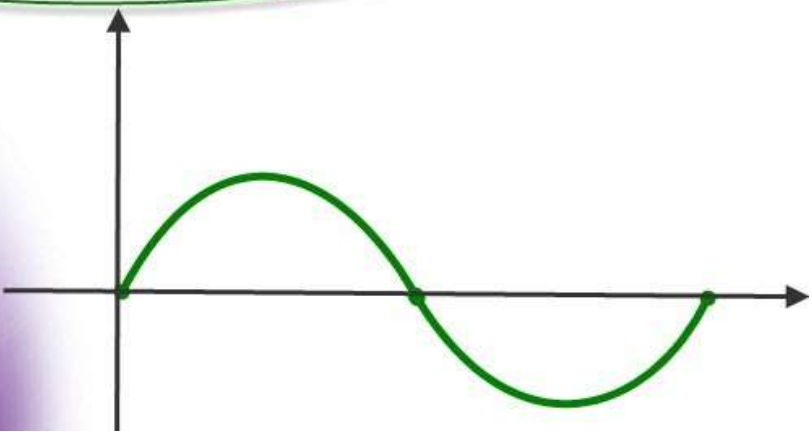
**برای دریافت فایل** word **پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.** فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

## موضوع پروژه:

# کاربرد راکتورهای سلفی و بانک های خازنی در سیستم های قدرت

برای خرید فایل word این پروژه اینجا کلیک کنید.

( شماره پروژه = ۲۰۱ )

شماره جهت ارسال پیام : ۰۹۳۵۵۴۰۵۹۸۶

www.WikiPower.ir

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

## بخش اول :راکتورهای سلفی

### فصل اول – کلیات

#### ۱- حدود

**۱-۱**-این توصیه نامه برای انواع مختلف راکتورها (بشرح بخش (۱-۲))، وبرای اتصال به سیستم های قدرت متناوب با فرکانس نامی ۵۰ هرتزو ولتاژهای نامی ۱۱ و ۲۰ و۳۳ کیلوولت ونیز سیستم فشارضعیف (شبکه توزیع) بکار میرود.

**۱-۲**- این توصیه نامه براساس استاندارد:

IEC 289 (1988) : Reactors

تهیه شده ودرآن ازاستانداردهای زیر نیز استفاده گردیده است.

www.WikiPower.ir

1. IEC 60 – 2(1973):High – voltage test techinques

part 2 :Test procedures

2. IEC 70 (1976): Power capacitors

3.IEC 76 -1(1976): power transformers : part1:general.

4.IEC76-2(1976) :power transformers : part 2: temperature rise

5.IEC76-3(1976) :power transformers:

Part3:insulation levels and dielectric tests.

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

6.IEC 76-5(1976) :power transformers:

Part 5:ability to withstand short circuit.

7.IEC 551(1976) :measurment of transformers and reactor sound level.

8-IEC 722(1982): Guid to the lightning impulse and switching impulse testing of power transformers and reactors.

9.IEC 726(1982):Dry - type power transformers.

10- ISO standard 3(1973):preferred numbers –series of preferred numbers.

**۳-۱**- این توصیه نامه انواع مختلف راکتوربشرح زیررادربرمی گیرد:

- راکتورهای محدودکننده جریان ،که شامل راکتورهای زمین کننده نیز می باشند.

(current – limiting reactors including neatral – earthing reactors)

- راکتورهای میرا کننده،(damping reactors)

- راکتورهای تنظیم کننده (جهت فیلترکردن )، (tuning (filter) reactors)

- ترانسفورمر زمین کننده،(earthing transformers(neutral couplers))

- راکتورهای محدود کننده جریان قوس،(arc – suppression reactors)

ولی این توصیه نامه شامل راکتورهای زیر نمی گردد:

- راکتورهای کوچک باتوان نامی کمترازِ۲ کیلو واربرای تکفاز وکمترازِ۱۰کیلووار برای سه فاز.

- راکتورهای مورداستفاده برای اهداف خاصی همچون تله ی فرکانس بالا درخط ویا راکتورهایی روی گردونه هایی نصب می گردند.

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

ازآنجایی که استانداردIEC برای چنین راکتورهای خاص وکوچک وجود نداشته لذا می توان ازاین توصیه نامه ،درکلیه موارد مربوطه یا بخشی ازآن استفاده کرد.

- راکتورهای شنت که جهت جبران جریان ازنی به شبکه متصل میگردند (بدلیل عدم استفاده در شبکه های توزیع).

**۲-اهداف**

هدف ازتدوین این توصیه نامه عبارتست از:

a) تعیین قوانینی جهت کار مطمئن وسالم راکتور
b) تعیین قوانینی درمورد آزمایشات راکتوروهمچنین چگونگی وحدود پارامترهای آن
c) تعیین قوانینی درمورد بسته بندی ،حمل وانبار کردن راکتور

**۳-تعاریف**

تعاریفی که در این بخش بیان شده اندشامل انواع راکتورهایی میباشدکه درفصلهای دوم تا ششم از این استاندارد آورده شده اند.

**a) ۱-۳-انواع راکتور**

۱-۱-۳- راکتورمحدود کننده ی جریان

راکتورهایی که به صورت سری به سیستم متصل می گردند تا جریان ناشی از اتصال کوتاه درسیستم را محدود نمایند.

۲-۱-۳-راکتور محدودکننده ی جریان بین زمین ونوتر سیستم

راکتورتکفازکه جهت اتصال نوترسیستم به زمین وبرای محدود کردن جریان خطا در اتصال فازبه زمین بکار میرود.

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۳-۱-۳- راکتورمیراکننده

راکتورهایی که به صورت سری باخازن قرار گرفته وجهت محدود کردن جریان هجومی خازن در مواقع کلیدزنی می باشند.

۳-۱-۴- راکتورتنظیم کننده(فیلتر)

راکتورهایی که به صورت سری یا موازی باخازن قرارگرفته وبرای کاهش ،حذف یا فیلتر کردن هارمونیکها ویا فرکانس های مخابراتی بکار برده می شوند.

۳-۱-۵-ترانسفورمرزمین کننده

ترانسفورمرسه فازیا راکتوری که به صورت موازی به شبکه متصل گردیده وبرای ایجاد نوتر سیستم به کارمی رود.

توجه - ترانسفورمر زمین کننده ممکن است برای تغذیه ی یک شبکه ی محلی مورد استفاده قرار گیرد.

۳-۱-۶-راکتور محدود کننده جریان قوس

راکتورتکفازی که برای اتصال نوتر سیستم به زمین وجهت جبران جریان خازنی فازبه زمین که دراثراتصال کوتاه تک فاز به زمین پیش می آید، بکار برده می شود.

**۳-۲-مشخصه ی مغناطیسی**

ارتباط بین پیک فلوی پراکندگی سیم پیچ با پیک جریان.

**۳-۳-شرایط کار**

۳-۳-۱-شرایط کار نرمال

کلیه مطالب این توصیه نامه ،تحت شرایط کاری بشرح زیر،برای انواع راکتورهامعتبرهم باشد:

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

a)ارتفاع نصب

ارتفاع نصب راکتوراز ۱۰۰۰مترتجاوز ننماید.

توجه-برای نصب درارتفاع بالاتر به بخش(۲-۳-۳)مراجعه شود.

b) دمای وسیله ی خنک کننده

- برای تجهیزاتی که با آب خنک می گردند دمای آب خنک کننده در مدخل ورودآن نباید از ۲۵ درجه سانتی گراد تجاوز نماید.

-برای تجهیزاتی که با هواخنک می گردند ،دمای هوای خنک کننده درمحدوده زیر باشد(اعداد داخل جدول به درجه سانتی گراد می باشند)

جدول (۱-۱) حداکثرمقدارقابل قبول برای متوسط دما

| محیط نصب راکتور | حداکثردما | حداقل دما | حداکثرمقدارقابل قبول برای متوسط دما دریک روز | حداکثرمقدارقابل قبول برای متوسط دما دریک سال |
|---|---|---|---|---|
| سربسته | +۴۰ | -۵ | +۳۰ | +۲۰ |
| روباز | +۴۰ | -۲۵ | +۳۰ | +۲۰ |

توجه-برای کاردردمای بالاتر به بخش (۲-۳-۳)مراجعه شود.

c) شکل موج منبع ولتاژ

شکل موج منبع ولتاژ،تقریباً سینوسی باشد.

d) تقارن منبع ولتاژ چند فازه

برای راکتورهای چند فازه منبع ولتاژ تقریباً متقارن باشد.

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

**۲**-۳-۳-مقررات مربوط به شرایط کارغیر معمول

خریدار می بایست کلیه شرایطی راکه با حدود تعیین شده در بخش(۱-۲-۳)تفاوت داشته باشند،در موقع دادن سفارش تعیین نماید.

اگرشرایط کارراکتورخارج ازمحدوده تعیین شده دربخش(۱-۳-۳)باشددرآنصورت تغییرات زیردرمواقع طراحی ،تست و همچنین تعیین مقادیر نامی راکتورمی بایست اعمال گردد.

۱-۲-۳-۳-دمای وسیله ی خنک کننده

برا ی راکتورهای خنک کننده با هواچه ازنوع خشک چه از نوع روغن دار، درصورتیکه دمای هوای خنک کننده خارج ازمحدوده تعیین شده باشد، می بایست تغییرات مندرج دربخش (۲-۱-۹) منظورگردند.

۲-۲-۳-۳-ارتفاع نصب راکتور

برای انواع راکتوردر صورتیکه ارتفاع نصب آن از۱۰۰۰مترتجاوزنماید ،می بایست تصحیحات زیر صورت گیرد:

a) تصحیحات درولتاژ تست وسطح عایقی

راکتورهای نوع خشک که جهت نصب درارتفاع بین۱۰۰۰تا۳۰۰۰متربالاتر ازسطح دریا مورد استفاده قرار میگیرند ،می توانند درفشار نرمال تست شوند. فقط ، درآزمایش با منبع مجزا، ولتاژ تست می بایست به ازای هر۵۰۰  متر افزایش ارتفاع ،که از۱۰۰ متر به بعد صورت میگیرد به اندازه ی ۶/۲۵٪ افزایش داده شود.

توجه- درراکتورهای روغن دار،ازبوشینگی استفاده گردد که سطح عایقی آن بالاتراز سطح عایقی سیم پیچ راکتور باشد.

درصورتیکه دما،خارجازمحدوده مشخص شده دربخش(۱-۲-۳-۳)بوده ویا اینکه شرایط کارویژه ای هم چون وجود محدودیت درجریان هوای خنک کننده حاکم باشد، درآنصورت می بایست باموافقت بین خریدار وسازنده، محدوده مجازجدیدی تعیین گردد.

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

# فصل دوم راکتورهای محدودکننده جریان وراکتورهای زمین کننده نوترسیستم

## ۴-کلیات

### ۱-۴-حدود

راکتورهایی که برای محدود کردن جریان درمواقع بروزخطا درسیستم مورداستفاده قرارمی گیرند عبارتنداز:

۱-۱-۴- راکتورهای محدودکننده جریان

راکتورهایی که برای محدود کردن جریان های کوتاه مدت درسیستم بکارمیروند ودرهنگام کارنرمال سیستم ، یک جریان پیوسته ای ازاین راکتورها عبور می کند.

۲-۱-۴- راکتورهای زمین کننده نوتر سیستم

راکتورهای تکفازی هستند که درسیستم های سه فاز مابین نوترسیستم وزمین متصل گردیده وجهت محدود کردن جریان فازبه زمین درمواقع بروزخطا به کارمیروند.راکتورهای زمین کننده ، عموماً جریان پیوسته ای نداشته ویااینکه بطور پیوسته فقط جریان کوچکی را تحمل می نمایند.

۳-۱-۴-دیگر انواع راکتورها

بسته به نوع کاربرد، راکتورهای دیگری برای منظورهای متفاوت ،می توانند دراین بخش تحت پوشش قرارگیرند.

این راکتورها عبارتند از:

- راکتورهای مقسم بار برای بالانس کردن جریان درمدارهای موازی

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

- راکتورهای استا رتر ،که در موتورهای .a.c بصورت سری وجهت محدودکردن جریان راه اندازی موتوربکاربرده می شوند.

## ۲-۴-طراحی

باتوجه به چگونگی طراحی ونصب ، راکتورهای محدودکننده جریان می توانند در گروه های زیر قرار داده شوند:

- تکفاز یا سه فاز
- نوع خشک یا نوع انباشته ازروغن
- باهسته هوایی یا هسته ی آهنی شکاف دار
- با،یا بدون حفاظ مغناطیسی
- با،یا بدون تپ
- برای نصب درمحیط روباز یا سربسته

توجه ۱-حفاظت مغناطیسی یک راکتورمحدود کننده ی جریان عموماً طوری طراحی میگردد تا درمواقع عبور جریان های کوتاه مدت وشدید ،اشباع گردد.

توجه ۲- یک راکتور محدود کننده ی جریان از نوع خشک وبدون حفاظ ، در مواقع عبورجریان کوتاه مدت و شدید ،میدان پراکنده ی مغناطیسی قوی تولید می کند.لذا می با یستی به طرز قرارگرفتن سیم پیچ فازها وهمچنین موقعیت آنها نسبت به سایر تجهیزات وبدنه ی فلزی راکتور ،توجه کافی نمود تا از شدت این پدیده کاسته شده واز آثار مخرب آن همچون افزایش حرارت بخشهای فلزی وفشارهای مکانیکی وارده درمواقع بروز خطا درسیستم جلوگیری گردد.

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

## ۵-تعاریف

### ۵-۱-جریان نامی دائمی $I_N$

جریانی که درفرکانس نامی از ترمینال سیم پیچ های راکتورعبورکرده وراکتور هم برای عبوردائم چنین جریانی طراحی گردیده است.برای راکتورهای زمین کننده ،جریان پیوسته ی نامی تعریف نمی گردد مگراینکه بصورت دیگری برای آنها جریان نامی تعریف شود.

### ۵-۲-جریان کوتاه مدت نامی $I_{KN}$

جزء متقارن و.π.nm جریان کوتاه مدتی که درحالت پایدارسیستم ودر فرکانس نامی و برای مدت زمان تعیین شده ای، راکتوربتواند تحمل کرده وبرای آن نیز طراحی شده باشد.بدین صورت که این جریان بتواند ازراکتورعبورکرده بدون آنکه باعث افزایش حرارت ویا فشارهای مکانیکی مخرب گردد.

توجه - جریان کوتاه مدت نامی با توجه به شرایط سیستم درموقع بروز خطا تعیین می گردد.

### ۵-۳-مدت زمان نامی برای عبور جریان کوتاه مدت kn

مدت زمان مجازبرای عبور جریان کوتاه مدت نامی که راکتوربرای آن طراحی شده باشد.

www.WikiPower.ir

### ۵-۴-امپدانس نامی $Z_{KN}$

امپدانسی که به اهم و برای هرفاز،درفرکانس نامی و جریان کوتاه مدت نامی تعریف می گردد.برای یک راکتورمحدودکننده ی جریان سه فاز یا یک بانک سه فاز مشتمل ازراکتورهای تک فاز امپدانس نامی برابر با متوسط سه امپدانس تکفاز میباشد.

توجه – دریک راکتورمحدود کننده ی جریان سه فاز، یا یک بانک متشکل ازراکتورهای تکفاز ، کوپلاژ مغناطیسی بین فازها ،سبب ایجاد یک امپدانس مجازی درهرفازگردیده که نسبت به امپدانس نامی تعریف شده دربالامتفاوت می باشد. این مطلب درصورتیکه ضریب کوپلاژمغناطیسی کمتراز ۵٪ باشد،عملاً اهمیت چندانی نخواهد داشت.

## ۶-مقادیرنامی

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

**۱-۶-جریان نامی دائمی**

درصورتیکه تعریف دیگری صورت نگیرد،جریان نامی دائمی یک جریان سه فاز متقارن خواهد بود. مقادیر مناسب برای جریان نامی دائم،می بایست برطبق استاندارد شماره ۳ از ISO انتخاب گردد.

**۲-۶-مدت نامی برای عبور جریان کوتاه مدت**

درصورتیکه تعریف دیگری صورت نگیرد، مدت زمان نامی برای عبورجریان کوتاه مدت، می بایستی مقادیر زیررا داشته باشد:

a) برای راکتورهای محدود کننده جریان : ۲ثانیه

b) برای راکتور های زمین کننده ی نوتر سیستم :۱۰ثانیه

توجه- در صورتی که چندین خطا و یا عملیات راه اندازی در سیستم ، در زمان های متوالی و به فاصله کم از هم پیش بیاید ، در آنصورت می بایستی ، مدت زمان و همچنین فاصله زمانی بین این رخداد ها و هم چنین تعداد آنها توسط خریدار تعیین گردیده و س÷س با توجه به آن ، مدت زمان نامی برای عبور جریان کوتاه مدت انتخاب گردد .

www.WikiPower.ir

**۴-۶- امپدانس نامی**

مقدار امپدانس نامی با استفاده از دو پارامترزیر،که یکی از آنها جریان کوتاه مدت نامی بوده و برطبق مشخصه های سیستم تعیین میگردد و دیگری ، میزان شناخته شده برای احتمال وقوع خطا در سیستم می باشد .اندازه این امپدانس می بایست تا حد ممکن ، کمترین مقدار را داشته باشد.برای راکتورهای با محافظ مغناطیسی ،امپدانس راکتوردرهنگام عبور جریان نامی دائم ،می بایست توسط سازنده تعیین گردد.

سازنده راکتورمی بایست این امپدانس را اندازه گرفته ودرپلاک شناسایی راکتورقید نماید. برای راکتورهای سه فاز و یا بانک مشتمل از راکتورهای تکفاز مجزا که نحوه ی نصب آنها نیز تعیین شده باشد،

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

سازنده ی راکتورمی بایست اطلاعات مربوط به ضریب گوپلاژ ویا راکتانس متقابل بین فازها را،در مواقع عبورجریان کوتاه مدت نامی دراختیارخریدارقرار دهد.

توجه – برای بعضی ازانواع راکتورها،اندازه گیری مستقیم این پارامترمشکل می باشد.(به بخش۱۱-۱۱) مراجعه شود.

## ۷-سطح عایقی

برای کسب اطلاعات کلی درمورد سطح عایقی به IEC 76-3 مراجعه شود.

### ۷-۱- عایق مورد لزوم برای راکتورهای محدود کننده جریان

عایق مورد لزوم بین فازها و همچنین بین فاز وزمین می بایست طوری انتخاب گردد که بتواند حداکثرولتاژسیستمی راکه راکتوربه آن متصل می باشد ($U_m$)، تحمل کند.میزان عایق بین حلقه های سیم پیچ می تواند کمتراز مقدار بالا تعیین شود مخصوصاً اگر، برق گیری به صورت موازی باسیم پیچ راکتورقرارگرفته باشد.توصیه می گردد ولتاژ نامی که برای برقگیرانتخاب می شود، از۱/۳ برابر ولتاژی که درموقع عبور جریان نامی کوتاه مدت در دو سرراکتورایجاد می گردد، کمترنباشد.

### ۷-۲- عایق مورد لزوم برای راکتورهای زمین کننده نوترسیستم

برای چنین راکتورهایی ،عایق مورد استفاده می بایست برابرباعایق بکاررفته درنوترسیستم، که راکتور به آن متصل بوده، باشد برای ترمینال متصل شونده به زمین انتخاب سطح عایقی کاهش یافته (باعایق غیر یکنواخت)، می تواند مناسبتر باشد.

## ۸-توانایی تحمل جریان کوتاه مدت

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

راکتورهای محدودکننده جریان وهمچنین راکتورهای زمین کننده نوترسیستم می بایست طوری طراحی گردند که بتوانندآثارحرارتی ودینامیکی ناشی ازعبورجریان کوتاه مدت نامی را،درمدت زمان نامی آن تحمل نمایند.

## ۹-افزایش دما

### ۱-۹-محدوده مجازافزایش دما درجریان نامی دائم

۱-۱-۹-حدود افزایش دما در شرایط نرمال کار

میزان افزایش دمای سیم پیچ  دمای سیم پیچ ، هسته وروغن راکتورهایی که برای کار در شرایط نرمال (طبق بخش ( ۳-۳))طراحی گردیده اند، بایستی ازحدود تعیین شده درجداول ۱و۲ تجاوز نماید.

www.WikiPower.ir

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

جدول ۱-۲ :حدود افزایش دما برای راکتورهای نوع خشک

| بخشی از راکتور | روش خشک کردن | کلاس عایقی | حداکثرافزایش دما( $C^o$ ) |
|---|---|---|---|
| سیم پیچها(افزایش دما با استفاده ازمتد مقاومت اندازه گیری می شود) | به کمک هوا،به صورت طبیعی یا با استفاده از انرژی(AN,AF) | A<br>E<br>B<br>F<br>H | 60<br>75<br>80<br>100<br>125<br>150 |
| هسته وسایر قسمت ها<br>b) مجاوربا سیم پیچها باشد<br>c) مجاورباسیم پیچها نباشد | کلیه حالات | — | a) همان مقادیرقید شده برای سیم پیچها<br>b) دما درهیچ حالتی نبایستی ازمقداری تجاوزنمایدکه موجب آسیب هسته ویامواد مجاورآن گردد. |

(کلاس عایقی : مطابق با IEC 85 ،که عبارت از توصیه نامه ای است برای طبقه بندی مواردی که جهت عایق کاری در ماشینهای الکتریکی وسایر تجهیزات بکار می روند. این طبقه بندی بر اساس پایداری حرارتی عایق در موقع کار صورت می گیرد .)

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

جدول ۲- ۲ :حدودافزایش دما برای راکتورهای نوع روغنی

| بخشی از راکتور | حداکثر افزایش دما($C^o$ ) |
|---|---|
| سیم پیچها: کلاس عایقی A (افزایش دما با استفاده ازمتد مقاومت اندازه گیری می شود) | ۶۵،زمانی که جریان روغن به صورت طبیعی یا با صرف انرژی ولی بصورت غیرمستقیم (non-directed)باشد.<br>۷۰،زمانیکه جریان روغن باصرف انرژی و به صورت مستقیم (directed)باشد. |
| روغن دربالا ترین قسمت راکتور ( افزایش دما با استفاده از ترموتر اندازه گیری شود) | ۶۰،زمانیکه راکتورمجهزبه تانک روغن بوده ویابصورت ایزوله شده(sealed)باشد.<br>۵۵،زمانیکه راکتورفاقد تانک روغن بوده غیرایزوله (دارای دیافراگم وقابلیت ارتباط بافضای خارج )باشد. |
| هسته، قسمتهای فلزی وسایر موادی که در مجاورت آنها قراردارند. | درهیچ حالتی،دما نبایستی ازمقداری تجاوزنماید که موجب آسیب هسته ویاموادمجاورآن می گردد. |

۲-۱-۹-محدوده مجاز افزایش دما،درشرایط کاری بادماب هوای خنک کننده بالا اگر راکتوربرای شرایط کاری طراحی شده باشد که دمای هوای خنک کننده ان،از یکی از ماکزیمم مقادیر قید شده دربخش(۱-۳-۳)و حداکثر تا۱۰درجه ی سانتی گراد بیشتر باشد،درآنصورت می بایست حداکثر مقدار مجاز برای افزایش دما کاهش یابد.

اگرتوان نامی راکتور10 MVA یا بیشتر باشد،درآنصورت میزان کاهش ،برابربامیزان افزایش دمای هوای خنک کننده نسبت به شرایط نرمال کار ،درنظرگرفته می شود.برای راکتورهای باتوان نامی کوچکتر،حداکثر مقدارمجاز برای افزایش دما می بایست به مقدارزیر کاهش یابد:

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

- به مقدار۵ درجه ی سانتی گراد، درصورتیکه دمای هوای خنک کننده نسبت به محدوده ی قید شده در بخش(۱-۳-۳) به اندازه ۵درجه سانتی گراد یا کمتر،افزایش داشته باشد.
- به مقدار ۱۰ درجه سانتی گراد ، دمای هوای خنک کننده نسبت به محدوده ی قید شده در بخش (۱-۳-۳) افزایشی به میزان بیشتر ازاندازه ۵ درجه و کمتریا مساوی ۱۰درجه سانتی گراد داشته باشد.

اگربرای راکتورهای خنک شونده با هوا،افزایش دما نسبت به محدوده ی تعیین شده در بخش (۱-۳-۳) بیشتر از۱۰ درجه سانتی گراد باشد در آن صورت میزان تغییرلازم درجداول ۱ و۲ با موافقت بین خریداروسازنده تعیین می گردد. هرنوع شرایط خاصی که بتواند درجریان هوای خنک کننده محدودیت ایجاد کرده ویا اینکه دمای هوای محیط بالاتری را باعث گردد،می بایست توسط خریدار مشخص گردد.

۳-۱-۹-محدوده مجاز افزایش دما درشرایط محیطی باارتفاع بالا برای راکتورهای خنک شونده با هوایی که برای نصب درارتفاعی بالاتراز۱۰۰۰مترطراحی شده ولی درارتفاع نرمال تست شده باشند،در صورتیکه توافق دیگری بین خریدارسازنده صورت نگرفته باشد، افزایش دما (جداول ۱و۲)، می بایست به ازای هر ۵۰۰ متر افزایش ارتفاع که از۱۰۰۰متر به بعد صورت می گیرد به اندازه ی مقادیر زیر کاهش یابد.

- برای راکتورهای روغنی که به صورت طبیعی باهوا خنک می گردند، به میزان۲٪
- برای راکتورهای نوع خشک که باهوای پرفشار(AF) خنک می گردند،به میزان ۵٪

توجه۱- اگر راکتور خنک شونده با هوا ،برای کار در ارتفاع کمتر از ۱۰۰۰ متر طراحی شده ولی در ارتفاعی بالاتر از ۱۰۰۰ مترتست گردد، در آن صورت حدودافزایش دمای اندازه گیری شده ،به ازهر ۵۰۰ متر افزایش ارتفاع محل تست ،که از ۱۰۰۰متر به بعد صورت می گیرد ،می بایست به اندازه مقادیربالا،کاهش یابد.

توجه۲- این کاهش،درمورد محدوده مجازافزایش دما،نمی تواند برای راکتورهای خنک شونده با آب اعمال گردد.

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۲-۹-میزان دما بعد ازعبورجریان کوتاه مدت

میزان دمایی که برای سیم پیچ ، بعد از عبور جریان کوتاه مدت نامی محاسبه می گردد. نبایستی از مقادیر ذکر شده در جدول ۳ تجاوز نماید.

جدول۳-۲ :حداکثردمابعدازعبورجریان کوتاه مدت

| نوع راکتور | کلاس عایقی | حداکثر دما( $C^o$ ) | |
|---|---|---|---|
| | | هادی مسی | هادی آلومینیومی |
| روغنی | A | 250 | 200 |
| نوع خشک | A<br>E<br>B<br>F,H | 180<br>250<br>350<br>350 | 180<br>200<br>200<br>— |

www.WikiPower.ir

## ۱۰-پلاک شناسایی

هر راکتورمی بایست مجهزبه پلاک شناسایی فلزی وضدآب بوده و دریک محل قابل رؤیت نصب شده باشد.این پلاک می بایست اطلاعات زیر رابه طور کامل وبه صورتی پاک نشدنی نشان دهد.(مثلاًبااستفاده از روش های حکاکی ،قلم زنی یا کلیشه ای ساخته شود.

**۱-۱۰-اطلاعاتی که برای هرنوع راکتورباید داده شود:**

- نوع راکتور
- محل نصب راکتور(سربسته یا روباز)
- شماره استاندارد مورد استفاده

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

- نام سازنده
- شماره سریال سازنده
- سال ساخت
- تعداد فازها
- فرکانس نامی
- حداکثرولتاژمجاز
- جریان نامی دائم
- جریان کوتاه مدت نامی وزمان آن
- سطح عایقی
- امپدانس(مقداراندازه گیری شده)
- نوع خنک شوندگی
- وزن کل
- وزن روغن مورد مصرف جهت عایق کاری

www.WikiPower.ir

**۲-۱۰-اطلاعات اضافی که فقط برای بعضی راکتورها لازم می باشد:**

- کلاس حرارتی عایق (فقط برای راکتورهای نوع خشک).
- افزایش دما (درصورتیکه یک مقدارنرمال وجودنداشته باشد.)
- عایق مورد لزوم برای ترمینال زمین راکتوری که درآن ازعایق کاری غیر یکنواخت استفاده شده باشد.
- ولتاژضربه نامی که سیم پیچ قابلیت تحمل آن را داشته ودرزمانی که برقگیری هم به صورت موازی با سیم سیم پیچ نصب شده باشد(برای راکتورهای محدودکننده جریان).
- وزن راکتور در موقع حمل(برای راکتورهایی که وزن کل آنها از۵تن بیشتر باشد).

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

- وزن راکتور بدون روغن (برای راکتورهایی که وزن کل آنها از۵تن بیشتر باشد).
- نوع مایع مورداستفاده جهت عایق(درصورتیکه ازروغن معدنی استفاده نشده باشد).
- جزئیات مربوط به تپ راکتور(اگر وجود داشته باشد).

## ۱۱-آزمایشات راکتور

### ۱-۱۱-کلیات مربوط به آزمایشات معمول ،نمونه ومخصوص

برای راکتورهایی که تحت آزمایش قراربگیرند ، می بایستی شرایط  زیر رعایت گردد: آزمایش ها میتوانند درهردمای محیط ما بین ۱۰تا ۴۰ درجه سانتی گراد انجام بگیرند(درصورت استفاده از آب برای خنک کردن ،آزمایشها می توانند درهردمایی انجام بگیرند به شرطی که میزان دما از۲۵ درجه سانتی گراد تجاوز نکند).انجام آزمایش ها به عهده ی سازنده راکتور بوده،مگر اینکه توافق دیگری بین خریداروسازنده صورت گرفته باشد.

کلیه تجهیزات جانبی یا متعلقات راکتورکه بتوانندمشابه با خود راکتور،تحت تاثیرآزمایشات واقع گردند ، بایستی درموقع انجام تست همراه راکتور باشند. سیم پیچ تپ چنجرمی بایست به تپ اصلی آن متصل گرددمگراینکه،توافق دیگری مابین خریداروسازنده صورت گرفته باشد .درموقع انجام آزمایش، کلیه پارامترها به جزمقادیر مربوط به عایق بندی می بایست اندازه ی نامی خود را داشته باشند مگر آنکه،مقادیرمتفاوتی برای آزمایش تعریف شده باشد.

درجایی که لازم باشد تا نتایج حاصل ازآزمایش، با توجه به دمای مرجع اصلاح گردد، در این صورت دمای مرجع  می بایست برطبق جدول ۴-۲ انتخاب گردد:

جدول۴-۲ :دمای مرجع

| کلاس عایقی* | دمای مرجع( $C^o$ ) |
|---|---|

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

| | |
|---|---|
| A<br>E<br>B | **<br>75 |
| سایر کلاس های عایقی | 115 |

*برطبق IEC 85

** برابربا ۸۰ درجه سانتی گراد، وقتی که جریان روغن بصورت پرفشار ومستقیم (fonced directed) باشد.

**۲-۱۱-آزمایشات معمول(routine tests )**

a) اندازه گیری مقاومت اهمی سیم پیچ(طبق بخش ۵-۱۱)

b) اندازه گیری امپدانس درجریان دائمی (درصورتیکه قابل انجام باشد)،(طبق بخش ۶-۱۱)

c) اندازه گیری تلفات(درصورتیکه قابل انجام باشد)،(طبق بخش ۷-۱۱)

d) آزمایش تحمل منبع ولتاژمجزا(طبق بخش ۸-۱۱)

e) آزمایش تحمل اضافه ولتاژالقا شده(طبق بخش ۹-۱۱)

**۳-۱۱-آزمایشات نمونه (type tests)**

a) آزمایش افزایش دما درجریان نامی دائم(طبق بخش ۱۰-۱۱)

b) آزمایش ضربه ناشی از صاعقه(طبق بخش ۱۱-۱۱)

**۴-۱۱- آزمایشات مخصوص(special tests)**

a) زمایش جریان کوتاه مدت واندازه گیری امپدانس درجریان کوتاه مدت(طبق بخش ۱۲-۱۱)

b) اندازه گیری سطح صدای ایجادشده (طبق بخش ۱۳-۱۱)

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

**۵-۱۱-اندازه گیری مقاومت اهمی سیم پیچ**

۱-۵-۱۱-کلیات

درهراندازه گیری می بایست پارامترهای زیر ثبت گردند.این پارامترها عبارتند از:رزیتانس هر سیم پیچ ،ترمینالهایی که رزیتانس ما بین آن دو اندازه گیری می گردد وهمچنین دمای سیم پیچ ها. برای اندازه گیری رزیتانس می بایست ازجریان مستقیم استفاده گردد.دراندازه گیری مقاومت کلیه سیم پیچ ها،می بایست دقت کافی صورت گیرد تا اثراندوکتانس درآنها مینیمم گردد.

