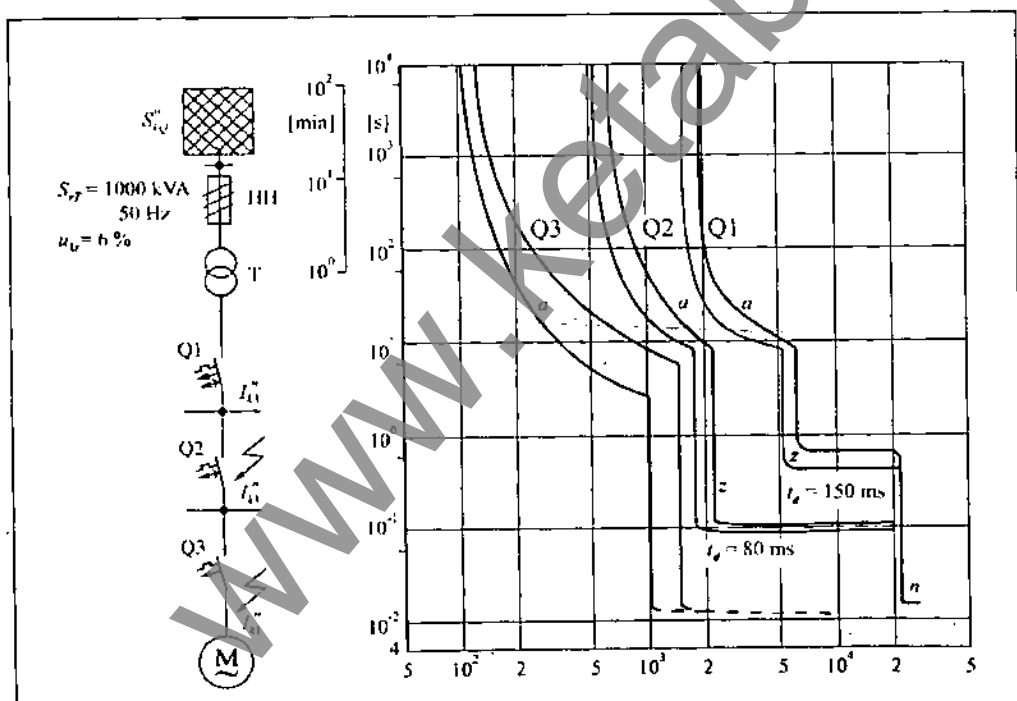


دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند

تحلیل و طراحی سیستم‌های قدرت فشار ضعیف (جلد اول)



تألیف: Dr. I. Kasikci

ترجمه: دکتر مجید رضا ناصح

عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند

سرشناسه	:	کاشیکچی، اسماعیل
عنوان و نام پدیدآور	:	Kasikci, Ismail تحلیل و طراحی سیستم‌های قدرت فشار ضعیف / تألیف اسماعیل کاشیکچی؛ ترجمه مجید رضا ناصح. بیرجند: دانشگاه آزاد اسلامی (بیرجند)، ۱۳۹۰. ۲۸۸ ص.
مشخصات نشر	:	۹۷۸-۹۶۴-۱۰-۰۶۹۴-۷
مشخصات ظاهری	:	فیا
شابک	:	وضعیت فهرست نویسی
یادداشت	:	عنوان اصلی: Analysis and design of low-voltage power systems: an engineer's field guide, 2004.
موضوع	:	برق - سیستمها
موضوع	:	فشار باین (برق)
شناسه افزوده	:	ناصح، مجید رضا، ۱۳۴۸- مترجم
شناسه افزوده	:	دانشگاه آزاد اسلامی. واحد بیرجند
رده بندی کنگره	:	TK۱۰۰۱/۵۵-۲ ۱۳۹۰
رده بندی دیویی	:	۶۲۱/۳۱۹۱
شماره کتابشناسی ملی	:	۲۳۲۸۱۲۸

