبات کلیدهای خودکار مینیاتوری
۸۳	..... <b>فصل دهم: آسانسور و پله برقی</b>
۸۳	..... حداکثر و حداقل مساحت مجار داخل کابین
۸۴	..... محاسبه حداقل تعداد چراغ چاه آسانسور
۸۴	..... محاسبه ارتفاع چاه آسانسور
۸۴	..... حداقل ابعاد موتورخانه مشترک
۸۵	..... پلکان برقی
۸۵	..... محاسبه تعداد پله برقی
۸۶	..... ارتفاع هر پله
۸۶	..... توان خروجی موتور پلکان برقی
۸۹	..... <b>فصل یازدهم: جریان ضعیف آنتن مرکزی - اعلان حریق - سیستم‌های صوتی</b>
۸۹	..... نحوه محاسبه حداقل قدرت تقویت کننده آنتن مرکزی
۸۹	..... افت پریزها
۹۰	..... افت جعبه تقسیم‌ها
۹۱	..... آشکارسازهای حرارتی و دودی
۹۱	..... فرمول‌ها و روابط (بخش اعلان حریق)
۹۲	..... استاندارد BS5839
۹۶	..... اصول و مبانی طراحی صوتی و فرمول و روابط آن
۹۶	..... افزایش طراحی و محاسبات بلندگوهای سقفی
۹۷	..... الگوهای اجرایی بلندگوها
۹۷	..... قدرت آمپلی فایر از بلندگو
۹۸	..... محاسبه راندمان Eff و SPL و LPA
۹۹	..... پیوست یک جداول مبحث ۱۳، راهنمای مبحث ۱۳ و نشریه ۱۱۰
۱۵۷	..... پیوست دوم جداول مبحث ۱۹
۱۷۶	..... منابع و مأخذ

## مقدمه مؤلف

انگیزه اصلی برای انتشار این کتاب، تسلط، تقویت و همچنین دسترسی سریع و آسان به فرمول‌ها و روابط در آزمون نظام مهندسی طراحی، نظارت و اجرا در تاسیسات برقی می‌باشد. در این کتاب روش حل سریع و آسان با بیانی ساده و البته طبقه‌بندی شده با توجه به آزمون‌های چند دوره اخیر و تجربه مؤلف در زمینه آزمون‌های نظام مهندسی برق آورده شده است. نقش کلیدی در هر موفقیتی طرز فکر درست، نظم، اشتیاق و وقت‌شناسی است. جداول مهم و کاربردی در مبحث ۱۳ (طرح و اجرای تاسیسات برقی ساختمان/ ویرایش سوم ۱۳۹۵)، مبحث ۱۵ (آسانسور و پله برقی/ ویرایش ۱۳۹۲)، مبحث ۱۹ (صرفه‌جویی در مصرف انرژی / ویرایش چهارم ۱۳۹۹) و همچنین کتاب راهنمای طرح و اجرای تاسیسات برقی ساختمان‌ها و نشریه ۱۱۰ گردآوری شده است. این کتاب جایگزین خوبی برای فرمول‌ها و روابط پراکنده‌ای است که گاه‌گاه داوطلبان عزیز بر سر جلسه آزمون با خود در سیاهه‌ای به صورت دست‌نویس می‌آورند. با آرزوی موفقیت برای تمامی داوطلبان آزمون نظام مهندسی تاسیسات برقی امیدواریم که این کتاب در جهت پیشبرد اهداف ایشان گامی متعال بردارد. در پایان، بر خود لازم می‌دانیم از تمامی کسانی که ما را در تهیه این کتاب یاری رساندند به ویژه خانواده‌های صبورمان صمیمانه تشکر نماییم.

Noavar33@yahoo.com

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 انتشارات 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 رفع نماید.

