بنام خدا

دانشگاه فردوسی مشهد

دانشکده مهندسی

توانابود هر که دانابود

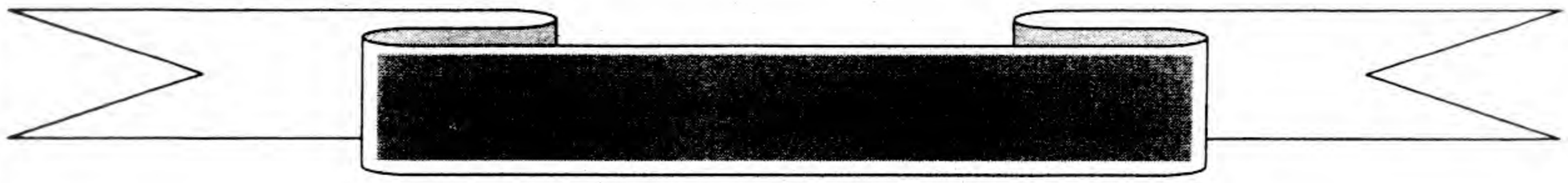
دستور کار آزمایشگاه

عایق وفشارقوی

تهیه و تنظیم : مهدی موالودیان

انتشارات دانشکده مهندسی

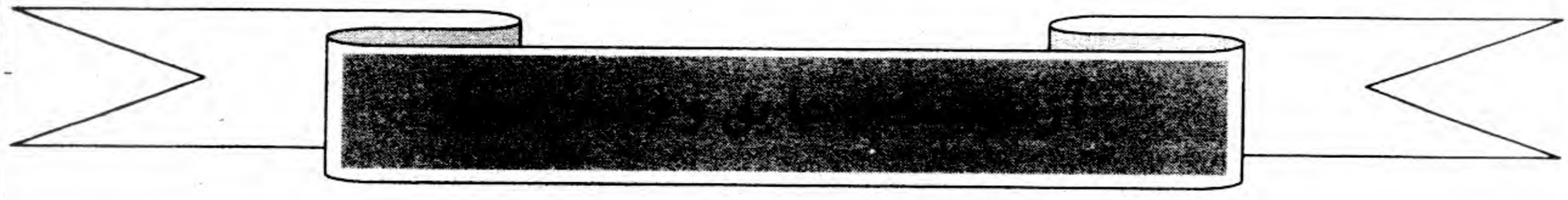
www.IranIeee.com



ردیف	عنوان مطالب	صفحه
۱	مقدمه	۲
۲	صدمات جریان برق	۳
۳	دستورات ایمنی در آزما یشگاه عایق و فشارقوی	۵
۴	نحوه تهیه گزارش کار	۷
۵	آشنایی با تجهیزات آزمایشگاه عایق ها وفشارقوی	۸
۶	مطالعه شکست الکتریکی هوادر ولتاژ متناوب و اندازه گیری ولتاژ فشارقوی بوسیله دو گوی	۱۴
۷	مطالعه شکست الکتریکی هوا در ولتاژ مستقیم	۱۸
۸	مطالعه الکتریکی هوا در ولتاژ ضربه	۲۲
۹	بررسی و مطالعه مقسم های ولتاژ	۲۶
۱۰	تاثیر شکل الکترودها در ولتاژ شکست در جریان های مستقیم و متناوب	۳۰
۱۱	مطالعه استقامت الکتریکی روغن های عایق در ولتاژ متناوب	۳۵
۱۲	مطالعه کرونا در ولتاژ مستقیم	۳۹
۱۳	مطالعه کرونا در ولتاژ متناوب	۴۲
۱۴	بررسی تاثیر یک عایق نازک در مقدار ولتاژ شکست بین دو الکترود در ولتاژ مستقیم	۴۵
۱۵	بررسی تاثیر یک عایق نازک در مقدار ولتاژ شکست بین دو الکترود در ولتاژ متناوب	۴۸
۱۶	بررسی تاثیر فشار گاز بر روی تخلیه الکتریکی در گازها (قانون پاشن)	۵۱
۱۷	مقاومت و پایداری مقره ها	۵۴
۱۸	توزیع پتانسیل بر روی زنجیره مقره های بشقابی	۵۹
۱۹	نمودارها وجداول مر بوطه	۶۲

www.iran-ieee.com

دانشکده مهندسی - آزمایشگاه عایق و فشارقوی



الکتریسیته مانند آتش خدمتگذار خوبی است ولی اگر با درایت از آن استفاده نشود، دشمن خطرناکی خواهد بود.

نام و نام خانوادگی:.....

شماره دانشجوئی :.....

شماره گروه :.....

اینجانب ..... دستورات ایمنی برای آزمایشگاه عایق و فشار قوی را مطالعه کرده و خطرات ناشی از عدم رعایت دستورات آن را درک کرده ام ،لذا چنانچه در اثر بی مبالاتی ایجاد حادثه ای نمایم که باعث زیان مالی و جانی خود و دیگران شود ، مسئولیت آن را به عهده می گیرم .

امضا:.....

www.iran-ieee.com

مقدمه

انرژی الکتریکی از پرفایده ترین انواع انرژی در دنیای امروز می باشد ولی جهت جلوگیری از خطرات ذاتی آن ، در این جزوه سعی شده است ، دانشجویان هر چه بیشتر با دستورات ایمنی آشنا گردیده تا هنگام ورود به سیستم های فشا ر قوی درایت لازم و کا فی را داشته باشند .

هدف آزمایشگاه فشا ر قوی آشنایی دانشجویان با طرز کار و نحوه برخورد با ولتاژ های زیاد می باشد تادرعین دادن اطلاعات لازم به دانشجو و ایجاد حس اعتماد به نفس ، هراس کار کردن با تجهیزات فشا ر قوی رااز بین ببرد . برخی آزمایشات طوری طراحی شده اند که روح بردباری و شکیبایی را در دانشجویان تقویت کرده و استعداد آنها را در امور تحقیقاتی ارزیابی کند. انتقادات و پیشنهادات شما حتماً در تعیین خط مشی آتی آزمایشگاه و رفع نواقص احتمالی ، موثر خواهد بود .

گروه مهندسی برق

دانشگاه فردوسی مشهد

آزمایشگاه عایق و فشار قوی

مهدی مولودیان

پائیز ۱۳۸۱

www.iran-ieee.com

جریا ن برق به طور کلی به سه طریق به انسان صد مه می رساند :

ا لف : بو سیله تاثیر روی قلب

عبور جریان معینی از قلب سبب می شود که طپش نا منظم و سریع تر شده ، به طوری کـه قلـب طـاقت نیـاورده و از کـار می افتد. بالاترین شدت جریان که قلب می تواند تحمل نماید تقریبـاً در حـدود **۲۵** میلـی آمپـر مـی باشـد . اگر جریـان متناوب **۲۵** تا **۷۵** میلی آمپر از قلب بگذرد و زمان تاثیر آن بیش از **۳۰** ثانیـه باشـد بـاعث مـرگ انسـان مـی شـود . خطرناک ترین شدت جریان بین **۷۵** میلی آمپر و **۳** آمپر است. که در صورتی که بیش از دو ثانیه تاثیر کنـد بـاعث از کار افتادن قلب و مرگ انسان می شود اما جریان بیش از **۳** آمپر در صورتیکه مدت تاثیر آن کم باشد بـه نـدرت بـاعث مرگ می شود ولی به شدت انسان را می سوزاند .

جریا ن متنا وب خطرناک تر از جریان دائم است .

مخصوصاً جریان متناوب با فرکانس **۵۰** تا **۶۰** سیکل ، این جریان عضـلات را از کـار مـی انـدازد و شـخص نمـی توانـد دست خود را از سیم یا هادی زیر پتانسیل الکتریکی جدا کند . این موضوع بسیار خطرناک است زیرا مدت تـاثیر جریـان برق زیاد میشود . هرچه فرکانس بیشتر شود ، خطر کمتر می شود . در فرکانس خیلی زیاد جریان برق خطر مرگ نـدارد و فقط ممکن است باعث سوختن پوست بدن بشود.

ب: بوسیله تاثیر روی سلسله اعصاب

عبور جریان از بدن ممکن است سلسله اعصاب را هم تحت تاثیر قرار دهد و مثلاً انسان را از حس شنوایی محـروم کنـد و یا شخص لال بشود و یا تعادل خود را از دست بدهد و یا بیهوش شده و خلاصه باعث فلج قسمتی از بدن بشود .

پ: بوسیله سوزاندن سطحی و عمقی انسان از داخل و یا خارج بدن

عبور جریان برق به مقدار زیاد از بدن انسان حرارت زیادی تولید می نماید زیرا مقاومت بدن زیاد بوده و به همین علـت حرارت ایجاد شده قابل ملاحضه می باشد . این حرارت در قسمت های کم خطر بـدن مـانند بـازو هـا خیلـی زیـاد بـوده و عضله را فاسد می کند در نتیجه یک ماده سمی از قسمت فاسد شده وارد خون می گردد که اگر مقدار آن از حدی تجـاوز نماید کلیه ها را به سختی مسموم می کند و شخص پس از چند روز به علت مسمومیت کلیه و سپس مسمومیت بـدن از پـا در می آید.

آزمایشات **Dr.Freiberger** نشان داده که مقاومت داخلی بدن انسان در جریان متنـاوب بـا فرکـانس صنعتـی یـک مقاومت خالص اهمی است ولی مقاومت پوست کف دست و پا وقتی خشک باشد شبیه یک طبقه عایق بین دو صفحه خازن عمل می نماید و به شکل خازنی جریان را عبور می دهد به طور کلی مقاومت معادل بدن را می توان به شـکل زیـر ترسـیم نمود. مقاومت بدن تابع معکوس از فشار است . هر چه فشار زیادتر شود مقاومت بدن کمتر است و بعلاوه این قالبی اسـت ازرطوبت هوا و کیفیت بدن شخص ، مثلاً مقاومت یک شخص در هنگام بیماری از هنگام سلامت کمتر است .

www.iran-ieee.com

فشار ا لکتریکی خطر ناک :

تجربیاتی که پروفسور روبر در سال ۱۸۹۷ روی شخص خودش با جریان متناوب فرکانس ۵۰ سیکل با در دست گرفتن دو ا لکترود انجام داده نشان می دهد این فشار ا لکتریکی خطرناک از یک دست به دست دیگر در حا لتی که دست ها خشک است ، ۱۰۰ ولت و در حا لتی که دست ها تر باشد ۵۰ ولت است . به طور کلی فشاری خطرناک است که در آن فشار رها کردن ا لکترودها به علت از کار ا فتادن عضله ممکن نبا شد . طبق استاندارد VDE حد فشا ر الکتریکی خطرناک در شرایط مساعد مانند عدم وجود رطوبت و غیره ۶۵ ولت است و در شرایط نا مساعد ۴۲ و نا مساعد تر ۲۴ ولت است ا ما همانطوریکه گفته شد میزان خطری که فشار ا لکتریکی که در تماس با قسمت های مختلف بدن انسان پیش می آورد تابع شدت جریانی است که از بدن می گذرد که مقدار آن از یک طرف تابع اندازه پتانسیل الکتریکی بین محل ورود و خروج جریان است و از طرف دیگر تابع مقاومت مسیر جریان بین محل ورود و خروج جریان از بدن انسان می باشد . همانطوری که گفتیم طبق استاندارد VDEحد مجاز فشار بین محل تماس و خروج جریان برابر ۶۵ ولت است.

www.iran-ieee.com

دستورات ایمنی در آزما یشگاه عا لی و فشار قوی

ولتاژ های زیاد می تواند در صورت عدم رعایت دستورات ایمنی باعث خطرات جانی استفاده کنندگان شود . لذا عدم توجه به دستورات ایمنی متوجه خود استفاده کننده بوده و آزمایشگاه در این مورد مسئولیتی را نمی پذیرد.

ا لف : دستورات اساسی

ا) قبل از ورود به داخل قفس آزمایشگاه که محتوای تجهیزات فشار قوی است ، باید اطمینان حاصل کرد که تمام هادی هایی که قادرند ولتاژ بالا را هدایت کنند و به قطب های ترانسفورماتورها و خازن های فشا ر قوی متصلند بدون ولتاژو بار ا لکتریکی ذخیره شده باشند . برای این کار از میله زمین کننده ای که نزدیک درب ورودی و داخل قفس قرار داده شده است باید استفاده نمود . هنگام اتصال این میله باید سیم زمین دور از بدن اپراتور باشد و زمان کافی جهت تخلیه کامل بار های ذخیره شده در سیستم خصوصاً در خازن های DC نظر گرفته شود.

۲) هنگام کار کردن در قفس آزمایشگاه و بستن مدارهای آزمایش میله زمین را روی ترانس اصلی قرار دهید .

۳) همواره از تخلیه کامل خازن ها مطمئن شوید.

۴)هنگام بستن مدار آزمایش فواصل زیر را رعایت کنیید :

در ولتاژ AC , DC ۵۰ سانتیمتر به ازاء هر ۱۰۰ کیلو ولت

در ولتاژ ضربه ، ۲۰ سانتیمتر به ازاء هر ۱۰۰ کیلو ولت

۵) هنگام انجام کار و خارج شدن از قفس میله زمین را از روی ترانس برداشته و دو با ره جلوی درب ورودی قرار دهید .

۶) در هنگام آزمایش از داخل کردن یا انداختن اجسام هادی از میان توری قفس به داخل آن جداً خودداری کنید .

۷) در صورت بروز سانحه ، هر یک از افراد که به میز کنترل نزدیک تر هستند ، باید به سرعت جریان برق را قطع کند ، (دکمه اضطراری) و سرپرست مربوطه را مطلع نماید . اگر فرد مصدوم سرپرست باشد ، سرپرست دیگری را خبر کرده و فوراً به بهداری و دفتر دانشکده اطلاع دهید . تا رسیدن پزشک کمک های اولیه از قبیل تنفس مصنوعی و ماساژ قلبی را به مصدوم بدهید ، البته تشخیص های اولیه در این هنگام بسیار مهم است .

در هر صورت تا رسیدن پزشک مصدوم را حرکت ند هید .

۸) در آزمایشاتی که با روغن یا گاز تحت فشار انجام می گیرد ، درصورت بروز انفجار جریان برق را به سرعت قطع نمایید و در صورت بروز آتش سوزی ابتدا خازن های فشار قوی را تخلیه نمایید و از کپسول آتش نشانی استفاده نمایید .

۹) در هنگام آزمایش از شوخی های بی مورد جداً خودداری نمایید.

ب : ساختن مدار و شروع آزمایش

ا) قبل از انجام آزمایش با مطالعه دقیق دستور کا ر و تئوری آزمایش با آمادگی کامل شروع به کار نمایید .

۲) چنانچه نکات مهمی در آزمایش وجود داشته باشد، به سرپرست مربوطه مراجعه نمایید.

www.iran-ieee.com

۳) مدار آزمایش باید به دقت بسته شود . تمام عناصر آزمایش به سهولت بهم متصل شده ونیازی به قدرت عضلانی نیست .

۴) در صورت بروزخسارت کلیه افراد گروه مسئول خسارت وارده به آزمایشگاه می باشند.

۵) پس از اطمینان از صحت مدار آزمایش ، با اجازه مسئول آزمایشگاه ولتاژ را وصل نمایید.

۶) برای هر مرحله آزمایش ولتاژ را از صفر شروع کنید .

۷) قبل از ولتاژ دادن به دستگاه میبایست مطمئن شویم که هیچکس در داخل کابین نیست برای این کار ا فراد را بایستی توسط اعلام خبر آگاه کرد .

۸) ورود به داخل کابین قبل از سبز شدن چراغ کابین ممنوع است .

۹) به دستور ا لعمل های آزمایشگاه و سفارشات مربی آزمایشگاه توجه دقیق نمایید .

www.iran-ieee.com

گزارش کار

درهر گزارش کار نکات زیر رعا یت شود.

۱ ـ هدف آزمایش

۲ ـ مختصری از تئوری آزمایش

۳ ـ ذکرشرایط آزمایش مانند دما ، فشار ، رطوبت ، ...

۴ ـ رسم مدار آزمایش و کمیات اندازه گیری شده و تنظیم آنها به صورت جدول

۵ ـ ذکر موارد قابل ملاحظه در آزمایش

۶ ـ رسم منحنی های آزمایش توسط کامپیوتر

۷ـ بحث و نتیجه گیری

۸ ـ جواب سوالات آزمایش

۹ ـ از بیان توضیحات اضا فی در گزارش کار خودداری کنید.

www.iran-ieee.com

آشنایی با تجهیزات آزمایشگاه عایق هاوفشارقوی

۱) ترانسفورماتور تست " T "

ولتاژ اولیه : ۲۲۰ ولت

ولتاژ ثانویه : ۱۰۰ کیلو ولت

جریان : ۵۰ میلی آمپر

قدرت : ۵ کیلو وات

امپدانس : ۵ درصد

فرکانس : ۵۰ هرتز

تخلیه جزیی : تقریباً صفر pc

وزن : ۲۰۰ کیلو گرم

این ترانسفور ماتور درکلیه مدارات جهت تولید ولتاژ های زیاد بکا ر می رود.

۲) میز کنترل " D "

جهت ارسال فرامین از خارج قفس وکنترل سیستم واندازه گیری کمیات آزمایش به کا رمی رود .

۳) خازن ضربه " CS "

این خازن جهت تولید امواج ضربه و DC بکار رفته و توانایی شارژ و دشارژ سریع را دارد .

ولتاژ : ۱۴۰ کیلو ولت DC

ظرفیت : ۱۰۰۰۰ پیکو فاراد

وزن : ۱۰ کیلو گرم

www.iran-ieee.com

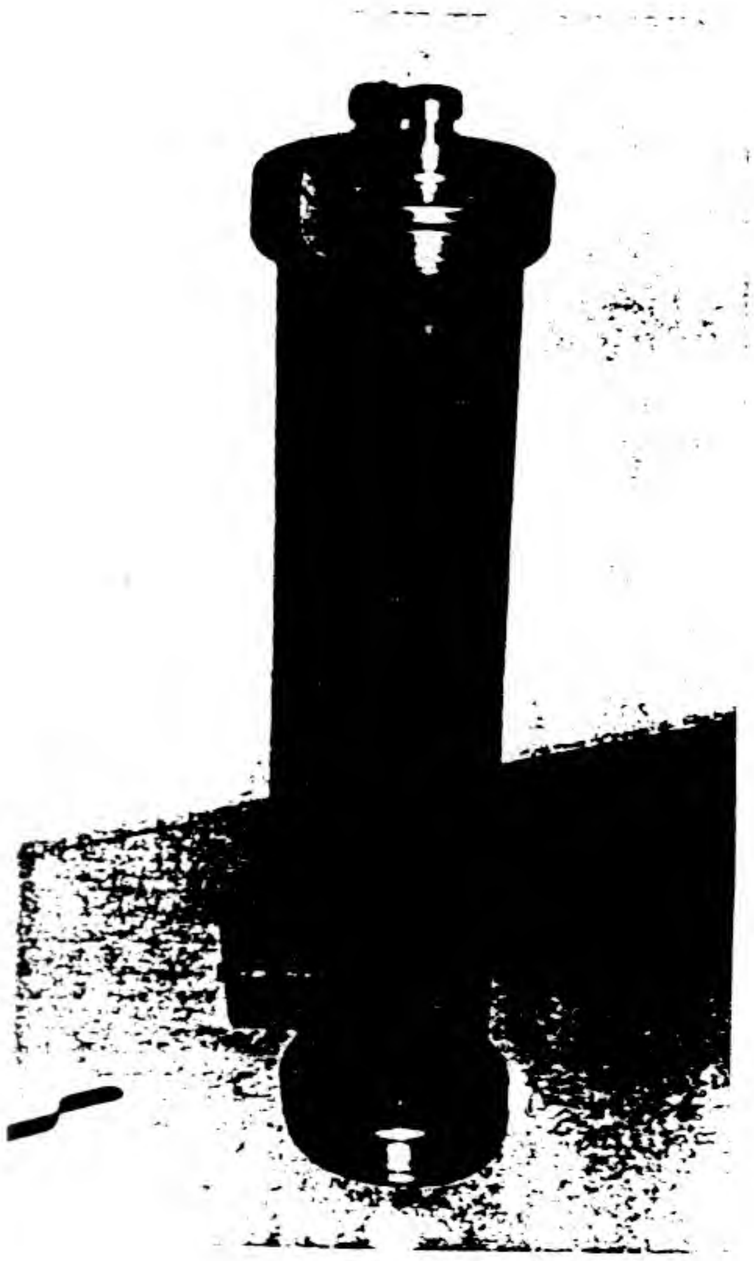
۴) خازن با ر " CL "

این خازن با دستگا هی که به طور موازی با دستگا هی که تحت موج ضربه تست می شود قرار می گیرد و باعث می شود که ظرفیت با ر در مدار ضربه در محدوده معینی قرار گیرد .