درموقع این اندازه گیری ها ی رزیتانس که درحالت سردانجام می شودمی بایست به مدت زمانی که طول می کشدتاجریان بحالت پایدارخودرسیده وقابل اندازه گیری شود، توجه نمود تا ازآن بتوان به عنوان معیار زمانی ، درموقع اندازه گیری  رزیتانس در حالت گرم (درآزمایش نوعی افزایش درجه حرارت)استفاده نمود.

۲-۵-۱۱-راکتورهای نوع خشک

دمایی که ثبت می گرددمی بایست میانگین دماهای خوانده شده ازچندین ترمومتر(حداقل سه ترمومتر)باشد که درنقاط مختلف سطح سیم پیچ نصب شده اند.رزیتانس ودمای سیم پیچ می بایست به طورهمزمان اندازه گیری شوند.همچنین دمای سیم پیچ که توسط ترمومتر اندازه گیری میشود ،می بایستی تقریباًبرابر با متوسط دمای محیط اطراف سیم پیچ باشد.

۳-۵-۱۱- راکتورهای نوع روغنی

بعد از پر کردن راکتوربا روغن وبدون تحریک کردن آن ، و درصورتی که حداقل ۳ ساعت از این عمل گذشته باشد، می توان اقدام به اندازه گیری متوسط دمای روغن نمود. این مقداراندازه گیری شده ،می تواند بادمای سیم پیچ یکسان فرض گردد .متوسط دمای روغن عبارت از متوسط دمای روغن دربالاترین وپایین ترین نقطه خواهد بود.درموقع اندازه گیری مقاومت سرد که برای استفاده درآزمایش

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

افزایش دما صورت می گیرد می بایستی کوشش شود که متوسط دمای سیم پیچ با دقت زیادی تعیین گردد.

دراین حالت می بایست اختلاف ما بین دمای روغن در بالاترین وپایین ترین نقطه کم باشد. برای رسیدن سریع به این هدف روغن می تواند با استفاده از پمپ جریان یابد.

**۶-۱۱- اندازه گیری امپدانس درجریان دائمی**

امپدانس می بایست در فرکانس نامی اندازه گیری شود.برای راکتورهای سه فاز و همچنین بانک های سه فاز متشکل از راکتورهای تکفاز،می بایست با تحریک تک تک فازها،امپدانس های مربوطه اندازه گیری شده وآنگاه،امپدانس راکتوربرابرامتوسط امپدانس های اندازگیری شده تکفاز خواهد بود .

امپدانس یک راکتورسه فاز،زمانی که ضریب کوپلاژ مغناطیسی آن بزرگتراز ۰/۵٪باشد، می بایست با اتصال به یک سیستم ولتاژمتقارن ودر حالتیکه سیم پیچ فازهای آن به صورت ستاره متصل شده اند.اندازه گیری گردد.

www.WikiPower.ir

دراین حالت میزان امپدانس می بایست طبق رابطه زیر محاسبه گردد:

$$\frac{\text{ولتاژفاز به فاز}}{\sqrt{2}\times\text{متوسط جریان اندازه گیری شده}} \qquad (۱-۲)$$

توجه –برای راکتورهای بدون محفاظ مغناطیسی ،این آزمایش میزان امپدانس نامی رامشخص خواهد کرد.

**۷-۱۱-اندازه گیری تلفات**

اندازه گیری فقط درمورد راکتورهایی صورت می گیرد که جریان دائمی برای آن تعریف شده باشد.اندازه گیری می بایست درفرکانس نامی صورت گرفته و روش تعیین تلفات نیز با توافق بین خریدار

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

و سازنده مشخص گردد نتیجتاً می بایست درمورد دقت وقابلیت روش پیشنهادی درمتن قراردارد،اشاره ی کافی شده باشد.

همچنین ازآنجا که ضریب قدرت یک راکتورمحدودکننده جریان معمولاً خیلی کم می باشد لذا اندازه گیری تلفات بروشهای واتمتری معمول ، دارای خطای زیادی بوده وتوصیه می گردد که از یکی ازروش های اندازه گیری با پل استفاده گردند.

۱-۷-۱۱-برای راکتورهای فاقد مدارمغناطیسی وفاقد حفاظ مغناطیسی،اندازه گیری می تواند درهرجریانی انجام شود به شرطی که نتایج حاصل ،به جریان کاردائم تبدیل گردند.به همین منظور می بایست مقادیر تلفات اندازه گیری شده، با ضرب شدن درتوان دوم نسبت بین جریان نامی ( یا برای راکتورهای دارای تپ ،جریان تپ مربوطه ) به جریان آزمایش،تصحیح گردد. سپس میزان تلفات حاصل می بایست به دمای مرجع مناسب که درجدول۴ آمده تصحیح گردد.برای این کارمی بایست فرض گردد که میزان تغییرات تلفات $I^2.R$ (مقاومت R=a.c) نسبت مستقیم با مقاومت داشته و سایر تلفات به نسبت عکس با مقاومت تغییر پیدا می کند در این حالت میزان مقاومت می بایست برطبق بخش(۵-۱۱)تعیین گردد.

www.WikiPower.ir

توجه- حضورقطعات فلزی درهمسایگی راکتور،می تواند منبع خطای اندازه گیری مهمی باشد.

۳-۷-۱۱-برای راکتورهای باحفاظ مغناطیسی،تلفات قسمت های مختلف راکتور(شامل تلفات $I^2.R$، تلفات آهن و تلفات اضافی دیگر) نمی تواند بطورجداگانه اندازه گیری شود. درنتیجه بهتراست به منظور اجتناب ازتصحیح درجه حرارت ، به درجه حرارت مرجع ،اندازه گیری ها زمانی انجام شوند که درجه حرارت متوسط سیم پیچ ها تقریباً مساوی درجه حرارت مرجع باشد..چنانچه اینکار عملی نباشد ،درآنصورت تلفات اضافی را میتوان همانند تلفات آهن ،مستقل ازدرجه حرارت در نظر گرفت.

۸-۱۱-آزمایش تحمل منبع ولتاژمجزا (آزمایش معمول)

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

آزمایش منبع ولتاژ مجزا می بایست بایک ولتاژ متناوب تکفاز که شکل موج آن تاحدامکان سینوسی بوده وفرکانس آن از ۸۰٪ فرکانس نامی کمتر نباشد،انجام گیرد.

دراین حالت می بایست پیک ولتاژ، اندازه گیری شده وسپس مقدارآن را بر$\sqrt{2}$تقسیم کرده وبرابر با مقدار حاصل ازآزمایش قرار داد. آزمایش می بایست با ولتاژی شروع شود که اندازه آن از یک سوم میزان تعریف شده برای آزمایش بزرگتر نباشد.سپس این ولتاژ ،با سرعت هرچه تمام ترافزایش یابد به طوریکه برابربا ولتاژ تعریف شده برای آزمایش گردیده ودر این حالت ،اندازه گیری نیز به طور مرتب انجام شده باشد.درخاتمه ی آزمایش نیز ولتاژ می بایست به سرعت به یک سوم ولتاژتست کاهش یافته وسپس قطع گردد.

دراین آزمایش ولتاژ تعریف شده برای تست می بایست به مدت ۶۰ثانیه مابین هر سیم پیچ وزمین وهم چنین مابین سیم پیچ های مختلف قرار گیرد به طوریکه درهریک ازحالات بالا،درطول آزمایش سایر سیم پیچ های راکتور و همچنین هسته وبدنه ی آن به هم وصل شده وبه زمین متصل شده باشد.

این آزمایش موقعی موفقیت آمیز تلقی خواهد شد که هیچ نوع سقوطی در ولتاژ تست رخ ندهد.

۹-۱۱- آزمایش تحمل اضافه ولتاژ القاشده (آزمایش معمول)

این آزمایش می بایست مطابق با آزمایش تحمل ولتاژ مجزا (بخش ۸۸-۱۱) انجام شده وفقط درآن،ولتاژتست برابر با ،دوبرابر ولتاژی انتخاب شود که درموقع عبورجریان کوتاه مدت نامی در دو سرراکتورایجاد می گردد.

چنانچه انجام این آزمایش برای موارد موردآزمون ،ازنظر محدودیتهای حرارتی نامناسب بوده ویا اینکه عبورتوان وایجاد ولتاژ مورد نیازآزمایش،خارج ازمحدوده کارتجهیزات موجود درمحوطه تست باشد،درآنصورت این آزمایش می تواندباتوافق بین خریدار وسازنده باآزمایش ضربه جایگزین گردد.

**۱۰-۱۱-آزمایش افزایش دمادرجریان نامی دائم**

این آزمایش می بایست مطابق بااستاندارد(IEC 76-2) انجام گیرد.

۱-۱۰-۱۱راکتورهای نوع خشک


www.WikiPower.ir

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

آزمایش می بایست تاحدامکان ، با جریانی نزدیک به جریان نامی دائم انجام شده بطوری که از ۹۰٪ آن کمتر نباشد.همچنین آزمایش می بایستآنقدر ادامه پیدا کند که میزان افزایش دمای هر قسمت ازسیم پیچ دریک ساعت، از۲درجه کلوین کمتر باشد.

میزان افزایش دمای سیم پیچ ($\Delta\theta_n$)،برای درجه حرارت های بالا تراز درجه حرارت هوای خشک کننده درجریان نامی دائم ،ازطریق فرمول زیر محاسبه می گردد:

$$\Delta\theta_n=\Delta\theta_t[\frac{I_n}{I_t}]^q \quad (۲-۱)$$

که درآن

$I_n$= جریان نامی دائم

$I_t$ =جریان آزمایشی

$\Delta\theta_t$= افزایش درجه حرارت درجریان آزمایش

میزان q می بایست بصورت زیرانتخاب گردد:

برای راکتورهای خنک شونده بطریق AN برابر با۱/۶

برای راکتورهای خنک شونده بطریق AF برابر با۱/۸

میزان دمای θt سیم پیچ،می بایست بااستفاده ازمقاومت اندازه گیری شده راکتور(طبق ضمیمه A )،محاسبه گردد.

۲-۱۰-۱۱-راکتورهای نوع انباشته ازروغن

چگونگی ومحدوده افزایش دمای روغن وهم چنین دمای سیم پیچ ،برطبق ۷.۳ ازIEC76-2 تعیین میگردد.

۱۱-۱۱- آزمایش ضربه ی ناشی ازصاعقه



www.WikiPower.ir

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

برای کسب اطلاعات کلی،به فصل ۱۲ از IEC 76-3 وفصل 19 از IEC 726 وهمچنین IEC 722 مراجعه شود.

دراین آزمایش ،موج ضربه می بایست بشکل موج ضربه کامل استاندارد ناشی ازصاعقه به فرم زیر باشد: $1.2 \pm 30\%/50 \pm 20\%$ μs

توجه – ممکن است مدت زمان دقیق برای ایجاد موج قابل دسترسی نباشد و دراین حالت کوتاه ترین زمان ممکن، موردقبول خواهد بود.

۱-۱۱-۱۱-آزمایش ضربه برای راکتورهای محدودکننده جریان

دراین آزمایش،هرسیم پیچ بطورجداکانه تست میشود بدین صورت که،ولتاژتست به یک ترمینال سیم پیچ متصل شده وترمینال دیگر آن زمین می گردد.دراینحالت ترمینال های سایر سیم پیچ ها نیز می بایست به زمین متصل گردند.درصورتی که عایق کاهش یافته(غیر یکنواخت)، برای سیم پیچ به کاررفته باشد درآن حالت نحوه ی انجام آزمایش ضربه، می بایست با موافقت بین خریدار و سازنده راکتور مشخص گردد.

۲-۱۱-۱۱-آزمایش ضربه برای راکتورهای زمین کننده نوتر سیستم

برای چنین راکتورهایی،ولتاژ تست می بایست به ترمینالی از راکتوراعمال شود که این ترمینال به نوتر ترانسفورماتور متصل می گردد.دراین حالت ترمینال دیگر راکتورمی بایست زمین شده باشد.مدت زمان مجاز برای پیشانی موج ضربه دراین آزمایش حداکثرتا۱۳میکروثانیه می باشد.

۱۲-۱۱- آزمایش جریان کوتاه مدت واندازه گیری امپدانس دراین جریان

برای کسب اطلاعات کلی دراینصورت به IEC 76-5 مراجعه شود.

آزمایش جریان کوتاه مدت طوری طراحی شده که بوسیله ی آن، می توان تحمل راکتوررادر برابر نیروهای مکانیکی وارده درموقع عبورجریان کوتاه مدت نامی ارزیابی کرد وهمچنین برای راکتورهای با محافظ مغناطیسی ،میتوان امپدانس نامی را اندازه گیری کرد.

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

اگرتعریف دیگری مشخص نشده باشد،می بایست اولین پیک جریان کوتاه مدت،($1/8\times\sqrt{2}$) برابر با مقدار و $\pi ms$ آن باشد.(دربعضی شرایط کاری، ممکن است بدلیل عدم وجود تقارن ،مقدارکمتری از ( $1/8\times\sqrt{2}$)نیز نتیجه شود)

توانایی راکتور درتحمل آزمایش بااستفاده ازبخش۲.۲از IEC 76-5 مشخص می گردد.مقدار امپدانس درجریان کوتاه مدت می بایست بااستفاده ازمقادیرولتاژ وجریان که در حالت پایدارآزمایش بدست آمده باشد،تعیین گردد.

مقدارآن می بایست برابربااپمدانس نامی وبا تلرانس مناسبی باشد.امپدانس یک راکتور سه فاز درجریان کوتاه مدت ،می بایست بااستفاده ازبخش۱۷.۵ تعیین گردد.درحین آزمایشات ،می بایست ولتاژ القا شده درفازهایی که تحت آزمایش قراردارند، اندازه گیری و ثبت شده تا بعداً جهت تعیین ضریب کوپلاژ یا امپدانس متقابل بین فازها مورداستفاده قرارگیرد.

۱-۱۲-۱۱-روش آزمایش

برای راکتورهای تکفاز ،آزمایش می بایست دوبار تکرار گردیده وهربار،بااستفاده ازجریان کوتاه مدت نامی باطول زمان $\pm\%5$ ۰/۵ انجام گیرد.

راکتورهای سه فاز،یابانک سه فاز متشکل ازسه راکتورتکفاز که نحوه ی اتصال فازهای آن نیز مشخص باشد.می بایست تحت یک آزمایش تکفاز برای هریک ازفازها درحالت نامتقارنی کامل وهمچنین تحت یک آزمایش سه فاز باجریان سه فاز قرارگیرد.

توجه- اگرطول زمان۰/۵ ثانیه جهت آزمایش ،بدلیل کافی نبودن ظرفیت تجهیزات آزمایشگاهی ،قابل دسترسی نباشد،درآنصورت طول زمان کوتاهتر ،بین خریداروسازنده ،می تواند مورداستفاده قرار کیرد.

۲-۱۲-۱۱-رفتار حرارتی درجریان کوتاه مدت

قابلیت تحمل حرارت کوتاه مدت می تواند با محاسباتی طبق بخش۵ -۱-۲ از IEC 76-5 انجام میشود، مورد بررسی قرار گیرند.

**۱۳-۱۱-اندازه گیری سطح صدای ایجاد شده درجریان نامی دائم**

این آزمایشات می بایست برطبق IEC 551 انجام بگیرد.

برای اندازه گیری درراکتورهای نوع خشک ،می بایست ازسالم بودن سیم پیچ های موردآزمایش اطمینان کافی داشت.محدوده ای که دربخش ۳.۴ از IEC551 تعریف شده می بایست به اندازه ی ۲ متر از سطح سیم پیچ تعیین گردد. محدوده تعیین شده می بایست روی صفحه ای افقی که در ارتفاعی به اندازه ی نصف بلندی سیم پیچ واقع شده ،قرار گیرد.

**۱۲-تلرانسها**

تلرانس امپدانس بدست آمده ازطریق آزمایش ویا ازطریق محاسبه درجریان کوتاه مدت نامی، می تواند ازصفرتا حداکثر ۲۰٪ امپدانس نامی باشد.تلرانس امپدانس راکتورهای سه فاز می بایست به صورت زیر باشد:

جریانی که درهرسیم پیچ و تحت شرایط تعریف شده در بخش (۵-۱۱) اندازه گیری می شود، نباید بیشتر از۵٪از مقدارمتوسط انحراف داشته باشد ودراین حالت می بایست تعریف بالا درمورد تلرانس امپدانس ،یعنی ازصفرتا حداکثر ۲۰+٪امپدانس نامی رعایت کردد.

تلرانس امپدانس درجریان داومی نامی می تواندازصفرتا حداکثر ۲۰+٪باشد.

تلرانس تلفات (فقط موقعی که یک جریان دائم نامی برای راکتورتعریف شده باشد) ۱۵+٪ مقداراعلام شده باشد.

www.WikiPower.ir

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

www.WikiPower.ir

# فصل سوم-راکتورهای میراکننده

## ۱۳-کلیات

### ۱-۱۳-حدود

راکتورهای میراکننده مخصوصاًبرای محدود کردن جریان هجومی که درهنگام کلید زنی خازن های شارژشده و اتصال آنها به شبکه ac ایجاد می گردد، بکارمیروند. این راکتورها به صورت سری باخازن ها قرار می گیرند[۱].

درهنگام کارعادی جریان نامی خازن ازداخل راکتور،میگذرد.حداکثر جریان مجاز(اضافه جریان )راکتور، برابر بامقدار تعیین شده برای خازنهای شنت دراستاندارد مربوطه ی خازن می باشد.

---

۱- جهت تعیین اندازه این راکتورها به استاندارد خازنهای شنت مراجعه گردد.

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

توجه-برای کاربردهای خاص خازن ،همچون منبع تولید VAR وسیستم های HVDC ،اضافه جریان تعریف شده دراستاندارد خازنهای قدرت معمولاً کاربردندارد.

**۲-۱۳-طراحی**

راکتورهای میراکننده می بایست بصورت تکفازیاسه فاز،ازنوع خشک وخنک شوندگی بصورت طبیعی،باهسته ی هوایی وجهت نصب درمحیط های روباز یاسربسته ساخته شوند.

**۱۴-تعاریف**

**۱-۱۴-جریان دائم نامی IN**

مقدار.π.m.n جریانی که ازداخل راکتورمیراکننده نامی می گذرد.

**۲-۱۴-جریان هجومی نامی IIN**

دامنه بزرگترین جریان هجومی که برای راکتورمیراکننده تعریف شده باشد.

**۳-۱۴-اندوکتانس نامی LN**

مقداراندوکتانسی که در فرکانس سیستم برای راکتورمیراکننده تعریف شده است.

**۴-۱۴-فاکتورQ**

نسبت بین راکتانس و رزیتانس راکتور،درفرکانس ودمای تعیین شده

**۱۵-مقادیرنامی**

**۱-۱۵-جریان دائم نامی**

جریان دائم نامی برای راکتورمیراکننده می تواند حداقل برابر باماکزیمم جریان مجاز خازن انتخاب گردد.

توجه- ماکزیمم جریان مجاز برطبق استاندارد IEC70 برابربا جریان است که مقدار.π.m.n آن ۱/۳، برابر مقداری باشد که درموقع ایجاد ولتاژ سینوسی نامی دردوسرخازن برقرار می گردد.

**۲-۱۵-جریان هجومی نامی**

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

جریان هجومی نامی، می بایست طوری انتخاب گردد که همه ی حالات مختلف کلید زنی خازن درآن درنظر گرفته شده باشد.فرکانس تشدید در جریان هجومی مشخص شده ،می بایست تعیین گردد.سازنده راکتور می بایست اطلاعات لازم درمورد فاکتور Q راکتوررا درفرکانس مزبور تهیه نماید. راکتورمیرا کننده می بایست توانایی تحمل آثار دینامیکی ناشی ازجریان هجومی نامی راداشته باشد.

توجه۱- اثرحرارتی جریان هجومی معمولاًبدون اهمیت می بایست باشد.

توجه۲-اگر راکتورمیراکننده لازم باشد که تحمل اضافی جریان های بیش از جریان هجومی نامی راداشته باشد،برای مثال جریان ناشی ازوقوع خطا در خازن ،درآن صورت می بایست دامنه وهمچنین چگونگی چنین اضافه جریان های تعریف شده باشد.

**۱۶- سطح عایقی**

تا تعریف دیگری صورت نگرفته باشد ، سطح عایقی به بزرگترین ولتاژ سیستم Um ، اطلاق خواهد گردید که راکتور میراکننده به آن سیستم متصل می بایست گردد. اگر یکی از ترمینالهای راکتورمیراکننده مستقیماًبه زمین متصل درآن صورت موافقت بین خریداروسازنده ،می بایست تواند عایق غیریکنواخت بکاربرده شود.

**۱۷-افزایش دما**

برای راکتورهای میراکننده ،حدودافزایش دما برطبق بخش ۹ تعیین می بایست گردد.

**۱۸-پلاک شناسایی**

هر راکتور می بایست مجهزبه پلاک شناسایی ازجنس فلز ضدآب بوده که دریک محل قابل رؤیت نصب شده باشد واطلاعات زیررا مشخص سازد. اطلاعات قرارگرفته درآن می بایست به صورتی پاک نشدنی باشند. (بطورمثال بااستفاده ازروشهایی همچون حکاکی،قلم زنی وغیره آماده شده باشد.)

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

**۱-۱۸-اطلاعاتی که باید برای هر راکتورداده شود:**

- نوع راکتور
- محل کاربرد آن (درمحیط سربسته یا روباز)
- شماره استاندارد مورداستفاده
- نام سازنده
- شماره سریال سازنده
- سال ساخت
- فرکانس نامی
- جریان دائم نامی
- جریان هجومی نامی
- سطح عایقی
- اندوکتانس نامی
- فاکتورQ درفرکانس مشخص شده
- کلاس حرارتی عایق(برای راکتورهای نوع خشک)
- افزایش حرارت
- جرم کل

**۱۹-آزمایشها**

جهت اطلاعات کلی درمورد آزمایشهای معمول،نمونه وخاص به بخش (۱-۱۱)مراجه شود.

۱-۱۹-آزمایشهای معمول

۱-۱-۱۹-اندازه گیری مقاومت سیم پیچ (به بخش (۵-۱۱)مراجعه شود).

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۲-۱-۱۹-اندازه گیری اندوکتانس

اندازه گیری می بایست تواند با هر جریان مناسبی ،ویابوسیله پل اندازه گیری،انجام شود.مقدار اندوکتانس نامی،درفرکانس سیستم مشخص می بایست گردد.

۳-۱-۱۹-آزمایش تحمل منبع ولتاژ مجزا(به بخش(۷-۱۱)مراجعه شود).

۴-۱-۱۹آزمایش تحمل اضافه ولتاژالقایی

این آزمایش می بایست برطبق بخش(۸-۱۱)،فقط بااستثنا مطلب زیرانجام گیرد:

ولتاژ می بایست دوبرابر ولتاژی باشد کهدر جریان هجومی نامی پیش می آید.

۲-۱۹-آزمایش های نمونه

۱-۲-۱۹-آزمایش افزایش دما(به بخش(۹-۱۱)مراجعه شود).

۲-۲-۱۹-آزمایش ضربه ناشی ازصاعقه (طبق بخش (۱۰-۱۱)).

۳-۱۹-آزمایش های خاص

۱-۳-۱۹آ تحمل جریان هجومی

آزمایش می بایست درفرکانس سیستم وبرطبق بخش(۱۱-۱۱)انجام بگیرد.

۲-۳-۱۹-اندازه گیری فاکتورQ

اندازه گیری می بایست بااستفاده ازروش پل ودرفرکانس تشدید تعریف شده برای جریان هجومی انجام شود.(به بخش(۶-۲۵)مراجعه شود).

**۲۰-تلرانسها**

ازصفرتا حداکثر ۲۰+٪ اندوکتانس نامی

www.WikiPower.ir

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

# فصل چهارم- راکتورهای تنظیم کننده (جهت فیلتر کردن)

## ۲۱-کلیات

### ۱-۲۱-حدود

راکتورهای تنظیم کننده در سیستم های a.c. راکتورهایی هستند که به همراه خازنها به شبکه متصل می شوند تا مدارهای مخصوص جهت فیلتر کردن راتنظیم بکنند بطوریکه ،دریک محدوده فرکانس صوتی تشدید شده و بدین وسیله میتوان اقدام به حذف سدکردن و یا فیلترکردن هارمونیک ها ویافرکانسهای مخابراتی نمود. راکتورهای تنظیم کننده هم به صورت موازی به سیستم متصل می گردند (دراین حالت ولتاژسیستم دردسرآن قرار می گیرد) وهم به صورت سری (که در این حالت جریان باراز داخل آن می گذرد.)

### ۲-۲۱-طراحی

راکتورهای تنظیم کننده، راکتورهای تکفاز یا سه فاز بوده وهمچنین میتواند ازنوع خشک یا روغنی باشد.راکتورهاممکن است طوری طراحی گردند که بتوان اندوکتانس آنرادریک محدوده مشخصی تغییردادواین کار رابااستفاده ازتغییر تپ ویا بوسیله حرکت هسته یا سیم پیچ ها انجام داد. چگونگی آن،موضوعی است که می بایست مورد موافقت خریداروسازنده قرارگرفته درقراردادنیز قید شود.

راکتورهای تنظیم کننده،برای سیگنالهای بافرکانس صوتی،ممکن است به سیم پیچ دومی نیز مجهز گرددکه به منبع بافرکانس صوتی به سایر تجهیزات متصل می بایست گردد.

درموقع اتصال موازی راکتورها ،مسئله ی اصلی ، بروز حالات گذرای ناشی ازجریان هجومی درمواقع کلید زنی می بایست باشدولی درحالت اتصال سری راکتور،مسئله مهم، اضافه جریان ناشی ازوقوع خطا درسیستم می باشد.

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

توجه ۱- درصورتیکه ازفیلتر سه فازاستفاده گردد،می بایست به کوپلاژمغناطیسی بین فازهای مختلف راکتورتوجه نمود.

توجه ۲- برای راکتورهای تنظیم کننده بدون حفاظ مغناطیسی ،می بایست به امکان القا توسط استراگچری که برروی آن

نصب شده، توجه نمود.

## ۲۲-تعاریف

### ۲۲-۱-جریان نامی بافرکانس سیستم IN

میزان r.m.s. جریانی که بافرکانس سیستم وبصورت دائم ازراکتور میگذرد.

### ۲۲-۲-ولتاژنامی بافرکانس تنظیم I A

میزان r.m.s. جریانی که بافرکانس تنظیم وبصورت دائم ازراکتور میگذرد.

توجه - دربعضی کاربردها (مانندارسال سیگنالهای بافرکانس صوتی)،جریان بافرکانس تنظیم شده ، یک جریان متناوب میباشد.دراین حالت می بایست به تلفات وافزایش دماتوجه نمود.

### ۲۲-۴-ولتاژنامی بافرکانس تنظیم U A

میزان r.m.n.ولتاژی که بافرکانس تنظیم شده به صورت دائم دردوسرراکتورقرارمیگیرد.

### ۲۲-۵- فرکانس تنظیم نامی f A

فرکانس تشدید درمدار فیلتری که راکتور همیکی ازعناصرآن میباشد.

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

**۶-۲۲-اندوکتانس نامی L A**

مقداراندوکتانس درفرکانس تنظیم نامی .

**۷-۲۲-فاکتورQ نامی Q A**

نسبت بین راکتانس ورزیتانس درفرکانس تنظیم ودر دمای مرجع

**۸-۲۲-جریان کوتاه مدت نامی I kn**

میزان .π.m.n جریان کوتاه مدت وزمان آن(اگرقابل دسترسی باشد)،که برای راکتورتنظیم کننده شناخته شده است.

**۲۳-مقادیرنامی**

**۱-۲۳-مقادر ولتاژوجریان نامی**

باتوجه به نحوه ی اتصال سری یا موازی راکتور،مقادیر نامی ولتاژو جریان راکتور،چه درفرکانس سیستم وچه درفرکانس سیستم وچه درفرکانس تنظیم ،تعیین می بایست گردد.

این مقادیر نامی میتوانند حداقل برابربا مقادیری انتخاب شوند که درحالت کارنرمال مدارفیلتر درسیستم ، پیش می آیند.

**۲-۲۳-جریان کوتاه مدت نامی**

برای راکتوربا اتصال موازی ،مقدار این جریان بستگی به جریان هجومی داشته و برطبق بخش(۲-۱۵) تعیین می گردد.

برای راکتوربااتصال سری،مقداراین جریان ،به اضافه جریان ناشی ازبروز خطا درسیستم بستگی دارد (بخش( ۲-۵)و(۲-۶)).

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

دامنه و زمان جریان کوتاه مدت نامی ، برای راکتور تنظیم کننده ، که بصورت منفرد متصل می گردد.می بایست دراسناد مناقصه تعیین شده باشد.

برای استاندارد کردن راکتورهادرپایین ترین سطح ولتاژ وبدون درنظر گرفتن سایر مشخصات آن ،اضافه جریان می بایست در۲۵ برابر جریان نامی بافرکانس سیستم،محدودگردیده ومدت زمان آن نیز از۲ ثانیه تجاوز ننماید.

**۳-۲۳- فاکتور Q نامی**

اگرتعریف دیگری صورت نگیرد، عبارت خواهد بود از کوچکترین مقداری که اندازه ی آن گارانتی شده باشد.

**۴-۲۳-طیف ولتاژو جریان**

طیف فرکانس ولتاژو جریان برای سیگنالهای هارمونیک داروبا غیرهارمونیکی که در محل نصب راکتور وجود دارند می بایستی دراسناد مناقصه مشخص گردد.

**۵-۲۳-سطح عایقی**

اگر تعریف دیگری صورت نگیرد، سطح عایقی عبارت خواهد بود از بالاترین ولتاژ سیستم Um که راکتوربه آن متصل می گردد. اگریکی از ترمینال های راکتور به زمین متصل گردد در آنصورت ،استفاده از عایق غیر یکواخت می تواند با توافق بین خریداروسازنده صورت پذیرد.

توجه - زمانی که سیم پیچ دومی ،به راکتوربه کاررفته برای سیگنالهای صوتی اضافه می بایست گردد، در طراحی آن می بایست به امکان انتقال اضافه ولتاژها ازسیستم قدرت توجه نمود.

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

## ۲۴-پلاک شناسایی

هر راکتورمی بایست مجهزبه پلاک شناسایی ازجنس فلز ضد آب بوده که دریک محل قابل رؤیت نصب شده باشد واطلاعات زیرامشخص سازد.اطلاعات زیر رامشخص سازد.اطلاعات قرار گرفته درآن می بایست بصورتی پاک نشدنی باشند.(بطورمثال بااستفاده ازروش هایی همچون حکاکی ،قلم زنی وغیره آماده شده باشد)

### ۱-۲۴-اطلاعاتی که باید برای هر راکتور داده شود:

- نوع راکتور
- محل کاربرد آن (درمحیط سربسته یا روباز)
- شماره استاندارد مورداستفاده
- نام سازنده
- شماره سریال سازنده
- سال ساخت
- فرکانس نامی سیستم
- فرکانس نامی تنظیم
- ولتاژ نامی درفرکانس سیستم(درصورت کاربرد)
- ولتاژ نامی درفرکانس تنظیم(درصورت کاربرد)
- جریان نامی درفرکانس سیستم(درصورت کاربرد)
- جریان نامی درفرکانس تنظیم(درصورت کاربرد)
- جریانکوتاه مدت نامی ومدت زمان آن
- سطح عایقی
- اندوکتانس نامی

www.WikiPower.ir

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

- فاکتورQ
- وزن کل
- وزن روغن مصرفی جهت عایق کاری

**۲۵-آزمایش ها**

**۱-۲۵-اطلاعات کلی درمورد آزمایش های معمول، نمونه وخاص به بخش (۱-۱۱)مراجعه شود.**

**۲-۲۵-آزمایش های معمول**

a) اندازه گیری مقاومت سیم پیچ( طبق بخش (۵-۱۱) )

b) اندازه گیری اندوکتانس( بخش (۴-۲۵) )

c) آزمایش تحمل اضافه ولتاژ القایی( بخش (۵-۲۵) )

d) آزمایش تحمل ولتا ژ منبع مجزا( بخش (۸-۱۱) )

e) اندازهگیری فاکتورQ( بخش (۶-۲۵) )

f) اندازه گیری تلفات (بخش (۷-۲۵) )

**۳-۲۵-آزمایشهای نمونه**

a) آزمایش افزایش دما ( بخش (۸-۲۵) ).

b) آزمایش ضربه ناشی ازصاعقه( بخش ۱۲ از IEC76 – 3 وبخش(۱۱-۱۱) ).

