تجربیات عملی در تست و راه اندازی پست های فوق توزیع و انتقال

تهیه کنندگان:

علی طلایی　　جعفر نصرتیان اهور

احمد خلیلی نیا　　محمد عبدالرحمانی

حسن ایزدی　　امین غلامی

www.powerplantac.com

فهرست

فصل اول: بررسی های عمومی جهت راه اندازی پست	۱
فصل دوم: فرآیند راه اندازی تجهیزات پست	۶
۲-۱ فرآیند راه اندازی ترانسفورماتورهای قدرت، زمین و کمکی	۷
۲-۲ فرآیند راه اندازی کلیدهای فشار قوی	۲۹
۲-۳ فرآیند راه اندازی ترانسفورماتورهای ولتاژ و جریان و ولتاژ خازنی	۳۵
۲-۴ فرآیند راه اندازی سکسیونرها و سکسیونرهای زمین	۴۱
۲-۵ فرآیند راه اندازی خازن ها	۴۲
۲-۶ فرآیند راه اندازی راکتورها	۴۴
۲-۷ فرآیند راه اندازی برقگیرها	۴۵
۲-۸ فرآیند راه اندازی موج گیرها	۴۵
۲-۹ فرآیند راه اندازی باسبارها و اتصالات هوایی، مقره ها و سازه های فلزی	۴۶
۲-۱۰ فرآیند راه اندازی کابل های فشار قوی و فشار ضعیف	۴۷
۲-۱۱ فرآیند راه اندازی سیستم زمین	۴۸
۲-۱۲ فرآیند راه اندازی تابلوهای مارشالینگ	۴۸
۲-۱۳ فرآیند راه اندازی تابلوهای کنترل	۴۹
۲-۱۴ فرآیند راه اندازی تابلوهای تغذیه *LVDC* و *LVAC*	۵۰
۲-۱۵ فرآیند راه اندازی تابلوهای تنظیم ولتاژ اتوماتیک ترانسفورماتور (*AVR*)	۵۱
۲-۱۶ فرآیند راه اندازی باطری ها و شارژر باطری	۵۲
۲-۱۷ فرآیند راه اندازی مدارهای فرمان و اینترلاک ها	۵۳
۲-۱۸ فرآیند راه اندازی سیستم *DCS*	۵۳
۲-۱۹ فرآیند راه اندازی کنترها و میترها	۵۳
۲-۲۰ فرآیند راه اندازی سلول های ولتاژ متوسط	۵۴
فصل سوم: فرآیند راه اندازی سیستم های کنترل و حفاظت	۵۵
۳-۱ فرآیند راه اندازی رله های حفاظتی	۵۵
۳-۱-۱ فرآیند راه اندازی رله های دیستانس	۵۶
۳-۱-۲ فرآیند راه اندازی رله های دیفرانسیل نوع درصدی	۵۷
۳-۱-۳ فرآیند راه اندازی رله های دیفرانسیل نوع امپدانس بالا	۵۸
۳-۱-۴ فرآیند راه اندازی رله های دیفرانسیل باسبار	۵۹
۳-۱-۵ فرآیند راه اندازی رله های اضافه جریان	۶۰

www.powerplantac.com

۳-۱-۶ فرآیند راه اندازی رله های اضافه جریان جهتدار ۶۱
۳-۱-۷ فرآیند راه اندازی رله های تشخیص اشکال کلید ۶۲
۳-۱-۸ فرآیند راه اندازی رله های اضافه ولتاژ و ولتاژ کم ۶۳
۳-۱-۹ فرآیند راه اندازی رله های وصل مجدد ۶۴
۳-۱-۱۰ فرآیند راه اندازی رله های سنکرون چک ۶۵
۳-۱-۱۱ فرآیند راه اندازی رله های اضافه شار ۶۶
۳-۱-۱۲ فرآیند راه اندازی رله های فرکانس کم ۶۷
۳-۱-۱۳ فرآیند راه اندازی رله های رگولاتور ولتاژ ترانسفورماتور ۶۸
۳-۱-۱۴ فرآیند راه اندازی رله های ناظر بر قطع *DC* مدار تریپ ۶۸
۳-۱-۱۵ فرآیند راه اندازی رله های عدم تعادل وصل پل های کلید ۶۹
۳-۲ فرآیند راه اندازی دستگاه های ثبات ۶۹
۳-۲-۱ فرآیند راه اندازی دستگاه های ثبات خطا (*Fault Recorder*) ۶۹
۳-۲-۲ فرآیند راه اندازی دستگاه های ثبات وقایع (*Event Recorder*) ۷۱
۳-۳ فرآیند راه اندازی تابلوهای کنترل و حفاظت ۷۲
فصل چهارم: فرآیند راه اندازی تجهیزات مخابراتی ۷۳
۴-۱ فرآیند راه اندازی *PLC* ۷۴
۴-۲ فرآیند راه اندازی *LMU* و کابل کواکسیال ۷۴
۴-۳ فرآیند راه اندازی بی سیم و دکل بی سیم ۷۵
۴-۴ فرآیند راه اندازی مرکز تلفن ۷۵
۴-۵ فرآیند راه اندازی سیستم تغذیه ۴۸ ولت *DC* ۷۶
۴-۶ فرآیند راه اندازی سیستم *RTU* ۷۶
۴-۷ اطلاعات تله متری مورد نیاز مرکز کنترل دیسپاچینگ ۷۶
فصل پنجم: ضمائم ۷۸
۵-۱ ضمیمه ۱: تعاریف و معیارهای ارزیابی روغن ۷۸
مراجع ۸۴

www.powerplantac.com

فصل اول:

بررسی های عمومی جهت راه اندازی پست

هدف از فرآیند راه اندازی این است که اثبات شود که هر یک از تجهیزات مختلفی که برای تشکیل یک سیستم، مدار یا پست بهم متصل گردیده اند برای مقاصد در نظر گرفته شده مناسب بوده و جهت خدمات تجاری قابل قبول می باشند. این هدف کلی را می توان به صورت زیر تقسیم بندی نمود:

- تصدیق عدم صدمه به تجهیزات در حین حمل و نقل و نصب صحیح آن ها به منظور عملکرد آن طبق مشخصات تعریف شده.
- بدست آوردن نتایج تست و آزمایش به عنوان یک مبنا به منظور مقایسه با نتایج تعمیرات آتی و ارزیابی عیوب و خطاها.

برای این منظور برای هر پروژه ای کمیته ای تحت عنوان کمیته راه اندازی تشکیل می گردد که مهمترین وظیفه این کمیته نظارت بر فرآیند تست و راه اندازی است که در اینجا به تفصیل به جزئیات فرآیند تست و راه اندازی و اقدامات مورد نیاز پس از راه اندازی و برقدار شدن پرداخته می شود.

عبارات و اصطلاحات عمومی که در رابطه با فرآیند راه اندازی مورد استفاده قرار گرفته اند به شرح ذیل می باشند:

راه اندازی: فعالیت هایی که نشان می دهند یک دستگاه برای قرار گرفتن در مدار قابل قبول می باشد. این فعالیت ها شامل بازرسی و تست های راه اندازی در حالت های بی باری و بارداری می باشند.

www.powerplantac.com

آزمایشات در حالت بی باری: آزمایشاتی که بدون اتصال دستگاه به سیستم قدرت بر روی آن انجام می شود. هدف از انجام این آزمایشات پی بردن به صحت دستگاه نصب شده و همچنین مناسب بودن آن برای اتصال به سیستم قدرت می باشد. این کار با مشاهده عملکرد آن تحت شرایط تست که شرایط و ضروریات حالت برقدار را در حد امکان مشابه سازی می نماید انجام می گیرد.

در برخی از تاسیسات، انجام آزمایشاتی که بطور قاطع کلیه حالات برقدار بودن را بررسی نماید، نه عملی و نه امکان پذیر است. در چنین مواردی تست ها ناچاراً به مواردی محدود می گردد که یک سطح قابل قبول از اطمینان را به وجود آورد. با اتکا به این مطلب که تست های بارداری بررسی های قاطع تری را بدست می دهد، می توان از تجربیات قبلی در تاسیسات مشابه نیز استفاده نمود.

آزمایش های حالت بارداری: این آزمایش ها شامل تست هایی است که بر روی تجهیزات متصل به سیستم قدرت اعمال می گردند. این تست ها نشان می دهد که از نظر فنی تاسیسات وضعیت قابل قبولی برای بهره برداری اقتصادی دارند.

برنامه کلید زنی: عبارتست از یک روند گام به گام که چگونگی برقدار شدن تجهیزات فشار قوی و به مدار آمدن آن ها را تشریح می نماید و مشخص می کند که تست های راه اندازی در حالت بارداری در چه مرحله ای باید انجام شوند.

گزارش راه اندازی: گزارشی است مشتمل بر نتایج آزمایشات انجام شده و مطابق برنامه راه اندازی

تحویل موقت: در صورتی که ۹۷٪ عملیات پروژه به اتمام رسیده باشد و در گزارش راه اندازی عیوبی وجود داشته باشد که کمتر از ۳٪ عملیات پروژه بوده و مانع برقدار شدن تاسیسات نشوند، پروژه از مجری طرح به بهره بردار تحویل موقت می گردد.

تحویل دائم: یک سال پس از تحویل موقت و بهره برداری در صورتی که کلیه عیوب برطرف گردیده باشند، پروژه از مجری طرح به بهره بردار تحویل دائم می گردد.

برنامه راه اندازی یک پست، فعالیت کلیدی و مهمی است که توسط کمیته راه اندازی هدایت می شود. این برنامه می بایست به طور ایده آل مراحل زیر را تحت پوشش قرار دهد:

- بازرسی های قبل از راه اندازی
- برنامه های تست راه اندازی بی باری
- بازرسی های قبل از برقدار نمودن
- برقدار نمودن و تست های حالت بارداری و بازرسی بعد از راه اندازی

که در ادامه ضمن تشریح کلیات مراحل فوق، چک لیست های مربوطه ارائه می شود.

www.powerplantac.com

بازرسی های قبل از راه اندازی

در این مرحله تاسیسات نصب شده بازرسی می شوند تا مشخص گردد که آیا کارهای نصب تکمیل شده و برای اجرای تست های راه اندازی بی باری اوضاع رضایت بخش است یا خیر؟

چک لیست بازرسی های لازم قبل از راه اندازی پست				
نوع عملیات	ردیف	شرح انجام کار	وضعیت	توضیحات
کنترل اقدامات لازم قبل از فرآیند راه اندازی	۱	عملیات ساختمانی به طور کامل خاتمه یافته است		
	۲	تغذیه AC موقت برقرار شده است		
	۳	تیم تست و راه اندازی از دفتر فنی انتقال تاییدیه مبنی بر کفایت توانایی اخذ نموده اند		
	۴	تنظیمات حفاظتی از دفتر فنی اخذ شده است		
	۵	برنامه تست و راه اندازی مصوب و ابلاغ گردیده است		
	۶	پیمانکار، عملیات کنترل مدارات را انجام و صحت مدارات اعتبار سنجی شده است		
	۷	کلیه فعالیت های نصب از سوی پیمانکار (شامل: نظافت تجهیزات و تابلوها، فرم دهی سیم بندی ها، برچسب کابل ها و سیم ها، برچسب تجهیزات داخل تابلو و ...) خاتمه یافته است و کارگاه کاملاً آماده آغاز فعالیت راه اندازی است		
	۸	یک لیست نقشه کامل و منطبق بر کارگاه جهت تیم نظارتی کارفرما آماده سازی شده است		
	۹	بررسی سیستم تغذیه داخلی ساختمان و انطباق اجرا با طرح		
	۱۰	کنترل انطباق مشخصات فنی تجهیزات (HV و حفاظت و کنترل و ...) با طرح مصوب شده (شامل ظرفیت تجهیزات، جریان نامی و ...)		
	۱۱	کنترل انطباق وضعیت شرایط محیطی با کاتالوگ تجهیزات جهت اطمینان از قابلیت عملکرد صحیح تجهیز در آن شرایط محیطی خاص		

آزمایش های راه اندازی در حالت بی باری

پس از اتمام فعالیت نصب بر اساس برنامه تست و راه اندازی مصوب از سوی کمیته راه اندازی نسبت به ارزیابی و کنترل تست تجهیزات فشار قوی، تجهیزات حفاظت و کنترل، تجهیزات مخابراتی و ... اقدام می شود که در فصل های بعدی این بخش به تفصیل فرایند تست و راه اندازی تجهیزات پست، حفاظت و کنترل و سیستم مخابرات و تله متری تشریح می گردد.

www.powerplantac.com

بازرسی های قبل از برقدار نمودن

پس از اتمام فرآیند راه اندازی، جهت برقدار نمودن لازم است اقداماتی شامل مستند سازی اقدامات فرآیند راه اندازی، هماهنگی با دسپاچینگ و سایر واحدهای ذینفع، اطمینان از در دسترس بودن لوازم ایمنی فردی و گروهی، استقرار سیستم بهره برداری و ... کنترل و تایید گردد. به این منظور چک لیست بازرسی های قبل از برقداری به شرح زیر نیاز به بررسی و کنترل دارد:

چک لیست بازرسی های لازم قبل از برقدار نمودن پست				
نوع عملیات	ردیف	شرح انجام کار	وضعیت	توضیحات
کنترل اقدامات لازم قبل از فرآیند برقدار نمودن	۱	کنترل ارت بدنه تجهیزات فلزی و کفایت سنگریزه در نقاط مختلف سوئیچگیر		
	۲	ارائه تست شیت های آزمایشات انجام شده		
	۳	وجود نقشه های مداری کنترل شده		
	۴	کنترل وجود کاتالوگ تجهیزات		
	۵	کنترل دیاگرام تک خطی کدگذاری شده		
	۶	نظافت کامل تجهیزات و ایزولاتورها		
	۷	کنترل وضعیت کرهای استفاده نشده ترانسفورماتورهای جریان		
	۸	بررسی و کسب اطمینان از برداشته شدن اتصالات ارت موقت و باز بودن سکسیونرهای زمین		
	۹	کنترل برقدار بودن ارتباطات مخابراتی (شامل بی سیم و تلفن)		
	۱۰	تنظیم صورتجلسه آمادگی برقداری و هماهنگی با دیسپاچینگ جهت برنامه ریزی پروسه برقداری با حضور نمایندگان و واحدهای ذینفع		
	۱۱	دریافت نرم افزار ارتباط با رله ها، کانفیگ و تنظیمات اعمال شده به رله ها و پورت های ارتباطی با آنها از پیمانکار نصب و راه اندازی		
	۱۲	تنظیم و بررسی آخرین اشکالات رفع نشده رفع نشده که مانع برقداری نیست و زمان بندی رفع آنها		
	۱۳	بررسی و کنترل توالی فاز شبکه بر اساس دیاگرام های موجود		
	۱۴	تدوین دستورالعمل های مانور (با ملاحظات اینترلاک های طراحی شده جهت پست)		
	۱۵	استقرار کامل لوازم ایمنی فردی و گروهی بر اساس چک لیست ایمنی		
	۱۶	تنظیم پست مصرف داخلی در حالت *Off Load*		
	۱۷	استقرار لوازم و ملزومات مورد نیاز بهره برداری جهت ثبت ارقام (میز، کامپیوتر، فرم ها و ...)		
	۱۸	استقرار لوازم کامل باطریخانه بر اساس چک لیست ایمنی		

www.powerplantac.com

بازرسی های حین برقداری و پس از برقداری

اقداماتی که حین و پس از برقداری نیاز به بررسی و کنترل دارد تا فرآیند برقدار نمودن و آماده بهره برداری بودن تجهیزات تضمین شوند، در قالب چک لیستی در ذیل آورده شده است:

چک لیست بازرسی های لازم حین برقداری و پس از راه اندازی				
نوع عملیات	ردیف	شرح انجام کار	وضعیت	توضیحات
کنترل اقدامات لازم حین برقدار نمودن و پس از برقداری	۱	انجام عملیات برقدار کردن بر اساس ملاحظات دیسپاچینگ طبق دستورالعمل مانور تدوین شده		
	۲	بازدید از تجهیزات برقدار شده		
	۳	بررسی صحت لوازم اندازه گیری در تابلوی کنترل و مقادیر لحظه ای بر روی رله های حفاظتی		
	۴	انجام تست های *On Load*		
	۵	انجام نمونه گیری ها جهت تست های تشخیصی (نمونه روغن جهت گاز کروماتوگرافی و ...)		
	۶	کنترل وضعیت چنج اور بر روی مصارف داخلی و اینترلاک های مربوطه		
	۷	تنظیم صورتجلسه برقداری و اعلام وضعیت پیشرفت کار به دیسپاچینگ		

www.powerplantac.com

فصل دوم:

فرآیند راه اندازی تجهیزات پست

ضروری است جهت حصول اطمینان از کیفیت اجرا و رعایت استانداردها در فرآیند راه اندازی دقت نظر ویژه ای صورت گیرد، بدین منظور برای هر تجهیز چک لیست هایی تدوین شده است. در این چک لیست ها تست های مورد نیاز تجهیزات، کنترل عملکردها و نقاط مهم جهت بازدیدها تعیین شده است، به نحوی که فرآیند راه اندازی به طور مناسب صورت گیرد و از آمادگی تجهیزات جهت برقدار شدن اطمینان حاصل شود. در ادامه چک لیست های تجهیزات پست به تفکیک هر تجهیز آورده شده است.

www.powerplantac.com

۲-۱ فرآیند راه اندازی ترانسفورماتورهای قدرت، زمین و کمکی

چک لیست نصب و راه اندازی ترانسفورماتورهای قدرت				
نوع عملیات	ردیف	شرح انجام کار	وضعیت	توضیحات
تست های راه اندازی ترانسفورماتور	۱	آزمایش مقاومت عایقی		
	۲	آزمایش اندازه گیری نسبت تبدیل در تمام تپ ها		
	۳	آزمایش تعیین گروه برداری		
	۴	آزمایش جریان بی باری		
	۵	آزمایش دی الکتریک روغن		
	۶	آزمایش اندازه گیری مقاومت اهمی سیم پیچ ها در تمام تپ ها		
	۷	آزمایش تقسیم شار در ستون های هسته		
	۸	آزمایش ترانس های جریان بوشینگی (شامل نسبت تبدیل، کنترل پلاریته، مقاومت عایقی و منحنی اشباع)		
	۹	آزمایش پیوستگی		
	۱۰	آزمایش تلفات عایقی ($\tan\delta$)		
	۱۱	آزمایش امپدانس درصد در تپ های مختلف		
	۱۲	آزمایش مشخصات فنی روغن (عدد اسیدی و ...)		
کنترل عملکردهای اجزاء جانبی	۱	آزمون عملکرد مکانیکی (دستی) و الکتریکی تپ چنجر شامل اینترلاکها (در وضعیت فرمان از محل و از راه دور) و نشان دهنده ها		
	۲	آزمون عملکرد الکتریکی تپ چنجرها در ترانسفورماتورهای موازی با تعویض تغذیه الکتریکی تپ چنجر از یک ترانس به ترانس دیگر		
	۳	سیرکولاسیون ترانسفورماتور		
	۴	کنترل عملکرد رله بوخهلتس (آلارم و تریپ)		
	۵	کنترل عملکرد رله فشاری (آلارم و تریپ)		
	۶	کنترل و تنظیم ترمومترهای روغن و سیم پیچ		
	۷	کنترل آلارم سطح روغن تانک		
	۸	کنترل آلارم سطح روغن تپ چنجر		
	۹	کنترل لوازم اندازه گیری و نشان دهنده های ترانسفورماتور		
	۱۰	کنترل فن ها (جهت گردش و جریان موتور)		
	۱۱	آزمون عملکرد شیرآلات		
	۱۲	آزمون و کنترل وضعیت سیستم اطفاء حریق		
	۱۳	آزمون اندازه گیری جریان موتور تپ چنجر		
	۱۴	آزمون مقاومت عایقی موتور تپ چنجر		
	۱۵	کنترل وضعیت هیتر تابلوها		

www.powerplantac.com

چک لیست نصب و راه اندازی ترانسفورماتورهای قدرت – ادامه				
نوع عملیات	ردیف	شرح انجام کار	وضعیت	توضیحات
کنترل و بازرسی جهت اطمینان از نصب کامل و صحیح	۱	کنترل وضعیت استقرار ترانس بر روی فوندانسیون		
	۲	کنترل تعداد فن ها و وضعیت اتصالات آنها		
	۳	بازدید و کسب اطمینان از صحت نصب متعلقات		
	۴	کسب اطمینان از وجود اتصال مستقیم بدنه با شبکه زمین یا عایق بودن بدنه در صور استفاده از *TANK PROTECTION*		
	۵	کنترل روغن مخزن انبساط با توجه به وضعیت دما		
	۶	کنترل وضعیت سلیکاژل		
	۷	کنترل وضعیت بوشینگ ها		
	۸	کنترل اتصال کوتاه نبودن ثانویه ترانس های جریان بوشینگی که در مدار هستند و اتصال کوتاه بودن ثانویه ترانس های جریان که در مدار نیستند		
	۹	کنترل اتصالات صحیح و مناسب نوترال به شبکه زمین		
	۱۰	کنترل وضعیت لوله ها و اتصالات		
	۱۱	کنترل عدم وجود نشتی روغن		
	۱۲	کنترل وضعیت شیرهای اطمینان و ولوها مطابق توصیه سانده		
	۱۳	کنترل وضعیت تابلوها، متعلقات و سیم بندی ها		

۲-۱-۱ آزمایش مقاومت عایقی

مقاومت عایقی بوشینگ ها، سیم پیچ ها و غیره توسط دستگاه میگر (*Megger*) اندازه گیری می شود[۱و۲]. این دستگاه در انواع ژنراتور *DC* موتور دار و دستی موجود است. برای ولتاژ های تا ۱۱ *KV* یک دستگاه میگر با ولتاژ نامی ۱۰۰۰ ولت کافی می باشد و برای ولتاژ های بالاتر تا ۱۳۲*KV* یک دستگاه میگر با ولتاژ ۲/۵*KV* مورد نیاز است و برای ولتاژ های *KV* ۲۲۰ و ۴۰۰ یک دستگاه میگر با ولتاژ ۵*KV* مورد نیاز می باشد که استفاده از نوع موتوردار توصیه می گردد.

هدف از میگر زدن بررسی نکات زیر است:

الف – آیا قسمت هایی که ایزوله یا عایق کاری شده اند با زمین تماس دارند؟ در صورت داشتن ارتباط دستگاه مقدار صفر را نشان می دهد.

ب – آیا قسمت های عایق کاری شده جذب رطوبت داشته اند یا خیر؟ داشتن مقاومت عایقی پایین نشانگر جذب رطوبت توسط بخش های عایقی است.

www.powerplantac.com

پیش بینی هایی که بایستی به هنگام انجام تست لحاظ گردد:

- مقره ها و دیگر قسمتهای بخوبی پاکیزه و تمیز شده باشند (بهتر است با کربن تترا کلرید هرگونه رطوبت و کثیفی پاک گردد)
- صفر دستگاه قبلاً تنظیم شده باشد.
- عمل کردن دستگاه میگر را توسط اتصال کوتاه نمودن دو سر دستگاه و قرائت مقدار صفر در دستگاه بررسی کنید.
- در طول میگر زدن از اتصال محکم سیم ها مطمئن شوید.
- پس از یکبار اندازه گیری سیم های رابط بایستی اتصال کوتاه شوند تا اثرات باقیمانده مغناطیسی و خازنی در سیم ها تخلیه گردد.
- سیم های رابط بایستی به خوبی عایق شوند و کلمپ های ترمینال هم بخوبی سفت گردد.
- در مدتی که یکی از سیم پیچ های ترانسفورماتور میگر زده می شود سایر سیم پیچه بایستی زمین شوند تا اثرات القاء به وجود نیاید.
- مقدار حداقل مقاومت عایقی توصیه شده برای سطوح ولتاژ های مختلف در جدول (۱) آورده شده است.
- موارد اندازه گیری بایستی برای بوشینگ های HV با زمین، LV با زمین و HV با LV انجام شوند.
- نتایج آزمایش بایستی در جدولی مشابه جدول (۲) ثبت گردد.

جدول (۱): حداقل مقاومت عایقی توصیه شده برای سطوح ولتاژ های مختلف

ولتاژ نامی	حداقل مقاومت عایقی ($M\Omega$)			
	30^0C	40^0C	50^0C	60^0C
$66KV$ به بالا	۶۰۰	۳۰۰	۱۵۰	۷۵
$22KV$ تا $33KV$	۵۰۰	۲۵۰	۱۲۵	۶۵
$6/6KV$ تا $11KV$	۴۰۰	۲۰۰	۱۰۰	۵۰
$6/6KV$ به پایین	۲۰۰	۱۰۰	۵۰	۲۵

همانطور که از جدول (۱) قابل ملاحظه است مقادیر مقامت عایقی بطور معکوس با درجه حرارت تغییر می کند.

www.powerplantac.com

جدول (۲): نتایج آزمایش مقاومت عایقی ترانسفورماتور قدرت پست ....

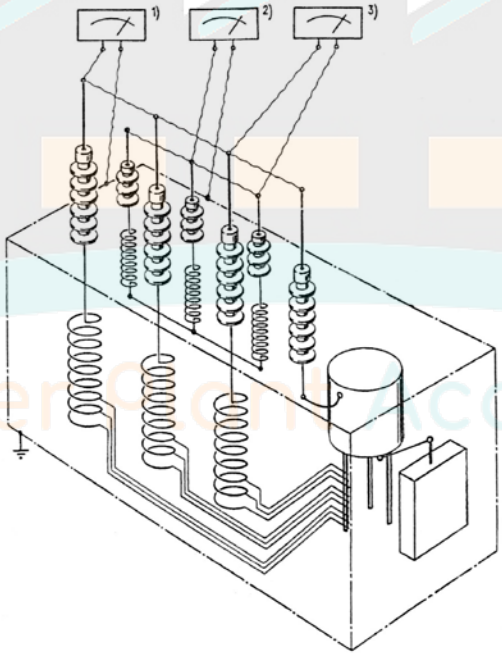
مشخصات کلی ترانس قدرت: مشخصات وسیله اندازه گیری: ولتاژ آزمایش: KV دمای روغن: $^{\circ}C$	تاریخ انجام آزمایش: مسئول انجام آزمایش:

نقطه اندازه گیری شده	مقاومت عایقی پس از مدت		
	یک دقیقه	دقیقه	دقیقه
HV-E			
MV-E			
LV-E			
HV-MV			
HV-LV			
MV-LV			

نظر کارشناس مسئول تست:

امضاء

مدار شماتیک مدار آزمایش در شکل (۱) آورده شده است.