ولتاژ: ۱۴۰ کیلو ولت DC

ظرفیت : ۱۲۰۰ پیکو فاراد

وزن : ۱۰ کیلو گرم



۵) خازن مقسم ولتاژ " CM "

این خازن موازی با نقطه ای از سیستم که می خوا هیم ولتاژ آن رااندازه گیری کنیم قرار می گیرد و ولتاژ متناوب را اندازه گیری میکند.

ولتاژ : ۱۰۰ کیلو ولت AC

ظرفیت : ۱۰۰ پیکو فاراد

وزن : ۱۰ کیلو گرم

۶) مقاومت مقسم ولتاژ " RM "

این مقاومت نیز مانند خازن مقسم در مدار قرار می گیرد .درتمام سیستم های فشار قوی می توان از مقسم های ا همی استفاده کرد .

ولتاژ : ۱۴۰ کیلو ولت DC

مقاومت : ۲۸۰ مگا ا هم

وزن : ۸ کیلو گرم

www.iran-ieee.com

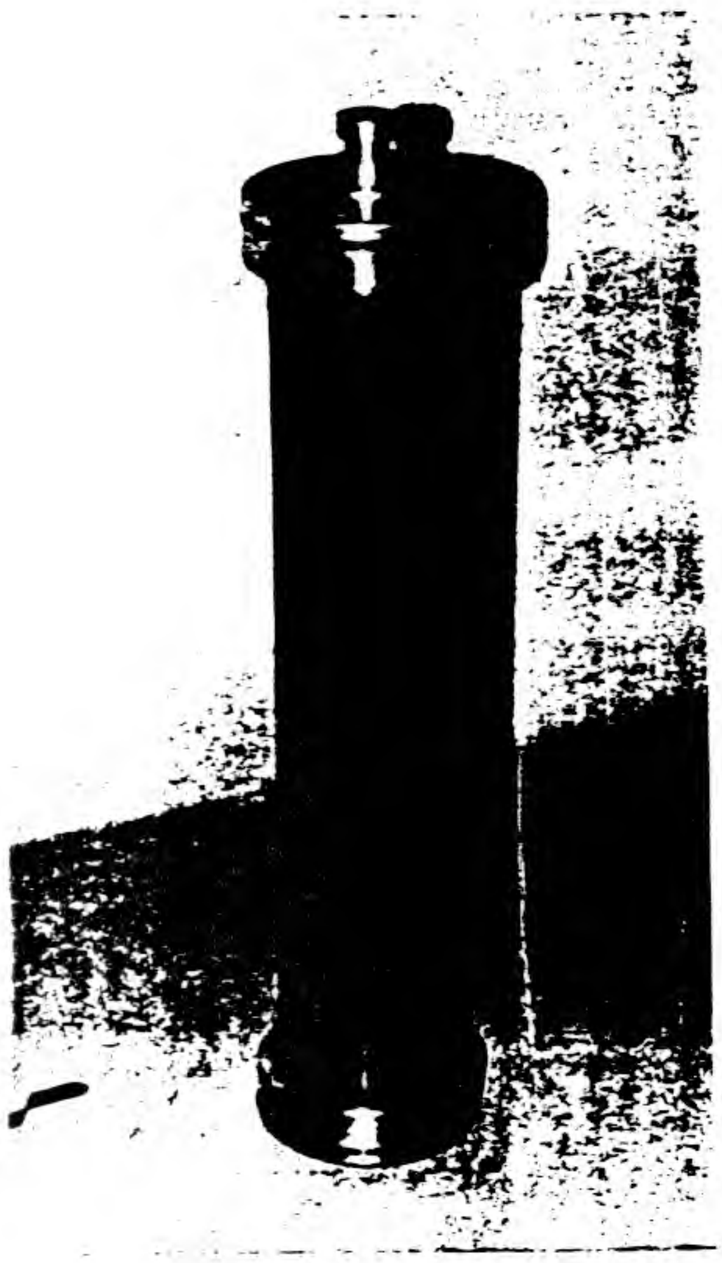
۷) مقاومت شارژ " RL "

این مقاومت در کلیه مدارات در خروجی ترانسفورماتور تست قرار می گیرد و وظیفه آن محدود کردن جریا ن خروجی ترانسفورماتور می با شد .

ولتاژ : ۱۴۰ کیلو ولت DC

مقاومت : ۱۰ مگا اهم

وزن : ۶ کیلو گرم



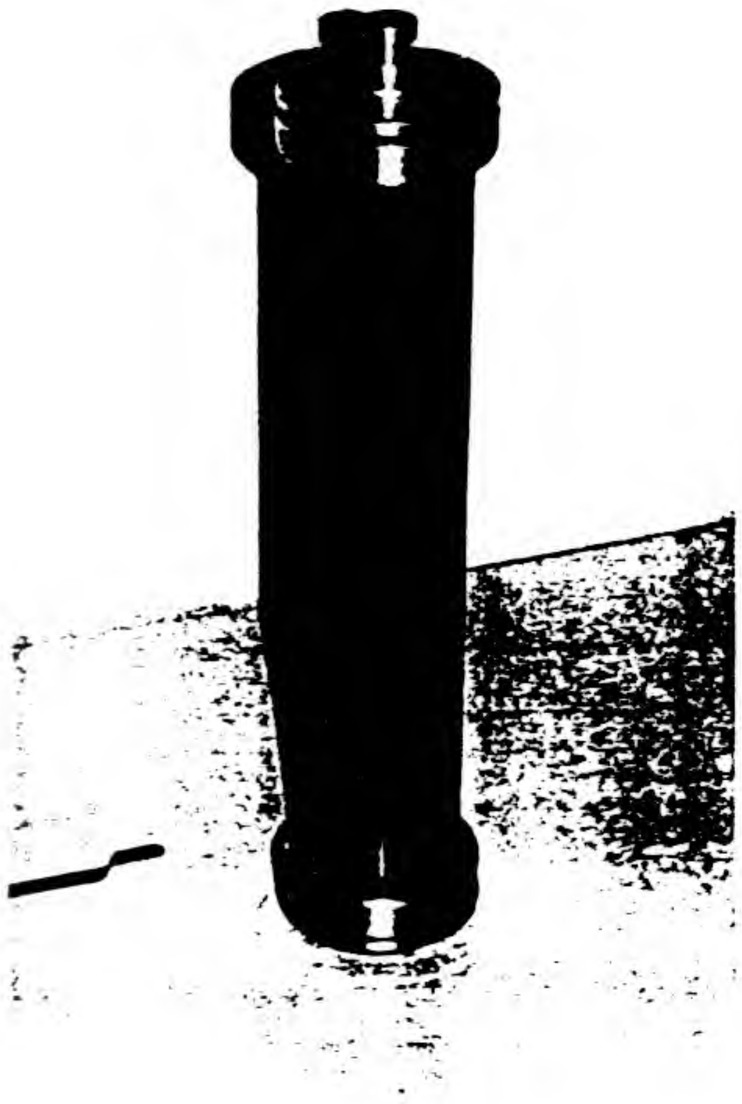
۸) مقاومت پیشانی موج ضربه " RD "

ولتاژ لحظه ای : ۱۴۰ کیلو ولت DC

مقاومت : ۱۳۸۱ هم

وزن : ۴ کیلو گرم

۹) مقاومت پشت موج ضربه " RE "



ولتاژ لحظه ای : ۱۴۰ کیلو ولت DC

مقاومت : ۶۱۰۰ اهم

وزن : ۴ کیلو گرم

۱۰) دیود فشار قوی " G "

حداکثر ولتاژ معکوس : ۱۴۰ کیلو ولت DC

مقاومت محافظ : ۵۰۰ کیلو اهم

وزن : ۶ کیلو گرم

www.iran-ieee.com

۱۱) گوی افقی " KF "

جهت تنظیم پیک ولتاژ ضربه از این گوی استفاده می شود. (به طریقه افقی نصب می شود)

ولتاژ : ۱۴۰ کیلو ولت **DC**

قطر گوی : ۱۰۰ میلیمتر

حداکثر فاصله گوی ها : ۷۰ میلیمتر

وزن : ۷ کیلو گرم

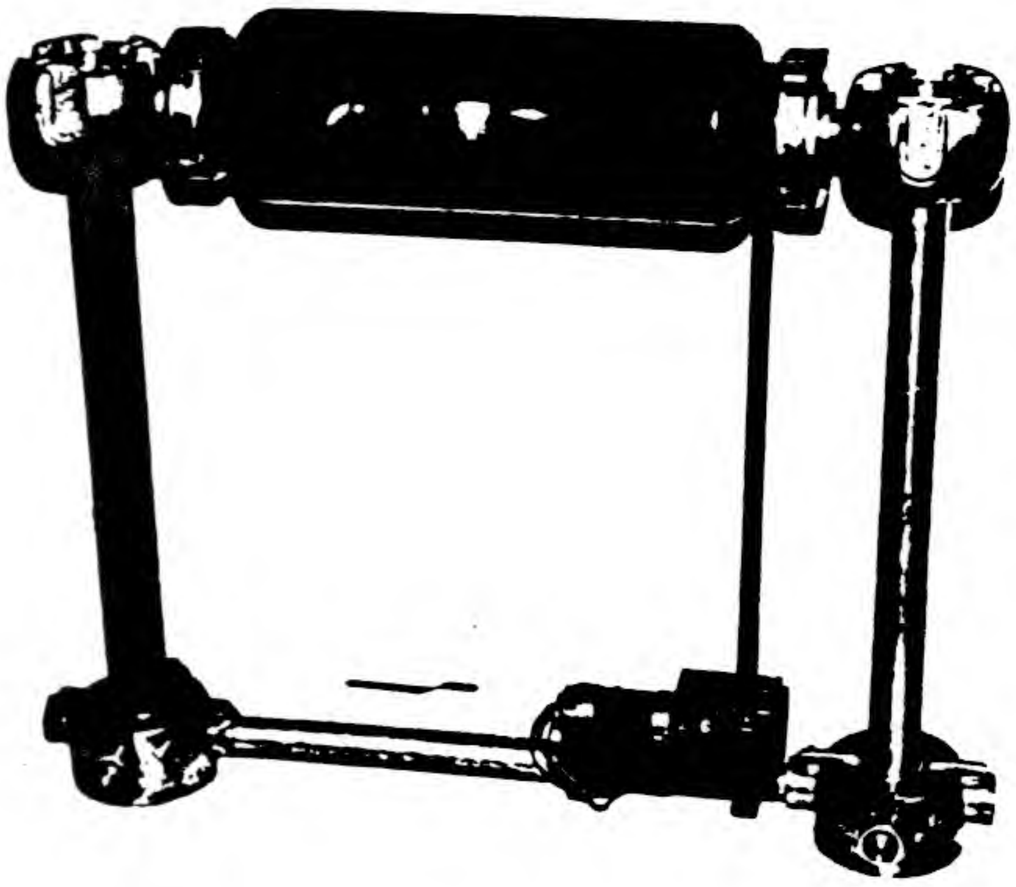
۱۲) موتور گیر بکس کنترل فاصله گوی " MD "

جهت تنظیم فاصله دوگوی ازدوروتغییرات آن درحین آزمایش از این سیستم استفاده می شود .

ولتاژ: ۴۸ ولت **DC**

آمپر : ۲ آمپر **DC**

وزن : ۲/۵ کیلوگرم



۱۳) گوی عمودی " MF "

جهت اندازه گیری ولتاژ فشار قوی و جهت برش موج ضربه و جهت کنترل سیستم و ممانعت از اضافه ولتاژناخواسته در سیستم به کار می رود .این گوی قابلیت نصب الکترود های تخت و سوزنی را جهت پاره ای آزمایشات دارا می باشد .

www.iran-ieee.com

۱۴) محفظه کرونا "C.C"

جهت بررسی کرونا در سیستم های فشا رقوی ازاین دستگاه استفاده می شود .این دستگاه قابلیت نصب الکترودها ی با جنس وا شکا ل مختلف تا قطر۵ میلیمتررا دارا می باشد .

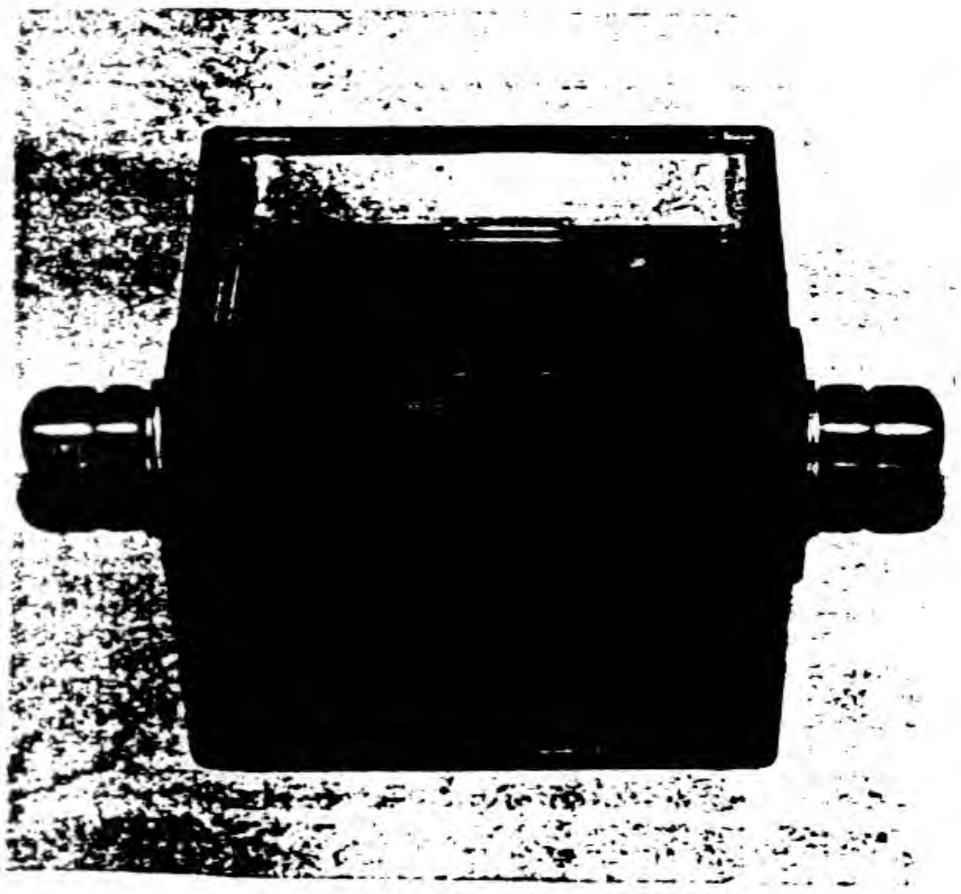
نکته مهم : هنگام آزمایش ولتاژ را در محدوده ای اضا فه کنیدکه جریا ن خزشی درکف محفظه ا یجاد نگردد ، زیرا این جریان خزشی باعث سوختن این ناحیه خواهد شد.

۱۵) محفظه خلاء" V.C "

جهت بررسی شکست درگا زهاتحت فشا رهای مختلف و با الکترود های مختلف ازاین محفظه استفاده می شود این دستگاه توسط اتصا لات مربوطه به پمپ خلاء و پمپ فشا ر وصل می گردد و شیر سه حالته روی آن نصب شده است .

۱۶) ظرف تست روغن " O.T "

این ظرف شامل بدنه عایقی و شفاف بوده که دوگوی یا دو نیم گوی با قطر ۵۰ میلیمتر در آن نصب می شود ، فاصله این دو گوی ۲/۵ میلیمتر تنظیم گردیده است .ارتفاع ظرف به حدی است که سطح روغن تا حد معلومی بالای گوی ها باشد.



www.iran-ieee.com

۱۷) الکترود زمین " D.R "

این الکترود جهت تخلیه سیستم از هر گونه شارژ الکتریکی و اطمینان ازعدم برق گرفتگی به کار می رود . یک مقاومت محـدودکننده جریان دشـا رژ در نوک آن تعبیه شده است. لذا سـعی کنـید همـواره ابتدا نوک آن با دستـگاه مورد نظر تماس یافـته و سپـس قـلاب مربوطه را روی دسـتگاه قرار دهید . (مقاومت تخلیه ۱۰۰ اهم است)

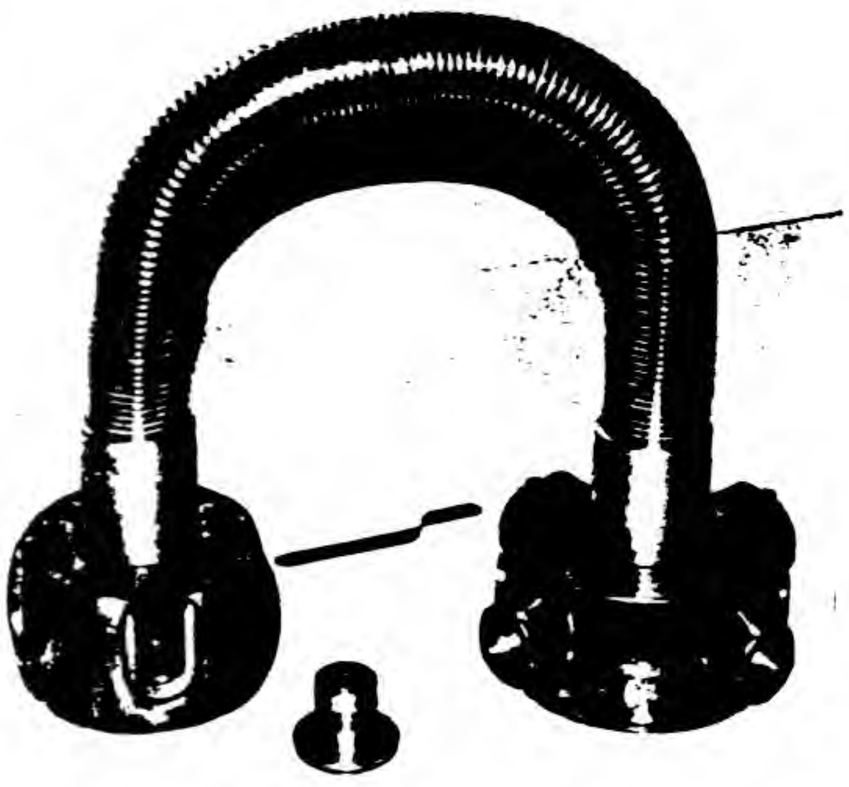
۱۸) خرطومی فلزی

جهت اتصـال در مواردی که میـله های هادی قابل استـفاده نمی باشند.(اتصال غیر هم سطح)

طول حداکثر : ۹۰ سانتیمتر

۱۹) جعبه تقسیم کف "DC"

جهت نصب قطعات واتصال زمین مطمئن آن ها به یکدیگر از این وسیله استفاده می شود .



۲۰) جعبه تقسیم بالا " UC "

مشابه فوق بوده ولی به علـت ولتاژهای فشا ر قوی دارای حالت کروی شکل می باشد.

۲۱) اتصالات عایق " IS "

جهـت مونتـاژ و عایـق کـردن قطعـات از یکدیگر به کـا ر می روند .