**۴-۲۵-اندازه گیری اندوکتانس**

اندوکتانس یک راکتورتنظیم کننده می بایست درفرکانس تنظیم راکتور ودر ولتاژوجریان نامی بافرکانس تنظیم مربوطه ،اندازه گیری شود. دراین اندازه گیری استثناهای زیر وجود دارد:

اندوکتانس یک راکتور باهسته ی هوایی،فرض می گرددکه مستقل از جریان بوده وثابت می باشد. لذا میتواند با جریان یاولتاژ کاهش یافته اندازه گیری شود.

www.WikiPower.ir

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

درصورتیکه در راکتورازنوع هسته دار،مقدار جریان دربالاترین نقطه ازقسمت خطی منحنی هسته، برابربا، جریان نامی با فرکانس تنظیم راکتور باشد دراینصورت اندوکتانس راکتوردرفرکانس تنظیم میتواند در جریان و ولتاژ کاهش یافته اندازه گیری شود.

**۵-۲۵-آزمایش تحمل اضافه ولتاژ القایی**

آزمایش می بایست مطابق بابخش(۱-۱۱)از IEC76-3 انجام گیرد.ولتاژ مورد استفاده دراین آزمایش می بایست ازبین یکی ازدومقدار زیر ،که بزرگترازدیگری باشد،انتخاب گردد:

a) دوبرابر ولتاژی که درموقع عبور جریان I kn از راکتور دردوسرآن ایجاد می بایست گردد.

b) دوبرابر(U N + U A) .

درصورتیکه توان وولتاژ موردنیازجهت انجام آزمایش ،خارج ازحدودتوانایی وسایل آزمایشگاهی باشد، در آن صورت این آزمایش با موافقت بین خریدار و سازنده ،میتواند با آزمایش ضربه ی ناشی ازصاعقه جایگزین گردد.

**۶-۲۵-اندازه گیری فاکتور Q**

اندازه گیری می بایست درفرکانس تنظیم صورت گیرد.فاکتور Q که دردمای مرجع اندازه گیری شده وبا بعدازاندازه گیری، اصلاح لازم درمورددما درآن صورت گرفته باشد،نباید کمترازمقدار گارانتی، مقدار داشته باشد. روش مورد استفاده جهت اصلاح دما ،درصورت کاربرد می بایست مطابق با ضمیمه B انجام گیرد.

**۷-۲۵-اندازه گیری تلفات**

مجموع تلفات یک راکتور تنظیم کننده ،ترکیبی ازتلفات آهن(در صورتیکه راکتور،هسته ی آهنی یا محافظ مغناطیسی داشته باشد ) و تلفات سیم پیچ می باشد.این تلفات، ناشی ازجریانی است که عناصر ترکیب دهنده آن دارای فرکانس های سیستم ، فرکانس هارمونیکهای ممکنه و یا فرکانس غیر هارمونیکی (برای ارسال سیگنال) می باشد.

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

تلفات آهن وهمچنین سیم پیچ درفرکانسی برابربا فرکانس سیستم ،بااندازه گیری درفرکانس سیستم بدست می آیند . تلفات فرکانس های بالاتر ، می بایست با اندازه گیری و یا محاسبه تلفات ، برای تک تک فرکانس های ذکر شده انجام گرفته و سپس با تلفات فرکانس سیستم جمع گردند. در نهایت ، می بایست کل تلفات به دست آمده به صورتی اصلاح گردد که در آن دمای مرجع منظور شده باشد و در این حالت ، نبایستی از مقدار گارانتی تجاوز نماید.

**۸-۲۵-تعیین نحوه افزایش دما**

آزمایش افزایش دما می بایستی در فرکانس سیستم انجام گیرد.اندازه ولتاژو جریان در طی آزمایش می بایستی طوری انتخاب گردد که در آن ، تلفات کل، مقداری برابر با مقدار بدست آمده از بخش (۷-۲۵) داشته باشد. نحوه انجام آزمایش می بایستی بر طبق IEC ۷۶-۲ ویا IEC۷۲۶ (برای راکتورهای نوع خشک ) باشد.

**۲۶-تلرانس**

اگر راکتور تنظیم کننده طوری ساخته شده باشد که اندوکتانس آن قابل تنظیم نباشد در آن صورت،می بایستی مقداراندوکتانس نامی و تلرانس آن توسط سازنده مشخص شده و گارانتی نیز گردد.

www.WikiPower.ir

## فصل پنجم – ترانسفورمر زمین کننده (متصل کننده نوترها در سیستم)

**۲۷ – مقدمه**

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

ترانسفورمر زمین کننده در سیستم هایی بکار می رود که عملاً دارای زمینهای متفاوتی می باشند. این موضوع بستگی دارد به جریان زمینی که د مواقع برو خطای فازبه زمین درهر نقطه ازسیستم برقرار میگردد. در صورتی که نقطه نوتر ترانسفورمر زمین کننده ، بطور مستقیم ویا توسط یک راکتورمحدودکننده جریان به زمین متصل گرددودرآن صورت جریان زمین نامی ( به بخش (۳-۲۹) مراجعه شود ) نسبتاً بزرگ شده و درعوض مدت زمان آن کوتاه خواهد بود (فقط چند ثانیه) و در صورتی که نقطه نوتر این ترانسفورمر به یک راکتور محدود کننده جریان صاعقه متصل گردد در آن صورت جریان زمین نامی از نظر دامنه محدود شده ودرعوض مدت زمان آن طولانی تر میگردد(ساعتها ویا حتی بصورت پیوسته و دائمی ).

## ۲۸-کلیات

### ۱-۲۸-حدود

ترانسفورمرهای زمین کننده ، ترانسفورمرهای سه فاز با راکتورهایی هستند که جهت بار گذاری مصنوعی نقطه نوترسیستم به کار رفته و ازاین طریق می توان هر نقطه از سیستم را که به طرق دیگری زمین نشده باشد، زمین نمود.

این زمین کردن بطرق زیر می بایست تواند انجام گیرد:

- به طریق زمین کردن مستقیم .

- با اتصال راکتور های زمین کننده ، مقاومت و یا راکتور های محدود کننده جریان صاعقه .

### ۲-۲۸- طراحی

ترانسفورمرهای زمین کننده عموماًبه صورت زیگزاگ و یا ستاره – مثلث متصل می گردند . سیم پیچ با اتصال مثلث ، ممکن است بصورت یک حلقه باز باشد که در اینصورت، امکان اضافه کردن مقاومت با راکتور برای داشتن امپدانس توالی صفر مطلوب وجود خواهد داشت .

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

ترانسفورمرهای زمین کننده ممکن است به سیم پیچ ثانویه ای (با ولتاژ پایین )و توان نامی دائمی نیز مجهز بوده که ازاین سیم پیچ به عنوان منبع تغذیه کمکی پست استفاده می گردد.

توجه – ترانسفورمر زمین کننده همچنین در سیستمهای فاقد سیم نول ، جهت اتصال بار تک فاز بین خط و نوتر، مورد استفاده قرار می گیرند.

**۲۹- تعاریف**

**۱-۲۹- سیم پیچ اصلی**

سیم پیچ ترانسفورمر زمین کننده که برای اتصال فازهای سیستم به زمین ،مورد استفاده قرار میگیرند.

**۲-۲۹-ولتاژ نامی**

ولتاژ خط بین ترمینالهای سیم پیچ ترانسفورمر درفرکانس نامی ودر حالت بدون باری قرار میگیرد.

**۳-۲۹-جریان زمین نامی**

جریانی که ازترمینال نوترسیم پیچ اصلی ودرفرکانس نامی عبور کرده و ترانسفورمر زمین کننده هم برای عبور چنین جریانی درحالت دائم ویادرمدت زمان مشخصی طراحی شده باشد.

۴-۲۹-جریان نامی دائمی برای ترانسفورمر زمین کننده با سیم پیچ ثانویه جریان مشخص شده درفرکانس نامی که متناسب باتوان نامی ترانسفورمر ازسیم پیچ ثانویه عبورمی کند.

۵-۲۹-امپدانس توالی صفر Z 0 (برای ترانسفورمر یا راکتور سه فاز)

امپدانس هرفازدریک فرکانس نامی، که برابراست با سه برابر امپدانسی که دریک سیم پیچ سه فاز بااتصال ستاره اندازه گیری میشود.این اندازه گیری ،بین ترمینالهای سه فاز سیم پیچ ،که به هم اتصال شده اند، وترمینال نوتر آن صورت میگیرد.

**۶-۲۹-سایر تعاریف**

برای سایر تعاریف به IEC76-1 مراجعه شود.



www.WikiPower.ir

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

## ۳۰-مقادیر نامی

### ۳۰-۱-ولتاژ نامی سیم پیچ اصلی

درصورتیکه شایط بهره برداری ،انتخاب ولتاژ بالاتری را ایجاب ننماید،ولتاژ نامی سیم پیچ می بایست برابربا ولتاژ فاز به فاز سیستم مربوطه انتخاب شود.

### ۳۰-۲-جریان نامی زمین

جریان نامی زمین که تعریف می بایست گردد، نبایستی از بزرگترین مقدار جریان دائم راکتور،که درشرایطی همچون نامتقارنی فاز پیش می آید،کمتر باشد.

درصورتی که امکان وقوع خطاهای پی درپی ودر فاصله زمانی های کوتاه وجود داشته باشد، درآنصورت می بایست فاصله زمانی بین خطاها وهمچنین تعداد آنها توسط خریدارمشخص گردد. نتیجتاً،مدت زمان جریان کوتاه مدت نیز باتوجه به آن تعیین می گردد.

درصورت لزوم ،خریدار می بایست جریان عبوری دائم ناشی از نامتقارنی فازها ویا امثال آن را مشخص نماید.

www.WikiPower.ir

### ۳۰-۳-امپدانس توالی صفر نامی

اندازه امپدانس توالی صفر ممکن است تعریف شده باشد و ممکن هم هست که تعریف نشود.زیرامکن است از ترانسفورمر زمین کننده برای محدود کردن جریان خطای زمین استفاده شده باشد و دراین صورت امپدانس توالی صفرمورد نظر با اضافه کردن مقاومت یاراکتوربدست می آید.

### ۳۰-۴-سایرمقادیر نامی

برای سایر مقادیر نامی به بخش ۴ از IEC-1مراجعه شود.

این مقادیر،زمانیکه ترانسفورمر زمین کننده همراه با سیستم پیچ ثانویه ای بعنوان منبع تغذیه پست ویا کاربردهای مشابه ای مورد استفاده قرار می گیرد ،بکار می روند.

برای حالتی که سیم پیچ اصلی بعنوان سیم پیچ ثانویه بکار برده می شود،تعاریفی مانند توان نامی، مشابه با همان تعریفی خواهدبود که برای ترانسفورمر قدرت بکاربرده می شود.

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

## ۳۱- توانایی تحمل جریان زمین نامی

ترانسفورمرزمین کننده می بایست طوری طراحی گردد که توانایی تحمل آثارحرارتی و دینامیکی ناشی از عبور جریان زمین نامی را داشته و بتواند بدون هیچگونه آسیبی آنرا تحمل کند.

## ۳۲- افزایش حرارت دما

### ۱-۳۲-افزایش درجه حرارت دما درجریان نامی دائم

محدوده افزایش درجه حرارت بر طبق بخش (۱-۹) تعیین می گردد.

### ۲-۳۲- میزان دما بعد از عبور جریان کوتاه مدت

میزان دمای سیم پیچ تا ۱۰ ثانیه بعد ازعبورجریان کوتاه مدت (و در زمان مشخص شده برای جریان کوتاه مدت )،نبایستی از مقدار تعریف شده برای سیم پیچ ترانسفورمر که در شرایط اتصال کوتاه ودربخش (۲-۹) بیان گردیده ، تجاوز نماید .

برای حالتی که ترانسفورمرزمین کننده همراه با راکتورمحدود کننده جریان قوس به شبکه متصل می باشد، قواعد بخش ۴۱ بکار برده شود.

## ۳۳- سطح عایقی

سطح عایقی برای ترمینالهای خط مربوط به سیم پیچ اصلی در یک ترانسفورمر زمین کننده می بایست بر طبق IEC۷۶-۳ انتخاب گردد.

برای ترمینال نوتر، انتخاب سطح عایقی کاهش یافته مناسبتر می باشد (عایق غیر یکنواخت).

## ۳۴- پلاک شناسی

هرراکتورمی بایست مجهز پلاک شناسایی از جنس فلز ضد آب بوده که در یک محل قابل رؤیت نصب شده باشد واطلاعات زیر را مشخص سازد. اطلاعات قرار گرفته شده در آن می بایست بصورتی پاک نشدنی باشند.(بطور مثال با استفاده از روشهایی همچون حکاکی ، قلم زنی ولتاژ غیره آماده شده باشد).

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

**۱-۳۴-اطلاعاتی که باید برای هر راکتور داده شود**

- نوع ترانسفورمر یا راکتور
- محل نصب (محیط سر بسته یا رو باز)
- شماره استاندارد مورد استفاده
- نام سازنده
- شماره سریال سازنده
- سال ساخت
- فرکانس نامی
- ولتاژنامی
- جریان نامی دائم
- جریان زمین نامی ومدت زمان آن
- سطح عایقی
- نحوه ی اتصال سیم پیچ وعلامت مشخصه ی آن
- امپدانس توالی صفر(مقداراندازه گیری شده)
- نوع خنک کردن
- وزن کل
- وزن روغن مصرفی جهت عایق کاری

۲-۳۴- اطلاعات اضافی که در بعضی موارد باید داده شود

برای ترانسهای زمین با سیم پیچ ثانویه، که بمنظور تغذیه داخلی پست نیز مورد استفاده قرار می گیرند، می بایستی اطلاعات اضافی نیز داده شود.

## ۳۵- آزمایشها

**۱-۳۵- اطلاعات کلی در مورد آزمایشهای معمول ، نمونه وخاص.**

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

به بخش (۱-۱۱)مراجعه شود.

**۲-۳۵- آزمایشهای معمول**

a) اندازه گیری مقاومت سیم پیچ (طبق بخش(۵-۱۱) )

b) اندازه گیری امپدانس توالی صفر(طبق بخش( ۵-۳۵) )

c) اندازه گیری تلفات بی باری ولتاژ جریان بی باری( طبق ضمیمه C)

d) تستهای دی الکتریک (مطابق با IEC76-3)

برای ترانسهای زمین با سیم پیچ ثانویه ،آزمایشهای زیربایستی انجام شوند:

e) اندازه گیری نسبت تبدیل ترانسفورمری بایست برای هرتپ اندازه گیری شود. همچنین پلاریته ترانسفورمر های تکفاز ونحوه ی اتصال سیم پیچ های ترانسفورمر های سه فاز می بایست کنترل شوند.

d)اندازه گیری ولتاژ اتصال کوتاه ،امپدانس اتصال کوتاه وتلفات بار (طبق ضمیمه D)

www.WikiPower.ir

**۳-۳۵-آزمایشهای نمونه**

g) تست های دی الکتریک (مطابق با IEC 76-3 )

h) آزمایشهای افزایش درجه حرارت (مطابق با بخش (۶-۳۵) )

**۴-۳۵- آزمایشهای خاص**

i) آزمایش جریان کوتاه مدت (طبق بخش (۷-۳۵) )

j) اندازه گیری سطح صوت ایجاد شده (طبق IEC 551 )

**۵-۳۵- اندازه گیری امپدانس توالی صفر**

امپدانس توالی صفرمی بایستی درجریان زمین نامی اندازه گیری شده وبرحسب اهم برفاز بیان گردد. همچنین می بایستی مطمئن بود که مقدارجریان ومدت زمان آن، با توانایی سیم پیچ ویا بخش

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

های فلزی بکاررفته درآن، برای عبوردادن جریان سازگارباشند. درصورتی که این شرایط طوری باشندکه امکان اندازه گیری باجریان زمین نامی وجودنداشته باشد درآنصورت،مقدار جریان می تواند بین ۲۵٪ تا ۱۰۰٪ جریان نامی انتخاب گردد.

برای چگونگی روش اندازه گیری به ضمیمه E مراجعه شود.

**۶-۳۵-افزایش درجه حرارت درجریان زمین نامی**

درحالتی که ترانسفورمرزمین کننده،جریان کوتاه مدت می کشدوزمان جریان نیزاز۱۰ثانیه بیشترنباشد،درآنصورت توانایی تحمل افزایش حرارت ،برطبق ضمیمه F محاسبه می گردد.

درسایر حالات،اندازه گیری می بایست برطبق ۳ازبخش $IEC76-2$ انجام پذیرد.

درشروع آزمایش،مقداراولیه دمای روغن ،درصورت امکان می بایستی برابربا دمای روغن درحالت کاربدون باری ترانسفورمر ویادرحالت کاردائم باتوان نامی سیم پیچ ثانویه باشد.

دمای سیم پیچ بعدازانجام آزمایش،بااستفاده ازروش مقاومت تعیین می گردد.

www.WikiPower.ir

**۷-۲۵-تعیین توانایی تحمل جریان کوتاه مدت**

این بخش ،برای ترانسفورمرهای زمین کننده ای بکارمی رودکه زمان عبورجریان کوتاه مدت ،بوسیله انجام آزمایش برروی آن ترانسفورمر ویا ترانسفورمر مشابه دیگری تعیین می شود.آزمایشها می بایست برروی ترانسفورمری انجام گیرد که برای نصب وبهره برداری آماده شده باشد.

برای انجام آزمایش،یکی ازدوحالت زیرجهت نحوه ی اتصال می بایست اتخاب گردد:

- ترانسفورمر زمین کننده می بایست ابتدابه یک منبع سه فاز متقارن متصل گردیده وسپس یک اتصال کوتاه مابین یکی ازترمینالهای خط وترمینال نوتر ترانسفورمر برقرارگردد.

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

- ترمینالهای سه فاز ترانسفورمربهم متصل گردیده وسپس یک منبع تغذیه تکفاز بین این ترمینالها وترمینال نوتر ترانسفورمرقرارداده شود.

آزمایش می بایست دوبارانجام گیرد ومدت زمان هرآزمایش نیز $\pm\%5$ ۰/۵ ثانیه باشد.

فاصله بین هردوآزمایش نیزمی بایست بحد کافی زیاد باشد تا ازتجمع حرارت اضافی درترانسفورمرجلوگیری گردد.

درسایر حالاتی که درمحدوده بیان شده دراین بخش نگنجد، اندازه گیری می بایست برطبق(۲-۲)از$IEC76-5$ انجام پذیرد.

**۳۶-تلرانسها**

تلرانس مربوط به امپدانس مؤلفه صفرکه درجریان زمین نامی اندازه گیری می شودعبارتست از: صفرتاحداکثر ۲۰+٪ مقدارتعریف شده

برای سایر کمیت ها ،بطورمثال تلفات،نسبت ولتاژ ،امپدانس اتصال کوتاه وغیره،درصورتیکه قراربرگارانتی شدن آنهانیزباشد، درآن حالت تلرانس مربوطه بااستفاده از$IEC\ 76-1$ قابل حصول خواهدبود.

## فصل ششم –راکتور های محدودکننده جریان قوس

**۳۷- کلیات**

**۱-۳۷- حدود**

راکتور های محدود کننده جریان قوس ، راکتور تکفازی هستند که برای جبران جریان خازنی ناشی از وقوع خطای فاز به زمین که در سیستمهای با نوتر ایزوله شده ایجاد میگردد ،بکار می رود.

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

این راکتور ها ، مابین زمین ونقطه نوتر ترانسفورمر قدرت یا ترانسفورمر زمین کننده ، در سیستمهای سه فاز متصل می گردند.

این راکتورها می توانند اندوکتانس متغیرداشته ودریک محدوده مشخصی ،بصورت پله ای یا پیوسته ، ولتاژ با توجه به کاپاسیتانس شبکه ، قابل تنظیم باشند.

راکتور های محدودکننده جریان قوس می توانند به سیم پیچ ثانویه ای نیزمجهز گردند که از آن برای اتصال مقاومت، ویا سیم پیچ کمکی بمنظور کاربرد در اندازه گیری ، استفاده می گردد.

## ۳۸-تعاریف

### ۳۸-۱-ولتاژ نامی

ولتاژ نامی ولتاژی است که در فرکانس نامی تعریف گردیده و مابین ترمینالهای سیم پیچ اصلی بکار برده می شود.

### ۳۸-۲-جریان نامی

جریانی که در مواقع اتصال ولتاژنامی با فرکانس نامی از سیم پیچ اصلی کشیده می شود و راکتورهم برای عبور دائمی این جریان ویا عبور ،در مدت زمان مشخصی طراحی می گردد.

اگراندوکتانس راکتور،یک پارامترمتغیردرمحدوده مشخصی باشد درآنصورت ،جریان نامی باتوجه به کوچکترین اندوکتانس تعیین می گردد.

### ۳۸-۳-محدوده تنظیم

برای راکتورهای محدودکننده جریان قوس باندوکتانس متغیر،عبارتست ازنسبت بین جریان نامی ، به کمترین جریان قابل دسترس در ولتاژ نامی .

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

**۴-۳۸-سیم پیچ کمکی**

سیم پیچی که برای هدفهای کنترلی ویا اندازه گیری بکاررفته و طوری طراحی می گردد که با کمترین ولتاژ و جریان کار می کند ، برای مثال با ۱۰۰ ولت و۱۰ آمپر.

**۵-۳۸- سیم پیچ ثانویه**

سیم پیچی که در یک راکتورمحدود کننده جریان قوس،برای اتصال مقاومت اضافی به کار می رود تا بدین وسیله بتوان برای مواقع  بروز اتصال کوتاه وکم کردن جریان آن مقدار مقاومت اتصال کوتاه را افزایش داد.

## ۳۹- مقادیر نامی

**۱-۳۹- ولتاژ نامی**

ولتاژ نامی ، حداقل می بایستی برابر با بزرگترین ولتاژ ممکنی باشد که در مواقع بروز خطای زمین ، می تواند مابین نقطه نوتر ترانسفورمر قدرت ویا زمین کننده ،و زمین ایجادشود .

عموماً ولتاژ نامی برابر با ولتاژ فازبه زمین سیستم تعریف می گردد. مشخصه مغناطیسی راکتور، می بایستی تا ولتاژ نامی آن خطی باشد (به شکل a-۱) مراجعه شود.

**۲-۳۹-جریان نامی**

جریان نامی ومدت زمان آن می بایستی طوری تعریف شوند که از بزرگترین مقدار جریان در مواقع بروز خطای فازبه زمین ،کمترنباشد.درصورتیکه یکسری خطای متوالی با فاصله زمانی کوتاه رخ دهد ،

www.WikiPower.ir

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

درآن صورت مدت زمان بین هرخطا با خطای بعدی و همچنین تعداد خطاها ،می بایستی توسط خریدار تعیین گردد. دراین حالت مدت زمان تعریف شده برای جریان نامی می تواند برطبق مقادیر بالا انتخاب گردد.

**۴۰- محدوده تنظیم**

جریان که در ولتاژ وفرکانس نامی تعریف شده ،ممکن است به یکی از طرق زیرتغییر نماید:

a) با اضافه کردن بخشی از سیم پیچ یک تپ چنجر،چه قابل قطع در زیر بارو چه غیر قابل قطع در زیربار، وبا پله های محدود ومشخص .

b) با کم کردن فاصله هوایی در مدار مغناطیسی راکتور (با استفاده ازروشهای مکانیکی ).

توجه- در قسمت (a)، توصیه می گردد که محدوده تنظیم ، از نسبت $\frac{2/5}{1}$ بیشترنگردد.

**۴۱- افزایش درجه حرارت سیم پیچ**

برای افزایش درجه حرارت سیم پیچ یک راکتور محدودکننده جریان قوس ،در جریان نامی ودرهنگامی که بر طبق بخش( ۷-۴۴) تحت آزمایش قرار دارد ، نبایستی از مقادیر زیر تجاوز نماید:

- 80k برای جریان نامی دائم
- 100k برای جریان نامی که باحداکثرمدت زمان ۲ساعت تعریف شده است.
- 120k برای جریان نامی که باحداکثرمدت زمان ۳۰دقیقه تعریف شده است.

توجه – مقادیرافزایش درجه حرارت ،بادرنظرگرفتن این موضوع که خطای زمین درسیستم به ندرت اتفاق افتاده ومدت زمان آن نیز محدود می باشد،تعیین شده اند.

www.WikiPower.ir

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

اگردرمدارقرار گرفتن سیم پیچ ثانویه راکتور ،بمدت کوتاهی .حداکثرتا ۱۰ دقیقه تعریف شده باشد،درآنصورت افزایش درجه حرارت ،نبایستی ازمقداری که برای سیم پیچ ترانسفورمر درشرایط وقوع اتصال کوتاه ومطابق با جدول ۲ازبخش (۲-۹) تعیین شده ،تجاوز نماید.

## ۴۲-سطح عایقی

درصورتیکه تعریف دیگری نشده باشد،سطح عایقی یک راکتور محدود کننده جریان قوس می بایستی برابر با سطح عایقی نقطه نوتر ترانسفورمر های سیستم باشد.برای ترمینالی ازراکتور ،که به زمین متصل می گردد،می تواند کوچکترین سطح عایقی تعریف شود(عایق غیر یکنواخت).

برای اطلاع ازمقادیر سطح عایقی به $IEC76-3$ مراجعه شود.

## ۴۳-پلاک شناسایی

هرراکتورمحدودکننده جریان قوس می بایست مجهزبه پلاک شناسایی ازجنس فلزضدآب بوده که دریک محل قابل رؤیت نصب شده باشدواطلاعات زیرامشخص سازد.اطلاعات قرارگرفته در آن می بایست بصورتی پاک نشدنی باشد.(بطورمثال بااستفاده ازروش هایی همچون حکاکی ،قلم زنی وغیر آماده شده باشد)

۱-۴۳-اطلاعاتی که باید برای هر راکتور محدودکننده جریان قوس داده شود

- نوع راکتور
- محل کاربرد آن (درمحیط سر بسته یا رو باز)
- شماره استاندارد مورد استفاده
- نام سازنده
- شماره سریال سازنده

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

- سال ساخت
- فرکانس نامی
- ولتاژنامی(درصورت امکان ،ولتاژ بی باری سیم پیچ کمکی وثانویه هم داده می شود.)
- جریان نامی (کلیه سیم پیچ ها)ومدت زمان تعریف شده برای آن
- سطوح عایقی
- نحوه ی خنک شدن
- وزن کل
- وزن روغن مصرفی جهت عایق کاری

۲-۴۳-اطلاعات اضافی که دربعضی حالات می بایست داده شود

برای راکتور های محدودکننده جریان قوس که اندوکتانس متغییر دارند،جدول یا گرافی که محدوده تنظیم رامشخص سازد.

www.WikiPower.ir

**۴۴–آزمایشها**

۱-۴۴-اطلاعات کلی درمورد آزمایشهای معمول ،نمونه وخاص به بخش (۱-۱۱)مراجعه شود.

**۲-۴۴- آزمایشهای معمول**

a) اندازه گیری مقا ومت سیم پیچ ( طبق بخش (۵-۱۱)).

b) اندازه گیری جریان در کل محدوده تنظیم ، در صورتیکه راکتور دارای اندوکتانس متغیر باشد (طبق بخش(۵-۴۴)).

c) اندازه گیری نسبت ولتاژ بین سیم پیچ اصلی با سیم پیچ های کمکی و ثانویه ،برای راکتورهایی که انجام آن لازم باشد (طبق بخش(e -۲-۳۵))

d) آزمایشهای دی الکتریک(طبق بخش (۸-۴۴)).

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

e) آزمایش نحوه عملکرد تپ چنجر ویا مکانیزم عمل هسته با فاصله هوایی ،برای راکتورهایی که انجام آن لازم باشد (طبق ضمیمه G ).

**۳-۴۴-آزمایشهای نمونه**

f) آزمایشهای دی الکتریک(طبق بخش (۸-۴۴)).

g) آزمایش افزایش درجه حرارت(طبق بخش (۷-۴۴)).

**۴-۴۴-آزمایشهای خاص**

h) اندازه گیری تلفات

i) اندازه گیری مشخصه ی ولتاژ- جریان ،تا۱/۱ برابر ولتاژ نامی.

**۵-۴۴-اندازه گیری جریان**

اندازه گیری می بایست درکل محدوده تنظیم وترجیحاً با ولتاژ وفرکانس نامی انجام گیرد. در صورتیکه اندازه گیری تحت شرایط فوق غیر عملی باشد،درآنصورت ولتاژ آزمایش می تواند تاحد امکان بزرگ انتخاب گردد.

www.WikiPower.ir

**۶-۴۴-اندازه گیری ولتاژ بی باری**

اندازه گیری ولتاژ بی باری برای هریک از سیم پیچ های کمکی وثانویه ،می بایست درکل محدوده ی تنظیم وبا اعمال ولتاژنامی به سیم پیچ اصلی راکتور انجام گیرد.

**۷-۴۴-آزمایش افزایش درجه حرارت**

آزمایش می بایست درحالی انجام شود که ترمینالهای هریک از سیم پیچ های کمکی وثانویه بازبوده وچیزی به آنها متصل نباشد. (طبق بخش ۶ از IEC76 – 2). قبل ازآزمایش،دمای راکتور می بایست به حد کافی به دمای محیط نزدیک شده باشد.

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

درخاتمه ی آزمایش ،دمای سیم پیچ بااستفاده ازمتد مقاومت تعیین می گردد.

**۸-۴۴-آزمایشهای دی الکتریک**

ولتاژ های قابل تحمل نامی برای عایق راکتور،بااستفاده ازآزمایشهای دی الکتریک بشرح زیر،مورد تحقیق قرار می گیرد:

- برای عایق یکنواخت

a) آزمایش ولتاژ درفرکانس شبکه وبا منبع جداگانه (طبق بخش (۸-۱۱)،(آزمایش معمول )).

b) آزمایش اضافه ولتاژالقایی (طبق بخش( ۲-۱۱) از۳- IEC۷۶(آزمایش معمول ) ).

c) آزمایش ضربه ی ناشی از صاعقه (طبق بخش (۲-۳-۱۲)از IEC76 – 3 (آزمایش نمونه )).

- برای عایق غیر یکنواخت

a) آزمایش ولتاژ درفرکانس شبکه وبا منبع جداگانه ، برای ترمینال زمین سیم پیچ اصلی (طبق بخش ۱۰ از ۳- IEC۷۶ (آزمایش معمول)).

b) آزمایش اضافه ولتاژالقایی (طبق بخش ۳-۱۱)از ۳- IEC۷۶ (آزمایش معمول)).

c) آزمایش ضربه ی ناشی از صاعقه (طبق بخش (۲-۳-۱۲)از IEC76 – 3 (آزمایش نمونه )).

درهنگام انجام این آزمایشها،راکتورهای محدودکننده جریان قوس با اندوکتانس متغییر، می بایست برای عبورمینیمم شده باشند.

اگرآزمایش تحمل ولتاژ القیی،ازنظر عملی قابل انجام نباشد،درآنصورت این آزمایش می تواند باآزمایش ضربه ی ناشی ازصاعقه جایگزین گردد.

www.WikiPower.ir

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

البته این موضوع می بایست باموافقت بین خریداروسازنده ودرهنگام سفارش کالامشخص گردد.دراین حالت، ولتاژ ضربه با زمان پیشانی طولانی تر،تا ۱۳ میکروثانیه،می توانداستفاده قرارگیرد.اگر سیم پیچ راکتوردارای تپ باشد، دراین صورت آزمایش ضربه ناشی ازصاعقه می بایست برای هردو حالت باماکزیمم ومینیمم تپ،انجام بگیرد.

**۴۵-تلرانسها**

جدول ۵تلرانسهای مربوط به تعدادی از متغییرهای نامی وباسایر متغیرهایی که طبق این استاندارد، گارانتی شده اند،بیان می کند.تلرانس سایرمتغییرهایی که درانجا بیان نشده باشندمی بایست درموقع سفارش وباقرارداد،مشخص گردند.

www.WikiPower.ir

جدول ۵- ۶: تلرانسها

| متغیر | تلرانس |
|---|---|
| ۱) جریان سیم پیچ اصلی درمینیمم اندوکتانس و ولتاژنامی | 5 ± %مقدار نامی |
| ۲) جریان درسایرتنظیمهای اندوکتانس | 10 ± % مقادیر تعیین شده |
| ۳) ولتاژبی باری سیم پیچ های کمکی وثانویه، وقتیکه جریان نامی ازسیم پیچ اصلی بگذرد. | 10 ± % مقادیر تعیین شده |

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

| | |
|---|---|
| | |

www.WikiPower.ir

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

## فصل هفتم – بسته بندی ،حمل وانبار کردن

۴۶-کلیه تجهیزات می بایست جهت حمل ازطریق دریا ویا خشکی آماده گردیده وبسته بندی آنها نیز،مناسب برای حمل با کشتی وکامیون باشد.

۴۷-راکتورها وسایر تجهیزات جانبی،می بایست درداخل جعبه های چوبی مناسبی بسته بندی شده باشند.