لذا در این راستا، از شما فرهیخته گرامی تقاضا داریم در صورتی که حین مطالعه کتاب با اشکالات، نواقص و یا ایرادهای شکلی یا محتوایی در آن برخورد نمودید، اگر اصلاحات را بر روی خود کتاب انجام داده‌اید پس از اتمام مطالعه، کتاب ویرایش‌شده خود را با هزینه انتشارات نوآور، پس از هماهنگی با انتشارات، ارسال نمایید، و نیز چنانچه اصلاحات خود را بر روی برگه جداگانه‌ای یادداشت نموده‌اید، لطف کرده عکس یا اسکن برگه مزبور را با ذکر نام و شماره تلفن تماس خود به ایمیل انتشارات نوآور 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، به‌منظور تقدیر و تشکر از این همدلی و همکاری علمی و فرهنگی، در صورتی که اصلاحات درست و بجا باشند، متناسب با میزان اصلاحات، به رسم ادب و قدردانی، نسخه دیگری از همان کتاب و یا چاپ اصلاح‌شده آن و نیز از سایر کتب منتشره خود را به‌عنوان هدیه، به انتخاب خودتان، برایتان ارسال می‌نماید، و در صورتی که اصلاحات تأثیرگذار باشند در مقدمه چاپ بعدی کتاب نیز از زحمات شما تقدیر 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.



نشر نوآور

تلفن: ۰۲-۶۶۴۸۴۱۹۱

[www.noavarpub.com](http://www.noavarpub.com)

[info@noavarpub.com](mailto:info@noavarpub.com)



هر چیزی که ذهن انسان بتواند تصور و باور کند، می‌تواند به آن دست پیدا کند.

نایلتون هیل

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 منحصرأ متعلق به نشر نوآور است. لذا هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از مطالب، اشکال، نمودارها، جداول، تصاویر این کتاب در دیگر کتب، مجلات، نشریات، سایت‌ها و موارد دیگر، و نیز هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از کتاب به هر شکل از قبیل هر نوع چاپ، فتوکپی، اسکن، تایپ از کتاب، تهیه پی‌دی‌اف از کتاب، عکس‌برداری، نشر الکترونیکی، هر نوع انتشار به صورت اینترنتی، سی‌دی، وی‌دی، 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.

با توجه به اینکه هیچ کتابی از کتب نشر نوآور به صورت فایل ورد یا پی‌دی‌اف و موارد این چنین، توسط این انتشارات در هیچ سایت اینترنتی ارائه نشده است، لذا در صورتی که هر سایتی اقدام به تایپ، اسکن و یا موارد مشابه نماید و کل یا قسمتی از متن کتب نشر نوآور را در سایت خود قرار داده و یا اقدام به فروش آن نماید، توسط کارشناسان امور اینترنتی این انتشارات، که مسئولیت اداره سایت را به عهده دارند و به طور روزانه به بررسی محتوای سایت‌ها می‌پردازند، بررسی و در صورت مشخص شدن هرگونه تخلف، ضمن اینکه این کار از نظر قانونی غیرمجاز 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، اقدام به مسدود نمودن سایت متخلف کرده و طی انجام مراحل قانونی و اقدامات قضایی، خاطیان را مورد پیگرد قانونی و قضایی قرار داده و کلیه خسارات وارده به این انتشارات از متخلف اخذ می‌گردد.

همچنین در صورتی که هر کتابفروشی، اقدام به تهیه کپی، جزوه، چاپ دیجیتال، چاپ ریسو، اُفست از کتب انتشارات نوآور نموده و اقدام به فروش آن نماید، 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 کتابفروشی متخلف می‌نماید.

**خرید، فروش، تهیه، استفاده و مطالعه از روی**

**نسخه غیر اصل کتاب شرعاً 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 شماره ۲-۰۲۱ ۶۶۴۸۴۱۹۱ و یا از طریق (تلگرام انتشارات) ۰۹۱۰۲۹۹۱۰۸۹ و یا از طریق ایمیل [info@noavarpub.com](mailto:info@noavarpub.com) و یا از طریق منوی تماس با ما در سایت [www.noavarpub.com](http://www.noavarpub.com) به این انتشارات ابلاغ نمایید تا از تضييع حقوق ناشر، پدیدآورنده و نیز خود خوانندگان محترم جلوگیری به عمل آید. و نیز به عنوان تشکر و قدردانی از کتب انتشارات نوآور هدیه دریافت نمایید.