ولـتاژ: KV۱۴۰

۲۲) اتصالات هادی

در دونوع جهـت مونتـاژو اتصـال الکتـریکی مناسب بکا ر می روند.

www.iran-ieee.com

آزمایش اول

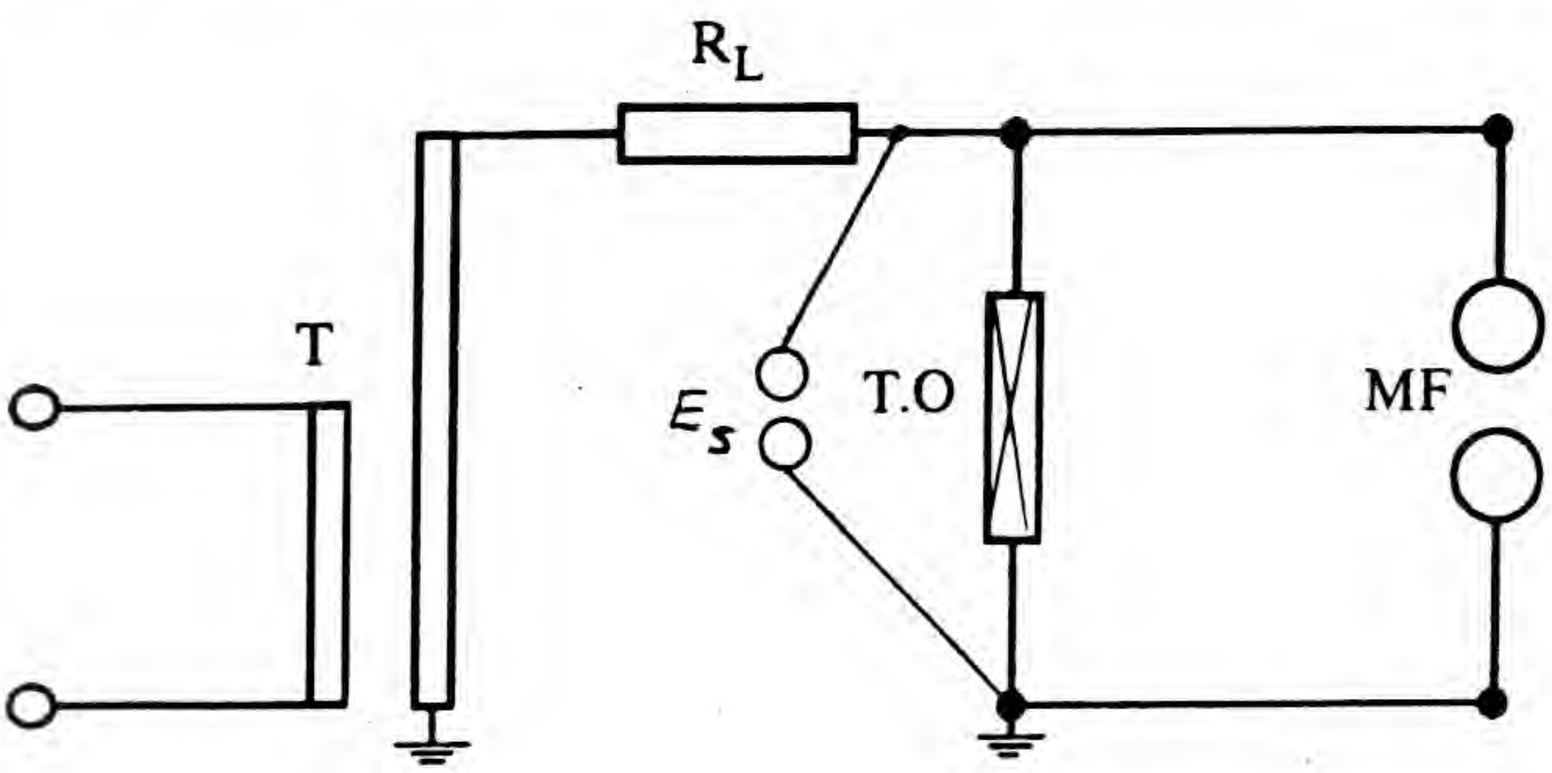
مطالعه شکست الکتریکی هوا در ولتاژ متناوب
و اندازه گیری ولتاژ فشار قوی بوسیله دوگوی

هوای معمولی در اغلب موارد بـه عنـوان عـایق الکـتریکی بـه کـار مـی رود .در نتیجـه شـناخت کـافی از عملکـرد هـوا در سیستمهای فشار قوی از ضروریات می باشد . در این آزمایش ، ولتاژ شکست الکتریکی هـوا تحـت الکترودهـای مختلـف بررسی می گردد.

هدف آزمایش :

عبارت است از اندازه گیری ولتاژ شکست هوا برای قطب ها با اشکال مختلف برای ولتاژ متنـاوب و مـدرج کـردن ولـت متری که ولتاژ اولیه ترانسفورماتور را نشان میدهد ، بر حسب ولتاژ ثانویه ترانسـفورماتور (بوسـیله گوی فاصلـه متغـیر و جداول مربوطه)

مدار آزمایش :



روش انجام آزمایش :

۱- مدرج کردن ولت متر قرائت کننده U2 بر حسب U1

ابتدا ولتاژ اولیه ترانسفورماتور را برای فواصل ۵ و ۱۰ و ۱۵ و ۲۰ و ۲۵ و ۳۰ و ۳۵ میلیمتر می خوانیم .

بدین صورت که پس از تنظیم فاصله ولتاژ را از صفر افزایش می دهیم با سرعت ثابت تا اولین جرقه پدیدار شود . هنـگام ایجاد قوس ولتاژ را قرائت می کنیم . این کار را پنج بار برای هر فاصله تکرار می کنیم و در جدول یادداشـت مـی نمـاییم سپس با استفاده از جدول استاندارد شده برای دو گوی مقدار ولتاژ ثانویه را با توجه به چگالی نسبی هوابرای فواصل فـوق به دست می آوریم .

می دانیم شرایط جوی در شکست الکتریکی گاز ها تاثیر مستقیم دارد . بدین لحاظ در اندازه گیری بـا دوگوی اسـتاندارد شده ، همواره ضرایب فشار ، دما و رطوبت را مطابق زیر تاثیر می دهیم : (استاندارد آلمان)

www.iran-ieee.com

$$\delta=(P/۷۶۰)\{(۲۷۳+۲۰)/(۲۷۳+T)\}=./۳۸۶*\{P/(۲۷۳+T)\}$$

که در رابطه فوق p فشار آزمایشگاه برحسب میلی متر جیوه و T دمای آزمایشگاه بر حسب سانتیگراد می باشد .جدول زیر تاثیر رطوبت محیط را در اندازه گیری اصلاح می نماید .

$$\delta = \frac{P}{760} \times \frac{273+20}{273+T}$$

تأثیر دما و فشار [mm. Hg, °C]

رطوبت [g/cm³]	۰	۲	۴	۶	۸	۱۰	۱۲	۱۴	۱۶	۱۸	۲۰
ولتاژ متناوب	۱/۱۳۶	۱/۱۰۹	۱/۰۸۴	۱/۰۵۹	۱/۰۳۴	۱/۰۱۰	۰/۹۸۸	۰/۹۶۷	۰/۹۴۷	۰/۹۲۷	۰/۹۰۸
ولتاژ ضربه‌ای مثبت	۱/۰۱۰۶	۱/۰۸۶	۱/۰۶۶	۱/۰۴۷	۱/۰۲۸	۱/۰۰۹	۰/۹۹۲	۰/۹۷۳	۰/۹۵۸	۰/۹۴۱	۰/۹۲۷
ولتاژ ضربه‌ای منفی	۱/۰۹۱	۱/۰۷۳	۱/۰۵۶	۱/۰۴۰	۱/۰۲۴	۱/۰۰۸	۰/۹۹۳	۰/۹۷۷	۰/۹۶۴	۰/۹۵۰	۰/۹۳۸

بنابراین اعداد قرائت شده از جدول گوی استاندارد (۱۰۰ میلیمتر) (انتهای جزوه) را با اعمال ضرایب فوق اصلاح نموده درجدول زیر یادداشت می کنیم . لازم به ذکر است که دو گوی همواره پیک ولتاژ را اندازه می گیرند .

δ : ضریب دما و فشار $U2 = \delta \cdot K \cdot U2$ (ولتاژ شکست در شرایط آزمایشگاه)

K : ضریب رطوبت

U2: ولتاژ بدست آمده از جدول گروه استاندارد بر حسب فواصل تنظیم شده در آزمایش.

حال نمودار تغییرات **U2** را بر حسب **U1** رسم نموده و از این به بعد نسبت تبدیل اولیه به ثانویه را با تقریب خوبی در آزمایشات به کار می بریم یعنی در هر آزمایش با قرائت ولتاژ اولیه می توان ولتاژ ثانویه را با توجه به نمودار فوق محاسبه نمود . (نمودار **U2** بر حسب **U1** بدون اعمال ضریب را نیز در نمودار فوق ترسیم نموده و مقایسه نمایید .)

نکته : همواره خطای ناشی از تغییر شرایط جوی نسبت تبدیل جدول فوق را دچارخطا می نمایید .

دقت داریم که : این نسبت تبدیل مربوط به خروجی ترانسفورماتور و ورودی آن می باشد و هرگاه ولتاژ نقاط دیگر توسط گوی اندازه گیری شود با ید از جدول گوی استاندارد به همراه اعمال ضریب جوی استفاده نمود تا ولتاژ موردنظربه دست آید .

۲ - اندازه گیری ولتاژ شکست هوا در ولتاژ متناوب برای ا لکترودهای مختلف

حال فاصله قطب های زیر را برابر ۳۰ میلیمتر انتخاب کنید و برای قطب های با اشکال زیر ولتاژ شکست را با استفاده از قرائت ولتاژ اولیه ترانسفورماتورو نتایج آ زمایش قبلی برای هوا به دست آورده و در جدول یادداشت کنید . (مراحل کار مانند مرحله ۱ آزمایش می باشد .)

الف) صفحه - صفحه زمین شده

ب) سوزن - صفحه زمین شده

ج) سوزن - سوزن زمین شده

د) صفحه - سوزن زمین شده

www.iran-ieee.com

تعداد	۳۵	۳۰	۲۵	۲۰	۱۵	۱۰	۵	[mm] \ [V]
۱								U_1
۲								U_1
۳								U_1
۴								U_1
۵								U_1
								میانگین

تعداد	۳۵	۳۰	۲۵	۲۰	۱۵	۱۰	۵	[mm] \ [KV]
								U_2 $(\delta=1)$
								U_2 $(\delta\neq1)$

V								میانگین $U_{1\ eff}$
KV								$U_{2\ eff}$

تعداد	صفحه ـ صفحه زمین‌شده	صفحه ـ سوزن زمین‌شده	سوزن ـ صفحه زمین‌شده	سوزن ـ سوزن زمین‌شده	d=۳۰ [mm]
۱	۱۱۴	۵۷	~~۵۰~~ ۶۰	۴۰	U_1
۲	۱۱۶	۵۶	~~۵۹~~ ۵۹	۴۱	U_1
۳					U_1
۴					U_1
۵					U_1
					میانگین

V				~~۱۱۵~~	۵۹٫۵	۵۴٫۵	۴۰٫۵	میانگین $U_{1\ eff}$
KV				۸۰٫۷۵	۴۰٫۲۸	۴۲٫۳۵	۲۸٫۵۸	$U_{2\ eff}$

www.iran-ieee.com

خواسته های آزمایش

۱- علل پدیده های مشاهده شده در آزمایش را ذکر نمایید .

۲- چرا از نسبت تبدیل ترانسفورماتور برای پیدا کردن ولتاژ ثانویه آن استفاده نمی کنیم؟

۳- شرایط و معایب اندازه گیری با دوگوی چیست ؟ مزایای استفاده از گوی ها را شرح دهید .

۴- منحنی U2 بر حسب U1 را برای شرایط موجود و ایده ال ، رسم نمایید .

۵- نمودار ولتاژ شکست برای قطب های مختلف در قسمت دوم آزمایش را بصورت ستون های رنگی در یک دیاگرام مشترک رسم نمایید.

www.iran-ieee.com

آزمایش دوم

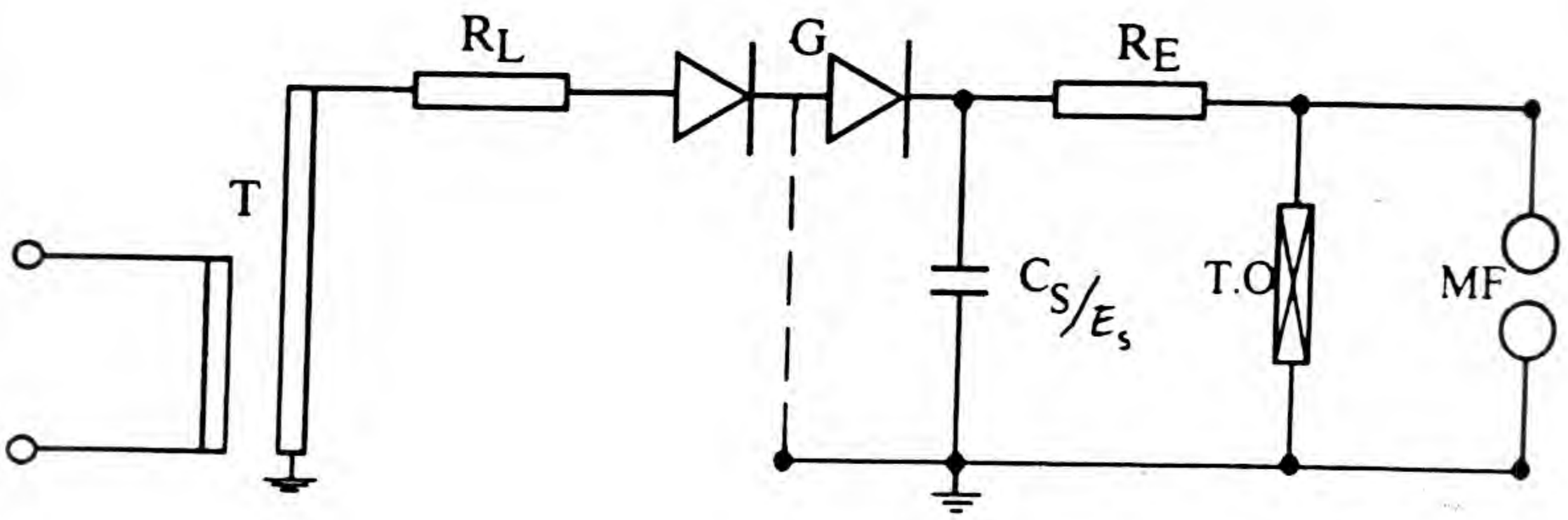
مطالعه شکست الکتریکی هوا در ولتاژ مستقیم

توسعه خطوط انتقال انرژی الکتریکی بوسیله خطوط انتقال HV.DC و کاربرد های ولتاژ فشار قوی مستقیم در تجهیزات تست کابل ها و ... لزوم انجام این آزمایش و بررسی رفتار هوا در ولتاژ های مستقیم را توجیه می کند .

هدف آزمایش :

بررسی و تعیین ولتاژ شکست هوا برای ولتاژ مستقیم و تاثیر فرم قطب ها و نقش علامت ولتاژ (+ و -) در این پدیده و مقایسه با عملکرد هوا در ولتاژ متناوب می باشد.

مدار آزمایش :



روش انجام آزمایش :

۱ - مدرج کردن ولت متر قرائت کننده

مانند مرحله ۱ در آزمایش اول نیز این مرحله انجام می گردد و جدول مربوطه پر می شود .

این مرحله را برای پلاریته (+ و -) به طور مشابه تکرار می نماییم .

۲ - اندازه گیری ولتاژ شکست هوا در ولتاژ مستقیم برای الکترود های مختلف .

مانند مرحله ۲ در آزمایش اول فاصله مربوط را ۳۰ میلیمتر انتخاب و جدول مربوطه را پر کنید .

www.iran-ieee.com

دما ۲۳° رطوبت ۱/۴۴

تعداد	پلاریته	۳۵	۳۰	۲۵	۲۰	۱۵	۱۰	۵	mm
۱	+		۱۱۸	۹۵	۸۲	۶۵	۴۷	۲۶	U_1 [V]
۱	−		۱۱۷					۲۷	
۲	+		۱۱۶	۹۹	۸۲	۶۴	۴۶	۲۷	U_1
۲	−		۱۱۹					۲۶	
۳	+								U_1
۳	-								
۴	+								U_1
۴	-								
۵	+								U_1
۵	-								
V	+								میانگین
V	-								

تعداد	پلاریته	۳۵	۳۰	۲۵	۲۰	۱۵	۱۰	۵	mm
KV	+								U2
KV	-								$\delta=1$
KV	+								U2
KV	-								$\delta\neq1$

تعداد	پلاریته	۳۵	۳۰	۲۵	۲۰	۱۵	۱۰	۵	میانگین
V	+		۱۱۵,۵	۹۷	۸۲	۹۴,۵	۴۹,۵	۲۶,۵	U_{1eff}
V	-								
KV	+								U_2
KV	-								

www.iran-ieee.com

[mm] d = 30	سوزن ـ سوزن زمین‌شده	سوزن ـ صفحه زمین‌شده	صفحه ـ سوزن زمین‌شده	صفحه ـ صفحه زمین‌شده	پلاریته
U_1	۴۷	۴۴	۱۰۴ ۷	۱۱۵	+
	۴۶	۱۰۷	۴۴	۱۱۹	−
U_1	۴۵	۴۴	۱۰۴	۱۱۴	+
	۴۴	۱۰۴	۴۴	۱۱۸	−
U_1					+
					-
U_1					+
					-
U_1					+
					-
میانگین					+
					-

میانگین U_{1eff} (V)					+
					-
U_2 (KV) ($\delta \neq 1$)					+
					-

www.iran-ieee.com

خواسته های آزمایش

۱- ولتاژ شکست هوا برای ولتاژ مستقیم و متناوب را مقایسه کنید .آیا تفاوتی وجود دارد ؟ علت این اختلاف درچیست ؟

۲- چرا در مدار اندازه گیری ولتاژ مستقیم از دو دیود استفاده می شود ؟

۳- چرا شدت میدان در الکترود های نوک تیز (سوزن) زیاد است ؟

۴- در حالت سوزن - صفحه ، تغییر پلاریته چه تاثیری بر میزان ولتاژ شکست دارد. چرا ؟

۵- نمودار ولتاژ ثانویه را با اعمال ضریب جوی بر حسب ولتاژ اولیه رسم نمایید.

۶ ـ ولتاژ شکست الکترودهای مختلف را برای حالت (+ و -) بصورت ستونهای رنگی در یک دیاگرام مشترک رسم کنید.

www.iran-ieee.com

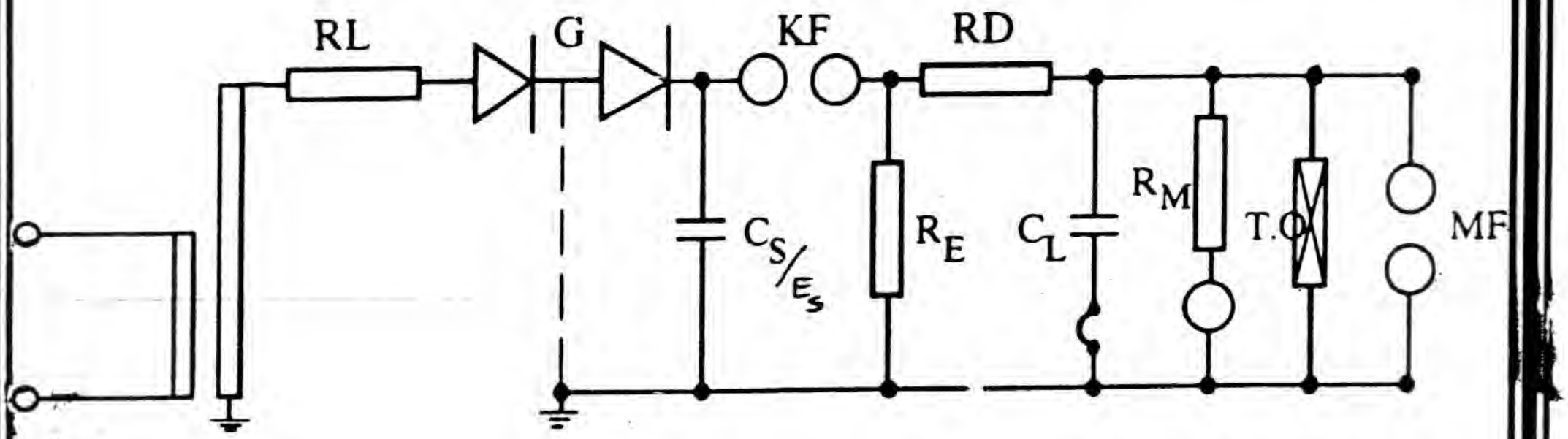
مطالعه الکتریکی هوا در ولتاژ ضربه

وجود پدیده هایی نظیر صاعقه وتخلیه ابر های باردار بر روی خطوط و تجهیزات فشار قوی و قطع و وصل و کلید زنی در سیستم ها باعث ایجاد امواجی غیر تناوبی می گردد که اصطلاحاً موج ضربه نامیده می شود . سطح ولتاژ و انرژی این امواج همواره خسارت هایی به سیستم فشار قوی وارد می سازد . لذا جهت جلوگیری از این گونه خسارت ها لازم است که تمامی تاسیسات فشار قوی قبل از نصب در سیستم ، تحمل خود را در مقابل این امواج نشان دهند . درآزمایشگاههای آموزشی بوسیله شبیه سازی این امواج در حد ولتاژ های کم با انرژی محدود اپراتور را با این امواج وعملکرد آن آشنا می نمایند .در آزمایشگاههای صنعتی شبیه سازی این امواج تا حد زیادی نزدیک به حالت واقعی (از نظر ولتاژ و انرژی) می باشد .