این جعبه ها می بایست به حدکافی محکم باشند تا تجهیزات راازآسیب های احتمالی درهنگام بارگیری ،حمل وانبارکردن محافظت نمایند.

۴۸-بسته بندی تجهیزات ،باید مناسب برای انبارکردن در محفظه روباز باشد.

۴۹می بایست ازماده پوشش دهنده مناسبی استفاده گردد به طوری که تجهیزات بعداز قرارگرفتن درداخل آن،دردرون جعبه های چوبی قرارداده شوند.

۵۰-این ماده ی پوشش دهنده می بایست تمام قسمتهای تجهیزات رااحاطه نماید.

۵۱-پوششی که تجهیزات درداخل آن قرار می گیرندوهمچنین طریقه بارگیری جعبه هاباید طوری باشند که ازآسیب رسیدن به تجهیزات درهنگام حمل خودداری گردد.

۵۲درموقع بسته بندی می بایست ازروکش ضدآب مناسبی استفاده شده باشدتا تجهیزات راازنفوذ رطوبت درموقع حمل وانبار کردن محافظت نماید.

۵۳-کلیه قسمتهای تجهیزات می بایست قبل ازبسته بندی ،ازهرگونه آلودگی ومواد خارجی پاک گردد.

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۵۴-برچسب مناسبی برروی هر جعبه نصب شود ودرآن مشخصاتی مانند نام خریدار،نام سازنده،شماره جعبه،شماره بارنامه،آدرس،وزن ،ابعاد،نحوه ی بارگیری وانبار کردن ودیگراطلاعات ضروری به صورت خوانا وپاک نشدنی قید گردد.

۵۵-با توجه به نوع تجهیزات ،عبارات مناسبی که نشاندهنده احتیاط های لازم جهت بارگیری، حمل وانبارکردن درمحیط روباز باشد،برروی هرجعبه نوشته شده باشد.(ازقبیل عبارات "شکستنی "یاعبارات نشاندهنده سطح بالای جعبه درموقع انبارکردن وعباراتی ازاین نوع)

www.WikiPower.ir

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

## ضمیمه A

### روش تعیین درجه حرارت سیم پیچ

درجه حرارت سیم پیچ می بایست بااستفاده ازروش رزیتانس تعیین گردد.

درجه حرارت سیم پیچ درپایان آزمایش($\theta 2$)،می بایست بااستفاده اززیتانس اندازه گیری شده درآن دما ($\mathcal{R}_2$) و همچنین رزیتانس اندازه گیری شده ی($\mathcal{R}_1$) دردمای دیگری مانند ($\theta 1$)وبااستفاده از فرمول زیرمحاسبه گردد:

برای مس $\theta_2 = \frac{\mathcal{R}_2}{\mathcal{R}_2}(235 + \theta_1) - 235$

برای آلومینیوم $\theta_2 = \frac{\mathcal{R}_2}{\mathcal{R}_2}(225 + \theta_1) - 225$

درروابط بالا $\theta_1$ و $\theta_2$ برحسب درجه سانتی گراد می باشند.

رزیتانس ($\mathcal{R}_1$)همان مقاومت سردبوده که برطبق بخش(۵-۱۱)اندازه گیری می شود.

رزیتانس($\mathcal{R}_2$)نیزبلافاصله بعدازقطع منبع تغذیه اندازه گیری می شود.

درصورتیکه استفاده ازروش رزیتانس امکان پذیر نباشد(بعنوان مثال درمورد سیم پیچهای با رزیتانس کم، که درآنها رزیتانس ناشی ازاتصالات در سیم پیچ ،درمقایسه باکل رزیتانس قابل ملاحظه می باشد.)،می تواند با توافق بین خریدار و سازنده تغییر نماید. دراین حالت می بایست متوسط درجه حرارت سیم پیچ ،بااستفاده ازترموکوپل هایی که بر روی لایه ی خارجی سیم پیچ نصب شده اند،اندازه گیری شده ومیزان افزایش درجه حرارت نیزازمحدوده ی مجاز تجاوزننماید.

توجه – فقط یکی ازروش های ذکر شده دربالا می تواند برای تعیین دمای سیم پیچ مورد استفاده قرار گیرد.

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

## ضمیمه B

### اندازه گیری تلفات

تلفات می بایست در ولتاژ وفرکانس نامی اندازه گیری شود.ولتاژ می بایست با ولت متری اندازه گرفته شودکه نسبت به ولتاژ حساس بوده ولی براساس مقادیر r.m.s. یک موج سینوسی با همان مقدار متوسط مدرج شده باشد.

در حالات استثنایی ، بعنوان مثال برای توان نامی بسیار بزرگ وولتاژ بالای سیستم ، ممکن است آماده کردن شرایط انجام این آزمایش مشکل باشد .در این حالات ،میزان تلفات درولتاژ نامی، می بایست باضرب کردن تلفات اندازه گیری شده،درمجذورنسبت بین جریان نامی به جریان اندازه گیری شده در ولتاژ کاهش یافته ،بدست آید.

روش تعیین تلفات،موضوعی است که باموافقت بین خریدارولتاژ سازنده مشخص می گردد. در این موافقت نامه دلایل قانع کننده ای درمورد دقت وقابلیت اطمینان روش انتخاب شده نیز بیان گردد.

از آنجاییکه ضریب توان یک راکتور شنت به طور معمول کوچک می باشد،لذا اندازه گیری تلفات با استفاده ازروشهای واتمتری معمول دارای خطای قابل ملاحظه ای خواهد بود .

به همین منظور می توان از یک روش اندازه گیری با پل، بدلیل مزایای آن استفاده کرد. در حالتهای خاصی روش کالریمتری را مورد استفاده قرار داد.

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

تلفات درقسمتهای مختلف راکتور(تلفات $I^2R$،تلفات آهن وتلفات اضافی دیگر) را نمی توان از طریق اندازه گیری تفکیک نمود لذا به خاطر اجتناب از انجام تصحیح به دمای مرجع ، اندازه گیری می بایست زمانی صورت بگیرد که متوسط دما ی سیم پیچ عملاً برابر با دمای مرجع باشد .

اگر این کار عملی نباشد ،در آنصورت تلفات اضافی را می بایست همانند تلفات آهن مستقل از دما فرض نمود.

در صورتیکه چندین واحد بخواهند مورد آزمایش قرار گیردند ، توصیه می گردد تلفات یکی ازواحدهامطابق با آزمایش نوعی ودردمای مرجع اندازه گیری شده وسپس تلفات آن دردمای محیط نیز اندازه گرفته شود.نتیجتاً می توان بااستفاده از این دو اندازه گیری ،یک ضریب دما برای کل تلفات به دست آورد (با فرض خطی بودن تغییرات ) ، سپس سایر واحدها می توانند فقط در دمای محیط مورد آزمایش قرار گرفته وتلفات اندازه گیری شده آنها با استفاده از ضریب دمای به دست آمده در بالا، به دمای مرجع اصلاح گردد.

اگردرولتاژنامی،جریان اندازه گیری شده، متفاوت با جریان نامی باشد، درآن صورت تلفات اندازه گیری شده می بایست درمجذورنسبت جریان نامی به جریان اندازه گیری شده ضرب گردد.

توجه – زمانی که محل انجام آزمایش ، شرایط مناسب برای انجام آزمایش را نداشته باشد در آن صورت با موافقت بین خریداروسازنده ،آزمایش می تواند درسایت آنجام بگیرد.

**ضمیمه c**

**اندازه گیری تلفات وجریان بی باری**

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

اندازه گیری تلفات وهمچنین جریان بی باری می بایست برروی یکی ازسیم پیچها ودرفرکانس نامی صورت بگیردبه طوری که **برای** تپ اصلی ، ولتاژتست برابربا ولتاژ نامی انتخاب گردد در صورتی که برای سایرتپ ها، ولتاژتست متناسب با ولتاژتپ مربوطه باشد. درحین آزمایش سایر سیم پیچها می بایست به صورت مدار باز باشند همچنین در صورت وجود سیم پیچ هایی که به صورت مثلث یا مدارباز هستند می بایست به صورت مثلث مداربسته گردند.

دراین آزمایش،ولتاژخط می بایست با ولت متری اندازه گرفته شودکه نسبت به متوسط ولتاژ حساس بوده ولی بر اساس مقادیرr.m.s. یک موج سینوسی باهمان مقدارمتوسط ،مدرج شده باشد. ولتاژ $\acute{U}$ که به وسیله این ولت متر نشان داده می شود، می بایست به عنوان ولتاژ خط درنظر گرفته شده وتلفات بی باری $P_m$ نیز در این ولتاژ اندازه گیری شود.

همچنین ، هم زمان با آن ، می بایست ولتمتر دیگری که نسبت به r.m.s. ولتاژ حساس بوده، به صورت موازی با ولت متر قبلی قرار گرفته وولتاژقرائت شده توسط آن (U)نیزثبت گردد.

اگر ولتاژ $\acute{U}$ و U یکسان باشند،درآنصورت نیازی به تصحیح تلفات بی باری اندازه گرفته شده($P_m$) نمی باشد.

ولی اگر ولتاژ $\acute{U}$ و U یکسان نباشند،درآن صورت تلفات بی باری اندازه گیری شده می بایست طبق فرمول زیر تصحیح گردد:

$$P = \frac{P_m}{P_1 + K.P_2}$$

که درآن:

$P_1$ = نسبت تلفات هیسترزیس به کل تلفات آهن

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

نسبت تلفات جریان فوکو به کل تلفات آهن = $P_2$

توجه-برای شارهای مغناطیسی با دانسیته نرمال که در فرکانسهای ۵۰و۶۰هرتزموردااستفاده قرار می گیرند، مقادیر زیر می بایست درنظرگرفته شوند:

$$K = (\frac{U}{\bar{U}})^2$$

جدول۶- C: نسبتهای بین تلفات هیسترزیس وفوکو به تلفات کل آهن

| | $P_1$ | $P_2$ |
|---|---|---|
| فولاد جهت دار(Oriented Steel) | %5 | %5 |
| فولاد جهت دار( Non-Oriented Steel) | %7 | %3 |

www.WikiPower.ir

همچنین جریان بی باری کلیه ی فازها می بایست  با استفاده از آمپرمتری که مقدار.r.m.s رانشان می دهد،اندازه گیری شده وسپس،ازروی آن،مقدارمتوسط قرائت شده ،محاسبه شده وبعنوان جریان بی باری منظور گردد.

## ضمیمه -D

**اندازه گیری ولتاژ اتصال کوتاه(درتپ اصلی )،امپدانس اتصال کوتاه وتلفات اتصال کوتاه**

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

ولتاژ اتصال کوتاه(درتپ اصلی)، امپدانس اتصال کوتاه و همچنین تلفات اتصال کوتاه می بایست درفرکانس نامی وبا اتصال یک منبع سینوسی به یکی از سیم پیچ ها اندازه گیری شود،در حالی که سایر سیم پیچ هااتصال کوتاه بوده وبه تپ اصلی نیزمتصل باشند.

اندازه گیری می تواند درهر جریانی مابین ۲۵٪تا ۱۰۰٪ جریان نامی(درتپ اصلی)انجام شودولی بهتراست که با جریانی کمتراز۵۰٪ جریان نامی انجام نگیرد. اندازه گیری ها می بایست به سرعت انجام شوند و فاصله بین دو اندازه گیری نیز به حد کافی طولانی باشد تاا ینکه، افزایش درجه حرارت به اندازه ای نگردد که باعث بروزخطای قابل توجه درنتایج شود. همچنین اختلاف دمای روغن دربالاترین نقطه وپایین ترین نقطه ،می بایست بحد کافی کوچک باشد تابتوان متوسط دما رابا دقت خوبی تعیین کرد ودرصورتی که لازم باشد می توان روغن را با پمپ نیز به گردش درآورد.

مقدار اندازه گیری شده برای ولتاژاتصال کوتاه(درتپ اصلی)،می بایست بااضافه شدن نسبت جریان نامی به جریان تست،به آن اصلاح گردد.میزان ولتاژ اتصال کوتاه که بدین صورت بدست می آید،می بایست به دمای مرجع مناسب (مطابق باجدول ۴)تصحیح گردد.

www.WikiPower.ir

مقدارامپدانس اتصال کوتاه اندازه گیری شده،برحسب اهم برفاز،می بایست به دمای مرجع مناسب (مطابق باجدول ۴)اصلاح گردد.

مقدارتلفات اتصال کوتاه اندازه گیری شده، می بایست مطابق با بخش (۱-۷-۱۱)اصلاح گردد.

**ضمیمه - E**

**اندازه گیری امپدانس توالی صفردرترانسفورمر های سه فاز**

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

امپدانس توالی صفردرفرکانس نامی مابین ترمینالهای ترانسفورمربااتصال ستاره یازیگزا گ که درآن ، سیم پیچ فازها به هم و به ترمینال نوتر ترانسفورمر متصل گردیده است اندازه گیری می شود. این امپدانس برحسب اهم بر فازبیان شده وبا استفاده از رابطه $\frac{3U}{I}$ بدست می آید. دراین رابطه ، $U$ ولتاژ تست و $I$ جریان تست می باشد.

دراین آزمایش،جریان فازمی بایست برابر $\frac{I}{3}$ باشد.همچنین باید اطمینان داشت که جریان درنقطه نوترترانسفورمر ازمیزان مجازآن تجاوزننماید.

برای ترانسفورمرهای با سیم پیچ اضافی(اتصال مثلث)،میزان جریان آزمایش باید طوری باشد که جریان در سیم پیچ مثلث، ازمقدار پیش بینی شده ی آن برای مواقع بهره برداری تجاوز ننماید.

همچنین،جریان نقطه نوتر ومدت زمان عبورآن ابید طوری محدودگردد که دمای قسمتهای فلزی، افزایش نیابد.

اندازه گیری برروی سیم پیچ های دارای تپ اصلی انجام بگیرد.همچنین اندازه گیری باسایرتپ ها می تواندبا موافقت بین خریدار وسازنده صورت بگیرد.

## ضمیمه - F

## محاسبه ی درجه حرارت θ1

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

بزرگترین دمای متوسط θ1 که سیم پیچ بعدازاتصال کوتاه شدن به آن می رسد،می بایست بااستفاده ازفرمول زیر محاسبه گردد:

$$\theta_1 = \theta_0 + a.J^2.t.10^{-3} \quad {}^oc$$

که درآن :

$\theta_0$ ، درجه حرارت اولیه به درجه سانتی گراد می باشد.

$J$،دانسیته ی جریان اتصال کوتاه برحسب آمپر برمیلی متر مربع می باشد.

$t$ ،مدت زمان عبور جریان به ثانیه می باشد.

$a$ ،تابعی از$\frac{1}{2}(\theta_2 + \theta_0)$ می باشدکه درجدول ۷ بیان گردیده ودرآن:

$\theta_2$،حداکثرمجازبرای متوسط دمای سیم پیچ ،به درجه سانتی گراد می باشد که درجدول ۸ بیان گردیده است.

www.WikiPower.ir

جدول۷- F: مقادیر فاکتور"a"

| $\frac{1}{2}(\theta_2 + \theta_0)$ °c | $a$ = تابعی از$\frac{1}{2}(\theta_2 + \theta_0)$ | |
|---|---|---|
| | سیم پیچ مسی | سیم پیچ آلومینیومی |
| ۱۴۰ | 7/41 | 16/5 |
| ۱۶۰ | 7/80 | 17/4 |
| ۱۸۰ | 8/20 | 18/3 |
| ۲۰۰ | 8/59 | 19/1 |
| ۲۲۰ | 8/99 | - |
| ۲۴۰ | 8/38 | - |
| ۲۶۰ | 9/78 | - |

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

جدول۸-F: حداکثرمجاز برای متوسط دمای سیم پیچ بعدازاتصال کوتاه،که با $\theta_2$ نشان داده میشود.

| نوع ترانسفورمر | کلاس عایقی | مقدار | |
|---|---|---|---|
| | | مس | آلومینیوم |
| روغنی | A | 250 ºC | 200 ºC |
| خشک | A | 180 ºC | 180 ºC |
| | E | 250 ºC | 200 ºC |
| | B | 350 ºC | 200 ºC |
| | F,H | 350 ºC | — |

**ضمیمه – G**

**آزمایشهای تپ چنجرقابل قطع درزیر بار**

**۱-G-آزمایش عملکرد**

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

بعد ازنصب کامل چنجربروی ترانسفورمر،سازنده ترانسفورمرمی بایست آزمایشهای زیررا(بجزقسمتb )،با ۱۰۰٪ولتاژ نامی منبع تغذیه کمکی انجام دهد.کلیه این آزمایشها می بایست باموفقیت انجام شوند.

a) عملکرد هشت سیکل کامل تپ چنجر،بدون انرژی داركردن ترانسفورمر .

b) عملکرد یک سیکل کامل تپ چنجر،بدون انرژی داركردن ترانسفورمرودرحالیکه ولتاژمنبع تغذیه کمکی،۸۵٪ مقدارنامی آنرا داشته باشد.

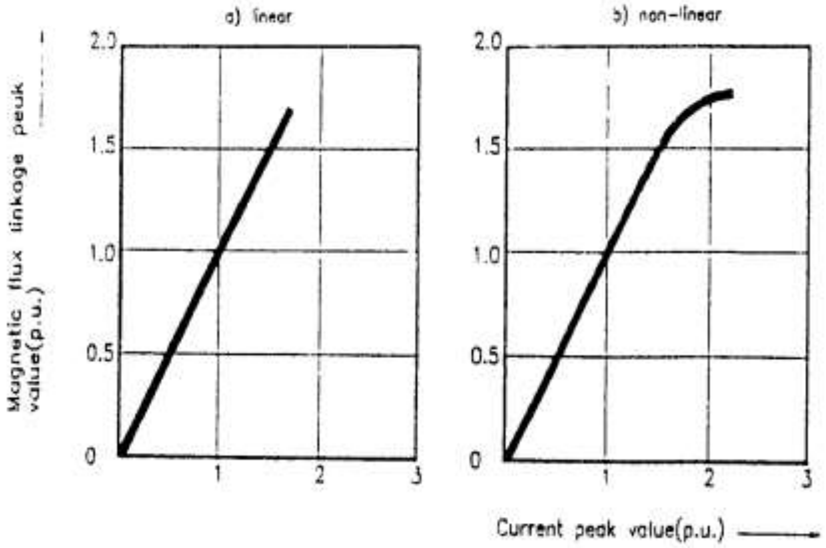
c) عملکرد یک سیکل کامل تپ چنجر،زمانیکه ترانسفورمربی بار،تحت ولتاژوفرکانس نامی،انرژی دار شده باشد.

d) تعداد ده تعویض تپ،با پله های $\pm 2$ تایی درهرطرف تپ اصلی،با جریانی نزدیک به جریان نامی ترانسفورمر وزمانیکه یکی از سیم پیچ ها اتصال کوتاه شده باشد.

### ۲-G-تست عایقی مدارهای کمکی

بعدازنصب تپ چنجربر روی ترانسفورمر ،یک آزمایش بافرکانس قدرت می بایست برروی مدارهای کمکی انجام گیرد.نحوه انجام این آزمایش برطبق IEC 76 – 3 می باشد.

www.WikiPower.ir



برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شکل ۱- انواع مختلف مشخصه های مغناطیسی برای راکتور های شانت

www.WikiPower.ir

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

## بخش دوم : خازن ها

### مقدمه

جبران سازی توان راکتیو یکی از ابزار بهینه سازی هزینه انرژی و برگشت سریع سـرمایه است. در طول چند سال گذشته با بهره گیری از مواد جدید و روشهای تولید پیشرفته، خازنهایی با تلفات بسیار اندک در حجم های کوچک ساخته شده است. با توسـعه وتولیـد کنتاکتـورهای خـازنی و رگـولاتورهای میکـروپرسسوری بسیار پیشـرفته که تضمین کننده رفتار مناسب وبهینه بانک خازنی به تغییرات بار است، بانکهای خازنی کاملا قابل اعتماد گردیده‌اند .با این وجود دلایل بسیاری بر لزوم آشنایی مشاوران و مصرف کنندگان باجنبه های پیچیده این موضوع وجود دارد.

بدلیل افزایش اعوجاجهای هارمونیکی درشبکه های فشار ضعیف و متوسط ، طراحی بانکهای خازنی بسیار مشـکل و پیچیده شده اند. یکسو سازها، کنترلرهای الکترونیکی موتورها، مبـدلهای فرکـانس و دیگر بارهای الکتـرونیکی برای جبـران توان راکتیو مصرفی، نیاز به خازن دارند و در عین حال این مصرف کنندگان مولد هارمونیک هستند. در صورت نزدیک بودن فرکانس رزونانس مجموعه ترانس و خازن به فرکانس هارمونیکها، امکان وقوع خطر بسیار محتمل است .بنابراین به منظور اجتناب از مسایل و هزینه های بعدی قویا پیشنهاد میگردد تا افراد با تجربه برای دستیابی به طرحی مناسب مورد مشاوره قرارگیرند.

اغلب دستگاهها و مصرف کنندگان الکتریکی برای انجام کار مفید نیازمند مقداری توان راکتیو برای مهیا کردن شرایط لازم برای انجام کار می باشند .بعنوان مثال " موتورهای الکتریکی A.C" برای تبدیل انرژی الکتریکی به انرژی مکانیکی، نیازمند تولید شار مغناطیسی در فاصله هوایی موتور هستند. ایجاد شار تنها توسط تـوان راکتیـو امکان پذیر و با افزایش بار مکانیکی موتور مقدار توان راکتیو بیشتری مصرف می گردد.

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

**عمده مصرف کنندگان انرژی راکتیو عبارتند از:**

۱- سیستم های الکترونیک قدرت

- الف)- مبدل های AC/DC (Rectefiers)
- ب)- مبدل های DC/AC (Inverters)
- ج)- مبدل های AC/AC (Converters)
- د)- چاپرها (Choppers)

۲- مصرف کنندگان یا تجهیزاتی که دارای مشخصه غیر خطی هستند.

۳ - مصرف کنندگانی که در شکل موج ولتاژ محل تغذیه خود اعوجاج (هارمونیک) ایجاد می‌نمایند.

۴ - متعادل ساز های بار های نا متعادل

۵ - تثبیت کنندههای ولتاژ

۶- کورههای القایی

۷- کورههای قوس الکتریکی

۸- سیستم های جوشکاری AC , DC

همانگونه که ذکر شد مصرف انرژی راکتیو اجتناب ناپذیر است.

انتقال انرژی راکتیو، انتقال جریان الکتریکی است و انتقالش نیازمند به کابل با سطح مقطع بزرگتر، دکل های فشار قوی مقاومتر و در نتیجه هزینه های مازاد است. همچنین افزایش تلفات الکتریکی و کاهش راندمان شبکه را نیز به همراه دارد. در مواردی مانند کاربردهای الکترونیک قدرت و

www.WikiPower.ir

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

متعادل سازی بارهای نامتعادل حتی انتقال انرژی راکتیو هم کار ساز نبوده و باید انرژی در محل تولید گردد.

خازن اصطلاحا تولید کننده انرژی راکتیو است، اما خازن توان راکتیو تولید نکرده بلکه مصرف کننده آن نیز میباشد. فقط در زمانی که سلف انرژی راکتیو در خود ذخیره می نماید (ازشبکه می کشد خازن، انرژی ذخیره شده خود را به شبکه تحویل می دهد و در زمانی که سلف انرژی ذخیره شده اش را به شبکه پس می دهد خازن از شبکه انرژی می کشد. حال اگر سلف و خازن در کنار هم قرار گیرند، هنگامیکه خازن انرژی می دهد سلف آن انرژی را می گیرد و زمانی که خازن انرژی می گیرد سلف انرژی می دهد که موجب تعادل انرژی بین سلف و خازن گشته و دیگر تبادل انرژی بین مصرف کننده و شبکه صورت نمی گیرد.

www.WikiPower.ir

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

# فصل اول - کلیات

## ۱- حدود

۱-۱- این توصیه نامه برای یک واحد خازنی و یا مجموعه ای از واحدهای خازنی و برای اتصال به سیستمهای قدرت متناوب با فرکانس نامی ۵۰ هرتز و ولتاژهای نامی ۱۱و ۲۰ و۳۳ کیلووات و نیز سیستم فشار ضعیف بکار می رود . این خازنها بصورت شنت و جهت تصحیح ضریب توان به سیستم متصل گردیده و برای کار در فضای آزاد و یا محیط های سر بسته مورد استفاده می باشد .

۲-۱- این توصیه نامه براساس استاندارد IEC-70,70A و مراجع لیست شده در استاندارد مذکور تهیه گردیده است .

۳-۱- این توصیه نامه برای خازنهائی که جهت کار در دمای بین ۴۰- تا ۵۰+ درجه سانتیگراد نصب می گردند بکار می رود .

بهمین منظور خازنها از نظر دمای کار دسته بندی گردیده اند و هر دسته توسط یک حداقل دما و یک حداکثر دما که امکان کار خازن در آن دماها وجود داشته باشد مشخص می گردد . طبق استاندارد IEC-70,70A برای حداقل دما به مقدار ۴۰- و ۴۵- و ۱۰- درجه سانتیگراد انتخاب گردیده است و حداکثر دما نیز با توجه به جدول زیر تعیین می گردد .

جدول (۱-۱) محدوده دمای کار خازنها

| حد بالا برای گروه منتخب دمای خازن به درجه سانتیگراد | حداکثر دمای محیط به درجه سانتیگراد | | |
|---|---|---|---|
| | متوسط دما در ۱ ساعت | متوسط دما در ۲۴ ساعت | متوسط دما در یکسال |


www.WikiPower.ir

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

| | | | |
|---|---|---|---|
| ۲۰ | ۳۰ | ۴۰ | ۴۰ |
| ۳۰ | ۴۰ | ۴۵ | ۴۵ |
| ۳۵ | ۴۵ | ۵۰ | ۵۰ |

IEC-70,70A حدود دمای کار خازن را در چهار گروه زیر استاندارد کرده است.

-۴۰/+۴۰ ̊C و -۳۵/+۴۰ ̊C و -۱۰/+۴۰ ̊C و -۱۰/-۴۵ ̊C

با توجه به شرایط محیطی کار خازن تا حد امکان می بایست از حدود استاندارد شده دما استفاده گردد . ولی اگر بعلت شرایط خاص محیطی امکان انتخاب حدود استاندارد دما وجود نداشته باشد در آنصورت می بایست حدود دمای کار خازن با توجه به بخش ( ۱۷ ) این توصیه نامه تعیین گردد .

توجه ۱- تعریف دمای محیط و دمای هوای خنک کننده در بخش (۱۴-۳ ) و ( ۱۵-۳ ) آورده شده اند .

www.WikiPower.ir

توجه ۲- در دماهایی پائینتر از حداقل دمای تعیین شده از شارژ خازن اجتناب می گردد .

**۴-۱-** این توصیه نامه برای خازنهایی که جهت نصب در محلهایی تا ارتفاع ۱۰۰۰ متر استفاده می گردند تهیه شده است.

برای خازنهایی که در ارتفاع بیشتر از ۱۰۰۰ متر از سطح دریا نصب می گردند می بایست ولتاژهای آزمایشهای مربوط به عایق خارجی برابر با مقادیر مشخص شده در این توصیه نامه تقسیم بر ضریب ارتفاع مربوطه باشند .

$$K = \frac{1}{1+1.25\times10^{-4}(H-1000)} \qquad (۱-۱)$$

K = ضریب ارتفاع

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

H = ارتفاع از سطح دریا به متر

برای نصب خازن در ارتفاع بیشتر از ۱۰۰۰ متر بغیر از تصحیح بالا تصحیح دیگری لازم نبوده و سایر مطالب این توصیه نامه صادق می باشند .

**۲- اهداف**

هدف از تدوین این توصیه نامه عبارتست از :

a) تعیین قوانینی جهت کار مطمئن و سالم خازن

b) تعیین قوانینی در مورد آزمایشات خازن و همچنین پکونکی و حدود پارامترهای مورد لزوم برای خازن

c) تعیین قوانینی جهت نصب و بهره برداری از خازن

d) تعیین قوانینی در مورد بسته بندی ، حمل و انبار کردن خازن

e) تعیین مشخصات فنی خازن جهت انتخاب و خرید مناسب آن

www.WikiPower.ir

**۳- تعاریف**

تعاریف تعدادی از عبارات بکار رفته در این توصیه نامه بشرح زیر می باشند :

**۱-۳- عنصر خازنی**

یک جزء غیر قابل تقسیم بوده که از الکترودهای جدا شده توسط دی الکتریک تشکیل می گردد

.

**۲-۳- واحد خازنی**

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

مجموعه ای از یک یا تعدادی عنصر خازنی که در یک محفظه با ترمینالهای در دسترس قرار گرفته باشند .

**۳-۳- بانک خازنی**

گروهی از واحدهای خازنی که بصورت الکتریکی بهم متصل شده باشند بطور مثال مانند یک بانک خازنی سه فاز که از سه واحد خازنی تکفاز تشکیل شده است .

**۳-۴- تجهیزات خازن**

مجموعه ای از واحدهای خازنی و ابزار جانبی مناسب برای اتصال به شبکه .

**۳-۵- وسیله تخلیه خازن**

وسیله ای که مابین ترمینالهای خازن و یا باس بارها و یا در داخل واحد خازن قرار داده می شود تا در موقع قطع اتصال خازن از منبع بار ذخیره شده در داخل خازن از طریق این وسیله تخلیه گردیده تا ولتاژ خازن به صفر برسد .

www.WikiPower.ir

**۳-۶- ترمینالهای خط**

ترمینالهای خازن که به خطوط متصل می گردند در خازنهای چند فازه ترمینالی که به خط نول یا زمین متصل می گردد جزو ترمینالهای خط محسوب نمی گردد .

**۳-۷- ولتاژ نامی Un**

مقدار r.m.s. ولتاژی که بین ترمینالهای خازن برقرار می گردد . برای خازنهائی که شامل یک یا چندین مدار مجزا باشند ( مانند تک واحدهای تک فاز که در سیستم سه فاز استفاده می گردند ) . $U_n$ مربوط به ولتاژ نامی هر مدار می باشد.

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

برای خازنهای چند فاز با اتصالات الکتریکی داخلی بین فازها $U_n$ مربوط به ترمینالهای خطی بوده که مابین آنها بیشترین مقدار ولتاژ پدید می آید .

**۸-۳- سطح عایقی Ut**

برای یک واحد خازنی سطح عایقی عبارتست از ولتاژ ضربه با فرکانس مشخصی که در موقع انجام آزمایش عایق بین ترمینالهای خط و محفظه واحد خازنی بتواند آن ولتاژ را تحمل بکند .

برای یک بانک خازنی سطح عایقی عبارتست از ولتاژ ضربه با فرکانس مشخصی که در موقع انجام آزمایش عایق بین ترمینالهای خط مربوط به بانک خازنی و قسمتهای فلزی که به زمین متصل می باشند بتواند آن ولتاژ را تحمل بکند .

**۹-۳- خروجی نامی**

توان راکتیوی که در ولتاژ و فرکانس نامی برای خازن منظور گردیده است .

**۱۰-۳- جریان نامی**

www.WikiPower.ir

جریان .r.m.s عبوری از یک ترمینال خط در ولتاژ فرکانس و خروجی نامی .

**۱۱-۳- تلفات خازن**

توان راکتیوی که توسط خازن مصرف می گردد .

**۱۲-۳- تانژانت زاویه تلفات ( $\tan\delta$ )**

تلفات خازن تقسیم بر توان راکتیو خروجی خازن

**۱۳-۳- حداکثر ولتاژ سیستم Um**

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

حداکثر r.m.s. ولتاژ خط به خط که خازن در مواقع کار عادی خود بتواند در هر زمان و هر نقطه از سیستم تحمل نماید . این شامل تغییرات موقت ناشی از بروز خطا یا قطع بارهای بزرگ نمی گردد .

**۳-۱۴- دمای هوای محیط**

دمای هوا در محل نصب خازن

**۳-۱۵- دمای هوای خنک کننده**

دمای هوای خنک کننده ای که در گرمترین نقطه از یک بانک خازنی اندازه گیری می شود. در وسط دو واحد خازنی قرار دارد . اگر فقط از یک واحد خازنی استفاده شده باشد در اینصورت دمای اندازه گیری شده در نقطه ای بفاصله حدوداً ۳۰ سانتیمتری از محفظه خازن و در ارتفاعی به اندازه $\frac{2}{3}$ قد خازن بالاتر از کف خازن خواهد بود .

www.WikiPower.ir

**۳-۱۶- دمای افزایش یافته ناشی از محفظه خازن**

اختلاف بین دمای گرمترین نقطه محفظه خازن و دمای هوای خنک کننده .