شکل (۱): مدار شماتیک آزمایش مقاومت عایقی ترانسفورماتور

www.powerplantac.com

۲-۱-۲ اندازه گیری نسبت تبدیل ولتاژ و تست پیوستگی کلید تنظیم ولتاژ

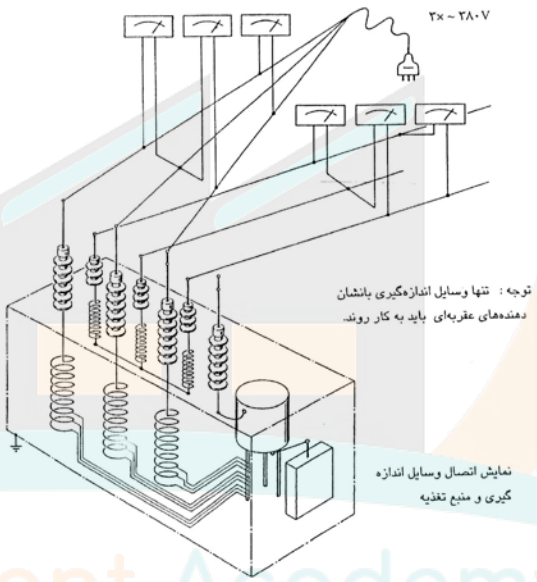
در اندازه گیری نسبت تبدیل ولتاژ در ولتاژ پایین (مثلاً ۳۸۰ ولت) همزمان یک آزمایش عملکرد کلید تنظیم ولتاژ و یک آزمایش نسبت تبدیل را بدست می دهد[۱] .در این آزمایش بایستی:

- اندازه گیری قبل از وصل نمودن ترانسفورماتور صورت گیرد.
- ترانسفورماتور باید مونتاژ شده و پر از روغن باشد و تمامی مقره ها باید تمیز باشد.
- مخزن (تانک) ترانسفورماتور باید زمین شده باشد.

روش اندازه گیری:

نسبت تبدیل نامی یک ترانسفورماتور نسبت تبدیل فشارقوی نامی به فشار ضعیف در هنگام بی باری است مثلاً:

$$Un = \frac{\text{ولتاژ فشار قوی}}{\text{ولتاژ فشارضعیف}} = \frac{6300V}{400\ V} = 15.7$$



شکل (۴): مدار شماتیک اندازه گیری نسبت تبدیل ولتاژ ترانسفورماتور

اندازه گیری دقیق تنها توسط دستگاه مخصوص اندازه گیری نسبت تبدیل ممکن خواهد بود زیرا ولتمترها دارای دقت لازم نمی باشند. اندازه گیری باید در هر دو سمت فشارقوی و فشار ضعیف صورت گیرد و باید حفاظت هایی در برابر جریان زیاد در نظر گرفت هشود.

www.powerplantac.com

توجه: در این آزمایش تنها وسایل اندازه گیری با نشان دهنده های عقربه ای باید به کار روند.

مراحل اندازه گیری:

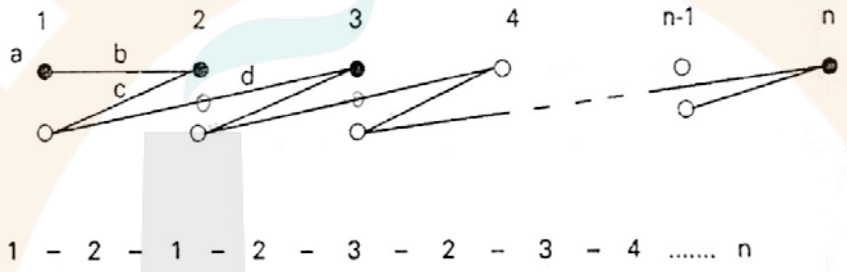
الف – کلید تنظیم ولتاژ را به مکان اولیه منتقل کنید که بیانگر کمترین نسبت تبدیل ولتاژ است.

ب – کلید را یک پله تغییر داده و اندازه گیری را ادامه دهید.

ج – به پله قبلی برگردید در این حالت وسایل اندازه گیری را مشاهده کنید در طی تغییر وضعیت کلید نبایستی جریان قطع شده و تغییرات ولتاژی مشاهده گردد.

د- به دو پله بعدی که اندازه گیری نشده اند تغییر وضعیت داده و مراحل بالا را تکرار کنید.

ه – بندهای ب، ج، و د را تا آخرین پله تکرار کنید.



شکل (۵): روش تغییر پله کلید تنظیم ولتاژ (توالی پله های ولتاژ)

توجه: هنگامی که اندازه گیری ها کامل شد سیم پیچ ها باید برای یک مدت کافی جهت حصول اطمینان از تخلیه الکتریکی زمین شوند.

۲-۱-۳ آزمایش گروه برداری

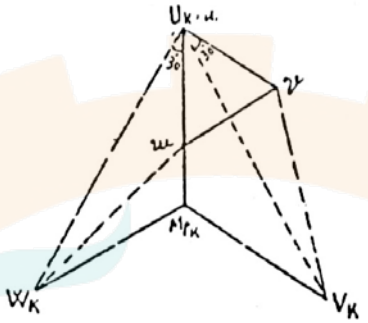
هدف از این آزمایش بررسی صحت گروه برداری ترانسفورماتور (اختلاف زاویه بردار ولتاژ خطی سمت فشار قوی و سمت فشار ضعیف) می باشد[۱و۲]. گروه های مختلف اتصال برای ترانسفورماتورها توسط چهار گروه اصلی زیر کلاسه بندی می شوند:

- گروه ۱: اختلاف فاز صفر : $Yy0 \quad -Dd0 \quad -Dz0 \quad -Zd0$
- گروه ۲: اختلاف فاز ۱۸۰درجه: $Yy6 \quad -Dd6 \quad -Dz6 \quad -Zd6$
- گروه برداری ۳: اختلاف ۳۰- درجه: $Yd1 \quad -Dy1 \quad -Yz1 \quad -Zy1$
- گروه برداری ۴: اختلاف فاز ۳۰+ درجه: $Yd11 - Dy11 - Yz11 - Zy11$

با توجه به این که گروه برداری ترانسفورماتورهای قدرت شبکه اغلب $Yd11$ است در ادامه به بررسی صحت این گروه برداری می پردازیم:

www.powerplantac.com

برای انجام این آزمایش لازم است که یکی از ترمینالهای اولیه را به ترمینال ثانویه متناظر ترانس قدرت متصل نماییم. برای مثال ترمینال Ukرا به ترمژینال U متصل می شود. سپس ولتاژ حدود ۴۰۰ ولت به ترمینال اولیه داده می شود و ولتاژهای بین V , Vk و همچنین W , Wk اندازه گیری می شود. بطور الکتریکی یکی از ترمینالها را در دو قسمت سیم پیچ اولیه و ثانویه محکم نمایید از آنجایی که Uk با U مشترک است بردارهای ثانویه بر روی بردارهای اولیه مطابق شکل (۶) سوار می شوند.



شکل (۶): دیاگرام شماتیک وضعیت بر دارهای اولیه و ثانویه با یک سر مشترک

ولتاژ های Vk و V و همچنین Wk و W بوسیله فرمول ریاضی یا اندازه گیری قابل اندازه گرفتن هستند. با فرض این که ولتاژ اولیه Ep و ولتاژ ثانویه Es باشد داریم:

ولتاژ بین V و Vk:
$$\Delta_{Vk-V} = \sqrt{E_p^2 + E_s^2 - 2E_pE_s\cos 30}$$

ولتاژ بین U و Uk:
$$\Delta_{Uk-U} = \sqrt{E_p^2 + E_s^2 - 2E_pE_s\cos 30}$$

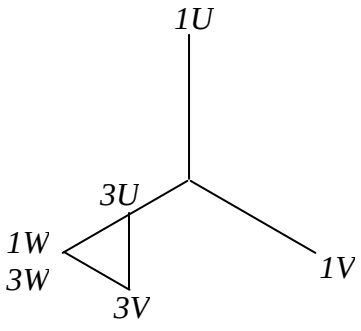
نتایج تست یک ترانسفورماتور قدرت *132/63/20* در زیر آورده شده است:

انداره گیری بین سیم پیچ HV و سیم پیچ LV :

ترمینالهای $1W$و $3W$ به هم متصل شده و به ترمینالهای زیر ولتاژ اعمال شده است:

1U-1V = 368 v
1U-1W= 367 v
1V-1W= 372 v

بردار دیاگرام با توجه به پلاک مشخصات به شرح زیر خواهد بود:



www.powerplantac.com

مقادیر قرائت شده به شرح زیر است:

1U-3u=320v	*1V-3u=325 v*	*1W-3u=55v*
1U-3v=371 v	*1V-3v=324 v*	*1W-3v=55v*
IU-3w=368	*1V-3w=372v*	*1W-3w=0v*

با استفاده از رابطه بیان شده ولتاژ فشار قوی مورد انتظار باید برابر با مقدار زیر باشد:

$$\Delta_{1V-3u} = \sqrt{132^2 + 20^2 - 2\times 132\times 20\times \cos 30} = 115.115\,KV$$

متوسط ولتاژ اعمالی مطابق نتایج تست برابر ۳۶۹ ولت است لذا مقدار اندازه گیری شده تقریبا بایستی برابر با:

$$\Delta_{1V-3u} = 369\,v \times \frac{115.115\,KV}{132\,KV} = 321.8\,v$$

ملاحظه می گردد مقدار مورد انتظار (محاسبه شده) با نتایج اندازه گیری تقریباً برابر است لذا گروه برداری مورد نظر صحیح است.

۴-۱-۲ تست جریان مغناطیسی (جریان بی باری)

هدف از اندازه گیری جریان بی باری (مثلاً در ولتاژ ۳۸۰v) یافتن عیوبی از سیم پیچی است که توسط روش های دیگر مانند اندازه گیری مقاومت و یا نسبت تبدیل قابل تشخیص نیست [۱و۲].. اگر گروهاتصال یک ترانسفورماتور سه فاز مشخص نباشد آرایش مدار می تواند توسط اندازه گیری جریان های بی باری (که به طور مجزا در طرف های فشارقوی و فشار ضعیف اندازه گیری می شود) و ولتاژ تغذیه تک فاز مشخص شود. جهت دستیابی به مقادیر اندازه گیری شده تجدید پذیر، پسماند مغناطیسی ناشی از اندازه گیر ی های *DC* نباید در هسته آهنی ترانسفورماتور وجود داشته باشد. بدین دلیل جریان های بی باری باید قبل از اندازه گیری مقاومت سیم پیچ ها اندازه گیری شوند.

جریان های بی باری بایستی به صورت مجزا در طرف های فشارقوی و فشار ضعیف اندازه گیری شود. در هنگام اتصال ولتاژ ورودی جهت حفاظت وسایل اندازه گیری در برابر جریانهای اضافی حفاظت های لازم پیش بینی گردد.

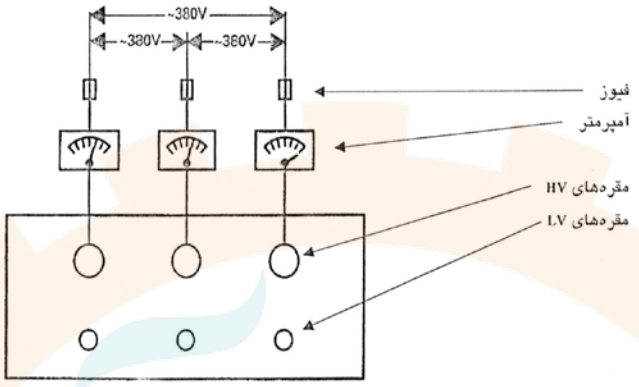
به هنگام اندازه گیری به نکات زیر توجه کنید.

در اتصال ستاره: دو جریان برابر و بزرگتر از جریان سوم: جریان کمتر در فاز میانی و نسبت جریانها تقریباً برابر ۱ : ۰/۸ : ۱

www.powerplantac.com

در اتصال مثلث یا زیگزاگ: دو جریان برابر و کوچکتر از جریان سوم، جریان بیشتر در فاز میانی با نسبت تقریباً ۱:۱/۳:۱

توجه: پس از هر بار اندازه گیری جریان بی باری، سیم پیچ های جهت حصول اطمینان از تخلیه الکتریکی باید سیم پیچ ها برای یک مدت زمان کافی زمین شوند.



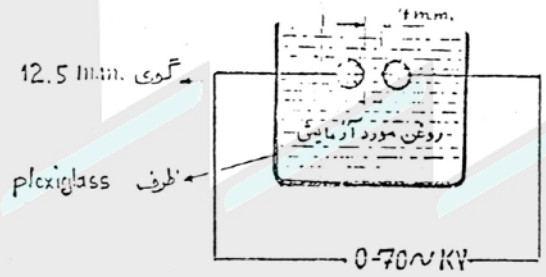
شکل (۱۰): مدار شماتیک اندازه گیری جریان های بی باری در سمت سیم پیچ فشار قوی

۲-۱-۵ آزمایش مقاومت دی الکتریک روغن

این آزمایش جهت تست مشخصات الکتریکی روغن می باشد[۱و۲]. از آنجایی که نمونه روغن نشانگر محتوی رطوبت عایق های جامد یک ترانسفورماتور می باشد در هنگام نمونه گیری روغن باید به دمای روغن جهت ارزیابی بهتر نتایج توجه نمود. ثمر بخشی و قابلیت تکرار آزمایش عمدتاً بستگی به روش نمونه گیری مورد استفاده دارد. این عمل باید با دقت کافی و بدون وجود هر گونه آلودگی صورت گیرید به گونه ای که از برابری روغن تحت آزمایش و روغنی که نمونه گیری شده بود بتوان اطمینان حاصل نمود. هرگونه رطوبت، رشته نخی و آلودگی بایستی از نمونه به دور باشد. تمامی تجهیزاتی که جهت نمونه گیری مورد استفاده قرار می گیرد و حتی خود محل نمونه گیری باید قبل از استفاده به دقت تمیز و رطوبت زدائی شوند. از موادی که از خود پرز بجا می گذارند نباید استفاده نمود. ظرف هایی که جهت نمونه گیری ، انبار نمودن و انتقال نمونه ها استفاده می شود باید شیشه ای قهوه ای رنگ یا بطری های آلومنیومی با گنجایش ۱ لیتر مجهز به درب شیشه ای، درپوش پلاستیکی پیچی دارای واشر مقاوم در برابر روغن باشد. اینها باید تمیز و خشک باشند. بطریهای کثیف باید توسط حلال (نفت خام با نقطه ریزش ۸۰ درجه سانتیگراد) تمیز شده، سپس توسط آب شیر و در صورت لزوم آب مقطر یا پاک کننده های چربی شسته شده و سپس خشک شوند. در صورتیکه جهت تمیز کردن و خشک نمودن ظروف نمونه ها محلولهای پاک کننده در دسترس نباشد می توان از همان روغن مورد نمونه گیری جهت تمیز کردن استفاده نمود و در صورت لزوم پس از پاک شدن ظرف آن را دور ریخت.

www.powerplantac.com

ظرف های نمونه گیری باید کاملاً پاکیزه شود و سپس توسط روغن مورد آزمایش شستشو گردد. نمونه گیر باید در هوای خشک انجام گیرید و دمای روغن و دمای محیط بایستی ثبت گردد. دستگاه تست از یک ترانسفورماتور با ولتاژ زیاد و دارای یک ظرف از جنس *Plexiglass* می باشد. این ظرف دارای دو الکترود می باشد. مقاومت دی الکتریک روغن بکار بردن ولتاژهای متغییر از صفر تا ۷۰*KV* بین دو گوی اعمال می شود. جهت جلوگیری از اعوجاج و انحراف میدان الکتریکی فاصله بین لبه ها الکترودها و دیوارهای ظرف باید حداقل ۱۵ میلی متر و تا سطح مایع حداقل ۸ میلی متر باشد. توصیه می گردد این گوی ها ۴۰ میلی متر در داخل روغن فرو روند. طبق استاندارد انگلیسی قطر گوی ها بایستی ۱۲/۵ میلی متر و فاصله بین آنها ۴ میلی متر باشد. روغن بایستی حداقل ده دقیقه بطور ساکن باقی بماند تا در این مدت حبابهای داخل روغن از بین برود. ولتاژ اعمالی بایستی به تدریج افزایش یابد و حدوداً از ۱۵*KV* تا ولتاژ مورد نظر بایستی ۱۵-۱۰ ثانیه طول بکشد و در این مقدار به مدت یک دقیقه باقی بماند. اگر در طول این یک دقیقه جرقه ای بین دو گوی صورت نپذیرفت روغن مورد قبول است. هر آزمایش شکست بایستی با فاصله زمانی دو دقیقه انجام شود و پس از هر بار شکست الکتریکی روغن بین الکترودها باید بدون ایجاد آلودگی و یا افزایش حجم روغن هم زده شود.



شکل (۲): مدار شماتیک آزمایش قدرت دی الکتریک روغن

اگر روغن دارای رطوبت یا ناخالصی باشد ولتاژ شکست کمتر از ۴۰*KV* خواهد بود. طبق استاندارد *VDE 0370* الکترودهای با شکل مخصوص و ۲/۵ میلی متر فاصله بین الکترودها برای آن مشخص می شود. طبق استاندارد *DVE* ولتاژ تست توسط یک موتور سنکرون با تغییر ولتاژ *2KV/sec* در دستگاه اندازه گیری انجام می شود و ۶ بار آزمایش متوالی برای هر نمونه روغن توصیه می شود. در استاندارد *VDE* میانگین دومین تا ششمین آزمایش مورد قبول است و آزمایش اول محاسبه نمی گردد.

مشخصات روغن:

مشخصات روغن ترانسفورماتور بر اساس استاندارد *IEC-296* در جدول (۳) آورده شده است[۳]. در جدول (۴) ولتاژ شکست الکتریکی روغن های عایق ترانسفورماتورهای قدرت، کلیدها و ترانسفورماتورهای

www.powerplantac.com

اندازه گیری آورده شده است[۱] . ضرایب تبدیلی که در هنگام استفاده از الکترودهای *ASTM* یا *BS* اعمال می شود به همراه مشخصات آنها که مطابق بخشهای ۱ و ۲ *VDE0370* و *DIN57370* می باشند داده شده اند. فاصله ۲/۵ میلیمتری بین الکترودها همواره باید حفظ گردد.

جدول (۳): مشخصات روغن ترانسفورماتور براساس استاندارد *IEC-296* (بدون مواد افزودنی ضد اسیدی)

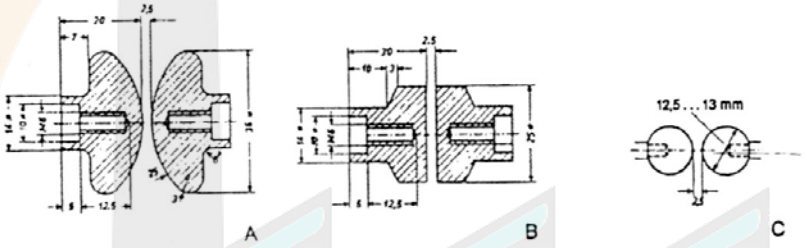
مشخصات	واحد	کلاس *I*	کلاس *II*	کلاس *III*	*property*
حداکثر ویسکوزیته در ۴۰ درجه سانتی گراد	mm^2/s	۱۶/۵	۱۱	۳/۶	*Kinematic Viscosity at* 40^{0c}
در ۲۰ درجه سانتی گراد	mm^2/s	۴۰	۲۵	۶	$max 20^{0c}$
در *15-* درجه سانتی گراد	mm^2/s	۸۰۰	-	-	-15^{0c}
در *30-* درجه سانتی گراد	mm^2/s	-	۱۸۰۰	-	-30^{0c}
حداقل درجه حرارت اشتعال	$0c$	۱۴۰	۱۳۰	۹۵	*Flash point (closed up) ,min.*
حداکثر درجه حرارت خمیری شدن (نقطه ریزش)	$0c$	-۳۰	-۴۵	-۶۰	*Pour point,max.*
شکل ظاهری	-	رنگ روشن – بدون مواد معلق			*Appearance*
حداکثر چگالی (دانسیته) در دمای 20^{0c}	kg/dm^3	۰/۸۹۵			*Specific density max.*
حداقل کشش سطحی در دمای 25^{0c}	N/M	40×10^{-3}			*Interfacial tension min.*
حداکثر عدد اسیدی (درجه خنثی بودن)	$mg\ koh/g$	۰/۰۳			*Neutralization Value max*
خورندگی گوگردی	-	غیرخورنده			*Corrosive Sulphur*
حداکثر مقدار آب محلول	mg/kg	۴۰			*Watter Content max*
مواد افزودنی ضد اکسیدکننده	-	غیرقابل تشخیص			*Anti-Oxidant additives*
پایداری در مقابل اکسیداسیون:					*Oxidaton Stability*
حداکثر مقدار اسیدیته بعد از اکسیداسیون (درجه خنثی بودن)	$mg\ koh/g$	۰/۴			*Neutralization Value*
حداکثر مقدار لجن روغن	درصد جرمی	۰/۱			*Slutge %by mass*
حداقل ولتاژ شکست عایقی (استقامت دی الکتریک)					*Breakdown Votage*
روغن تازه	kv	۵۰			*New Vuntreated oil*
روغن بعد از تصفیه	kv	۳۰			*After treatment*
حداکثر ضریب تلفات عایقی ($\tan\delta$) در دمای 90^{0c} و فرکانس ۴۰ تا ۶۰ هرتز	-	۰/۰۰۵			*Dissipation factor at* 90^{0c} *, and 40-60 Hz*

www.powerplantac.com

در صورتیکه مقادیر حاصله از اندازه گیری های ولتاژ شگست الکتریکی مطابق بخش ۱ استاندارد *DIN57370/VDE0370* کوچکتر از مقدار مینیمم تعیین شده باشد، باید نمونه دومی از ترانسفورماتور گرفته شود. در صورتیکه نمونه دوم نیز از رسیدن به حد نصاب لازم باز ماند، روغن ترانسفورماتور باید خشک گردد.

جدول (۴): مینیمم مقدار ولتاژ الکتریکی روغن برحسب *KV*

سطح ولتاژ *Um(KV)*	روغن نو، خشک و آماده جهت استفاده			روغن کهنه		
	VDE	*BS* (مشخصات ۱۴۸-۱۹۷۲)	*ASTM* عنوان *D877-82*	*VDE*	*BS* (مشخصات ۱۴۸-۱۹۷۲)	*ASTM* عنوان *D877-82*
تا ۷۲/۵	۵۰	۴۹	۳۹	۳۰	۳۲	۲۶
بین ۷۲/۵ تا ۱۷۰	۵۰	۴۹	۳۹	۴۰	۳۷	۳۲
بیش از ۱۷۰	۵۰	۴۹	۳۹	۵۰	۴۹	۳۹



شکل (۳): ابعاد انواع مختلف الکترودها در آزمایش دی الکتریک

روغن ترانسفورماتور و عایق های سلولزی – همانند همه مواد آلی – درحین کار بر اثر حرارت، اکسیژن، رطوبت و اثر کاتالیزور فلزات در ترانسفورماتورهای از نظر شیمیایی تغییر می کنند. با در نظر گرفتن تمامی این اثرات و پروسه ها واژه پیر شدگی و طول عمر یک ترانسفورماتور شکل می گیرد. به منظور آماده نگه داشتن ترانسفورماتور جهت کار در یک دوره زمانی طولانی بازررسی های مرتب و تناوبی لازم است. یکی از بازرسی ها – خصوصاً ترانسفورماتورهای فشار قوی با توان بالا – آزمایش روغن است. توصیه ایران ترانسفو نمونه گیری هر پنج سال یک بار قبل از بازرسی اصلی، و آزمایش خواص زیر است:

- خلوص
- عدد اسیدی
- عدد صابونی
- ولتاژ شکست
- ضریب تلفات دی الکتریک در دمای ۹۰ درجه سانتیگراد و فرکانس ۵۰
- درصد حجم مواد افزودنی (تنها در مورد روغنهای با مواد افزودنی)

www.powerplantac.com

ارزیابی نتایج تست و مقادیر توصیه شده

ضریب تلفات عایقی و کشش بین سطحی روغن برای کنترل کیفیت روغن و تفسیر علل فساد روغن بکار می روند ولی مقدار اسیدیته روغن معیار اصلی تصمیم گیری و ارزیابی است[۱و۳].

- ولتاژ شکست

ولتاژ شکست روغن عایق معرف میزان رطوبت روغن می باشد. صرفنظر از مقادیر شیمیایی موجود در روغن، روغن و ترانسفورماتور باید هنگامی که هر یک از مقادیر حاصله از مقادیر مینیمم ذکر شده در جدول (۳) کمتر باشد رطوبت زدایی شوند.

- خواص شیمیایی

در صورتیکه در طی کار هر یک از مقادیر لیست شده از خواص شیمیایی به مقادیر زیر رسیدند توصیه می شود دوره نمونه گیری به دو سال کاهش یابد:

عدد اسیدی:۰/۳ $mg\ KOH/g$

عدد صابونی:۰/۷۵ $mg\ KOH/g$

موارد فوق در صورتیکه اولین لجن مشاهده شود نیز صادق خواهد بود.

در صورتیکه مقادیر زیادی لجن یا رسوب دیده شود و یا یکی از مقادیر زیر حاصل شود تعویض روغن توصیه می شود:

عدد اسیدی:۰/۵ $mg\ KOH/g$

عدد صابونی:۱/۲۵ $mg\ KOH/g$

- ضریب تلفات دی الکتریک

مقادیر مجاز تلفات دی الکتریک برای روغن های عایقی بستگی به Um و نوع ترانسفورماتور داشته و بطور قطعی قابل ذکر نمی باشد. توصیه می گردد در صورت رسیدن به مقادیر جدول (۵) با سازنده تماس حاصل شود.

www.powerplantac.com

جدول (۵): مقادیر مجاز ضریب تلفات دی الکتریک

Um	ضریب تلفات دی الکتریک در ^0C ۹۰
۲۴ KV تا	5000×10^{-3}
۷۲/۵K تا ۲۴ KV	3000×10^{-3}
۱۳۲K تا ۷۲/۵ KV	2000×10^{-3}
۲۴۵K تا ۱۳۲ KV	1000×10^{-3}
بیش از ۲۴۵K	500×10^{-3}

۲-۱-۶ اندازه گیری مقاومت سیم پیچ ها

مقاومت DC سیم پیچ های HV و LV را می توان بسادگی توسط ولتمتر و آمپر متر اندازه گیری نمود یعنی با عبور یک جریان DC از هر فاز می توان با اندازه گیری ولتاژ و جریان، مقدار مقاومت را بدست آورد [۱و۲].