هدف آزمایش :

منظور از این آزمایش آشنا ساختن دانشجویان با مدار استاندارد تولید ولتاژ ضربه ای و بررسی و تعیین ولتاژ شکست الکتریکی هوا برای قطب های مختلف الکتریکی در ولتاژ ضربه ای مثبت ومنفی می باشد .

مدار آزمایش :



روش انجام آزمایش :

مدار را مطابق شکل می بندیم ، ابتدا فاصله گوی عمودی را زیاد می کنیم . الکترود های مورد آزمایش را در محل خود نصب می کنیم(منظور صفحه وسوزن در حالت های مختلف می باشد) فاصله این الکترود ها را روی ۲۵ میلیمتر تنظیم می کنیم سپس با تغییر فاصله گوی افقی و ولتاژ اولیه سیستم را طوری تنظیم می کنیم که ۵۰ درصد ضربه ها که در گوی افقی می شکند در الکترودهای با فاصله ۲۵ میلیمتر بشکند. در این حال فاصله تکرار ضربه نباید خیلی زیاد و یا خیلی کم باشد.(با تغییر ولتاژ اولیه ترانس و فاصله جفت گوی افقی می توان به حالت دلخواه دست یافت).حال بدون تغییر فاصله

www.iran-ieee.com

گوی افقی و با ثابت بودن ولتاژ ترانس فاصله دو الکترود را زیاد می کنیم و سپس فاصله جفت گوی عمودی را جهت اندازه گیری ولتاژ کاهش می دهیم . در این حال نیز سعی می کنیم ۵۰ درصد ضربه ها در گوی عمودی بشکند.فاصله دوگوی عمودی نمایانگر پیک ولتاژ موج ضربه است . جهت یافتن اعداد دقیق تر تعداد ۲۰ ضربه را در نظر می گیریم . این عمل را برای الکترودهای مختلف و پلاریته مثبت ومنفی تکرار و همواره ضرایب جوی را در اندازه گیری اعمال میکنیم.

توجه : در این آزمایش هنگام ورود به قفس از تخلیه شدن خازنها مطمئن شوید.

www.iran-ieee.com

	U_1	D_{KF}	D_{MF}	U_D $\delta=1$	U_D $\delta\neq1$	U_S $\delta=1$	U_S $\delta\neq1$	پلاریته
سوزن- سوزن								+
زمین شده								-
سوزن - صفحه								+
زمین شده								-
صفحه - سوزن								+
زمین شده								-
صفحه- صفحه								+
زمین شده								-

www.iran-ieee.com

خواسته های آزمایش

۱- ولتاژ شکست را برای الکترودهای مختلف با توجه به ضرایب جوی برای پلاریته مثبت و منفی به صورت ستون های رنگی در یک دیاگرام رسم نمایید.

۲- رسم شکل موج ضربه با محاسبه ولتاژ ماگزیمم و زمان پیشانی و پشت موج و ضریب بهره موج (η) که :

η = (ولتاژ اندازه گیری شده توسط گوی عمودی) / (ولتاژ اندازه گیری شده توسط گوی افقی)

همچنین فاصله گوی افقی مطابق جدول معادل ولتاژ معینی می باشد.

۳- درباره عملکرد مدار وطریقه تغییر زمان پیشانی و پشت موج توضیح دهید .

۴- عوامل ایجاد خطا در تولید موج ضربه ای چیست؟

۵- ولتاژ شکست برای الکترودهای مختلف را با هم مقایسه کنید.

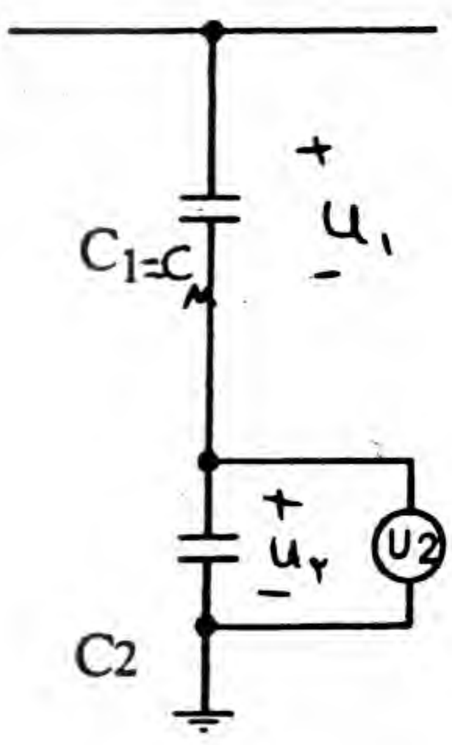
۶- منظور ازولتاژ شکست ۵۰ درصد چیست ؟ به نظر شما آیا روش صحیحی می با شد.

www.iran-ieee.com

گوی ها بهترین و دقیق ترین دستگاه اندازه گیری ولتاژ های بالا مـی باشـند ، زیـرا اگر از ترانسـفورماتور ولتـاژ اسـتفاده کنیم این ترانسفورماتور زیاد اتصال کوتاه شده و سریع فرسوده می شود . از طرفی اندازه گیری متوالی بوسیله دو گوی و بررسی فرم ولتاژغیر ممکن است . لذا از مقسم های خازنی و اهمی بر حسب فرم ولتاژ مورد نظر استفاده می کنیم .

اندازه گیری، ولتاژ های متناوب بوسیله تقسیم کننده خازنی :

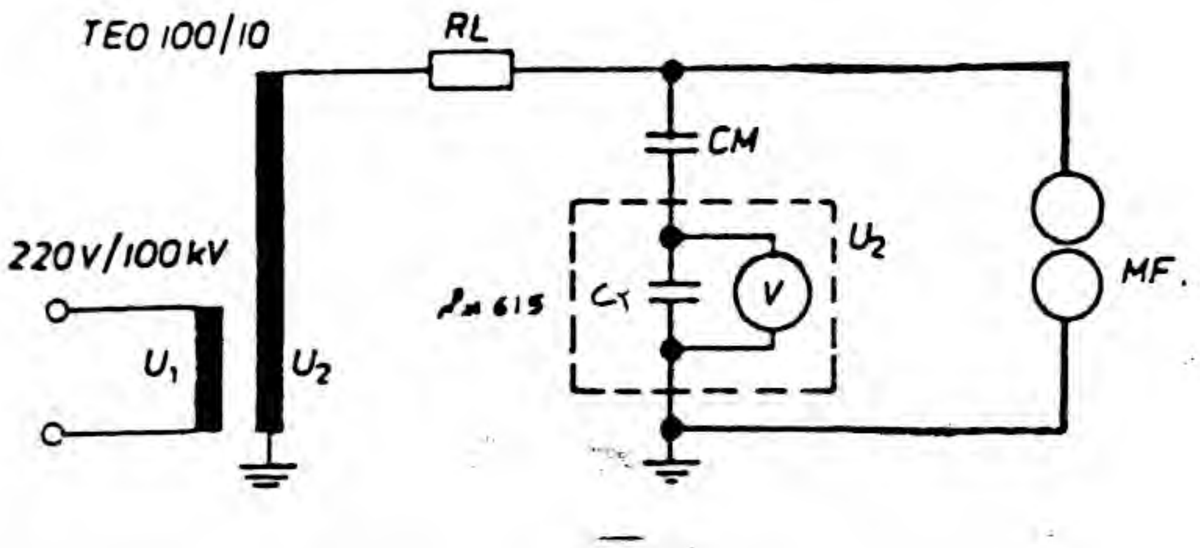
برای اندازه گیری فشا رالکتریکی قوی متناوب از مقسم خازنی استفاده می شود . مقسم خازنی ازدو خازن C_2, C_1 طبق شکل زیر که به صورت سری بسته شده اند تشکیل شده و فشار الکتریکی بالا به دو سر خازن اعمال مـی شـود ، کـه این ولتاژ به نسبت عکس ظرفیت خازن های C_1 , C_2 تقسیم می شود به طوری که با اتصال یک ولت مـتر بـه دو سـر خازن C_2 می توان ولتاژ U_2 را روی خازن C_2 اندازه گرفت از طرفی ولتاژ های U_1 , U_2 بـه نسـبت معیـن طـوری تقسیم می شوند که تا اندازه زیادی فرم منحنی سینوسی جریان نیز تغییر نمـی کنـد . طبـق شـکل میتـوان روابـط زیـر را نوشت :



$$\begin{cases} Q_1 = C_1 \cdot U_1 \\ Q_2 = C_2 \cdot U_2 \qquad C_1 U_1 = C_2 U_2 \\ U = U_1 + U_2 = U_2\left(1 + \dfrac{C_2}{C_1}\right) \end{cases}$$

$$U = \frac{C_1 + C_2}{C_1} U_2$$

مدار آزمایش :



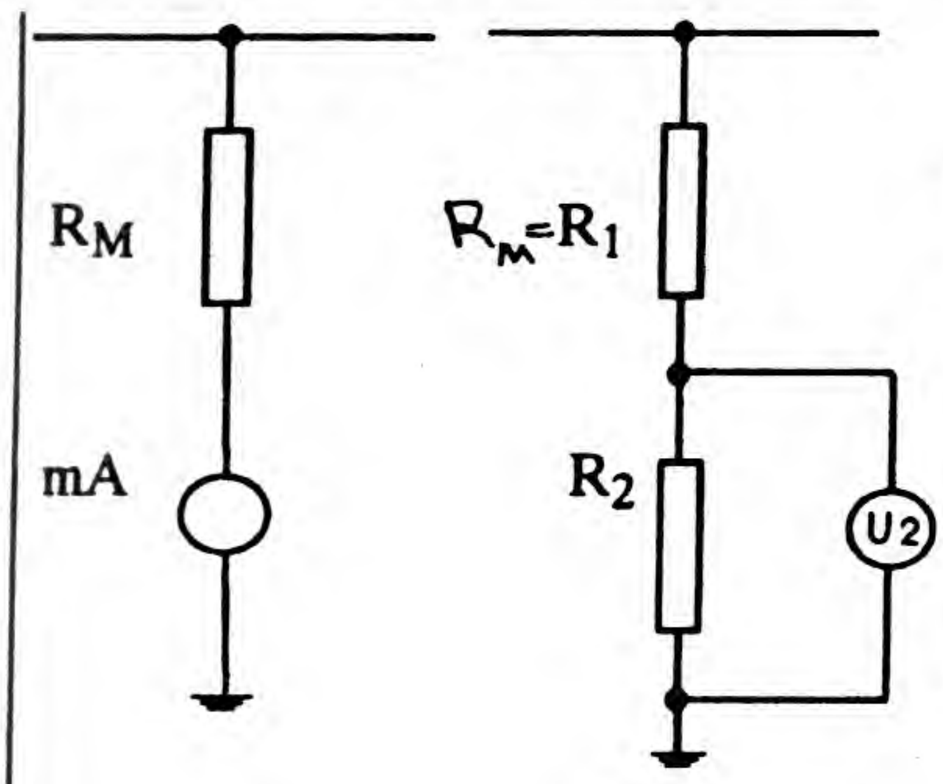
www.iran-ieee.com

روش انجام آزمایش :

مدار را مطابق شکل می بندیم و برای فاصله هـای **۵ و ۱۰ و ۱۵ و ۲۰ و ۲۵ و ۳۰ و ۳۵** میلیمـتر گوی عمـودی را تنظیم و هر بار ولتاژ را از روی ولتمتر **AC** می خوانیم.

اندازه گیری ولتاژ مستقیم بوسیله تقسیم کننده اهمی :

برای اندازه گیری فشار قوی مستقیم از مقسم اهمی استفاده می شود . روش دقیـق تـر و مناسـب تـری کـه جـهت انـدازه گیری ولتاژ های زیاد بکار می رود استفاده از میلی آمپرمتر های دقیق به صورت سری با یک مقاومت بـزرگ مـی باشـد . این آمپر متر ها با اندازه گیری جریان ، متناسـب بـا ولتـاژ سیسـتم درجـه بنـدی شـده انـد . در آزمایشـگاه از ایـن روش استفاده شده است .



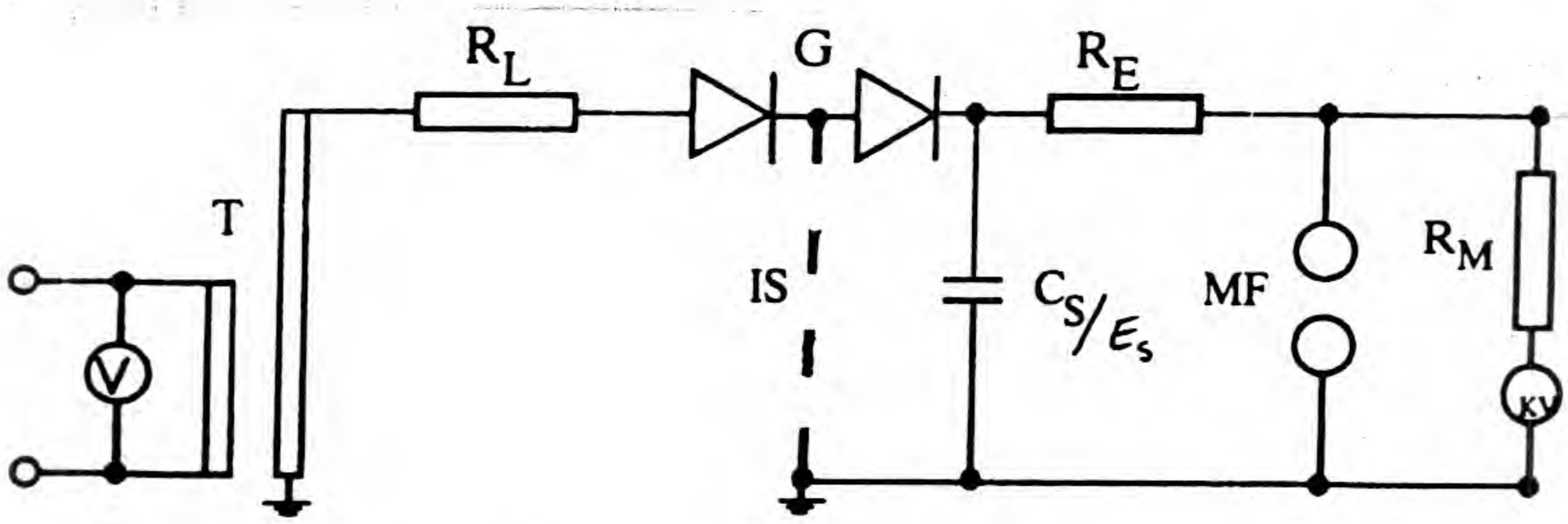
$$I_1=\frac{U_1}{R_1} \qquad \frac{U_1}{R_1}=\frac{U_2}{R_2}$$

$$I_2=\frac{U_2}{R_2} \qquad U_2=\frac{R_2}{R_1}U_1$$

$$U=U_1+U_2=U_2\left(1+\frac{R_1}{R_2}\right)$$

$$U=\frac{R_1+R_2}{R_2}U_2$$

مدار آزمایش :



روش انجام آزمایش :

مدار را مطابق شکل می بندیم و مجدداً در فاصله های **۵ و ۱۰ و ۱۵ و ۲۰ و ۲۵ و ۳۰ و ۳۵** میلیمـتر بیـن دوگوی ولتاژهای ولتمتر **DC** را قرائت می کنیـم .آزمـایش را ــــ برای جهت منفی دیود هم انجام می دهیم.

www.iran-ieee.com

[mm]	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	تعداد
$U_{2\ eff}$ (KV)								
$U_{2\ eff}$								
$U_{2\ eff}$								
$U_{2\ eff}$								
$U_{2\ eff}$								
میانگین								
U_2 $\delta=1$								
U_2 $\delta\neq1$								

[mm]	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	پلاریته
$U_{2\ DC}$								+
								-
$U_{2\ DC}$								+
								-
$U_{2\ DC}$								+
								-
$U_{2\ DC}$								+
								-
$U_{2\ DC}$								+
								-
میانگین								+
								-
$U_{2\ DC}$ $\delta=1$								+
								-
$U_{2\ DC}$ $\delta\neq1$								+
								-

www.iran-ieee.com

جوابها و سوالات

۱) رسم منحنی تغییرات ولتاژ بر حسب فاصله دو گوی با کمک جدول استاندارد و با در نظر گرفتن شرایط جوی برای ولتاژ های **AC** و **DC** (مثبت و منفی) در یک نمودار مشترک .

۲) مقایسه نتایج روش های مختلف اندازه گیری ولتاژ زیاد.

۳) به چه علت در اندازه گیری ولتاژ مستقیم از مقسم اهمی و در اندازه گیری ولتاژ متناوب از مقسم خازنی استفاده می شود ؟

۴) اصولاً چرا در فشا ر های قوی مستقیما ولتاژ را اندازه نمی گیریم ؟

۵) دقت اندازه گیری در گوی عمودی چه ارتباطی با فاصله و قطر جفت گوی اندازه گیری دارد؟

www.iran-ieee.com

همان طوری که در درس فشا ر قوی روشن شد ، پا رامترهای مهمی که از نظر شکست الکتریکی در درجه اول قرار می گیرند عبارتند از :

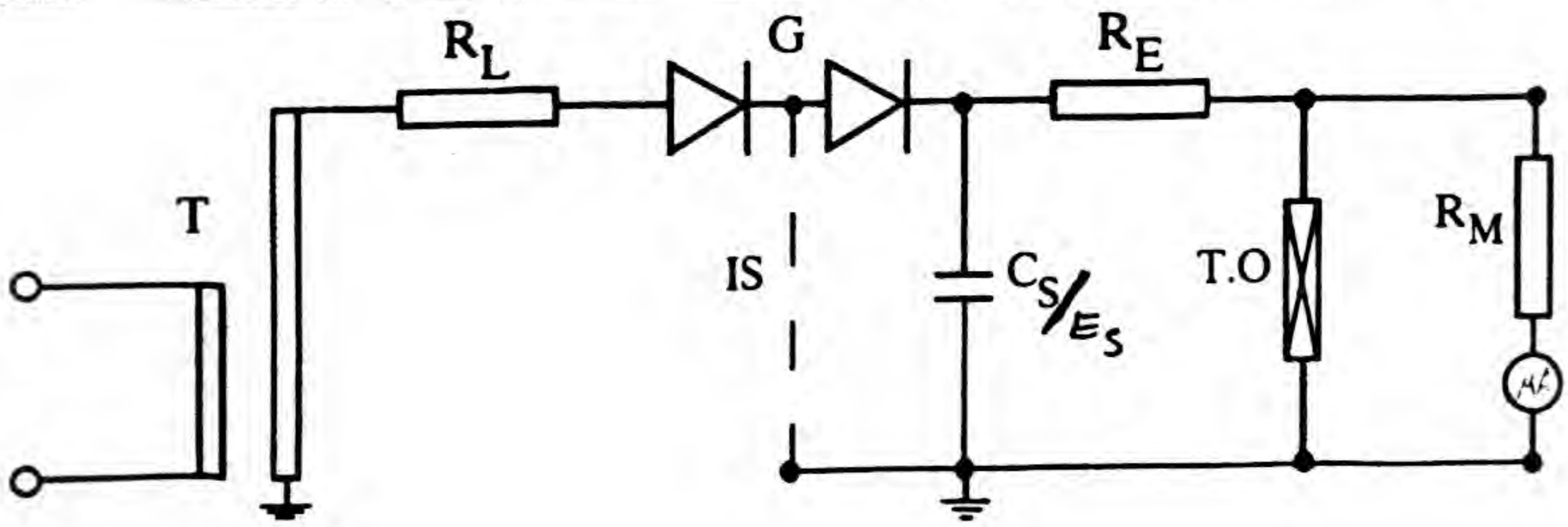
توزیع شدت میدان الکتریکی بین دو قطب الکتریکی (البته واضح است که مقدار ولتاژ و شکل قطب های الکتریکی تعیین کننده نحوه توزیع شدت میدان الکتریکی است) ولی پدیده جالبی که مختصراً علت آن را بیان خواهیم داشت این است که هر گاه در ولتاژ مستقیم علامت ولتاژ را در میدان ناهمگن (غیر یکنواخت) برای یک قطب الکتریکی در شرایط یکسان (منظور حرارت ، فشار ، فاصله و رطوبت است) عوض کنیم ولتاژ شکست به طور محسوس تغییر خواهد کرد .