**۳-۱۷- دمای استاندارد آزمایش**

حدود دمای استاندارد محیط برای انجام آزمایش بین ۱۵ تا ۳۵درجه سانتیگراد می باشد و در صورتی که تصحیحی لازم باشد دمای مرجع ۲۰ درجه سانتیگراد منظور گردد .

## ۴- طراحی و ساخت

۴-۱- خازنهای مورد استفاده میبایست تا حدامکان کمترین ..... تلفات را داشته باشند بهیمن منظور توجه می گردد که از خازنهائی با دی الکتریک نیم پلاستیکی یا opp ( oriented polypropylene film ) و انباشته از یکی از روغنهای mipb استفاده گردد .

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۴-۲- خازنهای مورد نظر می بایست برای کار عادی تحت شرایط کار مشخص شده مناسب باشند .

۴-۳- تمام اتصالات می بایست به شکل غیر قابل نفوذی با موادی که تحت هر شرایط کاری فساد ناپذیر باشند آب بندی شوند .

۴-۴- خازن و متعلقات نصب مربوطه می بایست طوری طراحی شوند که بتوانند در مقابل بار ناشی از باد نیروهای کششی روی ترمینالها بعلاوه نیروهای ناشی از زلزله ایستادگی نمایند . مقادیر مربوط در جدول II مشخص گردیده اند .

۴-۵- محفظه فلزی خازن و همچنین کلیه اجزاء فلزی که در معرض هوا قرار دارند ( مانند ترمینالها ، پیچها ، مهره ها ، واشرها و غیره ) می بایست در برابر زنگ زدگی ، خوردگی و دیگر عوامل فساد مقاوم باشند .

۴-۶- در طراحی محفظه فلزی خازن بایستی وسیله مناسبی جهت اتصال الکتریکی مطمئن بدنه خازن تعبیه گردد تا بدینوسیله بتوان پتانسیل محفظه خازن را در مقدار ثابتی قرار داد .

۴-۷- در طراحی محفظه فلزی خازن با توجه به طریقه نصب خازن پیش بینی های لازم جهت نصب مطمئن خازن انجام گیرد .

۴-۸- جهت طراحی و ساخت خازن بجز موارد بالا می بایست کلیه شرایط و مشخصات ذکر شده در دیگر فصول این توصیه نامه نیز رعایت گردد .

## فصل دوم – مشخصات خازن

### ۵- توان واحد خازنی

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۵-۱- واحدهای خازنی که برای ولتاژهای ۱۱ و ۲۰ و ۳۳ کیلو وات بکار می روند می توانند در سه اندازه ۱۰۰ و ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوواری باشند .

۵-۲- توان واحدهای خازنی برای فشار ضعیف با توجه به میزان خازن مورد نیاز و همچنین تعداد پله های خازنی جهت کلید زنی اتوماتیک تعیین گردیده و سپس با توجه به اندازه واحدهای خازنی که توسط سازندگان تولید می شود خازن مناسب انتخاب می گردد . ( به بخش ۷-۱۳ مراجعه شود ) .

## ۶- اضافه بار قابل قبول

### ۶-۱- حداکثر ولتاژ قابل قبول

واحدهای خازنی می بایست برای کار طولانی در ولتاژی که مقدار r.m.s. آن از ۱/۱۰ برابر ولتاژ نامی تجاوز ننماید مناسب باشند . البته مقادیر ولتاژ در حالات گذرا جدای از این بحث می باشند .

www.WikiPower.ir

### ۶-۲- حداکثر جریان قابل قبول

جریان خط برای واحدهای خازنی در حالت کار دائم ( باستثنا جریانهای حالات گذرا ) باید طوری باشد که مقدار r.m.s. آن از ۱/۳۰ برابر جریان نامی خازن ( جریانی که با ولتاژ سینوسی نامی و فرکانس نامی کشیده می شود ) بیشتر نگردد.

## ۷- پلاک شناسائی خازن

۷-۱- هر خازنی می بایست به پلاک شناسائی از جنس فولاد ضد زنگ یا دیگر مواد معادل ضد آب و ضد فساد مجهز گردد و در یک وضعیت قابل رویت اطلاعات زیر را نشان دهد پلاک مشخصات می بایست بصورت حکاکی ، کراورسازی یا دیگر روشهای تائید شده ساخته شود .

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۱- نام سازنده خازن

۲- شماره شناسائی خازن

۳- توان نامی به KVAR

۴- ولتاژ نامی $U_n$ به ولت یا کیلو ولت

۵- فرکانس نامی به هرتز

۶- حدود مجاز دما

۷- سطح عایقی

۸- ارتفاع محل نصب از دریا

۹- کاپاسیتانس اندازه گیری شده ( در ولتاژ و فرکانس نامی )

۱۰- جریان اندازه گیری شده ( در ولتاژ و فرکانس نامی ) به آمپر

۱۱- نوع اتصال برای خازنهای سه فاز

۱۲- وسیله مورد استفاده جهت تخلیه خازن ( در صورتیکه در داخل خازن بکار رفته باشد ).

۱۳- اطلاعات اضافی دیگری که برای حفاظت افراد و تجهیزات مهم باشند می بایستی در پلاک شناسائی یا برگه راهنمای خازن داده شوند . در صورتیکه این اطلاعات در برگه راهنمای خازن داده شده باشد می بایست در پلاک شناسائی به آن برگه اشاره شده باشد .

**۲-۷- در خازنهای سه فاز نوع اتصال فازها بهم باید به یکی از صورتهای زیر نشان داده شود :**

مثلث

www.WikiPower.ir

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

ستاره

ستاره با مرکز دستی

سه فاز که اتصال داخلی بهم ندارند.

برای واحدهای خازنی سه فاز ، توان خروجی ، باید بصورت مجموع توان سه فاز داده شود .

۳-۷- **سطح عایقی باید بوسیله دو عدد که توسط یک خط از هم جدا شده اند نشان داده شود** . اولین عدد مقدار r.m.s. ولتاژ برای ازمایش ولتاژ ac به کیلو وات و دومین عدد ماکزیمم مقدار ولتاژ برای آزمایش ضربه به کیلوولت می باشند ( برای مثال: ۲۸/۷۵ ) . برای واحدهایی که در محیط روباز نصب نمی شوند عدد دوم لازم نبوده و با یک خط تیره نشان داده شود ( برای مثال : -/۲۸ ) .

## ۸- مشخصات کلی خازن

با در نظر گرفتن موارد بالا و سایر نکات لازم شرایط کار خازن و همچنین مشخصات فنی آن برای سطح ولتاژهای مختلف در فصل ششم معین گردیده اند .

www.WikiPower.ir

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

# فصل سوم – آزمایشات خازن

## ۹- کلیات آزمایش

**۱-۹- آزمایشهای خازن به دو نوع زیر می باشند :**

a) آزمایشات معمول ( Routine tests )

- اندازه گیری کاپاسیتانس

- تعیین تلفات خازن

- آزمایش ولتاژ ac یا dc بین ترمینالهای خازن

- آزمایش ولتاژ ac بین ترمینالها و محفظه فلزی خازن ( آزمایش با سطوح خشک )

- آزمایش بین ترمینالهای خازن و زمین برای بانکهای خازنی

b) آزمایشات نمونه ( Type tests )

- تلفات خازن در دما بالا

- آزمایش پایداری حرارتی

- آزمایش ولتاژ ac با سطوح خشک بین ترمینالهای خازن و محفظه فلزی ( برای خازنهائی که در محیط روباز نصب می شوند بایستی این آزمایش هم با سطوح مرطوب انجام بگیرد )

- برای خازنهایی که در محیط روباز نصب می شوند آزمایش ولتاژ ضربه بین ترمینالهای خازن و محفظه فلزی آن انجام گیرد .

- آزمایش تخلیه خازن

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

- آزمایش یونیزاسیون خازن

۹-۲- آزمایشات معمول برای هر خازن بعد از تکمیل شدن در کارخانه انجام می گیرد .

۹-۳- آزمایشات نمونه جهت تائید درستی طراحی و مطابقت آن در عمل با کلیه مشخصات ذکر شده در اینجا می باشد .

آزمایشات نمونه بایستی توسط کارخانه سازنده و قبل از تحویل خازنها انجام گرفته و نتایج حاصل از آزمایش نیز با جزئیات کامل و بصورت یک گواهی نامه به خریدار داده شود . این آزمایشات می بایست بر روی یک خازن نمونه که از بین یک سری از خازنها با مشخصات یکسان انتخاب شده باشد انجام گیرد .

همه آزمایشات نمونه یا بعضی از آنها می توانند در هنگام نصب توسط سازنده تکرار گردند که این موضوع می بایست در قرارداد بین خریدار و سازنده قید گردد . همچنین تعداد خازنهای نمونه برداری شده جهت تکرار این آزمایشات نیز در قرار داد مزبور مشخص می گردد .

www.WikiPower.ir

۹-۴- هر خازن نمونه برداری شده جهت انجام آزمایش نمونه باید قبلاً کلیه آزمایشات معمول را بطور رضایتبخشی تحمل کرده باشد . البته ضروری نیست که کلیه آزمایشات نمونه حتماً بر روی یک خازن انجام گیرد بلکه می تواند تعدادی خازن یکسان انتخاب گردیده و این آزمایشات بر روی آنها انجام شود .

## ۱۰- جزئیات آزمایشات

### ۱-۱۰- اندازه گیری کاپاسیتانس خازن ( آزمایش معمول )

۱-۱-۱۰- کاپاسیتانس خازن می بایست در محدوده دمای استاندارد برای آزمایش ( مراجعه شود به تعریف دمای استاندارد در بخش (۱۷-۳ ) و با استفاده از روشی که در ان خطای ناشی از

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

هارمونیکها و ناشی از وجود المانهایی مانند مقاومتها ، سطحها و یا مدارهای الکتریکی دیگر وارد نگردد اندازه گیری شود .

این آزمایش در ولتاژ و فرکانس نامی انجام شود .

۲-۱-۱۰- توان خازن (که با استفاده از کاپاسیتانس اندازه گیری شده ولتاژ نامی و فرکانس نامی محاسبه می شود) نباید با توان نامی آن بیشتر از مقدار زیر تفاوت داشته باشد :

۵- یا ۱۰+٪ برای واحدهای خازنی

۰- یا ۱۰+٪ برای بانکهای خازنی

توجه - فرمولی برای محاسبه توان خازن سه فاز با استفاده از کاپاسیتانس اندازه گیری شده خازن تک فاز در ضمیمه B آمده است .

۳-۱-۱۰- در یک واحد خازنی سه فاز نسبت بین بزرگترین و کوچکترین مقادیر کاسپاسیتانسی که بین ترمینالهای هر دو فاز از خازن اندازه گیری می شود نباید از ۱/۰۶ برای خازنهای با ولتاژ نامی بالاتر از ۶۶۰ ولت و ۱/۰۸ برای خازنهای با ولتاژ نامی ۶۶۰ ولت یا کمتر تجاوز کند.

**۲-۱۰- تلفات خازن**

۱-۲-۱۰- آزمایش معمول :

در آزمایش معمول هدف از انجام این اندازه گیری کنترل یکنواختی محصولات تولیدی می باشد . در این آزمایش تانژانت زاویه تلفات می بایست در محدوده دمای استانداردست ( بخش ۱۷-۳ ) و در ولتاژ و فرکانس نامی اندازه گیری شود.

۲-۲-۱۰- آزمایش نمونه :

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

در آزمایش نمونه تانژانت زاویه تلفات می بایست در دو حالت اندازه گیری شود یکی مانند آزمایش معمول و دیگری با ولتاژ و فرکانس نامی خازن و در دمای ثابت ۲± ۷۵ درجه سانتیگراد .

در این آزمایش دوم خازن می بایست فقط در زمان اندازه گیری و برای مدت زمانی هرچه کوتاهتر که ممکن باشد شارژ گردد .

مقدار تانژانت زاویه تلفات که در این آزمایش دوم اندازه گیری می شود نباید از مقدار تعیین شده در کاتالوگ سازنده خازن و یا از مقدار مشخص شده در قرارداد تجاوز نماید.

در صورتیکه اندازه گیری در دمای ۷۵ درجه سانتیگراد نتواند انجام بگیرد در آنصورت با توافق این آزمایش با اندازه گیری تانژانت زاویه تلفات در انتهای آزمایش پایداری حرارتی جایگزین گردد .

توجه - در صورتیکه قرارداد در مورد نوعی از خازن باشد که قبلاً مورد تائید قرار گرفته باشد . در آنصورت آزمایش زاویه تلفات در ۷۵ درجه سانتیگراد که در این بخش تعریف شده است می تواند برای کنترل ثابت بودن مشخصات خازن تولیدی مورد استفاده قرار گیرد و اگر نتیجه بدست آمده تفاوت قابل ملاحظه ای با نتایج نمونه اصلی نداشته باشد در آنصورت می تواند آزمایش پایداری حرارتی تکراری حذف گردد مگر آنکه توسط خریدار بر انجام آن تمرین شده باشد .

**۳-۱۰- آزمایش پایداری حرارتی (آزمایش نمونه )**

۱-۳-۱۰- این آزمایش برای اطمینان از پایداری حرارتی خازن درشرایط اضافه طولانی و در محدوده مشخص شده در بخش ۶ انجام می گیرد .

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

توجه - توصیه می گردد که خازن منتخب برای این تست تا آنجا که ممکن است توانی برابر با توان نامی خازن داشته باشد.

۲-۳-۱۰- خازن می بایست درمحیطی با شرایط خنک شوندگی طبیعی قرارداده شود . در این محیط دمای هوای خنک کننده با توجه به حد بالای محدوده دمای انتخاب شده برای خازن تعیین می گردد .

مقادیر این دما طبق جدول زیر می باشد :

جدول (۱-۳) محدوده دمای انتخاب شده برای خازنها

| دمای هوای خنک کننده در محیط آزمایش C̊ | حد بالا در محدوده دمای منتحب برای کار خازن C̊ |
|---|---|
| ۴۵ | ۴۰ |
| ۵۰ | ۴۵ |
| ۵۵ | ۵۰ |

www.WikiPower.ir

در طی آزمایش دمای هوای خنک کننده می بایست بوسیله یک دماسنج اندازه گیری شود و از آنجا که دمای خازن کمتر از دمای محیط می باشد لذا رسیدن دمای آن به دمای محیط با ثابت زمانی حدود یک ساعت انجام می گیرد . در تمام طول آزمایش اختلاف بین دمای هوای اندازه گیری شده با دمای معین شده در جدول بالا نبایست از ۲ درجه سانتیگراد تجاوز نماید .

۳-۳-۱۰- بعد از رسیدن دمای تمام قسمتهای خازن به دمای هوای خنک کننده می بایست خازن برای مدت زمان ۴۸ ساعت به یک ولتاژ سینوسی با فرکانس نامی متصل شود دامنه این ولتاژ به اندازه ای انتخاب گردد تا توان خان برابر با ۱/۴۴ توان نامی آن باشد .

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

در طی ۱۰ ساعت آخر تانژانت زاویه تلفات و همچنین دمای محفظه خازن ( که در حول و حوش ماکزیمم مقدار محدوده انتخاب شده برای کار خازن قرار دارد ) می بایست هر ۲ ساعت یکبار اندازه گیری شوند . در تمام این فاصله زمانی ۱۰ ساعته تانژانت زاویه تلفات و همچنین افزایش دمای محفظه خازن نباید بیشتر از میزان حساسیت ابزارهای اندازه گیری تعیین نماید . این مقدار تغییرات نباید بیشتر از $\pm 10^{-4}$ برای tan6 و $\pm 0/5\ \mathring{C}$ برای اندازه گیری دما باشد . در صورتیکه تغییرات بزرگتری مشاهده گردد . در آنصورت آزمایش باید ادامه پیدا کند تا جائیکه یا به حالت پایدار برسد یا شکستی رخ بدهد .

توجه ۱- ولتاژی که برای رسیدن به توانی برابر با ۱/۴۴ توان نامی خازن بکار می رود عبارتست از :

$$U_{test} = 1.2 U_n \sqrt{\frac{C_n}{C_{test}}} \qquad (۳-۱)$$

که در آن :

$C_n$ = کاپاسیتانس مربوط به توان نامی

$C_{test}$ = کاپاسیتانس اندازه گیری شده برای خازن تست شونده

www.WikiPower.ir

توجه ۲- جهت کنترل اینکه چگونه این شرایط برآورده شده اند می بایست نوسانات ولتاژ فرکانس و دمای هوای خنک کننده در طی آزمایش در گزارش مربوط آورده شوند . بهمین خاطر توصیه می گردد که منحنی این پارامترها و همچنین منحنی تانژانت زاویه تلفات یا تغییرات دما بصورت تابعی از زمان رسم گردند .

توجه ۳- آخرین اندازه گیری زاویه تلفات می تواند جایگزین آزمایش نمونه در مورد تعیین تلفات خازن گردد (رجوع شود به پاراگراف آخر از آزمایش مذکور )

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

توجه۴- آزمایش با دیگر فرکانسها بشرطی که اختلاف آن با فرکانس نامی بیشتر از ۲۰٪ نگردد با توافق بین خریدار و سازنده مجاز می باشد .

همچنین می توانند با توجه به میزان تغییر فرکانس در مقدار ولتاژ و دمای آزمایش تجدید نظر مناسبی انجام بدهند .

۴-۳-۱۰- میزان کاپاسیتانس خازن می بایست قبل و بعد از آزمایش در محدوده استاندارد تعیین شده برای دما اندازه گیری گردد . اختلاف دمای خازن برای دو اندازه گیری نباید بیش از ۵ درجه سانتیگراد باشد . میزان تغییر کاپاسیتانس نیز در دو اندازه گیری فوق نباید بیش از ۲٪ باشد .

**۴-۱۰- آزمایشات ولتاژ**

۱-۴-۱۰- برای واحدهای خازنی

۱-۱-۴-۱۰- آزمایش ولتاژ بین ترمینالها ( آزمایش معمول )

هر خازن می بایست بمدت ۱۰ ثانیه تحت یکی از آزمایشهای a یا b که در زیر توضیح داده شده قرار گیرد . اگر قبلاً توافقی در نوع آزمایش صورت نگرفته باشد در آنصورت انتخاب آزمایش با سازنده خازن می باشد .

آزمایش a ) یک آزمایش d.c که ولتاژ آزمایش برابر مقدار زیر انتخاب گردد :

$$U_t = 4.3\ U_o$$

توجه - جریانهای شارژ و دشارژ خازن در مقدار ۱۰ برابر جریان نامی محدود گردد .

مدت زمان ۱۰ ثانیه از لحظه ای حساب می گردد که مقدار ولتاژ به میزان تعیین شده برای آزمایش برسد .

آزمایش b ) یک آزمایش a.c که ولتاژ آزمایش برابر مقدار زیر انتخاب گردد .

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$U_t = 4.3\ U_o$

$U_o$ ولتاژ موثر بین ترمینالهای خازن می باشد که در موقع آزمایش در هر عنصر خازنی فشاری روی دی الکتریک آن ایجاد می کند که در حالت کار عادی ولتاژ نامی همین فشار را ایجاد بکند .

آزمایش a.c می بایست با یک ولتاژ سینوسی با فرکانس بین ۱۵ تا ۱۰۰ هرتز و ترجیحاً با فرکانس هرچه نزدیکتر به فرکانس نامی انجام بگیرد .

۲-۱-۴-۱۰- آزمایش ولتاژ A.C بین ترمینالها و محفظه خازن

a) آزمایش با سطح خشک ( آزمایش معمول )

ترمینالهای خازن را بهم وصل کرده و سپس به مدت ۱۰ ثانیه ولتاژ تست بین ترمینالها و محفظه خازن قرار داده شود.

ولتاژ تست می بایست یک ولتاژ ac با فرکانس ۱۵ الی ۱۰۰ هرتز بوده و دامنه آن با توجه به سطح عایقی واحدهای خازنی انتخاب می گردد ( به جدول بخش ۱۱ مراجعه شود )

b) آزمایش با سطح خشک ( آزمایش نمونه )

همانند آزمایش a - ۴-۱-۴-۱۰ بوده فقط مدت زمان آزمایش از ۱۰ ثانیه به یک دقیقه افزایش می یابد .

c) آزمایش با سطح مرطوب ( آزمایش نمونه )

واحدهای خازنی که در محیط روباز نصب می گردند همان آزمایش b -۴-۱-۴-۱۰ روی آنها انجام گرفته فقط باید شرایط بارانی را بطور مصنوعی برای آزمایش ایجاد کرد. نحوه ایجاد شرایط بارانی و طریقه آزمایش بر طبق استاندارد IEC 60 ( روشهای آزمایش در فشار قوی ) تعیین می گردد .

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۳-۱-۴-۱۰- آزمایش ولتاژ ضربه بین ترمینالها و محفظه خازن ( آزمایش نمونه )

برای واحدهای خازنی که همه ترمینالهای آنها از .... خازن عایق شده باشند باید قبل از انجام آزمایش ac ( بخش ۲-۱-۴-۱۰ ) آزمایش ضربه انجام بگیرد .

تست ضربه بایستی با استفاده از موج ضربه $1.2/50\varphi s$ ( طبق تعریف IEC 60 ) انجام بگیرد و مقدار قله این موج برابر با سطح عایقی واحد خازنی ( جدول بخش ۱۱ ) انتخاب می گردد . رخ ندادن شکست در طی آزمایش می بایست با استفاده از یک اسیلوگراف بالامپ کاتدیک که برای ضبط ولتاژ و کنترل شکل موج بکار می آید بررسی گردد . نحوه آزمایش بدینطریق بوده که ابتدا ترمینالها و محفظه خازن اتصال می گردد.

این عمل می بایست برای هر کدام از پلاریته های مثبت و منفی به تعداد ۵ بار انجام پذیرد .

در صورتیکه در ۵ آزمایش ضربه که پشت سرهم و با پلاریته یکسانی انجام می گیرد بیش از یک تخلیه الکتریکی یا شکست رخ دهد در آنصورت واحد خازنی در تست قبول نمی گردد . ولی اگر در این تست فقط یک تخلیه الکتریکی صورت بگیرد . در آنصورت آزمایش باید ۱۰ بار دیگر و با همان پلاریته انجام بگیرد و اگر هیچ تخلیه الکتریکی دیگری صورت نگیرد در آنصورت واحد خازنی این تست را گذرانده است .

برای واحدهایی که با یک ترمینال به محفظه خود متصل می باشند خواه این محفظه به زمین متصل گردد یا از زمین عایق گردد یا بعبارت دیگر واحدها بدون حفاظ نصب نشده باشند در آنصورت نیازی به انجام این تست نیست .

۴-۱-۴-۱۰- آزمایش تخلیه خازن ( آزمایش نمونه )

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

واحد خازنی می بایست توسط یک ولتاژ dc به اندازه دو برابر مقدار موثر ولتاژ نامی اش شارژ شده و سپس توسط یک فاصله هوائی که تا حد ممکن به خازن نزدیک شده تخلیه گردد . این خازن می بایست در مدت زمان ۱۰ دقیقه به تعداد ۵ بار تحت این آزمایش قرار گیرد .

۵ دقیقه بعد از مزبور این واحد خازنی می بایست تحت آزمایش ولتاژ بین ترمینالها که در بخش ۱-۱-۴-۱۰ مشخص گردیده قرار گیرد .

کاپاسیتانس خان می بایست قبل از آزمایش تخلیه و بعد از آزمایش ولتاژ اندازه گیری شده و مقدار تغییرات آن نباید از ۲٪ تجاوز نماید .

۲-۴-۱۰- برای بانکهای خازنی

۱-۲-۴-۱۰- آزمایش بین ترمینالها و زمین ( آزمایش معمول )

اگر یک بانک خازنی شامل واحدهای یا نگاهدارنده های عایقی باشد که سطح عایقی آنها کمتر از سطح عایقی بانک خازنی باشد در آنصورت تستهای اضافی باید انجام بگیرد تا مشخص گردد که کل بانک خازنی در برابر ولتاژی برابر با سطح عایقی بانک تحمل دارد یا خیر .

www.WikiPower.ir

**۵-۱۰- آزمایش یونیزاسیون خازن ( آزمایش نمونه )**

ولتاژ مورد استفاده در این آزمایش می بایست یک ولتاژ سینوسی با فرکانس نامی خازن باشد . مدار آزمایش یک میرائی مناسب داشته باشد تا بتواند اضافه ولتاژ ناشی از حالات گذرا را هرچه بهتر کم بکند در مدت زمان آزمایش دمای هوای محیط باید در مقدار $25 \pm 10\ ^\circ C$ باقی بماند .

نحوه آزمایش بدینطریق بوده که برای مدت زمان کافی بطوریکه دمای خازن به حالت تعادل خود برسد . می بایست ولتاژ نامی به خازن متصل گردد . سپس یک ولتاژ تست که اندازه آن با موافقت خریدار و سازنده تعیین می گردد . می بایست فقط یکبار و بمدت ۱ ثانیه به خازن متصل گردد . بعد از آن ولتاژ می بایست به مقدار $1.2\ U_n$ کم گردیده و در همان مقدار بمدت ۱۰ دقیقه باقی بماند . سپس

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

ولتاژ به مقدار ۱.۵ $U_n$ افزایش یافته و بمدت ۱۰ دقیقه در همان مقدار باقی بماند . در طی این ۱۰ قیقه آخر نبایستی در هیچ لحظه ای افزایشی در سطح یونیزاسیون خازن مشاهده گردد .

قبل و بعد از آزمایش کاپاسیتانس خازن می بایست بر طبق روش گفته شده در بخشهای قبل اندازه گیری شده و هیچ تغییر قابل توجه ای در این دو اندازه گیری مشاهده نگردد .

هنگام مقایسه نتایج حاصل از این دو اندازه گیری باید دو فاکتور زیر بحساب آورده شوند .

a) دقت اندازه گیری های انجام شده

b) توجه به این عامل که تغییرات داخلی در دی الکتریک خازن ممکن است سبب تغییرات کوچک در کاپاسیتانس شده بدون آنکه هیچ شکستی در المانهای خازن رخ داده باشد .

توجه ۱- اندازه ولتاژی که در مدت ۱ ثانیه بکار برده می شود تعیین نگردیده است مقدار این ولتاژ می بایست با توجه به موقعیت محل نصب خازن و اضافه ولتاژ های ناشی از کلید زنی که در اینحالت پیش می آیند تعیین گردند .

توجه ۲- این آزمایش می بایست بهمان ترتیبی که در بالا گفته شد بطور پیوسته انجام بگیرد بدون آنکه در بین مراحل آزمایش ولتاژ قطع گردد .

توجه ۳- در صورتیکه کاپاسیتانس واحد خازنی که تست می گردد خیلی بزرگ باشد بطوریکه در محدوده حساسیت وسایل مورد استفاده در آزمایش نباشد در آنصورت سطح عایقی چنین خازنی قابل اندازه گیری نخواهد بود .

در چنین حالتی با موافقت خریدار و سازنده خازن این آزمایش بر روی مدل کوچکی از خازن انجام می گیرد که مراحل طراحی و ساخت آن مشابه با خازن اصلی باشد .

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

توجه ۴- مقصود از عبارت یونیزاسیون که در اینجا بکار برده شده اشاره به عمل تخلیه الکتریکی است که در دی الکتریک خازن انجام می گیرد و معادل با عبارت « تخلیه جزئی » می باشد .

توجه ۵- آزمایشهائی نظیر اندازه گیری $\tan\delta$ آن دقت لام برای آشکارسازی یونیزاسیون را ندارند . اطلاعات کلی جهت اندازه گیری یونیزاسیون خازن در پیوست a مشخص شده است .

## ۱۱- سطوح عایقی و ولتاژهای تست بین ترمینال خازن و زمین

جدول زیر سطوح عایقی استاندارد برای سیستمهائی با ماکزیمم ولتاژ مربوطه $U_m$ را نشان می دهد . سطوح عایقی با مقدار .r.m.s ولتاژ .a.c در آمایش ولتاژ و همچنین مقدار ماکزیمم ولتاژ در آزمایش ضربه در جدول زیر مشخص شده اند .

سطح عایقی یک خازن می بایست از روی سطوح استاندارد و با اعمال ضریب تصحیح ارتفاع ( بخش ۴-۱) انتخاب شود ( مراجعه شود به بخش ۲۱ ) .

www.WikiPower.ir

جدول (۲-۳) سطوح عایقی و ولتاژهای تست خازنی

| سطح عایقی: حداکثر میزان ولتاژ در آزمایش ضربه KV | سطح عایقی: ولتاژ آزمایش .a.c KV ( .r.m.s ) | حداکثر ولتاژ سیستم $U_m$ ( ولتاژ خط ) ( .r.m.s ) KV |
|---|---|---|
| ۱۵ | ۳ | ۰/۶ |
| ۲۵ | ۶ | ۱/۳ |
| ۳۵ | ۱۱ | ۲/۴ |
| ۴۵ | ۱۶ | ۳/۶ |
| ۶۰ | ۲۲ | ۷/۲ |
| ۷۵ | ۲۸ | ۱۳ |

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

| | | |
|---|---|---|
| ۹۵ | ۳۸ | ۱۷/۵ |
| ۱۲۵ | ۵۰ | ۲۳ |
| ۱۷۰ | ۷۰ | ۲۶ |

www.WikiPower.ir

## فصل چهارم – راهنمای نصب و بهره برداری خازن

### ۱۲- کلیات

همچون اغلب ابزار های الکتریکی ، خازنهای هفت نیز بعد از شارژ شدن ، در بار کامل عمل می کنند و اگر انحرافی هم در بار خازن رخ بدهد ناشی از تغییرات ولتاژ خواهد بود.

فشار اضافی بر خازن و یا دمای اضافی ، عمر خازن را کم می کند و لذا شرایط کار خازن (مانند دما ، ولتاژ و جریان) می بایست دقیقاً کنترل شوند.

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

البته بایستی به این موضوع هم توجه گردد که نصب خازنهای متمرکز در یک سیستم می تواند ، شرایط کاری نامطلوبی ایجاد نماید (مانند تقویت هارمونیکها ، خود تحریکی ماشینهای الکتریکی ، اضافه ولتاژ ناشی از کلید زنی و همچنین کارکرد نا مطلوب دستگاههائی که توسط امواج با فرکانس صوتی کنترل می گردند).

بدلیل انواع مختلف خازنها و همچنین پارامترهای مربوط به آن ، امکان تدوین یک قانون ساده برای نصب و بهره برداری از خازن در تمام حالتها وجود ندارد.

اطلاعات ذیل اکثر پارامتر های مهم در اینباره را تحت پوشش خود قرار می دهد. علاوه بر اینها ، می بایست به اطلاعات سازنده و توانایی منبع تغذیه ، مخصوصاً در مواقع کلید زنی و قطع خازن از مدار (در هنگام بار روشنائی) ، توجه گردد.

## ۱۳- نحوه انتخاب خازن برای نصب در شبکه

### ۱-۱۳- مبانی و معیارهای انتخاب

www.WikiPower.ir

انتخاب محل ، ظرفیت واحد ها (Units) و ظرفیت راکتیو بانکهای خازنی ، تابع یک بررسی فنی و اقتصادی بر اساس ارزش مزایای حاصل از نصب این خازنها در مقایسه با هزینه سرمایه گذاری مورد نیاز برای تهیه ، نصب و راه اندازی و تعمیرات و نگهداری خازنها و فیدرهای مربوط به آن بوده و تا زمانی که ارزش مزایای حاصل از نصب برابر و یا بیشتر از هزینه آن باشد ، استفاده از خازنهای موازی مقرون به صرفه می باشد.

با توجه به این مطلب استفاده از خازنهای موازی در سیستمهای توزیع بسیار معمول و متداول بوده و از اهمیت خاصی برخوردار است.

### ۲-۱۳- انتخاب محل نصب خازن در سیستم

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

از نظر فنی خازنها در طول شبکه و یا سیستم فوق توزیع و توزیع تقریباً در هر سطح ولتاژی می توانند مورد استفاده قرار گیرند چون با سری کردن یونیت های خازن می توان به سطح ولتاژ مورد نیاز رسید و با موازی کردن یونیتها به ظرفیت مگاوار لازم دست یافت . با اینحال عوامل زیر باعث محدود کردن محل نصب و سطح ولتاژ مورد استفاده برای خازنها می گردد.

۱) مزایای حاصل از نصب خازنها با نزدیکتر شدن محل نصب خازنها به محل مصرف و مصرف کننده افزایش می یابد ، چون باعث کاهش تلفات و آزاد شدن ظرفیت سیستم از محل نصب بسمت منبع می گردد و سطح ولتاژ را نیز بنحو موثر تری بهبود می بخشد.