## فصل اول

### دیماند و انشعابات (ضریب بار، درخواست، همزمانی)

محاسبه بهای کل مصرفی، شرایط عدم پرداخت بهای ناشی از توان راکتیو مصرفی:

بهای ناشی از توان راکتیو مصرفی + بهای توان اکتیو مصرفی + بهای دیماند = بهای کل پرداختی

(بهای توان اکتیو مصرفی + بهای دیماند) × ضریب زیان = بهای ناشی از توان راکتیو مصرفی

(بهای توان اکتیو + بهای دیماند) × (ضریب زیان + 1) = بهای کل پرداختی

$$\text{ضریب زیان} = \frac{0/9}{\cos \varphi} - 1 \Rightarrow \cos \varphi = \frac{0/9}{1 + \text{ضریب زیان}}$$

$$1 + \text{ضریب زیان} = \begin{cases} \frac{0/9}{\cos \varphi} & \cos \varphi < 0/9 \\ 1 & \cos \varphi \geq 0/9 \end{cases}$$

$$D_p = \begin{cases} 0/9 \times D & D_M \leq 0/9 \times D \\ D_M & 0/9 \times D < D_M \leq D \\ D_M + BTD & D_M > D \end{cases}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} D \rightarrow \text{دیماند قرار دادی (خریداری)} \\ D_m \rightarrow \text{دیماند مصرفی (ماکزیمم توان مصرفی در 15 دقیقه برای ای یک دوره)} \\ D_p \rightarrow \text{دیماند پرداختی} \\ BTD \end{array} \right.$$

BTD: مشترکینی که بیش از دیماند قرار دادی مصرف می کنند در یک ردیف مجزا در قبض تحت عنوان بهای تجاوز از قدرت منظور می شود.

$$\begin{cases} \cos \varphi \geq 0/9 \\ \tan \varphi \leq 0/4843 \end{cases}$$

ضریب زیان صفر خواهد شد و مشترک بهایی بابت توان راکتیو مصرفی پرداخت نخواهد کرد.

نحوه محاسبه بهای کل پرداختی مشترک با داده های پارامتری:

$$\text{بهای کل پرداختی} = \frac{0/9}{\cos \varphi} \times (A + B) = \frac{0/9}{\cos \varphi} A + \frac{0/9}{\cos \varphi} B$$

$$(A+B) \times (\text{ضریب زیان} + 1) = (\text{بهای توان اکتیو مصرفی} + \text{بهای دیماند}) \times (\text{ضریب زیان} + 1) = \text{بهای کل پرداختی}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{بهای کل پرداختی} = A + B \rightarrow \tan \varphi \leq 0/4843 \text{ یا } \cos \varphi \geq 0/9 \\ \text{بهای کل پرداختی} = \frac{0/9}{\cos \varphi} (A + B) \rightarrow \cos \varphi \geq 0/9 \text{ یا } \tan \varphi \leq 0/4843 \end{array} \right.$$

### نحوه تبدیل آمپراژ کنتور به توان (کیلووات)

$$0/2 \times \text{جریان کنتور} \rightarrow \text{کنتور تکفاز}$$

$$0/6 \times \text{جریان کنتور} \rightarrow \text{کنتور سه فاز}$$

$$\text{هر } 5 \text{ آمپر تکفاز معادل } 1 \text{kw} \leftarrow$$

هر ۵ آمپر سه فاز معادل ← 3KW

متقاضیان کمتر از 30KW و خود 30KW (غیر دیمانندی ولتاژ عادی) بصورت آمپراژی

دیماندی ولتاژ ثانویه → ۲۵۰ تا ۳۰

دیماندی ولتاژ اولیه → بیش از ۲۵۰ تا 2MW

نحوه واگذاری زمین پست	حداکثر درخواست یا دیماند
از واگذاری زمین معاف	$30 \leq D \leq 150$
واگذاری در صورت وجود ضرورت فنی به تشخیص شرکت	$150 < D \leq 250$
باید نسبت به واگذاری زمین پست اقدام کند.	$D > 250$
زمین پست فوق توزیع را تامین و به شرکت واگذار نماید	$D > 7000$

ضریب همزمانی و تعداد کنتور: (ضریب همزمانی بصورت بازه‌ای ۴۰ تا ۶۰ درصد) بدهد هر سه حالت داریم:

اگر در سوال حداکثر تعداد کنتور را بخواهد در این حالت حداقل ضریب همزمانی (مثلاً ۴۰٪) را منظور می‌کنیم.

اگر در سوال حداقل تعداد کنتور را بخواهد در این حالت حداکثر ضریب همزمانی (مثلاً ۶۰٪) را منظور می‌کنیم.

