

عنوان پایان نامه:

نیروگاه های مولد برق

با تقدیر و تشکر از استاد گرامی

سرکار خانم مهندس قویدل که در طول مدت
تحصیل و انجام پایان نامه ما را یاری نمودند
و از هیچ کوششی دریغ ننمودند.

تقديم به

خانواده محترممان كه در تمامي زمينه‌ها ياري
رسانمان بودند.

فهرست

- فصل ۱ : ژنراتور
- فصل ۲ : سیستم تحریک
- فصل ۳ : سیستم راه انداز
- فصل ۴ : آموزش و بهره برداری

ژئراتور

فهرست

- اصلی کلی ماشین سنکرون
- تشریح ژنراتور
- سیستم خنک کننده
- یاتاقان
- رینگهای لغزشی و نگهدارنده های ذغالی
- بهره برداری
- راه اندازی، بارگیری، تریپ (قطع مدار)
- شرایط بهره برداری غیرنرمال
- حفاظت ژنراتور
- لرزشهای یاتاقان
- بازدیدهای دوره ای
- اطلاعات تکنیکی

ضمائم (قسمت‌های الحاقی)

شکل ۱: ژنراتور نوع - *TY 105* - سوار و مونتاژ کردن

شکل ۲: ژنراتور نوع - *TY 105* - مونتاژ قطعات انعطاف پذیر (قابل ارتجاع) هسته استاتور

شکل ۳: ژنراتور نوع - *TY 105* - ترتیب و چیدن گوه‌ها و کویل‌های استاتور

شکل ۴: ژنراتور نوع - *TY 105* - قسمت شیارهای عرضی استاتور

شکل ۵: ژنراتور نوع - *TY 105* - قسمت شیارهای عرضی روتور

شکل ۶: سوار نمودن حلقه‌های جمع کننده (جمع کننده سیم پیچهای انتهایی روتور) به بدنه

روتور با سیستم نیزه‌ای

شکل ۷: ژنراتور نوع - *TY 105* - سوار کردن و ترتیب سیستم خنک کردن

شکل ۸: کولر هوا

شکل ۹: چیدن و ترتیب یاتاقان

شکل ۱۰: پوسته رینگهای لغزشی - ترتیب نوع *B*.

منحنی های کار آئی

۱. منحنی های اتصال کوتاه و اشباع

منحنی های V و تنظیم

منحنی های قابلیت در شرایط اسمی (سطح دریا)

منحنی های قابلیت در درجه حرارتی محیط $0^{\circ}C$ در ۱۷۵۰ متری از سطح دریا

منحنی های قابلیت در درجه حرارتی محیط $15^{\circ}C$ در ۱۷۵۰ متری از سطح دریا

منحنی های قابلیت در درجه حرارتی محیط $25^{\circ}C$ در ۱۷۵۰ متری از سطح دریا

منحنی های قابلیت در درجه حرارتی محیط $41^{\circ}C$ در ۱۷۵۰ متری از سطح دریا

قدرت خروجی در ترمینالهای ژنراتور در برابر درجه حرارت محیط

قابلیت جریان ترتیب فاز منفی

ولتاژ ژنراتور/ محدوده فرکانس بهره برداری

ولتاژ ژنراتور /فرکانس در برابر زمان

توانائی ژنراتور در زمان اتصال کوتاه

تلفات معمول ژنراتور

راندمان ژنراتور (طبق قرارداد)

سیستم تحریک

سیستم راه انداز

بهره‌برداری

پست ۴۰۰ کیلوولت شهید رجایی

فهرست مطالب

| صفحه | عنوان |
|------|-------------------------------------------|
| ۱ | مقدمه |
| ۳ | کلیات |
| ۳ | انواع نیروگاههای مولد برق |
| ۴ | موقعیت جغرافیایی و اقلیمی قزوین |
| ۴ | موقعیت جغرافیایی نیروگاه شهید رجایی قزوین |
| ۴ | اطلاعات عمومی نیروگاه بخاری شهید رجایی |
| ۶ | مشخصات فنی نیروگاه شهید رجایی |
| ۷ | مواد اولیه تهیه بخار آب |
| ۹ | سوخت مازوت |
| ۱۱ | سوخت گازوئیل |
| ۱۳ | اسا کار نیروگاه شهید رجایی |
| ۱۵ | تصفیه خانه |
| ۱۶ | گرم کن ها (HEATERS) |
| ۱۷ | دیاراتور (هیتر شماره ۴) |
| ۱۸ | پمپ تغذیه بویلر |
| ۱۸ | بویلر (دیگ بخار) |

فهرست مطالب

| صفحه | عنوان |
|------|------------------------------------------|
| ۲۰ | ساختمان بویلر |
| ۲۷ | توربین |
| ۲۹ | اجزاء ساختمان توربین |
| ۲۹ | کندانسور |
| ۳۳ | کندانسیت پمپ |
| ۳۹ | توربوژنراتور |
| ۳۹ | اصل کلی ماشین سنکرون |
| ۴۱ | تشریح ژنراتور |
| ۴۱ | دورنمایی از ژنراتور |
| ۴۱ | استاتور |
| ۴۱ | پوسته |
| ۴۲ | ورقه‌های هسته |
| ۴۳ | اتصال قسمت‌های انعطاف پذیر ورقه‌های هسته |
| ۴۳ | سیم پیچ استاتور |
| ۴۵ | پارامترهای اختصاصی استاتور |
| ۴۶ | سیم پیچ استاتور |

فهرست مطالب

| صفحه | عنوان |
|------|------------------------------------|
| ۴۷ | مواد کوپلها |
| ۴۷ | اوزان |
| ۴۹ | بدنه روتور |
| ۴۹ | سیم پیچ روتور |
| ۵۰ | سیم پیچ خفه کننده (تضعیف کننده) |
| ۵۱ | حلقه های جمع کننده |
| ۵۲ | هواکش محوری (فن های محوری) |
| ۵۳ | پارامترهای اختصاصی روتور |
| ۵۴ | سیستم خنک کننده |
| ۵۴ | مسیر هوای خنک کن در استاتور |
| ۵۵ | مسیر هوای خنک در کنداكتورهای روتور |
| ۵۶ | فیلترهای جبران هوا |
| ۵۶ | کولرها |
| ۵۸ | پارامترهای اختصاصی |
| ۵۹ | یاتاقانها |
| ۶۰ | روغنکاری |

فهرست مطالب

| صفحه | عنوان |
|------|----------------------------------------------|
| ۶۰ | کنترل (نظارت) حرارتی |
| ۶۱ | رینگهای لغزشی و نگهدارنده‌های ذغالی |
| ۶۳ | بهره‌برداری |
| ۶۳ | بهره‌برداری کلی |
| ۶۳ | سیم‌پیچ استاتور |
| ۶۴ | سیم‌پیچ روتور |
| ۶۴ | هسته استاتور |
| ۶۴ | پایداری و تثبیت وضعیت |
| ۶۵ | اختلاف انبساط سیم‌پیچ استاتور - هسته استاتور |
| ۶۵ | لرزشهای یا ارتعاشات |
| ۶۵ | راه‌اندازی، بارگیری، تریپ (خارج شدن واحد) |
| ۶۶ | ملاحظات |
| ۶۶ | پیش از راه‌اندازی |
| ۶۶ | اخطار |
| ۶۷ | راه‌اندازی |
| ۶۸ | دستورالعملهای سنکرون شدن |