نام کتاب:	تحلیل و طراحی سیستم‌های قدرت فشار ضعیف - جلد اول
نویسنده:	Dr. Ismail Kasikci
مترجم:	دکتر مجید رضا ناصح
ناشر:	دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند
نوبت چاپ:	اول
تیراژ:	۲۰۰۰ نسخه
تاریخ چاپ:	تابستان ۱۳۹۰
شابک:	ISBN: 978-964-10-0694-7 ۹۷۸-۹۶۴-۱۰-۰۶۹۴-۷



فهرست

پیشگفتار	۷
فهرست نماها	۹
اختصارات	۲۱
فصل ۱ مقدمه	۲۳
فصل ۲ مدیریت پروژه و برنامه‌ریزی	۲۵
۱.۲ راهنمای کاربردی برای دستمزد معماران و مهندسان و همچنین آئین‌نامه‌های نصب سیستم‌های پیمانکاری	۲۵
۲.۲ راهنمای طرح‌ریزی پروژه سیستم‌های الکتریکی	۲۷
فصل ۳ سیستم‌های الکتریکی	۳۳
۱.۳ سیستم‌های فشار متوسط	۳۳
۲.۳ سیستم‌های فشار ضعیف	۳۶
فصل ۴ ترانسفورمرها	۴۹
۱.۴ اصول فیزیکی	۴۹
۲.۴ هسته‌ها	۵۷
۳.۴ سیم پیچ‌ها	۵۷
۴.۴ انواع ترانس	۵۸
۵.۴ ترانسفورمرهای AC	۵۹
۱.۵.۴ طراحی	۵۹

۶۰.....	اصول عملکرد.....	۲.۵.۴
۶۱.....	ولتاژ بی باری.....	۳.۵.۴
۶۱.....	تبدیل های ولتاژ و جریان.....	۴.۵.۴
۶۳.....	بارگذاری ترانسفورمر.....	۵.۵.۴
۶۶.....	ترانسفورمرهای سه فاز.....	۶.۴
۶۶.....	طراحی.....	۱.۶.۴
۶۷.....	اتصالات سیم پیچها.....	۲.۶.۴
۶۹.....	نمادهای اتصالات.....	۳.۶.۴
۷۰.....	اتصال مواری ترانسفورمرها.....	۴.۶.۴
۷۲.....	ترانسفورمرهای با کاربرد ویژه.....	۷.۴
۷۲.....	ترانس های جریان.....	۱.۷.۴
۷۳.....	ترانس های ولتاژ.....	۲.۷.۴
۷۴.....	اتوترانسفورمرها.....	۳.۷.۴
۷۶.....	بازده ترانسفورمرها.....	۸.۴
۷۶.....	محافظت از ترانسفورمر.....	۹.۴
۷۷.....	انتخاب ترانسفورمر.....	۱۰.۴
۸۷.....	قواعد محاسبه تخمینی جریانهای اتصال کوتاه در طرف فشار ضعیف.....	۱۱.۴
۸۸.....	مثال هایی برای ترانسفورمرها.....	۱۲.۴
۸۸.....	مثال ۱: محاسبه جریان اتصال کوتاه متقارن اولیه برای یک ترانسفورمر.....	۱.۱۲.۴
۸۹.....	مثال ۲: محاسبه جریان های متعادل کننده.....	۲.۱۲.۴
۹۰.....	مثال ۳: بازدهی اقتصادی ترانسفورمر.....	۳.۱۲.۴