به عنوان مثال چنانچه قطب منفی مولدی را بر روی سوزن و قطب مثبت را بر روی صفحه بگذاریم ولتاژ شکست بزرگتر از حالت عکس آن خواهد شد . علت این پدیده به این طریق قابل توجیه است که الکترون هایی که عمل تخلیه را تسریع می کنند ،در حوالی قطب سوزنی شکل حرکت خواهند کرد (زیرا شدت میدان در آن حوالی بزرگترین مقدار را دارا است) . حال اگر قطب سوزنی شکل مثبت باشد الکترونها انرژی از میدان کسب کرده و به سوی سوزن حرکت می کنند و عمل یونیزاسیون تقویت می شود و در صورتی که سوزن بار منفی داشته باشد الکترون ها به سمت صفحه حرکت کرده و انرژی گرفته شده از میدان کم خواهد شد .

هدف آزمایش :

منظور از این آزمایش مطالعه تغییرات ولتاژ شکست الکتریکی بر حسب فاصله بین دو قطب الکتریکی در هوا برای ولتاژ متناوب و مستقیم و تاثیر فرم قطب های الکتریکی و علامت ولتاژ (مثبت و منفی) در شکست الکتریکی است .

مدار آزمایش :



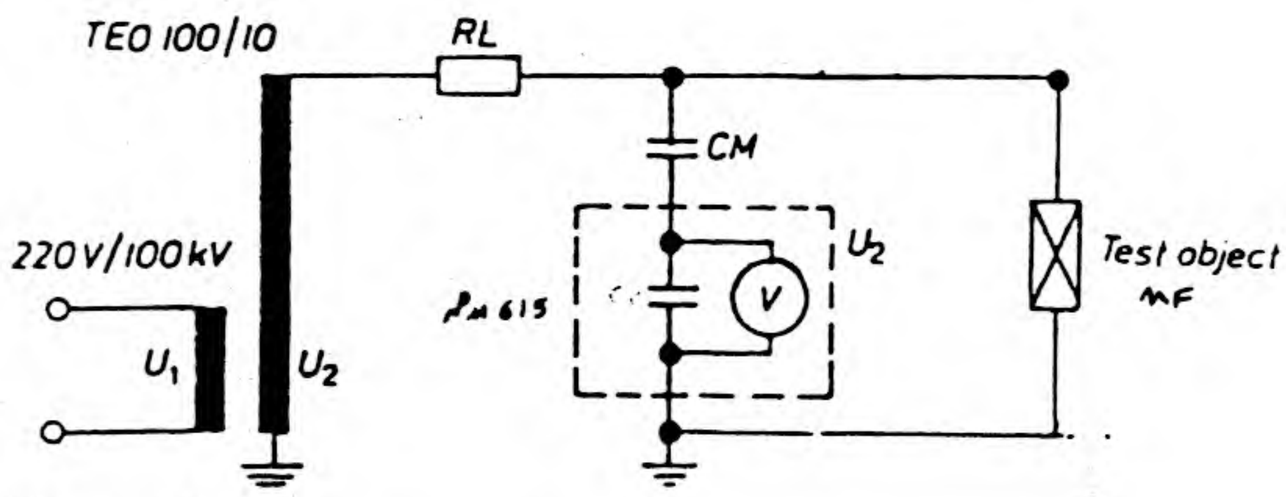
www.iran-ieee.com

روش انجام آزمایش :

مطابق شکل مدار را بسته و مانند آزمایش های قبل ولتاژ شکست را برای الکترود های (صفحه - صفحه زمین شده ، سوزن - صفحه زمین شده ، سوزن - سوزن زمین شده ، صفحه - سوزن زمین شده) یک بار برای ولتاژ مثبت و یک بار برای ولتاژ منفی برای فاصله های ۵ و ۱۰ و ۱۵ و ۲۰ و ۲۵ و ۳۰ و ۳۵ را بدست آورده و میانگین ۵ آزمایش را در جدول یادداشت کنید.

[redacted]

مدار آزمایش:



روش انجام آزمایش :

مطابق شکل مدار را بسته و مانند قسمت قبل آزمایش را تکرار می کنیم .

الکترود (mm)	سوزن - سوزن زمین‌شده						سوزن - صفحه زمین‌شده						صفحه- سوزن زمین‌شده						صفحه- صفحه زمین‌شده						$\frac{+}{-}$
	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	
$U_{2\ DC}$																									+
																									-
$U_{2\ DC}$																									+
																									-
$U_{2\ DC}$																									+
																									-
$U_{2\ DC}$																									+
																									-
$U_{2\ DC}$																									+
																									-
میانگین																									+
																									-

www.iran-ieee.com

الکترود	سوزن ـ سوزن زمین‌شده						سوزن ـ صفحه زمین‌شده						صفحه ـ سوزن زمین‌شده						صفحه ـ صفحه زمین‌شده					
(mm)	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵
U_{2eff}																								
U_{2eff}																								
U_{2eff}																								
U_{2eff}																								
U_{2eff}																								
U_{2eff}																								
میانگین																								

www.iran-ieee.com

خواسته ها و سوالات آزمایش

۱) نتایج آزمایش ها را برای ولتاژ مستقیم (مثبت و منفی) و متناوب به صورت منحنی نسبت به فاصله گوی هـا در یـک دستگاه مختصات مشترک رسم نمایید . همچنین ولتاژ شکست گوی ها بر حسـب فاصلـه را کـه در آزمـایش قبلـی انجـام داده اید را نیز در این منحنی نشان دهید .

۲) منحنی های ترسیم شده را با یکدیگر مقایسه کرده وتغییرات ولتاژ را نسـبت بـه فاصلـه قطـب هـای مختلـف توضیـح دهید. وحداقل ۴ نتیجه را بنویسید.

۳) چگونه میتوان از آزمایش فوق در صنعت استفاده کرد و از نتایج آن بهره برداری نمود .

www.iran-ieee.com

یکی ازمهمترین عایق های مایع در علم فشار قوی ، روغن معدنی میباشد.عمل روغن در این است که بتواند :

۱) قسمت های مختلفی که دارای ولتاژ می باشند از یکدیگر جدا کرده و یا به عبارت دیگر عایق کند .

۲) حرارت ایجاد شده را منتقل نماید (خاصیت خنک کنندگی) .

۳) قوس الکتریکی را به خوبی خفه کند .

۴) خاصیت پوشانندگی در برابر عوامل محیطی .

۵) خاصیت آغشتگی داشته باشد به طوری که بتواند حباب های هوا را که ما بین عایق های کاغذی موجود می باشد ، پرکندواز تخلیه ناقص وجزیی(کرونا)در این حبابها جلوگیری کند.

از لحاظ شیمیایی روغن های معدنی مخلوطی از تعداد بی شماری ترکیبات هیدروکربن می باشند که شامل مواد اشباع شده مثل پارافین ، نفتان و غیراشباع مثل ، آرومات می باشند .

عمل خاموش شدن جرقه بر اثر تجزیه و تبخیر شدن روغن به خصوص ایجاد هیدروژن می باشند که اطراف جرقه را می پوشاند . نظر به اینکه گازها ، بخصوص هیدروژن دارای هدایت حرارتی بسیار خوبی هستند در خنک کردن جرقه بسیار موثر واقع می شوند .

تهیه روغن های معدنی از پالایش نفت است که به گروه های مختلف زیر تقسیم می شوند :

۱ - روغن های متان ، که دارای بیش از ۶۶درصد پارافین و HC و ملکول های آنها به شکل *زنجیره ای* هستند .

۲- روغن های نفتان ، که دارای بیش از ۶۶ درصد نفتان و CH و ملکول های آن به شکل *حلقه ای* می باشند .

۳- روغن های نفتان متان ، که مخلوطی از دو نوع بالا می باشد.

روغن ها براثر گذشت زمان خواص فیزیکی و شیمیایی خود را عوض می کنند که طول این زمان بستگی مستقیم به نوع و درجه حرارت محیط روغن و رطوبت هوای مجاور دارد .اکسیژن وارد شده در روغن توسط هوا قبل از هر چیز بر روی ترکیبات غیر اشباع شده روغن اثر می گذارد و آنها را از نظر شیمیایی اکتیو می کند . به علت اکسیداسیون انجام شده اسید ها نمک ها و الکل های مختلفی در روغن ایجادمی شود و این فعل و انفعالات پولیمریزاسیون را به دنبال دارد که به صورت املاح مختلف در روغن باقی می مانند و در این موقع می گوییم که روغن پیر شده است.

پیری روغن باعث می شود که :

۱ ـ استقامت الکتریکی روغن به شدت پایین بیاید .

۲ ـ خاصیت خنک کنندگی خود را از دست داده و در نتیجه ضریب تلفات آن($\mathbf{tg}\,\delta$) زیاد شود.

روغن های مصرف شده(*پیر شده*) را توسط رنگ ، بو ، شفافیت ، املاح و رطوبت آن میتوان شناسایی کرد.

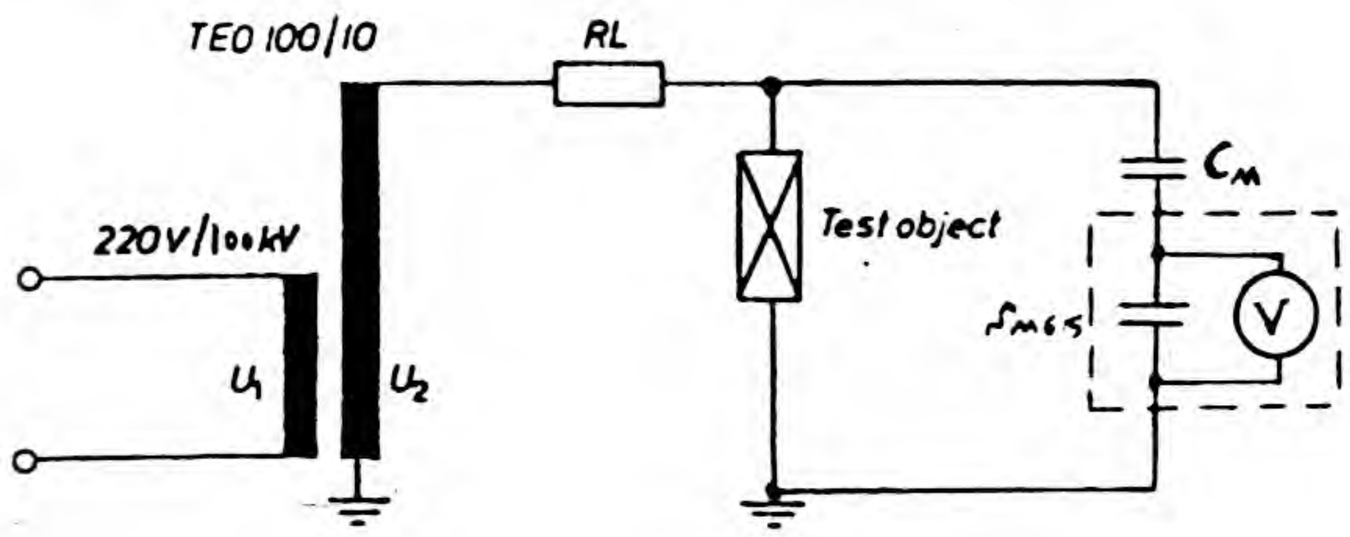
www.iran-ieee.com

مقاومت الکتریکی روغن های معدنی مورد استفاده در فشار قوی در درجه حرارت ۲۰ الی ۱۰۰ درجه سانتیگراد بین 10^{10} الی 10^{16} ، $\frac{\Omega}{cm}$ است و در ۱۳۰ تا ۲۵۰ درجه سانتی گراد قابلیت اشتعال دارند . روغن های معدنی سمی نیستند ، اما به خاطر قابلیت اشتعال آنها باید مواظبت و پیشگیری لازم را از ایجاد حریق نمود.

هدف آزمایش :

بررسی خواص روغن ، در برابر ولتاژ متناوب.

مدار آزمایش :



روش انجام آزمایش :

ظرف شیشه ای که مطابق استاندارد **VDE** برای آزمایش طرح ریزی شده است را از روغن عایق پر کنید . این ظرف حاوی دو الکترود نیم کروی شکل می باشد ، که این دو نیم کره به فاصله ۲/۵ میلی متر از یکدیگر قرار دارند . قطر گوی ۵۰ میلیمترمی باشد . پس از این که ظرف شیشهه ای ازروغن مورد آزمایش پر شد ۱۰ دقیقه صبر کنید تا حباب های هوا که موقع پر کردن روغن بوجود آمده اند ، از بین بروند سپس ولتاژ را به آرامی و یکنواخت (۳ $\frac{KV}{SEC}$) بالا برده و پس از شکست کامل در روغن ولتاژ را یک مرتبه قطع کنید .

برای هر روغن این آزمایش را شش بار تکرار کنید و آزمایش اول را به حساب نیاورید . پس از هر شکست بوسیله میله شیشه ای ما بین الکترودها را تمیز کرده و مجدداً ولتاژ را آرام بالا ببرید . سعی کنید که بین هر دو آزمایش حداقل دو دقیقه فاصله باشد .

www.iran-ieee.com

نمونه روغن	ولتاژ شکست [KV]	دفعات آزمایش ۱	۲	۳	۴	۵	۶	میانگین ولتاژ شکست نمونه روغن
۱	$U_{2\ eff}$							
۲	$U_{2\ eff}$							
۳	$U_{2\ eff}$							
۴	$U_{2\ eff}$							
۵	$U_{2\ eff}$							

www.iran-ieee.com

خواسته ها و سوالات آزمایش:

۱) ولتاژ شکست را که از معدل پنج بار آزمایش برای هر نمونه روغن بدست آورده اید با هم مقایسه کنید.

۲) ولتاژ شکست را برای الکترود های فوق در هوا ($\varepsilon r = 1$) به دست آورید .

۳) ولتاژ شکست در هوا و روغن های مورد آزمایش را با یکدیگر مقایسه کرده و در یک دیاگرام ستونی رسم نمایید .

۴) تفاوت شکست الکتریکی در هوا و روغن چیست ؟

۵) آیا می توان εr روغن های مورد آزمایش را تعیین کرد ؟

۶) کدام نوع از روغن های مورد آزمایش دارای کیفیت بهتری هستند.

۷) چه عواملی باعث کاهش استقامت الکتریکی روغن می شوند؟

www.iran-ieee.com

آزمایش هفتم

مطالعه کرونا در ولتاژ مستقیم

کرونا پدیده ای است در میدان های استوانه ای شکل که مشابه تخلیه ناقص به شکل هاله ای درمیدانهای غیر یکنواخت ایجاد می شود از آنجاییکه این نوع تخلیه ها تلفاتی را در بر دارند ، لذا در صنعت باید تا آنجا که ممکن است از ایجاد کرونا جلوگیری شود.

در سیستم های فشار قوی کرونا باعث تولید اکسیژن فعال (اوزن) می گردد ، که این گاز در مجاورت عایق های الکتریکی (خصوصاً کاغذ و روغن) باعث اکسیداسیون و نتیجتاً خرابی عایق می گردد . انتشار اوزن در محیط باعث اختلالات تنفسی می شود . امواج حاصله از کرونا ، در سیستم های مخابراتی ایجاد پارازیت می کند.

آثار کرونا :

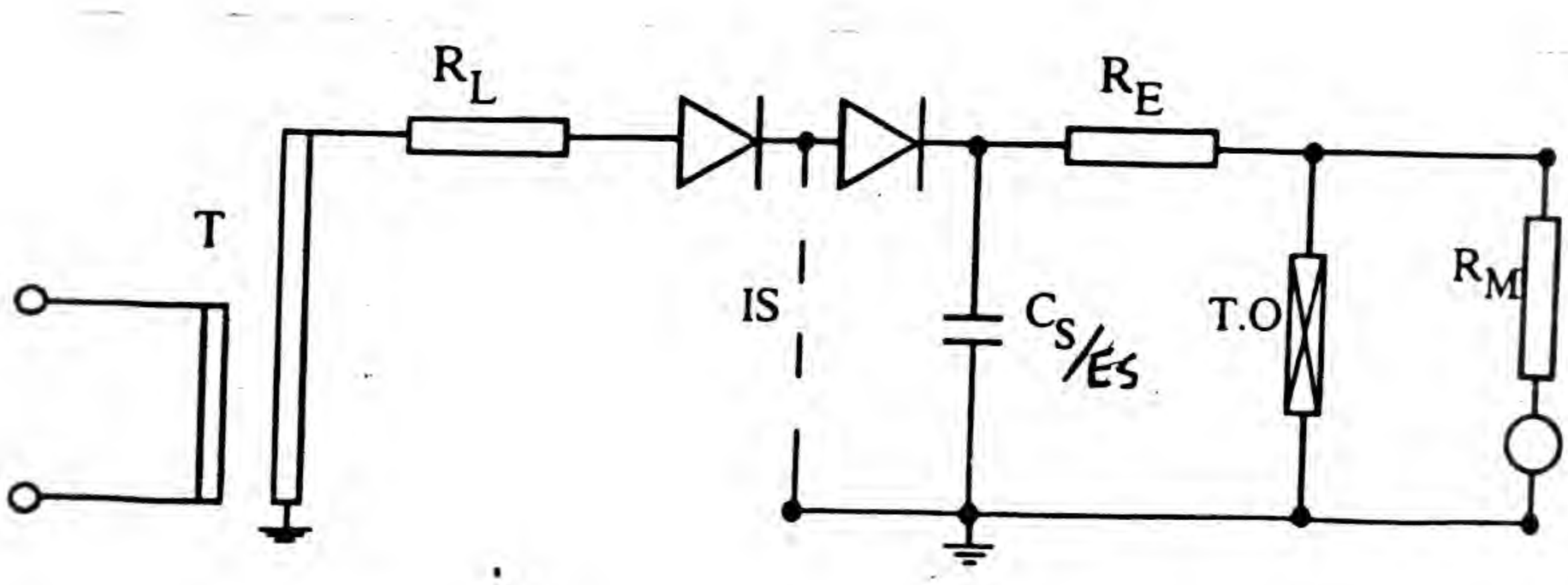
۱) شیمیایی (No و O۳)

۲) الکترو مغناطیسی (Radio و TV و Communication)

هدف آزمایش :

بررسی تخلیه الکتریکی ناقص در میدان های ناهمگن استوانه ای شکل که به کرونا موسوم است و اثر قطب داخلی و فشار هوای اطراف قطب داخلی در شروع کرونا .