فهرست مطالب

| صفحه | عنوان |
|------|-----------------------------------------------|
| ۶۹ | بهره‌برداری به هنگام پارالل |
| ۶۹ | تغییر در بار اکتیو |
| ۶۹ | بهره‌برداری با شبکه ایزوله |
| ۶۹ | تریپ یا قطع مدار |
| ۷۰ | تریپ نرمال |
| ۷۰ | وضعیت‌های بهره‌برداری غیرنرمال |
| ۷۰ | تنظیم ولتاژ بصورت اتوماتیک |
| ۷۱ | تنظیم ولتاژ بصورت دستی |
| ۷۱ | بهره‌برداری در فرکانس بالا |
| ۷۱ | بهره‌برداری در فرکانس پایین |
| ۷۲ | خروج از حالت سنکرون (جدا شدن ژنراتور از شبکه) |
| ۷۲ | قطع میدان تحریک |
| ۷۳ | تریپ همزمان |
| ۷۳ | تریپ ژنراتور |
| ۷۴ | تریپ کلید (بریکر) |
| ۷۴ | تریپ ترتیبی |

فهرست مطالب

| صفحه | عنوان |
|------|---------------------------------|
| ۷۵ | تریپ دستی |
| ۷۵ | برگشت دستی و تریپ |
| ۷۵ | برگشت اتوماتیک |
| ۷۶ | برگشت دستی |
| ۷۶ | حفاظت‌های ژنراتور |
| ۷۷ | خطاهای الکتریکی |
| ۷۹ | لرزش یاتاقان‌ها |
| ۷۹ | لرزش در یاتاقان‌های نوع ژورنال |
| ۷۹ | اتصال ژنراتور به توربین گاز |
| ۸۰ | بازدیدهای دوره‌های |
| ۸۰ | بازدیدهای روزانه |
| ۸۱ | بازدیدهای بصری و ماهانه و کنترل |
| ۸۲ | اطلاعات تکمیلی |
| ۹۵ | سیستم تحریک |
| ۹۵ | توضیح کلی درباره سیستم تحریک |
| ۹۶ | اجزای سیستم تحریک |

فهرست مطالب

| صفحه | عنوان |
|------|------------------------------------|
| ۹۷ | بخش قدرت |
| ۹۷ | پل تریستور |
| ۹۸ | فیوزها |
| ۹۸ | مدارهای اسنابر (<i>Snubbers</i>) |
| ۹۹ | اجزای سیستم تحریک |
| ۱۰۰ | بخش قدرت |
| ۱۰۰ | پل تریستور |
| ۱۰۰ | فیوزها |
| ۱۰۱ | مدارهای اسنابر (<i>Snubbers</i>) |
| ۱۰۱ | سیستم خنک کننده |
| ۱۰۲ | <i>Crow bar</i> |
| ۱۰۳ | مقاومت تخلیه |
| ۱۰۳ | حفاظت‌های مبدل |
| ۱۰۳ | اطلاعات کلی |
| ۱۰۴ | قطع فیوزها |
| ۱۰۴ | حفاظت در برابر حداکث جریان لحظه‌ای |

فهرست مطالب

| صفحه | عنوان |
|------|-----------------------------------|
| ۱۰۴ | حفاظت افزایش جریان با تاخیر زمان |
| ۱۰۵ | حفاظت برای جریان نامتعادل |
| ۱۰۵ | بخش کنترل |
| ۱۰۵ | توصیف کلی |
| ۱۰۷ | کارت افزایش <i>DAUXEA I/O</i> |
| ۱۰۸ | کارت تولید پالس <i>DPSEX</i> |
| ۱۱۰ | آتش کردن ترستور |
| ۱۱۱ | ساختار نرم افزار |
| ۱۱۲ | وظایف و نقش تنظیم کننده |
| ۱۱۴ | کنترل مضاعف |
| ۱۱۵ | بهره برداری از تجهیزات ماشین |
| ۱۱۵ | اطلاعات کلی |
| ۱۱۵ | بهره برداری در مورد اتوماتیک |
| ۱۱۶ | شرایط راه اندازی تحریک |
| ۱۱۶ | شرایط قطع تحریک |
| ۱۱۷ | شرایط مورد نیاز برای کنترل پارالل |

فهرست مطالب

| صفحه | عنوان |
|------|--------------------------------------------|
| ۱۱۷ | بهره‌برداری از راه دور |
| ۱۱۸ | مشخصات ترانسفورماتور تحریک |
| ۱۲۰ | سیستم راه‌انداز |
| ۱۲۰ | مقدمه |
| ۱۲۰ | سیستم الکتریکی راه‌انداز |
| ۱۲۱ | اصول بهره‌برداری |
| ۱۲۲ | تجهیزات اندازه‌گیری |
| ۱۲۲ | واحدهای کنترل |
| ۱۲۳ | سیگنال‌ها و آلارم‌ها |
| ۱۲۳ | مدارات قدرت |
| ۱۲۴ | راکتور صاف کننده اتصال DC ($H01-LL01$) |
| ۱۲۵ | مدارات کمکی |
| ۱۲۵ | مدارات PLC |
| ۱۲۶ | کارت‌های مشترک |
| ۱۲۷ | کارت‌های سیگنال دیجیتالی |
| ۱۲۸ | کارت‌های سیگنال آنالوگ |

فهرست مطالب

| صفحه | عنوان |
|------|----------------------------------------------|
| ۱۲۹ | ترانسدیوسرها |
| ۱۲۹ | مدارات کنترل |
| ۱۲۹ | اطلاعات کلی |
| ۱۳۱ | حفاظت ها - اطلاعات کلی |
| ۱۳۱ | حفاظت های سخت افزار |
| ۱۳۴ | مراتب بهره برداری |
| ۱۴۰ | سیستم الکتریکی |
| ۱۴۰ | مقدمه |
| ۱۴۰ | توصیف کلی |
| ۱۴۲ | قسمتهای اصلی سیستم الکتریک واحد |
| ۱۴۳ | قسمتهای اصلی سیستم الکتریک مشترک |
| ۱۴۴ | قسمتهای اساسی دیزل ژنراتور |
| ۱۴۵ | طبقه بندی و عملکرد سیستم های الکتریک نیروگاه |
| ۱۴۸ | تجهیزات الکتریکی و متریالها (مواد) |
| ۱۴۸ | توضیح کلی |
| ۱۴۸ | ترانسفورماتور را فراینده ولتاژ |