اگر در سوال متوسط (میانگین) تعداد کنتور را بخواهد در این حالت میانگین ضریب همزمانی مثلاً ۵۰ درصد را منظور می‌کنیم.

$$p_{max} = gp_i \begin{cases} \text{ضریب درخواست: } g \\ \text{حداکثر درخواست: } p_{max} \\ \text{توان وصل شده: } p_i \end{cases}$$

$$CF = \frac{\text{حداکثر تقاضای همزمان}}{\text{حداکثر تقاضای غیر همزمان}}$$

DF (ضریب ناهمگونی)

$$DF = \frac{1}{CF}$$

$$\begin{cases} DF > 1 \\ CF \leq 1 \end{cases}$$

$$LF = \frac{P_{avg}}{P_{max}} \text{ ضریب بار}$$

$$W_{TOT} = \sum_{i=0}^{i=24} P_i T_i \quad p_{avg} = \frac{W_{TOT}}{T_{TOT}}$$

محاسبه توان P, Q با استفاده از کنتور اکتیو و راکتیو آنالوگ:

$$p = \frac{60 \times n_a}{C_a} \quad Q = \frac{60 \times n_r}{C_r}$$

تعداد دور کنتور اکتیو:  $n_a$

تعداد دور کنتور راکتیو:  $n_r$

ضریب ثابت کنتور راکتیو:  $C_r$

ضریب ثابت کنتور اکتیو:  $C_a$

### روشهای برآورد بار بلوکهای ساختمانی

۱- برآورد بار به روش وات بر متر مربع

۲- منحنی IEC

۳- فرمول IEC

۴- فرمول توانیر

## فصل دوم

### توان و انرژی

#### سیستم تک فاز

$$S = VI \rightarrow I = \frac{S}{V}$$

$$P = VI \cos \phi = S \times \cos \phi \rightarrow \cos \phi = \frac{P}{S}$$

$$Q = VI \sin \phi = S \times \sin \phi$$

$$\tan \phi = \frac{Q}{P} \rightarrow \tan \phi = \frac{Q \times T}{P \times T} = \frac{W_Q}{W_P}$$

$$S^2 = P^2 + Q^2 \xrightarrow{\times T^2} W_S^2 = W_P^2 + W_Q^2$$

$$\cos \phi = \frac{P}{S} \rightarrow \cos \phi = \frac{P \times T}{Q \times T} = \frac{W_P}{W_S} \rightarrow \cos \phi = \frac{W_P}{\sqrt{W_P^2 + W_Q^2}}$$

#### سیستم سه فاز

$$S = \sqrt{3} V_L I \rightarrow I = \frac{S}{\sqrt{3} \times V_L}$$

$$P = \sqrt{3} V_L I \cos \phi = S \times \cos \phi \rightarrow I = \frac{P}{\sqrt{3} V_L \cos \phi}$$

$$S = \frac{P}{\cos \phi}$$

$$\tan \phi = \frac{Q}{P}$$

$$Q = \sqrt{3} V_L I \sin \phi = S \times \sin \phi$$

$$\tan \phi = \frac{Q \times T}{P \times T} = \frac{W_Q}{W_P} \rightarrow Q = \tan^{-1} \left( \frac{W_Q}{W_P} \right) \rightarrow \cos \phi = \cos \left( \tan^{-1} \left( \frac{W_Q}{W_P} \right) \right)$$

$$S^2 = P^2 + Q^2 \xrightarrow{\times T^2} W_S^2 = W_P^2 + W_Q^2$$

$$S^2 = P^2 + Q^2 \rightarrow P = \sqrt{S^2 - Q^2}, Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

S	توان ظاهری بر حسب VA و یا KVA و یا MVA
P	توان اکتیو بر حسب MW و KW
Q	توان راکتیو بر حسب MVAR, KVAR, VAR
W <sub>p</sub>	انرژی اکتیو بر حسب MWH, KWH, WH
W <sub>Q</sub>	انرژی راکتیو بر حسب MVARH و یا KVARH و یا VARH
V <sub>p</sub>	ولتاژ فاز - نول (فاز - حفاظتی - خنثی) بر حسب V یا KV (۲۲۰ v یا 230V) یا ۰/۲۲kv یا ۰/۲۳kv
V <sub>l</sub>	ولتاژ فاز - فاز (ولتاژ خط) بر حسب V یا KV (۳۸۰V یا ۴۰۰ V) یا ۰/۴kv یا ۰/۳۸kv