اندازه گیری مقاومت سیم پیچ ها صحت اتصالات سیم پیچ (اتصالات لحیم شده و ...) می باشد. اگر در کنتاکت های سلکتور در تپ چنجرهای زیر بار به تشکیل روغن کربونیزه مشکوک هستید، اندازه گیری مقاومت سیم پیچ ها بیانگر درجه آلودگی کنتاکت ها بوده و در صورت داشتن انحراف بزرگتر از $\pm\%5$ یک آنالیز گاز جهت کسب اطلاع از وضعیت روغن انجام شود.

تذکر: اندازه گیری در هنگامی که ترانسفورماتور تحت خلاء می باشد نباید انجام شود.

مقاومت اهمی سیم پیچ ها تابعی از دما می باشد و از رابطه زیر تبعیت می کند که در آن اندیس W مقادیر مورد انتظار در وضعیت W و اندیس K مقادیر اندازه گیری شده در وضعیت K را بیان می نمایند:

$$R_w = R_k \frac{235+t_W}{235+t_k}$$

روش اندازه گیری و اندازه گیری جریان:

مقاومت اهمی سیم پیچ ها توسط روش جریان – ولتاژ تعیین می شود. یک باطری ۱۲ تا ۲۴ ولت (باطری اتومبیل) یک منبع ولتاژ کافی بوده، ولی بهتر است از یک منبع ولتاژ با جریان ثابت استفاده شود. در هنگام استفاده از باطری اتومبیل یک مقاومت تنظیم کننده باید به گونه ای تنظیم گردد که جریان تقریبی مدار ۱۰ آمپر بوده و افت ولتاژ دو سر سیم پیچ ها با دقت توسط ولتمتر خوانده شود. حد بالا و پایین جریان dcبه شرح زیر است:

www.powerplantac.com

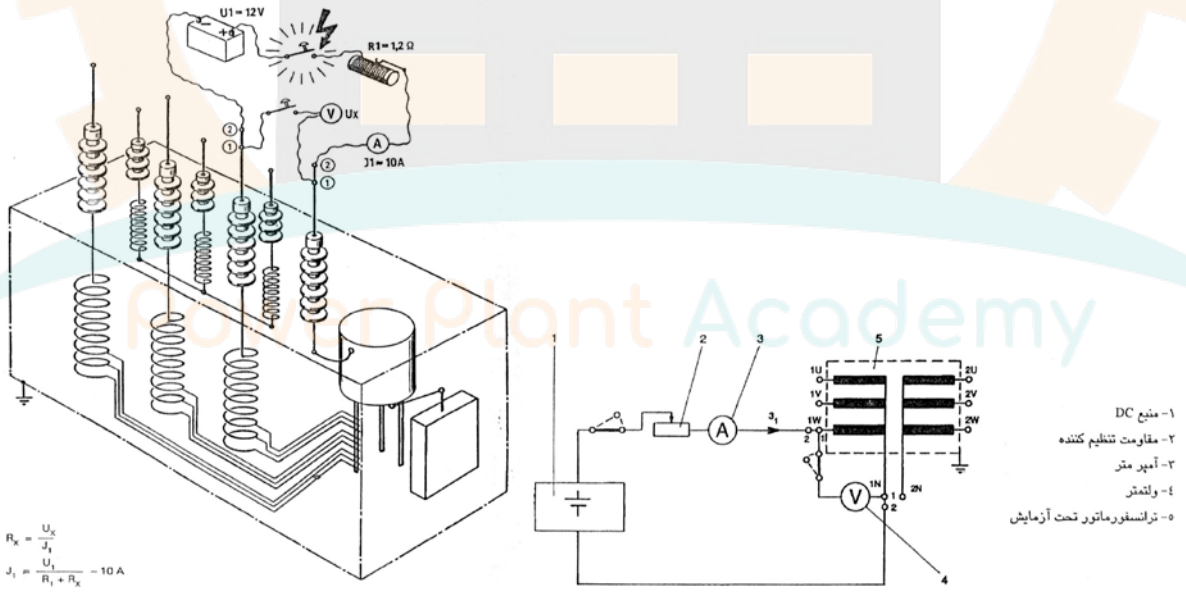
حد بالای جریان DC اندازه گیری: تا ۱۰ درصد جریان مجاز سیم پیچ ها

حد پایین جریان DC اندازه گیری: ۱/۲ برابر مقدار ماکزیمم جریان بی باری

شکل (۷): محل اتصال تجهیزات اندازه گیری

پس از وصل منبع ولتاژ، مدتی صبر کنید تا جریان به مقدار نهایی خود برسد. قرائت هایی که پیشتر صورت گرفته است ممکن است غلط بوده و مقادیر بزرگتری را حاصل نموده باشند. در هنگامی که مقاومت سیم پیچ های بزرگ با ولتاژهای پایین را که مقدار کوچکی دارند اندازه گیری می کنید جهت برقرار شدن حالت دائمی باید مدت بیشتری صبر کنید. اگر دقت بالایی مورد نیاز است جریان تغذیه باید متعاقباً افزایش یابد (تا ۱۰ درصد جریان سیم پیچ) و منبع تغذیه بایستی دارای توان مناسبی باشد.

در این آزمایش بایستی ولتمتر و آمپر متر همزمان قرائت شوند. قابل ذکر است که به هنگام قطع جریان اندازه گیری ولتمتر در مدار قرار نگیرد. این اندازه گیری در کلیه تپ ها انجام می شود.



شکل (۸): دیاگرام شماتیک برای اندازه گیری مقاومت با روش جریان – ولتاژ

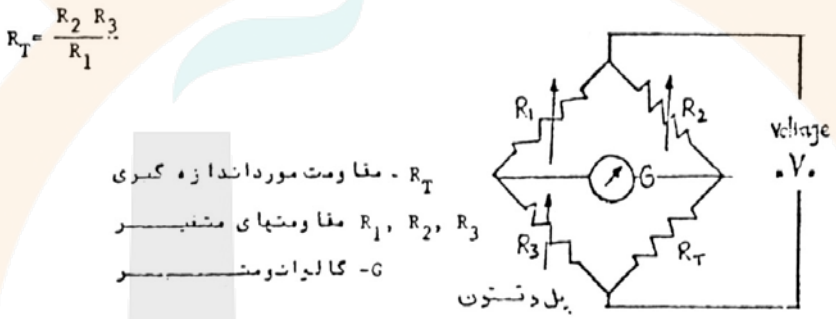
www.powerplantac.com

مقادیر اندازه گیری باید با نتایج تست کارخانه ای تست و صحت عملیات (ماکزیمم انحراف ۵٪) مقایسه شود تا عیوب بطور واضح تحلیل شود.

هنگامی که باطری را از مدار قطع می کنید مطمئن شوید اندوکتانس سیم پیچ ها دشارژ شوند. پس از انجام آزمایش سیم پیچ را زمین کنید.

بدست آوردن مقادیر مقاومت توسط روش ولتمتر- آمپرمتر خیلی دقیق نیست زیرا خواندن مقادیر جریان و ولتاژ دقت زیادی ندارد. برای مقادیر دقیق می توان از پل وتستون استفاده کرد. با تنظیم ولتاژ نقطه میانی که گالوانومتر به آن متصل است می توان مقاومت مقدار مجهول را از رابطه زیر اندازه گیری نمود:

$$R_T = \frac{R_2 \times R_3}{R_1}$$



شکل (۹): مدار پل وتستون

همچنین باید دمای سیم پیچ ها بطور دقیق اندازه گیری شود و مقادیر بدست آمده با دمایی که در کارخانه سازنده آزمایش می شود تطبیق داده شده و با گزارش تست های کارخانه مقایسه شود. این کار برای پله های مختلف ولتاژ بایستی انجام شود. اگر مقادیر بدست آمده متناقض باشد و یا تفاوت ها بسیار فاحش باشند در اینصورت یک اشکال داخلی در کلید تنظیم ولتاژ مورد ظن و گمان است.

تست مقاومت اهمی سیم پیچ بایستی به عنوان آخرین تست ترانسفورماتور انجام شود.

۲-۱-۷ آزمون تقسیم شار

این آزمون جهت اطمینان از صحت اتصالات ورق های هسته و نیز اطمینان از وضعیت عایقی بین حلقه های سیم پیچ ها انجام می گردد. با اعمال یک ولتاژ متناوب ۲۳۰V به یک ترمینال، ولتاژ سایر ترمینال ها اندازه گیری می شود. اگر در این آزمایش برای ترمینالهای با وضعیت مشابه نتایج متفاوتی حاصل گردد وجود اشکال در ترانسفورماتور مورد ظن است و لازم است نتایج آزمایش بی باری و مقاومت اهمی با دقت بیشتری بررسی گردد.

www.powerplantac.com

۲-۱-۸ آزمایش ترانسفورماتورهای جریان بوشینگ ها

در مواردی که بوشینگ ترانسفورماتورهای قدرت دارای ترانسفورماتور جریان است لازم است آزمایش های اصلی *CT* ها به شرح زیر بر روی آنها صورت پذیرد[۱و۲]:

- آزمایش پلاریته
- آزمایش نسبت تبدیل (*Ratio Test*)
- آزمایش مشخصات مغناطیسی کردن
- آزمایش مقاومت سیم پیچ ها
- آزمایش مقاومت عایقی

یاد آوری:

لازم به ذکر است که در خصوص ترانسفورماتور زمین و مصرف داخلی بسته به مورد تستهای مشابه صورت گیرد. در ترانسفورماتور زمین اندازه گیری امپدانس مولفه آن ضروری است. در خصوص ترانسفورماتور زمین تنظیم تپ ترانسفورماتور حائز اهمیت است.

۲-۱-۹ آزمایش پیوستگی

در دست بررسی

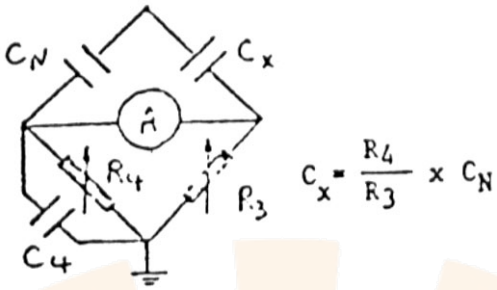
۲-۱-۱۰ آزمایش ضریب تلفات عایقی(*Insulation Power Factor Test*)

آزمایش ضریب تلفات عایقی مشخص کننده مقدار درصد تلفات عایقی به وات نسبت به قدرت (*MVA*) ترانسفورماتور می باشد[۱و۲]. بطور معمول این تست در کارخانه انجام می شود به علت نیاز به یک ولتاژ بالا (مثلاً *۱۰KV*) انجام این آزمایش در کارگاه مشکل است، هر چند به خاطر اهمیت این موضوع لازم است به منظور مقایسه با نتایج کارخانه این آزمایش صورت گیرد. بعنوان مثال اگر احتمال جذب رطوبت در سیم پیچ ها می رود بایستی تست انجام و اگر مقادیر بالا حاصل شد ترانسفورماتور باید مراحل خشک کردن را طی کند.

استاندارد *ANSI* رده ولتاژ مورد استفاده در این آزمایش را برای سیم پیچ ها معادل نصف ولتاژ مقاوم (*Power Frequency Withstand*) و یا *۱۰KV* (هر چند کم است) تعیین می کند. بوشینگ ها در ولتاژ های مختلف تا نصف ولتاژ مقاوم (*Power Frequency Withstand*) آزمایش می شوند.

www.powerplantac.com

این آزمایش توسط پل خازنی شرینگ صورت می گیرد. اتصال پل شرینگ (*Schering*) در شکل زیر نشان داده شده است.



شکل (۱۱): مدار پل شرینگ

در حالت توازن Cx برابر است با:

$$C_x = \frac{R_4}{R_3} \times C_N$$

ضریب تلفات عایقی ($\tan\delta$) برابر است با:

$$\tan\delta = \omega R_4 C_4$$

مقدار تلفات عایقی از ۰/۵٪ تا ۲٪ خواهد بود و مقدار اندازه گیری را می توان با مقادیر گزارش آزمایش کارخانه ای مقایسه نمود.

۲-۱-۱۱ آزمایش اتصال کوتاه (تعیین امپدانس درصد)

یکی از مشخص های اساسی ترانسفورماتورها امپدانس درصد آن است. این آزمایش جهت تعیین امپدانس درصد (*Uk*) ترانس انجام می شود که در آن سمت فشار ضعیف ترانسفورماتور اتصال کوتاه شده و به سمت فشار قوی کسری از ولتاژ نامی (*UK*) اعمال می گردد تا از سمت فشار ضعیف جریان نامی عبور کند مقدار ولتاژ اعمال شده به سمت فشار قوی امپدانس ولتاژ (*UK*) ترانسفورماتور می باشد.

۲-۱-۱۲ بررسی عمل کردن رله بوخهلتس

منظور از این آزمایش بررسی تاثیر گاز برای عمل کردن رله بوخ هلتس می باشد. رله بوخ هلتس ما بین لوله متصل به تانک ذخیره روغن (کنسرواتور) و تانک اصلی نصب شده است [۱و۲]. رله بوخ هلتس دارای دوکنتاکت عمل کننده توسط دو شناور می باشد. زمانی که رله پر از روغن باشد، شناورهای کنتاکت را قطع می کنند. تخلیه های جزئی، جرقه های خفیف، گرماهای موضعی در اثر تغییر اتصالات مدار داخلی، مقاوت زیاد کنتاکت ها و جریان های بالا در اجزاء فلزی باعث می شوند که روغن و عایق ها به تدریج تجزیه شوند

www.powerplantac.com

و تولید گاز نمایند. جرقه ها و ضربات ناشی از جریان ها باعث بوجود آمدن گلز بلحجم زیاد می شوند و این عمل به سرعت انجام می شود. گازهای ذخیره شذه در رله بوخ هلتس باعث جابجایی یک مقداری از روغن می شود. اگر تولید گاز آهسته صورت گیرد، شیر بالائی رله به علت وجود فشار گاز عمل می کند و کنتاکت آلارم را می بندد. اگر تولید گاز ناگهانی صورت گیرد، موج ناشی از گاز در لوله روغن باعث عمل کردن یک صفحه در پایین رله می شود که این صفحه حرکت را توسط اهرمی به شناور پائین رله منتقل می نماید. و باعمل کردن شناور پائین، کنتاکتی بسته می شود که باعث قطع دژنکتور می گردد، گاز جمع شده در رله را می توان تجزیه کرد و نوع خطا را پیدا نمود.

اگر روغن به طور مداوم از منبع ذخیره روغن کم شود و باعث خالی شدن آن گردد رله بوخ هلتس عمل خواهد کرد. در هنگام نصب رله بوخ هلتس، مواظب باشد که جهت فلش رله به سمت مخزن روغن باشد.

برخی از این رله ها دارای وسیله آزمایش مکانیزم عملکرد شناورها می باشند که در روی ساختمان رله نصب شده است. برای این منظور در بوش حفاظتی باید برداشته شود و با فشار دادن شاسی آن عملکرد شناور بالائی را می توان بررسی کرد.برای عمل کردن شناور پایین بایستی شاسی آزمایش را تقریبا ۶۰ درجه در جهت فلش قبل از فشار دادن بچرخانید. اگر رله دارای شاسی آزمایش نباشد عملکرد آن را می توان توسط پمپ کردن هوا در داخل رله به توسط پمپ دستی آزمایش کرد.

۲-۱-۱۳ بررسی عملکرد رله فشاری

در دست بررسی

۲-۱-۱۴ بررسی صحت عملکرد دما سنج های سیم پیچ و روغن

ترانسفورماتورهای قدرت دارای دماسنج های عقربه دار می باشند که دمای سیم پیچ و روغن را نشان می دهند[۱و۲]. این دماسنجها دارای کنتاکت هایی می باشند که در موقع افزایش دمای بیش از حد مجاز روغن یا سیم پیچ عمل می کنند. معمولا کنتاکتهای درجه حرارت روغن به مدار آلارم و کنتاکتهای دمای سیم پیچ به مدار قطع دژنکتور متصل می شوند. هدف از این آزمایش کالیبره کردن دماسنجهای عقربه دار و همچنین بررسی کنتاکتهای اولیه می باشد. در این آزمایش مقدار حرارت نشان دهنده توسط دماسنج ترانسفورماتور با یک دماسنج جیوه ای استاندارد مقایسه می شود.

روغن یا آب رامی توان در یک ظرف جداگانه گرم نمود و با وارد کردن میله دماسنج عقربه دار در داخل آ ن ظرف و یا گرم کردن تدریجی مایع داخل ظرف می توان مقایسه را بین دو دماسنج جیوه ای و دماسنج ترانسفورماتور انجام داد، از اینرو می توان دماسنج ترانسفوماتور را کالیبره کرد.

www.powerplantac.com

اگر لازم باشد، عقربه را می توان بدقت با چرخش پیچ آن تنظیم نمود. اگر اختلاف بیش از $5\ ^{\circ}C$ باشد، دستگاه دماسنج بایستی به منظور بررسی قطعات آن مورد رسیدگی قرار گیرد. عملکرد کنتاکتها را می توان با مقدارهای تنظیم شده مجاز بررسی کرد. همچنین به وسیله عملکردی دستی کنتاکتها می توان صحت اتصال مدارهای خارجی را نیز بررسی نمود.

در جدول (ض۱-۱) مقادیر پیشنهادی کارخانه سازنده و مقادیر پیشنهادی جهت تنظیم ترمومترهای روغن و سیم پیچ آورده شده است[۱].

جدول (ض۱-۱) مقادیر پیشنهادی کارخانه سازنده و مقادیر پیشنهادی جهت تنظیم ترمومترهای روغن و سیم پیچ

مقادیر پیشنهادی	ترمومتر روغن				ترمومتر سیم پیچ			
	تریپ	آلارم	روشن	خاموش	تریپ	آلارم	روشن	خاموش
مقادیر پیشنهادی کارخانه	۱۰۲	۹۲	۷۷	۶۷	۱۲۲	۱۱۲	۹۷	۸۷
مقادیر پیشنهادی بهره برداری	۹۰	۸۰	۵۵	۴۵	۱۰۰	۹۰	۶۵	۵۵

لازم به ذکر است که مقادیر کارخانه ای مرتباً در حال تغییر است.

۲-۱-۱۵ بررسی *OLTC*

به یاد دارید که تست نسبت ولتاژ برای سیم پیچهای ثانویه و اولیه در تمام *tap* های ترانسفوماتور نشان دهنده این است که *tap changer* برای کار کردن آمادگی دارد[۱و۲]. از این رو بررسی عمل کردن *OLTC* بایستی قبل از آزمایش نسبت ولتاژها انجام گیرد. این کار توسط آزمایش، سویئچ کردن مدار قطع *OLTC* برای تمام رنجهای کنترل صورت می گیرد. این کارها به منظور بررس ی عملکرد مکانیکی *tap changer* و عملکرد موتور و عملکرد صحیح *diverter switch* می باشد. قبل از وصل کردن برق موتور کلید مکانیزم *tap* را می توان به طور دستی برای هر *tap* تغییر داد. پس از این مرحله با قرار دادن سوئیچ در حالت وسط می توان موتور را برقدار کرد. اگر جهت حرکت موتور معکوس باشد با تغییر دو تا از فازها می توان آن اشکال را رفع نمود. سپس آزمایش سوئیچ کردن درحالت مدار قطع برای تمام رنجهای کنترل همانطور که در بالا گفته شد، انجام می گیرد. در زمان اندازه گیری نسبتها، می توان جهت *tap changer* را در همان *tap* بررسی نمود. همان طور که قبلا گفتیم شد اندازه گیری مقاومت سیم پیچها در هر *tap* بایستی انجام گیرد که از شل بودن اتصالات با اتصال کوتاه در کلیه وضعیت *tap* آگاه شد.

www.powerplantac.com

۲-۱-۱۶ بررسی عملکرد پنکه ها

اگر ترانسفورماتور مجهز به پنکه برای عملکرد *ONAF* باشند،پنکه ها نیز بایستی آزمایش شوند [۱و۲]. در مرحله اول موتورهای پنکه ها مگر زده می شوند و دستگاه مگر *500v* بکار برده می شود. جهت چرخش را می توان توسط برق سه فاز آزمایش نمود. اگر جهت چرخش موافق جهت فلش روی پنکه نباشد می توان با تغییر دو تا از سیمهای برق جهت آن را اصلاح نمود.

تجهیزات حفاظتی بار زیاد نظیر فیوزها، *MCB* ها و قطع کننده های جریان زیاد بایستی طبق جدول مجاز یا جریان عملکرد تنظیم گردند. عملکرد گروهی پنکه ها را می توان توسط اتصال عمدی کنتاکتهای دماسنج روغن، در صورتی که برق باشد انجام داد. شل بودن کنتاکت آلارم پنکه را توسط قطع عمدی یکی از رله های حفاظتی موتور که در تابلوی کنترل سیستم خنک کننده نصب شده است می توان بررسی نمود. عملکردهای الکتریکی تمام کنتاکها و رله ها نیز بایستی بررسی شوند.

۲-۱-۱۷ سایر کنترل های اساسی موکد

جدا از آزمایشات ذکر شده، بررسی های زیر نیز بایستی قبل از گواهی پایان کار ترانسفورماتور برای راه اندازی صورت پذیرند[۱و۲].

۱ -مقدار روغن منبع ذخیره روغن و بوشینگ ها

۲ -فاصله جرقه شاخکهای قوس الکتریکی در بوشینگها طبق توصیه نامه کارخانه سازنده باشد.

۳ -بررسی زمین بود تانک ترانسفورماتور سیستم خنک کننده و خطوط لوله کشی. همچنین مجموعه ای که زمین شده اند در قسمتهایی که توسط سیم پیچ اتصال برقرار شده، بایستی کاملا محکم شوند.

۴ -بررسی رطوبت گیرها را در خشک کن و درجه مقدار روغن

۵ -بررسی وضعیت فلکه ها در ترانسفورماتور سیستم خنک کننده

۶ -زمین نمودن بوشینگهای خنثی در اتصال ستاره ترانسفورماتور به خوبی بررسی شوند. بررسی مقادیر مقاومت زمین برای الکترودهای خنثی زمین

۷ -تنظیم کنتاکت های آلارم و تریپ درجه حرارت روغن و سیم پیچ

۸ -اتصال کوتاه کنتاکتهای ثانویه ترانسفورماتور جریان بوشینگی که مورد استفاده ندارند.

۹ -محکم بودن ترمزها و چرخهای ترانسفورماتور

www.powerplantac.com

۲-۱-۱۸ تنظیم سطح روغن

صرفنظر از نشان های min و max مقیاس نشان دهنده سطح روغن دارای تنظیم دمای ثابتی مثلاً ۲۰ درجه سانتی گراد می باشد [۱]. برای پر کردن منبع انبساط، سطح مایع باید در مقدار معینی تنظیم شود. این سطح باید بعداً بر حسب دمای مایع در ترانسفورماتور با افزودن یا کاهش مقدار معینی که با محاسبه تعیین می شود تصحیح گردد. مقدار تصحیح مطابق زیر محاسبه می شود:

$$\Delta V = \frac{G}{\delta}.\gamma.\Delta T$$

ΔV (L یا dm^3): مقدار تصحیح به دمای مایع داخل ترانسفورماتور که بالا یا پایین مقدار مشخص شده در نشاندهنده سطح روغن باشد افزوده و یا کاسته می شود.

$G(Kg)$: وزن مایع درون ترانسفورماتور که روی صفحه مقادیر مجاز نوشته شده است.

$\delta(Kg)$: چگالی مایع داخل ترانسفورماتور در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد.

dm^3: برای روغن = $\%88$

$Y(k)$: ضریب انبساط مایع ترانسفورماتور :

برای روغن = $0/78\times10^{-3}$

$\Delta T(K)$: اختلاف دمای بین مایع درون ترانسفورماتور و دمای ثابتی که روی نشاندهنده سطح روغن مشخص شده است.

در خصوص محفظه کلیدهای تنظیم ولتاژ بگونه مناسب عمل نموده و وزن مایع تمام سرپیچهای فوق را در میزان G محاسبه شده برای تراسفورماتور اعمال نمایید.

وزن مایع سرپیچ های تغییر دهنده ولتاژ:

$$G = n\times V_{ls} + 55Kg$$

N: تعداد کلیدهای تبدیل بار

V_{1s}: وزن روغن برای یک دستگاه *Diverter switch*

(به دستورالعمل نصب /بازرسی کلیدهای تبدیل بار مراجعه کنید.)

وزن بیان شدده معرف وزن روغن ترانسفورماتور می باشد.در صورتی که نتایج محاسبات با میزان تصحیح $\Delta V \le 5dm^3$ بدست می آید، تصحیحی لازم نیست.

مثال: وزن روغن ترانسفورماتور	$G=40000Kg$
دمای روغن ترانسفورماتور	$+25^{\circ}c$
نشان روی نشاندهنده روغن	$+25^{\circ}c$

www.powerplantac.com

اختلاف دما $\Delta T = 5k$

$$\Delta V = \frac{40000}{0.88} \times 0.78 \times 10^{-3} \times 5 - 1801$$

بنابراین ۱۸۰۱ لیتر روغن باید از نشان دمای ۲۰ درجه سانتی گراد افزوده شود.