فهرست مطالب

| صفحه | عنوان |
|------|----------------------------------------|
| ۱۴۹ | مشخصات قسمتهای اصلی ترانسفورماتور |
| ۱۴۹ | هسته |
| ۱۴۹ | سیم پیچها |
| ۱۵۰ | پوسته فلزی |
| ۱۵۰ | بوشینگ |
| ۱۵۱ | کولرها |
| ۱۵۱ | تپ چنجر |
| ۱۵۲ | اطلاعات فنی ترانسفورماتور افزایش ولتاژ |
| ۱۵۳ | کلید ژنراتور GCB |
| ۱۵۵ | مشخصات تکنیکی کلید ژنراتور |
| ۱۵۶ | هسته |
| ۱۵۶ | سیم پیچها |
| ۱۵۷ | محفظه فلزی |
| ۱۵۷ | بوشینگ، عایق کننده ها، نگهدارنده ها |
| ۱۵۷ | مشخصات تکنیکی ترانسفورماتور واحد |
| ۱۵۸ | مشخصات کلی |

فهرست مطالب

| صفحه | عنوان |
|------|-------------------------------------------------------|
| ۱۶۰ | تجهیزات واحد توربین گاز (GT) |
| ۱۶۰ | تابلوی توزیع MV |
| ۱۶۰ | تابلوی توزیع |
| ۱۶۱ | کلید |
| ۱۶۱ | کنتاکتور |
| ۱۶۲ | کلید اتصال به زمین (فیدرهای موتوری و ترانسفورماتورها) |
| ۱۶۲ | مشخصات ساخت و طراحی |
| ۱۶۳ | تفکیک تجهیزات |
| ۱۶۳ | سیستم ایمنی و مسدود کننده ها (اینترلاک ها) |
| ۱۶۴ | ترکیب فیدرهای نمونه ای سوئیچ گیر |
| ۱۶۵ | تابلوی اندازه گیری |
| ۱۶۶ | فیدر تابلو ترانسفورماتور کمکی |
| ۱۶۹ | فیدر ذخیره (SPARE) برای تابلوی مصارف مشترک |
| ۱۶۹ | نوع و مقادیر |
| ۱۷۱ | سیم پیچها |
| ۱۷۱ | اتصالات |

فهرست مطالب

| صفحه | عنوان |
|------|---------------------------------------------|
| ۱۷۱ | متعلقات |
| ۱۷۲ | تابلوی توزیع LV |
| ۱۷۲ | تابلوی توزیع |
| ۱۷۳ | کلیدها |
| ۱۷۳ | نوع ساخت |
| ۱۷۳ | نوع |
| ۱۷۳ | مشخصات الکتریکی |
| ۱۷۳ | مقادیر و کمکی |
| ۱۷۴ | مشخصات ساخت و طراحی |
| ۱۷۵ | تجهیزات ایمنی و مسدود کننده ها (اینترلاکها) |
| ۱۷۶ | کلیدهای کمپکت |
| ۱۷۷ | اجزاء فیدر نمونه ای (TYPICAL) تابلو |
| ۱۷۸ | تابلو اندازه گیری باس بارها |
| ۱۷۸ | فیدر موتوری (قابلیت برگشت ندارد) |
| ۱۷۹ | فیدر موتوری (با قابلیت برگشت) |
| ۱۸۰ | مشخصات فنی اصلی |

فهرست مطالب

| صفحه | عنوان |
|------|--------------------------------------|
| ۱۸۲ | مشخصات کلی طراحی |
| ۱۸۳ | مشخصات ساخت و بهره‌برداری |
| ۱۸۳ | یکسو کننده |
| ۱۸۵ | باطری |
| ۱۸۶ | اینورتر |
| ۱۸۷ | سوئیچ ثابت |
| ۱۸۸ | دستگاه دیزل ژنراتور اضطراری |
| ۱۸۸ | مشخصات فنی اصلی موتور دیزل |
| ۱۹۰ | مشخصات عملکردی |
| ۱۹۱ | مشخصات ساخت |
| ۱۹۲ | سیستم خنک کننده رادیاتور (مدار بسته) |
| ۱۹۳ | کنترل و مانیتورینگ (نشان دهنده‌ها) |
| ۱۹۶ | سیستم اتصال زمین |
| ۱۹۷ | شبکه فرعی سیستم زمین |
| ۱۹۸ | حفاظت‌های ژنراتور |

پست ۴۰۰ کیلوولت شهید رجایی

فهرست مطالب

| صفحه | عنوان |
|------|-----------------------------------------------|
| ۲۰۳ | شرح کلی |
| ۲۰۷ | اجزاء پست به ترتیب طرز قرار گرفتن |
| ۲۴۰ | سیستم حفاظتی و اندازه گیری پست |
| ۲۴۸ | بی برق و برقدار کردن یک فیدر |
| ۲۴۸ | برقدار کردن یک فیدر |
| ۲۴۸ | بی برق کردن فیدر |
| ۲۴۹ | ترانسفورماتورهای نیروگاه شهید رجایی |
| ۲۵۱ | سیم پیچی ترانسهای قدرت |
| ۲۵۲ | رله و حفاظت |
| ۲۵۳ | حفاظت شین |
| ۲۵۵ | سیستم مخابراتی PLC |
| ۲۵۵ | سیستم مخابراتی PLC در پستها و بررسی موج گیرها |
| ۲۵۶ | موارد استفاده PLC |
| ۲۵۸ | قسمتهای مختلف سیستم PLC |
| ۲۵۸ | اصول کار دستگاه مرکزی PLC |
| ۲۵۹ | محدوده فرکانس PLC |

فهرست مطالب

| صفحه | عنوان |
|------|----------------------------------------------------------|
| ۲۵۹ | سیستمهای کویلاژ و مسیر انتقال سیگنال در سیستم <i>PLC</i> |
| ۲۶۲ | روشهای مختلف اتصال سیستم <i>PLC</i> به خطوط فشار قوی |
| ۲۶۴ | سیستمهای کنترل، نظارت و حفاظت |
| ۲۶۵ | رئوس برنامه <i>FGC</i> بویلر |
| ۲۶۶ | حفاظتهای بویلر |
| ۲۶۷ | حفاظتهای توربین |
| ۲۷۱ | پرژ کوره ولیک تست |
| ۲۷۶ | لیک تست گازوئیل |
| ۲۷۸ | شرایط روشن شدن مشعل گاز |
| ۲۷۸ | مراحل روشن شدن مشعل سوخت گازی |
| ۲۸۰ | وضعیت های غیرعادی |
| ۲۸۷ | مشخصات فنی نیروگاه شهید رجایی |

مقدمه:

امروزه انرژی الکتریکی یکی از منابع مهم انرژی بوده که با هدف تولید برق روز به روز نیروگاهها، گسترش یافته است. تولید و مصرف انرژی یکی از شاخص های برجسته و گویای میزان توسعه صنعتی کشورها است.

افزایش روزافزون جمعیت جهانی و استفاده بشر از منابع کره خاک در تولید انرژی و توسعه عوامل تخریبی را به وجود آورده اند که محیط زیست انسان را در معرض خطر جدی قرار داده است.

