



جمهوری اسلامی ایران

فهرست استانداردها و مشخصات صنعتی ایران

مشماره استاندارد ایران

۲۷۸۱



خازنهای قدرت

چاپ اول

## موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران تنها سازمانی است در ایران که بر طبق قانون میتواند استاندارد رسمی فرآورده‌ها را تعیین و تدوین و اجرای آنها را با کسب موافقت شورایی عالی استاندارد اجباری اعلام نماید. وظایف و هدفهای موسسه عبارتست از:

(تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی - انجام تحقیقات بمنظور تدوین استاندارد بالا بردن کیفیت کالاهای داخلی، کمک به بهبود روشهای تولید و افزایش کارائی صنایع در جهت خودکفائی کشور - ترویج استانداردهای ملی - نظارت بر اجرای استانداردهای اجباری - کنترل کیفی کالاهای صادراتی مشمول استاندارد اجباری و جلوگیری از صدور کالاهای نامرغوب بمنظور فراهم نمودن امکانات رقابت با کالاهای مشابه خارجی و حفظ بازارهای بین المللی کنترل کیفی کالاهای وارداتی مشمول استاندارد اجباری بمنظور حمایت از مصرف کنندگان و تولیدکنندگان داخلی و جلوگیری از ورود کالاهای نامرغوب خارجی راهنمایی علمی و فنی تولیدکنندگان، توزیع کنندگان و مصرف کنندگان - مطالعه و تحقیق درباره روشهای تولید، نگهداری، بسته بندی و ترابری کالاهای مختلف - ترویج سیستم متریک و کالیبراسیون وسایل سنجش - آزمایش و تطبیق نمونه کالاها با استانداردهای مربوط، اعلام مشخصات و اظهارنظر مقایسه ای و صدور گواهینامه های لازم).

موسسه استاندارد از اعضاء سازمان بین المللی استاندارد میباشد و لذا در اجرای وظایف خود هم از آخرین پیشرفتهای علمی و فنی و صنعتی جهان استفاده مینماید و هم شرایط کلی و نیازمندیهای خاص کشور را مورد توجه قرار میدهد.

اجرای استانداردهای ملی ایران بنفع تمام مردم و اقتصاد کشور است و باعث افزایش صادرات و فروش داخلی و تأمین ایمنی و بهداشت مصرف کنندگان و صرفه جوئی در وقت و هزینه‌ها و در نتیجه موجب افزایش درآمد ملی و رفاه عمومی و کاهش قیمتتها میشود.

## تهیه کننده

### کمیسیون استاندارد خازنهای قدرت

#### رئیس

اعتماد - مسعود

مهندس برق

وزارت نیرو

#### اعضاء

آرین پور - مجید

مهندس برق

شرکت رگولانتکو

برلوا - داود

مهندس برق

شرکت پارس کاپاستیور

کارماژین - بوهان

مهندس برق

شرکت آ - ا - گ

#### دبیر

آزرمان - پرویز

فوق لیسانس فیزیک

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

# فهرست مطالب

خازنهای قدرت

هدف

دامنه کاربرد

تعاریف

وسیله تخلیه

اتصالات محفظه

سایر شرایط ایمنی

نوع آزمونها

اندازه‌گیری ظرفیت ( آزمونهای سری )

تلفات خازن

آزمون پایداری حرارتی ( آزمون نوعی )

آزمونهای ولتاژ

آزمون یونیزاسیون ( آزمون نوعی )

میزان عایق‌بندی و ولتاژهای آزمون بین ترمینال یا ترمینالها و زمین

پلاک مشخصات

اضافه بار مجاز

کلیات

انتخاب ولتاژ اسمی

دمای کار

شرایط خاص

اضافه ولتاژ

جریانهای اضافه بار

کلید قطع و وصل وسائل حفاظتی و اتصالات

انتخاب میزان عایق‌بندی

پیوست



بسمه تعالی

پیشگفتار

استاندارد خازنهای قدرت که بوسیله کمیسیون فنی برق و الکترونیک تهیه و تدوین شده و در بیست و چهارمین کمیته ملی استاندارد برق و الکترونیک مورخ ۶۴/۶/۱۰ مورد تأیید قرار گرفته ، اینک با استناد ماده یک قانون مواد الحاقی به قانون تأسیس مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران مصوب آذر ماه ۱۳۴۹ بعنوان استاندارد رسمی ایران منتشر می‌گردد .

برای حفظ همگامی و هماهنگی با پیشرفتهای ملی و جهانی در زمینه صنایع و علوم ، استانداردهای ایران در مواقع لزوم مورد تجدیدنظر قرار خواهند گرفت و هرگونه پیشنهادی که برای اصلاح یا تکمیل این استانداردها برسد در هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه واقع خواهد شد .  
بنابراین برای مراجعه به استانداردهای ایران باید همواره از آخرین چاپ و تجدیدنظر آنها استفاده نمود .

در تهیه و تدوین این استاندارد سعی شده است که ضمن توجه به شرایط موجود و نیازهای جامعه حتی‌المقدور بین این استاندارد و استاندارد کشورهای صنعتی و پیشرفته هماهنگی ایجاد نمود .

لذا با بررسی امکانات و مهارتهای موجود و اجرای آزمایش‌های لازم این استاندارد با استفاده از منابع زیر تهیه گردیده است :

IEC publication 70 (1967), 70 A (1968) power capacitors

## خازنهای قدرت

### قسمت اول

#### ۱ - هدف

هدف از تدوین این استاندارد عبارتند از :

الف - تنظیم مقررات ایمنی

ب - تنظیم مقررات یکسان با توجه به اجرا آزمون و مقادیر اسمی

ج - ارائه راهنمایی به منظور نصب و کاربرد .

## ۲ - دامنه کاربرد

۱-۲- این استاندارد شامل خازن و ملحقات آن بانضمام قطعاتی که برای تکمیل خازن بوده و به منظور اتصال به سیستم ولتاژ ضعیف یا قوی با حداکثر فرکانس ۱۰۰ هرتز که بویژه برای تصحیح ضریب قدرت بکار می‌رود می‌باشد .

یادآوری - موارد زیر مشمول این مقررات نبوده و ممکن است موضوع مقررات جداگانه‌ای باشد .

خازنهای سری

خازنهایی که برای کنترل حفاظت و اندازه‌گیری بکار می‌رود ( برای مثال خازنهای کوپلینگ و مشابه آن )

خازنهای کوچک مخصوص جریان متناوب برای لامپهای فلورسنت و لامپهای تخلیه و مدارهای الکتریکی روشنایی  
خازنهای راه‌انداز موتور و مشابه  
خازنهای ضد تداخل امواج رادیویی

۲-۲- این استاندارد برای خازنهایی در نظر گرفته شده است که دمای محیط کار در محدوده ۴۰- تا ۵۰+ درجه سلسیوس بوده و ارتفاع نصب آن از سطح دریا از ۱۰۰۰ متر تجاوز ننماید .

( دمای بیشتر از دمای مذکور و ارتفاع نصب بالاتر از ۱۰۰۰ متر باید از طرف خریدار اعلام شود )

بدین منظور خازنها در رده‌های دما ، طبقه‌بندی شده و هر رده به وسیله پائین‌ترین دمای محیط که خازن ممکن است دارای بار الکتریکی شود و از بین سه مقدار ۴۰- و ۲۵ و ۱۰- درجه سلسیوس می‌تواند انتخاب گردد و بالاترین حد دمای محیط که خازن در آن بکار می‌رود مطابق جدول زیر مشخص می‌شود .

حداقل دمای محیط بر حسب درجه سلسیوس			رده بندی بالاترین حد دمای بر حسب درجه سلسیوس
میانگین در فاصله یکسال	میانگین در فاصله ۲۴ ساعت	میانگین در فاصله یکساعت	
۲۰	۳۰	۴۰	۴۰
۳۰	۴۰	۴۵	۴۵
۳۵	۴۵	۵۰	۵۰

رده دماهای استاندارد عبارتند از :

$۴۰/+۴۰$  -  $۲۵/+۴۰$  -  $۱۰/+۴۰$  -  $۱۰/+۴۵$  - درجه سلسیوس

یادآوری ۱ - برای تعاریف دمای محیط و دمای محیط خنک کننده به بندهای

تعاریف ۳-۱۵ و ۳-۱۶ و بند فرعی ۱۸-۱ مراجعه شود .

۲ - خازنها ممکن است در دمای پائین تر از دمای محیط مربوط به رده خودش

عمل نماید مشروط بر اینکه از شارژ آن در این خودداری شود .

۲-۳- این مقررات شامل خازنهائیکه شرائط کار آنها معمولاً با مقررات در

خواستی اختلاف چندانی ندارد نمی شود و در غیر این صورت منوط به توافق

خریدار و سازنده است .

یادآوری : این استاندارد در مورد خازنهائیکه جزئی از لوازم برقی مختلف

می باشد بعنوان یک مجموعه بحساب آورده می شود .

### ۳- تعاریف

۳-۱- اجزاء خازن

یک جزء غیرقابل تفکیک از یک خازن که شامل الکترودهای جداگانه ای بوده و

به وسیله عایق از هم جدا شده باشد .

۳-۲- واحد خازن

مجموعه ای از یک یا چند جزء خازن در یک محفظه منفرد با ترمینالهای

خروجی .



### ۳-۳- گروه خازن

یک گروه از واحدهای خازن که از لحاظ الکتریکی به‌همدیگر متصل می‌باشند بعنوان مثال : مجموعه سه فازی که ممکن است با ارتباط سه واحد تک فاز تشکیل شود .