۲-۲ فرآیند راه اندازی کلیدهای فشار قوی

چک لیست نصب و راه اندازی بریکرهای قدرت				
نوع عملیات	ردیف	شرح انجام کار	وضعیت	توضیحات
تست های راه اندازی بریکر	۱	آزمایش مقاومت عایقی		
	۲	آزمایش اندازه گیری مقاومت اهمی کنتاکت با کلمپ و بدون کلمپ		
	۳	آزمایش همزمانی عملکرد پلهای بریکر(*TIME TEST*)		
	۴	آزمایش حداقل ولتاژ عملکرد کویل های قطع و وصل		
	۵	آزمایش اندازه گیری جریان موتور شارژ فنر بریکر		
	۶	آزمایش اندازه گیری زمان شارژ فنر بریکر		
	۷	آزمایش کنتاکت آلارم و بلاک فشاز گاز بریکر در هنگام تزریق گاز		
کنترل و بازرسی جهت اطمینان از نصب کامل و صحیح	۱	کنترل آچارکشی سازه فلزی،اتصالات ترمینالها و تراز بودن سازه فلزی و بریکر		
	۲	کنترل اتصال هر مکانیزم به بریکر مختص خود و مطابقت فازهای بریکر با آرایش فاز پست در بریکرهای دارای سه مکانیزم		
	۳	کنترل اتصال سیم زمین به بریکر و مکانیزم بریکر		
	۴	بررسی مقره از لحاظ عدم شکستگی و لب پریدگی		
	۵	کنترل آب بندی،مسدود بودن سوراخهای گلند و تمیز بودن مکانیزم بریکر		
	۶	کنترل فشار گاز *SF6* با توجه به دمای محیط و جدول یا منحنی مربوطه		
	۷	کنترل مرتب بودن کابل کشی، وایرینگ و سرسیم و شماره کابل و شماره سرسیم		
	۸	کنترل نصب لوله *PVC* فشار قوی جهت هدایت کابل از کانال کابل تا پای تجهیز و بکار بردن دو زانویی ۴۵ درجه در خمهای ۹۰ درجه		
	۹	کنترل وضعیت هیتر تابلوی مکانیزم فرمان بریکر و تابلوی مکزی در بریکرهای دارای سه مکانیزم		
	۱۰	کنترل روشنایی مکانیزم فرمان		
	۱۱	کنترل لامپ نشاندهنده شارژ فنر در صورت وجود در برخی از مکانیزمهای فرمان		

www.powerplantac.com

چک لیست نصب و راه اندازی بریکرهای قدرت – ادامه				
نوع عملیات	ردیف	شرح انجام کار	وضعیت	توضیحات
کنترل عملکردهای اجزاء جانبی	۱	کنترل عملکرد دستی (مکانیکی) فرمان قطع و وصل بریکر		
	۲	کنترل عملکرد فرمان الکتریکی قطع و وصل بریکر از محل و از راه دور (*LOCAL/REMOTE*)		
	۳	کنترل شارژ فنر به صورتی دستی		
	۴	کنترل عملکرد آنتی پمپینگ		
	۵	کنترل شمارنده قطع و وصل بریکر		
	۶	کنترل عملکرد اینترلاک بریکر مطابق *LOGIC INTERLOCK DIAGRAM*		
	۷	کنترل آلارم قطع مدار *AC* یا *DC*		
	۸	کنترل نشان دهنده حالت قطع و وصل بریکر در کلید دیسکروپانسی تابلوی کنترل		
	۹	کنترل نشاندهنده *CB IN LOCAL* در تابلوی کنترل		
	۱۰	کنترل مدار روشنایی مکانیزم فرمان بریکر		
	۱۱	کنترل آلارم عدم شارژ بریکر		

۲-۲-۱ آزمایش مقاومت عایقی

مقاومت عایقی ترمینالهای اولیه بریکر(فشار قوی) با زمین توسط دستگاه میگر (*Megger*) اندازه گیری می شود. این دستگاه در انواع ژنراتور *DC* با موتور دستی موجود است. برای ولتاژ های تا *KV* ۱۱ یک دستگاه میگر با ولتاژ نامی ۱۰۰۰ ولت کافی می باشد و برای ولتاژ های بالاتر تا *۱۳۲KV* یک دستگاه میگر با ولتاژ *۲/۵KV* مورد نیاز است و برای ولتاژ های *KV* ۲۲۰ و ۴۰۰ یک دستگاه میگر با ولتاژ *۵KV* مورد نیاز می باشد. استفاده از نوع موتوردار توصیه می گردد.

هدف از میگر زدن بررسی نکات زیر است:

آیا قسمت هایی که ایزوله یا عایق کاری شده اند با زمین تماس دارند؟ در صورت داشتن ارتباط دستگاه مقدار صفر را نشان می دهد.

پیش بینی هایی که باید به هنگام انجام تست لحاظ گردد:

- ترمینالها و دیگر قسمتها بخوبی پاکیزه و تمیز شده باشند (بهتر است با کربن تترا کلرید هرگونه رطوبت و کثیفی پاک گردد)
- صفر دستگاه قبلاً تنظیم شده باشد.

www.powerplantac.com

- عمل کردن دستگاه میگر را توسط اتصال کوتاه نمودن دو سر دستگاه و قرائت مقدار صفر در دستگاه بررسی کنید.
- در طول میگر زدن از اتصال محکم سیم ها مطمئن شوید.
- سیم های رابط بایستی به خوبی عایق شوند و کلمپ های ترمینال هم بخوبی سفت گردد.
- موارد اندازه گیری باید برای ترمینالهای *HV* با زمین انجام شوند.

۲-۲-۲ آزمایش مقاومت اهمی کنتاکت بریکر(*CONTACT RESISTANCE*)

این آزمایش جهت اطمینان از عملکرد صحیح و سالم بودن کنتاکتهای اصلی مسیر جریان بریکر (داخل محفظه قطع) و نیز برقراری اتصال کامل مابین کلمپهای ارتباطی حامل سیم هوایی و ترمینال فشار قوی بریکر می باشد.

نحوه آزمایش: در این آزمایش با تزریق جریان حداقل ۱۰۰ آمپر *DC* به ترمینالهای فشار قوی بریکر و اندازه گیری افت ولتاژ *DC* مابین ترمینالها می توان مقاومت اهمی کنتاکت بریکر را از رابطه $R_{DC}=\frac{V_{DC}}{I_{DC}}$ بدست آورد.لازم به ذکر است دستگاههای تست اندازه گیری مقاومت اهمی کنتاکتها بطور اتوماتیک مقدار مقاومت اهمی کنتاکت را نمایش می دهند.

الف– اندازه گیری مقاومت اهمی کنتاکت بریکر بدون کلمپ

در این آزمایش ،ابتدا بریکر در حالت وصل قرار داده می شود، سپس سیم های رابط دستگاه مربوط به تزریق جریان *DC* و اندازه گیری ولتاژ به ترمینالهای اولیه بریکر متصل می شود و جریان دستگاه به مقدار ۱۰۰ آمپر رسانده می شود و با استارت دستگاه مقدار مقاومت اهمی کنتاکت بریکر قرائت می شود.

نتایج اندازه گیری مقاومت اهمی کنتاکت بریکرها با نتایج تست کارخانه ای طبق استاندارد نباید از ۲۰ درصد بیشتر انحراف داشته باشد. به عنوان نمونه جدول (۱) مقدار مقاومت اهمی کنتاکت چند بریکر آورده شده است.

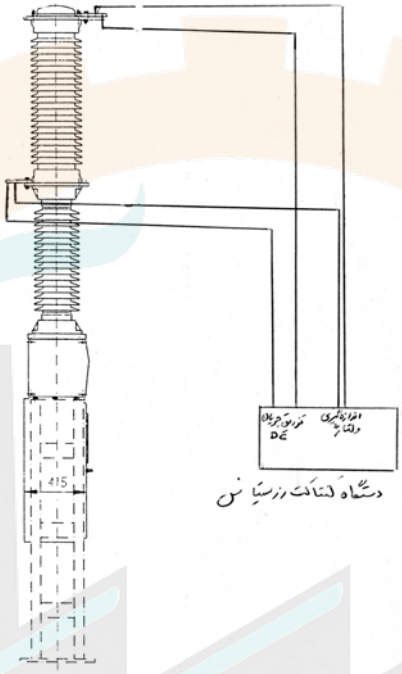
جدول (۱): مقاومت اهمی کنتاکت چند بریکر نمونه

شرکت سازنده	تیپ	حداکثر مقاومت اهمی $[\mu\Omega]$
AEG	*S1-72.5*	*34+%20*
پارس سوئیچ	*HPL 145-245/25B1-31B1*	*50*
پارس سوئیچ	*EDF-SK-1-1*	*50*

www.powerplantac.com

ب- اندازه گیری مقاومت اهمی کنتاکت بریکر با کلمپ

در این آزمایش نیز بریکر باید در وضعیت وصل باشد . سیم های رابط مربوط به تزریق جریان و اندازه گیری ولتاژ بیرون از کلمپ و بر روی سیم هوایی فشار قوی که توسط کلمپ به ترمینالهای فشار قوی بسته شده اند متصل می گردد و آزمایش طبق روش فوق انجام می گیرد.



شکل (۱): مدار شماتیک آزمایش مقاومت اهمی کنتاکت بریکر

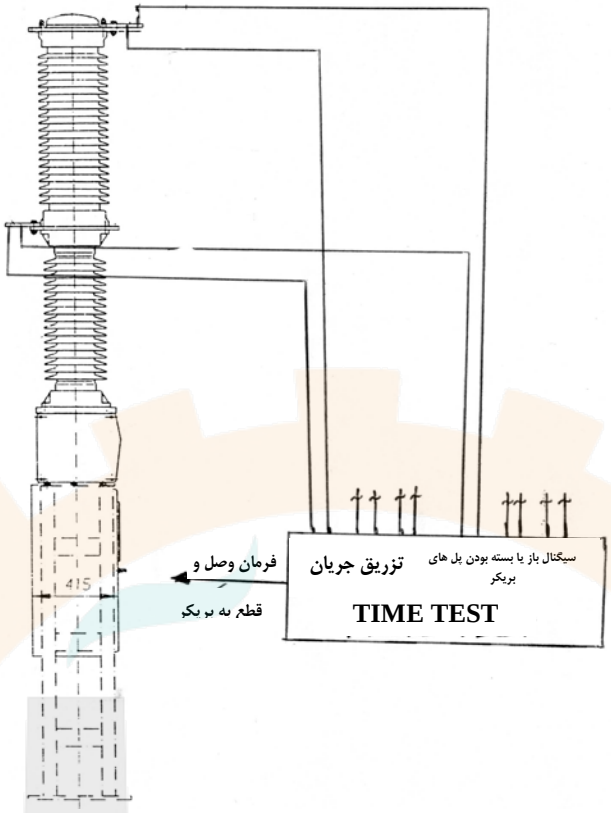
۲-۲-۳ آزمایش *TIME TEST*

این آزمایش جهت اطمینان از بسته شدن و باز شدن همزمان هر سه پل بریکر انجام می گیرد. بر طبق استاندارد حداکثر فاصله زمانی بین لحظه تماس کنتاکتها در حالت بستن و حداکثر فاصله زمانی بین لحظه جداشدن کنتاکتها در حین بازشدن نباید از نیم سیکل(با توجه به فرکانس نامی)یعنی ۱۰ میلی ثانیه تجاوز نماید.

نحوه ازمایش:

در این آزمایش ترمینالهای *HV* (ورود و خروج) هر سه پل بریکر توسط سیم رابط به دستگاه تایم تست متصل می شود و مدارات فرمان قطع و وصل بریکر نیز به دستگاه وصل می شود . و زمانهای قطع،وصل و وصل-قطع اندازه گیری می شود.

www.powerplantac.com



شکل (۲) تایم تست

مقادیر اندازه گیری شده بایستی با مقادیر توصیه شده سازنده مطابقت داده شود. مقادیر *TIME TEST* برخی از کلیدهای قدرت به عنوان نمونه در جدول (۲) آورده شده است.

جدول (۲): مقادیر *TIME TEST* کلیدهای قدرت نمونه

شرکت سازنده	تیپ	*Make time [ms]*	*Opening time coile1[ms]*	*Opening time coile2[ms]*	*Close-Opening time [ms]*
پارس سوئیچ	*HPL 145-245/25B1-31B1*	*80*	20 ± 3	21 ± 3	*42-52*
پارس سوئیچ	*EDF-SK-1-1*	*60*	*35*		*40*

۲-۲-۴ آزمایش اندازه گیری حداقل ولتاژ عملکرد کویل قطع و وصل

این آزمایش به منظور اطمینان از عملکرد صحیح کویل های قطع و وصل بریکر به در صورت بروز اتصال زمین در سیستم *DC* و کاهش ولتاژ *DC* می باشد.

نحوه آزمایش: در این آزمایش با اعمال ولتاژ *DC* متغیر به کویل قطع و وصل مقدار ولتاژ عملکرد این کویلها بدست می آید.

www.powerplantac.com

شرح آزمایش: ابتدا شناسایی ترمینالهای مربوط به کویلهای قطع و وصل انجام می گیرد. سپس ارتباط منبع تغذیه *DC* متغیر با ترمینال مربوط به کویل قطع شماره ۱ برقرار می گردد و به آرامی ولتاژ را بالا می بریم تا کویل قطع شماره ۱ عمل کند ولتاژ اندازه گیری شده در این لحظه مقدار می نیمم ولتاژ عملکرد کویل قطع شماره ۱ می باشد. به همین ترتیب برای کویل شماره ۲ قطع وکویل وصل آزمایش انجام می گیرد و نتایج ثبت می گردد.

۲-۲-۵ آزمایش جریان موتور شارژ فنر و زمان شارژ فنر

این آزمایش جهت بررسی و صحت کارکرد فنر شارژ بریکر از لحاظ میزان مصرف جریان موتور انجام می شود.

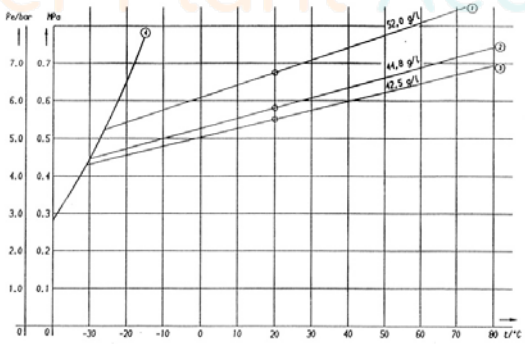
نحوه آزمایش: این آزمایش با اندازه گیری جریان تغذیه کننده موتور شارژ فنر در هنگام شارژ فنر انجام می شود.

شرح آزمایش: در این آزمایش ابتدا آمپر متر را به طور سری در مدار تغذیه کننده موتور شارژ فنر قرار می دهیم و به بریکر فرمان وصل می دهیم تا موتور شارژ فنر شروع بکار کند مقدار جریان اندازه گیری شده ثبت می گردد در ضمن مدت کارکرد موتور نیز ثبت می گردد.

به عنوان مثال زمان شارژ فنر بریکر تیپ *AEG S1-72.5* باید کوچکتر از ۱۵ ثانیه باشد و حداکثر زمان شارژ فنر بریکر پارس سوئیچ تیپ *HPL 145-245/25B1-31B1* ۲۰ ثانیه می باشد.

۲-۲-۶ تزریق گاز کلید قدرت

میزان تزریق گاز در بریکرهای گازی تابعی از درجه حرارت می باشد و بایستی مطابق توصیه سازنده با توجه به درجه حرارت هنگام تزریق نسبت به تزریق میزان مناسب گاز اقدام نمود. در ضمن به جهت رعایت نکات ایمنی لازم است به هنگام تزریق گاز محل استقرار کپسول تزریق گاز با بریکر از فاصله توصیه شده توسط سازنده کمتر نباشد. به عنوان نمونه شکل (۳) منحنی تزریق گاز بریکر *AEG S1-72.5* را نشان می دهد.



شکل (۳): منحنی تزریق گاز بریکر *AEG S1-72.5*

www.powerplantac.com

۲-۳ فرآیند راه اندازی ترانسفورماتورهای جریان،ولتاژ و ولتاژ خازنی

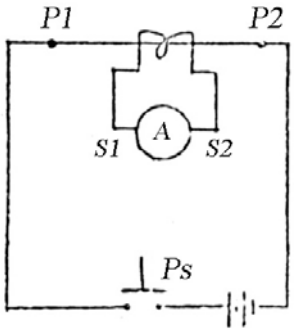
۲-۳-۱ فرآیند راه اندازی ترانسفورماتورهای جریان (*CT*)

چک لیست نصب و راه اندازی ترانسفورماتورهای جریان (*CT*)				
نوع عملیات	ردیف	شرح انجام کار	وضعیت	توضیحات
تست های راه اندازی	۱	آزمایش پلاریته		
	۲	آزمایش نسبت تبدیل (*Ratio Test*)		
	۳	آزمایش مشخصات مغناطیسی کردن		
	۴	آزمایش مقاومت سیم پیچ ها		
	۵	آزمایش مقاومت عایقی		
	۶	اندازه‌گیری *VA* بار ثانویه *CT* و پیوستگی مدارات مربوط		
کنترل عملکردهای اجزاء جانبی	۱	کنترل وضعیت ظاهری مقره‌ها از نظر سالمی و تمیز بودن آنها در صورت نیاز		
	۲	کنترل وضعیت ظاهری از نظر عدم نشتی و رفع عیب در صورت نیاز		
	۳	کنترل پلاریته ها و اتصالات مناسب		
	۴	کنترل سطح روغن		
	۵	آچارکشی ترمینال‌های فشار قوی		
	۶	کنترل و آچارکشی کلاهک بالایی ترانسفورماتور جریان		
	۷	کنترل و آچارکشی سیم اتصال زمین از نظر شل شدگی و فرسودگی		
	۸	کنترل سالم بودن دیافراگم		
	۹	نظافت جعبه اتصالات ثانویه و کنترل درب جعبه از نظر سالمی و لاستیک آب‌بندی		
	۱۰	آچارکشی ترمینال‌های ثانویه		

۲-۳-۱-۱ آزمایش پلاریته *CT*

در بسیاری از طرح های حفاظتی پلاریته نسبی بین ترانسفورماتورهای جریان مهم است و بنابراین باید برای اطمینان از اتصال صحیح آنها انجام پذیرد. شکل (۱) دیاگرام یک ترانسفورماتور جریان را نشان می دهد که جهت قراردادی آن به صورتی است که وقتی جریان اولیه از *P1* به *P2* است، جریان ثانویه از *S1* به *S2* در مدار خارجی متصل به ترانسفورماتور جریان عبور می کند. پلارتیه را می توان توسط ولتاژ *DC* حدود ۶ الی ۱۲ولت طبق شکل زیر مشخص کرد.

www.powerplantac.com



شکل (۱): مدار شماتیک تعیین پلاریته ترانس جریان

۲-۳-۱-۲ آزمایش نسبت تبدیل *CT*

با استفاده از دستگاه تست، مطابق شکل (۲) جریان به اولیه تزریق گردیده و در ثانویه اندازه‌گیری می‌شود در هنگام انجام ثانویه همه *Core* ها باید بسته باشد حداقل جریان تزریق شده به اولیه ۱۰ درصد جریان نامی یا ۱۰۰ آمپر می‌باشد.

هدف: با این تست پی می‌بریم که آیا تعداد دور سیم پیچی درست است یا خیر، و اگر تعداد دورهای کمتر و یا بیشتری پیچیده شده باشد نسبت تبدیل نادرست بدست می‌آید. این تست با ولتاژ کم انجام می‌گیرد.

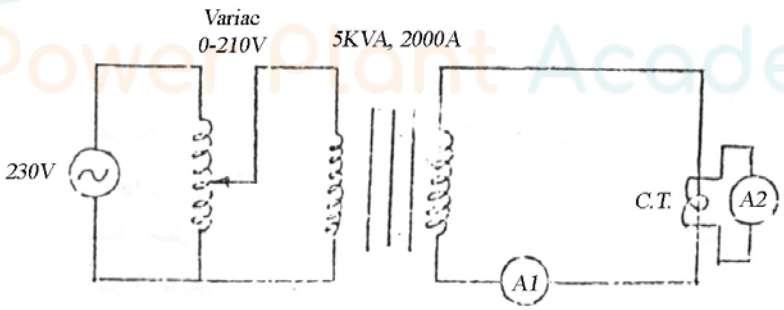
ترتیب اتصالات طبق شکل بالا می باشد، به طوریکه یک جریان م عا دل با جریان حداکثر، از اولیه *CT* های دو فاز عبور داداه می شوند سپس جریان در دو آمپر متر A_1 و A_2 ثبت می شوند.

نسبت *CT* برابر است با نسبت جریان اولیه به جریان ثانویه یعنی: $\frac{A_1}{A_2}$

نکات مهم تست:

الف) این تست در تمام *core* صورت می‌گیرد.

ب) اختلاف نسبت تبدیل اندازه‌گیری شده از مقدار طراحی شده تا یک درصد قابل قبول است

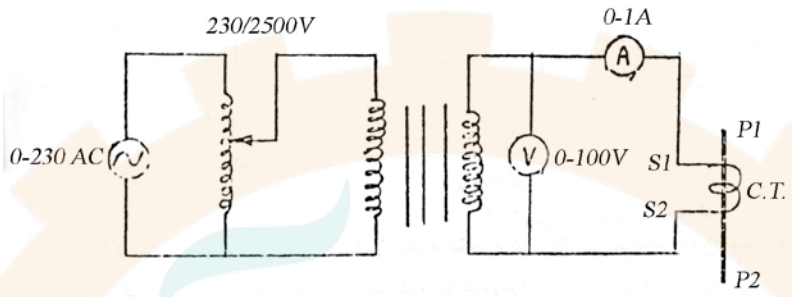


شکل (۲): مدار شماتیک آزمایش نسبت تبدیل

www.powerplantac.com

۲-۳-۱-۳ آزمایش منحنی اشباع *CT*

این تست بر روی همه ترانسفورماتورهای جریان اعمال می گردد و هدف از آن اثبات مناسب بودن آنها برای حفاظت مورد نظر با تعیین ولتاژ نقطه زانو، یعنی ولتاژی که در آن اشباع *CT* آغاز می گردد، می باشد. یک منبع ولتاژ متغییر به پایانه های ثانویه ترانسفورماتور جریان اعمال شده و جریان ولتاژهای مختلف اندازه گیری می شود. این مدار در شکل شکل (۳) نشان داده شده است



شکل (۳): مدار شماتیک تعیین منحنی اشباع ترانسفورماتور جریان

. توجه شود که ولت متر طوری بسته شده است که آمپرمتر جریان ولت متر را که می تواند به اندازه جریان تعیین حدود ولتاژی که اشباع آغاز می گردد مفید خواهد بود، که برای این منظور ولتاژ افزایش داده می شود تا یک تغییر کوچک در ولتاژ باعث تغییر بزرگی در جریان گردد. نقطه زانو یعنی ولتاژی که در آن افزایش ۱۰٪ ولتاژ باعث افزایش ۵۰٪ جریان منغناطیس کنندگی می گردد. خواندن ده نقطه تست بین ولتاژ های صفر و ولتاژ در حدود نقطه زانویی مناسب است در ابتدا افزایش پله های ۲۰ ولتی و سپس در پله های کوچکتر وقتی که اشباع آغاز می گردد مناسب است. یک نمونه از نتایج تست در مورد ترانسفورماتوری که نقطه اشباع آن بین ولتاژ ۱۰۰ و ۱۱۰ ولت می باشد در جدول (۱) آورده شده است.

جدول (۱): تغییرات جریان با ولتاژ اعمال شده

جریان			ولتاژ
T	*S*	*R*	
0	*0*	*0*	*0*
0.011	*0.01*	*0.01*	*20*
0.017	*0.016*	*0.016*	*40*
0.025	*0.024*	*0.023*	*60*
0.032	*0.031*	*0.031*	*80*
0.39	*0.037*	*0.037*	*90*
0.049	*0.047*	*0.046*	*100*
0.069	*0.066*	*0.065*	*110*
0.111	*0.107*	*0.105*	*120*

www.powerplantac.com

۲-۳-۱-۴ اندازه‌گیری مقاومت اهمی CT

مقاومت سیم پیچ ثانویه را می توان به دو طریق اندازه گیری کرد:

۱ -با عبور جریان کم DC و یادداشت کردن ولتاژ که با داشتن این دو مقدار می توان مقاومت سیم پیچ را بدست آورد.

۲ -مقاومت اهمی با استفاده از پل وتسون اندازه‌گیری گردیده و با مقدار اعلام شده توسط سازنده مقایسه می‌گردد.

۲-۳-۱-۵ اندازه‌گیری مقاومت عایقی CT

اندازه‌گیری مقاومت عایقی با استفاده از میگر انجام می‌گیرد و برای اندازه‌گیری مقاومت عایقی بین اولیه و زمین، اولیه و ثانویه از ولتاژ ۵۰۰۰ ولت و برای اندازه‌گیری مقاومت ثانویه با زمین از ولتاژ ۵۰۰ ولت استفاده می‌گردد.

اندازه‌گیری مقاومت عایقی نه تنها ما را قادر می‌سازد که کیفیت عایق را که بطور عمده نشان دهنده میزان خشک بودن آن از رطوبت است بسنجیم بلکه این امر عیوب عایق و عایق کاری را نیز مشخص می‌کند.

برای هر ترانسفورماتورجریان سه آزمایش عایقی زیر باید انجام شود.

۱- بین سیم پیچ فشار قوی و بدنه ترانسفورماتور جریان

۲- بین سیم پیچ فشار ضعیف و بدنه ترانسفورماتورجریان

۳- بین سیم پیچ فشار قوی و فشار ضعیف بر روی هم و بدنه.

نکات مهم تست:

الف) مقاومت عایقی با دما تغییر می‌کند و در دمای 60^{0c} مقاومت عایقی به ازای هر KV باید از ۲ مگا اهم بیشتر باشد مثلاً حداقل مقاومت عایقی برای سطح ۶۳ کیلو ولت در دمای 60^{0c}، ۱۲۷ مگا اهم است.

ب) به منظور اندازه‌گیری مقاومت عایقی سیم پیچ‌ها کلیه اتصالات خارجی ترانسفورماتورجریان باز گردد.

ت) قبل از شروع تست بایستی مقره های ترانسفورماتور تمیز و خشک شوند.

ابزار مورد نیاز

دستگاه مگر مناسب با ولتاژ ترانسفورماتور، سیم رابط جهت اتصالات با طول مناسب.

حداقل مقدار قابل قبول ۲ مگا اهم به ازای هر کیلو ولت می‌باشد.

www.powerplantac.com

۲-۳-۱-۶ اندازه‌گیری *VA* بار ثانویه *CT* و مدارات مربوطه

با تزریق جریان *AC* نامی به ثانویه *CT* و قرائت ولتاژ دو سر مدار ثانویه بردن *CT* اندازه‌گیری می‌شود

$VA = V \times A$ (بردن)

نتایج کلیه آزمایشات فوق در فرم آزمایش ترانسفورماتور جریان ثبت می‌گردد.