پیشرفت و توسعه جوامع بشری با بکارگیری انرژی بیشتر و تقویت سیستم تولید مدرن میسر گردیده است. انرژی زیربنای قوی و اولیه جهت پیشرفت اقتصادی می باشد. روند روزافزون مصرف انرژی توسط انسان خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و فرهنگی محیط زیست را دگرگون ساخته است. تولید، انتقال و مصرف انرژی اثرات زیست محیطی مهمی را در اکوسیستم زمین برجای می گذارد. امروزه سیاستهای تولید و بکارگیری انرژی در مسایل زیست محیطی محلی و منطقه ای نقش عمده ای، را بر عهده دارند. بنابراین ضرورت تعیین رابطه پیچیده مسایل زیست محیطی با انرژی بیش از پیش ملموس شده است.

استفاده از منابع انرژی در عین آن که تسهیلات فراوانی را برای جوامع بشری به ارمغان آورده است. مشکلاتی از قبیل تغییر شرایط اقلیمی، اثرات گلخانه ای، گرمایش جهانی داشته است. در این راستا انسان در عین آنکه تغییرات سریعی را در اکوسیستم جهانی ایجاد می کند حجم عظیمی از آلودگیهایی را که به آسانی در داخل سیستم جذب نشده و یا قابل با

چرخش می‌باشند را به محیط اطراف خود تحمیل می‌کند. بدین ترتیب آلودگی یکی از

اثرات جنبی زیانبار بکارگیری فزاینده انرژی در تمدنهای مدرن می‌باشد.

در سال ۱۴۰۰ جمعیت کشور با احتساب نرخ رشد ۲/۲ درصد به ۱۰۸ میلیون نفر خواهد

رسید. برای تامین حداقل انرژی برق چنین جمعیتی حداقل معادل ۱۰۰ درصد نیروگاههای

موجود، به نیروگاه جدید نیاز است. از آنجا که با دو برابر شدن جمعیت، مصرف انرژی ۳ تا

۴ برابر افزایش خواهد داشت. بنابراین برآورد، روشن است که میزان آلودگی ناشی از

مصرف سوختهای فسیلی در نیروگاهها چه بر سر محیط زیست ما خواهد آورد. بدین ترتیب

مقدار کل مواد آلوده کننده هوا که از دودکش نیروگاهها به جو تخلیه خواهد شد، لااقل ۲

تا ۴ برابر میزان کنونی خواهد بود. بنابراین بررسی مسایل زیست محیطی باید با فرآیند توسعه

همراه باشد، زیرا که در این صورت است که حفظ توازن مناسب میان توسعه اقتصادی، رشد

جمعیت، استفاده منطقی از منابع و حفظ محیط زیست را در بر خواهد داشت. فرضاً اصل

مکانیابی (Land use) و ارزیابی اثرات زیست محیطی (Environmental Impact

statement) آن شیوه‌ای است که ناشی از اینگونه توسعه می‌باشد.

کلیات

انواع نیروگاههای مولد برق

نیروگاه محل تبدیل انرژی سوخت (شیمیایی) به انرژی الکتریکی می باشد. اساس نیروگاههای حرارتی بر مبنای تبدیل انرژی حرارتی حاصل از سوخت زغال سنگ، نفت، مازوت، گازوئیل، گاز و یا انرژی حرارتی ناشی از فعل و انفعالات هسته ای به انرژی الکتریکی قرار دارد.

نیروگاههای ایران با توان تولیدی ۲۶۵۷۱ مگاوات در اکثر نقاط کشور فعال بوده و بخش مهمی از سوختهای فسیلی را مصرف می کنند. سهم نیروگاههای کشور از کل سوختهای مصرفی معادل ۳۷ درصد گاز طبیعی و ۱۳ درصد فرآورده های نفتی (۸۴ درصد مازوت) عمداً نفت و گاز و نفت کوره می باشد.^۱

نیروگاههایی که جهت تولید نیروی برق در کشورمان استفاده می شوند متنوع بوده و شامل نیروگاههای برقابی - دیزلی - گازی - بخاری و سیکل ترکیبی می باشد.

«جدول ۱- سهم هریکی از نیروگاهها در تولید برق»

| نوع نیروگاه | ظرفیت تولید MW | درصد تولید برق |
|-------------|----------------|----------------|
| دیزلی | ۶۵۸ | ۲/۹ |
| برقابی | ۱۹۵۳ | ۸/۶ |
| گازی | ۸۲۰۲ | ۳۶ |
| بخاری | ۱۱۹۳۱ | ۵۲/۵ |
| مجموع | ۲۲۷۴۴ | ۱۰۰ |

^۱. تولید فرآورده های نفتی و گاز طبیعی در کشور تقریباً ۴۵۰ و ۲۶۰ میلیون بشکه معادل نفت خام می باشد.

چنانکه جدول صفحه قبل نشان می دهد با توجه به روند کنونی توسعه نیروگاهها در کشور و اهمیت بیشتر نیروگاههای بخاری و سیکل ترکیبی، نقش بخش بخاری بیش از پیش می شود.

موقعیت جغرافیایی و اقلیمی قزوین

شهرستان قزوین در دشت وسیعی در جنوب رشته کوههای البرز بین مدار $36^{\circ}15'$ طول شرقی $50'$ عرض شمالی و در شرق رشته کوه قانلاکوه قرار دارد. حداکثر درجه حرارت محیط $+41$ درجه سانتیگراد، حداقل درجه حرارت محیط -19 درجه سانتیگراد، میانگین درجه حرارت محیط $+14/5$ درجه سانتیگراد، ارتفاع از سطح دریا 1300 متر حداکثر سرعت بار 42 متر بر ثانیه در 10 متر ارتفاع رطوبت نسبی 46% و ضریب زلزله $24g\%$ برای شتاب افقی گزارش شده است.

موقعیت جغرافیایی نیروگاه شهید رجایی قزوین

این واحد بزرگ صنعتی در 25 کیلومتری جاده قزوین - تهران و در حد فاصل بین اتوبان و جاده قزوین - کرج در زمینی به مساحت 25 هکتار احداث گردیده است.

اطلاعات عمومی نیروگاه بخاری شهید رجایی

در اوایل دهه 60 به منظور تامین برق مورد نیاز منطقه تهران و مصارف صنعتی، کشاورزی، خانگی مقرر شد که یک نیروگاه به قدرت 2000 مگاوات در اطراف تهران با توجه به

اهداف انتقال و ارتقاء دانش طراحی و تکنولوژی ساخت دانش نصب و راه اندازی و دستیابی به مدیریت اجرایی تولید برق و تقلیل هزینه های ارزی، آموزش های مختلف برای کادرهای طراحی، نظارت و بهره برداری و یک نواختی در سفارش و تهیه تاسیسات و پروژه های جانبی نیروگاه احداث شود. پس از بررسی و با توجه به جمیع امکانات منطقه قزوین انتخاب و در ابتدا قرار داد این طرح برای ۱۰۰۰ مگاوات در تاریخ ۶۲/۱۲/۲۸ با شرکت صنایع سنگین میتسویشی ژاپن به امضاء رسید که نیروگاه بدون بویلر رادربر می گرفت.