### ۳-۴- خازن

در این مقررات ، واژه خازن وقتی که لزومی بر تأکید خاصی روی معانی مختلف خازن یا مجموعه خازن و یا واحد خازن نباشد ، بکار برده می‌شود .

### ۳-۵- تجهیزات خازن

مجموعه‌ای از واحدهای خازن و لوازم مناسب برای اتصالات به مدار می‌باشد .

( برای مثال : کلیدها ، وسیله تخلیه بار الکتریکی و کابل‌های رابط )

### ۳-۶- وسیله تخلیه بار

وسیله‌ایکه در بین ترمینالها یا شینه وصل شده و یا در داخل خازن به منظور تقلیل ولتاژ مؤثر پس ماند تا به مقدار صفر ، پس از اینکه خازن از منبع ولتاژ قطع شده باشد تعبیه می‌شود .

### ۳-۷- ترمینالهای خط

عبارت از ترمینالهاییکه برای اتصال به خطوط منظور شده است . در مورد خازنهای چند فاز ، یک ترمینال به منظور اتصال به سیم خنثی می‌باشد ، هر چند که این ترمینال بعنوان ترمینال خط محسوب نمی‌شود .

### ۳-۸- ولتاژ اسمی $U_n$

مقدار مؤثر ولتاژ بین ترمینالها که خازن به طور مداوم ، آن را تحمل نماید . در خازنهاییکه شامل یک یا چند مدار جداگانه می‌باشد ( بعنوان مثال واحدهای تک فاز به منظور استفاده در اتصالات سه فاز یا واحدهای چند فاز با مدارهای جداگانه )  $U_n$  به ولتاژ اسمی هر مدار و در حالت خازنهای چند فاز با اتصالات الکتریکی داخلی بین فازها ،  $U_n$  به خط بین ترمینالها که بالاترین ولتاژ را دارا است اطلاق می‌شود .

### ۳-۹- ولتاژ عایق‌بندی $U_i$

میزان عایق خازن عبارت از مقدار ولتاژهای آزمون ( هم فرکانس صنعتی و

هم موج ضربه‌ای) که عایق بین ترمینالها و محفظه خازن با توجه به قدرت پایداری دی‌الکتریک مشخص می‌شود.

میزان عایق یک گروه خازن عبارت از مقدار ولتاژهای آزمون (هم فرکانس صنعتی و هم موج ضربه‌ای) که عایق بین ترمینالهای خط "یا ترمینال" یک گروه و اجزاء فلزی که برای اتصال به زمین منظور شده با توجه بقدرت پایداری دی‌الکتریک مشخص می‌شود.

۱۰-۳- قدرت اسمی

عبارت است از قدرت راکتیو در ولتاژ اسمی و فرکانس اسمی که برای هر خازنی طرح‌ریزی می‌شود.

۱۱-۳- جریان اسمی

عبارت است از مقدار مؤثر جریان در مسیر یک ترمینال خط در قدرت اسمی، ولتاژ اسمی و فرکانس اسمی.

۱۲-۳- تلفات خازن

عبارت است از قدرت اکتیو مصرف شده توسط خازن یادآوری: در صورتیکه مقررات دیگری وضع نشده باشد، تلفات خازن شامل مجموعه‌ای از تلفات فیوز و مقاومت‌های تخلیه و غیره می‌باشد.

۱۳-۳- تانژانت زاویه تلفات  $\tan \delta$

عبارت از نسبت تلفات خازن به قدرت راکتیو آن می‌باشد.

۱۴-۳- بالاترین ولتاژ سیستم  $U_m$

عبارت از بالاترین مقدار مؤثر ولتاژ بین دو خط که تحت شرایط کار عادی در هر زمانی و هر نقطه‌ای به سیستم اعمال می‌شود. این تغییرات ولتاژ گذرا مربوط به شرایط غیرعادی یا قطع ناگهانی مقدار زیادی از بار شبکه می‌باشد.

۱۵-۳- دمای محیط

عبارت از دمای هوای محیطی که خازن در آنجا نصب می‌شود.

۱۶-۳- دمای هوای خنک‌کننده

دمای هوای محیط خنک‌کننده در گرم‌ترین محل در گروه خازن و بین دو واحد خازن اندازه‌گیری می‌شود. اگر خازن شامل یک واحد باشد، دمای مذکور عبارت از دمای اندازه‌گیری شده در نقطه‌ایکه تقریباً در ۳۰ سانتیمتری

محفظه خازن و ارتفاع از سطح زیرین آن می‌باشد .

۳-۱۷- افزایش دمای محفظه

عبارت از اختلاف بین دمای گرمترین نقطه محفظه و دمای هوای خنک کننده می‌باشد .

۳-۱۸- دمای استاندارد برای آزمون

حد دمای استاندارد محیط برای آزمون ۱۵ تا ۳۵ درجه سلسیوس و در مواردیکه تصحیح ضرورت داشته باشد ، دمای مبنا ۲۰ درجه سلسیوس می‌باشد .

۳-۱۹- خازن قدرت خود ترمیم کننده با لایه فلزی

خازنهای قدرتی هستند که الکترودهای آنها روی ماده عایقی قرار گرفته و در صورت بروز اتصالی در یک محفظه ، لایه فلزی در اثر تبخیر در اطراف خودش ، عایق شده در نتیجه خازن در حالت کار باقی می‌ماند .

## قسمت دوم - شرایط ایمنی

### ۴- وسیله تخلیه

۴-۱- تجهیزات هر خازن باید با یک وسیله تخلیه که مستقیماً به طور ثابت به خازن وصل است مجهز باشد . چنانچه این وسیله مستقیماً بدستگاههای الکتریکی دیگر وصل باشد ، یک مدار تخلیه را تشکیل می‌دهد . بین وسیله تخلیه خازن نباید کلید قطع کننده ، فیوز کات اوت یا خازنهای سری قرار گیرند .

۴-۲- وسیله تخلیه ( یا تجهیزات الکتریکی مندرج در بند فرعی ۴-۱ ) باید ولتاژ پس ماند را از اندازه قله (Peak) ولتاژ اسمی  $U_n$  تا ۵۰ ولت یا کمتر در مدت زمان داده شده ، پس از آنکه خازن از منبع قطع شده باشد برساند . زمان مذکور در مورد خازن‌هائیکه ولتاژ اسمی آنها تا ۶۶۰ ولت می‌باشد یک دقیقه و در مورد خازنهای با ولتاژ اسمی بیش از ۶۶۰ ولت ، ۵ دقیقه می‌باشد .

یادآوری : چنانچه واحد خازن به طور سری بهم وصل شده باشد ، وسائل تخلیه برای هر کدام از خازنها ممکن است برای تضمین مطابقت آن با این بند ، بعلت تمرکز اثر ولتاژ پس ماند کافی نباشد .

چنانچه ولتاژ منبع آن قدر زیاد باشد که این حالت رخ دهد ، در این صورت

یک وسیله تخلیه خارجی اضافی باید مستقیماً بین گروه خازن وصل نمود .  
۳-۴- چنانچه خازنها در مدت زمان خیلی کوتاه قطع و وصل شوند ، باید  
طوری ترتیب داده شود که در زمان اعمال مجدد ولتاژ ، ولتاژ ترمینالهای  
خازن از ۱۰٪ ولتاژ مؤثر بیشتر نباشد .

۴-۴- پیش از لمس خازن ، نباید یک وسیله تخلیه ، جانشینی برای اتصال  
کوتاه نمودن ترمینالهای خازن به یکدیگر و به زمین باشد .  
یادآوری : بار پس ماند ممکن است گاهی اوقات روی اتصالات داخلی خازنهای  
متصل شده به طور سری بعلت سوختن فیوزها و یا قطع اتصالات داخلی و یا  
عمل غیر خطی ناشی از دی الکتریک در اثر اضافه ولتاژ باقی بماند . از این  
جهت این اتصالات داخلی باید قبل از لمس خازن ، به یکدیگر اتصال کوتاه داده  
و به زمین وصل شود .

## ۵ - اتصالات محفظه

خازنها با محفظه فلزی باید این امکان را داشته باشند که بتوان سیم حفاظتی  
را به آنها متصل نمود .

## ۶ - سایر شرایط ایمنی

خریدار باید در هنگام سفارش هر شرایط ویژه را با توجه به مقررات ایمنی  
مشخص نماید .

## بخش سوم - مقررات کیفی و آزمونها

### ۷ - نوع آزمونها

۷-۱- آزمونهای تعیین شده دو نوع می باشند ::

الف - آزمونهای سری شامل :

- ظرفیت ( بند ۸ )

- تلفات خازن ( بند فرعی ۹-۱ )

- آزمون ولتاژ مستقیم یا متناوب بین ترمینالها ( بند فرعی ۱۱-۱-۱ )

- آزمون ولتاژ متناوب بین ترمینالها و محفظه خازن ، آزمون خشک ( بند

فرعی ۱۱-۱-۲-الف )

- آزمون بین ترمینالها و زمین در مورد گروه خازن

ب - آزمونهای نوعی شامل :

- تلفات خازن در دمای فزاینده ( بند فرعی ۹-۲)

- آزمون پایداری حرارتی ( بند ۱۰)

- آزمون ولتاژ متناوب بین ترمینالها و محفظه ، آزمون خشک برای خازنهای ویژه نصب در هوای آزاد ، آزمون باران مصنوعی ( بند فرعی ۱۱-۱-۲-الف و ب و ج )

- آزمون ولتاژ ضربه‌ای بین ترمینالها و محفظه خازن به منظور نصب در هوای آزاد ( بند فرعی ۱۱-۱-۳)

- آزمون یونیزاسیون ( بند ۱۲)

- آزمون خازنهای خود ترمیم کننده ( بند فرعی ۱۱-۱-۵) فقط در مورد خازنهای قدرت خود ترمیم کننده ، با لایه فلزی می باشد .