۲-۳-۲ فرآیند راه اندازی ترانسفورماتورهای ولتاژ و ولتاژ خازنی (*PT, CVT*)

چک لیست نصب و راه اندازی ترانسفورماتورهای ولتاژ و ولتاژ خازنی				
نوع عملیات	ردیف	شرح انجام کار	وضعیت	توضیحات
تست های راه اندازی	۱	آزمایش پلاریته		
	۲	آزمایش نسبت تبدیل (*Ratio Test*)		
	۳	آزمایش مقاومت عایقی		
	۴	اندازه‌گیری *VA* بار ثانویه *PT* و مدارات مربوط		
	۵	کنترل تست شیت های کارخانه ای و مطابقت مشخصات خازن آن با طرح (برای ترانسفورماتورهای ولتاژ خازنی)		
کنترل عملکردهای اجزاء جانبی	۱	کنترل وضعیت ظاهری مقره‌ها از نظر سالمی و تمیز نمودن آنها در صورت نیاز		
	۲	کنترل وضعیت ظاهری از نظر نشتی روغن و رفع آن در صورت نیاز		
	۳	کنترل سطح روغن		
	۴	آچارکشی ترمینال‌های فشار قوی		
	۵	کنترل و آچارکشی کلاهک بالایی		
	۶	کنترل و آچارشی سیم اتصال زمین از نظر سالمی و شل شدگی و آچارکشی نقاط اتصال		
	۷	کنترل سالم بودن دیافراگم		
	۸	نظافت جعبه اتصالات ثانویه و کنترل درب از نظر سالمی و آب‌بندی		
	۹	کنترل و آچارکشی فیوزهای ثانویه		

۲-۳-۲-۱ آزمایش پلاریته *PT*

در بسیاری از طرح های حفاظتی پلاریته نسبی بین ترانسفورماتورهای ولتاژ مهم است و بنابراین باید برای اطمینان از اتصال صحیح آنها این آزمایش انجام شود.

www.powerplantac.com

۲-۳-۲-۲ آزمایش نسبت تبدیل PT

با استفاده از دستگاه تست، ولتاژی به اولیه تزریق گردیده و در ثانویه اندازه‌گیری می‌شود.

هدف: با این تست پی می‌بریم که آیا تعداد دور سیم پیچی درست است یا خیر، و اگر تعداد دورهای کمتر و یا بیشتری پیچیده شده باشد نسبت تبدیل نادرست بدست می‌آید. این تست با ولتاژ کم انجام می‌گیرد.

به طوریکه یک ولتاژ مع دل با ولتاژ حداکثر، از اولیه PT های عبور داده می شوند سپس ولتاژ در دو ولت متر V_1 و V_2 ثبت می شوند.

نسبت PT برابر است با نسبت ,ولتاژ اولیه به ولتاژ ثانویه یعنی: $\frac{V_1}{V_2}$

نکات مهم تست:

الف) این تست در تمام $core$ صورت می‌گیرد.

پ) اختلاف نسبت تبدیل اندازه‌گیری شده از مقدار طراحی شده تا یک درصد قابل قبول است

۲-۳-۲-۳ اندازه‌گیری مقاومت عایقی PT

اندازه‌گیری مقاومت عایقی با استفاده از میگر انجام می‌گیرد و برای اندازه‌گیری مقاومت عایقی بین اولیه و زمین، اولیه و ثانویه از ولتاژ ۵۰۰۰ ولت و برای اندازه‌گیری مقاومت ثانویه با زمین از ولتاژ ۵۰۰ ولت استفاده می‌گردد.

اندازه‌گیری مقاومت عایقی نه تنها ما را قادر می‌سازد که کیفیت عایق را که بطور عمده نشان دهنده میزان خشک بودن آن از رطوبت است بسنجیم بلکه این امر عیوب عایق و عایق کاری را نیز مشخص می‌کند.

برای هر ترانسفورماتورولتاژ سه آزمایش عایقی زیر باید انجام شود.

۱- بین سیم پیچ فشار قوی و بدنه ترانسفورماتور ولتاژ

۲- بین سیم پیچ فشار ضعیف و بدنه ترانسفورماتورولتاژ

۳- بین سیم پیچ فشار قوی و فشار ضعیف بر روی هم و بدنه.

نکات مهم تست:

الف) مقاومت عایقی با دما تغییر می‌کند و در دمای 60^{0c} مقاومت عایقی به ازای هر KV باید از ۲ مگا اهم بیشتر باشد مثلاً حداقل مقاومت عایقی برای سطح ۶۳ کیلو ولت در دمای 60^{0c}، ۱۲۷ مگا اهم است.

ب) به منظور اندازه‌گیری مقاومت عایقی سیم پیچها کلیه اتصالات خارجی ترانسفورماتور ولتاژباز گردد.

ت) قبل از شروع تست بایستی مقره های ترانسفورماتور تمیز و خشک شوند.

www.powerplantac.com

ابراز مورد نیاز

دستگاه مگر مناسب با ولتاژ ترانسفورماتور، سیم رابط جهت اتصالات با طول مناسب.

حداقل مقدار قابل قبول ۲ مگا اهم به ازای هر کیلو ولت می‌باشد.

۲-۳-۲-۴ اندازه‌گیری *VA* بار متصل به *PT*

ولتاژ *AC* نامی به ثانویه *PT* وصل گردیده و جریان مدار قرائت می‌شود، *VA* برابر است با حاصلضرب $V \times I$

۲-۴ فرآیند راه اندازی سکسیونرها و سکسیونرهای زمین

چک لیست نصب و راه اندازی سکسیونر				
نوع عملیات	ردیف	شرح انجام کار	وضعیت	توضیحات
تست های راه اندازی	۱	اندازه گیری مقاومت اهمی کنتاکت ها (با کلمپ و بدون کلمپ)		
	۲	آزمایش مقاومت عایقی		
کنترل عملکردهای اجزاء جانبی	۱	آزمون همزمانی عملکرد پل ها		
	۲	آزمون عملکرد سکسیونر و تیغه زمین (اینترلاکها) و نشانگرهای مربوه		
	۳	اندازه گیری زمان عمل باز و بست کامل سکسیونر توسط موتور		
	۴	اندازه گیری جریان عمل باز و بست کامل سکسیونر توسط موتور		
	۵	آزمون اینترلاکهای محلی و از راه دور		
	۶	آزمون اینترلاکهای مکانیکی و الکتریکی در حالت دستی و موتوری		
	۷	آزمون اینترلاکهای الکتریکی بین تیغه زمین و ولتاژ فشار قوی (اینترلاک با فیوز *PT*)		
کنترل و بازرسی جهت اطمینان از نصب کامل و صحیح	۱	بازدید ظاهری و کسب اطمینان از صحت استقرار و نصب، کنترل اتصالات الکتریکی و مکانیکی		
	۲	کسب اطمینان از وجود اتصال مستقیم بدنه فلزی شبکه		
	۳	کنترل وضعیت کابل های فرمان و وضعیت استقرار آن در لوله های محافظ		
	۴	وضعیت گریس کاری کنتاکت سکسیونرها		

۲-۴-۱ اندازه گیری مقاومت اهمی کنتاکت های سکسیونرها

اندازه گیری مقاومت کنتاکت های سکسیونرها مشابه آنچه که برای اندازه گیری مقاومت اهمی کنتاکت های کلیدهای قدرت بیان شد، می باشد.

www.powerplantac.com

۲-۴-۲ اندازه گیری مقاومت عایقی سکسیونرها

برای ولتاژ های تا ۱۱ KV یک دستگاه میگر با ولتاژ نامی ۱۰۰۰ ولت کافی می باشد و برای ولتاژ های بالاتر تا ۱۳۲KV یک دستگاه میگر با ولتاژ ۲/۵KV مورد نیاز است و برای ولتاژ های ۲۲۰ KV و ۴۰۰ یک دستگاه میگر با ولتاژ ۵KV مورد نیاز می باشد

۲-۵ فرآیند راه اندازی خازن ها

چک لیست نصب و راه اندازی خازن ها				
نوع عملیات	ردیف	شرح انجام کار	وضعیت	توضیحات
تست های راه اندازی	۱	اندازه گیری مقدار ظرفیت خازن		
	۲	آزمایش مقاومت عایقی		
	۳	اندازه گیری مقدار اندوکتانس سلف سری		
	۴	اندازه گیری مقدار مقاومت اهمی سلف سری		
کنترل عملکرد اجزاء جانبی	۱	آزمون عملکرد سیستم کنترل خازن ها و کنترل سیستم اتوماتیک آنها		
کنترل و بازرسی جهت اطمینان از نصب کامل و صحیح	۱	بازدید ظاهری و کسب اطمینان از استقرار، نصب صحیح، عدم آسیب دیدگی و صحت اتصالات الکتریکی		
	۲	بازدید ظاهری نشتی روغن خازن		
	۳	بازدید اتصالات فازها و نول		
	۴	کنترل کابلهای حفاظتی		
	۵	کنترل کابلهای قدرت و کنترل وضعیت نصب آنها در داخل کانال		
	۶	کنترل سرکابل و وضعیت شیلد آنها (شیلد فقط از یک طرف زمین شود)		
	۷	کنترل و بررسی خازن ها در زیر بار از نظر صدای سل		
	۸	کنترل و بررسی جریان فازها و جریان نقطه صفر و ثبت مقادیر مربوطه		
	۹	کنترل شکل ظاهری سل ها از نظر عدم تورمی و آرک زدگی		
	۱۰	بازدید ظاهری و کسب اطمینان از استقرار، نصب صحیح، عدم آسیب دیدگی و صحت اتصالات الکتریکی سلف سری		

www.powerplantac.com

۲-۵-۱ اندازه گیری مقدار ظرفیت خازن

برای اندازه گیری ظرفیت خازنی از دستگاه ظرفیت سنج خازن (فاراد سنج) استفاده شده و ظرفیت هر سل جداگانه تعیین می شود. مثلا در خازن های تیپ AEG با ظرفیت جبران سازی توان راکتیو ۲/۴$MAVR$، دارای ۶ عدد سلول با مشخصات زیر است:

ظرفیت توان راکتیو هر سل: $Q=400\ KVAR$

ولتاژ نامی هر سل: $V=12.12\ KV$

ظرفیت خازنی: $C=8.67\mu F$

روش محاسبه ظرفیت خازنی یک سل: امپدانس خازنی یک سل برابر است با:

$$Q=\frac{V^2}{X_C}\Rightarrow X_C=\frac{V^2}{Q}=\frac{12120^2}{400000}=367.24\ [\Omega]$$

ظرفیت خازنی آن برابر است با:

$$X_C=\frac{1}{2\pi fC}\Rightarrow C=\frac{1}{2\pi fX_C}=\frac{1}{2\pi\times 50\times 367.24}=0.000008667F=8.667\ \mu F$$

۲-۵-۲ اندازه گیری مقاومت عایقی

با استفاده از یک میگر ۲/۵ KV مقاومت عایقی قابل تعیین آزمایش است.

۲-۵-۳ اندازه گیری مقدار اندوکتانس سلف سری

برای اندازه گیری اندوکتانس سلف سری دستگاه سنجش اندوکتانس (هانری سنج) استفاده می شود. برای طرح AEG مقدار این اندوکتانس برابر با $L=0.03mH$ می باشد.

۲-۵-۴ اندازه گیری مقدار مقاومت اهمی سلف سری

اندازه گیری مقاومت اهمی قبلا در مبحث ترانسفورماتورها تشریح گردیده است. برای طرح AEG مقدار این مقاومت برابر با $R_{20^0C}=1.6m\Omega$ می باشد.

www.powerplantac.com

۲-۶ فرآیند راه اندازی راکتورها

چک لیست نصب و راه اندازی راکتورها				
نوع عملیات	ردیف	شرح انجام کار	وضعیت	توضیحات
تست های راه اندازی	۱	آزمایش مقاومت عایقی بین سیم پیچ ها و بین هسته و بدنه		
	۲	آزمایش دی الکتریک روغن		
	۳	آزمایش تقسیم شار در ستون های هسته		
	۴	آزمایش تلفات عایقی ($\tan\delta$)		
کنترل عملکرد اجزاء جانبی	۱	آزمایش تابلو کنترل راکتور از نظر عملکرد صحیح سیستم		
	۲	کنترل وضعیت تجهیزات، سیستم روشنایی، هیتر و سیم بندی های تابلو		
	۳	کنترل سالم بودن سنسور روغن و لوله مویین ترمومترها		
	۴	کنترل و تنظیم ترمومترهای روغن		
	۵	کسب اطمینان از صحت پیوستگی مدارات کنترل و آلارم ترمومترها از طریق اتصال کوتاه نمودن ترمینال های مربوطه		
	۶	آزمایش مربوط به آلارم و تریپ کلیه حفاظت های مکانیکی		
	۷	کنترل صحت عملکرد نشان دهنده سطح روغن و کسب اطمینان از کافی بودن سطح روغن		
	۸	کنترل وضعیت سیستم اطفاء حریق و آماده به کار بودن آن		
	۹	کنترل وضعیت خشک کننده هوا (سلیکاژل)		
کنترل و بازرسی جهت اطمینان از نصب کامل و صحیح	۱	بازدید ظاهری و کسب اطمینان از استقرار، نصب صحیح، عدم آسیب دیدگی و صحت اتصالات الکتریکی		
	۲	کنترل عدم وجود هرگونه نشتی روغن		
	۳	بازدید اتصالات کلیه لوله ها		
	۴	کنترل اتصالات صحیح و مناسب نوترال به نقطه نوترال و به شبکه زمین پست		
	۵	کنترل وضعیت بوشینگ ها از نظر ظاهری و کنترل سطح روغن آن ها		
	۶	کنترل وضعیت صحیح شیرهای مختلف و شیر رادیاتور		
	۷	کنترل سالم بودن کیسه هوای کنسرواتور		
	۸	کنترل اتصال صحیح فازها به شبکه		

www.powerplantac.com

۲-۷ فرآیند راه اندازی برقگیرها

چک لیست نصب و راه اندازی برقگیرها				
نوع عملیات	ردیف	شرح انجام کار	وضعیت	توضیحات
تست های راه اندازی	۱	آزمایش مقاومت عایقی		
کنترل عملکردهای اجزاء جانبی	۱	آزمایش صحت عملکرد دستگاه شمارنده با شارژ خازنی		
	۲	اندازه گیری جریان نشتی بعد از برق دار کردن (حداکثر جریان مجاز برقگیر ۲ میلی آمپر است)		
کنترل و بازرسی جهت اطمینان از نصب کامل و صحیح	۱	بازدید ظاهری و کسب اطمینان از وضعیت استقرار، نصب صحیح اتصالات الکتریکی و ... (حتی الامکان بایک کلمپ T برقگیر به شبکه متصل گردد)		
	۲	کسب اطمینان از وجود اتصال مستقیم بدنه فلزی با شبکه زمین		
	۳	بازدیدی اتصال صحیح کابل به شمارنده و شمارنده به زمین		

۲-۷-۱ اندازه گیری مقاومت عایقی برقگیر

برای ولتاژ های تا KV ۱۱ یک دستگاه میگر با ولتاژ نامی ۱۰۰۰ ولت کافی می باشد و برای ولتاژ های بالاتر تا $۱۳۲KV$ یک دستگاه میگر با ولتاژ $۲/۵KV$ مورد نیاز است، و برای ولتاژ های KV ۲۲۰ و ۴۰۰ یک دستگاه میگر با ولتاژ $۵KV$ مورد نیاز می باشد.

۲-۸ فرآیند راه اندازی موج گیرها

چک لیست نصب و راه اندازی موج گیرها				
نوع عملیات	ردیف	شرح انجام کار	وضعیت	توضیحات
تست های راه اندازی	۱	ارائه تست شیت های کارخانه ای		
کنترل و بازرسی جهت اطمینان از نصب کامل و صحیح	۱	بازدید ظاهری و کسب اطمینان از صحت استقرار و نصب، کنترل اتصالات الکتریکی و مکانیکی		
	۲	کنترل توری و تجهیزات داخل موج گیر		
	۳	مطابقت مشخصات فنی *Name Plate* با مشخصات طرح شامل (فرکانس، اندوکتانس، جریان)		

www.powerplantac.com

۲-۹ فرآیند راه اندازی باسبارها و اتصالات هوایی، مقره ها و سازه های فلزی

چک لیست نصب و راه اندازی باسبارها و اتصالات هوائی				
نوع عملیات	ردیف	شرح انجام کار	وضعیت	توضیحات
تست های راه اندازی	۱	اندازه گیری مقاومت الکتریکی اتصالات برای حداقل ۵ اتصال از هر نوع		
کنترل و بازرسی جهت اطمینان از نصب کامل و صحیح	۱	بازدید ظاهری و کسب اطمینان از وضعیت استقرار، نصب صحیح اتصالات باسبارها و سیم ها و ...		
	۲	کنترل اتصال صحیح فازها		
	۳	کنترل فواصل مجازی الکتریکی (*Clearence*)		
	۴	کنترل مقدار شکم باسبارها و سیم های هوائی با توجه به جدول مربوطه		
	۵	کسب اطمینان از اتصال صحیح سیم گارد به بدنه سازه ها و اتصال مستقیم آن به شبکه زمین		

چک لیست نصب و راه اندازی مقره های باسبار				
نوع عملیات	ردیف	شرح انجام کار	وضعیت	توضیحات
تست های راه اندازی	۱	آزمایش مقاومت عایقی		
کنترل و بازرسی جهت اطمینان از نصب کامل و صحیح	۱	بازدید ظاهری و کسب اطمینان از وضعیت استقرار		
	۲	کنترل وجود شاخک های جرقه گیر در دو سر زنجیر مقره ها		

چک لیست نصب و راه اندازی سازه های فلزی				
نوع عملیات	ردیف	شرح انجام کار	وضعیت	توضیحات
کنترل عملکردهای اجزاء جانبی	۱	نصب نشان دهنده های فاز بر روی سازه های فلزی در محل های مورد نیاز		
کنترل و بازرسی جهت اطمینان از نصب کامل و صحیح	۱	بازدید ظاهری و کسب اطمینان از صحت نصب		
	۲	کنترل تراز و قائم بودن		
	۳	عدم وجود زنگ زدگی و آسیب دیدگی پوشش گالوانیزه		
	۴	انجام گروتینگ		
	۵	کنترل شیلدینگ پست بر اساس طرح اولیه		
	۶	کنترل میله های صاعقه گیر بر اساس طرح		

www.powerplantac.com

۲-۱۰ فرآیند راه اندازی کابل های فشار قوی و فشار ضعیف

چک لیست نصب و راه اندازی سیستم کابل کشی فشار قوی و سرکابل ها				
نوع عملیات	ردیف	شرح انجام کار	وضعیت	توضیحات
تست های راه اندازی	۱	آزمایش مقاومت عایقی		
	۲	آزمایش فشار قوی با دو برابر ولتاژ نامی به مدت نیم ساعت		
کنترل و بازرسی جهت اطمینان از نصب کامل و صحیح	۱	بازدید ظاهری (کنترل نشتی روغن یا مواد عایقی، کنترل مقره های سرکابل، محکم بودن اتصالات الکتریکی)		
	۲	بررسی صحت ترتیب فازها و اتصال صحیح به سیستم زمین از یک طرف		
	۳	بررسی وضعیت صحیح اتصال به جعبه های سرکابل و تابلوها در قسمت های مختلف		
	۴	کنترل انحنای کابل (در حد استاندارد باشد)		
	۵	زمین نمودن شیلد کابل از یک طرف		
	۶	کنترل ساپورت کابل ها (گالری کابل و محوطه)		
	۷	کنترل چیدمان کابل ها بر روی سینی کابل در کانال ها		
	۸	کنترل وضعیت کانال های کابل (شامل نظافت، لوله های رابط و ...)		

چک لیست نصب و راه اندازی کابل های فشار ضعیف				
نوع عملیات	ردیف	شرح انجام کار	وضعیت	توضیحات
تست های راه اندازی	۱	انجام آزمایشات عایقی و ولتاژ		
کنترل و بازرسی جهت اطمینان از نصب کامل و صحیح	۱	بازدید ظاهری و بررسی صحت استقرار کابل ها و محکم نمودن آن ها با طناب ابریشمی		
	۲	بررسی کابل کشی ها و سیم بندی های مربوطه و شماره های آن ها بر اساس نقشه ها و مدارک موجود		
	۳	بررسی اتصال صحیح به سیستم زمین از یک طرف		
	۴	استفاده از پلاک های شماره گذاری فلزی و بست های فلزی برای کابل های محوطه بیرونی پست		

www.powerplantac.com

۲-۱۱ فرآیند راه اندازی سیستم زمین

چک لیست نصب و راه اندازی سیستم زمین				
نوع عملیات	ردیف	شرح انجام کار	وضعیت	توضیحات
تست های راه اندازی	۱	اندازه گیری ولتاژ تماس و ولتاژ گام و تطبیق آن با مقادیر مجاز		
	۲	اندازه گیری مقاومت سیستم زمین		
کنترل و بازرسی جهت اطمینان از نصب کامل و صحیح	۱	بازدید ظاهری از صحت اتصالات زیر زمین (نقاط جوش) و میله های زمین قبل از خاک ریزی		
	۲	بازدید ظاهری از صحت اتصالات سیستم زمین به تجهیزات و سازه ها		
	۳	کنترل پیوستگی شبکه زمین و ارائه تست شیت مربوطه		
	۴	تطبیق شبکه زمین اجرا شده با نقشه های اجرایی و تحویل آن		

۲-۱۲ فرآیند راه اندازی تابلوهای مارشالینگ

چک لیست نصب و راه اندازی تابلوهای مارشالینگ				
نوع عملیات	ردیف	شرح انجام کار	وضعیت	توضیحات
کنترل عملکردهای اجزاء جانبی	۱	کنترل مدارات DC و AC تابلو با قطع و وصل سوئیچ های مربوطه در تابلو های DC و AC		
	۲	کنترل پیوستگی جریان و ولتاژ CT و PT ها		
	۳	کنترل سرسیم ها و برچسب کابل ها		
کنترل و بازرسی جهت اطمینان از نصب کامل و صحیح	۱	بازدید ظاهری کلیه تابلوها از نظر عدم آسیب دیدگی، آب بندی، تنظیم درب و لیبلینگ و بررسی استقرار صحیح تابلوها		
	۲	کنترل وضعیت هیتر و روشنایی تابلوها		
	۳	بررسی صحت اتصال تابلو و درب تابلو به سیستم زمین		
	۴	بسته بودن منافذ ورود به کانال (جهت جلوگیری از ورود حیوانات به تابلو)		
	۵	بررسی ترمینال ها و آچارکشی آن ها		

www.powerplantac.com

۲-۱۳ فرآیند راه اندازی تابلوهای کنترل

چک لیست نصب و راه اندازی تابلوهای کنترل				
نوع عملیات	ردیف	شرح انجام کار	وضعیت	توضیحات
کنترل عملکردهای اجزاء جانبی	۱	آزمایش عملکرد آلارم تجهیزات تابلوها و کنترل صحت پنجره آلارم ها		
	۲	آزمایش عملکرد صحیح حالت های پارالل، سنکرونیزاسیون، *SCADA*، برقدار کردن و انجام مانورهای مورد نیاز بر اساس نقشه های مداری و منطق اینترلاکها		
	۳	بررسی صحت تغذیه جریان مستقیم و متناوب تابلوها		
	۴	کنترل سمافورهای نشان دهنده وضعیت تجهیزات در شرایط مختلف		
	۵	کنترل فرامین اعمالی به تجهیزات (*Local/Remot , Sub/Scada*)		
	۶	کنترل صحت مدارات اندازه گیری با تزریق جریان و ولتاژ مناسب از محل عناصر واسطه		
	۷	کنترل مدارات *DC* و *AC* تابلو با قطع و وصل سوئیچ های مربوطه در تابلو های *DC* و *AC*		
	۸	چک کردن کد تجهیزات و تطابق آن ها با نقشه های مداری		
	۹	کنترل سرسیم ها و برچسب کابل ها		
کنترل و بازرسی جهت اطمینان از نصب کامل و صحیح	۱	بازدید ظاهری کلیه تابلوها از نظر عدم آسیب دیدگی، آب بندی، تنظیم درب و لیبلینگ و بررسی استقرار صحیح تابلوها		
	۲	کنترل وضعیت هیتر و روشنایی تابلوها		
	۳	اطمینان از استقرار صحیح تجهیزات در تابلوها و عدم آسیب دیدگی آن ها		
	۴	بررسی صحت اتصال تابلو و درب تابلو به سیستم زمین		
	۵	کنترل انطباق برچسب لوازم و متعلقات (فیوزها، کلیدها، رله ها و ...) تابلوها با نقشه مداری آن ها		

www.powerplantac.com

۲-۱۴ فرآیند راه اندازی تابلوهای تغذیه *LVDC* و *LVAC*

چک لیست نصب و راه اندازی تابلوهای تغذیه *LVDC* و *LVAC*				
نوع عملیات	ردیف	شرح انجام کار	وضعیت	توضیحات
تست های راه اندازی	۱	تست مقاومت عایقی شینه ها		
کنترل عملکردهای اجزاء جانبی	۱	کنترل مدارات و مسیرهای *DC* بر اساس نقشه و اطمینان از عدم تداخل آن ها (با قطع هر فیوز یا کلید هر مسیر و بررسی موردی نقاط تحت پوشش)		
	۲	کنترل مدارات و مسیرهای *AC* بر اساس نقشه و اطمینان از عدم تداخل آن ها (با قطع هر فیوز یا کلید هر مسیر و بررسی موردی نقاط تحت پوشش)		
	۳	کنترل کارکرد سیستم شناسایی اتصال زمین *DC* در تابلوهای *LVDC*		
	۴	کنترل سمافورها و سیگنالینگ		
	۵	کنترل تنظیمات رله های حفاظتی و سوئیچ های بیمتال		
	۶	چک کردن لوازم اندازه گیری		
	۷	آزمایشات مربوط به صحت عملکرد آلارم ها		
	۸	آزمایش و تنظیم کلیدها و فیوز و سوئیچ ها طبق دستورالعمل		
	۹	کنترل عملکرد اینترلاک سیستم تغذیه اصلی و اضطراری بر اساس نقشه های مداری (*Change Over Switch*)		
	۱۰	کنترل ترتیب و گردش صحیح فازها		
	۱۱	کنترل مدارهای فرمان		
	۱۲	بررسی عملکرد و آزمایش راه اندازی دستگاه های اینورتر مانند آزمایش پایداری ولتاژ و فرکانس		
	۱۳	آزمون عملکرد کلیدهای استاتیک و سیستم سنکرون کردن		
	۱۴	آزمون عملکرد اینترلاک سیستم های اصلی و کنارگذر		
	۱۵	کنترل سیستم های گرمایش و تهویه سلول ها		
	۱۶	کنترل وضعیت هیتر و روشنایی تابلوها		
کنترل و بازرسی جهت اطمینان از نصب کامل و صحیح	۱	بازدید ظاهری شامل آب بندی، تنظیم درب و لیبلینگ و عدم آسیب دیدگی		
	۲	کنترل استقرار صحیح تابلوها		
	۳	بررسی صحت اتصال تابلوها به سیستم زمین		
	۴	کنترل انطباق برچسب لوازم و متعلقات (فیوزها، کلیدها، رله ها و ...) تابلوها با نقشه مداری آن ها		

www.powerplantac.com

۲-۱۵ فرآیند راه اندازی تابلوهای تنظیم ولتاژ اتوماتیک ترانسفورماتور (AVR)