مثال ۴: محاسبه بازده سالانه.....	۴.۱۲.۴
مثال ۵: محاسبه بازده.....	۵.۱۲.۴
موتورهای القایی (ASM).....	فصل ۵
طرح ها و انواع.....	۱.۵
اصول عملکرد (شرایط بی باری).....	۱.۱.۵
مشخصه گشتاور- سرعت.....	۱.۱.۵
ویژگی ها و مشخصه های موتورهای آسنکرون.....	۲.۵
فرکانس روتور.....	۱.۲.۵
گشتاور.....	۲.۲.۵
لغزش.....	۳.۲.۵
سیستم چرخدنده.....	۴.۲.۵
راه اندازی موتورهای آسنکرون.....	۳.۵
راه اندازی مستقیم.....	۱.۳.۵
راه اندازی ستاره مثلث.....	۲.۳.۵
تنظیم سرعت.....	۴.۵
کنترل سرعت بوسیله لغزش.....	۱.۴.۵
کنترل سرعت بوسیله فرکانس.....	۲.۴.۵
کنترل سرعت با تغییر تعداد قطب.....	۳.۴.۵
راه انداز های نرم.....	۴.۴.۵
حالت های مختلف بهره برداری از موتور.....	۵.۴.۵
درایوهای طرح پروژه.....	۵.۵

مثال ۱: محاسبه به کمک SIKOSTART.....	۱۳۸	۱.۵.۵
مثال ۲: محاسبات اضافه بار و شرایط راه اندازی.....	۱۴۲	۲.۵.۵
مثال ۳: محاسبه اطلاعات موتور.....	۱۴۳	۳.۵.۵
مثال ۴: محاسبه قطر پولی موتور و قدرت موتور.....	۱۴۴	۴.۵.۵
مثال ۵: تعیین ابعاد موتور.....	۱۴۵	۵.۵.۵
فصل ۶ ژنراتورهای اضطراری.....	۱۴۹	
مقادیر عملیاتی محدود کننده خصوصیات ژنراتورها.....	۱۵۴	۱.۶
طراحی یک ژنراتور آماده به کار.....	۱۵۵	۲.۶
مثال: محاسبه توان ژنراتور اضطراری.....	۱۵۶	۳.۶
فصل ۷ تجهیزات برای حفاظت اضافه جریان.....	۱۵۹	
قوس الکتریکی.....	۱۵۹	۱.۷
خواص قوس الکتریکی.....	۱۶۰	۱.۱.۷
برش DC.....	۱۶۳	۲.۱.۷
برش AC.....	۱۶۴	۳.۱.۷
ولتاژ گذرا.....	۱۶۸	۴.۱.۷
کلیدخانه های ولتاژ پایین.....	۱۷۰	۲.۷
پارامترهای مشخصه.....	۱۷۱	۱.۲.۷
کلید قابل قطع زیر بار یا کلید اصلی.....	۱۷۲	۲.۲.۷
کلیدهای محافظ موتورها.....	۱۷۳	۳.۲.۷
کنتاکتورها و راه اندازه های موتورها.....	۱۷۶	۴.۲.۷

۵.۲.۷	مدار شکن ها.....	۱۷۷
۶.۲.۷	تجهیزات RCD (تجهیزات حفاظت جریان نشتی).....	۱۷۹
۷.۲.۷	تجهیزات حفاظتی اصلی.....	۱۸۴
۸.۲.۷	تابلوهای اندازه گیری با سویچ های محافظ اصلی.....	۱۹۱
۹.۲.۷	فیوزها.....	۱۹۴
۱۰.۲.۷	مدار شکن های قدرت.....	۲۰۴
۱۱.۲.۷	کلیدهای قابل قطع زیر بار.....	۲۱۰
۱۲.۲.۷	کلیدهای جدا ساز (سکسیونر).....	۲۱۰
۱۳.۲.۷	لینک فیوزها.....	۲۱۲
۱۴.۲.۷	لیست تجهیزات.....	۲۱۳
فصل ۸	انتخاب صحیح و حفاظت پشتیبان.....	۲۱۷
۱.۸	انتخاب صحیح.....	۲۱۷
۲.۸	حفاظت پشتیبان.....	۲۳۳
فصل ۹	ساختار کلیدخانه.....	۲۳۷
۱.۹	ساختار کلیدخانه های تست شده نوعی (TST).....	۲۳۸
۲.۹	ساختار کلیدخانه های تست شده جزئی (PTSC).....	۲۳۸
۳.۹	آزمایش قدرت اتصال کوتاه.....	۲۳۹
۴.۹	آزمایش حد بالای دمای مورد قبول برای کلیدخانه های تست شده.....	
	جزئی.....	۲۴۱
۵.۹	انواع تلفات توان.....	۲۴۳