۷-۲- آزمونهای سری روی هر کدام از خازنهای آماده برای بهره‌برداری انجام می‌شود .

۷-۳- آزمونهای نوعی به منظور اثبات سالم بودن طرح خازن و مناسب بودن آنها برای کار تحت شرایط این مقررات می‌باشد . آزمونهای نوعی باید توسط سازنده قبل از تحویل خازنها انجام شده و گواهینامه نتایج جزئیات آزمونها باید بنا به درخواست خریدار به وی تحویل گردد . این آزمونها باید بر روی خازن از طرح معادل خازن ارائه شده یا روی خازنی که طرح آن اختلافی با خازن قبلی نداشته باشد انجام شود . در هر حال ممکن است اثر خصوصیات آن توسط آزمونهای نوعی کنترل شود .

آزمونهای نوعی یا تعداد مشخصی از این آزمونها باید توسط سازنده فقط تحت قرار داد ویژه و توافق خریدار در صورت درخواست مندرج در متن قرارداد ، تکرار شود . تعداد خازنهای نمونه که ممکن است در معرض چنین آزمونهای تکراری قرار گیرد ، باید با موافقت سازنده و خریدار بوده و در متن قرارداد گنجانده شود .

۷-۴- هر نمونه خازن که آزمونهای نوعی روی آن اعمال شود ، باید ابتدا به طور رضایت‌بخش در مقابل تمام آزمونهای سری پایداری نماید و این بدان معنی نیست که تمام آزمونهای نوعی روی همان نمونه خازن انجام شود بلکه

آن نمونه‌ها با طرح یکسان و طرز ساخت مشابه تولید شده باشد .

## ۸- اندازه‌گیری ظرفیت ( آزمونه‌های سری )

۸-۱- ظرفیت خازن باید در دمای استاندارد آزمون ( در ولتاژ اسمی و فرکانس اسمی اندازه‌گیری شود . در صورت تغییر شرائط ، ضرائب تصحیح باید تعیین گردد .

از اشتباهات اندازه‌گیری که توسط امواج هارمونیک ، مقاومتها ، سیم‌پیچی و مدارهای مسدود کننده پیش می‌آید باید جلوگیری نمود .

در هر حال اندازه‌گیری در هر ولتاژ و فرکانس دیگر به منظور تصحیح ضرائب مناسب که بین سازنده و خریداری توافق می‌شود ، مجاز می‌باشد .  
یادآوری : توصیه می‌شود که ظرفیت خازن با ولتاژ تقریباً اسمی قبل و بعد از اعمال آزمونه‌های ولتاژ به منظور مشاهده هر نوع تغییر ظرفیت و بررسی عملکرد فیوز ، اندازه‌گیری شود .

۸-۲- ظرفیت خازن بر اساس دمای ۲۰ درجه سلسیوس و ولتاژ و فرکانس اسمی نباید از ظرفیت اسمی ( حک شده روی پلاک مشخصات ) از ارقام زیر تجاوز نماید :

۵- یا ۱۰%+ در مورد خازنها به صورت واحد

۰- یا ۱۰%+ در مورد خازنها به صورت گروه

یادآوری : جهت بدست آوردن قدرت خازن سه فاز از خازن تکفاز اندازه‌گیری شده طبق فرمول داده شده در ضمیمه پ محاسبه می‌شود .

۸-۳- در خازنهای سه فاز ، نسبت حداکثر به حداقل مقادیر ظرفیت اندازه‌گیری شده بین هر دو ترمینال با ولتاژ اسمی بیش از ۶۶۰ ولت نباید بالاتر از ۱/۰۶ و در مورد خازنهایی با ولتاژ اسمی مساوی یا کمتر از ۶۶۰ ولت نباید از ۱/۰۸ تجاوز نماید .

## ۹- تلفات خازن

۹-۱- آزمونه‌های سری

در مورد آزمون سری که بخاطر بررسی تولید همسان انجام می‌شود .  
تانژانت زاویه تلفات باید در محدوده دمای استاندارد اندازه‌گیری شود ( بند

فرعی ۳-۱۸) شرایط آزمون استاندارد بر اساس ولتاژ اسمی و فرکانس اسمی خازن می‌باشد. اندازه‌گیری ممکن است در ولتاژ و فرکانس دیگری به منظور تصحیح ضرائب مناسب انجام شود که منوط به توافق سازنده و خریدار می‌باشد.

یادآوری: چنانچه تعداد زیادی خازن کوچک تحت آزمون قرار گیرد ممکنست بر اساس توافق سازنده و خریدار، آزمون روی تعدادی از نمونه خازنها انجام شود.

#### ۹-۲- آزمون نوعی

در آزمون نوعی، تانژانت زاویه تلفات باید، هم در آزمون سری و هم ولتاژ اسمی و فرکانس اسمی و در دمای همسان برابر  $2 \pm 75$  درجه سلسیوس بر روی خازن اندازه‌گیری شود.

در این آزمون دوم، خازن باید فقط در اثناً اندازه‌گیری، شارژ شود و در زمان مدت کوتاه ممکنه، اندازه تانژانت زاویه تلفات نباید بالاتر از مقادیر تعیین شده به وسیله سازنده که در کاتالوگ مربوطه ذکر شده و یا مقادیری که در قرارداد ویژه‌ای توافق گردیده است تجاوز نماید. هر دو اندازه‌گیری ممکن است در یک ولتاژ و فرکانس مختلف از مقادیر اسمی حاصله از ضرائب تصحیح که بین سازنده و خریدار توافق شده است انجام گردد.

چنانچه انجام آزمون در دمای  $75$  درجه سلسیوس مقدور نباشد طرفین قرارداد ممکن است بجای آن با اندازه‌گیری تانژانت زاویه تلفات در پایان آزمون پایداری حرارتی موافقت کنند (بند فرعی ۱۰-۳)

یادآوری: ۱- چنانچه قبل از قرارداد، تحویل یک نوع خازن مورد نظر باشد، (بند فرعی ۷-۳) آزمون زاویه تلفات در دمای  $75$  درجه سلسیوس تعیین شده در این بند، ممکن است به منظور کنترل کیفیت ثابت تولید انجام گیرد. اگر نتایج حاصله به مقدار زیادی از نتایج انواع سری اختلاف نداشته باشد، تکرار آزمون پایداری حرارتی ممکن است حذف شود مگر اینکه به وسیله خریدار مخصوصاً تأکید گردد.

۲- اندازه‌گیری تانژانت تلفات در دمای بالا و در ولتاژ پائین (مانند  $U_n / 0.1$ ) به منظور تعیین درجه نفوذپذیری دی‌الکتریک، تحت بررسی می‌باشد.

## ۱۰- آزمون پایداری حرارتی (آزمون نوعی)

- ۱-۱۰- این آزمون به منظور اطمینان پایداری حرارتی خازن تحت شرایط اضافه بار مدام در حد مجاز مندرج در بند ۱۵ می باشد .  
یادآوری : توصیه می شود که خازن انتخابی برای این آزمون حتی الامکان باید دارای توانی نزدیک به توان اسمی باشد .
- ۱۰-۲- خازن باید تحت شرایط طبیعی خنک شونده در محفظه ای که دمای آن ( بند فرعی ۳-۱۶ ) در حد بالای طبقه بندی دما می باشد طبق جدول زیر قرار داده شود .

حد بالای طبقه بندی دما درجه سلسیوس	دمای هوای خنک کننده در محفظه درجه سلسیوس
۴۰	۴۵
۴۵	۵۰
۵۰	۵۵

- در اثنا این آزمون ، دمای هوای خنک کننده باید به وسیله دماسنج کنترل شود بطوریکه مدت زمان ثابت حرارتی تقریباً در حدود یک ساعت باشد . در اثنا کلیه مراحل آزمون ، اختلاف بین دمای هوای خنک کننده اندازه گیری شده و دمای آزمون تعیین شده نباید از ۲ درجه سلسیوس تجاوز کند .
- ۱۰-۳- پس از آنکه کلیه قسمت های خازن به دمای خنک کننده محیط رسید ، خازن باید به مدت ۴۸ ساعت تحت ولتاژ با فرکانس اسمی و کاملاً فرم سینوسی قرار گیرد .

قدر مطلق ولتاژ باید طوری باشد که توان خازن مساوی  $1/44$  برابر توان اسمی آن باشد ( به یادآوری بند ۱۰-۱ نیز مراجعه شود ) .  
در اثنا ۱۰ ساعت آخر ، تانژانت زاویه تلفات یا دمای محفظه نزدیک به بالا یا پائین سطح اشباع شده باید هر دو ساعت اندازه گیری شده و در تمام مراحل این دوره ۱۰ ساعت ، تانژانت زاویه تلفات یا افزایش دمای محفظه نباید تا بیش از حساسیت اندازه گیری افزایش یابد ( بند فرعی ۳-۱۷ ) که در مورد اندازه tan



$\delta$ ، بیشتر از و بیشتر از  $\pm 0/5$  درجه سلسیوس نباشد .

چنانچه تغییرات بیشتری مشاهده شود ، آزمون را باید تا مرحله پایداری یا بروز شکست ولتاژ ادامه یابد .