از طرف دیگر طرح توسعه شرکت ماشین سازی اراک که بعدها به شرکت آذر آب تغییر نام یافت، با همکاری نزدیک شرکت توانیر مذاکراتی در خصوص خرید تکنولوژی بویلر شروع کرد تا که سرانجام شرکت I.H.I ژاپن انتخاب و قرارداد خرید تکنولوژی بویلرهای نیروگاه بین شرکت توانیر و پیمانکار شرکت ژاپنی در ۲۸ فروردین ۶۴ امضاء و مبادله شد همزمان با بررسی پیشنهادهای مربوط به نیروگاه های بدون بویلر مذاکراتی بین شرکت توانیر و شرکت E.G.I و ترانس الکترو از مجارستان جهت خرید و انتقال دانش فنی طراحی و ساخت برج خنک کن خشک نوع هلر در ایران انجام گرفت که نهایتاً در تاریخ ۶۲/۹/۲۸ قرارداد مزبور به امضاء رسیدن و مبادله شد و پس از آن شرکت اتمسفر به عنوان سازنده سیستم خنک کننده معرفی شد. و قرارداد این بخش از نیروگاه در تاریخ ۶۳/۶/۱۸ بین توانیر و اتمسفر مبادله شد. از آنجایی که اجرای طرح به صورت غیر کلیدی در دست برای اولین مرتبه در وزارت نیرو انجام می گرفت. احداث این نیروگاه طی دو مرحله پیش بینی

شده است. در فاز نخست ۴ واحد ۲۵۰ مگاواتی نصب گردید و فاز بعدی بهمین منوال اجرا گردید و در نتیجه قدرت نهایی نیروگاه بالغ بر ۲۰۰۰ مگاوات خواهد بود.

مشخصات فنی نیروگاه شهید رجایی

ظرفیت تولیدی بالغ بر ۲۰۰۰ مگاوات که در هشت واحد هر کدام بظرفیت تولیدی ۲۵۰ مگاوات می باشد. نیروی لازم جهت راه اندازی نیروگاه از طریق شبکه سراسری خواهد بود. نوع سوخت: سوخت اول نیروگاه گاز طبیعی و سوخت دوم آن مازوت ۲۰۰۰ یا ۱۱۰۰ می باشد.

آب مصرف نیروگاه: آب مصرفی از هفت حلقه چاه تامین میگردد.

انتقال برق: انرژی تولیدی این نیروگاه بوسیله ۵ خط ۴۰۰ کیلوولت به پستهای رود شوره زیاران و زنجان ارتباط دارد.

مواد اولیه تهیه بخار آب

مواد اولیه تهیه بخار آب عبارتند از: آب، سوخت و هوا

آب: آب مورد نیاز نیروگاه توسط ۷ حلقه چاه به عمق ۱۵۰ تا ۲۰۰ متری تامین می شود. ۵ حلقه در خارج از محوطه نیروگاه بخار و در محوطه نیروگاه توربین گاز قرار دارند و ۲ حلقه چاه دیگر در محوطه نیروگاه بخار قرار دارند. آب نیروگاه پس از گذراندن مراحل تصفیه که توسط بخش شیمی انجام می شود مورد استفاده سیکل قرار می گیرد.

سوخت: سوخت نیروگاه بخاری شامل گاز طبیعی، مازوت و گازوئیل می باشد. که مصرف عمده آن گاز طبیعی و مازوت می باشد.

سوخت گاز: گاز طبیعی مصرفی توسط انشعابی از خط لوله اصلی بوسیله دو لاین و به ازای هر واحد از مخازن تأمین می شود. مصرف گاز طبیعی هر واحد تقریباً ۵۰۰۰۰ لیتر می باشد. برای تست حریق از گاز نیتروژن (N_2) استفاده می کنند بدینگونه که ابتدا خط را تخلیه کرده و با تزریق N_2 در رفع نشتی و افت فشار مورد بهره برداری قرار می دهند چون N_2 یک گاز بی خطر است.

گاز از مسیر اصلی توزیع با فشار ۱۷ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع وارد واحد شده در مسیر ابتدا یک والوموتوری قرار دارد سپس فیلتر شده و بعد از فیلتر والودستی قرار دارد و در ادامه

مسیر، گاز در دو مسیر وارد سیستم می شود: ۱- مسیر اصلی گاز ۲- اگنیتور

۱- مسیر اصلی گاز: در مسیر اصلی ابتدا والودستی قرار دارد سپس گاز بوسیله *Press.*

Reducing valve فشار آن از ۱۷ به ۱۰ تقلیل می یابد. بعد فلو کنترل والو وجود دارد. همچنین

در مسیر کنتور وجود دارد بعد *vent* گاز وجود دارد که اگر احتیاج به گاز نداشته باشیم گاز به اتمسفر برود. بعد *shut off valve* قرار دارد که اگر واحد مشکل داشته باشد بسته شود.

در مسیر گاز ورودی به مشعل دو عدد *shut off valve* قرار دارد و بین آنها یک *vent* قرار دارد. مادامی که گاز به مشعل می‌رسد. *Shut off* والوها باز می‌باشند، گاز به مشعل میرسد و *vent* بسته می‌باشد. موقعی که احتیاج به گاز نداشته باشیم *shut off* والوها را بسته *vent* را باز می‌کنیم.

۲- مسیر اگنایتور: گاز در مسیر اگنایتور از دو خط تامین می‌شود: ۱- خط اصلی (متان) ۲-

Bottled کپسول

در مسیر اگنایتور (*Ignition*) ابتدا چک والو بعد والو سه راهی و سپس کنترل والو داریم که نهایتاً فشار به ۲ کیلو میرسد و اگر فشار زیاد باشد بوسیله لاینی به اتمسفر می‌رود. بعد *Leak* *CK header* وجود دارد در مسیر اگنایتور *shut off valve* وجود ندارد.

گازهای پروپان مایع می‌باشد در آن را بوسیله بخار گرم می‌نمایند. (هیدرکمکی) و وارد والو سه راهی کرده بعد ادامه مسیر را داریم.

سوخت مازوت

سیستم سوخت رسانی مازوت و گازوئیل از دو قسمت تشکیل شده است: TPH^1 , UPH^2

در قسمت UPH دارای دو ایستگاه تخلیه که یکی مربوط به واگن ها و دیگری ایستگاه تخلیه کامیونها می باشد (برای مازوت) تقسیم شده است. در UPH ۵ مخزن زیرزمینی (*Under ground*) مازوت داریم که هر مخزن دارای یک هیتر گرمایش و کندانسور مربوطه و همچنین یک لوله برای تخلیه باقی مانده مازوت می باشد. عمل تخلیه توسط سه پمپ زیمنس آلمان انجام می گیرد. که بعنوان عامل انتقالی (*Transfer*) به قسمت TPH نیروگاه می باشد.

در قسمت UPH یک مبدل حرارتی برای گرم نمودن آب برای شستشوی ایستگاههای واگن ها و کامیونها دارد. که هر مخزن زیرزمینی دارای یک فن برای خروج گازهای اضافی مخازن می باشد. ایستگاه واگن ها و کامیونها هر کدام دارای تک لنسر بخار برای گرمایش واگن ها و کامیونها می باشد. و همچنین دارای شلنگ های تخلیه واگن ها و کامیونها می باشد.