۲۴۴	چک لیست	۶.۹
۲۴۶	نکاتی در مورد طراحی پروژه	۷.۹
۲۴۸	مثال: ارزیابی کامپیوتری از افزایش دما	۸.۹
۲۶۱	فصل ۱۰ حفاظت در برابر شوک الکتریکی	
۲۶۱	محدوده ولتاژ	۱.۱۰
۲۶۲	حفاظت با قطع مدار و یا پیام های اختطار	۲.۱۰
۲۶۳	سیستم های TN	۱.۲.۱۰
۲۶۷	سیستم های TT	۲.۲.۱۰
۲۷۱	سیستم های IT	۳.۲.۱۰
۲۷۷	جمع بندی از زمان های قطع و مقاومت های حلقه	۴.۲.۱۰
۲۷۸	مثال ۱: چک کردن معیارهای حفاظتی	۵.۲.۱۰
۲۸۰	مثال ۲: محاسبه جریان نامی فیوز	۶.۲.۱۰
۲۸۱	مثال ۳: محاسبه حداکثر طول هادی	۷.۲.۱۰
۲۸۲	مثال ۴: جریان نامی برای سیستم TT	۸.۲.۱۰
۲۸۳	مثال ۵: شرایط قطع برای سیستم IT	۹.۲.۱۰
۲۸۳	مثال ۶: معیار حفاظتی برای اتصال خط به یک خانه	۱۰.۲.۱۰
۲۸۵	مثال ۷: معیارهای حفاظتی برای یک سیستم TT	۱۱.۲.۱۰
۲۸۷	فهرست مراجع	

به نام آنکه جان را فکرت آموخت

پیشگفتار مترجم

با گذشت زمان شبکه های توزیع انرژی الکتریکی در زمینه های کمی و کیفی و همچنین به کارگیری تکنولوژی های روز در حال توسعه می باشند. تجربه سال ها تحقیق، تدریس و فعالیت های اجرایی ایجاب در زمینه های مذکور نیاز به کتابی که این موارد را پوشش دهد آشکار نموده است. عنوان اصلی کتاب:

Analysis and Design of Low-Voltage Power Systems

می باشد و حاصل نزدیک به بیست سال تجربه نویسنده کتاب Ismail Kasikci در مدیریت پروژه و طراحی سیستم های قدرت الکتریکی است. مولف، کتاب را با دیدگاهی کاربردی تالیف نموده است لذا می تواند برای اساتید و دانشجویان رشته مهندسی برق و همچنین شاغلین صنعت برق به عنوان مرجع مورد استفاده قرار گیرد. پیشنهادهای لازم برای استفاده مطلوب از کتاب آشنایی با مباحث مدارهای جریان متناوب و همچنین ماشین های الکتریکی می باشد. جداول، نمودارها، و روابط این کتاب براساس استانداردهای معتبر بین المللی مطرح شده است و اطلاعات مفیدی جهت

طراحی و محاسبات مربوط به سیستم های توزیع ارائه گردیده است. علاوه بر آن در هر بخش مثال های مختلف کاربردی را با راه حل ارائه شده است.

با وجود تلاش های فراوان در ترجمه این اثر، بسیار متشکر خواهم بود اگر کلیه اساتید، دانشجویان و صاحب نظران محترم، مرا از نظرات و تذکرات علمی خویش آگاه فرمایند تا در چاپ های بعدی رفع اشکالات احتمالی این کتاب مد نظر قرار گیرند.