یادآوری : ۱ - ولتاژ اعمال شده برای بدست آوردن توانی مساوی  $1/44$  برابر توان اسمی طبق فرمول زیر است .

$$U_t = 1/2 U_n \sqrt{\frac{C_n}{C_t}}$$

که در این فرمول :

$U_t$  = ولتاژ آزمون

$U_n$  = ولتاژ اسمی

$C_n$  = ظرفیت اسمی مربوط به توان اسمی

$C_t$  = ظرفیت اندازه‌گیری شده خازن مورد آزمون می‌باشد .

۲ - برای تعیین این موضوع که آیا شرایط رضایت‌بخش است ، تغییرات ولتاژ و فرکانس و دمای هوای خنک کننده در اثنا آزمون باید مورد توجه قرار گیرد .  
برای این منظور توصیه می‌شود که این پارامترها و تانژانت زاویه تلفات یا افزایش دما بر حسب زمان به صورت نموداری ترسیم شود .

۳ - اندازه‌گیری نهائی زاویه تلفات ممکن است جایگزین آزمون نوعی ( طبق بند فرعی ۹-۲) شود ( به آخر بند فرعی ۹-۲ مراجعه شود ) .

۴ - آزمون با فرکانس‌های دیگر که از ۲۰٪ فرکانس اسمی تجاوز ننماید مجاز بوده و بستگی به توافق سازنده و خریدار دارد .

تعادل متناسب برای تغییرات فرکانس توسط تغییرات ولتاژ آزمون و یا تغییرات دما می‌تواند نیز قابل قبول باشد .

۱۰-۴ - قبل و پس از آزمون ، ظرفیت باید در محدوده دمای استاندارد

اندازه‌گیری شده و اختلاف دمای خازن برای دو اندازه‌گیری نباید از پنج درجه سلسیوس تجاوز نماید . تغییر ظرفیت خازن نباید از ۲٪ تجاوز نماید .

## ۱۱ - آزمونهای ولتاژ

۱۱-۱ - واحدهای خازن

### ۱۱-۱-۱- آزمون ولتاژ بین ترمینالها ( آزمون سری )

هر خازنی که باید به مدت ۱۰ ثانیه تحت آزمون الف یا ب که در ذیل آمده است قرار گیرد ، اگر توافقی بعمل نیامده باشد انتخاب بعهدہ سازنده می باشد .

الف - آزمون ولتاژ مستقیم با کمیت  $U_t = 4/3 U_0$

یادآوری : جریانهای شارژ و تخلیه باید به ۱۰ برابر جریان اسمی محدود شود . از لحظه رسیدن ولتاژ آزمون بعد کامل باید ۱۰ ثانیه سپری شود .

ب - آزمون ولتاژ متناوب با کمیت  $U_t = 2/15 U_0$

$U_0$  مقدار مؤثر ولتاژ بین ترمینالها که در اتصالات آزمایش دارای همان فشار دی الکتریک در عناصر خازن همانند ولتاژ اسمی  $U_n$  در کار عادی ، می باشد . آزمون جریان متناوب باید با ولتاژ تقریباً سینوسی در فرکانس بین ۱۰ هرتز و ۱۰۰ هرتز و ترجیحاً نزدیک به فرکانس اسمی انجام گیرد .

یادآوری : برای خازنهای چند فازه ، اتصالات آزمون باید طوری باشد که  $U_0$  حداقل مساوی  $U_n$  باشد تا به وسیله آن آزمون کافی کلیه عایق بندی بین اتصالات انجام شود .

### ۱۱-۱-۲- آزمونهای جریان متناوب بین ترمینالها و محفظه

الف - آزمون خشک ( آزمون سری )

واحدهای خازن با ترمینالهای ایزوله شده از محفظه باید به مدت ۱۰ ثانیه تحت آزمون ولتاژ بین ترمینالها و محفظه قرار گیرد ( متصل بهم ) و ولتاژ آزمون باید ولتاژ متناوب با فرکانس بین ۱۰ هرتز و ۱۰۰ هرتز باشد و میزان توسط سطح عایق بندی واحد خازن تعیین شده است ( جدول بند ۱۳ )

ب - آزمون خشک ( آزمون نوعی )

مقررات بند فرعی ۱۱-۱-۲- الف برای آزمون نوعی بجز در مواردیکه مدت زمان از ۱۰ ثانیه به یکدقیقه افزایش داده شود اعمال می شود .

ج - آزمون رطوبت ( آزمون نوعی )

واحدهای خازن مورد استفاده در فضای باز با ترمینالهای چینی باید تحت آزمون گفته شده در آزمون ب و تحت شرایط باران مصنوعی قرار گیرد . باران مصنوعی و روش آزمون باید مطابق نشریه IEC شماره ۶۰ باشد . ( تکنیکهای آزمون ولتاژ بالا )

۱۱-۱-۳- آزمون ولتاژ ضربه‌ای بین ترمینالها و محفظه ( آزمون نوعی )  
واحدهای خازن با کل ترمینالهای عایق شده از بدنه قبل از آزمون جریان  
متناوب تعیین شده در بند ۱۱-۱-۲ باید تحت آزمون ولتاژ ضربه‌ای قرار  
گیرد .

$\frac{1}{2}$

آزمون ولتاژ ضربه‌ای باید با موج میکروثانیه انجام شود . ( همانطوریکه  
در IEC شماره ۶۰ تعریف شده است ) که میزان قله آن طبق سطح عایق‌بندی  
واحد خازن باشد . ( جدول بند ۱۳ )  
عدم عیب در اثناء آزمون به وسیله منحنی نگار اشعه کاتدیک برای ثبت ولتاژ  
و بررسی شکل موج بکار می‌رود مشخص می‌شود .  
پنج ضربه روی هر قطب بین ترمینالهای متصل بهم و بدنه باید اعمال شود .  
در حالتی که قطع یا جرقه بیش از یک ضربه از سری پنج ضربه‌ای روی همان  
قطب رخ دهد واحدها مردود شده تلقی می‌شوند . اگر یک قطع ولتاژ در  
سری‌های پنج ضربه‌ای رخ دهد ، آزمون با اعمال ۱۰ ضربه اضافی روی همان  
قطب باید انجام شود .

اگر هیچ جرقه‌ای رخ ندهد ، واحد خازن در آزمون قبول شده تلقی می‌گردد .  
واحدهائیکه یکی از ترمینالهای آن به طور دائم به بدنه وصل می‌باشد و این  
بدنه برای اتصال به زمین منظور شده یا پوشش خارجی آن عایق‌بندی شده و  
واحدهائیکه برای نصب در فضای آزاد منظور نشده است ، تحت این آزمون  
قرار نمی‌گیرد .

۱۱-۱-۴- آزمون تخلیه

واحدهای خازن باید به وسیله ولتاژ جریان مستقیم به میزان دو برابر ولتاژ  
اسمی موثر شارژ شده و سپس توسط یک عدد جرقه زن مناسب که حتی المقدور  
نزدیک خازن باشد ، عمل تخلیه انجام می‌شود . باید پنج بار در مدت ۱۰ دقیقه  
تحت عمل تخلیه قرار گیرد .

پنج دقیقه بعد از این آزمون ، خازن باید تحت آزمون ولتاژ بین ترمینالها  
( همانگونه که در بند فرعی ۱۱-۱-۱ گفته شده ) قرار گیرد .

ظرفیت خازن باید قبل از تخلیه و بعد از آزمون ولتاژ اندازه‌گیری شود تغییر

ظرفیت نباید از ۲٪ تجاوز نماید .

۱۱-۲- گروه‌های خازن - آزمون بین ترمینالها و زمین ( آزمون سری )  
چنانچه واحدهای گروه خازن یا عایق تکیه‌گاه خازن که سطح عایق‌بندی آن کمتر از مقدار گروه خازن باشد ، آزمونهای اضافی باید برای تعیین عایق‌بندی مجموعه کامل خازن و آزمونهای پایداری با ولتاژی برابر سطح عایق‌بندی گروه انجام شود .

## ۱۲- آزمون یونیزاسیون ( آزمون نوعی )

ولتاژهای آزمون اعمال شده در اثناء این آزمون باید تقریباً سینوسی و فرکانس آن تقریباً فرکانس اسمی خازن باشد . حتی‌المقدور جهت تقلیل ولتاژگذرا ، در مدار آزمون باید مقاومت‌های مناسبی قرار داد .  
در تمام مراحل آزمون ، دمای هوای محیط باید  $1 \pm 25$  درجه سلسیوس باشد . ولتاژ اسمی باید به منظور اطمینان از حصول به دمای معادل به مدت زمان کافی به خازن اعمال شود . و پس از ولتاژ آزمون به میزانی که بین سازنده و خریدار توافق شده است باید فقط یکبار به مدت یک ثانیه به خازن اعمال شود . سپس ولتاژ باید بمیزان  $1/2$  برابر ولتاژ اسمی تقلیل داده شده و به مدت ۱۰ دقیقه تحت آن ولتاژ باقی بماند . بعد از آن ولتاژ را باید به  $1/5$  برابر ولتاژ اسمی افزایش داده و به مدت ۳۰ دقیقه تحت آن ولتاژ باقی بماند . در اثناء ۱۰ دقیقه این دوره نباید افزایش سطح یونیزاسیون مشاهده شود . قبل و بعد از آزمون ، ظرفیت خازن باید بر طبق بند فرعی ۸-۱ تحت همان شرایط برای دو مقادیر ظرفیت اندازه‌گیری شود . هیچگونه ظرفیت قابل ملاحظه‌ای نباید از این مقادیر اندازه‌گیری شده عدول نماید .