در پمپخانه مازوت یک تانک کندانیست برای جمع آوری آبهای کندانس شده هیترها وجود دارد که دارای دو پمپ کندانیست برای انتقال آبهای موجود به طرف TPH می باشد.

در UPH یک عدد جدا کننده مازوت از آب وجود دارد که مازوت به سمت مخازن زیرزمینی انتقال داده می شود و آب به چاههای حفر شده در UPH سرازیر می شود.

همچنین پمپخانه گازوئیل مستقر در UPH دارای ۲ مخزن می باشد که یک مخزن بزرگ هوایی برای گازوئیل است. که این مخزن زیرزمینی گازوئیل حاصل از تخلیه کامیونها را

¹. Unloading pump house

². Transfer pump house

جمع آوری نموده و بوسیله دو پمپ موجود در پمپخانه گازوئیل به طرف تانک هوایی هدایت نموده و در آنجا ذخیره می شود و برای مصرف توربین گاز از آن استفاده می کنند. تانک هوایی دارای یک سیستم گرمایش می باشد که آب کندانس شده از آن توسط تانک کندانیست ذخیره شده و توسط دو پمپ کندانیست ترانسفر به طرف تانک انتقالی *TPH*، انتقال داده می شود.

در *TPH* چهار عدد تانک داریم که از ۵ مخزن زیرزمینی *UPH* به آنها پمپاژ شده و نیز ۸ عدد پمپ مازوت و سه عدد پمپ گازوئیل وجود دارد. مازوت از *UPH* به *TPH* انتقال داده می شود مقداری آبی که ته مخزن ها جمع می شوند (بخار برای گرمایش) توسط جدا کننده جدا می شود آب بوسیله کانالی برای مصارف کشاورزی به پائین دست سرازیر می شود. در قسمت غرب *TPH* یک حوضچه برای جدا کردن نهایی مازوت از آب برای اطمینان بیشتر احداث گردیده است که باقی مانده روغن در آنجا جمع می شود.

دمای مازوت در خروجی *TPH* به سمت واحدها ۵۵ تا ۶۰ درجه سانتیگراد می باشد. برای گرمایش از بویلر اصلی استفاده می شود اگر افت بخار و فشار داشته باشیم از بویلر کمکی *TPH* استفاده می شود برای گرمایش همچنین در قسمت *TPH* ایستگاه تخلیه گازوئیل وجود دارد که ماشین گازوئیل را در مخزن زیرزمینی تخلیه کرده و از آنجا به مخزن هوایی پمپاژ شده و از مخزن هوایی به سمت واحدها انتقال (پمپاژ) می یابد.

گازوئیل در واحد فیلتر شده که اگر احتمالاً در مازوت انتقالی ناخالصی وجود داشته باشد بوسیله فیلتر گرفته شود. تعداد فیلتر دو عدد بوده که یکی از آنها در مدار قرار گرفته و یکی

بصورت رزرو می باشد فشار در این مرحله ۶-۷ کیلو می باشد و از آنجا وارد پمپ *high* *pressure Ressi dual oil pumps* می شود فشار در اینجا به ۳۰ کیلو و دمای مازوت به ۶۰ درجه سانتیگراد میرسد. در این قسمت هر دو پمپ در مدار می باشند. اگر فشار خروجی پمپ خیلی بالا باشد بوسیله لاین *Pressure Relief line* مازوت به تانک ذخیره مازوت انتقال داده می شود در ادامه مسیر *Pressure control line* کنترل می شود همچنین مقدار مصرفی توسط کنتور موجود در مسیر نشان داده می شود به وسیله هیتر بخار گرم شده و دمای مازوت در این مرحله به ۹۰ درجه سانتیگراد میرسد. بعد از هیتر *Pressure Relief line* وجود دارد که اگر فشار در این مرحله زیاد باشد عمل می نماید و مازوت را انتقال می دهد به تانک ذخیره مازوت انتقال می دهد.

سوخت گازوئیل

سوخت گازوئیل به عنوان سوخت راه انداز در واحد مورد استفاده قرار می گیرد. گازوئیل از *TPH* پمپاژ شده و وارد تانک روزانه گازوئیل (*Daily Tank*) می شود. این تانک دارای دو هیتر بوده که یکی در درون آن که به نام هیتر کفی و یکی در قسمت خروجی که به ساکشین هیتر معروف است.

- مسیر ورود گازوئیل برای یک مشعل: در مسیر *shut off valve* قرار دارد. البته بعد از *shut off valve* فیلتر قرار دارد و در نهایت وارد مشعل می شود.

هوا: شرایط ایجاد احتراق کامل وجود هوادر کوره بویلر است، بدین منظور از هوای اجباری

توسط فن استفاده می کنیم برای هر بویلر هوا از دو مسیر وارد می گردد. در سر راه هر مسیر

ورودی، هوا توسط *steam Air heater* اولیه گرم شده بعد هوا توسط فن *FDF* بسمت بویلر

کشیده می شود البته به دلیل اینکه *FDF* دارای صدای زیادی می باشد از یک صدا خفه کن

sailencer قبل از آن استفاده می شود این صدا خفه کن بصورت یک *Box* می باشد. بعد از

FDF مجدداً یک هیتر دیگر قرار دارد که به *steam Air heater* ثانویه معروف است و در

مواقعی که سوخت سنگین باشد از آن استفاده می کنیم. در ادامه مسیر هوای *Gas Air*

Heater قرار دارد و هوای وارد *G.A.H* می گردد.

خروجی برای دو خروجی نیز دو مسیر وجود دارد دود خروجی پس از عبور از المانهای

سوپر هیتر اولیه و اکونومايزورهای اولیه و ثانویه وارد *G.A.H* می گردد. *G.A.H* به صورت

استوانه ای و دوار با صفحات مشبک *Plate* می باشد. هوای ورودی و دود خروجی در این

هیتر دوار از دو طرف مقابل وارد می گردند و با چرخش این هیتر توسط یک الکتروموتور،

انرژی حرارتی دود به هوا منتقل می گردد. (تبادل حرارتی می شوند) و در نتیجه دمای دود

خروجی کاهش پیدا می نماید. در مسیر دود خروجی پس از عبور از المانهای اکونومايزر و

قبل از ورود آن به *G.A.H* مقداری از فلوی آن از طریق یک فن به نام *GAS*

RECIRCULATION FAN به مسیر هوای ورودی به بویلر در انتهایی ترین قسمت وارد

می گردد. در نهایت هوا وارد محفظه ای سرتاسری پشت مشعلها بنام *Wind Box* می گردد.

هوا از آنجا برای هر جفت از طریق یک مسیر که بوسیله دمپرهایی کنترل می گردد، هدایت می شود.

اساس کار نیروگاه شهید رجایی:

اساس کار نیروگاه شهید رجایی بدین صورت است که ابتدا آبی که از چاهها کشیده می شود وارد تصفیه خانه شده و بعد از انجام عملیاتی به دو قسمت تقسیم می شود یک قسمت از آن به تانکر ذخیره آب کندانسور (Condensate storage tank) و قسمت دیگر به برج خنک کننده (Dry Cooling Tower) وارد می شود.