چک لیست نصب و راه اندازی تابلوهای تنظیم ولتاژ اتوماتیک ترانسفورماتور (AVR)				
نوع عملیات	ردیف	شرح انجام کار	وضعیت	توضیحات
کنترل عملکردهای اجزاء جانبی	۱	کنترل عملکرد صحیح و هماهنگی بین تپ چنجر و سیستم AVR هر ترانسفورماتور		
	۲	کنترل عملکرد صحیح و هماهنگی بین تپ چنجرها و سیستم AVR در حال پارالل ترانسفورماتورها		
	۳	کنترل عملکرد صحیح و همزمانی بین تپ چنجرهای فازهای مختلف ترانسفورماتورهای تکفاز		
	۴	کنترل وضعیت هیتر و روشنایی تابلوها		
	۵	کنترل سرسیم ها و برچسب کابل ها		
کنترل و بازرسی جهت اطمینان از نصب کامل و صحیح	۱	بازدید ظاهری شامل آب بندی، تنظیم درب و لیبلینگ و عدم آسیب دیدگی		
	۲	کنترل تجهیزات داخل تابلو و وایرینگ بر اساس نقشه های شماتیک		
	۳	بررسی صحت اتصال تابلو و درب تابلو به سیستم زمین		
	۴	کنترل استقرار صحیح تابلوها		
	۵	کنترل انطباق برچسب لوازم و متعلقات (فیوزها، کلیدها، رله ها و ...) تابلو با نقشه مداری آن		

www.powerplantac.com

۲-۱۶ فرآیند راه اندازی باطری ها و شارژر باطری

چک لیست نصب و راه اندازی باطری ها				
نوع عملیات	ردیف	شرح انجام کار	وضعیت	توضیحات
کنترل عملکردهای اجزاء جانبی	۱	شارژ و دشارژ باطری ها جهت اطمینان از صحت آنها و آماده به کار نمودن آنها برای بهره برداری طبق دستورالعمل سازنده و ارائه تست شیت های مربوطه		
	۲	تنظیم بودن سطح الکترولیت		
	۳	کنترل جعبه فیوز و فیوزهای بین شارژر و باطری ها		
	۴	کنترل صحت عملکرد کلید سلکتور بین شارژر و باطری ها		
	۵	کنترل سیستم تهویه و روشنایی باطریخانه		
	۶	کنترل شاسی مقاوم در مقابل زلزله		
	۷	کنترل وجود تجهیزات مناسب کار با اسید (چکمه، لبلس ضد اسید، ترمومتر دیواری، دستکش و عینک)		
	۸	وجود شیر آب و حوضچه		
کنترل و بازرسی جهت اطمینان از نصب کامل و صحیح	۱	بازدید ظاهری باطری ها و اطمینان از صحت اتصالات و کنترل شماره باطری ها		
	۲	کنترل اتصالات باطری ها و کابل های رابط		
	۳	کنترل فضای باطریخانه به نحوی که باطری ها در معرض نور نباشند		

www.powerplantac.com

چک لیست نصب و راه اندازی دستگاه های شارژ باطری				
نوع عملیات	ردیف	شرح انجام کار	وضعیت	توضیحات
تست های راه اندازه	۱	آزمایش و راه اندازی دستگاه های شارژ باطری بر اساس دستورالعمل		
	۲	اندازه گیری جریان ها و ولتاژها در وضعیت های مختلف شارژر		
	۳	آزمون عملکرد چنج اور مربوط به تنظیم ولتاژ بالا		
کنترل عملکردهای اجزاء جانبی	۱	آزمایش مربوط به صحت عملکرد آلارم ها		
	۲	آزمایش و تنظیم کلیدها و دیگر وسایل حفاظتی بر اساس دستورالعمل		
	۳	کنترل ترتیب و گردش صحیح فازها و قطب ها		
	۴	کنترل وجود تعادل ولتاژ بین شینه های مثبت و منفی با زمین		
	۵	تنظیم و کنترل سطوح شارژ شناور و سریع (*Boost*)		
	۶	کنترل فیوزها و اطمینان از عملکرد صحیح آن ها		
	۷	کنترل وجود نقشه های مداری و کاتالوگ تجهیزات		
	۸	کنترل سیستم های گرمایش و تهویه		
کنترل و بازرسی جهت اطمینان از نصب کامل و صحیح	۱	بازدید ظاهری و کسب اطمینان از استقرار صحیح، نصب صحیح و عدم آسیب دیدگی		
	۲	کسب اطمینان از وجود اتصال مستقیم بدنه فلزی با شبکه زمین		
	۳	کنترل صحت اتصالات الکتریکی		
	۴	کنترل انطباق برچسب لوازم و متعلقات (فیوزها، کلیدها، رله ها و ...) شارژر با نقشه مداری آن		

۲-۱۷ فرآیند راه اندازی مدارهای فرمان و اینترلاک ها

در دست بررسی

۲-۱۸ فرآیند راه اندازی سیستم *DCS*

در دست بررسی

۲-۱۹ فرآیند راه اندازی کنترها و میترها

در دست بررسی

www.powerplantac.com

۲-۲۰ فرآیند راه اندازی سلول های ولتاژ متوسط

چک لیست نصب و راه اندازی سلول های ولتاژ متوسط				
نوع عملیات	ردیف	شرح انجام کار	وضعیت	توضیحات
تست های راه اندازی	۱	آزمایش مقاومت عایقی بین قسمت های برقدار و بدنه سلول ها		
	۲	آزمایش کلید ها بر اساس روش ذکر شده در بخش کلیدها و دستورالعمل های کارخانه سازنده		
کنترل عملکردهای اجزاء جانبی	۱	کنترل سیستم اینترلاک مکانیکی و الکتریکی بین کلیدها، سکسیونرها و سکسیونرهای زمین		
	۲	کنترل تنظیم بودن سوئیچ های حدی		
	۳	کنترل عملکرد دریچه های انفجار و اینترلاک های مربوطه		
	۴	آزمایش سیستم کنترل، آلارم و سیگنالینگ بر اساس روش ذکر شده در بخش مربوطه و دستورالعمل های کارخانه سازنده		
	۵	کنترل سیستم های گرمایش، تهویه و روشنایی سلول ها		
	۶	تعبیه ساپورت مناسب برای کابل های *20 KV*		
کنترل و بازرسی جهت اطمینان از نصب کامل و صحیح	۱	بازدید ظاهری و کسب اطمینان از استقرار صحیح سلول ها، آب بندی و عدم آسیب دیدگی و مطابقت با نقشه های مربوطه		
	۲	بازدید داخل سلول ها و اطمینان از وضعیت مناسب تجهیزات		
	۳	کنترل تمامی اتصالات الکتریکی و لیبل ها		
	۴	کنترل اتصال صحیح سیستم زمین و ترتیب فازهای فشار متوسط و در مدار بودن فازنماها		
	۵	کنترل سهولت ورود و خروج کلیدها به تابلوها		
	۶	کنترل استحکام اتصالات پیچ و مهره ای		

www.powerplantac.com

فصل سوم:

فرآیند راه اندازی سیستم های حفاظت و کنترل

توضیحات زیر در آزمایشات راه اندازی تجهیزات حفاظتی، اندازه گیری و کنترل بایستی مورد توجه قرار گیرند:

۱ -اگر تست شیت های راه اندازی از طرف کارخانه سازنده ارائه شده باشند آزمایشات مطابق آنها انجام خواهد گرفت که تهیه آنها به عهده مشاور پروژه خواهد بود.

۲ -در صورتیکه محاسبه مربوط به تنظیم رله ها انجام گرفته باشد، تنظیمات نهایی روی رله ها اعمال و آزمایشات در این تنظیمات انجام گیرد.

۳ -در رله های نوع دیجیتال (میکروپروسسوری) که شامل چندین نوع حفاظت می باشند هر واحد استفاده شده در طرح حفاظتی پست باید مطابق چک لیست مربوطه آزمایش گردند.

۴ -بعد از انجام آزمایشات لازم، تست شیت های تکمیل شده به تایید مهندسین تست کننده، ناظر کار گروهی و مشاور پروژه نیز رسیده باشند.

۳-۱ فرآیند راه اندازی رله های حفاظتی

www.powerplantac.com

۳-۱-۱ فرآیند راه اندازی رله های دیستانس

چک لیست راه اندازی رله های دیستانس			
ردیف	شرح انجام کار	وضعیت	توضیحات
۱	بازدید ظاهری و عدم آسیب دیدگی رله		
۲	کنترل مقادیر نامی جریان ها و ولتاژ ها با مشخصات نامی *CT* و *PT* های مربوطه		
۳	کنترل پلاریته ورودی مسیرهای *CT* و *PT* ها و مطابقت آن با نقشه ها		
۴	اعمال تنظیمات نهایی روی رله		
۵	برنامه ریزی در رله های دیجیتالی و تنظیم تاریخ و ساعت		
۶	کنترل امکانات نرم افزاری و سخت افزاری در رله های دیجیتالی جهت ارتباط با کامپیوتر		
۷	کنترل وجود ولتاژ تغذیه *DC* رله و عدم وجود آلارم (*LED*) عیب داخلی (*I.R.F*)		
۸	اندازه گیری امپدانس دید زون ها و استارتر برای انواع اتصالات و تعیین درصد خطاهای عملکرد		
۹	اندازه گیری زمان عملکرد زون های رله و تعیین درصد خطاها		
۱۰	آزمایش استارترهای جریان زیاد و ولتاژ کم		
۱۱	آزمایش واحد بلوکه شدن رله در مقابل نوسانات قدرت (*P.S.B*) و تعیین امپدانس عملکرد با توجه به مشخصه آن		
۱۲	آزمایش واحد وصل روی اتصالی (*SOTF*) و اندازه گیری زمان عملکرد آن		
۱۳	آزمایش بلوکه شدن رله با قطع فیوز ثانویه ترانس ولتاژ (*V.T.F.F*)		
۱۴	آزمایش واحد ترتیب منفی (*Negative Phase Sequence*)		
۱۵	آزمایش طرح های رله دیستانس با دریافت سیگنال های *PLC* از دور (شامل *Blocking*, *POR*, *PUR*)		
۱۶	آزمایش عملکرد حفاظت تله پروتکشن با پست مقابل از طریق *PLC* در صورت وجود		
۱۷	آزمایش واحد فاصله یاب *Fault-Locater* در انواع اتصالی ها با ۵۰٪ و ۱۰۰٪ امپدانس طول خط و تعیین درصد خطاها		
۱۸	آزمایش واحد نظارت بر قطع ولتاژ *VT* (*V.T.S*)		
۱۹	تحریک رله و مشاهده تارگت ها و یا *LED* های روی رله		
۲۰	قطع ولتاژ *DC* و مشاهده آلارم عیب داخلی (*I.R.F*) روی رله و تابلوی کنترل		
۲۱	تحریک رله و مشاهده آلارم های تابلو کنترل		
۲۲	تحریک رله در تمامی زون ها و مشاهده قطع کلید		
۲۳	تحریک رله و مشاهده عملکرد ثبات های حادثه و وقایع پست		
۲۴	تحریک رله دیستانس در زون یک و مشاهده قطع و وصل مجدد اتوماتیک کلید در حالتیکه رله وصل مجدد در مدار باشد		
۲۵	تحریک رله دیستانس در زون های دو و سه و مشاهده قفل شدن رله وصل مجدد و قطع کلید		
۲۶	تعیین دقت سیستم اندازه گیری جریان ها، ولتاژ ها و توان ها در رله های دیجیتالی		
۲۷	کنترل عملکرد واحدهای ثبات حادثه و یا وقایع داخل رله های دیجیتالی با تحریک رله		
۲۸	آچارکشی و کنترل نهایی ترمینال ها و مدارات بعد از انجام آزمایشات		
۲۹	اندازه گیری ولتاژ *DC*، ولتاژهای *AC*، جریان ها و زاویه بین ولتاژ و جریان ها و مقایسه آن با بار خط وقتی که رله در مدار قرار گیرد		
۳۰	ثبت نتایج آزمایشات و ارائه تست شیت های مربوطه		
۳۱	کنترل وجود ترمینال های مخصوص *CT* (همراه با شورت لینک) و *PT* در مسیر مدارات جریان و ولتاژ رله		
۳۲	وجود تست سوکت در مسیر مدارات رله		

www.powerplantac.com

۳-۱-۲ فرآیند راه اندازی رله های دیفرانسیل نوع درصدی

چک لیست راه اندازی رله های دیفرانسیل ترانسفورماتور (نوع درصدی)			
ردیف	شرح انجام کار	وضعیت	توضیحات
۱	بازدید ظاهری و عدم آسیب دیدگی رله		
۲	کنترل مقادیر نامی جریان ها با مشخصات نامی *CT* های مربوطه		
۳	کنترل پلاریته ورودی جریان ها از *CT* ها و مقایسه آن با نقشه های اجرایی		
۴	اعمال تنظیمات نهایی روی رله		
۵	برنامه ریزی در رله های دیجیتالی و تنظیم تاریخ و ساعت		
۶	کنترل امکانات نرم افزاری و سخت افزاری در رله های دیجیتالی جهت ارتباط با کامپیوتر		
۷	کنترل وجود ولتاژ تغذیه *DC* رله و عدم وجود آلارم (*LED*) عیب داخلی (*I.R.F*)		
۸	اندازه گیری جریان های *Pick-up* و *Drop-out* در مدار عمل کننده رله و تعیین درصد خطاها		
۹	اندازه گیری زمان عملکرد رله با اعمال ۱۵۰٪ جریان تنظیمی رله		
۱۰	مراحل ۶ الی ۹ برای تمام فازها انجام گرفت		
۱۱	آزمایش تعیین مشخصه پایداری رله ($\Delta I/I_H$): با اعمال جریان به اندازه ۱، ۲ و ۳ برابر جریان نامی در مدار سیم پیچی مقاوم (*Restraining Coil*) و اندازه گیری مقدار جریان در مدار سیم پیچی عمل کننده (*Operating Coil*) در حالت عملکرد رله		
۱۲	آزمایش پایداری رله در مقابل جریان های هجومی (*Inrush-Current*): با اعمال جریان هارمونیک دوم (*100Hz*) رله در شرایط پایدار باقی بماند		
۱۳	تحریک رله و مشاهده تارگت ها و یا *LED* های روی رله		
۱۴	قطع ولتاژ *DC* و مشاهده آلارم عیب داخلی (*I.R.F*) روی رله و تابلوی کنترل		
۱۵	تحریک رله و مشاهده آلارم های تابلو کنترل		
۱۶	تحریک رله و مشاهده عملکرد رله قفل کننده مربوطه و قطع کلید		
۱۷	تحریک رله و مشاهده عملکرد ثبات های حادثه و وقایع پست		
۱۸	تعیین دقت سیستم اندازه گیری جریان فازها در رله های دیجیتالی		
۱۹	کنترل عملکرد واحدهای ثبات حادثه و یا وقایع داخل رله های دیجیتالی با تحریک رله		
۲۰	انجام تست پایداری دیفرانسیل از اولیه ترانسفورماتور قدرت		
۲۱	آچارکشی و کنترل نهایی ترمینال ها و مدارات بعد از انجام آزمایشات		
۲۲	اندازه گیری ولتاژ *DC* جریان های مقاوم و عمل کننده در طرفین وقتی که رله در مدار قرار گیرد		
۲۳	ثبت نتایج آزمایشات و ارائه تست شیت های مربوطه		
۲۴	وجود ترمینال های مخصوص *CT* (همراه با شورت لینک) در مسیر مدار های جریان رله		
۲۵	وجود تست سوکت در مسیر مدارات رله		

www.powerplantac.com

۳-۱-۳ فرآیند راه اندازی رله های دیفرانسیل نوع امپدانس بالا

چک لیست راه اندازی رله های دیفرانسیل ترانسفورماتور (نوع امپدانس بالا)			
ردیف	شرح انجام کار	وضعیت	توضیحات
۱	بازدید ظاهری و عدم آسیب دیدگی رله		
۲	کنترل مقادیر نامی جریان ها با مشخصات نامی *CT* های مربوطه		
۳	کنترل پلاریته جریان های ورودی از *CT* های فاز و نول و مقایسه آن با نقشه های اجرایی		
۴	اعمال تنظیمات نهایی روی رله		
۵	برنامه ریزی در رله های دیجیتالی و تنظیم تاریخ و ساعت		
۶	کنترل امکانات نرم افزاری و سخت افزاری در رله های دیجیتالی جهت ارتباط با کامپیوتر		
۷	کنترل وجود ولتاژ تغذیه *DC* رله و عدم وجود آلارم (*LED*) عیب داخلی (*I.R.F*)		
۸	اندازه گیری جریان های *Pick-up* و *Drop-out* و جریان های مربوطه و تعیین درصد خطاها		
۹	اندازه گیری زمان عملکرد رله با اعمال ۱۵۰٪ جریان تنظیمی رله		
۱۰	تحریک رله و مشاهده تارگت ها و یا *LED* های روی رله		
۱۱	قطع ولتاژ *DC* و مشاهده آلارم عیب داخلی (*I.R.F*) روی رله و تابلوی کنترل		
۱۲	تحریک رله و مشاهده آلارم های تابلو کنترل		
۱۳	تحریک رله و مشاهده عملکرد رله قفل کننده مربوطه و قطع کلید		
۱۴	تحریک رله و مشاهده عملکرد ثبات های حادثه و وقایع پست		
۱۵	تعیین دقت سیستم اندازه گیری جریان فازها در رله های دیجیتالی		
۱۶	کنترل عملکرد واحدهای ثبات حادثه و یا وقایع داخل رله های دیجیتالی با تحریک رله		
۱۷	آزمایش پایداری رله از طرف اولیه ترانسفورماتور قدرت		
۱۸	آچارکشی و کنترل نهایی ترمینال ها و مدارات بعد از انجام آزمایشات		
۱۹	اندازه گیری ولتاژ *DC* و ولتاژ *AC* و جریان ها وقتی که رله در مدار قرار گیرد		
۲۰	ثبت نتایج آزمایشات و ارائه تست شیت های مربوطه		
۲۱	وجود ترمینال های مخصوص *CT* (همراه با شورت لینک) در مدارات جریان رله		
۲۲	وجود تست سوکت در مسیر مدارات رله		

www.powerplantac.com

۳-۱-۴ فرآیند راه اندازی رله های دیفرانسیل باسبار

چک لیست راه اندازی رله های دیفرانسیل باسبار			
ردیف	شرح انجام کار	وضعیت	توضیحات
۱	بازدید ظاهری و عدم آسیب دیدگی رله		
۲	کنترل مقادیر نامی جریان ها با مشخصات نامی *CT* های مربوطه		
۳	کنترل پلاریته جریان های ورودی از *CT* های فیدرها و مقایسه آن با نقشه های اجرایی		
۴	اعمال تنظیمات نهایی روی رله		
۵	برنامه ریزی در رله های دیجیتالی و تنظیم تاریخ و ساعت		
۶	کنترل امکانات نرم افزاری و سخت افزاری در رله های دیجیتالی جهت ارتباط با کامپیوتر		
۷	کنترل وجود ولتاژ تغذیه *DC* رله و عدم وجود آلارم (*LED*) عیب داخلی (*I.R.F*)		
۸	اندازه گیری ولتاژ ها و جریان های *Pick-up* و *Drop-out* و تعیین درصد خطاها		
۹	اندازه گیری زمان عملکرد رله با اعمال ۱۵۰٪ جریان تنظیمی رله		
۱۰	تحریک رله و مشاهده تارگت ها و یا *LED* های روی رله		
۱۱	قطع ولتاژ *DC* و مشاهده آلارم عیب داخلی (*I.R.F*) روی رله و تابلوی کنترل		
۱۲	تحریک رله و مشاهده آلارم های تابلو کنترل		
۱۳	تحریک رله و مشاهده عملکرد رله های قفل کننده و قطع تمامی کلیدهای متصل به باس مربوطه		
۱۴	تحریک رله و مشاهده عملکرد ثبات های حادثه و وقایع پست		
۱۵	کنترل عملکرد واحدهای ثبات حادثه و یا وقایع داخل رله های دیجیتالی		
۱۶	آزمایش پایداری رله در طرف اولیه باسبار		
۱۷	آچارکشی و کنترل نهایی ترمینال ها و مدارات بعد از انجام آزمایشات		
۱۸	اندازه گیری ولتاژ *DC* و ولتاژ *AC* و جریان ها وقتی که رله در مدار قرار گیرد		
۱۹	ثبت نتایج آزمایشات و ارائه تست شیت های مربوطه		
۲۰	وجود ترمینال های مخصوص *CT* (همراه با شورت لینک) در مدارات جریان رله		
۲۱	وجود تست سوکت در مسیر مدارات رله		

www.powerplantac.com

۳-۱-۵ فرآیند راه اندازی رله های اضافه جریان

چک لیست راه اندازی رله های اضافه جریان			
ردیف	شرح انجام کار	وضعیت	توضیحات
۱	بازدید ظاهری و عدم آسیب دیدگی رله		
۲	کنترل مقادیر نامی جریان های فاز و نول با مشخصات نامی *CT* های مربوطه		
۳	اعمال تنظیمات نهایی روی رله		
۴	برنامه ریزی در رله های دیجیتالی و تنظیم تاریخ و ساعت		
۵	کنترل امکانات نرم افزاری و سخت افزاری در رله های دیجیتالی جهت ارتباط با کامپیوتر		
۶	کنترل وجود ولتاژ تغذیه *DC* رله و عدم وجود آلارم (*LED*) عیب داخلی (*I.R.F*)		
۷	اندازه گیری جریان *Pick-up*، *Drop-out* و تعیین درصد خطای عملکرد		
۸	اندازه گیری زمان عملکرد رله در دو نقطه و تعیین درصد خطاها با توجه به مشخصه زمانی رله ها		
۹	اندازه گیری جریان *Pick-up* واحد لحظه ای رله		
۱۰	مراحل ۶ الی ۹ برای تمامی فازها و نول ها انجام گرفت		
۱۱	اندازه گیری زمان عملکرد واحد لحظه ای در ۱۲۰٪ جریان تنظیمی		
۱۲	تحریک رله و مشاهده تارگت ها و یا *LED* های روی رله		
۱۳	قطع ولتاژ *DC* و مشاهده آلارم عیب داخلی (*I.R.F*) روی رله و تابلوی کنترل		
۱۴	تحریک رله و مشاهده قطع کلید		
۱۵	تحریک رله و مشاهده قطع کلید		
۱۶	تحریک رله و مشاهده عملکرد ثبات های حادثه و وقایع پست		
۱۷	تعیین دقت سیستم اندازه گیری جریان فازها و نول در رله های دیجیتالی		
۱۸	کنترل عملکرد واحدهای ثبات حادثه و یا وقایع داخل رله های دیجیتالی با تحریک رله		
۱۹	آچارکشی و کنترل نهایی ترمینال ها و مدارات بعد از انجام آزمایشات		
۲۰	اندازه گیری ولتاژ *DC* و جریان ها و مقایسه آن با بار فیدر وقتی که رله در مدار قرار گیرد		
۲۱	ثبت نتایج آزمایشات و ارائه تست شیت های مربوطه		
۲۲	کنترل وجود ترمینال های مخصوص *CT* (همراه با شورت لینک) در مدارات جریان رله		
۲۳	وجود تست سوکت در مسیر مدارات رله		

www.powerplantac.com

۳-۱-۶ فرآیند راه اندازی رله های اضافه جریان جهتدار

چک لیست راه اندازی رله های اضافه جریان جهتدار			
ردیف	شرح انجام کار	وضعیت	توضیحات
۱	بازدید ظاهری و عدم آسیب دیدگی رله		
۲	کنترل مقادیر نامی جریان های فاز و نول و ولتاژ ها با مشخصات نامی *CT* و *PT* های مربوطه		
۳	اعمال تنظیمات نهایی روی رله		
۴	برنامه ریزی در رله های دیجیتالی و تنظیم تاریخ و ساعت		
۵	کنترل امکانات نرم افزاری و سخت افزاری در رله های دیجیتالی جهت ارتباط با کامپیوتر		
۶	کنترل وجود ولتاژ تغذیه *DC* رله و عدم وجود آلارم (*LED*) عیب داخلی (*I.R.F*)		
۷	اندازه گیری جریان *Pick-up*، *Drop-out* با تزریق ولتاژ نامی و در زاویه مشخصه رله (*M.T.A*) و تعیین درصد خطای عملکرد		
۸	اندازه گیری زمان عملکرد رله در دو نقطه و تعیین درصد خطاها با توجه به مشخصه زمانی رله ها		
۹	اندازه گیری ناحیه عملکرد واحد جهت یاب رله با تزریق ۱۲۰٪ جریان تنظیمی در ولتاژ نامی		
۱۰	اندازه گیری جریان *Pick-up* واحد لحظه ای رله		
۱۱	مراحل ۶ الی ۱۰ برای تمامی فازها و نول ها انجام گرفت		
۱۲	اندازه گیری زمان عملکرد واحد لحظه ای در ۱۲۰٪ جریان تنظیمی		
۱۳	تحریک رله و مشاهده تارگت ها و یا *LED* های روی رله		
۱۴	قطع ولتاژ *DC* و مشاهده آلارم عیب داخلی (*I.R.F*) روی رله و تابلوی کنترل		
۱۵	تحریک رله و مشاهده آلارم های تابلو کنترل		
۱۶	تحریک رله و مشاهده قطع کلید		
۱۷	تحریک رله و مشاهده عملکرد ثبات های حادثه و وقایع پست		
۱۸	تعیین دقت سیستم اندازه گیری جریان ها و ولتاژ ها در رله های دیجیتالی		
۱۹	کنترل عملکرد واحدهای ثبات حادثه و یا وقایع داخل رله های دیجیتالی		
۲۰	آچارکشی و کنترل نهایی ترمینال ها و مدارات بعد از انجام آزمایشات		
۲۱	اندازه گیری ولتاژ *DC* و جریان ها و زاویه بین ولتاژ و جریان و مقایسه آن با بار خط وقتی که رله در مدار قرار گیرد		
۲۲	ثبت نتایج آزمایشات و ارائه تست شیت های مربوطه		
۲۳	کنترل وجود ترمینال های مخصوص *CT* (همراه با شورت لینک) و *PT* در مدارات جریان و ولتاژ رله		
۲۴	وجود تست سوکت در مسیر مدارات رله		