اینجانب بر خود لازم می دانم تا از کلیه کسانی که در مراحل مختلف برای چاپ این کتاب مرا یاری دادند تشکر نمایم. در پایان از همسر و پسر من که مشوق من هستند و با صبر و بردباری محیطی آرام را جهت انجام کلیه فعالیت های علمی برای اینجانب فراهم می آورند تشکر و قدردانی نموده و این کتاب را به آنان تقدیم می کنم.

بیرجند، اردیبهشت ماه ۱۳۹۰

دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند

مجیدرضا ناصح

mjdnaseh@gmail.com

naseh@iaubir.ac.ir

فهرست نمادها

a	فاصله مرکز تا مرکز میان باس بارها هزینه انرژی الکتریکی فاصله مراکز هادی ها اتصال کوتاه نزدیک ژنراتور
a_i	ضریب بهره برداری از موتورها
$A_{W,D}$	مساحت دیوارها و سقف
A	هزینه صوتی مساحت کف اتاق دریچه ورود و خروج هوا مقدار اولیه مولفه DC
A_2	مساحت دایره
A_e	مساحت موثر خنک کننده محفظه
A_0	مساحت سطوح مجزای خارجی محفظه
C_{max}	ضریب ولتاژ
c	ضریب ولتاژ ضریب توزیع دما ظرفیت حرارتی مخصوص مواد رسانا

	کوچک ترین گام قدرت
C_{str}	ظرفیت خازنی فاز
C_e	ضریب محیطی
C'_E	ظرفیت خازنی زمین
C	قدرت خازن
C_p	توان نامی
D	فاصله جداسازی
E	شدت نور
E_m	شدت نور متوسط
E_n	شدت نور نامی
f_1	فرکانس استاتور
f_2	فرکانس روتور
f_n	فرکانس شبکه
F	نیروی الکترودینامیکی میان هادی ها
g_i	ضریب مشارکت
GD	ممان اینرسی
h	اختلاف ارتفاع
	فاصله میان منابع نوری و سطح مورد ارزیابی
H	نیروی میدان مغناطیسی
	ارتفاع تابلو
i_{DC}	مولفه جریان نشتی DC
i_p	جریان اتصال کوتاه حداکثر

I	جریان
	شدت نور
I_0	جریان بی باری
I_{thr}	جریان کوتاه مدت نامی
I_{an}	جریان راه اندازی موتور
I_{rM}	جریان نامی موتورها در یک گروه
I''_{kQ}	جریان اتصال کوتاه متقارن اولیه
I_a	جریان قطع تجهیزات حفاظتی اضافه جریان
I_A	جریان راه اندازی
I_d	جریان نشنی
$I_{\Delta n}$	جریان تفاضلی نامی برای RCD
I_f	جریان خطا
I_{an}/I_{rM}	نسبت جریان راه اندازیه جریان نامی موتور
I_n	جریان نامی
I_e	تنظیم جریان
I_{rm}	تنظیم جریان مغناطیسی
I''_{k1}	جریان اتصال کوتاه تکفاز
I''_{k2}	جریان اتصال کوتاه دوفاز
I''_{k3}	جریان اتصال کوتاه سه فاز
I''_{k2E}	جریان اتصال کوتاه دوفاز با اتصال به زمین
I_k	جریان اتصال کوتاه حالت پایدار
I_{th}	جریان اتصال کوتاه حرارتی

I_h	جریان بار
I_n	جریان نامی وسیله حفاظتی
I_Z	بارگیری جریان قابل قبول برای کابل و یا هادی
I_r	جریان نامی
I_D	جریان اتصال مثلث
I_Y	جریان اتصال ستاره
I''_k	جریان اتصال کوتاه متقارن اولیه
J_L	ممان اینرسی بار
J_{thr}	چگالی جریان کوتاه مدت نامی
k	ثابت محفظه
	ضریب هدایت مخصوص
	نسبت تبدیل ترانس
	ضریب اصلاح برای شرایط کاری ترانس
k_a	دستمزد
k_c	ضریب توزیع جریان
k_L	هزینه های قدرت
k_m	وابستگی های مواد به مسیر عایقی
k_i	وابستگی های کلاس حفاظت از صاعقه
K_1	هزینه چراغ
K_2	هزینه نصب و مواد مصرفی
K_3	هزینه لامپ
K_4	هزینه تعویض لامپ