پس از تانکر ذخیره آب کندانسور به داخل کندانسور که در زیر آن قرار دارد می ریزد و توسط پمپی (CONDENSTE PUMP) به (CONDENSATE POLISHING) وارد می شود و سپس بعد از طی کردن مسیرهایی به (MAIN EJECTOR) وارد می شود که کار آن ایجاد

خلاء در کندانسور و عمل مکش آن از توربین می باشد بعد به قسمت دیگری به نام GLAND CONDENSER وارد می شود که کار آن بالا بردن دمای آب می باشد آب در داخل بویلر به بخار تبدیل می شود و لیکن قبل از وارد شدن آب به بویلر باید آن را تا حد زیادی گرم کرد که این بر عهده هیترهای شماره ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶ می باشد سپس آب داغ وارد بویلر شده و به بخار خشک تبدیل می شود این بخار مستقیماً به توربین رفته نهایتاً باعث چرخش توربین می شود. که منجر به تولید برق می شود و سپس توسط ترانسهایی که در قسمتهای بعدی به شرح آن می پردازیم به پست و شبکه سراسری تحویل داده می شود.

تصفیه خانه:

اساس و پایه هر نیروگاه بخار از جمله نیروگاه شهید رجایی آب است که برای به حرکت در آوردن توربینها نقش حیاتی دارد. این آب از همان ۷ حلقه چاهی که توضیح داده شد تأمین می شود. آب در نیروگاه به منظور تولید بخار لازم برای توربینها و برای سرد کردن تجهیزات و همچنین برای خدمات سرویسی دهی مورد اهمیت می باشد و لیکن آب را به همان شکلی که هست نمی توان استفاده کرد بلکه برای استفاده آب باید آنرا تصفیه نمود لذا در نیروگاه قسمتی موجود است که به آن تصفیه خانه گفته می شود دلیل تصفیه آب اینست که تصفیه آب در راندمان دیگهای بخار (بویلر) و توربینها و همچنین صرفه جویی آن در نیروگاه سهم بسزایی دارد آبی که از چاهها بیرون کشیده می شود در یک استخر بزرگ در خارج از نیروگاه ذخیره می شود سپس آب توسط سه پمپی که در محل تصفیه خانه داریم به داخل یک استخر ۴۰۰۰ لیتری ریخته می شود در این استخر املاح فیزیکی شامل سنگ شن ماسه و ... ته نشین می شود بعد آب از استخر ۴۰۰۰ لیتر به داخل استخر ۶۰۰۰ لیتری سر ریز می گردد. و مقداری از املاح فیزیکی نیز در استخر ته نشین می شود بعد از این قسمت آب از استخر ۶۰۰۰ لیتری توسط ۳ پمپ به داخل فیلترهایی بنام فیلترهای شنی پمپاژ می شود در این قسمت املاحی که به خودی خود ته نشین نشده اند جداسازی می شود. سپس آب از این ۶ فیلتر وارد استخر دیگری می شود که استخر آب خام نامیده می شود بعد از استخر آب خام آب دو راهه می شود مقداری از آن در جهت مصرف داخل نیروگاه (سرویسهای بهداشتی آبیاری و ...) ضد عفونی می شود و سپس به داخل تانکرهای هوایی انتقال داده می شود برای

مصارف آشامیدنی نیز دو فیلتر کربنی داریم که آب را تصفیه می کند. مقدار باقیمانده نیز توسط ۶ پمپ از استخر آب خام کشیده می شود و وارد ۴ فیلتر که به ترتیب بنام فیلتر کاتیونی دگازور آینونی، و فیلتر میکس بد می باشد می شود در فیلترهای کاتیونی یونهای مثبت آب گرفته می شود در فیلتر دگازور مقداری از گازهای محلول در آب جذب می شوند بدین ترتیب در کنار فیلتر دگازور دو فن قرار دارد که با حرکت فنها آب به حرکت در آمده و گاز داخل آن خارج می شود و در فیلتر آینونی نیز یونهای منفی گرفته می شود و در فیلتر میکس بد یونهایی که از دو فیلتر آینونی و کاتیونی فرار کرده اند جذب می شوند لازم به تذکر است که ۴ ردیف از ۴ فیلتر در نیروگاه وجود دارد آبی که طبق این روش بدست می آید آب مقطر نامیده می شود و در یک استخر مخصوص نگهداری می شود مقداری از آب برای نگهداری و تمیز کردن فیلترها بکار می رود و مقداری نیز به سمت برج خنک کننده و مخزن نگهداری آب کندانسور فرستاده میشود.

گرم کن ها (HEATERS)

گفته شد که برای تبدیل آب به بخار از بویلر استفاده می شود و لیکن چون آب سرد است و دمای دیگ بخار نیز بسیار بالا است این عمل باعث خرابی دیگ می شود. پس در ابتدا قبل از ورود آب سرد به داخل دیگ بخار (بویلر) باید آنرا به نحوی گرم کرد برای این کار از دو سیستم کمک گرفته می شود:

۱) سیستم اکونومایزر، ۲) سیستم هیترها. بطور کلی در نیروگاه شهید رجایی ۶ هیتر وجود دارد هیترهای شماره ۱ و ۲ و ۳ و ۴ هیترهای فشار ضعیف هستند و دمای آب را تا حد کمی بالا می‌برند این هیترها درست قبل از بویلر قرار دارند سیستم هیترها بسیار مختلف است و لیکن معمولترین سیستم هیتر بدین ترتیب است که آب در داخل هیتر در لوله‌های پر پیچ و خم حرکت می‌کند و بخار و یا آب داغ نیز در تماس غیرمستقیم با آن است و آب بدین ترتیب گرم می‌شود.

دیاراتور (هیتر شماره ۴):

آب تغذیه بویلرها باید مشخصات ویژه‌ای داشته باشد. تاثیر دی‌اکسید کربن و مخصوصاً اکسیژن محلول در آب تغذیه باعث ایجاد خوردگی روی سطوح داخلی لوله‌های بویلر و درام می‌شود گاززدایی از آب در نیروگاه توسط نوع حرارتی بوسیله دی‌اریتور انجام می‌گیرد اصول کار در دی‌اریتور بدین ترتیب است که حلالیت گازهای داخل آب با افزایش درجه حرارت آب پائین می‌آید بدین ترتیب که اگر آب به مدت کافی در درجه حرارت جوش قرار بگیرد تمام گازهای محلول در آن خارج می‌شوند و به اتمسفر می‌روند دی‌اریتور باید قادر به انجام دو کار مهم باشد:

۱. آب را تا درجه حرارت جوشش گرم کند

۲. آب را به قطرات ریز تبدیل می‌کند

آب بعد از گذشتن از دی‌اریتور به تانکر نگهداری دی‌اریتور منتقل می‌شود.