در نتایج این اندازه‌گیری‌ها دو عامل زیر باید مورد توجه قرار گیرد :

الف - امکان فراهم نمودن شرایط مجدد آزمون جهت اندازه‌گیری

ب - با علم به این موضوع که تغییرات داخلی در عایق ممکن است باعث

تغییرات جزئی ظرفیت خازن بدون قطع یکی از المنتهای آن باشد .

یادآوری ۱ - میزان ولتاژ اعمال شده در مدت زمان یک ثانیه تعیین نشده است

این میزان باید با توجه به بشرایط کار خازن و بویژه اضافه ولتاژها بانضمام

امواج حاصله از قطع و وصل کلید در شبکه‌ای که خازن در آن نصب خواهد

شد انتخاب گردد .

۲ - این آزمون باید بر طبق مرحله آزمون بالا بدون قطع ولتاژ انجام شود .

۳ - چنانچه ظرفیت خازن مورد آزمون نسبت به دستگاههای بسیار حساس اندازهگیری زیاد باشد ممکن است اندازهگیری سطح یونیزاسیون خازن چندان دقیق نباشد .

در این حالت باید بین سازنده و خریدار ، برای آزمون انجام شده روی مدول واحد خازن با ظرفیت کمتر ولی با همان طرح و همان ساختمان توافق حاصل شود .

۴ - واژه " یونیزاسیون " بکار برده شده در اینجا ، به تخلیههای تولید شده در دیالکتریک اطلاق شده و معادل واژه " تخلیه جزئی " می باشد ..

۵ - این چنین روشهای آزمون مثل اندازهگیری تانژانت زاویه تلفات برای پی بردن به وجود یونیزاسیون تلقی نمی شود . مقررات عمومی مربوط به اندازهگیریهای یونیزاسیون در ضمیمه الف داده شده است .

## ۱۳ - میزان عایق بندی و ولتاژهای آزمون بین ترمینال یا

### ترمینالها و زمین

جدول زیر میزان استاندارد عایق بندی را با بالاترین ولتاژهای سیستم  $U_m$  مربوط به آن نشان می دهد . میزان عایق بندی به وسیله مقدار موثر ولتاژ متناوب با فرکانس صنعتی و مقادیر قله ولتاژ آزمون ضربه ای ، در هر یک از ردیفهای جدول ذکر شده است .

میزان عایق بندی خازن باید از مقادیر استاندارد انتخاب گردد ( بند ۲۳ )

جدول ۱ ردیف ولتاژهای زیر  $U_m = 100 \text{ kv}$  (بر اساس ولتاژهای متداول در اروپا)

میزان عایق بندی		بالاترین ولتاژ سیستم بین فاز و فاز کیلوولت (موثر)
ولتاژ آزمون ضربه ای میزان قلته کیلوولت	ولتاژ آزمون متناوب با فرکانس صنعتی کیلوولت (موثر)	
۱۵	۳	/۶
۲۵	۶	۱/۲
۳۵	۱۱	۲/۴
۴۵	۱۶	۳/۶
۶۰	۲۲	۲/۲
۷۵	۲۸	۱۲
۹۵	۳۸	۱۲/۵
۱۲۵	۵۰	۲۴
۱۷۰	۷۰	۳۶
۲۵۰	۹۵	۵۲
۳۲۵	۱۴۰	۷۲/۵

میزان عایق بندی				بالاترین ولتاژ سیستم بین فازو فاز کیلو ولت مؤثر
ولتاژ آزمون ضربه ای، میزان قله کیلو ولت		ولتاژ آزمون متناوب با فرکانس صنعتی کیلو ولت مؤثر		
عایق بندی کمتر	عایق بندی بیشتر	عایق بندی کمتر	عایق بندی بیشتر	
۳۸۰	۴۵۰	۱۵۰	۱۸۵	۱۰۰
۴۵۰	۵۵۰	۱۸۵	۲۳۰	۱۲۳
۵۵۰	۶۵۰	۲۳۰	۲۷۵	۱۴۵
۶۵۰	۷۵۰	۲۷۵	۳۲۵	۱۷۰
۹۰۰	۱۰۵۰	۳۹۵	۴۶۰	۲۴۵
۸۲۵		۳۶۰		
۱۱۷۵		۵۱۰		۳۰۰
۱۰۵۰		۴۶۰		
۱۳۰۰		۵۷۰		۳۶۲
۱۱۷۵		۵۱۰		
۱۵۵۰		۶۸۰		۴۲۰
۱۴۲۵		۶۳۰		
۱۶۷۵		۷۴۰		۵۲۵
۱۵۵۰		۶۸۰		

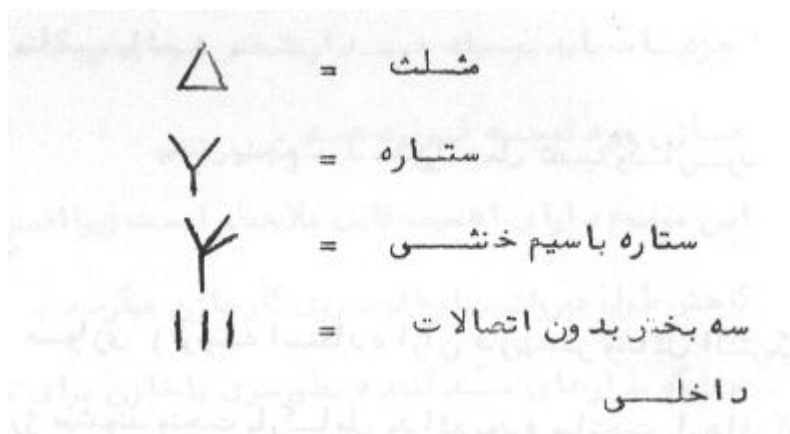
یادآوری: میزان عایق بندی بیشتر، برای دستگاههایی که سیم خنثی آن نسبت به زمین ایزوله بوده و یا بوسیله تجهیزاتی متصل بزمین شده و یا سیستمهایی که به طور مؤثر زمین نشده اند، بکار می رود. میزان عایق بندی کمتر، ممکن است فقط برای سیستمی که به طور مؤثر زمین شده است بکار رود (به نشریه IEC شماره ۷۱ مراجعه شود).

## بخش چهارم - مشخصات اسمی

### ۱۴ - پلاک مشخصات

۱۴-۱ - مشخصات ذیل باید بر روی پلاک مذکور هر واحد زمان خازن حک شود (بجز مواردیکه در یادآوری بعدی ذکر شده است).

- ۱ - نام سازنده
  - ۲ - شماره سری
  - ۳ - توان اسمی بر حسب کیلووار ( بند فرعی ۱۴-۲)
  - ۴ - ولتاژ اسمی بر حسب ولت یا کیلو ولت
  - ۵ - فرکانس اسمی بر حسب هرتز
  - ۶ - طبقه بندی دما
  - ۷ - علامت ویژه اتصال ، فقط در مورد واحدهای چند فازه ( بند فرعی ۱۴-۲)
  - ۸ - میزان عایق بندی ( بند ۱۴-۳)
  - ۹ - وسیله تخلیه ( اگر در داخل آن نصب شده باشد )
- روی پلاک مشخصات باید جائی برای ظرفیت اندازه گیری شده یا جریان اندازه گیری شده در ولتاژ اسمی و فرکانس ایمنی پیش بینی شود ، این مقادیر اندازه گیری شده ممکن است بعنوان مقادیر مطلق یا درصد مقادیر معادل توان اسمی نشان داده شود .
- اطلاعات بیشتر که برای ایمنی افراد یا لوازم اهمیت دارد باید در پلاک مشخصات یا در دستورالعمل پیوست آن درج شود . در حالت اخیر ، پلاک مشخصات باید دارای راهنمایی جهت رجوع بدستورالعمل را داشته باشد .
- یادآوری : در صورتیکه در خازنهای کوچک جائی برای نشان دادن کلیه علائم و ارقام بالا روی پلاک مشخصات نباشد مشخصات ردیفهای ۷ و ۸ و ۹ ممکن است در اوراق دستورالعمل درج شود . روی پلاک مشخصات باید راهنمایی برای مراجعه به این اوراق باشد .
- ۱۴-۲- نوع اتصال باید با علائم زیر نشان داده شود :



در مورد واحدهای سه فاز ، قدرت کل باید داده شود .



۱۴-۳- میزان عایق‌بندی باید به وسیله دو عدد جداگانه نشان داده شود .  
اولین عدد مقدار مؤثر ولتاژ آزمون با فرکانس صنعتی بر حسب کیلو ولت و  
دومین عدد مقدار قله ولتاژ آزمون ضربه‌ای را بر حسب کیلو ولت نشان  
می‌دهد ( بعنوان مثال ۲۸/۷۵) در مورد واحد خازن‌هائیکه برای نصب در  
فضای آزاد منظور نشده است ، دومین عدد باید خط جایگزین می‌شود ( بعنوان  
مثال- ۲۸/ )  
( نشریه = IEC شماره ۷۱ )

## ۱۵- اضافه بار مجاز

۱-۱۵- حداکثر ولتاژ مجاز  
واحدهای خازن باید برای کار دراز مدت تحت ولتاژ مؤثر بین ترمینالها که از  
۱/۱ برابر ولتاژ اسمی تجاوز نکند بااستثنای ولتاژهای گذرا ، مناسب باشد .  
( به بند ۱۷ مراجعه شود )  
۲-۱۵- حداکثر جریان مجاز  
واحدهای خازن باید برای کار پیوسته در جریان خطی مؤثر که از ۱/۳ برابر  
جریانی که در ولتاژ اسمی سینوسی و فرکانس اسمی برقرار است بجز در  
جریانهای گذرا ، مناسب باشد .