جریان بر حسب آمپر (A)	I
مدت زمان بر حسب ساعت (H)	T
ضریب قدرت (PF:power factor)	$\cos\varphi$

### محاسبه توان مورد نیاز خازن

$$Q_C = P[\tan\varphi_1 - \tan\varphi_2]$$

$$Q_C = P[\tan(\cos^{-1}\varphi_1) - \tan(\cos^{-1}\varphi_2)]$$

#### روش اول:

توان دیماند بر حسب kw  $p \rightarrow kw$  خازن مورد نیاز QC  $\rightarrow KVAR$

ضریب قدرت شرایط ثانویه  $S\cos\varphi_2 =$  ضریب قدرت شرایط اولیه  $\cos\varphi_1 =$

$P =$  میزان قدرت قراردادی بر حسب کیلو وات

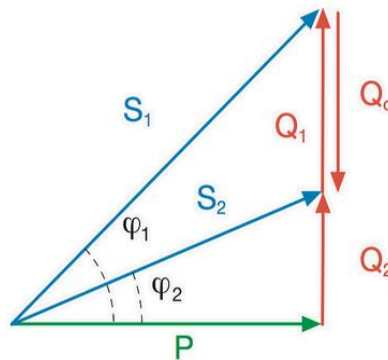
$\text{Tan}(\varphi_1) =$  ضریب دیماند راکتیو فعلی

$PF_1 = \cos\varphi_1 =$  ضریب توان فعلی

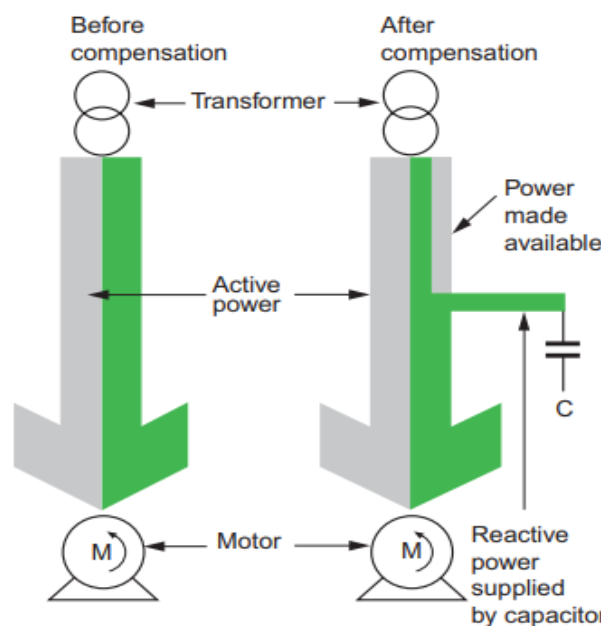
$\text{Tan}(\varphi_2) =$  ضریب دیماند راکتیو مطلوب