www.powerplantac.com

۳-۱-۷ فرآیند راه اندازی رله های تشخیص اشکال کلید

چک لیست راه اندازی رله های تشخیص اشکال کلید			
ردیف	شرح انجام کار	وضعیت	توضیحات
۱	بازدید ظاهری و عدم آسیب دیدگی رله		
۲	کنترل مقادیر نامی جریان ها با مشخصات نامی *CT* های مربوطه		
۳	اعمال تنظیمات نهایی روی رله و تایمرهای مربوطه		
۴	برنامه ریزی در رله های دیجیتالی و تنظیم تاریخ و ساعت		
۵	کنترل امکانات نرم افزاری و سخت افزاری در رله های دیجیتالی جهت ارتباط با کامپیوتر		
۶	کنترل وجود ولتاژ تغذیه *DC* رله و عدم وجود آلارم (*LED*) عیب داخلی (*I.R.F*)		
۷	اندازه گیری جریان *Pick-up*، *Drop-out* و تعیین درصد خطاها در تمامی فازها		
۸	اندازه گیری زمان عملکرد رله در ۱۵۰٪ جریان تنظیمی در تمامی فازها		
۹	اندازه گیری تاخیر زمانی در عملکرد حفاظت *C.B.F* در ۱۵۰٪ جریان تنظیمی در شرایطی که تایمر مربوطه در مدار قرار گیرد و تعیین درصد خطا		
۱۰	تحریک رله و مشاهده تارگت ها و یا *LED* های روی رله		
۱۱	قطع ولتاژ *DC* و مشاهده آلارم عیب داخلی (*I.R.F*) روی رله و تابلوی کنترل		
۱۲	تحریک رله و مشاهده آلارم های تابلو کنترل		
۱۳	تحریک رله و مشاهده قطع کلید		
۱۴	تحریک رله و مشاهده عملکرد ثبات های حادثه و وقایع پست		
۱۵	آچارکشی و کنترل نهایی ترمینال ها و مدارات بعد از انجام آزمایشات		
۱۶	اندازه گیری ولتاژ *DC* و جریان ها و مقایسه آن با بار فیدر وقتی که رله در مدار قرار گیرد		
۱۷	ثبت نتایج آزمایشات و ارائه تست شیت های مربوطه		
۱۸	کنترل وجود ترمینال های مخصوص *CT* (همراه با شورت لینک) در مدارات جریان رله		
۱۹	وجود تست سوکت در مسیر مدارات رله		

www.powerplantac.com

۳-۱-۸ فرآیند راه اندازی رله های اضافه ولتاژ و ولتاژ کم

چک لیست راه اندازی رله های ولتاژی			
ردیف	شرح انجام کار	وضعیت	توضیحات
۱	بازدید ظاهری و عدم آسیب دیدگی رله		
۲	کنترل مقادیر نامی ولتاژ ها با مشخصات نامی *PT* های مربوطه		
۳	اعمال تنظیمات نهایی روی رله		
۴	برنامه ریزی در رله های دیجیتالی و تنظیم تاریخ و ساعت		
۵	کنترل وجود ولتاژ تغذیه *DC* رله و عدم وجود آلارم (*LED*) عیب داخلی (*I.R.F*)		
۶	اندازه گیری ولتاژ های *Pick-up*، *Drop-out* و تعیین درصد خطاهای عملکرد		
۷	اندازه گیری زمان عملکرد رله و تعیین درصد خطا با توجه به نوع مشخصه زمانی در دو نقطه		
۸	تحریک رله و مشاهده تارگت ها و یا *LED* های روی رله		
۹	مراحل ۴ الی ۶ برای تمام فازها انجام گرفت		
۱۰	قطع ولتاژ *DC* و مشاهده آلارم عیب داخلی (*I.R.F*) روی رله و تابلوی کنترل		
۱۱	تحریک رله و مشاهده آلارم های تابلو کنترل		
۱۲	تحریک رله و مشاهده قطع کلیدها		
۱۳	تحریک رله و مشاهده عملکرد ثبات های حادثه و وقایع پست		
۱۴	تعیین دقت اندازه گیری ولتاژ ها در رله های دیجیتالی		
۱۵	آچارکشی و کنترل نهایی ترمینال ها و مدارات بعد از انجام آزمایشات		
۱۶	اندازه گیری ولتاژ *DC* و ولتاژ ها *AC* وقتی که رله در مدار قرار گیرد		
۱۷	ثبت نتایج آزمایشات و ارائه تست شیت های مربوطه		
۱۸	کنترل ترمینال های مخصوص *PT* در مدارات ولتاژ رله		
۱۹	وجود تست سوکت در مسیر مدارات رله		

www.powerplantac.com

۳-۱-۹ فرآیند راه اندازی رله های وصل مجدد

چک لیست راه اندازی رله های وصل مجدد			
ردیف	شرح انجام کار	وضعیت	توضیحات
۱	بازدید ظاهری و عدم آسیب دیدگی رله		
۲	کنترل مقادیر نامی ولتاژ *DC*		
۳	اعمال تنظیمات نهایی روی رله		
۴	برنامه ریزی در رله های دیجیتالی و تنظیم تاریخ و ساعت		
۵	کنترل وجود ولتاژ تغذیه *DC* رله و عدم وجود آلارم (*LED*) عیب داخلی (*I.R.F*)		
۶	اندازه گیری زمان *Dead Time* و تعیین درصد خطا		
۷	اندازه گیری زمان *Reclaim Time* و تعیین درصد خطا		
۸	اندازه گیری سایر زمان های موجود (شامل *Fault time* و *Blocking Time* و *Close pulse Time*) و تعیین درصد خطا		
۹	آزمایش شمارنده های رله (*Counter*) برای حالت های تکفاز و سه فاز		
۱۰	آزمایش مربوط به عملکرد سه فاز و یا تکفاز رله وصل مجدد با ایجاد اتصالی های دوفاز و تکفاز		
۱۱	تحریک رله حفاظتی مربوطه و مشاهده قطع و وصل مجدد کلید		
۱۲	مشاهده حالت قفل رله وصل مجدد در طول *Reclaim Time* و با ارسال فرمان تریپ از رله حفاظتی مربوطه		
۱۳	وصل دستی کلید و مشاهده قفل رله وصل مجدد		
۱۴	کنترل عملکرد رله سنکرون چک وقتی که از وصل مجدد سه فاز استفاده می شود		
۱۵	تحریک رله حفاظتی مربوطه و مشاهده تارگت ها و یا *LED* های روی رله		
۱۶	قطع ولتاژ *DC* و مشاهده آلارم عیب داخلی (*I.R.F*) روی رله و تابلوی کنترل		
۱۷	تحریک رله حفاظتی مربوطه و مشاهده آلارم های تابلوهای کنترل		
۱۸	تحریک رله حفاظتی و مشاهده عملکرد ثبات های حادثه و وقایع پست		
۱۹	آچارکشی و کنترل نهایی ترمینال ها و مدارات بعد از انجام آزمایشات		
۲۰	اندازه گیری ولتاژ *DC* وقتی که رله در مدار قرار گیرد		
۲۱	کنترل عملکرد سلکتور سوئیچ های موجود در مدار وصل مجدد کلید ها (در حالت *Off-On* و *Single-Pole* و *Three-Pole*)		
۲۲	ثبت نتایج آزمایشات و ارائه تست شیت های مربوطه		

www.powerplantac.com

۳-۱-۱۰ فرآیند راه اندازی رله های سنکرون چک

چک لیست راه اندازی رله های سنکرون چک			
ردیف	شرح انجام کار	وضعیت	توضیحات
۱	بازدید ظاهری و عدم آسیب دیدگی رله		
۲	کنترل مقادیر نامی ولتاژ ها با مشخصات نامی PT های مربوطه		
۳	اعمال تنظیمات نهایی روی رله		
۴	برنامه ریزی در رله های دیجیتالی و تنظیم تاریخ و ساعت		
۵	کنترل امکانات نرم افزاری و سخت افزاری در رله های دیجیتالی جهت ارتباط با کامپیوتر		
۶	کنترل وجود ولتاژ تغذیه DC رله و عدم وجود آلارم (LED) عیب داخلی ($I.R.F$)		
۷	اندازه گیری درصد اختلاف ولتاژ ($\Delta V\ \%$) مورد نیاز جهت عملکرد رله و تعیین درصد خطا		
۸	اندازه گیری اختلاف فرکانس (ΔF) مورد نیاز جهت عملکرد رله و تعیین درصد خطا		
۹	اندازه گیری درصد اختلاف زاویه ($\Delta\delta\%$) مورد نیاز جهت عملکرد رله و تعیین درصد خطا		
۱۰	کنترل عملکرد رله سنکرون چک در شرایط مختلف HB-DL و HL-DB با توجه به تنظیمات رله		
۱۱	کنترل عملکرد رله سنکرون چک در ارتباط با وصل مجدد سه فاز		
۱۲	آزمایش وصل اتوماتیک کلید از طریق رله سنکرون چک		
۱۳	تحریک رله و مشاهده تارگت ها و یا LED های روی رله		
۱۴	قطع ولتاژ DC و مشاهده آلارم عیب داخلی ($I.R.F$) روی رله و تابلوی کنترل		
۱۵	آچارکشی و کنترل نهایی ترمینال ها و مدارات بعد از انجام آزمایشات		
۱۶	اندازه گیری ولتاژ DC و ولتاژ ها AC و اختلاف دامنه ولتاژ و زاویه بین آن ها در حالتیکه رله در مدار قرار گیرد		
۱۷	کنترل عملکرد سلکتور سوئیچ ها در مدارات سنکرونیزاسیون		
۱۸	ثبت نتایج آزمایشات و ارائه تست شیت های مربوطه		
۱۹	وجود ترمینال های مخصوص PT در مسیر مدارات ولتاژ		

www.powerplantac.com

۳-۱-۱۱ فرآیند راه اندازی رله های اضافه شار

چک لیست راه اندازی رله های اضافه شار			
ردیف	شرح انجام کار	وضعیت	توضیحات
۱	بازدید ظاهری و عدم آسیب دیدگی رله		
۲	کنترل مقادیر نامی ولتاژ ها و فرکانس با مشخصات نامی *PT* های مربوطه		
۳	اعمال تنظیمات نهایی روی رله		
۴	برنامه ریزی در رله های دیجیتالی و تنظیم تاریخ و ساعت		
۵	کنترل امکانات نرم افزاری و سخت افزاری در رله های دیجیتالی جهت ارتباط با کامپیوتر		
۶	کنترل وجود ولتاژ تغذیه *DC* رله و عدم وجود آلارم (*LED*) عیب داخلی (*I.R.F*)		
۷	اندازه گیری ولتاژ های *Pick-up*، *Drop-out* رله برای مراحل تنظیمی رله در فرکانس نامی و تعیین درصد خطاها		
۸	اندازه گیری زمان های عملکرد رله با اعمال ۱۵۰٪ ولتاژ تنظیمی هر مرحله و تعیین درصد خطاها		
۹	تحریک رله و مشاهده تارگت ها و یا *LED* های روی رله		
۱۰	قطع ولتاژ *DC* و مشاهده آلارم عیب داخلی (*I.R.F*) روی رله و تابلوی کنترل		
۱۱	تحریک رله و مشاهده آلارم های تابلو کنترل		
۱۲	تحریک رله و مشاهده قطع کلیدها		
۱۳	تحریک رله و مشاهده عملکرد ثبات های حادثه و وقایع پست		
۱۴	آچارکشی و کنترل نهایی ترمینال ها و مدارات بعد از انجام آزمایشات		
۱۵	اندازه گیری ولتاژ *DC* و ولتاژ ها *AC* وقتی که رله در مدار قرار گیرد		
۱۶	ثبت نتایج آزمایشات و ارائه تست شیت های مربوطه		
۱۷	کنترل ترمینال های مخصوص *PT* در مدارات ولتاژ رله		
۱۸	وجود تست سوکت در مسیر مدارات رله		

www.powerplantac.com

۳-۱-۱۲ فرآیند راه اندازی رله های فرکانس کم

چک لیست راه اندازی رله های فرکانس کم			
ردیف	شرح انجام کار	وضعیت	توضیحات
۱	بازدید ظاهری و عدم آسیب دیدگی رله		
۲	کنترل مقادیر نامی ولتاژ ها و فرکانس با مشخصات نامی *PT* های مربوطه		
۳	اعمال تنظیمات نهایی روی رله		
۴	برنامه ریزی در رله های دیجیتالی و تنظیم تاریخ و ساعت		
۵	کنترل امکانات نرم افزاری و سخت افزاری در رله های دیجیتالی جهت ارتباط با کامپیوتر		
۶	کنترل وجود ولتاژ تغذیه *DC* رله و عدم وجود آلارم (*LED*) عیب داخلی (*I.R.F*)		
۷	اندازه گیری فرکانس های *Pick-up* و *Drop-out* رله و تعیین درصد خطا		
۸	اندازه گیری زمان عملکرد رله با اعمال ۹۹٪ فرکانس تنظیمی و تعیین درصد خطا		
۹	اگر رله شامل چندین مرحله تنظیمی باشد، مراحل ۶ و ۷ برای تمامی فازها باید انجام گیرد		
۱۰	اندازه گیری ولتاژ بلوکه شدن رله و تعیین درصد خطا		
۱۱	تحریک رله و مشاهده تارگت ها و یا *LED* های روی رله		
۱۲	قطع ولتاژ *DC* و مشاهده آلارم عیب داخلی (*I.R.F*) روی رله و تابلوی کنترل		
۱۳	تحریک رله و مشاهده آلارم های روی تابلو کنترل		
۱۴	تحریک رله و مشاهده قطع کلید		
۱۵	تحریک رله و مشاهده عملکرد ثبات های حادثه و وقایع پست		
۱۶	تعیین دقت اندازه گیری فرکانس در رله های دیجیتالی		
۱۷	کنترل عملکرد واحدهای ثبات حادثه و یا وقایع داخل رله های دیجیتالی		
۱۸	آچارکشی و کنترل نهایی ترمینال ها و مدارات بعد از انجام آزمایشات		
۱۹	اندازه گیری ولتاژ *DC* و ولتاژ *AC* وقتی که رله در مدار قرار گیرد		
۲۰	ثبت نتایج آزمایشات و ارائه تست شیت های مربوطه		
۲۱	وجود ترمینال های مخصوص *PT* در مدارات ولتاژهای رله		
۲۲	وجود تست سوکت در مسیر مدارات رله		

www.powerplantac.com

۳-۱-۱۳ فرآیند راه اندازی رله های رگولاتور ولتاژ ترانسفورماتور (AVR)

چک لیست راه اندازی رله های رگولاتور ولتاژ ترانسفورماتور			
ردیف	شرح انجام کار	وضعیت	توضیحات
۱	بازدید ظاهری و عدم آسیب دیدگی رله		
۲	کنترل مقادیر نامی جریان ها با مشخصات نامی *CT* های مربوطه		
۳	اعمال تنظیمات نهایی روی رله		
۴	برنامه ریزی در رله های دیجیتالی و تنظیم تاریخ و ساعت		
۵	کنترل امکانات نرم افزاری و سخت افزاری در رله های دیجیتالی جهت ارتباط با کامپیوتر		
۶	کنترل وجود ولتاژ تغذیه *DC* رله و عدم وجود آلارم (*LED*) عیب داخلی (*I.R.F*)		
۷	اندازه گیری درصد اختلاف ولتاژ ($\Delta V\ \%$) مورد نیاز جهت عملکرد رله و تعیین درصد خطا		
۸	اندازه گیری ولتاژ بلوکه شدن		
۹	آزمایش جبران کننده جریانی (*Compensator*)		
۱۰	اندازه گیری زمان تعویض پله تپ چنجر و تعیین درصد خطا		
۱۱	کنترل عملکرد شرایط تغییر دستی و اتوماتیک تپ ترانس		
۱۲	کنترل عملکرد شرایط *Master* و *Follower* در حالت کار پارالل ترانس ها		
۱۳	قطع ولتاژ *DC* و مشاهده آلارم عیب داخلی (*I.R.F*) روی رله و تابلوی کنترل		
۱۴	تحریک رله و مشاهده آلارم های روی تابلوی *AVR*		
۱۵	تعیین دقت سیستم اندازه گیری ولتاژها در رله های دیجیتالی		
۱۶	کنترل عملکرد سلکتور سوئیچ ها در تابلوی *AVR* ترانس		
۱۷	آچارکشی و کنترل نهایی ترمینال ها و مدارات بعد از انجام آزمایشات		
۱۸	اندازه گیری ولتاژ *DC* و ولتاژ *AC* و جریان ها وقتی که رله در مدار قرار گیرد		
۱۹	ثبت نتایج آزمایشات و ارائه تست شیت های مربوطه		
۲۰	وجود ترمینال های مخصوص *CT* (همراه با شورت لینک) و *PT* در مسیر مدارات ولتاژ و جریان رله		
۲۱	وجود تست سوکت در مسیر مدارات رله		

۳-۱-۱۴ فرآیند راه اندازی رله های ناظر بر قطع *DC* مدار تریپ

چک لیست راه اندازی رله های ناظر بر قطع *DC* مدار تریپ			
ردیف	شرح انجام کار	وضعیت	توضیحات
۱	بازدید ظاهری و عدم آسیب دیدگی رله		
۲	کنترل مقادیر نامی ولتاژ *DC*		
۳	اندازه گیری ولتاژ *Pick-up* و *Drop-out* رله		
۴	قطع *DC* مسیر تریپ و مشاهده تارگت هاو یا *LED* رله		
۵	تحریک رله و مشاهده آلارم های روی تابلوی کنترل		
۶	تحریک رله و مشاهده عملکرد ثبات وقایع پست		
۷	آچارکشی و کنترل نهایی ترمینال ها و مدارات بعد از انجام آزمایشات		
۸	اندازه گیری ولتاژ *DC* وقتی که رله در مدار قرار گیرد		
۹	ثبت نتایج آزمایشات و ارائه تست شیت های مربوطه		

www.powerplantac.com

۳-۱-۱۵ فرآیند راه اندازی رله های عدم تعادل وصل پل های کلید

چک لیست راه اندازی رله های عدم تعادل وصل پل های کلید			
ردیف	شرح انجام کار	وضعیت	توضیحات
۱	بازدید ظاهری و عدم آسیب دیدگی رله و تایمر مربوطه		
۲	کنترل مقادیر نامی ولتاژ DC		
۳	اعمال تنظیم زمانی روی رله		
۴	شبیه سازی عدم تعادل در وصل سه پل کلید از طریق کنتاکت های کمکی آن و مشاهده عملکرد رله		
۵	اندازه گیری زمان عملکرد رله و تعیین درصد خطا(در این حالت تایمر رله در مدار می باشد)		
۶	تحریک رله و مشاهده آلارم های تابلوی کنترل		
۷	تحریک رله و مشاهده عملکرد ثبات وقایع پست		
۸	آچارکشی و کنترل نهایی ترمینال ها و مدارات بعد از انجام آزمایشات		
۹	اندازه گیری ولتاژ DC وقتی که رله در مدار قرار گیرد		
۱۰	ثبت نتایج آزمایشات و ارائه تست شیت های مربوطه		

۳-۲ فرآیند راه اندازی دستگاه های ثبات

۳-۲-۱ فرآیند راه اندازی دستگاه های ثبات خطا (*Fault Recorder*)

چک لیست نصب و راه اندازی دستگاه ثبات خطا ($F.R$)				
نوع عملیات	ردیف	شرح انجام کار	وضعیت	توضیحات
تست های راه اندازی	۱	اندازه گیری ولتاژ در مدار تغذیه DC و کلیه مدارات سیگنال های ورودی		
	۲	کنترل مقادیر نامی ولتاژ تغذیه DC، ولتاژهای AC و جریان ها با مشخصات نامی CT و PT های مربوطه		
	۳	تزریق جریان (فازها و نول) به هر یک از کانال های آنالوگ جریان و مشاهده شکل موج ها، اندازه گیری دامنه آنها و محاسبه خطاها (با در نظر گرفتن ضرایب CT ها) و کالیبره نمودن دستگاه چاپ آنها		
	۴	تزریق ولتاژ (فازها و نول) به هر یک از کانال های آنالوگ ولتاژ و مشاهده شکل موج ها، اندازه گیری دامنه آنها و محاسبه خطاها (با در نظر گرفتن ضرایب PT ها) و کالیبره نمودن دستگاه چاپ آنها		
	۵	تزریق جریان سه فاز و قطع یکی از فازها و مشاهده شکل موج I_N		
	۶	تزریق جریان سه فاز و قطع یکی از فازها و مشاهده شکل موج V_N		
	۷	آزمایش فرمان های استارت آنالوگ (شامل اضافه جریان، اضافه ولتاژ و کاهش ولتاژ) و مقایسه آنها با مقادیر تنظیمی		
	۸	اندازه گیری ولتاژها و جریان های ورودی بعد از در مدار قرار گرفتن دستگاه		
	۹	ثبت نتایج آزمایشات و ارائه تست شیت های مربوطه		

www.powerplantac.com

چک لیست نصب و راه اندازی دستگاه ثبات خطا ($F.R$) – ادامه				
نوع عملیات	ردیف	شرح انجام کار	وضعیت	توضیحات
کنترل عملکردهای اجزاء جانبی	۱	کنترل امکانات سخت افزاری دستگاه و ارتباط با کامپیوتر		
	۲	برنامه ریزی و تنظیم دستگاه با نرم افزار ارائه شده		
	۳	تنظیم تاریخ و ساعت دستگاه		
	۴	تعریف و نامگذاری کانال های دیجیتالی نقشه ها		
	۵	تعریف و نامگذاری کانال های آنالوگ (ولتاژها و جریان ها) مطابق نقشه ها		
	۶	تحریک هر یک از کانال های دیجیتال و مشاهده عملکرد دستگاه همراه با ثبت تاریخ، ساعت و نام کانال مربوطه		
	۷	کنترل ترتیب ولتاژهای ورودی (V_A , V_B, V_C , V_N) مطابق نقشه ها		
	۸	کنترل ترتیب جریان های ورودی (I_A , I_B, I_C , I_N) مطابق نقشه ها		
	۹	کنترل عملکرد چاپگر و کیفیت چاپ آن		
	۱۰	کنترل وضعیت کاغذ چاپگر		
	۱۱	آزمایش آلارم های مربوطه روی دستگاه و تابلوی کنترل (از نظر اشکالات سخت افزاری و نرم افزاری، قطع ولتاژ تغذیه، تمام شدن کاغذ چاپگر و ...)		
	۱۲	کنترل سنکرون بودن زمان های دستگاه های ثبات حوادث نسبت به هم در صورت امکان		
	۱۳	کنترل سنکرون بودن زمان های دستگاه های ثبات حوادث نسبت به ثبات وقایع در صورت امکان		
	۱۴	وجود ترمینال های لینک دار برای کانال های دیجیتالی در تابلو		
	۱۵	ارائه شابلون کانال های دیجیتال و آنالوگ دستگاه		
	۱۶	وجود ترمینال های مخصوص CT (همراه با شورت لینک) و PT در مدارات جریان و ولتاژ دستگاه در تابلوی دستگاه		
کنترل و بازرسی جهت اطمینان از نصب کامل و صحیح	۱	بازدید ظاهری و عدم آسیب دیدگی دستگاه		
	۲	آچارکشی و کنترل نهایی ترمینال ها و مدارات بعد از انجام آزمایشات		
	۳	اطمینان از در مدار بودن دستگاه (در وضعیت سرویس)		
	۴	وجود تست سوکت در مسیر مدارات دستگاه		

www.powerplantac.com

۳-۲-۲ فرآیند راه اندازی دستگاه های ثبات وقایع (*Event Recorder*)