مدار آزمایش:



www.iran-ieee.com

روش انجا م آزمایش :

مدار را مطابـق شکل می بندیم و شدت جریان کـرونا را برای سیم های به قطر مختلـف با افزایـــش ولتـــاژ انـدازه گیـری می نماییم . این اندازه گیری را برای ولتاژ مستقیم مثبت و منفی انجام می دهیم درصورت امکان آزمایش را برای فشـــار دو برابر فشـار محیـط و خلاء تکرار می کنیم . همچنین ولتـــاژ هـایی کـه در آن صـدا ، هالـه و جرقـــه ایجـاد مـی شـود را یادداشت می کنیم .

www.iran-ieee.com

نمونه مفتول	$U_{2\ DC}$ [KV]	دفعات آزمایش					میانگین	پلاریته
		۱	۲	۳	۴	۵		
۱	صدا							+
								-
	درخشندگی							+
								-
	جرقه							+
								-
۲	صدا							+
								-
	درخشندگی							+
								-
	جرقه							+
								-
۳	صدا							+
								-
	درخشندگی							+
								-
	جرقه							+
								-

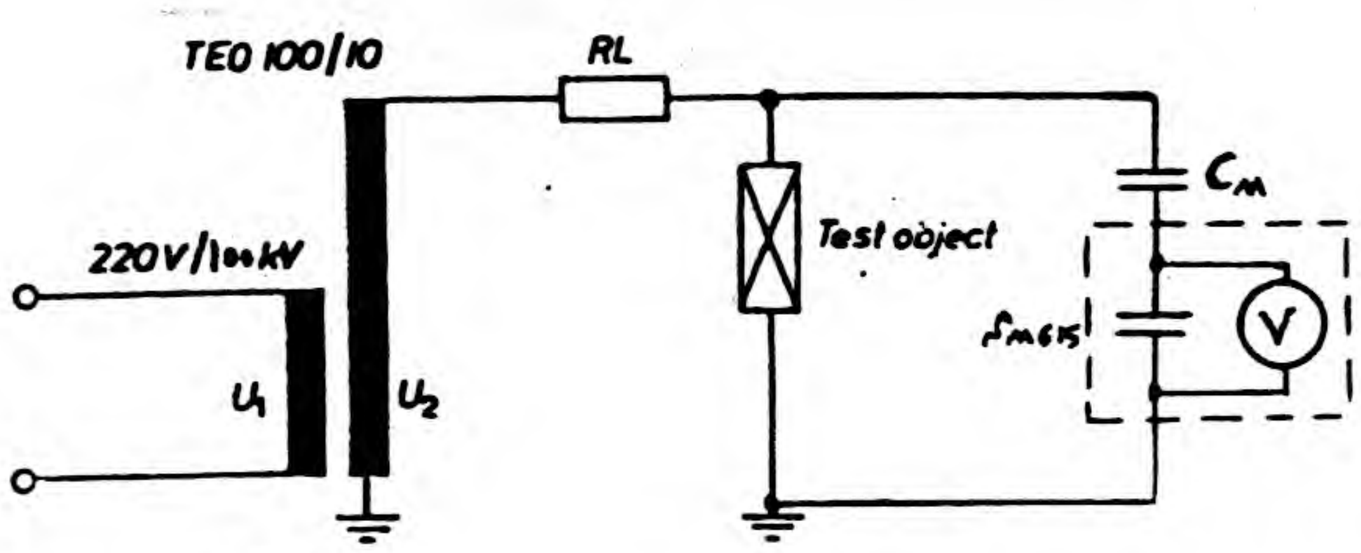
www.iran-ieee.com

کرونا در ولتاژ ...

هدف آزمایش :

در این آزمایش کرونا در ***ولتاژ متناوب*** را بررسی می کنیم .

مدار آزمایش :



روش انجام آزمایش :

مدار را مطابق شکل فوق بسته و برای سه سیم از انواع مختلف با قطر های متفاوت ولتاژ را به آرامی بـالا بـرده و در حیـن افزایش ولتاژ دقت کنید که در چه ولتاژی اولین پدیده سمعی و اولین پدیده بصری و سپس جرقه حس خواهد شد . برای هر سیم حداقل پنج بار آزمایش را تکرار کنید .

www.iran-ieee.com

نمونه مفتول	$U_{2\,eff}$ [KV]	دفعات آزمایش ۱	۲	۳	۴	۵	میانگین
۱	صدا						
	درخشندگی						
	جرقه						
۲	صدا						
	درخشندگی						
	جرقه						
۳	صدا						
	درخشندگی						
	جرقه						

(فشار محیط $P_=$)

I [mA]								
$U_{2_{DC}}$ [KV]								
P [W]								

(خلاء $P_=$)

I [mA]								
$U_{2_{DC}}$ [KV]								
P [W]								

(۱۲اتمسفر $P_=$)

I [mA]								
$U_{2_{DC}}$ [KV]								
P [W]								

www.iran-ieee.com

خواسته ها و سوالات آزمایش

۱) ولتاژ هایی را که در آزمایش مستقیم و متناوب بدست آورده اید ، در یک دیاگرام ستونی رسم نمایید. (اولین ولتاژی که تولید صدا می کند و اولین ولتاژی که باعث درخشندگی سیم می شود واولین جرقه ایجاد شده)

۲) آنچه را که در حین آزمایش با ولتاژ متناوب مشاهده کردید و یا شنیدید، تشریح کرده و با حالت های مشابه ولتاژ مستقیم مقایسه کنید .

۳) رسم نمودار تغییرات مقاومت معادل مقاومت کرونا نسبت به ولتاژ برای قطر سیم های آزمایش شده در ولتاژ مستقیم مثبت و منفی . (مقاومت معادل کرونا مساوی است با ولتاژ کرونا تقسیم بر جریان کرونا)

۴) رسم نمودار تلفات کرونا نسبت به ولتاژ در یکی از حالات سوال ۳ (به توضیح زیر توجه کنید)

۵) مسیر تقریبی نمودار کرونا در صورتیکه فشار گاز داخل ظرف آزمایش افزایش یا کاهش یابد را ترسیم نمایید.

۶) علت تفاوت ولتاژ کرونا در مفتول ها و در ولتاژ های مستقیم و متناوب چیست ؟

۷) از چه راههایی می توان ولتاژ شروع کرونا را افزایش داد ؟ به چه علت می خواهیم ولتاژ شروع کرونا افزایش یابد ؟

۸) ولتاژ کرونا را برای حداقل یک الکترود آزمایش شده از طریق محاسبه بدست آورید .

توضیح : جهت اندازه گیری کرونا ولتاژ دو سر مقاومت شارژ (۱۰ مگا اهم) را بدست می آوریم .

مطابق شکل ولتاژ مقاومت برابر خواهد بود با ولتاژ خروجی ترانس (با استفاده از نسبت تبدیل) منهای ولتاژی که مقسم نشان می دهد و جریان این مقاومت برابر ولتاژ مقاومت شارژ تقسیم بر مقدار مقاومت آن می باشد.

این جریان برابر است با جریان کرونا بعلاوه جریان مقسم . جریان مقسم مساوی است با ولتاژ مقسم تقسیم بر مقاومت آن ، بدین لحاظ از تفاضل این دو جریان ، جریان کرونا و نتیجتاً تلفات کرونا (حاصلضرب جریان کرونا در ولتاژ مقسم) در مدار ولتاژ مستقیم بدست می آید .

www.iran-ieee.com

بررسی

اگر یک ولتاژ مثبت به الکترود سوزنی ، در ترکیب سوزن - صفحه ، اعمال شود (صفحه زمین شده است) ولتاژ شکست به مقدار قابل توجهی زیاد خواهد شد ، البته اگر ورق را کاملاً به سوزن بچسپانیم ، ولتاژ شکست بـه مقـدار کمـی افزایـش می یابد . بنابراین توسط یک ورق از عایق که به طور عمود بر جهت تخلیه دو الکـترود قـرار دارد ، ولتـاژ شکسـت تغییـر می کند ، این تغییر تابعی است از :

۱) نوع ولتاژ اعمال شده

۲) مقدار غیر هموژن بودن توزیع میدان بین دو الکترود

۳) مکان قرار گرفتن لایه در میدان

۴) جنس ورق عایق

علت تغییر در ولتاژ شکست ناشی از دو عامل است.

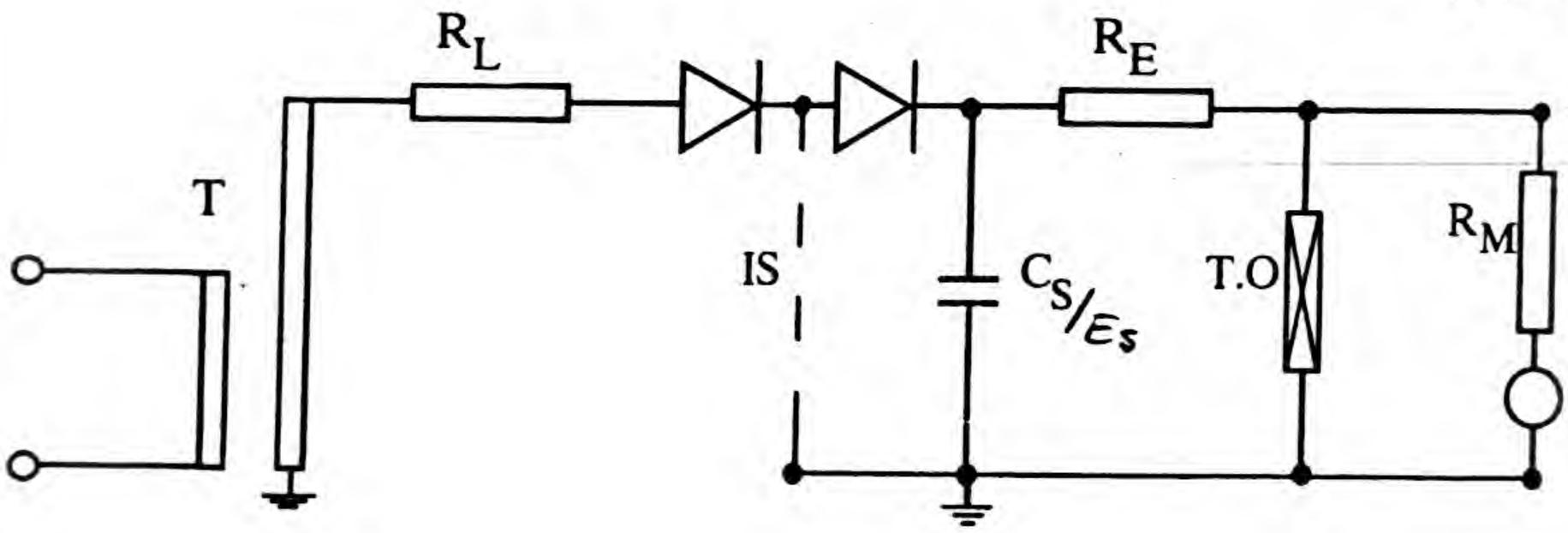
1) مانعت مکانیکی در برابر عبور حامل های بار دار

2) تغییر توضیح میدان توسط ورق عایق و شارژ الکتریکی اش

هدف آزمایش :

مطالعه ولتاژ شکست برای قطب هائی که فضای بین آنها بوسیله یک عایق باریک تقسیم شده است .

مدار آزمایش :



روش انجام آزمایش :

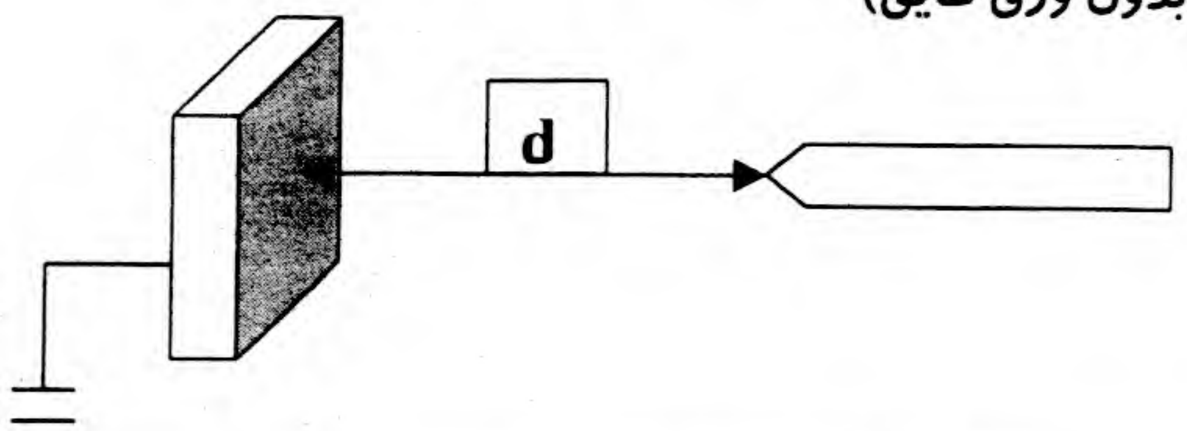
ولتاژ شکست را برای ترکیب سوزن - صفحه (صفحه زمین شده است) ،که الکترود ها دارای فاصله ۴۰ میلیمـتر اسـت بدست آورید . این آزمایش را با ولتاژ مستقیم مثبت و منفی در حالت های با ورق عایق و بدون ورق عایق انجام دهید .

اندازه گیری بایستی بر حسب فاصله بین ورق و سوزن برای فواصل : ۰ و ۱۰ و ۲۰ و ۳۰ و ۴۰ میلیمترانجام گیرد.

هر اندازه گیری را سه بار انجام و ورق عایق را بعد از هر شکست تعویض نمایید.

www.iran-ieee.com

d:فاصله بین سوزن و صفحه(بدون ورق عایق)



فاصله(mm) / ولتاژ(kv)	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	پلاریته
Udc(1)						+
						-
Udc(1)						+
						-
Udc(1)						+
						-

××:با ورق عایق

فاصله(mm) / ولتاژ(kv)	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	پلاریته
Udc(1)						+
						-
Udc(1)						+
						-
Udc(1)						+
						-

www.iran-ieee.com

۱) ولتاژ های شکست را برای مثبت و منفی بودن الکترود سوزنی شکل ، در یک دیاگرام بر حسب فاصله ورق عایق تا سوزن رسم نمایید.

۲) ولتاژ شکست را در مورد همین ترکیب ، بدون ورق عایق در دیاگرامی رسم کنید.

۳) ازدیاد نسبی ولتاژ شکست را بر حسب درصد برای دو حالت بررسی شده در قسمت های قبل تعیین کنید .

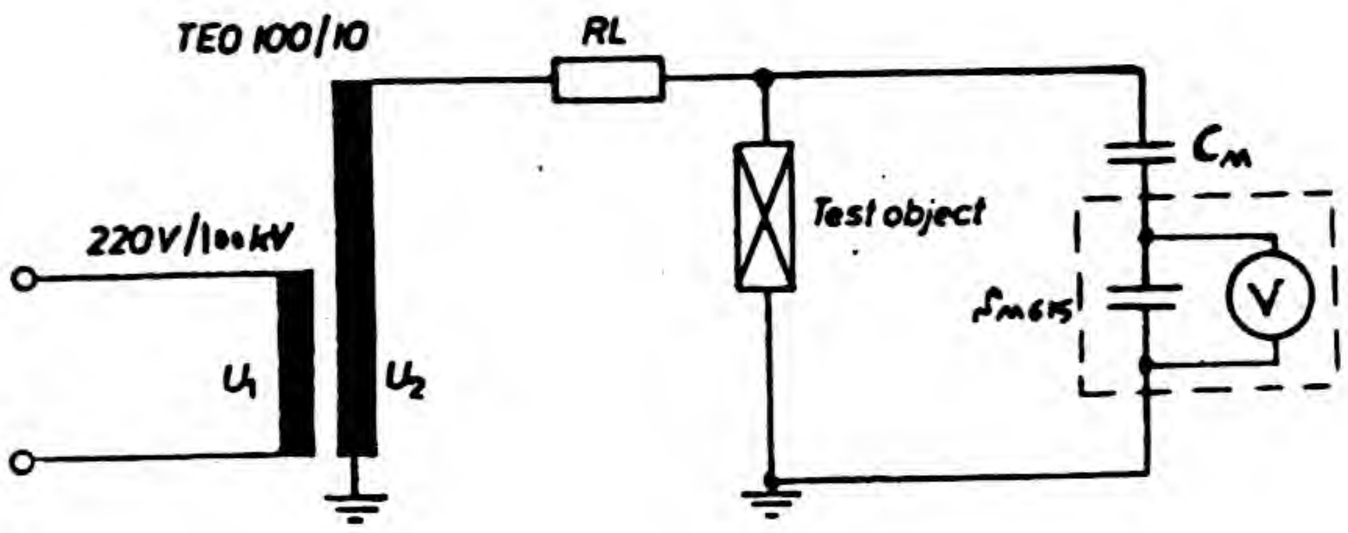
۴) بحث و نتیجه گیری از آزمایش های فوق

www.iran-ieee.com

اگر یک ولتاژ متناوب بر ترکیبی مشتمل بر سوزن - صفحه (صفحه زمین شده است) اعمال شود ، شکست در نیم سیکلی رخ خواهد داد که سوزن دارای پلاریته مثبت است. (به نظر شما علت چیست ؟)

وقتی سوزن دارای پلاریته مثبت است ، با وارد کردن یک ورق عایق در میدان الکترو استاتیک می توان ولتاژ شکست میدان را افزایش داد . وقتی دو الکترود هم شکل باشند گفته فوق صحت ندارد ولی با وارد کردن دو ورق عایق در میدان باز میتوان ولتاژ شکست را افزایش داد .

مدار آزمایش :



روش انجام آزمایش :

الف : بررسی در مورد ترکیب سوزن - صفحه(صفحه زمین شده است) روش کارمانندحالت قبل است ولی باولتاژمتناوب

ب : بررسی در مورد ترکیب سوزن - سوزن (یکی از سوزن ها زمین شده است)

در این مورد ولتاژ شکست را برای فاصله بین دوا لکترود برابر با ۴۰ میلی متر و در حا لت های زیر:

۱) بدون عایق .

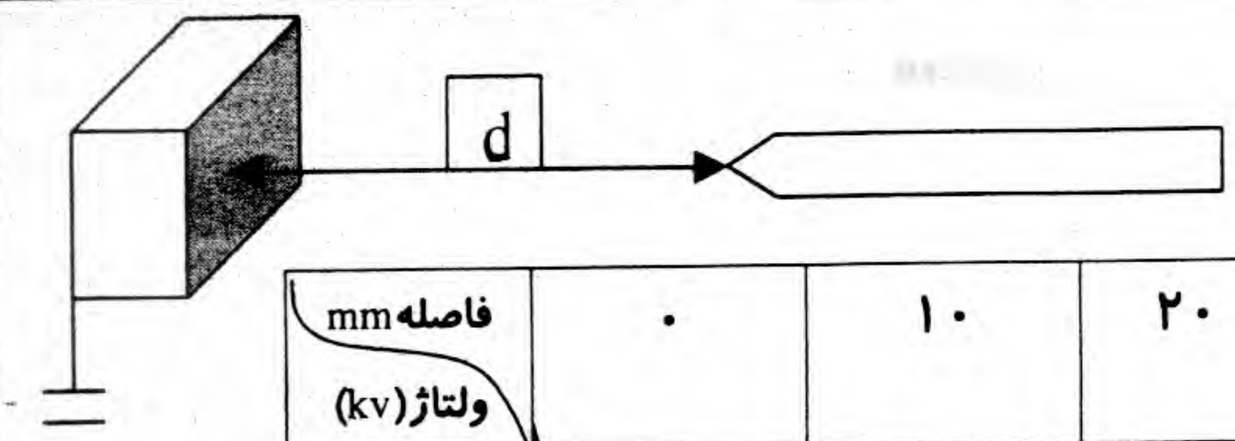
۲) با یک ورق عایق در فاصله های ۰ تا ۴۰ میلیمتر .

۳) با دو ورق عایق .

تعیین کنید .

برای قسمت های (۱) و (۲) روش کار درست مانند حالت الف است منتها در این قسمت به جای ترکیب سوزن - صفحه ، ترکیب سوزن - سوزن داریم.برای قسمت (۳) ورق ها بایستی به طور متقارن نسبت به مرکز فاصله بین دو الکترود قرار گیرند. برای فواصل بین دو ورق عایق ،۰ و ۵ و ۱۰ و ۱۵ و ۲۰ میلیمتر ولتاژ شکست را بدست آورید. هر اندازه گیری را سه بار تکرار و سپس ورق عایق را عوض کنید.

www.iran-ieee.com



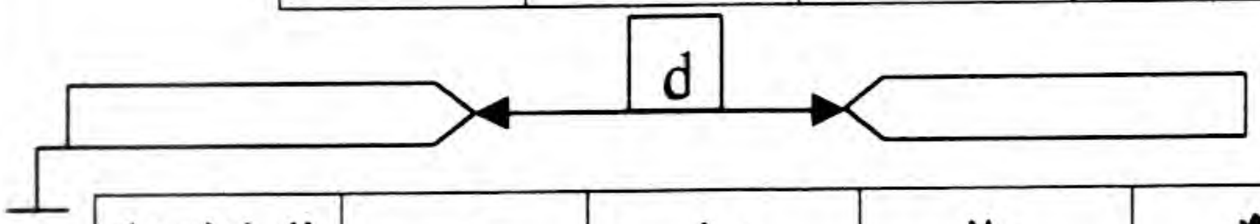
xx:سوزن ـ صفحه (بدون ورق عایق)

فاصله mm / ولتاژ(kv)	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰
U1					
U1					
U1					

xx:سوزن ـ صفحه(با ورق عایق)

فاصله mm / ولتاژ(kv)	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰
U1					
U1					
U1					

xx:سوزن ـ سوزن



		فاصله(mm) / ولتاژ(kv)	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰
بدون ورق عایق		U1					
		U1					
		U1					
با ورق عایق		U1					
		U1					
		U1					

d: فاصله بین دو عایق

فاصله(mm) / ولتاژ(kv)	۰	۵	۱۰	۱۵	۲۰
U1					
U1					
U1					

www.iran-ieee.com

خواسته ها و سوالات آزمایش

۱) مقادیر بدست آمده (در قسمت الف) آزمایش را در یک دیاگرام بـر حسب فاصلـه ورق عـایق تـا سـوزن رسـم نمایید .