K_J	هزینه های سالیانه
K_A	هزینه های متناسب سازی صوتی
$K(P_0/P_k)$	هزینه های عملیاتی ناشی از تلفات بی باری و اتصال کوتاه
K_u	هزینه های نگهداری
$K_{W,D}$	ضریب انتقال حرارت
l	طول
l_h	طول الکتروود زمین افقی
l_v	طول الکتروود زمین عمودی
l_l	طول حداقل الکتروود زمین
m	مولفه نشتی DC
	تاثیر حرارتی مولفه DC با جریان سه فاز و تکفاز AC
M_M	گشتاور موتور
$M_{M,L}$	گشتاور موتور برای راه اندازی مستقیم
$M_{M,Y}$	گشتاور موتور برای راه اندازی ستاره مثلث
M_L	گشتاور بار
M_{L0}	گشتاور شکست بار
M_N	گشتاور نامی موتور
M_A	گشتاور راه اندازی
M_{acc}	گشتاور شتابگیری
$M_L(M)$	بار لحظه ای متصل به محور موتور
n	سرعت چرخش
	تعداد منابع نوری محاسبه شده

اثر حرارتی مولفه جریان AC در اتصال کوتاه سه فاز

تعداد ترانس های سه فاز موازی

مولفه نشتی جریان AC

تعداد بارها

n_1 تعداد کل لامپ ها

n_2 تعداد لامپ های یک چراغ

n_S سرعت چرخش سنکرون

n_M سرعت چرخش موتور

n_L سرعت چرخش بار

N تعداد سیم پیچ ها

N_c تعداد ضربه های صاعقه بحرانی مجاز

N_d فرکانس ضربه

N_g شدت صاعقه

p نرخ بهره

P_n توان نامی

P_v تلفات توان ترانس

تلفات توان لوازم کنترل

P توان موثر

تلفات توان موثر مربوط به لوازم نصب شده در تابلو

توان مصرفی یک لامپ و لوازم کنترل

P_L توان لامپ

P_k تلفات اتصال کوتاه

P_{max}	توان مورد نیاز
P_i	توان نصب شده
P_{input}	توان ورودی
P_{output}	توان خروجی
P_d	خروجی
P_0	تلفات بی باری
P_{Vr}	تلفات توان وسیله
P_{Fe}	تلفات آهنی
P_{Cu}	تلفات مسی
P_{rM}	توان نامی موتور
q	ضریبی برای محاسبه جریانهای شکست موتورهای القایی
Q	توان راکتیو
Q_v	تلفات پراکندگی
$Q_{W,D}$	تلفات پراکندگی از طریق دیوارها و سقف
Q_{v1}	سهم جریان طبیعی هوا
Q_{v2}	سهم دیوارها و سقف
Q_{v3}	سهم جریان اجباری هوا
Q_T	توان راکتیو بی باری ترانس
r	شعاع متوسط
R_A	حاصلجمع مقاومت های الکتروود زمین و هادی حفاظتی
R'_L	مقاومت موثر نسبی یک هادی
R_E	مقاومت زمین

R_I	مقاومت هادی
R	مقاومت خالص
	مقاومت معادل
	هزینه های تمیز کردن هر چراغ در سال
R_Q, X_Q	مقاومت اهمی ، القایی تجهیزات کنترلی
R_T, X_T	مقاومت اهمی ، القایی ترانس
R_L, X_L	مقاومت اهمی ، القایی شبکه
R_{OT}, X_{OT}	مقاومت بی باری اهمی ، القایی ترانس
R_{OL}, X_{OL}	مقاومت بی باری اهمی ، القایی شبکه
R_G	مقاومت ژنراتور
s	لغزش
	نسبت حفاظتی
S	توان ظاهری
	سطح مقطع هادی
S''_k	توان اتصال کوتاه
S_{rT}	توان نامی ترانس منفرد
S_{st}	ظرفیت راه اندازی بار
ΣP_{rM}	مجموع توان های موثر نامی
ΣS_{rT}	مجموع توان های ظاهری نامی
S''_{kQ}	توان ظاهری اتصال کوتاه متقارن اولیه
S_0	توان ظاهری بی باری ترانس
t	زمان