## بخش پنجم - دستورالعمل نصب و کاربرد

### ۱۶- کلیات

از خازنهای موازی ( گرچه استفاده از آن در بیشتر وسائل الکتریکی معمول  
نیست ) وقتیکه شارژ می‌شوند و تحت بار کامل و دائم بوده و یا تحت بارهائی  
که فقط در اثر تغییرات ولتاژ متفاوت از این میزان می‌باشد ، استفاده می‌گردد .  
اضافه فشار الکتریکی و اضافه دما ، عمر خازن را کم نموده و بنابراین شرایط  
کار ( مثل دما ، ولتاژ و جریان ) باید دقیقاً کنترل شود . باید توجه نمود که  
تمرکز خازنها در یک سیستم ممکن است شرایط کار غیرمطلوب را ایجاد  
نماید ، ( به طور مثال تقویت هارمونیکها ، خود تحریکی ماشینها ، اضافه ولتاژ  
مربوط به قطع و وصل ، عمل نارسای دستگاههای گیرنده صوتی با کنترل از  
راه دور ) به سبب مختلف بودن انواع خازنها و عوامل گوناگون دیگر ، بکار

گرفتن یک مقررات ساده برای نصب و کار آنها در تمام حالات ممکنه امکان پذیر نیست .

اطلاعات زیر از بیشتر نقطه نظرهای مهم مربوطه باید مورد توجه قرار گیرد .  
بعلاوه ، از دستورات سازنده و مسئولان تامین نیرو باید پیروی گردد ، بویژه در مواردیکه قطع خازنها تحت شرایط بار کم هستند .

## ۱۷- انتخاب ولتاژ اسمی

۱۷-۱- اصولاً ولتاژ اسمی خازن باید معادل ولتاژ واقعی شبکه‌ای که در آن خازن نصب می‌گردد باشد ، ضمناً موضوع اضافه ولتاژ ایجاد شده توسط خازن را باید در نظر گرفت در شبکه‌های بخصوصی ، اختلاف قابل ملاحظه‌ای ممکن است بین ولتاژ واقعی و ولتاژ اسمی شبکه وجود داشته باشد .  
جزئیات باید به وسیله خریدار مشخص شود بطوریکه سازنده این نکته را در ساخت خازن مورد توجه قرار دهد .

این موضوع دارای اهمیت قابل ملاحظه‌ایست زیرا افزایش ولتاژ روی عایق باعث کاهش طول عمر و اثر نامطلوب روی گاز خازن می‌گردد .  
جائیکه مدارهای سد کننده بطور سری با خازن برای تقلیل اثرات هارمونیک و غیره بسته می‌شوند ، در نتیجه افزایش ولتاژ روی ترمینالهای خازن بیش از ولتاژ عملی شبکه ، ضرورت افزایش ولتاژ اسمی خازن را ایجاب می‌نماید .  
اگر هیچ اطلاعاتی در دسترس نباشد ، ولتاژ واقعی کار خازن باید برابر ولتاژ اسمی شبکه فرض شود .

یادآوری :

۱- از حد زیاد ایمنی در انتخاب ولتاژ اسمی  $U_n$  باید احتراز نمود زیرا در این صورت میزان توان خازن در برابر توان آن کاهش خواهد یافت .

۲- به بند فرعی ۱-۱۵ مربوط به حداکثر ولتاژ مجاز رجوع شود .

۱۷-۲- چنانچه تعیین ولتاژ روی ترمینالهای خازن بر طبق بند فرعی ۱-۱۷ مورد نظر باشد نکات زیر باید رعایت شود .

الف - خازنها موجب افزایش ولتاژ در حوزه محل نصب خود می‌شوند . این افزایش ولتاژ حتی ممکن است باعث تشدید هارمونیکهای موجود گردد .  
لذا خازنها قبل از وصل به شبکه ، توانائی کار در ولتاژ بالاتر از ولتاژ

اندازه‌گیری شده را دارند .

ب - ولتاژ روی ترمینالهای خازن ممکن است به ویژه در زمانهای با بار کم ، بالا باشد . در چنین حالتی ، باید تعدادی یا تمامی خازنها را بمنظور پیش‌گیری از فشار زیاده از حد به خازنها و افزایش ولتاژ ، از شبکه جدا نمود ( بند فرعی ۲۰-۳ مراجعه شود ) .

۱۷-۳- خازنها فقط در حالت اضطراری باید در حداکثر ولتاژ مجاز و حداکثر دمای محیط به طور همزمان و سپس برای مدت زمانهای کوتاه کار کند .

## ۱۸ - دمای کار

۱۸-۱- توجه خاصی باید به دمای کار خازن به جهت تأثیر زیاد آن روی عمر خازن مبذول گردد . در این صورت عامل تعیین کننده ، دمای گرم‌ترین نقطه داخل خازن می‌باشد . ولی اندازه‌گیری این دما مستقیماً در هنگام کار خازن غیر ممکن است . میزان میانگین بیش از یک ساعت دمای هوای خنک کننده ، نباید بیش از ۵ درجه سلسیوس دمای محیط ، نشان داده شود و برای رده‌بندی مناسب در دومین ستون از جدول بند فرعی ۱-۲ تجاوز کند ( بند فرعی ۳-۱۶ مراجعه شود )

۱۸-۲- خازنها باید طوری قرار گیرند که فضای کافی برای تشعشع و تبادل حرارتی حاصل از تلفات خازن وجود داشته باشد .  
در این خصوص نکات زیر اهمیت دارد :

الف - تهویه اطاقی که خازن در آن قرار دارد و ترتیب گردش هوا در اطراف هر واحد از خازن باید در نظر گرفته شود . این موضوع به ویژه هنگامیکه واحدهای خازن بالای یکدیگر قرار می‌گیرند اهمیت خاصی دارد .

ب - دمای خازنهای تحت تشعشعات خورشیدی یا هر منبعی با دمای بالا ، افزایش خواهد یافت ، منوط به دمای هوای خنک کننده ، شدت سرما و تشعشعات و زمان آن ، انتخاب یکی از روشهای اصلاحی زیر ممکن است ضروری باشد :

۱ - حفاظت خازن از تشعشعات

۲ - انتخاب خازنی که برای دمای بالاتر محیط طراحی شده است ( به طور

مثال رده‌بندی ۴۵+/۱۰- درجه سلسیوس بجای ۴۰+/۱۰- درجه سلسیوس )

یا یکنوع خازن با طرح مناسب‌تری انتخاب شود .

۳- بکار گرفتن خازنها با ولتاژ اسمی بالاتر از آنچه در بند ۱۷ گفته شده است ( تقلیل قدرت اکتیو باید بحساب آورده شود . )

۳-۱۸- خازنهای مخصوص ۴۵ درجه سلسیوس ، بیشتر برای شرائط مناطق گرمسیری مناسب هستند هر چند که در بعضی مناطق ، دمای محیط ممکن است طوری باشد که خازن برای ۵۰ درجه سلسیوس مورد درخواست باشد . برای مواقعیکه خازن ، اغلب تحت پرتو خورشیدی به مدت چندین ساعت قرار می‌گیرد حتی اگر دمای محیط زیاده از حد نباشد ممکن است حالت اخیر ضروری باشد ( برای مثال مناطق بیابانی )

" بند فرعی ۱۸-۲- ب مراجعه شود . "

در حالات استثنائی دمای محیط ممکن است بالاتر از حداکثر ۵۰ درجه سلسیوس یا روزانه به طور میانگین ۴۵ درجه سلسیوس باشد . در جائیکه شرائط خنک نمودن خازن به طور ثابت ممکن نباشد باید خازنهایی با طرح ویژه و یا دارای ولتاژ نامی بالاتر بکار برده شود .

## ۱۹- شرائط خاص

صرفنظر از دمای محیطی بالا ، سایر شرائط نامناسب کاربرد باید در مناطق گرمسیری در نظر گرفته شود . چنانچه خریدار از شرائط محیط مطلع باشد باید هنگام سفارش خازن ، سازنده را آگاه نماید . این اطلاعات باید همچنین به تحویل دهنده همه تجهیزات مربوط به نصب خازن نیز داده شود .

مهمترین شرایط به ترتیب زیر هستند :

الف - رطوبت نسبی زیاد که به طور زیاد و متناوب پیش می‌آید .

ممکن است انتخاب تجهیزات با عایق‌بندی بالاتری یا مقره‌های عبوری ویژه‌ای برای خازن ضروری باشد . باید توجه داشت که ممکن است فیلترها در اثر جمع شدن رطوبت روی سطح خودشان موازی شوند .

ب - رشد سریع کپک : فلزات و مواد سرامیکی و بعضی از رنگها و لاکها در برابر رشد انگلها تحمل نمی‌کند چنانچه مواد ضد کپک بکار برده شود اثرات سمی آن نباید تا بیش از چند ماه باقی بماند در هر حال کپک ممکن است در محل نصب خازن و جای گرد و غبار و غیره گسترش یافته و بتواند مستقر

شود .

ج - ایجاد خوردگی در اثر عوامل جوی که در مناطق صنعتی و ساحلی دیده می‌شود . باید توجه نمود که در آب و هوای با دمای بالاتر ، آثار چنین شرایط جوی ممکن است شدیدتر از دمای جوی باشد .

د - حمله حشرات

## ۲۰ - اضافه ولتاژ

۲۰-۱ - اضافه ولتاژ گذرا ممکن است در هنگام قطع خازن‌ها توسط کلید مربوطه سبب ایجاد برگشتی بنماید . به این جهت باید کلیدی را انتخاب نمود که باعث ازدیاد ولتاژ و یا ایجاد ولتاژ برگشتی نشود .