۲) سطح ولتاژ کار خازنها در تعیین قیمت آنها نقش موثر و تعیین کننده ای داشته و یونیتهای خازنی با ولتاژ کار زیر ۶ کیلو ولت و یا بالاتر از ۱۵ کیلو ولت گرانتر بوده و بهترین ولتاژ کار خازنهای موازی از نظر اقتصادی فاصله ولتاژ ۶ الی ۱۵ کیلو ولت است. به این ترتیب با توجه به نحوه اتصال خازنها به شبکه بصورت ستاره و یا مثلث ، عملاً بهترین سطح ولتاژ شبکه برای نصب خازنها از نقطه نظر قیمت آنها ، ولتاژهای توزیع (۱۱ و ۲۰ و ۳۳ کیلو ولت) می باشند. در اینجا بعنوان نمونه از جدول زیر ، که نشاندهنده ارقام تقریبی مربوط به قیمت بانکها و فیدرهای خازنی یک سیستم توزیع ۲۰ کیلو ولت بوده ، استفاده گردد و مشاهده می گردد که با صرفه ترین ولتاژ برای خازن ، ولتاژ شبکه توزیع می باشد.

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

جدول شماره ( ۱-۴ ) قیمت بانکهای خازنی بر اساس سطح ولتاژ کار آنها

| ولتاژ کار خازن (کیلو ولت) | ولتاژ شبکه (کیلو ولت) | قیمت تقریبی هر کیلو وار خازن ۱ دلار | قیمت تقریبی هر کیلو وار فیدرا ۱ دلار | قیمت تقریبی هر کیلو وار فیدر- خازن ۱ دلار | توضیحات |
|---|---|---|---|---|---|
| ۰/۴ | ۰/۴ | ۶ | ۶ | ۱۲ | در صورت استفاده از دو واحد سری برای رسیدن به ولتاژ هر فاز |
| ۱۱/۵۵ | ۲۰ | ۳/۵ | ۴ | ۷/۵ | |
| ۱۸/۱۹ | ۶۳ | ۴ | ۵ | ۹ | |
| ۱۲/۱۲ | ۶۳ | ۳/۵ | ۵ | ۸/۵ | در صورت استفاده از ۳ واحد سری برای رسیدن به ولتاژ هر فاز |

www.WikiPower.ir

۳) از نظر فنی بهترین محل نصب خازن ، در انتهای فیدرهای توزیع (۱۱ و ۲۰ و ۳۳ کیلو ولت) بوده ولی با توجه به نحوه کلید زنی و کنترل خازنها ، محل نصب بصورت زیر تعیین می گردد :

a) برای خازنهای ثابت ، با توجه به اینکه کلید زنی خودکار در آنها صورت نمی گیرد لذا تجهیزات چندانی مورد نیاز نبوده و در نتیجه می توانند در پستهای توزیع (۱۱ و ۲۰ و ۳۳ کیلو ولت) نصب گردند.

b) برای خازنهای متغیر ، با توجه به اینکه ، چنین بانکهای خازنی نیازمند تجهیزات کلید زنی ، حفاظت و کنترلی کاملی بوده ، بنابراین مانند سایر تجهیزات پستها بایستی تحت نگهداری و مراقبت مداوم قرار گیرند. لذا بهمین دلیل تجمع و نصب آنها در محل پستهای فوق توزیع (مانند پست ۶۳/۲۰ کیلو ولت) متداول بوده و توصیه می گردد.

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

**۳-۱۳- نحوه اتصال فازها در بانکهای خازنی**

با توجه به محدوده ولتاژ اقتصادی و همچنین رعایت مسائل حفاظتی ، اتصال فازها در بانکهای خازنی با ولتاژ توزیع (۱۱ و ۲۰ و ۳۳ کیلو ولت) ، می بایستی بصورت یک اتصال ستاره بوده و تجهیزات لازم جهت حفاظت از نا متقارنی فازها نیز در آن نصب شده باشد.

**۴-۱۳- انتخاب ولتاژ نامی خازن**

۱-۴-۱۳- اصولاً ولتاژ نامی یک خازن می بایست برابر با ولتاژ شبکه ای باشد که خازن به آن متصل می گردد و البته تاثیر حضور خازن نیز باید در نظر گرفته شود.

در بعضی شبکه ها ، تفاوتی بین ولتاژ نامی و ولتاژ کار شبکه وجود دارد ، جزئیات این تفاوت توسط خریدار تعیین شده و سازنده خازن با توجه به حدود مشخص شده ، اقدام به ساخت می کند.

فقط مطلب مهمی که می بایست به آن توجه شود اینست که افزایش بی مورد در فشار وارد به دی الکتریک خازن ، تاثیر معکوس در نحوه کار و عمر خازن می گذارد.

بعنوان مثال در جاهائیکه ، مدار هائی برای کاهش اثر هارمونیک ها و یا به منظورهای دیگری ، بصورت سری به خازن متصل شده باشند ، در اینصورت ولتاژ قرار گرفته در ترمینالهای خازن ، بالاتر از ولتاژ کار شبکه بوده و در نتیجه ، افزایش معادلی نیز باید در ولتاژ نامی خازن در نظر گرفته شود. اگر چنین اطلاعات اضافی موجود نباشد، در آنصورت ولتاژ کار عملی خازن ، برابر با ولتاژ نامی شبکه فرض می گردد.

برای بانکهای خازنی سه فاز ، که به صورت ستاره به شبکه متصل می شوند ، ولتاژ نامی خازن برابر با ولتاژ نامی شبکه تقسیم بر $\sqrt{3}$ انتخاب می گردد.

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

توجه ۱- ضریب اطمینان بیش از حد ، در موقع انتخاب ولتاژ نامی $U_n$ نباید در نظر گرفت شود زیرا که این کار باعث می گردد تا در عمل ، توان خروجی خازن در مقایسه با توان نامی آن ، کوچک گردد.

توجه ۲- در ارتباط با حداکثر ولتاژ قابل قبول ، به بخش (۱-۶) مراجعه شود.

۲-۴-۱۳- در موقع تعیین ولتاژی که می بایست به ترمینالهای خازن متصل گردد (بخش ۱-۴-۱۳) ، ملاحظات زیر نیز باید در نظر گرفته شوند.

a) خازنها سبب افزایش ولتاژ در نقطه اتصال خود می گردند و این افزایش ولتاژ ممکن است حتی برای همه هارمونیکهای موجود پیش بیاید و در اینحالت خازنها می بایست در ولتاژی بالاتر از ولتاژ پیش بینی شده کار بکنند.

b) ولتاژ ترمینالهای خازن ، مخصوصاً در مواقعی که فقط با روشنائی وجود دارد ، ممکن است بزرگ گردد. در چنین حالاتی ، بمنظور جلوگیری از وارد شدن فشار زیاد بر روی خازن و همچنین افزایش بی رویه ولتاژ در شبکه ، می بایست تعدادی یا همه خازنها از مدار قطع گردند.

۳-۴-۱۳ فقط در حالات اضطراری و برای مدت زمان کوتاهی ، خازنها می توانند در حداکثر ولتاژ قابل قبول و همچنین حداکثر دمای محیط کار بکنند.

**۵-۱۳- انتخاب ظرفیت هر واحد**

نصب خازنها در پستها نیاز به فضای کافی برای استقرار بانکهای خازنی در داخل و یا خارج ساختمان دارد. این نیاز در هنگام اضافه کردن خازنهای جدید به پستهای موجود با مشکلاتی نیز روبرو می باشد و در بعضی موارد محدودیتهای ناشی از کمبود فضای مورد نیاز باعث عدم امکان نصب خازنها می گردد. بنابراین بدیهی است که هر چه فضای مورد نیاز برای نصب بانکهای خازنی کوچکتر باشد، مطلوبتر است . حال در صورت ثابت نگهداشتن ابعاد سطح قاعده یونیتهای خازنی ، از نظر تکنولوژی ساخت.

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

افزایش ظرفیت هر واحد باعث کاهش ارتفاع نسبی آن در مقایسه با ظرفیت مربوطه گردیده و بهمین ترتیب قیمت ساخت هر کیلو وار از ظرفیت خازنی در واحدهای با ظرفیت بیشتر ، ارزانتر بوده و در نتیجه واحدهای خازنی بهینه از نظر ابعاد و قیمت تمام شده (هر کیلو وار) در محدوده ظرفیت ۲۰۰ الی ۲۵۰ کیلو وار می باشند.

جهت انتخاب ظرفیت مناسب برای هر واحد خازنی ، علاوه بر مطلب بالا ، یم بایست محدودیتهای دما و ولتا کار خازن (بخشهای (۴-۱۳) و ۱۷ ) نیز در نظر گرفته شده ، و با توجه به بخش ۵ از بین سه مقدار ۱۰۰ ، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلو وار ، انتخاب نهائی صورت بگیرد.

**۶-۱۳- انتخاب ظرفیت بانکهای خازنی فشار قوی**

انتخاب ظرفیت راکتیو بانکهای خازنی مورد نیاز یک پست بر اساس استفاده از ظرفیت قطعی[1] آن طبق رابطه زیر محاسبه می گردد:

$$Q_C = S.PF_C\left[\tan\left(Cos^{-1}(PF)\right)\tan\left(Cos^{-1}(PF_C)\right)\right] \quad (۴-۱)$$

که در این رابطه :

ظرفیت راکتیو بانکهای خازنی مورد نیاز = $Q_C = (MVAR)$

ظرفیت قطعی پست = $S = (MVA)$

ضریب قدرت باریست پس از نصب خازن = $PF_C$

ضریب قدرت باریست قبل از نصب خازن = $PF$

---

[1] تعریف ظرفیت قطعی: ظرفیت قطعی یا مطمئن پست عبارتست از حداقل بار فاسل تامین توسط آن پست ، در مواقع بروز شرایط اضطراری (Firm Cupacity)

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

همچنین ، ظرفیت قطعی پستها برای سیستم توزیع ۲۰ کیلو ولت نیز طبق جدول زیر استاندارد گردیده است :

جدول شماره (۲-۴) ظرفیتهای انتخاب شده برای پستهای فوق توزیع ۶۳/۳۰ کیلو ولت

| ردیف | ظرفیت نامی (MVA) | ظرفیت قطعی (MVA) | قابل توسعه به ظرفیت نامی (MVA) |
| --- | --- | --- | --- |
| ۱ | ۲×۳۰ | ۴۲(۷۸) | ۲×۳۰ |
| ۲ | ۲×۱۵ | ۲۱ یا ۵ (۴۲ یا ۳۰) | ۲×۳۰ |
| ۳ | ۲×۷/۵ | ۷/۵ (۱۵) | ۲×۱۵ |

* اعداد داخل پرانتز نشاندهنده مقادیر توسعه یافته ظرفیت پست می باشد.

www.WikiPower.ir

برای سیستمهای توزیع ۱۱ و ۳۳ کیلو ولت نیز ظرفیت قطعی پستهای فوق توزیع می بایست مشخص گردند.

سپس برای تعیین ظرفیت راکتیو بانکهای خازنی ، خازنی علاوه بر ظرفیت قطعی پست ، می بایست ضریب قدرت نهائی مورد نیاز و ضریب قدرت قطعی بار پست نیز مشخص شده و آنگاه با استفاده از فرمول بالا ، مقدار ظرفیت بانک خازنی تعیین گردد.

البته جهت انتخاب نهائی ظرفیت بانک خازنی ، می بایست در مقدار بدست آمده ، تغییرات مناسبی اعمال نمود بطوریکه ، نکات زیر نیز منظور شده باشند:

a) استفاده از واحد های خازنی انتخاب شده در بخش (۵-۱۳)

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

b) قابلیت تنظیم متعادل کل ظرفیت خازنی بر روی سه فاز و انتخاب حداقل ۲ مرحله برای وارد و خارج کردن خازنها به مدار

c) طبق آمار موجود، ظرفیت بانکهای خازنی در پستهای ۶۳/۲۰ کیلو ولت عمدتاً دارای مقادیر ۲/۴ و ۲/۷ مگاوار می باشد. لذا این اعداد می توانند بعنوان مبنائی جهت تعیین ظرفیت شیب بانکهای خازنی مورد استفاده قرار گیرند.

بعنوان مثال، برای سیستم ۲۰ کیلو ولت در صورتیکه واحدهای خازنی ۲۱۱ کیلوواری با ولتاژ کار ۱۱/۵۵ کیلو ولت انتخاب گردد در آنحالت ظرفیت تیپ بانکهای خازنی بشرح جدول زیر انتخاب و توصیه می گردد .

جدول شماره (۳-۴) ظرفیت راکتیو بانکهای خازنی برای سیستم ۲۰ کیلوولت *

| ظرفیت نامی پست ( مگا ولت آمپر ) | ظرفیت قطعی پست ( مگا ولت آمپر ) | ظرفیت راکتیو هر بانک ( مگاوار ) | کل ظرفیت راکتیو بانکها |
|---|---|---|---|
| ۲×۳۰ ( ۳×۳۰) | ۴۲ ( ۷۸ ) | ۲/۴ | ۴×۲/۴ ( ۶×۲/۴ ) |
| ۲×۱۵ ( ۲×۳۰ ) | ۲۱ یا ۱۵( ۴۲ یا۳۰ ) | ۱/۲ ( ۲/۴ ) | ۴× ۱/۲ ( ۴×۲/۴ ) |
| ۲×۷/۵ ( ۲×۱۵ ) | ۷/۵ ( ۱۵ ) | ۱/۲ | ۲×۱/۲ ( ۴×۱/۲ ) |

* اعداد داخل پرانتز نشان دهنده مقادیر توسعه ظرفیت پسا یا ظرفیت راکتیو بانکهای خازن می باشد .

در صورت انتخاب واحدهای خازنی با توان و ولتاژ کار متفاوت با در نظر گرفتن مطالب بیان شده ظرفیت تیپ بانکهای خازنی مشابه با جدول بالا تعیین می گردد .

**۷-۱۳- انتخاب ظرفیت خازنهای فشار ضعیف**

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

ظرفیت خازنهای فشار ضعیف نیز با استفاده از فرمول زیر ( که مشابه فرمول بخش ( ۶-۱۳ ) بوده ) و با در نظر گرفتن اندازه واحدهای خازنی که توسط سازندگان تولید می گردد و همچنین ظرفیت پله های خازنی مورد معرف تعیین می شود .

که در این رابطه :

$$Q_C = P(\tan\phi_1 - \tan\phi_2)$$

$Q_C$ = ( KVAR ) ظرفیت راکتیو خازن مورد نیاز

P = ( KW ) توان اکتیو مصرفی

$Cos\phi_1$ = ضریب قدرت بار قبل از نصب خازن

$Cos\phi_2$ = ضریب قدرت بار بعد از نصب خازن

از رابطه بالا ظرفیت راکتیو خازن مورد نیاز جهت اصلاح ضریب قدرت از مقدار $Cos\phi_1$ به مقدار $Cos\phi_2$ بدست می آید .

www.WikiPower.ir

**۱۴- نحوه انتخاب خازنها توسط مشترکین**

**۱-۱۴-** در اماکن و یا کارخانجاتی که بطور دائم مشغول بکار نبوده و با ولتاژ فشار قوی تغذیه شده ولی بار آنها ولتاژ ضعیف باشد می بایستی برای تصحیح ضریب توان از خازنهای فشار ضعیف استفاده کنند در اینحالت با توجه به اینکه تجهیزات کلید زنی ولتاژ پایین خیلی ارزانتر از تجهیزات مشابه فشار قوی بوده و همچنین بعلت تنوع زیاد آن امکان بکار بردن خازنها با پله های کم جهت کنترل اتوماتیک آنها وجود دارد لذا در صورت استفاده از خازنها و تجهیزات کلید زنی ولتاژ پایین ضمن داشتن انعطاف پذیری مناسب بر قیمت تجهیزات نیز اضافه نخواهد شد .

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۲-۱۴- برای تصحیح ضریب توان کارخانجات بزرگ که بطور دائم مشغول بکار بوده و تغییر بار چندانی نیز نداشته باشند بهترین و اقتصادیترین روش استفاده از بانکهای خازنی فشار قوی بزرگ بوده که توسط کلیدی با کنترل غیر اتوماتیک یا دستی به شبکه متصل می گردد .

در اینحالت هزینه لازم به ازای هر KVAR خازن نصب شده پایین خواهد بود .

۳-۱۴- می بایست برای تصحیح ضریب توان بارهائی که مستقیماً به ولتاژ فشار قوی متصل می باشند مانند موتورهای اندوکسیونی بزرگ مبدلهای ac به dc و غیره از خازنهای فشار قوی استفاده گردد .

۴-۱۴- مشترکین صنعتی که از طریق ولتاژ فشار قوی تغذیه می کردند مجبورند که هزینه تلفات ترانسفورماتورهای موجود در سیستم خود را بپردازند لذا برای جبران این تلفات می توانند از خازنهای مناسبی که به شینه های ولتاژ ضعیف متصل بوده و بطور دستی کنترل می گردد استفاده کنند .

**۱۵- نصب خازنهای فشا ضعیف**

www.WikiPower.ir

نصب خازنهای فشار ضعیف مشکل چندانی نداشته و اتصال و نصب تجهیزات متعلقه نیز در حوزه کار مقاطعه کار مربوطه می باشد . این خازنها عمدتاً در محیط سر بسته بکار رفته و برای نصب نیز احتیاج به فونداسیون خاصی ندراند و بدلیل نیاز به کمترین میزان تعمیر و نگهداری می توانند بالاتر از زمین و بر روی تیر یا دیوار نصب گردند .

از آنجائیکه خازنهای طراحی شده برای نصب در محیط سر بسته می بایست در یک محل تمیز و خشک با تهویه هوای خوب نصب گردند لذا در مکانهای شدیداً آلوده ( مانند کارخانه آرد ) خازن یا باید در یک اتاق مخصوص نصب گردیده و یا اینکه در صورت مجاز بودن نصب در محیط روباز مانند یک پست و بسترط تمیز بودن ان محیط در آنجا قرار داده شود .

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

### ۱۶- نصب خازنهای فشار قوی

بانکهای خازنی فشار قوی احتیاج به فونداسیون خاصی داشته و هم در محیط های سر بسته و هم روباز بر روی قفسه ای نصب می گردند . این قفسه از زمین عایق شده ولی بدلیل اینکه اتصالات خازنها همگی دارای ولتاژ می باشند لذا می بایست در اطراف این بانک خازنی حصار فلزی محکمی کشیده شود و تمهیداتی نیز در نظر گرفته شود مبنی بر اینکه قبل از زمین کردن خازن و تخلیه بار الکتریکی انبار شده در آن امکان ورود به داخل حصار فلزی وجود نداشته باشد .

### ۱۷- دمای کارخازن

۱-۱۷- باید به دمای کار خازن توجه خاصی گردد زیرا که تاثیر زیادی در عمر خازن می گذارد از این نظر دمای داغترین عنصر در خازن فاکتور تعیین کننده می باشد ولی اندازه گیری مستقیم این دما در عمل ممکن نیست .

www.WikiPower.ir

لذا در عمل می بایست مقدار متوسط دمای هوای خنک کننده در طول یکساعت ( بخش ۱۵-۳ ) نبایستی از دمای محیط ( ستون دوم جدول ۳-۱ ) بیشتر از ۵ درجه سانتیگراد تجاوز کند .

۲-۱۷- خازنها می بایست در محلی نصب شوند که حرارت ایجاد شده در اثر تلفات خازن بتواند بحد کفایت از طریق تشعشع و همرفتی انتقال یافته و در نتیجه دمای خازن از حد مشخصی بالاتر نرود بهمین منظور به نکات زیر می بایست توجه گردد :

a) تهویه هوای اتاقی که خازنها نصب می شوند و همچنین نحوه قرار گرفتن واحدهای خازنی باید طوری باشد که جریان هوای خو در اطراف هر واحد خازنی برقرار باشد این مطلب اهمیت خاصی در مورد واحدهای خازنی بصورت ردیفهائی بر روی یکدیگر نصب می شوند دارد .

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

b) دمای خازنهائی که در معرض تشعشع خورشید یا هر منبع گرم دیگری قرار داشته باشند افزایش می یابد دمای هوای خنک کننده بستگی دارد ب میزان شدت خنک کنندگی هوا و همچنین میزان شدت و مدتی که خازن تحت تشعشع قرار گرفته است و با توجه به عوامل بالا یکی از روشهای زری جهت کنترل دما انتخاب می گردد :

I) حفاظت خازن از تشعشع خورشید یا هر منبع گرم دیگری

II) انتخاب خازنهایی که برای دمای محیط بالاتر طراحی شده باشند ( مثلاً بعوض حدود دمای C̊ ۴۰+/۱۰- حد دمای C̊ ۴۵+/۱۰- انتخاب گردد ) و یا خازن با طراحی برای دمای مناسب دیگر .

III) استفاده از خازنی با ولتاژ نامی بالاتر از آنچه در بخش ( ۴-۱۳ ) بدست آمده است . ( در اینحالت می بایست کاهش در توان راکتیو خازن منظور گردد ) .

۳-۱۷- خازنهای با حداکثر دمای ۴۵ درجه سانتیگراد برای اکثر کاربردها در نوتحی گرمسیری مناسب می باشند . اما در بعضی محلها ممکن است دمای محیط طوری باشد که خازن با حداکثر دمای ۵۰ درجه سانتیگراد مورد نیاز باشد . این حالت در مورد خازنهائی که روزانه بمدت چندین ساعت در معرض تشعشع خورشید قرار دارند ( مانند مناطق صحرائی ) اگرچه دمای محیط هم بیش از اندازه نباشد صدق می کند .

در حالات استثنائی نیز ممکن است دمای محیط از ۵۰ درجه سانتیگراد ( برای حداکثر دما ) و ۴۵ درج سانتیگراد ( برای دمای متوسط روزانه ) تجاوز کند .

بطور کلی در جاهائیکه امکان افزایش شرایط خنک کنندگی خازن وجود نداشته باشد خازنهائی با طراحی خاص و یا خازنهائی با ولتاژ نامی بالاتر می بایست مورد استفاده قرار گیرند .

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

### ۱۸- شرایط ویژه

بغیر از دمای محیط زیاد یکسری شرایط نامطلوب دیگر در موقع استفاده از خازن در مناطق گرمسیری پیش می آید در چنین حالتی می بایست خریدار در موقع دادن سفارش ساخت به سازنده اطلاعات لازم در مورد این شرایط خاص محیطی را در اختیار سازنده قرار بدهد . همچنین این اطلاعات باید در اختیار تهیه کنندگان تجهیزات جانبی خازن که جهت نصب آن لازم می باشد قرار گیرد .

مهمترین این شرایط بشرح زیر می باشند :

a) اغلب رطوبت نسبی بالا ایجاد گردد در چنین حالتی ممکن است ضرروی باشد که تجهیزات برای سطح عایقی بالاتر انتخاب شده و یا اینکه عایقیهایی با طراحی خاص انتخاب کردند و. همچنین باید به این مسئله توجه گردد که ممکن است یک لایه روطبت بصورت موازی با فیوزها روی سطوح ایجاد گردد .

b) امکان رشد سریع کپک وجود داشته باشد فلزات مواد سرامیکی و بع ی از انواع رنگها و لاکهای مصرفی اگرچه رشد کپک را تشریع نمی بخشند ولی به هر حال در یک محل پر گرد و غبار که بتواند بصورت لایه ای روی مواد قرار بگیرد امکان رشد کپک وجود خواهد داشت . استفاده از مواد قارچ کش نیز فقط برای چند ماه موثر می باشد زیرا که این مواد خاصیت سمی خود را بعد از چند ماه از دست می دهند .

c) هوای اطراف دارای خورندگی باشد که این حالت در مناطق صنعتی و سواحل دریا پیش می آید . البته باید به این نکته توجه گردد که در آب و هوای با درجه حارت بالا اثر خورندگی چنین هوائی خیلی بیشتر از مناطق با آب و هوای معتدل ظاهر خواهد شد .

d) امکان هجوم حشرات وجود داشته باشد.

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

## ۱۹- اضافه ولتاژها

۱-۱۹- اضافه ولتاژ زیاد در حالات گذرا موقعی پیش می آید که خازنها با استفاده از کلیدهایی از شبکه قطع گردند که امکان ایجاد جرقه مجدد ( restrikig ) در آن کلیدها وجود داشته باشد توصیه ای که می گردد استفاده از کلیدهایی است که در موقع ایجاد جرقه اضافه ولتاژ پیش از حدی را ایجاد نکنند .

۲-۱۹- خازنهایی که در معرض اضافه ولتاژهای بالا ناشی از صاعقه قرار دارند می بایستی بحد کافی حفاظت شوند اگر از برق گیر استفاده می گردد باید تا انجا که ممکن است نزدیک خازنها نصب گردد و اگر از ان برای حفاظت بانکهای خازنی بزرگ استفاده می گردد باید یکسری مسائل حفاظتی خاص نیز در نظر گرفته شود . بعنوان مثال ممکن است این برقگیرها نیازمند حفاظت از جریان تخلیه خازن باشند که در اینحالت می بایست تمهیدات لازم صرت بگیرد .

۳-۱۹- وقتی یک خازن بطور ثابت به یک موتور وصل گردد ممکن است مشکلاتی بعد از قطع موتور از منبع تغذیه پیش آید بطور مثال زمانیکه موتور هنوز دارای حرکت چرخشی است ممکن است با استفاده از خود تحریکی بصورت ژنراتور عمل نموده و در نتیجه ولتاژ سیستم را بطور قابل ملاحظه ای افزایش دهد از این مسئله معمولاً می توان به اینصورت جلوگیری کرد که جریان خازن کمتر از جریان مغناطیس کننده موتور انتخاب گردد و میزان پیشنهادی ۹۰٪ باشد .

بعنوان یک جنبه احتیاطی می بایستی در نظر داشت که قسمتهای سرمدار موتوری که که به ان خازن ثابت وصل شده باشد نبایستی قبل از توقف موتور لمس گردد .

۴-۱۹- وقتی یک خازن به موتوری که دارای استارتر ستاره - مثلث می باشد وصل گردد در انصورت باید نحوه قرار گرفتن خازن طوری باشد که هنگام کار استارتر هیچ اضافه ولتاژی ایجاد نگردد .

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۵-۱۹- هنگام تشکیل یک بانک خازنی با استفاده از تعدادی از واحدهای خازنی که بصورت تصادفی انتخاب شده باشند بعلت اختلاف بین کاپاسیتانس واحدها اضافه ولتاژی ناشی می شود که می بایست از آن اجتناب گردد . این اختلاف بین کاپاسیتانس خازنها ممکن است حتی بیشتر از ۱۵٪ باشد . لذا می بایست در انتخاب هر واحد دقت لازم معمول گردد تا بهترین ترکیب ممکن حاصل شده و از اختلاف بین واحدها جلوگیری گردد و یا اینکه برای واحدها ولتاژ نامی انتخاب گردد که در آن مقدار اضافه ای نیز برای افزایش ولتاژ منظور شده باشد . همچنین می بایست اثر شکست یک واحد خازنی در بانک خازنی ( به بخش ۳-۱-۲۲ مراجعه شود ) مورد مطالعه قرار گیرد.

در موقعی که باید از اختلاف ولتاژ بین واحدها جلوگیری گردد می بایست واحدهای خازنی ( یا گروهی از واحدها) که بصورت سری بهم وصل می گردند طوری انتخاب شوند که کاپاسیتانس آنها در محدوده مجاز تعیین شده دارای بیشترین مقدار باشد .

در جاهائیکه بانکهای خازنی بصورت ستاره متصل بوده و مرکز ستاره هم عایق شده باشد در آنصورت اختلاف کاپاسیتانسی بین فازها منجر به افزایش ولتاژ روی خازنهائی در هر فاز می گردد که کمترین مقدار کاپاسیتانس را داشته باشند . بنابراین در جاهائیکه اختلاف کاپاسیتانس بزرگ باشد ( مثلاً بزرگتر از ۵٪ ) در انصورت این افزایش ولتاژ می بایست کنترل گردد .

## ۲۰- جریانهای بار

۲۰-۱- خازنها هرگز نباید بطور مداوم با جریانهائی کار بکنند که مقدارآن از حداکثر تعریف شده در بخش ( ۲-۶ ) تجاوز بکند .

۲۰-۲- جریانهای اضافه باری ممکن است توسط اضافه ولتاژها در فرکانس اصلی و یا توسط هارمونیکها و یا هر دو ایجاد شوند . منبع عمده هارمونیکها یکسو کننده ها و هسته های اشباع شده ترانسفورماتورها می باشند .

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

**۳-۲۰-** در زمانهائی که با روشنائی وجود دارد ولتاژ توسط خازنها افزایش یافته و در آنصورت اشباع هسته های ترانسفورماتورها نیز قابل ملاحظه خواهد بود .

درچنین حالتی هامونیکهائی با دامنه های غیر عادی تولید شده و دراین میان یک از آنها می تواند با تشدید بین ترانسفورماتور و خازن تقویت گردد .

این موضوع دلیل دیگری است برای توصیه این مطلب که در مواقع بار روشنائی خازنها از مدار قطع گردند ( به بخش ( a-۲-۴-۱۳ ) و ( b-۲-۴-۱۳ )مراجعه شود ) .

**۴-۲۰-** اگر جریان خازن از مقداری که در بخش ( ۲-۶ ) تعریف شده تجاوز نماید . در حالیکه ولتاژ در محدوده قابل قبول $1.10U_n$ ( که در بخش ۱-۶ تعریف شده ) باقی مانده باشد . در آنصورت می تواند هارمونیک مسلط تعیین گشته و با استفاده از آن بهترین روش جبران این وضع مشخص گردد .

روشهای جبران سازی زیر می تواند مورد استفاده قرار گیرد :

a) انتقال همه یا تعدادی از خازنها به دیگر قسمتهای سیستم

b) اتصال یک راکتور سری با خازن برای داشتن فرکانس تشدید یا فیلتر از هارمونیک مزاحم در مدار ( به بخش ۱۱-۴-۱۳ مراجعه شود ) .

c) افزایش میزان کاپاسیتانس در جائیکه خازن نزدیک به یکسو کننده نصب شده باشد .

**۵-۲۰-** شکل موج ولتاژ و همچنین مشخصات مدار می بایست قبل و بعد از نصب خازن مشخص گردند و در حالاتیکه منابع هارمونیک مانند یکسو کننده های بزرگ وجود داشته باشند می بایست حفاظت های لازم معمول گردد .

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۶-۲۰- اضافه جریانهای گذرا با دامنه و فرکانس بالا ممکن است در موقع وصل خازن به مدار رخ بدهد عموماً چنین جریانهای گذرائی وقتی پیش می آید که یک بخش از بانک خازنی بصورت موازی با بخش دیگری از بانک خازنی که قبلاً شارژ گردیده کلید زنی شود .

البته ممکن است لازم گردد که این اضافه جریانهای گذرا به مقادیر قابل قبولی کاهش یابند . مقدار این کاهش بستگی دارد به خود خازن و تجهیزات اضافی برای کلید زنی خازن همچون مقاومت ( در کلید زنی مقاومتی ) و یا راکتورهایی که در مدار تغذیه برای هر بخش خازن وارد می گردند ( به بخش ۲-۱-۲۲ مراجعه شود ) . توصیه می گردد که میزان این اضاف جریانهای گذرا از ۱۰برابر جراین نامی خازن تجاوز نکند .

## ۲۱- انتخاب سطح عایقی

سطح عایقی یک بانک خازنی می بایست با توجه به سیستمی که آن بانک خازنی به آن متصل می گردد و همچنین ارتفاع محل نصب خازن بکمک جدول بخش ۱۱ و با اعمال ضریب تصحیح ارتفاع انتخاب گردد ( به بخش ۴-۱ مراجعه شود ) .

www.WikiPower.ir

همچنین می بایست تفاوت مابین سطح عایقی بانک خازنی و واحد خازنی مشخص گردد . بهمین منظور امکان وجود حالتهای زیر باید مورد توجه قرار گیرد .

a) حالیت که سطح عایقی واحدهای خازنی برابر با سطح عایقی بانک خازنی باشد برای مثال این حالت زمانی پیش می آید که اتصال سری واحدهای خازنی مورد استفاده قرار نگرفته باشد . در اینحالت برای واحدهای خازنی عایقکاری خارجی خیلی بزرگی لزوم ندارد .

b) حالتی که سطح عایقی واحدهای خازن کوچکتر از بانکهای خازنی باشد عموماً این حالت زمانی پیش می آید که اتصال سری خازنها بکاربرده شود و در اینصورت ایقکاری خارجی بزرگی مورد

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

لزوم خواهد بود . اگر نحوه پخش ولتاژ بین واحدهای خازنی و عایقکاری خارجی نامشخص باشد در آنصورت می بایست عایقکاری خارجی از سطح عایقی بانک خازنی پیروی نماید .