۲) مقادیر بدست آمده در قسمت ب آزمایش را در یک دیاگرام مشابه رسم نمایید .

۳) ازدیاد نسبی ولتاژ شکست را بر حسب درصد برای حالت های بررسی شده درقسمتهای الف و ب آزمایش تعییـن کنید .

۴) بحث و مقایسه نتایج این آزمایش با آزمایش قبلی.

www.iran-ieee.com

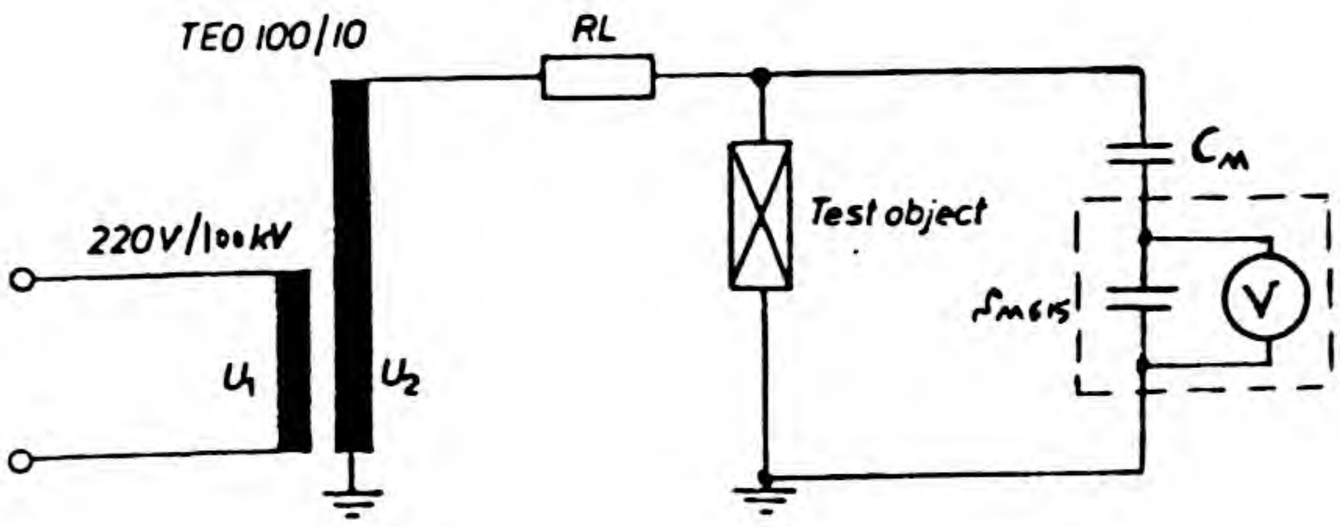
مطابق قانون پاشن در یک رنج مشخص یک رابطه خطی بین فشار گاز و ولتاژ شکست وجود دارد. این امر به علت کاهش طول مسیر میانگین مولکول هاست که شروع بر خورد مولکول ها در حالت یونیزاسیون تنها در شدت چگالی زیاد میدان صورت می گیرد .

کاربرد عملی این قانون در امکان کاهش دیمانسیون الکترود ها با در نظر گرفتن افزایش فشار در مقاومت دی الکتریک مساوی است .

هدف آزمایش :

بررسی تاثیر فشار گاز در ولتاژ شکست.

مدار آزمایش :



روش انجام آزمایش :

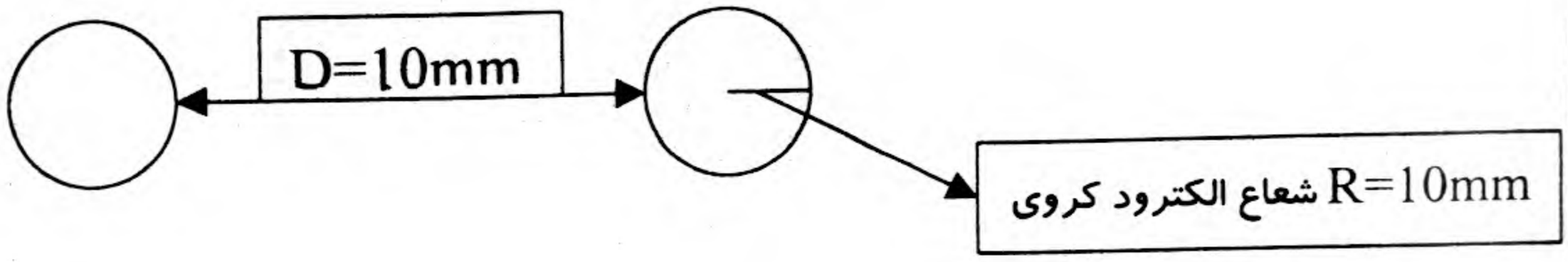
۱) ظرف فشار را با الکترود های کروی به قطر ۲۰ میلی متر و در فاصله ۱۰ میلی متر از یکدیگر آماده کنید و مقدار ولتاژ شکست در فشار های $P= 1, 2, 3, 4, 5$ bar را اندازه گیری کنید.

۲) مقدار ولتاژ شکست را در شرایط فوق برای : $P = -0.1, -0.2, -0.3, -0.4, -0.5$ bar اندازه گیری کنید.

در هرحالت آزمایش را پنج بار تکرار و میانگین بگیرید.

تحقیق : برای الکترود های تخت و سوزنی آزمایش را تکرار کنید.

www.iran-ieee.com



فشار(bar) / ولتاژ(kv)	۰/۵	۰/۴	۰/۳	۰/۲	۰/۱	۰	۱	۲	۳	۴	۵
U1											
U1											
U1											
U1											
U1											
U1											
میانگین u1											

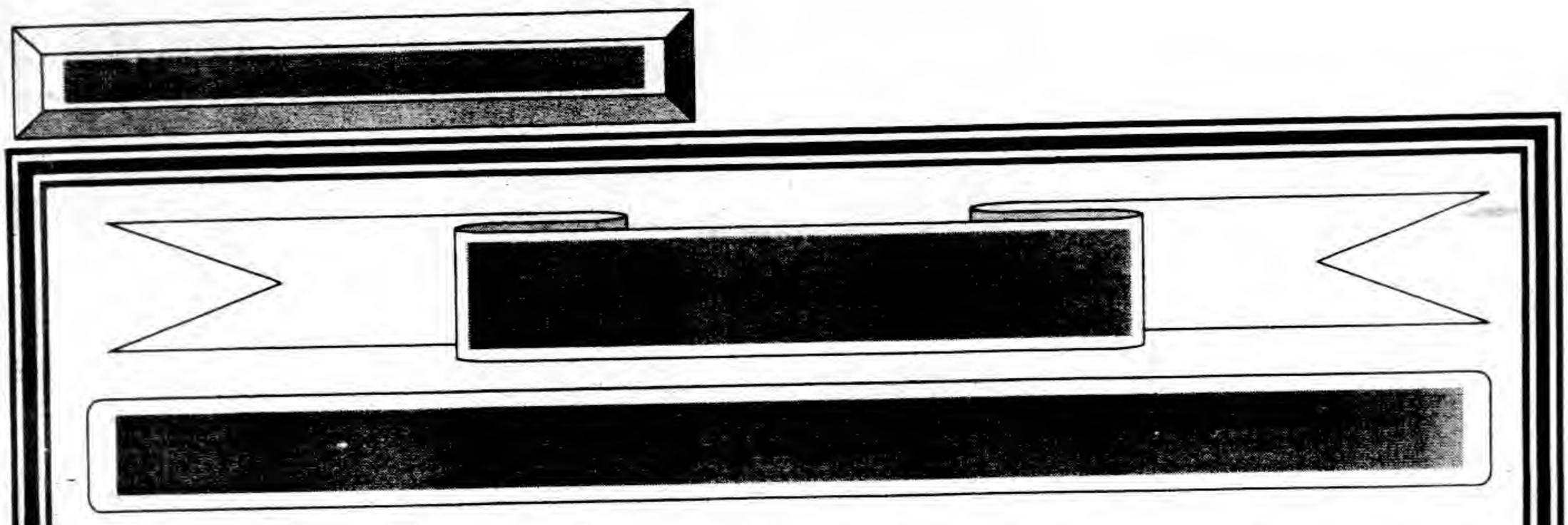
www.iran-ieee.com

خواندن سوالات

۱) رسم منحنی ولتاژ شکست تابعی از حاصلضرب فشار در فاصله گوی ها .

۲) کاربرد عملی قانون پاشن در صنعت فشار قوی را بیان کنید .حداقل دو مورد را نام ببرید .

www.iran-ieee.com



مقره های آویز، باید علاوه بر آزمایشهای مکانیکی پایداری خود را در برابر آزمایش های الکتریکی نیز به ثبوت برسانند. مطابق استانداردهای معمولی ، مقره ها بایددر مقابل ولتاژهایی که این استاندارد ها برای هر گروه مقره تعیین کرده اندایستادگی نمایند. همه ولتاژ های اندازه گیری شده (به جز ولتاژ شکست در داخل مقره) باید مراجعه شوند به شرایط جوی نرمال . این شرایط جوی نرمال در استاندارد های مختلف کمیت های متفاوت دارند مثلا ، استانداردهای آمریکایی وکانادایی درجه ی حرارت نرمال را ۲۵ درجه سانتیگراد و رطوبت مطلق را ۱۵ گرم بر متر مکعب تعیین کرده است ، درحالی که استاندارد آلمان درجه حرارت را ۲۰ درجه سانتیگراد و رطوبت مطلق را ۱۱ گرم بر متر مکعب تعریف کرده اند . فشار هوا در هر استاندارد ۷۶۰ میلیمتر جیوه در نظر گرفته شده است. ضریب تصحیح K از جدول به دست می آید که با کمک این مقادیر مراجعه شده به شرایط عادی از رابطه زیر به دست می آید:

$$UO = \frac{K}{\delta} \times \mathbf{U}$$

باید توجه داشت که مقره ها ، قبل از آزمایش خوب تمیز شده و قسمت هایی که در هنگام استفاده عادی مقره زمین میشود نیز در هنگام آزمایش زمین بشود. بعلاوه یک قطعه هادی معادل سیمی که در هنگام استفاده معمولی به مقره متصل است باید در هنگام آزمایش نیز به آن ملحق شود.

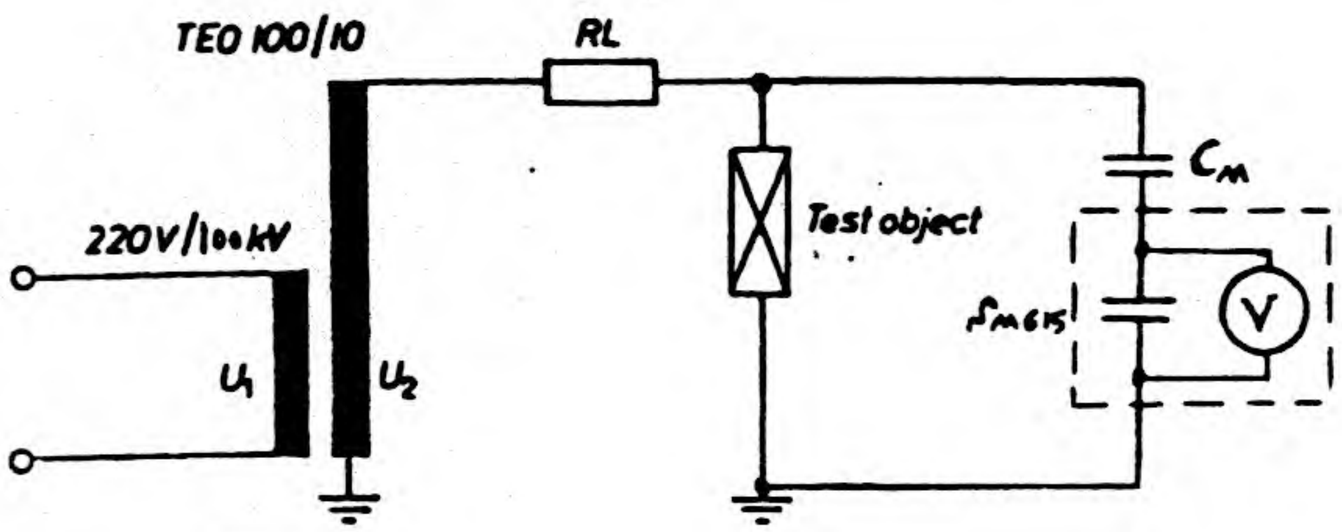
رطوبت [g/cm^3]	۰	۲	۴	۶	۸	۱۰	۱۲	۱۴	۱۶	۱۸	۲۰
ولتاژ متناوب	۱/۱۳۶	۱/۱۰۹	۱/۰۸۴	۱/۰۵۹	۱/۰۳۴	۱/۰۱۰	۰/۹۸۸	۰/۹۶۷	۰/۹۴۷	۰/۹۲۷	۰/۹۰۸
ولتاژ ضربه‌ای مثبت	۱/۰۱۰۶	۱/۰۸۶	۱/۰۶۶	۱/۰۴۷	۱/۰۲۸	۱/۰۰۹	۰/۹۹۲	۰/۹۷۳	۰/۹۵۸	۰/۹۴۱	۰/۹۲۷
ولتاژ ضربه‌ای منفی	۱/۰۹۱	۱/۰۷۳	۱/۰۵۶	۱/۰۴۰	۱/۰۲۴	۱/۰۰۸	۰/۹۹۳	۰/۹۷۷	۰/۹۶۴	۰/۹۵۰	۰/۹۳۸

www.iran-ieee.com

هدف آزمایش :

بررسی پایداری و مقاومت مقره های فشار قوی و آشنایی با تکنیک های اندازه گیری ولتاژ مقاوم و ولتاژ شکست آنها

مدار آزمایش :



روش انجام آزمایش :

مدار را مطابق شکل بسته و سپس از نصف ولتاژ مقاوم استاندارد UP مقره مورد آزمایش شروع کرده و در زمان تقریبا ۱۰ ثانیه ولتاژ را به UP برسانید این ولتاژ باید حداقل به مدت یک دقیقه بر روی مقره باقی بماند و بدون اینکه شکست ایجاد شود، سپس ولتاژ را سریعا بالا ببرید تا شکست ایجاد شود. این ولتاژ را (Uf) از میانگین ۵ آزمایش به دست آورید.

$$Uf \geq 1/1\ UP$$

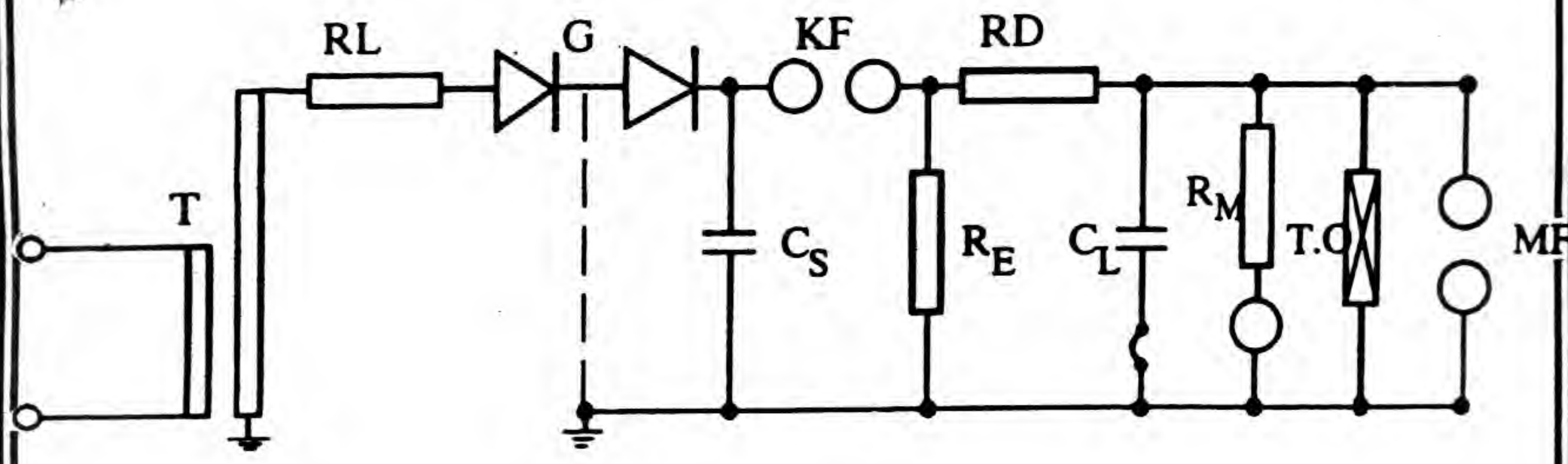
www.iran-ieee.com

آزمایش در ولتاژ ضربه

این آزمایش تحت موج ضربه ای استاندارد شده $\frac{1/2}{50}$ برای دو ولتاژ ضربه ای ۵۰ درصد و ولتاژ ضربه ای مقاوم انجام می گیرد .

الف : تعیین ولتاژ ۵۰ درصد در مقره

مدار آزمایش :



روش انجام آزمایش:

فاصله قطب های اندازه گیر را (Mf)به اندازه ای زیاد کنیید که مطمئن شوید که در آن شکست انجام می گیرد. سپس فاصله Kf را طوری تنظیم کنیید ، که نصف ضربه ها (از ۲۰ ضربه) بر روی مقره ایجاد صاعقه نماید. سپس برای اندازه گیری دامنه این ضربه ها فاصله Mf را طوری میزان کنید که ۵۰ درصد از ضربه ها در آن بشکند . حال با داشتن فاصله قطب های Mf و استفاده از جدول می توان دامنه ولتاژ ضربه را بدست آورد . این آزمایش باید برای موج ضربه ای مثبت و منفی انجام گیرد.

ب : تعیین ولتاژ ضربه ای مقاوم

پنج ضربه باید به مقره اعمال شود ، چنانچه هیچ یک از ضربه ها درمقره ایجاد صاعقه ننماید ، آزمایش قبول است (باید فاصله Mf طوری میزان شود که این ضربه ها در آن نشکند) ، آزمایش مردود است اگر بیش از یکی از این ۵ ضربه در مقره بشکند چنانچه فقط یک ضربه از ضربه ها در مقره ایجاد صاعقه نماید آزمایش تنهاهنگامی قابل قبول است که برای ۱۰ ضربه اضافی مقره بدون شکست استقا مت نماید . برای اندازه گیری دامنه ضربه مانند آزمایش قبلی از MF استفاده می شود ، این آزمایش نیز در مورد ولتاژ های ضربه ای مثبت و منفی تکرار گردد.

www.iran-ieee.com

نمونه مقره	U1	^{d} KF	^{d} MF	U_{peak}	U_{dKF} $\delta=1$	U_{dKF} $\delta\neq1$	U_{dMF} $\delta=1$	U_{dMF} $\delta\neq1$	پلاریته
۱									+
									-
۲									+
									-
۳									+
									-

نمونه مقره	$U_{2\ eff}$ [KV]	دفعات آزمایش					میانگین ولتاژ شکست
		۱	۲	۳	۴	۵	
۱	خشک						
	مرطوب						
	روغنی						
۲	خشک						
	مرطوب						
	روغنی						
۳	خشک						
	مرطوب						
	روغنی						
۴	خشک						
	مرطوب						
	روغنی						

www.iran-ieee.com

خواسته ها و سوالات آزمایش

۱) در آزمایش ولتاژ متناوب ایزولاتورهای موجود را تحت شرایط زیر آزمایش نمایید:

الف : ولتاژشکست هر ایزولاتور را در شرایط عادی بدست آورید .

ب : ولتاژ شکست هر ایزولاتور را که مرطوب شده است ، به دست آورید .

ج : ولتاژ هر ایزولاتور را که روغنی کرده اید بدست آورید . و سپس در مورد نتایج به دست آمده در هر حالت توضیح داده و با یکدیگر مقایسه کنید.

۲) مقادیر ولتاژ ضربه ۵۰ درصد و همچنین ولتاژ مقاوم ضربه ای را برای هر مقره در ولتاژ مثبت و منفی به دست آورید و با هم مقایسه کنید.