۲۰-۲ - خازنهاییکه در برابر ولتاژهای حاصل از صاعقه قرار می‌گیرند باید باندازه کافی محافظت شوند . اگر برقگیر بکار برده می‌شود باید حتی‌الامکان در مجاورت خازن قرار داده شود بهر حال در مورد استفاده از برقگیرها برای سری خازنها باید دقت لازم مبذول گردد .

برای تخلیه جریان ممکن است برقگیرهای ویژه‌ای بکار رود .

۲۰-۳ - وقتی که خازن به طور دائم به موتور متصل است ممکن است بعد از قطع موتور از منبع ولتاژ مشکلاتی بوجود آید . موتور تا هنگامیکه می‌چرخد ممکن است مثل یک ژنراتوار توسط خود تحریکی عمل نموده و ممکن است ولتاژ را به طور قابل ملاحظه‌ای در سیستم ولتاژ مربوطه افزایش دهد .

بهرحال برای جلوگیری از خود تحریکی ، می‌توان جریان خازن را کمتر از جریان مغناطیسی موتور انتخاب نمود که میزان آن حدود ۹۰ درصد پیشنهاد می‌شود از نظر احتیاط ، اجزاء برقدار موتور که به طور دائم به یک خازن متصل شده‌اند نباید قبل از توقف موتور لمس شود .

یادآوری : ۱ - باقی ماندن ولتاژ پس از قطع ماشین از شبکه بویژه برای ژنراتورهای القائی و موتورهای با سیستم ترمز که باید در آنها افت ولتاژ عمل نماید ، مخصوصا خطرناک است .

۲ - در هنگامیکه موتور بلافاصله بعد از قطع شدن از منبع ولتاژ توقف می‌کند جبران تلفات ممکن است بیشتر از حد نشان داده شده در فوق باشد .

۲۰-۴ - وقتی خازن به یک موتور برای راه‌اندازی به صورت ستاره / مثلث

وصل شده است طوری باید ترتیب داد که هیچ اضافه ولتاژی نتواند در اثنا عمل راه اندازی رخ دهد .

۲۰-۵- چنانچه از اختلاف ولتاژ که می بایستی از آن جلوگیری شود باید به واحدهای خازن ( یا گروهی از واحدهای خازن ) به طور سری به متصل شده را بنحوی انتخاب نمود که حتی الامکان ظرفیت خازنها مطابق یکدیگر باشند اختلاف ظرفیت خازنها می تواند تا ۱۵ درصد باشد ( به بند فرعی ۸-۲ مراجعه شود ) برای یافتن مهمترین راه حل ، به منظور جلوگیری از اختلافات ولتاژ روی واحدهای خازن یا انتخاب ولتاژ اسمی آنها ، جهت تعیین میزان افزایش ولتاژ معینی ، موضوع باید بطور جداگانه مورد توجه قرار گیرد . بنابراین اثر قطع ولتاژ واحدهای خازن در رابطه با روشهای حفاظتی برای جلوگیری از بروز عیب ، باید مورد بررسی قرار گیرد . ( به بند فرعی ۲۲-۴ مراجعه شود ) برای جلوگیری از اختلاف ولتاژ ، واحدها یا گروهی از آنها که به طور سری متصل شده اند باید طوری انتخاب شوند که ظرفیت تا بیشترین حد امکان بالا رود . در حالت اتصال گروه خازنها به صورت ستاره با نقطه خنثی عایق شده اختلاف ظرفیت بین فازها ، با افزایش ولتاژ روی خازنها در فازی که کمترین ظرفیت را داراست منجر می شود . جائیکه اختلاف ظرفیت بیشتر است ( برای مثال بیشتر از ۵ درصد ) این افزایش ولتاژ باید بررسی شود .

## ۲۱- جریانهای اضافه بار

۲۱-۱- خازنها نباید با جریانهای بیشتر از حداکثر مقدار تعیین شده در بند فرعی ۱۵-۲ مورد بهره برداری قرار گیرد .

۲۱-۲- جریانهای اضافه بار ممکن است به وسیله ولتاژ اضافی در فرکانس پایه یا هارمونیکها یا هر دو ایجاد شود ، عامل اصلی هارمونیکها ، یکسو کننده ها یا هسته های اشباع شده ترانسفورماتورها هستند .

۲۱-۳- اگر افزایش ولتاژ در زمانهای بار سبک به وسیله خازنها بیشتر شود اشباع هسته های ترانسفورماتور ممکن است قابل ملاحظه باشد . در این حالت ، هارمونیکهای مغناطیسی غیرعادی ایجاد شده که یکی از عوامل آن ممکن است در اثر رزونانس ها بین ترانسفورماتور و خازن باشد . به این دلیل قطع خازنها از مدار در زمان بار سبک همانگونه که در بند فرعی ۱۷-۲- الف و ب پیشنهاد

شده است توصیه می‌شود .

۲۱-۴- اگر جریان خازن از مقدار حداکثر تعیین شده در بند فرعی ۱۵-۲، ضمن اینکه ولتاژ از حد مجاز  $1/10$  برابر ولتاژ اسمی تعیین شده در بند فرعی ۱۵-۱، تجاوز نماید امواج هارمونیک مسلط ، باید کاسته شود . اقدامات زیر باید مورد توجه قرار گیرد .

الف - تغییر مکان بعضی و یا همه خازنها بقسمتهای دیگر سیستم  
ب - اتصال راکتور ( بوبین ) به طور سری با خازن برای تقلیل فرکانس تشدید مدار تا اینکه هارمونیکهای فراهم بحداقل مقدار خود برسد ( بند فرعی ۱۷-۱)  
ج - افزایش میزان ظرفیت خازن موقعیکه خازن کاملا در نزدیکی یکسو کننده قرار می‌گیرد .

۲۱-۵- شکل موج ولتاژ و مشخصات مدار باید قبل و بعد از نصب خازن تعیین شود . در حالیکه منابع هارمونیکها مثل یکسو کننده‌های بزرگ وجود دارند دقت خاص باید مبذول شود .

۲۱-۶- وقتی که خازنها در مدار قرار می‌گیرند ممکن است جریان اضافی گذرا با دامنه و فرکانس زیاد رخ دهد . چنین اثرات گذرا وقتی که یک قسمت از گروه خازنها به طور موازی با سایر قسمتها که قبلا باردار شده‌اند در مدار قرار گرفتند پیش می‌آید . جهت تقلیل این جریانهای اضافی گذرا تا به مقدار قابل قبول در رابطه با خازن و تجهیزات ، ممکن است با قرار دادن خازن از طریق یک مقاومت ( قرار دادن مقاومت ) یا به وسیله داخل نمودن یک راکتور در مدار تغذیه هر قسمت از گروه خازن ضروری باشد ( بند فرعی ۲۲-۲ مراجعه شود )

## ۲۲ - کلید قطع و وصل وسائل حفاظتی و اتصالات

۲۲-۱- کلید قطع و وصل و وسائل حفاظتی و اتصالات باید طوری طرح شده باشند که یک جریان  $1/3$  برابر جریان خازن با ولتاژ سینوسی مؤثر برابر ولتاژ اسمی در فرکانس تعیین شده را به طور دائم تحمل کند . چنانچه خازن ، ظرفیتی برابر  $1/1$  برابر میزان قدرت اسمی آن باشد این جریان ممکن است دارای حداکثر  $1/3 \times 1/1$  برابر جریان اسمی گردد ( به بند فرعی ۸-۲ مراجعه شود ) .

بعلاوه جریان هارمونیکهای موجود می‌تواند بعلت اثر پوست ، اثرات حرارتی زیادتر از جریان هارمونیک اصلی ایجاد نماید .

۲۲-۲- کلید قطع و وصل و وسائل حفاظتی و اتصالات باید قادر به تحمل فشارهای حرارتی و الکترو دینامیکی ناشی از جریان اضافی گذرا با دامنه و فرکانس بالا که در هنگام وصل پیش می‌آید باشد . این چنین اثرات گذرا وقتی که یک قسمت از گروه خازن به طور موازی با سایر قسمتها که قبلاً باردار شده‌اند در مدار قرار گیرند پیش می‌آید .

چنانچه اثرات حرارتی و الکترو دینامیکی باعث انتخاب کلید بزرگتر می‌شود می‌توان روشهایی را برای کاستن جریانهای اضافی همانگونه که در بند فرعی ۲۱-۶، پیشنهاد شده است مورد توجه قرار داد .

یادآوری :

۱ - مخصوصاً فیوزها باید با ظرفیت حرارتی کافی انتخاب شوند .  
۲ - در حالات معین هنگامیکه خازنها به طور اتوماتیک در مدار قرار می‌گیرند باید تکرار قطع و وصل بحداقل فواصل زمانی ممکن محدود گردد .

فیوزها و تابلوها باید به منظور مقاومت در برابر این شرایط انتخاب شوند .  
۲۲-۳- مخصوصاً کلیدها باید برای قطع و وصل خازنها مناسب باشند برای مثال ، باید کلید را طوری در نظر گیرند که در اثنا عمل قطع خازن ، اضافه ولتاژی بعلت ولتاژ بازگشتی رخ ندهد ( بند فرعی ۲۰-۱)

چنانچه حرکت کنتاکتهای کلید در اثنا قطع و وصل توسط بهره‌برداری بتواند تحت تأثیر قرار گیرد بهره‌بردار باید طبق دستورات سازنده عمل کند بدین معنی که کلید را باید با حداکثر سرعت ممکنه قطع و وصل نماید .

توصیه می‌شود که قبل از تصمیم‌گیری در مورد نوع وسائل حفاظتی که برای نصب خازنها بکار می‌رود تولید کننده خازن یا سازنده کلیدها مورد مشورت قرار گیرند .