## ۲۲- ابزارهای کلید زنی و حفاظتی و کنترلی و نحوه اتصال آنها

### ۱-۲۲- کلیات

۱-۱-۲۲- ابزارهای کلید زنی و حفاظتی و نحوه اتصال آنها باید طوری باشد تا بتوانند بطور پیوسته جریانی را تحمل بکنند که این جریان معادل با ۱/۳ برابر جریانی باشد که با اتصال ولتاژ سینوسی برابر با ولتاژ نامی ( مقدار r.m.s آن ) و فرکانس نامی از مدار کشیده می شود چنانکه خازن کاپاسیتانسی برابر با ۱/۱ برابر میزان کاپاسیتانسی که توان نامی را تولید بکند داشته باشد ( بخش ۲-۱-۱۰ ) در انصورت این جریان می تواند حداکثر تا ۱/۱ × ۱/۳ برابر جریان نامی مقدار داشته باشد .

بعلاوه می بایست در نظ گرفت که اگر هارمونیکی وجود داشته باشد در آنصورت حرارت تولید شده می تواند بزرگتر از حرارت ایجاد شده بواسطه اثر پوستی در جریان هارمونیک اصلی باشد .

۲-۱-۲۲-ابزارهای کلید زنی و حفاظتی و نحوه اتصال آنها باید طوری باشد تا بتوانند فشار حرارتی و الکترودینامیکی ناشی از اضافه جریانهای گذرا با دامنه و فرکانس بالا را که در مواقع وصل کلید رخ می دهد تحمل کنند .

چنین حالتهای گذرائی موقعی رخ می دهد که یک بخش از بانک خازنی بصورت موازی با بخشهای دیگری که قبلاً شارژ شده اند کلید زنی گردد .

زمانی که میزان فشار حرارتی و الکترودینامیکی زیاد باشد در آنصورت می بایست احتیاطهای خاصی ( همچون مطالب بخش ۶-۲۰ ) در مورد محافظت از اضافه جریان صورت بگیرد .

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

توجه ۱- در صورت استفاده از فیوز می بایست طوری انتخاب گردند که ظرفیت حرارتی کافی و مناسبی داشته باشند.

توجه ۲- در بعضی حالات مثلاً وقتی خازنها بطور اتوماتیک کنترل می گردند ممکن است عملیات کلید زنی در فاصله زمانی های کوتاهی تکرار گردند . در چنین حالتی ابزارهای کلید زنی و فیوزها باید طوری انتخاب گردند که بتوانند در این شرایط کار بکنند .

۳-۱-۲۲- ابزارهای کلید زنی که استفاده می گردند باید مخصوصاً برای کلید زنی خازن مناسبت داشته باشند . برای مثال در چنین ابزاری تشکیل مجدد قوس و ایجاد جرقه که می تواند باعث اضافه ولتاژهای بالایی گردد نبایستی رخ دهد ( به بخش ۱-۱۹ مراجعه گردد ) .

اگر کلیدهای مورد استفاده توسط اپراتور باز و بسته شوند در آنصورت باید آموزش لازم داده شود تا بتواند کلیدها را هرچه که ممکن است سریعتر باز و بسته کند .

توصیه می گردد که قبل از انتخاب نوع وسایل کنترلی که در نصب خازن بکار می رود هم با سازنده خازن و هم با سازنده کلیدها مشورت گردد .

۴-۱-۲۲- اگر راکتورهائی با هسته آهنی مورد استفاده است می بایستی به امکان اشباع و افزایش حرارت هسته در اثر وجود هارمونیکها توجه گردد .

۵-۱-۲۲- استفاده از هر کنتاکت نامناسب در مدار خازن می تواند باعث افزایش جرقه های کوچک که ناشی از نوسانات فرکانس بالا هستند شده و در نتیجه می تواند باعث افزایش حرارت و فشار در خازن گردد .

بنابراین توصیه می گردد که بازدیدهای منظمی از کلیه کنتاکتهای مربوط به تجهیزات خازن بعمل آید .

**۲-۲۲- وسیله تخلیه خازن**

www.WikiPower.ir

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۲۲-۲-۱- هر دستگاه خازن بایستی مجهز به ابزاری جهت تخلیه بود و این وسیله تخلیه باید مستقیم و بدون واسطه به خازن متصل گردد مگر آنکه خازن مزبور مستقیماً به المانهای الکتریکی دیگری متصل بوده و در نتیجه این اتصال یک مسیر تخلیه مستقیم ( بدون وجود کلید فیوز و خازنهای سری ) ایجاد شده باشد .

۲۲-۲-۲- وسیله تخلیه بایستی طوری باشد که ولتاژ خازن را پس از قطع اتصال از منبع تغذیه در مدت زمان تعیین شده ای از مقدار نامی ولتاژ ( $U_n$ ) به ۰ ولت یا کمتر از آن برساند . این زمان برای خازنهای با ولتاژ نامی ۶۶۰ ولت و کمتر یک دقیقه و برای خازنهای با ولتاژ نامی بیشتر از ۶۶۰ ولت ۵ دقیقه می باشد .

۲۲-۲-۳- در صورتیکه خازنها در فاصله زمانیهای کم کلید زنی گردند در آنصورت وسایل حفاظتی باید طوری انتخاب شوند که در موقع وصل مجدد خازن به ولتاژ ، ولتاژ ترمینالهای خازن از ۱۰٪ ولتاژ نامی بیشتر نباشد .

www.WikiPower.ir

۲۲-۲-۴- وسیله تخلیه نبایستی جهت اتصال کوتاه ترمینالهای خازن به هم پایه زمین که در موع سرویس و قبل از تماس دست با ان صورت می گیرد مورد استفاده قرار گیرد . زیرا بعضی مواقع ممکن ات بعلت قطع اتصالات داخلی بین واحدهای خازنی سری شده و یا قطع فیوز آن بار الکتریکی انبارشده درآن واحدهای خازنی باقی مانده باشد .

بنابراین قبل از تماس دست با خازن باید اتصالات داخلی بین واحدهای خازنی سری شده اتصال کوتاه گردند .

**۲۲-۳- کلید زنی و حفاظت خازنهای فشار ضعیف**

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۱-۳-۲۲- برای تصحیح ضریب توان در بارهای خیلی کوچک و در کارخانه هائی که با ولتاژ فشار ضعیف تغذیه شده و حدود خازن مورد نیاز نیز بین ۲۵ تا ۴۰ کیلووار باشد کنترل دستی خازنها مناسب می باشد .

برای مجموع های خازنی با توان ۲۵ کیلو وار یا کمتر استفاده از سیستم کنترل اتوماتیک اقتصادی نبوده و سیستم کنترل دستی توصیه می گردد .

۲-۳-۲۲- در کارخانجاتی که بارهای فشار ضعیف توسط چندین پست توزیع تغذیه می گردند استفاده از کنترل اتوماتیک محلی در هر پست برای خازنها عموماض ارزانتر از بکار بردن یک سیستم کنترل مرکزی در ورودی برق کارخانه می باشد .

۳-۳-۲۲- برای خازنهائی که بطور دستی کنترل می گردند استفاده از کلیدهای هوا قابل قطع کردن در زیر بار ( on-load air- break isolating switch ) همراه با فیوزهای HRC ( high - rupturning capacity ) و یا استفاده از کلید فیوز توصیه می گردد .

از آنجا که موقع کلی زنی خازنها بخصوص موقعی که این خازنها موازی با خازنهای دیگری قرار گرفته باشند جریان زیادی کشیده می شود لذا برای بدست آوردن اندازه صحیح فیوز توصیه می گردد که با اعمال ضریب ۱/۵ در جریان نامی خازن جریان لازم برای انتخاب کلید فیوز مناسب محاسبه گردد .

۴-۳-۲۲- اگر خازنهای فشار ضعیف با ظرفیت ۴۰ کیلو وار و بالاتر بصورت اتوماتیک کنترل می گردند در اینحالت برای سوئیچینگ استفاده از کنتاکتورهای هوایی سه فاز ( triple - pole air - break contators ) که به رله های مناسبی متصل شده باشند توصیه می گردد .

برای انتخاب کنتاکتور مناسب می بایست که پارامترهای حرارتی آن که در حداکثر جریان خازن بدست می آیند در ضریب ۰/۸ ضرب شده و در نتیجه پارامترهای مناسب جهت انتخاب کنتاکتور حاصل شوند . در اینصورت کنتاکتور قابلیت عبور جریان تا ۲۵٪ بیشتر از جریان نامی خازن را خواهد داشت .

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

همچنین برای حفاظت مطمئن از اتصال کوتاه می بایست کنتاکتورها با استفاده از فیوزهای HRC به شبکه متصل گردند . اندازه این فیوزها نیز با اعمال ضریب ۱/۵ در جریان نامی خازن تعیین می گردند . البته می بایستی به این نکته توجه شود که هر گونه کاهش در مقدار این ضریب باعث کاهش عمر فیوزهای HRC خواهد بود .

**۴-۲۲- روشهای کنترل اتوماتیک خازنهای فشار ضعیف**

روشهائی که می توانند جهت کنترل خازنهای فشار ضعیف بکار برده شوند عبارتند از :

۱) استفاده از رله های حساس به VAR

۲) استفاده از رله های حساس به جریان

۳) استفاده از کلیدهای زمانی

۱-۴-۲۲- استفاده از رله های حساس به توان راکتیو بهترین روش جهت کنترل اتوماتیک خازنهای فشار ضعیف می باشد . زیرا که در صورت استفاده از این رله ها به نسبت میزان تغییرات بار خازن وارد سیستم شده و یا از آن خارج می گردد و در اینحالت در تمام شرایط از حداقل تا حداکثر بار یک ضریب توان ثابت وجود داشته و یا اینکه ضریب توان در یک محدوده خیلی کوچکی تغییر خواهد نمود .

۲-۴-۲۲- برای مصرف کننده های صنعتی کوچک که از خازنهای منفرد و در اندازه ۲۵ تا ۳۰ کیلووازی استفاده می کنند کاربرد رله های حساس به VAR هزینه زیادی داشته و صرفه اقتصادی ندارد لذا برای چنین مصرف کنندگانی استفاده از رله های حساس به جریان که ارزانتر می باشند توصیه می گردد .

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

این رله ها با وجود انکه ارزانتر هستند ولی قابلیت انعطاف کمتری نسبت به رله های حساس به VARدارند . همچنین جهت عملکرد درست انها می بایست یک فاصله مشخصی بین جریان ( pull - in ) و ( Drop - out ) این رله وجود داشته باشد .

۳-۴-۲۲- کلیدهای زمانی می توانند برای کنترل اتوماتیک خازنهای فشار ضعیف چه بصورت منفرد و یا بصورت بانک خازنی بکار برده شوند . این نوع سیستم کنترل فقط می تواند در کارخانجات کوچک که دارای بار یکنواخت و قابل پیش بینی باشد بکار رود .

این نوع سیستم کنترل دارای کمترین قابلیت انعطاف و همچنین کمترین قیمت نسبت به بقیه سیستمهای کنترلی است .

**۵-۲۲- تجهیزات کلید زنی برای خازنهای فشار قوی**

۱-۵-۲۲- برای مصرف کننده های صنعتی فشار قوی انتخاب دقیق تجهیزات کلید زنی و کنترلی از اهمیت فوق العاده ای برخوردار است زیرا علاوه بر مسائل تکنیکی جنبه اقتصادی آن بسیار حائز اهمیت می باشد که البته برای چنین مصرف کنندگانی تجهیزات کلید زنی فشار قوی در مقایسه با سایر تجهیزات فوق العاده گرانقیمت می باشند .

۲-۵-۲۲- در شبکه های توزیع و فوق توزیع که بانکهای خازنی نصب شده در ابعاد بزرگی می باشند قیمت تجهیزات کلید زنی نسبت به سایر تجهیزات از اهمیت کمتری برخوردار بوده و قابل ملاحظه نمی باشد .

۳-۵-۲۲- انواع کلیدهایی که می توانند برای کنترل خازن های فشار قوی مورد استفاده قرار گیرند عبارتند از :

۱- کلیدهای با هوای فشرده ( Air - blast Circuit - breakers )

www.WikiPower.ir

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۲- کلیدهای روغنی از نوع کم روغن (Minimum - oil Circuit - breakers)

۳- کلیدهای SF6 ( SF6 Circuit - breakers )

۴- کلیدهای خلاء ( Vacuum Circuit - breakers )

۵- کنتاکتورهای خلاء ( Vacuum contactors )

انتخاب نوع کلید که مورد استفاده قرار می گیرد بستگی به عوامل مختلفی داشته که از آنجمله می توان به ولتاژ سیستم ابعاد و اندازه محلی که برای نصب کلید در دسترس بوده و همچنین تیپ کلیدهایی که استفاده از آنها در سیستم معمول بوده اشاره کرد .

همچنین کلیدهایی که جهت کلید زنی خازن مورد استفاده قرار می گیرند می بایستی دارای یکسری مشخصات فنی باشند که در بخش ۶-۲۲ بیان گردیده اند .

لذا با توجه به ولتاژ سیستم و همچنین مشخصات ذکر شده در بخش ۶-۲۲ راهنمائی های زیر جهت انتخاب کلید ها صورت می گیرد .

a) کنتاکتورهای خلاء می توانند برای کنترل خازنهای فشار قوی تا ولتاژ ۱۱ کیلوولت مورد استفاده قرار گیرند .

b) کلیدهای روغنی و همچنین کلیدهای هوای فشرده می توانند برای کنترل خازنهای فشار قوی تا ولتاژ ۳۳ کیلوولت مورد استفاده قرار گیرند .

c) کلیدهای خلاء و SF6 با توجه به اینکه در ولتاژ ۱۱ کیلوولت و بالاتر از ان مشکل ایجاد دوباره جرقه ( RE - STRIKING ) را ندارند لذا برای کنترل خازنهای فشار قوی بسیار مناسب می باشند .

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

**۶-۲۲- مشخصات فنی کلیدهای فشار قوی برای کنترل خازنها**

این مشخصات با فرض اینکه کلید یا کنتاکتور برای شرایط نرمال سیستم مانند سطح عایقی و یا تحمل شرایط وقوع خطا در سیستم مناسب می باشد . بیان گردیده اند .

۱-۶-۲۲- حدود جریان برای کار دائم

بدلیل تلرانس موجود در کاپاسیتانس خازنها که امکان افزایش ولتاژ سیستم را بوجود می آورد و همچنین امکان افزایش r.m.s. جریان خازن بخاطر وجود جریان هارمونیکها کلید یا کنتاکتور می بایست توانائی کار دائم در جریانی برابر با ۱/۴۳ جریان نامی خازن ( جریان در توان و ولتاژ نامی ) را داشته باشد .

۲-۶-۲۲- جریان قطع

کلید یا کنتاکتور می بایست در موقع قطع جریانی برابر با ۱/۲ جریان نامی و در ولتاژ ۱/۱ برابر ولتاژ نامی ایجاد دوباره جرقه ( re - strike ) ننماید .اثبات این مطلب می بایست آزمایش نمونه IEC56 بخش ۴ انجام گرفته باشد و در تمام طول آزمایش نیز جرقه ای ایجاد نشده باشد .

همچنین کلید یا کنتاکتور می بایست در موقع قطع جریانی برابر با ۱/۴۳ جریان نامی خازن از ایجاد دوباره جرقه ( re - strike ) خودداری کند .

۳-۶-۲۲- جریان گذرا

در زمان شارژ یک بانک خازنی جریان هجومی بزرگی که گذرا بوده و فرکانس بالایی نیز دارد جاری می شود و اگر این بانک خازنی به باس باری متصل گردد که قبلاً بانک خازنی دیگری به آن متصل شده باشد این جریان شدیدتر می شود .

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

دامنه و فرکانس جریان هجومی که بین دو خازن برقرار می شود بستگی به اندوکتانس موجود در مسیر بین دو خازن داشته و اندازه آن با معلوم بودن جزئیات اتصالات در پست و همچنین سطح اتصال کوتاه سیستم قابل محاسبه می باشد ( به بخش ۷-۲۲ مراجعه شود ) .

حداکثر جریان هجومی که یک کلید می تواند تحمل کند می بایست توسط سازنده آن تعیین گردد تا با استفاده از آن میزان اندوکتانس مورد نیاز محاسبه شود . همچنین تجهیزات کلید زنی می بایست طوری طراحی گردند که فاصله زماین بین شروع جریان هجومی تا خاتمه آن از یک چهارم زمان تناوب سیستم ( ۵ میلی ثانیه ) بیشتر نگردد . ولتاژهای گذرا در زمان شارژ خازن نیز از ۲/۲ برابر ولتاژ نامی بیشتر نگردد .

۴-۶-۲۲- جرقه زنی ( re - strike ) کلیدها دربارهای خازنی

جرقه زنی دوباره کلید وقتی پیش می آید که یک بانک خازنی از شبکه قطع گردد . این عمل سبب ایجاد اضافه ولتاژ روی دی الکتریک خازن گردیده و می تواند موجب وقوع شکست در آن شود .

www.WikiPower.ir

زمانی که یک خازن از منبع قطع می گردد جریان آن صفر می گردد در این لحظه ولتاژ باقی مانده در دو سر خازن برابر با پیک ولتاژ سیستم بوده که به آهستگی کاهش می یابد . بعد از نصف سیکل ( ۱۰ میلی ثانیه ) ولتاژ کلید در طرف متصل به منبع برابر با پیک ولتاژ با علامتی مخالف ولتاژ خازن بوده و لذا ولتاژ ایجاد شده بین دو کنتاکت کلیدی که باز شده دو برابر ولتاژ نامی خواهد بود .

حال اگر در این زمان جرقه ای بین دو کنتاکت کلید رخ دهد اضافه ولتاژ پیش آمده در دو سر خازن سه برابر ولتاژ پیک سیستم بوده و این اضافه ولتاژ در جرقه های بعدی افزایش خواهد یافت . جرقه ای که در فاصله زماین تا یک چهارم سیکل بعد از قطع جریان کلید پیش بیاید تاثیر مهمی بر اضافه ولتاژ خازن نمی گذارد .

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

معمولاً کلیدها تحمل ولتاژهای گذرای جرقه زنی را دارند ولی خازنها بهیچوجه تحمل چنین ولتاژهائی را ندارند و اصولاً طراحی خازن برای تحمل چنین ولتاژهائی غیر اقتصادی می باشد. لذا می بایست طراحی کنید طوری باشد که مابین فاصله زمانی ۵ تا ۱۰ میلی ثانیه بعد از قطع جریان کلید ، هیچ جرقه ای ایجاد نگردد.

**۷-۲۲- جریانهای هجومی گذرا در شارژ خازن**

در موقع اتصال بانک خازنی فشار قوی به شبکه ، جریان گذرای شدید و در مدت کمی رخ می دهد. در حالتی که فقط یک بانک خازنی وجود داشته باشد ، مقدار پیک جریان هجومی ، بندرت از ۲۰ برابر جریان r.m.s نامی خازن تجاوز می کند. فرکانس چنین جریانی می تواند تا یک کیلو هرتز باشد. در اینحالت ، می بایست مقادیر نامی فیوز و کلید انتخاب شده ، بطور مناسبی اصلاح شده و در صورت لزوم ، از راکتور های محدود کننده جریان استفاده گردد تا میزان جریان هجومی خازن ار مقدار مجاز آن تجاوز ننماید (به بخش ۶-۲۰ مراجعه شود.)

www.WikiPower.ir

مقدار پیک جریان هجومی برای یک بانک خازنی می تواند از رابطه زیر محاسبه گردد:

$$I_{max} = 1.15 I_0 \left( 1 + \sqrt{\frac{\text{KVA اتصال کوتاه}}{\text{KVAR خازن}}} \right)$$

که در آن :

$I_0$ = پیک جریان نامی در حالت پایدار

و فرکانس جریان هجومی نیز از رابطه زیر محاسبه گردد :

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$$f = F_0 \sqrt{\frac{\text{KVA اتصال کوتاه}}{\text{KVAR خازن}}}$$

که در آن : $F_0$ = فرکانس نامی

ولی در حالتی که یک یا چندین بانک خازنی ، بطور موازی ، با بانک خازنی دیگری که قبلاً شارژ شده ، کلید زنی گردد ، در آنحالت انرژی ذخیره شده در داخل بانک خازنی قبلی ، در داخل بانک خازنی جدید تخلیه می گردد و همچون وقوع یک اتصال کوتاه برای بانک خازنی جدید خواهد بود . در اینحالت جریان هجومی فقط توسط اندوکتانس مسیر اتصال و همچنین اندوکتانس کلید ، محدود گردیده که مقدار ناچیزی دارند. اندازه این جریان هجومی در بعضی موارد تا ۲۰۰ برابر جریان نامی خازن و فرکانس آن نیز تا ۲۰ کیلو هرتز می رسد.

www.WikiPower.ir

فرمولهای زیر برای محاسبه جریان های گذرا و همچنین فرکانس آن و در زمانی که یک پله خازنی بطور موازی با پله های خازنی دیگری که قبلاً شارژ شده باشند ، کلید زنی گردد ، بکار می آیند :

پیک جریان به آمپر $$I_{PK} = 2900\sqrt{\frac{(n-1)}{n}.\frac{KVAR}{L_0}}$$

که در آن :

تعداد کل پله های خازنی= n

پله خازنی به KVAR و برای هر فاز= KVAR

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$L_0$ = اندوکتانس بین پله های بانک خازنی به میکرو هانری و برای هر فاز

فرکانس گذرا $(f_t) = \frac{126v}{\sqrt{L_0.KVAR}}$ [ هرتز ]

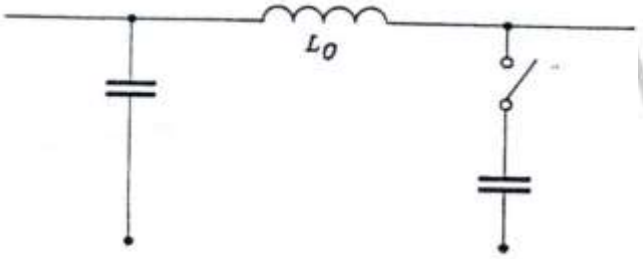
(توجه – در این فرمولها $L_0$ بستگی به فرکانس سیستم یعنی ۵۰ هرتز دارد)

V = ولتاژ نامی بین خط و زمین r.m.s

KVAR = پله خازنی به KVAR و برای هر فاز

$L_0$ = اندوکتانس بین پله های بانک خازنی به میکرو هانری و برای هر فاز

شکل زیر مدار تک خطی نحوه اتصال دو بانک خازنی را نشان می دهد :




شکل (۱) مدار تک خطی اتصال دو بانک خازنی

شکل ۱- مدار شماتیکی برای بانک خازنی که بطور موازی با بانک خازنی دیگری که قبلاً شارژ گردیده کلید زنی می شود .

تعدادی از اندوکتانسهای مدار بطور تقریبی مقادیر زیر را داشته که در محاسبه $L_0$ بکار می آیند .

۱/۰ میکروهانری به ازای هر متر و برای هر فاز = اتصالات خطوط هوائی

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۰/۳ میکروهانری به ازای هر متر و برای هر فاز = کابلهای سه فاز

۱/۰ میکروهانری برای هر فاز = اندوکتانس معادل بانکهای خازنی

۱/۰ میکروهانری برای هر فاز بطور تقریبی = کلید

حال اگر پیک جریان گذرای که محاسبه می شود از حداکثر جریان گذرای خازن ( بخش ۶-۲۰ ) و همچنین حداکثر جریان گذرای تجهیزات جانبی خازن از قبیل کلید ، فیوز ، CT و رلدهای حفاظتی که توسط سازنده آن تعریف شده تجاوز نماید .

در آنصورت می بایست از راکتورهای محدود کننده جریان با ... هوائی که در حدود میکروهانری می باشند استفاده گردد .

**۸-۲۲- تجهیزات و رله های پیشنهادی جهت استفاده در حفاظت و کنترل بانکهای خازنی فشار قوی**

لیست زیر شامل رله ها و تجهیزات اساسی بوده که برای حفاظت و کنترل بانکهای خازنی فشار قوی مورد نیاز می باشند :

www.WikiPower.ir

۱- رله اضافه جریان سه فاز همچنین جریان زمین با مشخصه IDMT ( Inverse definite minimum time ) برای حفاظت از وقوع اتصال کوتاه در سیستم

۲- رله جریان برای حفاظت از اضافه باری

۳- رله تاخیر زمانی پنج دقیقه ای که متصل به مدار کلید یا کنتاکتور بوده و جهت اطمینان از عدم وصل کلی در فاصله پنج دقیقه بعد از قطع کلید بکار برده می شود .

۴- رله نامتقارنی جریان یا ولتاژ که برای مشخص کردن نامتقارنی خازن بکار برده می شود .

۵- رله حساس به VAR جهت کنترل اتوماتیک کلید زنی خازن

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۶- رله اضافه ولتاژ برای محافظت از اضافه ولتاژهای طولانی

**۹-۲۲- کنترل اتوماتیک بانکهای خازنی فشار قوی**

برای کنترل اتوماتیک بانکهای خازنی فشار قوی می بایست از رله های حساس به VAR استفاده گردد . همراه با این رله ها می بایست رله تاخیر زماین پنج دقیقه ای بکار برده شود . این رله به کلید فشار قوی متصل بوده و فاصله بین دو کلید زنی برای خازن را کنترل می کند تا این فاصله کمتر از پنج دقیقه باشد که نتیجتاً در این مدت خازن فرمت تخلیه و رسیدن ولتاژ آن به مقدار مجاز را خواهد داشت .

همچنین در جاهائیکه از کلید و نه کنتاکتور استفاده شده و کنترل آن نیز توسط رله حساس به VAR صورت می گیرد می بایست رله دیگری نیز به کار برد شود تا بوسیله آن حد واسط بین عملکرد رله کنترل خازنها و همچنین فمان قطع کلید در مواقع شرایط غیر عادی سیستم تعیین گردد تا بدینوسیله خطایی در عملکرد کلید پیش نیاید .

**۱۰-۲۲- حفاظت خازنهای فشار قوی**

نحوه حفاظت خازنهای فشار قوی در صفحه بعد بیان گردیده است . برای بانکهای خازنی بزرگ هر سه نوع حفاظت باید بکار گرفته شود .

www.WikiPower.ir

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

جدول (۴-۴) نحوه حفاظت خازنهای فشار قوی

| توضیحات | تیپ وسیله حفاظتی | محل نصب | روش حفاظت | نوع حفاظت |
|---|---|---|---|---|
| فقط برای بانکهای خازنی با اتصال ستاره<br>فقط برای بانکهای خازنی با اتصال مثلث و یا بانکهای تکفاز | Expulsion<br>HRC | بین ترمینال خازن و سیستم<br>بین ترمینال خازن و سیستم | فیوز<br>فیوز | اولیه |
| برای دادن آلارم و فرمان قطع به کلید کنترل کننده خازن بکار میرود .<br>برای دادن آلارم و فرمان قطع به کلید کنترل کننده خازن بکار میرود . | نامتقارنی جریان<br>نامتقارنی ولتاژ | توسط یک CT که مابین مراکز ستاره در یک بانک خازنی قرارداده شده تغذیه می گردد .<br>توسط یک CT که مابین مراکز ستاره در یک بانک خازنی قرارداده شده تغذیه می گردد. | رله<br>رله | ثانویه |
| برای حفاظت سیستم وکل بانک خازنی و اتصالات از وقوع خطاهای اتصال کوتاه<br>برای محافظت از جریانهای اضافه باری مخصوصا از هارمونیکها<br>برای محافظت از اضافه ولتاژهای طولانی | حفاظت O/C و E/L<br>حفاظت از اضافه باری با استفاده از رله جریان<br>حفاظت اضافه ولتاژ | در محل اتصال بانک خازنی به شبکه<br>در محل اتصال بانک خازنی به شبکه<br>در محل اتصال بانک خازنی به شبکه | رله<br>رله<br>رله | خط |

توجه ۱- این حفاظتها مکمل هم بوده و بتنهائی نمی تواند حفاظت کامل از ... خازنی را تامین نمایند .

توجه ۲- توصیه می گردد که برای حفاظت از اضافه جریان خازنها در حالت اضافه باری از یک رله جریان مناسبی استفاده گردد و طوری تنظیم شود که وقتی جریان از حد قابل قبولی که در بخش ( ۲-۶ )

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

تعریف شده تجاوز نماید با تاخیر مناسبی رله عمل کرده و فرمان قطع کلیدها را صادر نماید . فیوزها عموماً برای حفاظت از اضافه جریان مناسب نیستند .

توجه ۳- حفاظت از اضافه جریان نمی تواند حفاظت از اضافه ولتاژ را تامین نماید . همچنین عموماً این حفاظت نمی تواند حفاظت از اتصال داخلی واحدهای خازنی را انجام بدهد .

توجه ۴- حفاظت از اتصال داخلی در بانکهای خازنی که از تعدادی واحد خازنی تشکیل شده اند باید بطور مستقل انجام بگیرد روش مناسب برای اینکار عبارتست از اینکه واحد خازنی دارای اتصال بطور خودکار از بقیه واحدها جدا گردد .

**۲۳- تعمیر و نگهداری خازنهای فشار قوی**

۲۳-۱- واحدهای خازنی فشار قوی به کمترین نگهداری نیاز داشته و لذا دارای قابلیت اطمینان بالائی می باشند . فقط می بایست در فاصله زمانیهای مشخصی واحدهای خازنی و همچنین عایقهای قفسه خازنها تمیز شده و از نظر صدمه مکانیکی کنترل گردند .

این فاصله زمانیها با توجه به میزان آلودگی محیط نصب خازن از ۶ ماه تا یکسال می باشد .

۲۳-۲- تجهیزات کلید زنی حفاظت و کنترلی بانکهای خازنی مانند سایر تجهیزات پستها بایستی تحت نگهداری و مراقبت مداوم قرار داشته باشد .

www.WikiPower.ir

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

## فصل پنجم – بسته بندی ، حمل و انبار کردن

۲۴- کلیه تجهیزات می بایست جهت حمل از طریق دریا و یا خشکی آماده گردیده و بسته بندی آنها نیز مناسب برای حمل با کشتی و کامیون باشد .

۲۵- خازنها و سایر تجهیزات جانبی می بایست در داخل جعبه های چوبی مناسبی بسته بندی شده باشند .

این جعبه ها می بایست بحد کافی محکم باشند تا تجهیزات را از آسیبهای احتمالی در هنگام بارگیری حمل و انبار کردن محافظت نماید .

www.WikiPower.ir

۲۶- بسته بندی تجهیزات باید مناسب برای انبار کردن در محفظه روباز باشد .

۲۷- می بایست از ماده پوشش دهنده مناسبی استفاده گردد بطوریکه تجهیزات بعد از قرار گرفتن در داخل آن درون جعبه های چوبی قرار داده شوند .

۲۸- این ماده پوشش دهنده می بایست تمام قسمتهای تجهیزات را احاطه نماید .

۲۹- پوششی که تجهیزات در داخل آن قرار می گیرند و همچنین طریقه بارگیری جعبه ها باید طوری باشند که از آسیب رسیدن به تجهیزات در هنگام حمل خودداری گردد .

۳۰- در موقع بسته بندی می بایست از روکش ضد آب مناسبی استفاده شده باشد تا تجهیزات را از نفوذ رطوبت در موقع حمل و انبار کردن محافظت نماید .

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۳۱- کلیه قسمتهای تجهیزات می بایست قبل از بسته بندی از هر گونه الودگی و مواد خارجی پاک گردد .

۳۲- برچسب مناسبی بر روی هر جعبه نصب شود و در آن مشخصاتی مانند نام خریدار، نام سازنده ، شماره جعبه ، شماره بارنامه ، آدرس ، وزن ، ابعاد ، نحوه بارگیری و انبارکردن و دیگر اطلاعات ضروری بصورت خوانا و پاک نشدنی قید گردد .

۳۳- با توجه به نوع تجهیزات ، عبارات مناسبی که نشالندهنده احتیاهای لازم جهت بارگیری ، حمل و انبار کردن در محیط روباز باشد بر روی هر جعبه نوشته شده باشد از قبیل عبارات " شکستگی " یا عبارات نشاندهنده سطح بالای جعبه در موقع انبار کردن و عباراتی از این نوع .

www.WikiPower.ir

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

## فصل ششم – مشخصات خازن و تجهیزات متعلقه

۳۴- اطلاعات لازم که می بایست توسط خریدار ، به سازنده یا پیمانکار خازن ارائه شود در جداول V , I , II , III , IV قید گردیده است.

۳۵- اطلاعات لازم که می بایست توسط سازنده یا پیمانکار خازن ارائه شود در جداول VI ,VII , VIII قید گردیده است.

۳۶- سازنده یا پیمانکار خازن می بایست این اطلاعات خواسته شده را بصورت کاتالوگی که به زبان انگلیسی تهیه شده ، و در ۵ نسخه ، به خریدار ارائه نماید.