۳) آزمایش AC و ضربه ای که روی مقره انجام داده اید ، مشترکاً در یک دیاگرام ستونی رسم نمایید. و در باره علت اختلاف بین این مقادیر بحث نمایید.

۴) آزمایشاتی که بر روی مقره جهت کار در سیستم انجام میشود ، بنویسید.

۵) عوامل جوی که در طرح عایق ها و محاسبه سطح عایقی (ظرفیت عایق کنندگی) موثرند کدامند؟

www.iran-ieee.com

[redacted]

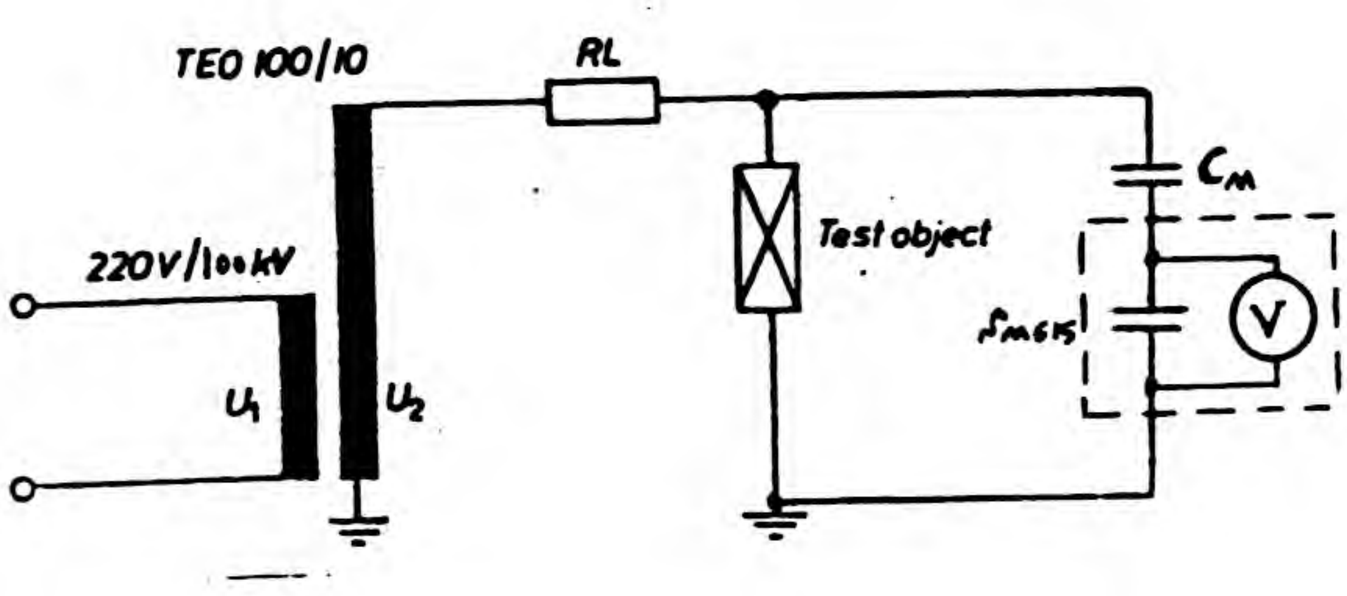
[redacted]

هدف آزمایش :

بررسی چگونگی تقسیم پتانسیل بر روی یک زنجیره مقره بشقابی

مدار آزمایش :

مقره های بشقابی را به صورت سری به یکدیگر آویزان می کنیم :



روش انجام آزمایش:

مطابق شکل مدار را بسته و آزمایش را برای دو حالت زیر انجام می دهیم :

ا لف : زنجیری در مقره های بشقابی شامل ۴ ایزولاتور تشکیل داده و ولتاژ $U_{=}$ ۸۰ KV را در دو سر زنجیر اعمال میکنیم و مقدار فشار بر روی هر ایزولاتور را بوسیله گوی های کوچک اندازه گیری کرده هر اندازه گیری را ۵ بار تکرار می کنیم و میانگین آن را به دست می آوریم .

ب : زنجیری از مقره های بشقابی شامل ۶ ایزولاتور تشکیل داده و ولتاژ $U2$ = ۱۲۰ KV را در دو سر زنجیر اعمال کرده و مقدار فشار را برای هر مقره مانند قسمت ا لف اندازه گیری نمایید.

www.iran-ieee.com

دفعات آزمایش	مقره ۱	مقره ۲	مقره ۳	مقره ۴
۱				
۲				
۳				
۴				
۵				
میانگین فاصله				
U_2 $\delta=1$				
U_2 $\delta\neq1$				
درصد ولتاژ روی هر مقره				

www.iran-ieee.com

خواسته ها و سوالات آزمایش

۱) رسم منحنی درصد تقسیم ولتاژ نسبت به تعداد مقره ها .

۲) رسم منحنی ولتاژ نسبت به تعداد مقره ها .

۳) تعیین ضریب بهره از راه محاسبه .

۴) تعیین ضریب بهره توسط منحنی سوال ۲.

۵) تعیین ضریب تصحیح B و مقدار تصحیح شده : $B\Delta U2$

$$B = (U2) / (\Sigma \Delta U2)$$

۶) علت اختلاف $\Sigma\Delta U2$ و $U2$ را بنویسید.

۷) اگر فرض کنیم که $C=70$ و $CE= 3$ و $CL= 0.5$ باشد، مقدار ولتاژ بر روی مقره نزدیک به خط و همچنین کمترین ولتاژی که بر کدام مقره وارد می شود از طریق محاسبه بدست آورید (فقط برای وقتی که تعداد مقره ها ۴ تا است .)

۸) روش های توزیع یکنواخت مقره را به طور خلاصه توزیع داده و عملی ترین روش کدام است؟

www.iran-ieee.com

d	2 a	2 b	5 a	5 b	6.25 a	6.25 b	10 a	10 b	12.5 a	12.5 b	1.5 a	1.5 b
0.05	2.8											
0.10	4.7											
0.15	6.8											
0.20	8.0		8.0									
0.25	9.6		9.6									
0.30	11.2	11.2	11.2	11.2								
0.40	14.4	14.4	14.3	14.3	14.2	14.2						
0.50	17.4	17.4	17.4	17.4	17.2	17.2	16.8	16.8	16.8	16.8	16.8	16.8
0.60	20.4	20.4	20.4	20.4	20.2	20.2	19.9	19.9	19.9	19.9	19.9	19.9
0.70	23.2	23.2	23.4	23.4	23.2	23.2	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0
0.80	25.8	25.8	26.3	26.3	26.2	26.2	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0
0.90	28.3	28.3	29.2	29.2	29.1	29.1	28.9	28.9	28.9	28.9	28.9	28.9
1.0	30.7	30.7	32.0	32.0	31.9	31.9	31.7	31.7	31.7	31.7	31.7	31.7
1.2	35.1	35.1	37.6	37.8	37.5	37.6	37.4	37.4	37.4	37.4	37.4	37.4
1.4	38.5	38.5	42.9	43.3	42.9	43.2	42.9	42.9	42.9	42.9	42.9	42.9
1.5	40.0	40.0	45.5	46.2	45.5	45.9	45.5	45.5	45.5	45.5	45.5	45.5
1.6			48.1	49.0	48.1	48.6	48.1	48.1	48.1	48.1	48.1	48.1
1.8			53.0	54.5	53.5	54.0	53.5	53.5	53.5	53.5	53.5	53.5
2.0			57.5	59.5	58.5	59.0	59.0	59.0	59.0	59.0	59.0	59.0
2.2			61.5	64.0	63.0	64.0	64.5	64.5	64.5	64.5	64.5	64.5
2.4			65.5	69.0	67.5	69.0	69.5	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0
2.6			69.0	73.0	72.0	73.5	74.5	75.5	75.0	75.5	75.5	75.5
2.8			72.5	77.0	76.0	78.0	79.5	80.5	80.0	80.5	80.5	80.5
3.0			75.5	81.0	79.5	82.0	84.0	85.5	85.0	85.5	85.5	85.5
3.5			82.5	90.0	87.5	91.5	95.0	97.5	97.0	98.0	98.0	98.0
4.0			88.5	97.5	95.0	101	105	109	108	110	110	111
4.5					101	108	115	120	119	122	122	124
5.0					107	115	123	130	129	134	133	136
5.5							131	139	138	145	143	147
6.0							138	148	146	155	152	158
6.5							144	156	154	164	161	169
7.0							150	163	161	173	169	178
7.5							155	170	168	181	177	187
8.0									174	189	185	196
9.0									185	203	198	212
10									195	215	209	226
11											219	238
12											229	249

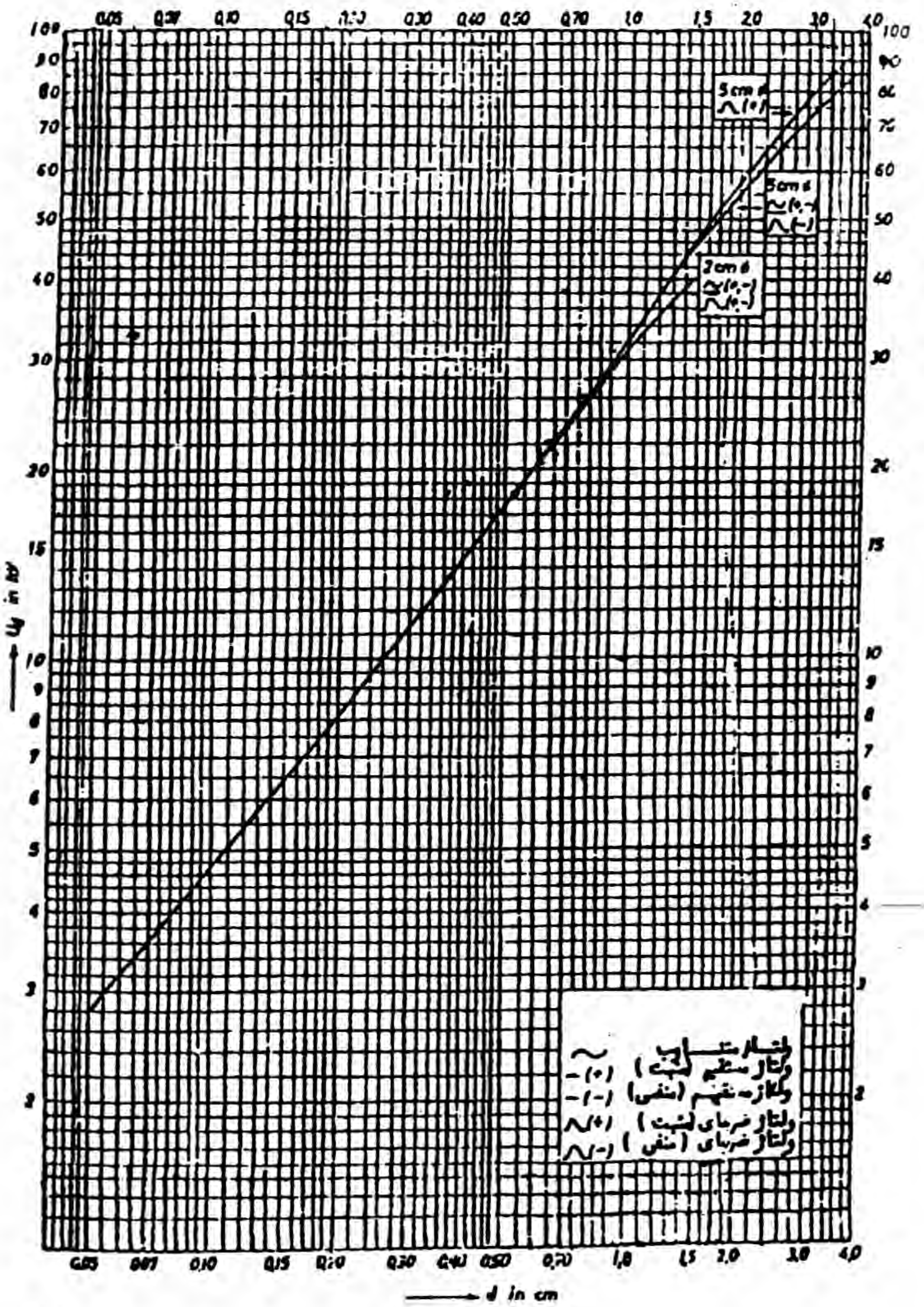
x:آزمایش در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد و فشار ۷۶۰ میلیمتر جیوه انجام شده است.

a:پیک ولتاژ متناوب،، ولتاژ مستقیم و ولتاژ ضربه منفی.

b: ولتاژ ضربه مثبت.

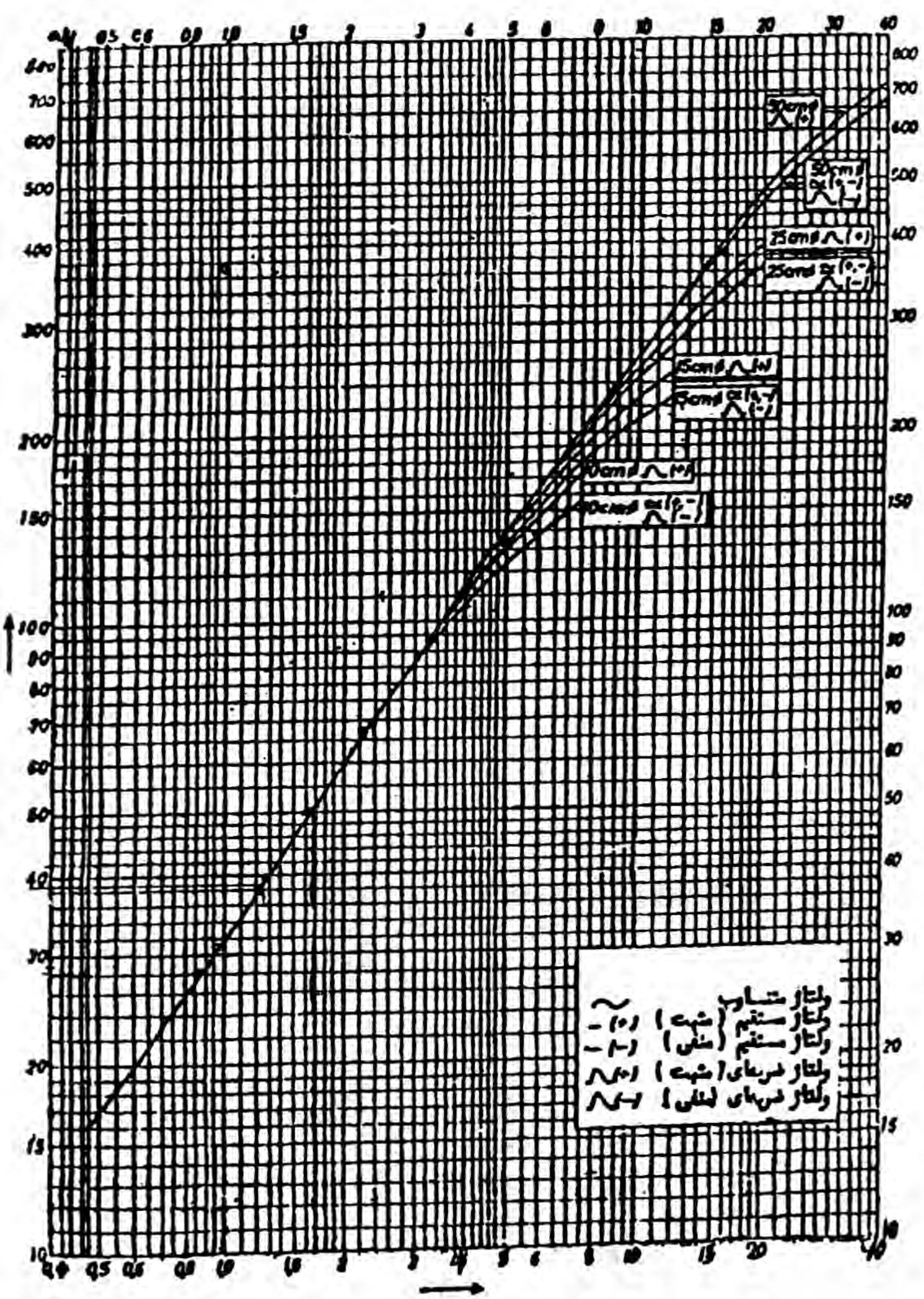
www.iran-ieee.com

ونسار جرقه برای گوی های اندازه کوچک (نظرهای و سانتی متر)

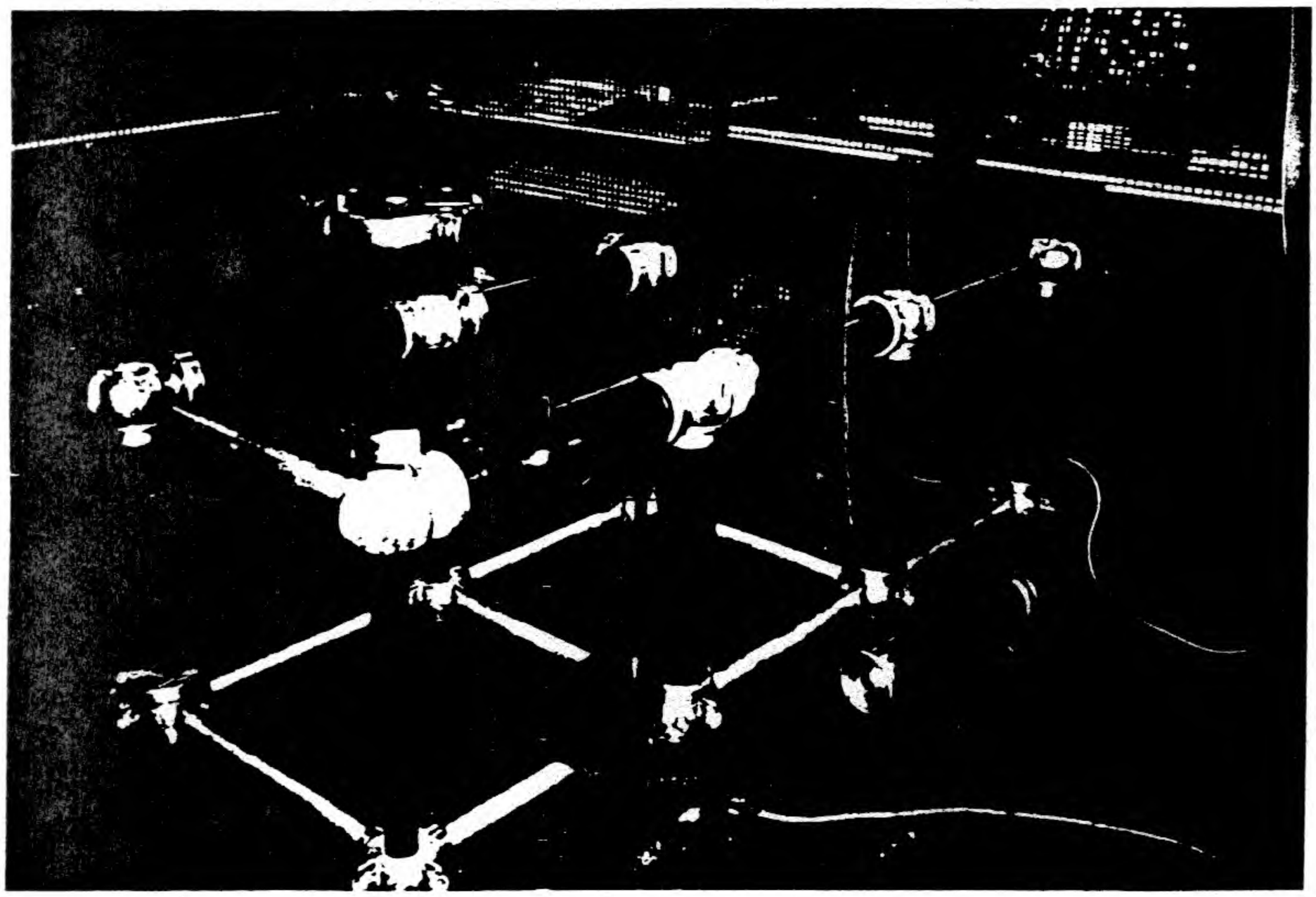


www.iran-ieee.com

ولتاژ جریان برای کویل‌های اندازگیر (قطرهای ۱۰ و ۱۵ و ۲۰ و ۳۰ و ۴۰ سم



www.iran-ieee.com



www.iran-ieee.com