t_{ab}	زمان قطع وسیله حفاظت از اضافه جریان
t_{zu}	زمان قطع قبل قبول
t_L	عمر اقتصادی لامپ
t_B	مدت زمان استفاده سالانه
t_a	زمان قطع
T_B	زمان بهره برداری به سال
T_a	دمای راه اندازی
T_e	دمای نهایی
T_B	دمای بهره برداری
Δt	اضافه دمای هوا در تابلو
$\Delta t_{0.5}$	اضافه دمای هوا در نیمه ارتفاع تابلو
$\Delta t_{0.75}$	اضافه دمای هوا در سه چهارم ارتفاع تابلو
$\Delta t_{1.0}$	اضافه دمای هوا در قسمت بالایی تابلو
Δu	درصد افت ولتاژ
ΔP	تلفات توان
U_E	افزایش پتانسیل زمین
U_{B1}	ولتاژ تماس بدون الکتروود زمین
U_{B2}	ولتاژ تماس بدون کنترل پتانسیل
U_0	ولتاژ خط به زمین
U_L	ولتاژ تماس
U_S	ولتاژ گام
U_{nQ}	ولتاژ نامی شبکه در نقطه اتصال Q

U	ولتاژ AC نامی بین خطوط خارجی
	ولتاژ شارژ
U_n	ولتاژ نامی شبکه
U_{rG}	ولتاژ نامی ژنراتور
U_{rM}	ولتاژ نامی موتور
$\ddot{u}$	نسبت تبدیل
v	ضریب استهلاک
V_L	میزان هوا
x	نما
X	راکتانس
	فاصله تا الکتروود زمین
X''_d	راکتانس زیر گذرا
X'_L	راکتانس نسبی یک هادی
Z	امپدانس
Z_1	امپدانس توالی مثبت
Z_2	امپدانس توالی منفی
Z_0	امپدانس توالی صفر
Z_E	امپدانس سیستم الکتروود زمین
Z_Q	امپدانس شبکه کنترل
Z_{PE}	امپدانس هادی حفاظتی
Z_T	امپدانس ترانس
Z_v	امپدانس منبع

Z_F	امپدانس خطا
Z_k	امپدانس بدنه
Z_{st}	امپدانس سایت
Z_S	امپدانس حلقه خطای زمین
Z_{TUS}	امپدانس ترانس (سمت ولتاژ پائین)
Z_{TOS}	امپدانس ترانس (سمت ولتاژ بالا)
Z_{kW}	امپدانس اصلاح شده یوگام با توجه به سمت ولتاژ بالا
Z_G	امپدانس ژنراتور
Z_M	امپدانس اتصال کوتاه یک موتور
Z_{GK}	امپدانس اصلاح شده ژنراتور
a	ضریب دما
δ	ضریب تلفات
η	بازدهی
η_b	ضریب استفاده روشنایی
η_i	ضریب استفاده
η_B	ضریب استفاده روشنایی بر اساس داده ها
ϑ	دما
$\Delta\vartheta$	افزایش دما
θ	دمای هادی
$\ominus$	جریان در بر گیرنده
$\ominus_{max}$	بیشترین دمای دست یافتنی
κ	رسانایی

ρ_m

چگالی مواد رسانا

 $\cos \varphi$

ضریب توان

 $\sin \varphi$

ضریب راکتیو

 μ

ضریبی جهت محاسبه جریان اتصال کوتاه متقارن

www.ketab.ir