چک لیست نصب و راه اندازی دستگاه ثبات وقایع (*E.R*)				
نوع عملیات	ردیف	شرح انجام کار	وضعیت	توضیحات
تست های راه اندازی	۱	اندازه گیری ولتاژ در مدار تغذیه *DC* و کلیه مدارات سیگنال های ورودی		
	۲	ثبت نتایج آزمایشات و ارائه تست شیت های مربوطه		
کنترل عملکرد اجزاء جانبی	۱	کنترل امکانات سخت افزاری دستگاه و ارتباط با کامپیوتر		
	۲	برنامه ریزی و تنظیم دستگاه با نرم افزار ارائه شده		
	۳	تنظیم تاریخ و ساعت دستگاه		
	۴	تعریف و نامگذاری کانال های ورودی دیجیتال مطابق نقشه ها		
	۵	تحریک هر یک از کانال های دیجیتال (از محل کنتاکت های رله های اصلی و یا کمکی) و مشاهده عملکرد دستگاه همراه با ثبت تاریخ، ساعت و نام کانال مربوطه		
	۶	کنترل عملکرد چاپگر و کیفیت چاپ آن		
	۷	کنترل وضعیت کاغذ چاپگر		
	۸	آزمایش آلارم های مربوطه روی دستگاه و تابلوی کنترل (از نظر اشکالات سخت افزاری و نرم افزاری، قطع ولتاژ تغذیه، تمام شدن کاغذ چاپگر و ...)		
	۹	کنترل سنکرون بودن زمان های دستگاه های ثبات حوادث و ثبات وقایع نسبت به هم در صورت امکان		
	۱۰	وجود ترمینال های لینک دار برای کانال های دیجیتالی در تابلو		
	۱۱	ارائه شابلون کانال های دیجیتالی دستگاه		
کنترل و بازرسی جهت اطمینان از نصب کامل و صحیح	۱	بازدید ظاهری و عدم آسیب دیدگی دستگاه		
	۲	آچارکشی و کنترل نهایی ترمینال ها و مدارات بعد از انجام آزمایشات		
	۳	اطمینان از در مدار بودن دستگاه (در وضعیت سرویس)		

www.powerplantac.com

۳-۳ فرآیند راه اندازی تابلوهای کنترل و حفاظت

چک لیست نصب و راه اندازی دستگاه ثبات وقایع (E.R)				
نوع عملیات	ردیف	شرح انجام کار	وضعیت	توضیحات
کنترل عملکرد اجزاء جانبی	۱	بررسی مدار تغذیه ولتاژهای DC و AC تابلوها و عملکرد کلید-فیوز آنها		
	۲	بررسی استفاده از ترمینال های مخصوص در مسیر مدارات CT و PT ها		
	۳	آزمایش سیستم آلارم و رله چشمک زن و سالم بودن لامپ آلارم ها در تابلوهای کنترل		
	۴	کنترل عملکرد سلکتور سوئیچ ها در تابلوهای اندازه گیری		
	۵	کنتور عملکرد سلکتور سوئیچ ها در مدارهای سنکرونیزاسیون، وصل مجدد اتوماتیک کلید		
	۶	کنترل عملکرد سلکتور سوئیچ ها در تابلوهای AVR ترانس ها		
	۷	بررسی وجود تست سوکت در مسیر مدارات رله های حفاظتی		
	۸	بررسی وجود تست سوکت در مسیر دستگاه های اندازه گیری و کنتورها		
	۹	بررسی وجود تست سوکت در مسیر دستگاه های ثبات حادثه پست		
	۱۰	نامگذاری مناسب (Labeling) کلیه تابلوها		
	۱۱	نامگذاری (Labeling) تجهیزات نصب شده در تابلوها (شامل رله های حفاظتی کمکی، تایمرها، فیوزها، دستگاه های اندازه گیری و کنترل، سلکتور سوئیچ ها و ...)		
	۱۲	بررسی سیستم روشنایی و گرمایش تابلوها		
کنترل و بازرسی جهت اطمینان از نصب کامل و صحیح	۱	بازدید ظاهری کلیه تابلوها و عدم آسیب دیدگی		
	۲	بررسی استقرار صحیح تابلوها		
	۳	بررسی نصب صحیح تجهیزات در تابلوها		
	۴	بررسی صحت اتصال تابلوها به سیستم زمین پست		
	۵	کنترل درب تابلوها و آب بندی آنها		
	۶	آب بندی تابلوها در محل ورودی کابل ها		
	۷	بررسی مناسب بودن ترمینال ها		
	۸	شماره گذاری ترمینال ها و سیم ها در تابلوها		
	۹	شماره گذاری مناسب کابل های ورودی به تابلو		
	۱۰	مرتب بودن کابل ها و سیم ها در داخل تابلو و استفاده از کانال ها و پست های مناسب		
	۱۱	بررسی استفاده از سر سیم های مناسب		
	۱۲	کنترل محکم بودن اتصالات در ترمینال ها		

www.powerplantac.com

فصل چهارم:

فرآیند راه اندازی تجهیزات مخابراتی

ضروری است جهت حصول اطمینان از کیفیت اجرا و رعایت استانداردها در فرآیند راه اندازی دقت نظر ویژه ای صورت گیرد، بدین منظور برای هر تجهیز چک لیست هایی تدوین شده است. در این چک لیست ها تست های مورد نیاز تجهیزات، کنترل عملکردها و نقاط مهم جهت بازدیدها تعیین شده است، به نحوی که فرآیند راه اندازی به طور مناسب صورت گیرد و از آمادگی تجهیزات جهت برقدار شدن اطمینان حاصل شود. در ادامه چک لیست های تجهیزات مخابرات به تفکیک هر تجهیز آورده شده است.

www.powerplantac.com

۴-۱ فرآیند راه اندازی PLC

چک لیست نصب و راه اندازی تابلو PLC				
نوع عملیات	ردیف	شرح انجام کار	وضعیت	توضیحات
تست های راه اندازه	۱	ارائه تست شیت مربوطه به تست های محلی		
	۲	تست دو طرفه کانال در صورت کامل بودن لینک بر اساس تست شیت مربوطه		
کنترل عملکردهای اجزاء جانبی	۱	کنترل کارت های PLC بر اساس نیاز طرح		
	۲	کنترل وایرینگ های AC و DC و لامپ های آلارم		
	۳	تست آلارم های ترمینال و انتقال آن به تابلوی PLC		
	۴	مطابقت مشخصات فنی و تعداد ترمینال های PLC حاوی صحبت، دیتا، پروتکشن و DTS		
کنترل و بازرسی جهت اطمینان از نصب کامل و صحیح	۱	بازدید ظاهری تابلو PLC		
	۲	کنترل Label مشخصات روی ترمینال (شامل فرکانس و شماره کانال)		
	۳	کنترل تراز و ثابت بودن تابلو		
	۴	کنترل شبکه توری و گلندهای داخل تابلو		

۴-۲ فرآیند راه اندازی LMU و کابل کواکسیال

چک لیست نصب و راه اندازی تابلو PLC				
نوع عملیات	ردیف	شرح انجام کار	وضعیت	توضیحات
تست های راه اندازه	۱	ارائه تست شیت های کارخانه ای		
	۲	کاتالوگ و راهنمای استرپ بندی و تست اهمی آن		
کنترل عملکردهای اجزاء جانبی	۱	تایید مشخصات کابل ارتباطی بین CVT و LMU ($4\sim6\ kv$, $16\sim25\ mm^2$)		
	۲	اتصال LMU به شبکه زمین		
	۳	کنترل جعبه های LMU از نظر وجود گلندها و درزگیر درب ها		
	۴	وجود Label روی کابل های کواکسیال		
کنترل و بازرسی جهت اطمینان از نصب کامل و صحیح	۱	کنترل نصب صحیح LMU روی فازها طبق نقشه		
	۲	استقرار LMU دارای هایبرید در فاز وسط		
	۳	اتصال LMU به LMU یا کابل کواکسیال با مشخصات مناسب		
	۴	اتصال LMU تا اتاق مخابرات با کابل کواکسیال با مشخصات مناسب		
	۵	اتصال LMU به CVT و باز بودن جمپر ارت (قبل از برقداری)		

www.powerplantac.com

۳-۴ فرآیند راه اندازی بی سیم و دکل بی سیم

چک لیست نصب و راه اندازی بی سیم و دکل بی سیم				
نوع عملیات	ردیف	شرح انجام کار	وضعیت	توضیحات
تست های راه اندازه	۱	ارائه تست شیت های بی سیم		
	۲	تست عملی ارتباط بی سیم با مقصدهای مورد نظر		
	۳	اتصال سیم ارت به دکل و اندازه گیری مقاومت زمین بر اساس استانداردهای مربوطه		
کنترل عملکردهای اجزاء جانبی	۱	کنترل مشخصات فنی بی سیم		
	۲	کنترل وجود چراغ خطر روی دکل		
	۳	وجود سیستم ارت مجزا برای دکل و کنترل دریچه مناسب جهت مرطوب نگهداشتن آن		
	۴	وجود میله برقگیر دکل و ارتباط آن با سیم ارت		
	۵	کنترل مشخصات فنی آنتن دکل و جهت آن طبق طرح		
کنترل و بازرسی جهت اطمینان از نصب کامل و صحیح	۱	بازدید ظاهری بی سیم و سیستم تغذیه آن		
	۲	بازدید ظاهری دکل و مهارهای مربوطه و کنترل مشخصات دکل طبق طرح		
	۳	اتصال مناسب کابل آنتن و سیم ارت با دکل		
	۴	بازدید اتصال آنتن به دکل و کانکتور و ارستر خروجی آن		
	۵	کنترل عایق بندی کانکتور و ارستر توسط مفصل حرارتی		

۴-۴ فرآیند راه اندازی مرکز تلفن

چک لیست نصب و راه اندازی تابلو *PLC*				
نوع عملیات	ردیف	شرح انجام کار	وضعیت	توضیحات
کنترل عملکردهای اجزاء جانبی	۱	کنترل وایرینگ های *AC* و *DC* و لامپ های آلارم		
	۲	کنترل کارت های مرکز تلفن بر اساس نیاز طرح		
	۳	کنترل *Label* های مرکز تلفن و *MDF* کابل ها		
	۴	عملکرد صحیح مرکز تلفن و قابلیت های آن		
کنترل و بازرسی جهت اطمینان از نصب کامل و صحیح	۱	بازدید ظاهری بدنه سانترال از نظر سالم بودن		
	۲	تراز و ثابت بودن تابلو		
	۳	صحیح بودن نحوه نصب *MDF* و وایرینگ مربوطه		

www.powerplantac.com

۴-۵ فرآیند راه اندازی سیستم تغذیه ۴۸ ولت *DC*

چک لیست نصب و راه اندازی تابلو *PLC*				
نوع عملیات	ردیف	شرح انجام کار	وضعیت	توضیحات
کنترل عملکردهای اجزاء جانبی	۱	وجود شارژر ۴۸ ولت و باطری های مربوطه		
	۲	مطابقت مشخصات فنی شارژر و باطری های مربوطه با طرح پست		
	۳	وجود جعبه توزیع *DC* و کنترل فیوزهای مستقل منصوبه متناسب با تجهیزات مخابراتی		
کنترل و بازرسی جهت اطمینان از نصب کامل و صحیح	۱	کنترل کابلهای تغذیه *DC* از شارژر به جعبه *DC* و از جعبه *DC* به دستگاه های مخابراتی در داخل کانال		

۴-۶ فرآیند راه اندازی سیستم *RTU*

چک لیست نصب و راه اندازی سیستم *RTU*				
نوع عملیات	ردیف	شرح انجام کار	وضعیت	توضیحات
کنترل های لازم قبل از راه اندازی	۱	کنترل برقراری ارتباط با مرکز دیسپاچینگ و آزمایش ارسال اطلاعات به دیسپاچینگ از طریق *RTU*		
	۲	انجام تست های کالیبراسیون مقادیر اندازه گیری شده مگاوات، مگاوار و ولتاژ با کمک دستگاه تستر		
	۳	تست دریافت آلارم های *RTU* و شارژر و *DCS* در مرکز دیسپاچینگ		
	۴	تست دریافت اطلاعات در *RTU* و مرکز دیسپاچینگ		

۴-۷ اطلاعات تله متری مورد نیاز مرکز کنترل دیسپاچینگ

همانطور که در فصل اول هم به آن اشاره شد تمام اقدامات لازم جهت راه اندازی پست ها باید با مرکز کنترل دیسپاچینگ هماهنگ شده و مجوزهای لازم از آن واحد اخذ گردد. مرکز کنترل دیسپاچینگ نیز برای صدور مجوز برقدار شدن طرح به اطلاعاتی نیازمند است که چک لیستی از این اطلاعات در ذیل آورده شده است:

www.powerplantac.com

چک لیست اطلاعات تله متری مورد نیاز مرکز کنترل دیسپاچینگ برای صدور مجوز برقدار شدن طرح				
نوع عملیات	ردیف	شرح انجام کار	وضعیت	توضیحات
کنترل های لازم قبل از صدور مجوز برقدار شدن پست	۱	وضعیت *ON/OFF* سکسیونرها و بریکرهای موجود در نقشه تک خطی دیسپاچینگ		
	۲	وضعیت *Parallel/Independent, Auto/Manual, Master/Slave* مربوط به *AVR* ترانس ها (به غیر از ترانسفورماتورهای واحدها و تغذیه داخلی)		
	۳	وضعیت مربوط به مقادیر تپ های *on load* و *off load* ترانس ها		
	۴	مقادیر میترینگ های خطوط، ترانسفورماتورها (سمت اولیه، ثانویه و ثالثیه)، شینه ها، راکتورها، خازن ها، باس کوپلر و ...		
	۵	وضعیت سلکتور *Remote/Local* بریکر و سکسیونرهای موتور دار		
	۶	آلارم های *major/minor* تجهیزات ایستگاه (خطوط، ترانس ها، شینه ها و ...)		
	۷	فرامین *Open/Close* بریکرها و سکسیونرهای موتور دار		
	۸	فرامین مربوط به سیستم *AVR*		
	۹	آلارم های گروهی (*Group Alarms*) تجهیزات		
	۱۰	وضعیت *ON/OFF* سکسیونرهای زمین		
	۱۱	آلارم های تپ اول و آخر ترانس های قدرت *Transformer High/Low tap alarm*		
	۱۲	مقادیر *MW/MVAR* در اولیه ترانسفورماتورهای *Station service, start up Transformer*		

www.powerplantac.com

فصل پنجم:

ضمائم

ضمیمه ا:تعاریف و معیارهای ارزیابی روغن

معیارهای ارزیابی کیفیت روغن در ادامه تشریح می گردد[۳و۴]:

۵-۱-۱ مقاومت دی الکتریک (*Break Down Voltage*)

تعریف: عبارت است از مقدار ولتاژی که موجب ایجاد شکست الکتریکی بین دو الکترود تحت شرایط خاص استاندارد آزمایش می شود.

روش اندازه گیری: روش تست در مبحث اندازه گیری دی الکتریک روغن در دستورالعمل تست و راه اندازی ترانسفورماتورهای قدرت تشریح شده است.

۵-۱-۲ مقاومت مخصوص (*Resistivity*)

تعریف: عبارت است از میزان مقاومت اهمی تحت ولتاژ مستقیم به مدت یک دقیق طبق شرایط استاندارد.

روش تست: نمونه مورد آزمایش در محفظه مخصوص دستگاه ریخته شده و الکترودها را در آن قرار داده و پس از مدت ده دقیقه نمونه روغن تحت ولتاژ مستقیم و شدت میدان $250 V/mm$ به مدت ۶۰ ثانیه قرار می گیرد سپس شدت جریان و ولتاژ اندازه گیری می شود و طبق رابطه زیر محاسبه می گردد:

www.powerplantac.com

$$R = K\frac{U}{I}$$

که در آن:

U: مقدار ولتاژ آزمایش (ولت)

I: شدت جریان (آمپر)

K: عدد ثابت محفظه آزمایش (متر)

عدد ثابت K را می توان از کاپاسیتانس محاسبه کرد:

$$K = 0.113 \times PF$$

که PF کاپاسیتانس محفظه آزمایش خالی است.

۵-۱-۳ ضریب تلفات عایقی (*Dissipation factor*)

تعریف: عبارت است از نسبت شدت جریان راکتیو به شدت جریان اکتیو که در اثر قرار دادن روغن تحت ولتاژ سینوسی ۵۰ هرتز بدست می آید.

روش تست: مقدار معینی نمونه را در محفظه آزمایش ریخته و درجه حرارت آن را به دمای مورد نظر رسانیده و ولتاژ سینوسی با فرکانس بین ۴۰ تا ۶۲ هرتز را به آن اعمال می کنیم، بطوریکه نمونه روغن تحت شدت میدان الکتریکی $0.03-1kv/mm$ قرار گیرد. سپس نسبت شدت جریان راکتیو به شدت جریان اکتیو را اندازه گیری می نمائیم.

۵-۱-۴ مقدار محتوی آب (*Water Content*)

تعریف: عبارت است از مقدار آب موجود در روغن عایقی توسط ماده شیمیایی یدوپیریدین.

روش تست: نمونه روغن بطریق وزنی یا حجمی توسط معرف یدوپیریدین (محلول کارل فیشر) به صورت الکترومتری تیتر شده و مقدار آب مصرف شده توسط معرف اندازه گیری می شود. این روش بر پایه احیای ید توسط دی اکسید سولفور (اندرید سولفور) با حضور آب انجام می گیرد. در این آزمایش نمونه روغن در حلال تیتراسیون که شامل دو حجم کلروفوم و یک حجم متانول است، حل شده و سپس مورد اندازه گیری قرار می گیرد.

www.powerplantac.com

۵-۱-۵ عدد اسیدیته کل (*Total Acidity*)

تعریف: مقدار میلی هیدروکسید پتاسیم مصرفی برای خنثی کردن یک میلی گرم نمونه روغن ترانسفورماتور.

روش تست: نمونه وزن شده ایاز روغن با حلال تیتراسیون که شامل الکل ایزوپروپیلیک و تولوئن و مقدار اندکی آب مقطر است رقیق شده و سپس به روش پتانسیومتری تا نقطه خنثی بوسیله هیدروکسید پتاسیم یا قلیای الکلی که فاکتور مشخصی دارد تیتر می شود. عدد اسیدیته کل از رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$Total\ Acid\ NO. \frac{56.1 \times F \times V}{W}$$

F: فاکتور پتاس الکلی

V: میلی لیتر حجم قلیای مصرفی جهت خنثی کردن نمونه روغن

W: گرم وزن نمونه روغن

۵-۱-۶ کشش بین سطحی(*Interfacial Tension*)

تعریف: عبارت است از تعیین مقدار نیروی موجود بین مولکولهای آب و روغن در سطح انفصال دو مایع

روش تست: نمونه روغن بر روی مقداری آب مقطر در محفظه آزمایش ریخته شده و سپس توسط حلقه دستگاه تنسیومتر که از سطح اتصال دو مایع عبور داده می شود. مقدار کشش بین سطح انفصال بین سطح انصال آب و روغن را اندازه گیری می شود.

۵-۱-۷ نقطه اشتعال(*Flash Point*)

تعریف: اندازه گیری کمترین دمایی که در آن بخارات جمع شده در سطح روغن برای یک لحظه مشتعل می گردد.

روش تست: نمونه روغن را در محفظه دستگاه اندازه گیری نقطه اشتعال ریخته و بطور تدریجی گرم می نمائیم. بمنظور توزیع یکنواخت حرارت، روغن همزده می شود و سپس به فواصل هر سه دقیقه درجه سانتی گراد افزایش دما، شعله کوچکی را به سطح نمونه نزدیک کرده و در آن دمایی که بخارات جمع شده و در سطح روغن برای لحظه ای مشتعل شود به عنوان نقطه اشتعال تعیین می گردد.

۵-۱-۸ نقطه ریزش (*Pour point*)

تعریف: اندازه گیری کم ترین دمایی که مضربی از ۳ درجه سانتی گراد (پنج درجه فارنهایت) بوده و طی آن دو نمونه تحت کنترل شرایط کنترل شده ای هنگام سرد شدن، شروع به ریزش نماید.

www.powerplantac.com

روش تست: نمونه روغن را در لوله عایقی مخصوص آزمایش ریخته و در حمام سرد کننده بتدریج سرد می کنیم، سپس به فواصل هر سه درجه سانتی گراد کاهش دما، لوله محتوی نمونه را با زاویه ۴۵ درجه خم می نماییم در صورت سیال بودن روغن مجدداً به حمام سرد کننده منتقل می گردد و کمترین دمایی که روغن سیالیت خود را دارا بوده و می توان جاری گردد را نقطه ریزش می نامیم.

۵-۱-۹ ویسکوزیته(*Viscosity*)

تعریف: عبارت است از اندازه مقاومت در برابر جاری شدن یک مایع تحت نیروی ثقل خود.

روش تست: نمونه روغن را در درجه حرارت معین و ثابتی از درون لوله موئینه کالیبره شده ای تحت شرایط کنترل شده و استاندارد و با نیروی وزن خود عبور داده و مدت زمان جاری شدن نمونه از درون لوله موئینه (ویسکومتر) اندازه گیری می گردد. ویسکوزیته (گرانروی) کینماتیک نمونه تابع مدت زمان جریان روغن و عدد ثابت کالیبراسیون ویسکومتر، می باشد.

$$V = C \times T \quad mm^2 / s$$

که در آن:

C: عدد ثابت کالیبراسیون cst/s (سانتی استوک بر ثانیه)

T: زمان (ثانیه)

۵-۱-۱۰ رنگ (*Color*)

تعریف: پدیده ای قابل مشاهده که ارزش عددی آن در اثر عبور نور از نمونه و مقایسه آن با یک سری کدهای استاندارد شده بدست می آید.

روش تست: نمونه روغن در لوله آزمایش مخصوص دستگاه سنجش رنگ (*Comparator*) ریخته شده و در مسیر عبور نور تکرنگ قرار می گیرد سپس با رنگ های دیسک استاندارد کد بندی شده مقایسه می گردد.

۵-۱-۱۱ مقاومت در برابر اکسیداسیون (*Oxidation stability*)

روش تست: نمونه روغن در دمای 120 ± 0.5 درجه سانتیگراد در حضور کاتالیزور مس و با عبور 0.15 ± 0.015 لیتر در ساعت هوا به مدت ۱۶۴ ساعت (طبق استاندارد *BS148*) مورد آزمون قرار گرفته و نتایج آزمون پس از اندازه گیری اسیدهای فرار، اسیدهای محلول در روغن و لجن تعیین می شود.

www.powerplantac.com

۵-۱-۱۲ اندازه گیری آب و رسوب (*Water and Sediment*)

روش تست: نمونه روغن حل شده را توسط حلال مناسبی از قبیل گزیلن، بنزین و یا نفت رقیق می نمائیم سپس در لوله مدرج گلابی شکل (مخصوص آزمایش) می ریزیم و در دستگاه سانتریوفوژ با نیروی *800 rcf* تحت نیروی گریز از مرکز قرار داده م پس از مدت ۲۰ دقیقه بصورت درصد حجمی مقدار مواد آلوده کننده خارجی آن تعیین می گردد.

۵-۱-۱۳ آزمایشات و سرویس های دوره ای روغن

روغن های عایقی ترانسفورماتورها متناسب با کیفیت و مشخصات فنی اولیه، عمر بهره برداری و خصوصیات ترانسفورماتور مورد نظر از قدرت، سطح ولتاژ، میزان بار و حداکثر درجه حرارت محیط سالانه و ماهانه و بمرور زمان دچار تغییر پیری شده و تعدادی از خصیصه های اولیه آن دچار تغییر می گردد. مهمترین این تغییرات عبارتند از:

- افزایش میزان آب به حد بیش از *۲۰ppm*
- کاهش تحمل دی الکتریک تا حد کمتر از *50 kv / 2.5 mm* (برای ولتاژهای *230kv* و بیشتر)
- تغییر رنگ به بیش از ۰/۵ (۱، ۲، ۳ و ...)
- ایجاد ذرات معلق و پراکنده در در روغن (در مقابل تابش نور)
- افزایش میزان تانژانت دلتا به حد بیش از ۰/۳ درصد
- افزایش اسیدیته که نشانه آن ایجاد رنگ قرمز متمایل به شرابی می باشد.
- کاهش نیروی کشش سطحی
- کاهش مقاومت مخصوص
- افزایش ویسکوزیته
- افزایش محلول و نامحلول در روغن و تشکیل لجن

۵-۱-۱۴ آزمایش های دوره ای روغن

با توجه به تعداد زیاد مشخصه های روغن، انجام همه آزمایشات جهت کنترل روغن بصورت دوره ای توصیه نمی گردد و ضمنا سرمایه گذاری لازم جهت انجام آزمایشات مختلف تابع اهمیت ترانسفورماتور از نظر قدرت، ولتاژ و نقش حیاتی آن در شبکه سراسری و یا تامین برق مناطق ویژه صنعتی، اداری و یا مسکونی می باشد. لذا مهمترین آزمایشاتی که بصورت دوره ای بایستی انجام داد که به سه گروه تقسیم می شود که در ادامه ذکر می گردد.

www.powerplantac.com

۵-۱-۱۴-۱ آزمایشات دوره ای کوتاه مدت (در فاصله زمانی ۶ ماهه تا یک ساله)

- اندازه گیری ولتاژ شکست روغن
- اندازه گیری میزان آب محلول در روغن
- کنترل ذرات معلق در روغن
- مقایسه روند تغییرات رنگ: به منظور کنترل تغییرات رنگ روغن که نشانه افزایش عدد اسید در روغن می باشد توصیه می گردد از هر ترانسفورماتور از ابتدای راه اندازی یک نمونه کوچک از روغن نو تهیه و در یک محل مناسب در پست نگهداری گردد و سپس در فاصله زمانی های پیش بینی شده نمونه بعدی از هر ترانس را از نظر رنگ با ان مقایسه نمود تا درصورت لزوم اقدام به اندازه گیری میزان اسیدیته و تصفیه شیمیایی روغن گردد.

۵-۱-۱۴-۲ آزمایشات دوره ای میان مدت (در فاصله زمانی ۵ تا ۱۰ سال)

- ویسکوزیته
- کشش سطحی
- مقاومت مخصوص
- تلفات عایقی تانژانت دلتا

۵-۱-۱۴-۳ آزمایشات دوره ای بلند مدت (در فاصله زمانی ۱۰ تا ۱۵ سال)

- اندازه گیری درصد آرماتیک ها و نفتنیک ها
- اندازه گیری اسیدیته منوط به تغییر رنگ
- اندازه گیری سولفورهای آروماتیک
- آزمایش پیری یا *Ageing* که همان مقاومت در مقابل اکسیداسیون می باشد.

در جدول زیر مشخصات فنی و کامل روغن های عایقی ترانسفورملتورها و مطلوبترین مقادیر توصیه شده برای آنها آورده شده است.

جدول در دست بررسی می باشد

www.powerplantac.com

مراجع:

۱- دستورالعمل تست و راه اندازی ترانسفورماتورهای قدرت – ایران ترانسفو

۲- دستورالعمل تست و راه اندازی ترانسفورماتور های قدرت – مجتمع آذربایجان

۳- روغن ترانسفورماتور – کریم روشن میلانی – شرکت توزیع نیروی برق آذربایجان شرقی- ۱۳۷۳

۴- روغن عایقی ترانسفورماتورها و راکتورها با پایه معدنی – رحیم خشرو

۵- مجموعه کاتالوگ ها و دستورالعمل تست و راه اندازی *AEG*

۶- چک لیست عملیات تست و راه اندازی تجهیزات پست، رلیاژ و مخابرات – برق منطقه ای خوزستان

۷- کتاب تجربیات عملی راه اندازی و تعمیرات پست ها – کیت هارکر

۸- مجموعه دستورالعمل های راه اندازی پست های انتقال و فوق توزیع - شرکت توانیر

www.powerplantac.com