### جدول I – مشخصات سیستم

جدول (۱-۶) مشخصات سیستم

| | واحد | مقادیر | توضیحات |
|---|---|---|---|
| ۱- ولتاژ نامی | KV | ۰/۴ ۱۱ ۲۰ ۳۳ | با توجه به سیستم مورد نظر انتخاب گردد |
| ۲- حداکثر ولتاژ سیستم | KV | ۰/۶ ۱۲ ۲۴ ۳۶ | |
| ۳- فرکانس نامی | HZ | ۵۰ | |
| ۴- تعداد فازهاژ | | ۳ | |
| ۵- نوع زمین شدن نوتر سیستم | | | با توجه به سیستم مورد نظر انتخاب گردد. |
| ۶- بیشترین زمان خطای زمین | S | | با توجه به سیستم مورد نظر انتخاب گردد. |
| ۷- جریان اتصال کوتاه سیستم در محل نصب خازن | KA | | با توجه به سیستم مورد نظر انتخاب گردد. |
| ۸- ماکزیمم مقدار اضافه ولتاژ | | | برابر حداکثر ولتاژ سیستم و برای ۱۰ ثانیه |

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

| | | | |
|---|---|---|---|
| موقت و مدت زمان آن | | | |

(توسط خریدار آماده می گردد.)

www.WikiPower.ir

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

نتیجه گیری

نتیجه اینکه سلف توانی را از مولد دریافت می کند اما این توان را به شبکه پس می دهد . این توان قابل استفاده نیست و در مسیر عبور تلف می شود . پس مقدار از توان تلف می شود . مصرف کننده های فوق برای انجام اینکار به توان مذکور نیاز دارند اما این توان برای شبکه مضر است و زیانهای زیر را در پی دارد :

- اضافه شدن جریان مولد و درنتیجه نیاز به مولدهایی با توانهای بیشتر
- چون جریان شبکه زیاد می شود به سیمها و کابلهایی با سطح مقطع بالاتر برای کاهش افت ولتاژ نیاز است که این موضوع هزینه اولیه شبکه را افزایش می دهد .
- اتلاف توان در شبکه های توزیع بصورت حرارت روی می دهد در نتیجه هر کاری کنید نمی توانید از این اتلاف جلوگیری کنید . نتیجه این اتلاف توان ،کاهش ولتاژ مصرف کننده می باشد که این موضع راندمان مصرف کننده را پایین می آورد .
- نمی توان این توان را به مصرف کننده های اهمی سلفی تحویل نداد زیرا کار آنها مختل می شود .

**خازن ناجی شبکه های تولید و توزیع**

توان هم در خازنها بصورت توان غیر مفید است درست مانند سلفها در یک چهارم پریود موج متناوب ،توان دریافت می کنند و در یک چهارم بعدی توان را تحویل می دهند پس خازنها هم مانند سلفها باعث افرایش توان راکیتو ( غیر مفید ) شبکه می شوند اما اتفاق بامزه زمانی روی می دهد که خازن و سلف با هم در شبکه قرار گیرند .

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

این دو برعکس هم عمل می کنند . یعنی زمانی که سلف توان می گیرد خازن توان می دهد و زمانی که سلف توان می دهد خازن توان می گیرد . پس توانهای غیر مفید این دو فقط یکبار از شبکه دریافت می شود و در زمانهای بعد بین آنها تبادل می شود بدون اینکه مولد این توان را تحمل کند . پس مصرف کننده های اهمی سلفی توان راکتیو خود را دریافت می کنند و مولد و شبکه توزیع آنرا تولید و پخش نمی کنند زیرا این کار را خازن انجام می دهد . این خازنها از حالا به بعد ، خازنهای اصلاح ضریب توان نام می گیرند و وظیفه آنها تامین توان راکتیو مورد نیاز مصرف کننده های اهمی سلفی است .

**اتصال خازن به شبکه**

خازنهای اصلاح ضریب توان باید در شبکه بصورت موازی قرار گیرند . برای اینکار در شبکه های تکفاز باید به فاز و نول وصل شوند و در شبکه های سه فاز پس از اتصال بصورت ستاره یا مثلث آنگاه به سه فاز متصل می شوند .

این خازنها باید از انواعی انتخاب شوند که بتوانند دایمی در مدار قرار گیرند پس باید بتوانند ولتاژ شبکه را تحمل کنند در محاسبه خازن از انواعی استفاده می شود که ولتاژ مجاز آنها ۱۵٪ بیشتر از ولتاژ شبکه باشد .

نقش خازن در شبکه کاهش توان راکتیو مصرف کنند های اهمی – سلفی از دید مولدها است . با این اتفاق ضریب توان مفید به یک نزدیک می شود . پس با کنترل ضریب توان امکان کنترل توان راکتیو وجود دارد . این کار بکمک یک کسینوس فی متر صورت می گیرد . یعنی بکمک کسینوس فی متر می توان دریافت که ضریب توان و در نتیجه توان راکتیو در چه وضعیتی قرار دارد .

خازن مذکور باید برابر نیاز شبکه باشد در غیر اینصورت خود توان راکتیو از مولد دریافت می کند و همچنین سبب افزایش ولتاژ آن می شود . پس باید خازن مطابق نیاز شبکه محاسبه شود .

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

حال این پرسش پیش میاید که شبکه به چه مقدار خازن نیاز دارد؟ در

پاسخ باید گفت که مقداری که ضریب توان را به یک نزدیک کند . این مقدار خازن خود توان راکتیوی ایجاد می کند که توان راکتیو مصرف کننده اهمی – سلفی را جبران می کند . پس مقدار خازن به مقدار توان راکتیو مدار بستگی دارد . هر قدر این توان قبل از خازن گذاری بیشتر باشد ، اندازه خازن نیز بزرگتر خواهد بود .

با توجه به مطالب گفته شده باید برای محاسبه خازن دو مقدار مشخص شود :

یک – مقدار ضریب توان شبکه قبل از خازن گذاری

دو – مقدار ضریب توان شبکه بعد از خازن گذاری که انتظار داریم شبکه به آن برسد

سه - اندازه توان اکتیو

www.WikiPower.ir

پس از تعیین این مقادیرمراحل زیر را پی می گیریم . برای مقدار ضریب توان مطلوب مثلا عدد ۰/۹ مقدار خوبی است . حال دو مقدار ضریب توان داریم یکی ضریب توان شبکه قبل از خازن گذاری و دیگری ضریب توان مطلوب که می خواهیم با گذاردن خازن به آن برسیم . بکمک رابطه زیر مقدار توان راکتیو مورد نظر را که با آمدن خازن تامین می شود محاسبه می کنیم . ( توجه : در خرید خازنهای اصلاح ضریب توان بجای فاراد برای تعیین ظرفیت خازن از میزان توان راکتیو آن خازن سخن گفته می شود.)

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

## ضمیمه A

### اطلاعات مربوط به اندازه گیری یونیزاسیون خازن

به محض اتصال خازن تحت آزمایش به یک مدار عمل تخلیه در دی الکتریک خازن جهت یونیزاسیون آن بصورت یک جریان ضربه ای صورت می گیرد . این جریان ضربه ای برروی امپدانس معادل از دید دو سرمدار تولید یک ولتاژ ضربه ای می نماید . این ولتاژ و جریان می توانند بصورت ورودی برای یک وسیله اندازه گیری مناسبی بکار برده شوند . این وسیله اندازه گیری می بایست دارای مشخصه یک فیلتر میان گذر بوده که باند عبور آن دو فرکانس زیر محدود شده باشد فکانس بالائی این فیلتر ۱۰ کیلو هرتز و فرکانس پائینی آن از کمترین فرکانس طبیعی خازن کوچکتر باشد .

برای رسیدن به حداکثر حساسیت مناسب است که مدار مرود استفاده جهت آزمایش در فرکانس تنظیم شده باشد که در محدوده باند عبور دستگاه اندازه گیری قرار گرفته باشد در اینصورت سیگنال خروجی از این دستگاه نشاندهنده میزان یونیزاسیون خازن خواهد بود . کالیبراسیون دستگاه اندازه گیری می تواند با اعمال پالسهای متوالی با دامنه مشخص و با هر روش مناسب به مدار انجام گیرد . در صورت لزوم می توان خازن مورد آزمایش را با خازن دیگری با کاپاسیتانس یکسان ولی بدون عمل یونیزاسیون جایگزین کرده و سپس اقدام به کالیباسیون کرد .

میزان حساسیت دستگاه اندازه گیری باید طوری باشد که بتواند جریانهای ضربه ای ناشی از تخلیه را که در هر نصف سیکل از فرکانس منبع تکرار می شوند از نویز زمینه تفکیک نماید .

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

## ضمیمه B

### محاسبه توان یک خازن سه فاز با استفاده از کاپاسیتانس اندازه گیری شده سه خازن تکفاز

کاپاسیتانس اندازه گیری شده ما بین هر دو ترمینال از ترمینالهای یک خازن سه فاز ( با اتصال ستاره یا مثلث ) با سه متغیر $C_a$ , $C_b$ , $C_c$ مشخص شده اند .

در صورتیکه شرط لازم جهت متفاوتی خازن که در بخش ( ۳-۱-۱۰ ) بیان گردیده رعایت شود در آنصورت توان p خازن سه فاز با دقت کافی از فرمول زیر محاسبه می گردد .

$$P = \frac{2}{3}(C_a + C_b + C_c)\omega.U_n^2.10^{-3}$$

که در آن :

$C_a$ , $C_b$ , $C_c$ بر حسب میکرو فاراد .

$U_n$ بر حسب کیلوولت و p بر حسب کیلو وار می باشند .

www.WikiPower.ir

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

**ضمیمه C**

**جدول انتخاب ظرفیت بانکهای خازنی**

ظرفیت بانکهای خازنی با توجه به فرمولهای ارائه شده در بخشهای ( ۶-۱۳ )و( ۷-۱۳ ) بدست آمده ولی در اینجا به منظور راحتی استفاده کنندگان برای کلیه ضریب توانها این محاسبات صورت گرفته و نتایج به صورت جدولی ارائه گردیده است . در این جدول به ازای ضریب توان اولیه و ضریب توان مطلوب ضریبی مشخص گردیده که از حاصلضرب آن ضریب با توان مصرف کننده یا ظرفیت قطعی پست میان ظرفیت خازن مورد نیاز تعیین می گردد .

مثال ۱ : برای افزایش ضریب توان یک بار ۱۰۰ کیلوواتی از ۰/۷۷ به ۰/۹۵ ظرفیت خازن مورد نیاز عبارتست از :

۰/۵ = ضریب بدست آمده از جدول

( Kvar ) ظرفیت خازن =۱۰۰ ( KW ) ×۰/۵ = ۵۰Kvar

www.WikiPower.ir

مثال ۲ : برای افزایش ضریب توان یک پست ( ۳۰ × ۲ ) مگاولت آمپر از ۰/۸۵ به ۰/۹۵ظرفیت بانک خازنی مورد نیاز عبارتست از :

( ۲× ۳۰ ) ظرفیت قطعی پست = ۴۲ MVA

۰/۲۹۱ = ضریب بدست آمده از جدول

Kvar ) ظرفیت خازن = ۴۲ × ۰/۹۵ × ۰/۲۹۱ = ۱۱/۶ Mvar

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

www.WikiPower.ir

www.wikipower.ir
برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

جدول (۲-۶) انتخاب ضریب برای تعیین ظرفیت بانکهای خازنی

| ضریب توان اولیه | ضریب اعمالی برای ضریب توان جدید | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ۱/۰ | ۰/۹۹ | ۰/۹۸ | ۰/۹۷ | ۰/۹۶ | ۰/۹۵ | ۰/۹۰ | ۰/۸۵ | ۰/۸۰ |
| ۰/۲۵ | ۳/۸۷۲ | ۳/۷۲۹ | ۳/۶۶۹ | ۳/۶۲۱ | ۳/۵۸۰ | ۳/۵۴۳ | ۳/۳۸۸ | ۳/۲۵۲ | ۳/۱۲۲ |
| ۰/۲۶ | ۳/۷۱۴ | ۳/۵۷۱ | ۳/۵۱۱ | ۳/۴۶۳ | ۳/۴۲۲ | ۳/۳۸۵ | ۳/۲۳۰ | ۳/۰۹۴ | ۲/۹۶۴ |
| ۰/۲۷ | ۳/۵۶۴ | ۳/۴۲۳ | ۳/۳۶۳ | ۳/۳۱۵ | ۳/۲۷۴ | ۳/۲۳۷ | ۳/۰۸۲ | ۲/۹۴۶ | ۲/۸۱۶ |
| ۰/۲۸ | ۳/۴۲۹ | ۳/۲۸۶ | ۳/۲۲۶ | ۳/۱۷۸ | ۳/۱۳۷ | ۳/۱۰۰ | ۲/۹۴۵ | ۲/۸۰۹ | ۲/۶۷۹ |
| ۰/۲۹ | ۳/۳۰۰ | ۳/۱۵۷ | ۳/۰۹۷ | ۳/۰۴۹ | ۳/۰۰۸ | ۲/۹۷۱ | ۲/۸۱۶ | ۲/۶۸۰ | ۲/۵۵۰ |
| ۰/۳۰ | ۳/۱۸۱ | ۳/۰۳۸ | ۲/۹۷۸ | ۲/۹۳۰ | ۲/۸۸۹ | ۲/۸۵۲ | ۲/۶۹۷ | ۲/۵۶۱ | ۲/۴۳۱ |
| ۰/۳۱ | ۳/۰۶۵ | ۲/۹۲۲ | ۲/۸۶۲ | ۲/۸۱۴ | ۲/۷۷۳ | ۲/۷۳۶ | ۲/۵۸۱ | ۲/۴۴۵ | ۲/۳۱۵ |
| ۰/۳۲ | ۲/۹۶۰ | ۲/۸۱۷ | ۲/۷۵۷ | ۲/۷۰۹ | ۲/۶۶۸ | ۲/۶۳۱ | ۲/۴۷۶ | ۲/۳۴۰ | ۲/۲۱۰ |
| ۰/۳۳ | ۲/۸۶۱ | ۲/۷۱۸ | ۲/۶۵۸ | ۲/۶۱۰ | ۲/۵۶۹ | ۲/۵۳۲ | ۲/۳۷۷ | ۲/۲۴۱ | ۲/۱۱۱ |
| ۰/۳۴ | ۲/۷۶۵ | ۲/۶۲۲ | ۲/۵۶۲ | ۲/۵۱۴ | ۲/۴۷۳ | ۲/۴۳۶ | ۲/۲۸۱ | ۲/۱۴۵ | ۲/۰۱۵ |
| ۰/۳۵ | ۲/۶۷۷ | ۲/۵۳۴ | ۲/۴۷۴ | ۲/۴۲۶ | ۲/۳۸۵ | ۲/۳۴۸ | ۲/۱۹۳ | ۲/۰۵۷ | ۱/۹۲۷ |
| ۰/۳۶ | ۲/۵۹۲ | ۲/۴۴۹ | ۲/۳۸۹ | ۲/۳۴۱ | ۲/۳۰۰ | ۲/۲۶۳ | ۲/۱۰۸ | ۱/۹۷۲ | ۱/۸۴۲ |
| ۰/۳۷ | ۲/۵۱۱ | ۲/۳۶۳ | ۲/۳۰۸ | ۲/۲۶۰ | ۲/۲۱۹ | ۲/۱۸۲ | ۲/۰۲۷ | ۱/۸۹۱ | ۱/۷۶۱ |
| ۰/۳۸ | ۲/۴۳۳ | ۲/۲۹۱ | ۲/۲۳۱ | ۲/۱۸۳ | ۲/۱۴۲ | ۲/۱۰۵ | ۱/۹۵۰ | ۱/۸۱۴ | ۱/۶۸۴ |
| ۰/۳۹ | ۲/۳۶۲ | ۲/۲۱۹ | ۲/۱۵۹ | ۲/۱۱۱ | ۲/۰۷۰ | ۲/۰۳۳ | ۱/۸۷۸ | ۱/۷۴۲ | ۱/۶۱۲ |
| ۰/۴۰ | ۲/۲۹۱ | ۲/۱۴۸ | ۲/۰۸۸ | ۲/۰۴۰ | ۱/۹۹۹ | ۱/۹۶۲ | ۱/۸۰۷ | ۱/۶۷۱ | ۱/۵۴۱ |
| ۰/۴۱ | ۲/۲۲۵ | ۲/۰۸۲ | ۲/۰۲۲ | ۱/۹۷۴ | ۱/۹۳۳ | ۱/۸۹۶ | ۱/۷۴۱ | ۱/۶۰۵ | ۱/۴۷۵ |
| ۰/۴۲ | ۲/۱۶۱ | ۲/۰۱۸ | ۱/۹۵۸ | ۱/۹۱۰ | ۱/۸۶۹ | ۱/۸۳۲ | ۱/۶۷۷ | ۱/۵۴۱ | ۱/۴۱۱ |
| ۰/۴۳ | ۲/۱۰۰ | ۱/۹۵۷ | ۱/۸۹۷ | ۱/۸۴۹ | ۱/۸۰۸ | ۱/۷۷۱ | ۱/۶۱۶ | ۱/۴۸۰ | ۱/۳۵۰ |
| ۰/۴۴ | ۲/۰۴۱ | ۱/۸۹۸ | ۱/۸۳۸ | ۱/۷۹۰ | ۱/۷۴۹ | ۱/۷۱۲ | ۱/۵۵۷ | ۱/۴۲۱ | ۱/۲۹۱ |
| ۰/۴۵ | ۱/۹۸۴ | ۱/۸۴۱ | ۱/۷۸۱ | ۱/۷۳۳ | ۱/۶۹۲ | ۱/۶۵۵ | ۱/۵۰۰ | ۱/۳۶۴ | ۱/۲۳۴ |
| ۰/۴۶ | ۱/۹۳۰ | ۵۱/۷۸۷ | ۱/۷۲۷ | ۱/۶۷۹ | ۱/۶۳۸ | ۱/۶۰۱ | ۱/۴۴۶ | ۱/۳۱۰ | ۱/۱۸۰ |
| ۰/۴۷ | ۱/۸۷۸ | ۱/۷۳ | ۱/۶۷۵ | ۱/۶۲۷ | ۱/۵۸۶ | ۱/۵۴۹ | ۱/۳۹۴ | ۱/۲۵۸ | ۱/۱۲۸ |
| ۰/۴۸ | ۱/۸۲۸ | ۱/۶۸۵ | ۱/۶۲۵ | ۱/۵۷۷ | ۱/۵۳۶ | ۱/۴۹۹ | ۱/۳۴۴ | ۱/۲۰۸ | ۱/۰۷۸ |
| ۰/۴۹ | ۱/۷۷۹ | ۱/۶۳۶ | ۱/۵۷۶ | ۱/۵۲۸ | ۱/۴۸۷ | ۱/۴۵۰ | ۱/۲۹۵ | ۱/۱۵۹ | ۱/۰۲۹ |
| ۰/۵۰ | ۱/۷۳۲ | ۱/۵۸۹ | ۱/۵۲۹ | ۱/۴۸۱ | ۱/۴۴۰ | ۱/۴۰۳ | ۱/۲۴۸ | ۱/۱۱۲ | ۰/۹۸۲ |
| ۰/۵۱ | ۱/۶۸۶ | ۱/۵۴۳ | ۱/۴۸۳ | ۱/۴۳۵ | ۱/۳۹۴ | ۱/۳۵۷ | ۱/۲۰۲ | ۱/۰۶۶ | ۰/۹۳۶ |
| ۰/۵۲ | ۱/۶۴۳ | ۱/۵۰۰ | ۱/۴۴۰ | ۱/۳۹۲ | ۱/۳۵۱ | ۱/۳۱۴ | ۱/۱۵۹ | ۱/۰۲۳ | ۰/۸۹۳ |
| ۰/۵۳ | ۱/۶۰۰ | ۱/۴۵۷ | ۱/۳۹۷ | ۱/۳۴۹ | ۱/۳۰۸ | ۱/۲۷۱ | ۱/۱۱۶ | ۰/۹۸۰ | ۰/۸۵۰ |
| ۰/۵۴ | ۱/۵۵۹ | ۱/۴۱۶ | ۱/۳۵۶ | ۱/۳۰۳ | ۱/۲۶۷ | ۱/۲۳۰ | ۱/۰۷۵ | ۰/۹۳۹ | ۰/۸۰۹ |
| ۰/۵۵ | ۱/۵۱۹ | ۱/۳۷۶ | ۱/۳۱۶ | ۱/۲۶۸ | ۱/۲۲۷ | ۱/۱۹۰ | ۱/۰۳۵ | ۰/۸۹۹ | ۰/۷۶۹ |
| ۰/۵۶ | ۱/۴۸۰ | ۱/۳۳۷ | ۱/۲۷۷ | ۱/۲۲۹ | ۱/۱۸۸ | ۱/۱۵۱ | ۰/۹۹۶ | ۰/۸۶۰ | ۰/۷۳۰ |
| ۰/۵۷ | ۱/۴۴۲ | ۱/۲۹۹ | ۱/۲۳۹ | ۱/۱۹۱ | ۱/۱۵۰ | ۱/۱۱۳ | ۰/۹۵۸ | ۰/۸۲۲ | ۰/۶۹۲ |
| ۰/۵۸ | ۱/۴۰۵ | ۱/۲۶۲ | ۱/۲۰۲ | ۱/۱۵۴ | ۱/۱۱۳ | ۱/۰۷۶ | ۰/۹۲۱ | ۰/۷۸۵ | ۰/۶۵۵ |
| ۰/۵۹ | ۱/۳۶۹ | ۱/۲۲۶ | ۱/۱۶۶ | ۱/۱۱۸ | ۱/۰۷۷ | ۱/۰۴۰ | ۰/۸۸۵ | ۰/۷۴۹ | ۰/۶۱۹ |
| ۰/۶۰ | ۱/۳۳۳ | ۱/۱۹۰ | ۱/۱۳۰ | ۱/۰۸۲ | ۱/۰۴۱ | ۱/۰۰۴ | ۰/۸۴۹ | ۰/۷۱۳ | ۰/۵۸۳ |
| ۰/۶۱ | ۱/۲۹۹ | ۱/۱۵۶ | ۱/۰۹۶ | ۱/۰۴۸ | ۱/۰۰۷ | ۰/۹۷۰ | ۰/۸۱۵ | ۰/۶۷۹ | ۰/۵۴۹ |
| ۰/۶۲ | ۱/۲۶۵ | ۱/۱۲۲ | ۱/۰۶۲ | ۱/۰۱۴ | ۰/۹۷۳ | ۰/۹۳۶ | ۰/۷۸۱ | ۰/۶۴۵ | ۰/۵۱۵ |
| ۰/۶۳ | ۱/۲۳۳ | ۱/۰۹۰ | ۱/۰۳۰ | ۰/۹۸۲ | ۰/۹۴۱ | ۰/۹۰۴ | ۰/۷۴۹ | ۰/۶۱۳ | ۰/۴۸۳ |
| ۰/۶۴ | ۱/۲۰۱ | ۱/۰۵۸ | ۰/۹۹۸ | ۰/۹۵۰ | ۰/۹۰۹ | ۰/۸۷۲ | ۰/۷۱۷ | ۰/۵۸۱ | ۰/۴۵۱ |
| ۰/۶۵ | ۱/۱۶۹ | ۱/۰۲۶ | ۰/۹۶۶ | ۰/۹۱۸ | ۰/۸۷۷ | ۰/۸۴۰ | ۰/۶۸۵ | ۰/۵۴۹ | ۰/۴۱۹ |
| ۰/۶۶ | ۱/۱۳۸ | ۰/۹۹۵ | ۰/۹۳۵ | ۰/۸۸۷ | ۰/۸۴۶ | ۰/۸۰۹ | ۰/۶۵۴ | ۰/۵۱۸ | ۰/۳۸۸ |
| ۰/۶۷ | ۱/۱۰۸ | ۰/۹۶۵ | ۰/۹۰۵ | ۰/۸۵۷ | ۰/۸۱۶ | ۰/۷۷۹ | ۰/۶۲۴ | ۰/۴۸۸ | ۰/۳۵۸ |
| ۰/۶۸ | ۱/۰۷۸ | ۰/۹۳۵ | ۰/۸۷۵ | ۰/۸۲۷ | ۰/۷۸۶ | ۰/۷۴۹ | ۰/۵۹۴ | ۰/۴۵۸ | ۰/۳۲۸ |
| ۰/۶۹ | ۱/۰۴۹ | ۰/۹۰۶ | ۰/۸۴۶ | ۰/۷۹۸ | ۰/۷۵۷ | ۰/۷۲۰ | ۰/۵۶۵ | ۰/۴۲۹ | ۰/۲۹۹ |

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

ادامه جدول

| ضریب توان اولیه | ضریب اصلاحی برای ضریب توان جدید | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ۱/۰ | ۰/۹۹ | ۰/۹۸ | ۰/۹۷ | ۰/۹۶ | ۰/۹۵ | ۰/۹۰ | ۰/۸۵ | ۰/۸۰ |
| ۰/۷۰ | ۱/۰۲۰ | ۰/۸۷۷ | ۰/۸۱۷ | ۰/۷۴۹ | ۰/۷۲۸ | ۰/۶۹۱ | ۰/۵۳۶ | ۰/۴۰۰ | ۰/۲۷۰ |
| ۰/۷۱ | ۰/۹۹۲ | ۰/۸۴۹ | ۰/۷۸۹ | ۰/۷۴۱ | ۰/۷۰۰ | ۰/۶۶۳ | ۰/۵۰۸ | ۰/۳۷۲ | ۰/۲۴۲ |
| ۰/۷۲ | ۰/۹۶۴ | ۰/۸۲۱ | ۰/۷۶۱ | ۰/۷۱۳ | ۰/۶۷۲ | ۰/۶۳۵ | ۰/۴۸۰ | ۰/۳۴۴ | ۰/۲۱۴ |
| ۰/۷۳ | ۰/۹۳۶ | ۰/۷۹۳ | ۰/۷۳۳ | ۰/۶۸۵ | ۰/۶۴۴ | ۰/۶۰۷ | ۰/۴۵۲ | ۰/۳۱۶ | ۰/۱۸۶ |
| ۰/۷۴ | ۰/۹۰۹ | ۰/۷۶۶ | ۰/۷۰۶ | ۰/۶۵۸ | ۰/۶۱۷ | ۰/۵۸۰ | ۰/۴۲۵ | ۰/۲۸۹ | ۰/۱۵۹ |
| ۰/۷۵ | ۰/۸۸۲ | ۰/۷۳۹ | ۰/۶۷۹ | ۰/۶۳۱ | ۰/۵۹۰ | ۰/۵۵۳ | ۰/۳۹۸ | ۰/۲۶۲ | ۰/۱۳۲ |
| ۰/۷۶ | ۰/۸۵۵ | ۰/۷۱۲ | ۰/۶۵۲ | ۰/۶۰۴ | ۰/۵۶۳ | ۰/۵۲۶ | ۰/۳۷۱ | ۰/۲۳۵ | ۰/۱۰۵ |
| ۰/۷۷ | ۰/۸۲۹ | ۰/۶۸۶ | ۰/۶۲۶ | ۰/۵۷۸ | ۰/۵۳۷ | ۰/۵۰۰ | ۰/۳۴۵ | ۰/۲۰۹ | ۰/۰۷۹ |
| ۰/۷۸ | ۰/۸۰۲ | ۰/۶۵۹ | ۰/۵۹۹ | ۰/۵۵۱ | ۰/۵۱۰ | ۰/۴۷۳ | ۰/۳۱۸ | ۰/۱۸۲ | ۰/۰۵۲ |
| ۰/۷۹ | ۰/۷۷۶ | ۰/۶۳۳ | ۰/۵۷۳ | ۰/۵۲۵ | ۰/۴۸۴ | ۰/۴۴۷ | ۰/۲۹۲ | ۰/۱۵۶ | ۰/۰۲۶ |
| ۰/۸۰ | ۰/۷۵۰ | ۰/۶۰۷ | ۰/۵۴۷ | ۰/۴۹۹ | ۰/۴۵۸ | ۰/۴۲۱ | ۰/۲۶۶ | ۰/۱۳۰ | – |
| ۰/۸۱ | ۰/۷۲۴ | ۰/۵۸۱ | ۰/۵۲۱ | ۰/۴۷۳ | ۰/۴۳۲ | ۰/۳۹۵ | ۰/۲۴۰ | ۰/۱۰۴ | – |
| ۰/۸۲ | ۰/۶۹۸ | ۰/۵۵۵ | ۰/۴۹۵ | ۰/۴۴۷ | ۰/۴۰۶ | ۰/۳۶۹ | ۰/۲۱۴ | ۰/۰۷۸ | – |
| ۰/۸۳ | ۰/۶۷۲ | ۰/۵۲۹ | ۰/۴۶۹ | ۰/۴۲۱ | ۰/۳۸۰ | ۰/۳۴۳ | ۰/۱۸۸ | ۰/۰۵۲ | – |
| ۰/۸۴ | ۰/۶۴۶ | ۰/۵۰۳ | ۰/۴۴۳ | ۰/۳۹۵ | ۰/۳۵۴ | ۰/۳۱۷ | ۰/۱۶۲ | ۰/۰۲۶ | – |
| ۰/۸۵ | ۰/۶۲۰ | ۰/۴۷۷ | ۰/۴۱۷ | ۰/۳۶۹ | ۰/۳۲۸ | ۰/۲۹۱ | ۰/۱۳۶ | – | – |
| ۰/۸۶ | ۰/۵۹۳ | ۰/۴۵۰ | ۰/۳۹۰ | ۰/۳۴۲ | ۰/۳۰۱ | ۰/۲۶۴ | ۰/۱۰۹ | – | – |
| ۰/۸۷ | ۰/۵۶۷ | ۰/۴۲۴ | ۰/۳۶۴ | ۰/۳۱۶ | ۰/۲۷۵ | ۰/۲۳۸ | ۰/۰۸۳ | – | – |
| ۰/۸۸ | ۰/۵۴۰ | ۰/۳۹۷ | ۰/۳۳۷ | ۰/۲۸۹ | ۰/۲۴۸ | ۰/۲۱۱ | ۰/۰۵۶ | – | – |
| ۰/۸۹ | ۰/۵۱۲ | ۰/۳۶۹ | ۰/۳۰۹ | ۰/۲۶۱ | ۰/۲۲۰ | ۰/۱۸۳ | ۰/۰۲۸ | – | – |
| ۰/۹۰ | ۰/۲۸۴ | ۰/۳۴۱ | ۰/۲۸۱ | ۰/۲۳۳ | ۰/۱۹۲ | ۰/۱۵۵ | – | – | – |
| ۰/۹۱ | ۰/۲۵۶ | ۰/۳۱۳ | ۰/۲۵۳ | ۰/۲۰۵ | ۰/۱۶۴ | ۰/۱۲۷ | – | – | – |
| ۰/۹۲ | ۰/۲۲۶ | ۰/۲۸۳ | ۰/۲۲۳ | ۰/۱۷۵ | ۰/۱۳۴ | ۰/۰۹۷ | – | – | – |
| ۰/۹۳ | ۰/۳۹۵ | ۰/۲۵۲ | ۰/۱۹۲ | ۰/۱۴۴ | ۰/۱۰۳ | ۰/۰۶۶ | – | – | – |
| ۰/۹۴ | ۰/۳۶۳ | ۰/۲۲۰ | ۰/۱۶۰ | ۰/۱۱۲ | ۰/۰۷۱ | ۰/۳۴ | – | – | – |
| ۰/۹۵ | ۰/۳۲۹ | ۰/۱۸۶ | ۰/۱۲۶ | ۰/۰۷۸ | ۰/۰۳۷ | – | – | – | – |
| ۰/۹۶ | ۰/۲۹۲ | ۰/۱۴۹ | ۰/۰۸۹ | ۰/۰۴۱ | – | – | – | – | – |
| ۰/۹۷ | ۰/۲۵۱ | ۰/۱۰۸ | ۰/۰۲۸ | – | – | – | – | – | – |
| ۰/۹۸ | ۰/۲۰۳ | ۰/۰۶۰ | – | – | – | – | – | – | – |
| ۰/۹۹ | ۰/۱۴۳ | – | – | – | – | – | – | – | – |

برای دریافت فایل word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

## مراجع

IEC 56 - " High - voltage alternating - current circuit - breakers "

Part 5 : " Rules for the selection of circuit - breakers for service "

Part 6 : " Information to be given with enquiries , tenders and orders and rules for transport , erection and maintenance "

3- IEC 265 - " High - voltage switches "

4- IEC 549 - " High - voltage fuses for the external protection of shunt power capacitors "

5- " power capacitor hand book "

T. longland & T.W.Hunt & A. Breck

But terworths

جعفر نصرتیان ، علیرضا بهرام زاده "جایابی بهینه خازن های متعدد به روش جست و جوی کامل در شبکه های توزیع"

حسینیان ، سید حسین و وحیدی ، بهروز"بهینه کردن تلفات در سیستم های توزیع با استفاده از کاظم "

نظری ، محمود "تعیین بهترین مکان برای راکتورهای سلفی در شبکه های توزیع با استفاده از الگوریتم ژنتیک"