۲۲-۴- توصیه می‌شود که خازنها را در برابر افزایش جریان توسط رله‌های مناسب اضافه جریان که برای قطع و وصل کلید قابل قطع با بار تنظیم شده ( هنگامیکه جریان از حد مجاز در بند فرعی ۱۵-۲ تجاوز کند ) حفاظت نمود .

فیوزها معمولاً وسیله مناسب برای محافظت در برابر افزایش جریان



نمی‌باشند .

یادآوری : حفاظت در برابر افزایش جریان یک خازن شامل حفاظت در برابر افزایش ولتاژ و همچنین شامل حفاظت در برابر عیوب داخلی واحد خازن نمی‌شود محافظت در برابر عیوب داخلی یک گروه خازن که متشکل از واحدهای بیشتر می‌باشد مخصوصاً ضروری است . وسائل مناسب خودکار باید برای جداسازی یک واحد خازن که عیبی روی آن ، رخ نمی‌دهد پیش‌بینی شود .

۲۲-۵- چنانچه راکتورها ( بوبین‌ها ) با هسته آهنی بکار رود باید دقت نمود که امکان اشباع و افزایش دمای هسته توسط هارمونیکها وجود دارد .  
۲۲-۶- هر اتصال نامناسب در محل اتصال مدارهای خازن ممکن است باعث ایجاد جرقه‌های کوچک که به سبب نوسانات با فرکانس بالا شده و می‌تواند افزایش دما و افزایش فشار روی خازنها را به دنبال داشته باشد .  
بنابراین بازدید منظم از همه تجهیزات و اتصالات خازن توصیه می‌شود .

### ۲۳- انتخاب میزان عایق‌بندی

میزان عایق‌بندی یک گروه خازن باید آنطوریکه گروه خازنها بهم متصل می‌شوند ( طبق جداول بند ۱۳ ) انتخاب گردند .  
میزان عایق‌بندی گروه و واحدهای خازن باید به طور واضح مشخص باشد .  
امکانات زیر باید مورد توجه قرار گیرد .  
الف - در حالیکه میزان عایق‌بندی واحد خازن و گروه خازن مساوی هم باشد .

ممکن است برای مثال حالتی باشد که اتصالات واحد خازن به طور سری نباشد .

عایق‌بندی بیرونی ( مقره ) اضافی واحدهای خازن لزومی ندارد .

ب - در حالیکه میزان عایق‌بندی واحدهای خازن کمتر از عایق‌بندی گروه خازن باشد . معمول چنین است که اتصالات به طور سری بکار برده شده و لذا عایق‌بندی بیرونی ( مقره ) اضافی برای واحدهای خازن ضروری می‌باشد .  
چنانچه توزیع ولتاژ بین واحدهای خازن و عایق‌بندی بیرونی مشخص نباشد ، عایق‌بندی بیرونی باید با میزان عایق‌بندی کامل گروه خازن تطبیق نماید .

۲۴- خازنهای متصل به سیستمهایی با کنترل از راه دور با فرکانس صوتی امیدانس خازنها در فرکانسهای صوتی خیلی پائین می باشد .  
وقتی که خازنها به سیستمهای مجهز به کنترل از راه دور با فرکانس صوتی متصل می شود منجر به بار اضافی فرستنده کنترل از راه دور و اختلال کارکرد آن می شود روشهای مختلفی برای جلوگیری از این نارسائی ها وجود دارد و انتخاب بهترین روش باید با موافقت بین تمام گروههای مربوطه بعمل آید .

## ضمیمه الف

شرائط عمومی مربوط به اندازه گیری های یونیزاسیون  
وقتی که خازن تحت آزمون ، به یک مدار بسته متصل شده باشد تخلیه یونیزاسیون در یک دی الکتریک باعث افزایش جریان ضربه ای می گردد . این جریان های ضربه ای باعث ایجاد ضربه ولتاژ روی ترمینال های یک امیدانس می شود که قسمتی از مدار بسته را تشکیل می دهد . این جریانها باید به ورودی یک دستگاه اندازه گیری مناسب اعمال شود . دستگاه آزمون باید دارای مشخصات یک فیلتر یا باند گذرا بوده که این باند تقریباً در محدوده ۱۰ کیلو هرتز و فرکانس زیر کمترین فرکانس عادی خازن قرار گیرد .  
یک روش مناسب و مطلوب برای بدست آوردن حداکثر حساسیت ، مدار آزمون خازن باید با یک فرکانس در محدوده باند گذرای دستگاه اندازه گیری تنظیم شده باشد سیگنال خروجی از این دستگاه بعنوان میزان یونیزاسیون محسوب می شود . کالیبره کردن دستگاه ممکن است بوسیله اعمال تکراری ضربه ها با دامنه مشخص به مدار ، به روش مناسب انجام شود و در صورت لزوم یک خازن بدون یونیزاسیون جایگزین خازن تحت آزمون گردد .  
حساسیت دستگاه باید طوری باشد که ضربات جریان ناشی از تخلیه 50 PC که در هر نیم سیکل فرکانس منبع تغذیه تکرار می شود بتواند به طور واضح نویزهای بالای زمینه را آشکار کند .

## ضمیمه ب

محاسبه خروجی خازنهای سه فاز از طریق اندازه گیری ظرفیت خازنی تک فاز

ظرفیتهای خازنی اندازه‌گیری شده بین هر دو خط ترمینال یک خازن سه فاز ، با اتصالات مثلث یا ستاره با  $C_a$  ،  $C_b$  ،  $C_c$  نشان داده می‌شود . چنانچه شرائط تقارن طبق بند فرعی ۸-۳ تأمین گردد ، توان خروجی  $P$  خازن می‌تواند با دقت کافی از فرمول زیر محاسبه شود :

$$P = \frac{1}{3} (C_a + C_b + C_c) \omega U_n^2 \times 10^{-3}$$

که در آن :  $C_a$  ،  $C_b$  و  $C_c$  برحسب میکروفاراد و  $U_n$  برحسب کیلو ولت و  $P$  برحسب کیلوواتر بیان میشود .

## پیوست

به آخر بند ۱۱-۱-۱ اضافه شود . IEC 70 - A

سوراخ شدن عایق در خازنهای قدرت خود ترمیم کننده ، با لایه فلزی ، در اثنا آزمون مجاز است . قبل و بعد از آزمون اعمال ولتاژ ، ظرفیت و تانژانت زاویه تلفات باید اندازه‌گیری شود هیچگونه تغییر حجم قابل ملاحظه‌ای در خازن مجاز نمی‌باشد هنگام مقایسه نتایج این اندازه‌گیری دو عامل زیر باید مورد توجه قرار گیرد :

الف - قابلیت فراهم نمودن مجدد اندازه‌گیری

ب - مسلم است که یک تغییر داخلی روی عایق ، ممکن است باعث تغییر کوچکی در ظرفیت و تلفات خازن گردد بدون اینکه صدمه‌ای به آن وارد آید . یادآوری : چنانچه در درخواست نائید شود که تعدادی از خازنها طبق توافق سازنده و خریدار ساخته شود ممکن است اصولاً اندازه‌گیری خازن و تلفات آن ، بعد از آزمون ولتاژ به صورت آزمون نوعی تلقی شود . ( به آخر بند ۱۱-۱-۵ اضافه شود )

خازن مربوطه باید به مدت ۱۰ ثانیه با ولتاژ متناوب برابر  $2/15 U_0$  یا با ولتاژ مستقیم برابر  $4/3 U_0$  ( انتخاب ولتاژ منوط به توافق سازنده و خریدار می‌باشد ) آزمون گردد .

چنانچه بیشتر از پنج بار در اثنا این زمان ، شکست الکتریکی رخ دهد ولتاژ را باید متدرجا افزایش داد تا پنج بار شکست الکتریکی از لحظه شروع آزمون

بوجود آید. پس از آن ولتاژ را باید به میزان  $0/8$  مقدار اولیه اش کاهش داد ( برای مثال  $1/73 U_0$  برای آزمون متناوب و  $3/44 U_0$  برای آزمون با ولتاژ مستقیم و به مدت  $10$  ثانیه در آن حالت باقی گذاشت. هیچگونه شکست الکتریکی بیشتری نباید پس از کاهش ولتاژ رخ دهد. ظرفیت و تلفات خازن باید قبل و بعد از این آزمون اندازه گیری شود. هیچگونه تغییر قابل ملاحظه ای در این مقادیر مجاز نمی باشد. یادآوری:

- ۱ - تعریف مقدار  $U_0$  در بند فرعی ۱۱-۱-۱ مندرج است.
- ۲ - شکست الکتریکی در اثنای آزمون ممکن است به وسیله دستگاه نوسان نگار یا از طریق دستگاه صوتی با فرکانس زیاد کنترل شود. توجه خاصی باید به حساسیت اندازه گیری بکار رفته مبذول داشت.
- ۳ - در موقع مقایسه، نتایج ظرفیت و تلفات اندازه گیری شده، میزان تعیین شده قبل و بعد از آزمون باید دو عامل زیر را مورد توجه قرار داد:
  - الف - قابلیت فراهم نمودن مجدد اندازه گیری
  - ب - مسلم است که تغییر داخلی در دی الکتریک ممکن است باعث تغییر کوچکی در ظرفیت و تلفات خازن گردد بدون اینکه صدمه ای به آن وارد آید.



ISLAMIC REPUBLIC OF IRAN

Institute of Standards and Industrial Research of Iran

ISIRI NUMBER

2781



Power Capacitors

1<sup>st</sup> Edition