$PF_2 = \cos\varphi_2 =$  ضریب توان مطلوب

$Q =$  میزان توان راکتیو مورد نیاز بر حسب کیلو وار جهت رسیدن به ضریب توان مطلوب



نمودار اصلاح ضریب توان



شماتیک جریان توان راکتیو الکتروموتور القایی با استفاده از خازن

Existing power factor $\cos \varphi_1$	Desired power factor $\cos \varphi_2$									
	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.92	0.94	0.96	0.98	1.00
0.30	2.16	2.30	2.43	2.56	2.70	2.75	2.82	2.89	2.98	3.18
0.35	1.66	1.79	1.93	2.06	2.19	2.25	2.31	2.38	2.47	2.68
0.40	1.27	1.41	1.54	1.67	1.81	1.87	1.93	2.00	2.09	2.29
0.45	0.96	1.10	1.23	1.36	1.50	1.56	1.62	1.69	1.78	1.98
0.50	0.71	0.85	0.98	1.11	1.25	1.31	1.37	1.44	1.53	1.73
0.52	0.62	0.76	0.89	1.02	1.16	1.22	1.28	1.35	1.44	1.64
0.54	0.54	0.68	0.81	0.94	1.07	1.13	1.20	1.27	1.36	1.56
0.56	0.46	0.60	0.73	0.86	1.00	1.05	1.12	1.19	1.28	1.48
0.58	0.38	0.52	0.65	0.78	0.92	0.98	1.04	1.11	1.20	1.40
0.60	0.31	0.45	0.58	0.71	0.85	0.91	0.97	1.04	1.13	1.33
0.62	0.25	0.38	0.52	0.65	0.78	0.84	0.90	0.97	1.06	1.27
0.64	0.18	0.32	0.45	0.58	0.72	0.77	0.84	0.91	1.00	1.20
0.66	0.12	0.26	0.39	0.52	0.65	0.71	0.78	0.85	0.94	1.14
0.68	0.06	0.20	0.33	0.46	0.59	0.65	0.72	0.79	0.88	1.08
0.70		0.14	0.27	0.40	0.54	0.59	0.66	0.73	0.82	1.02
0.72		0.08	0.21	0.34	0.48	0.54	0.60	0.67	0.76	0.96
0.74		0.03	0.16	0.29	0.42	0.48	0.55	0.62	0.71	0.91
0.76			0.11	0.24	0.37	0.43	0.49	0.56	0.65	0.86
0.78			0.05	0.18	0.32	0.38	0.44	0.51	0.60	0.80
0.80				0.13	0.27	0.32	0.39	0.46	0.55	0.75
0.82				0.08	0.21	0.27	0.34	0.41	0.49	0.70
0.84				0.03	0.16	0.22	0.28	0.35	0.44	0.65
0.86					0.11	0.17	0.23	0.30	0.39	0.59
0.88					0.06	0.11	0.18	0.25	0.34	0.54
0.90						0.06	0.12	0.19	0.28	0.48
0.92							0.06	0.13	0.22	0.43
0.94								0.07	0.16	0.36

جدول - محاسبه ضریب K

## روش دوم:

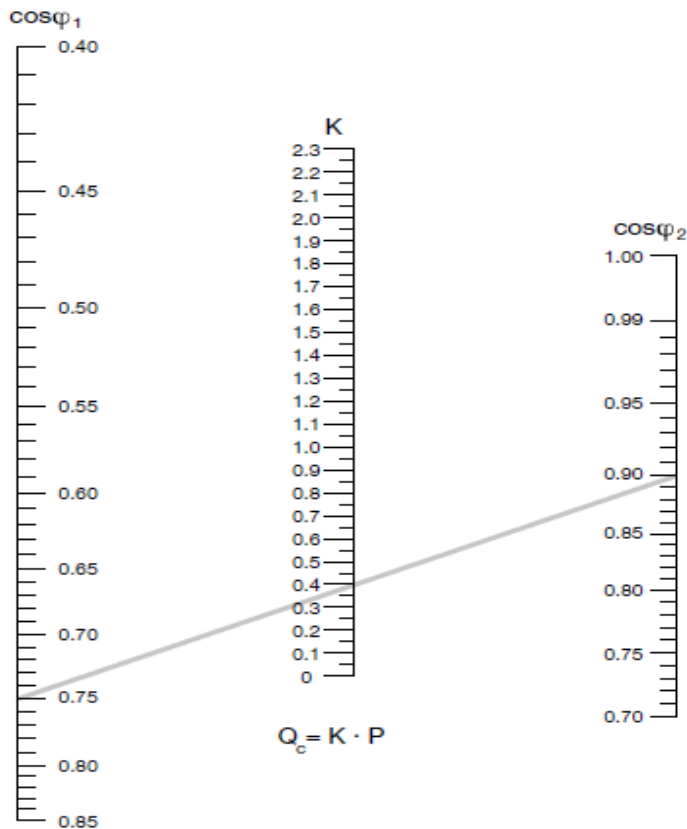
$$Q_c = P \times K \quad k = [\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2]$$

استفاده از جداول از محل تلاقی سطر مربوط به

ضریب قدرت فعلی شبکه  $\cos \varphi_1$  و ستون مربوط به ضریب

قدرت مورد نظر و یا مطلوب  $\cos \varphi_2$ ، ضریب K را از طریق

جدول بدست می‌آید.



نمودار روش دوم محاسباتی ضریب K اصلاح ضریب توان