پمپ تغذیه بویلر:

یکی از مهمترین و بزرگترین پمپهای نیروگاه پمپ تغذیه بویلر می باشد که باید بتواند آب تغذیه سیکل را با فشار بالا به درون بویلر بفرستد

فشار اولیه پمپ تغذیه بویلر را پمپ دیگری تامین می کند که بوستر پمپ نامیده می شود در نیروگاه های بخار برای اینکه راندمان بالاتر رود از حرارت خروجی دودکش نیز استفاده می شود بدین ترتیب که با لوله های مسیر ورودی آب به بویلر در جریان هوای گرم آب را باز هم گرمتر نموده و سپس وارد بویلر می کنند که در این کار باعث صرفه جویی در مصرف سوخت هم می شود.

بویلر (دیگ بخار):

آب تغذیه ای که به بویلر می رود در ابتدا وارد مخزن استوانه ای شکلی بنام درام می شود و پس از گذشتن از داخل لوله های متعددی درجه حرارت آب دائما افزایش پیدا کرده تا حدی که به نقطه جوش می رسد و سپس مقداری بخار در داخل همان لوله ها ایجاد می شود این بخار دارای مقداری آب می باشد که توسط تجهیزات ویژه ای آب را از بخار جدا می سازند و بخار خشک تولید می گردد بخار پس از خروج از این مخزن وارد لوله های سوپر هیتر می شود این لوله ها در معرض حرارت ناشی از دود بویلر قرار دارند بنابراین درجه حرارت بخار بالاتر رفته و در نهایت به صورت بخار خشک به داخل توربین فرستاده می شود.

ساختمان بویلر

ساختمان بویلر که در مجاورت سالن توربین قرار دارد از اجزاء زیر تشکیل شده است:

۱- بویلر: که شامل اجزاء زیر می باشد:

الف - کوره ب - اکونومايزر

ج - بخار سوپر هیتر (*steam super heater*) د- گرم کردن مجدد بخار (*steam Reheaters*)

۲- مشعل خانه (*Home burner*)

۳- فن های دمنده هوا (*FDF*) (*Forced Drafl Fan*)

۴- فن های گردشی مجدد دود (*GRF*) (*Gas Recirculation fan*)

۵- پیش گرمکنهای هوا (*GAH*) (*Gas Air Heater*)

۶- درام (*Drum*)

۷- دوده روب های بویلر (*Boiler soot Blowers*)

۸- تانک تفکیک بخار و مایع (*Flash Tank*)

۹- تانک تخلیه (*Blow Down Tank*)

۱۰- فن های تهویه مشعل خانه (*ventilation Fans*)

۱۱- فن هوای آبیندی (*seal Air Fan*)

۱۲- دوربین های نمایش دهنده شعله مشعلها

۱۳- دود کش (*stack*)

۱- بویلر: (Boiler) - بویلر همانطور که توضیح داده شد محفظه‌ای است که در آن آب تغذیه در اثر انتقال حرارت به بخار اشباع و در نهایت به بخار سوپرهیت تبدیل می‌گردد. در دیگ بخار انتقال حرارت توسط سه طریق هدایت (*conduction*)، جابجایی (*convection*)، و تشعشعی (*Radiation*) صورت می‌پذیرد. عامل هدایت توسط دیواره‌ها عامل جابجایی توسط قرار دادن فن‌های هوای اجباری و عامل تشعشعی توسط نور مشعل صورت می‌گیرد. طراحی بویلر نیروگاه شهید رجایی توسط شرکت *I.H.I* ژاپن نصب و راه‌اندازی آن توسط شرکت صنایع آذرآب صورت پذیرفته است.

این بویلر دارای توان تولیدی بخار به ظرفیت ۸۴۰ تن در ساعت و ارتفاع آن در حدود ۵۶ متر می‌باشد و دمای خرجی سوپر هیت ۵۴۰ درجه سانتیگراد است و از نوع جریان طبیعی، درام دار، همراه با گرمکن مجدد بخار می‌باشد. محفظه درون بویلر از سه مرحله (پاس)، تشکیل شده است. که انتقال حرارت در پاس اول توسط سه عامل به ترتیب تشعشعی، هدایت و جابجایی (با درصد کمتری) صورت می‌پذیرد. ولی در پاس‌های دوم و سوم عوامل عمده انتقال حرارت، جابجایی و هدایت می‌باشد.

الف - کوره: منظور از کوره همان محفظه مکعب مستطیلی است که دیواره‌های جانبی آن از لوله‌های عمودی تشکیل شده و به *Water Walls* معروف هستند. بخشی از حرارت حاصل از احتراق از طریق تشعشع و جابجایی به این لوله‌ها منتقل می‌گردد و در نتیجه آب داخل لوله‌ها تبدیل به بخار شده بعبارت دیگر در لوله‌های دیواره‌ای مخلوطی از آب و بخار موجود خواهد بود که به محض ورود به درام، آب و بخار از یکدیگر جدا می‌شود.

ب - اکونومايزر (Economizers): در نیروگاه بخار برای اینکه راندمان بهتر گردد از حرارت خروجی از دودکش استفاده نموده و با قرار دادن لوله‌هایی در مسیر ورودی آب به دیگ بخار در جریان هوای گرم، آب را گرم نموده و سپس وارد دیگ بخار می‌شود این کار باعث صرفه‌جویی در مصرف سوخت شده و بازده بویلر را افزایش می‌دهد و اصطلاحاً به این قسمت *Economizer* گویند.

ج - بخار سوپر هیتر: بخار خروجی از درام گرچه قطره آبی را به همراه ندارد ولی چنانچه به کوچکترین سطح سردی برخورد کند قسمتی از آن به بخار تبدیل شده که این نوع بخار را بخار اشباع گویند. برای اینکه بخار توانایی بیشتری (انرژی بیشتری) داشته باشد لازم است از درجه حرارت بالایی برخوردار گردد و یا اصطلاحاً خشک شود. (بخار خشک) این عمل توسط سوپر هیتر انجام می‌شود.

سوپر هیتر کردن بخار هم بازده سیکل را افزایش می‌دهد و هم بازده توربین را زیاد می‌کند.

د- گرم کردن مجدد بخار: وظیفه *Re heater* گرم نمودن بخارهای برگشتی از توربین فشار قوی است. به این ترتیب که درجه حرارت بخار برگشتی را به اندازه درجه حرارت بخار اصلی بالا برده و آنرا به سمت توربین فشار متوسط (*IP*) هدایت می‌نماید. ساختمان *Re heater* مشابه سوپر هیتر است. یعنی از مجموعه لوله‌های افقی و موازی تشکیل یافته است که در مسیر دود قرار گرفته و حرارت دود را به بخار داخل خود منتقل می‌نماید و همانند سوپر هیتر به چند بخش ری هیتر اولیه - ثانویه - تقسیم شده است.

مشعل خانه: در پاس اولیه بویلر مشعلها قرار دارند. مشعلها در دو طرف جلو و عقب بویلر قرار دارند، تعداد آن در هر بویلر ۱۰ جفت می باشد که هر ۴ عدد آنها یک ردیف را تشکیل می دهند در قسمت جلوی بویلر سه ردیف مشعل (A, B, C) و در قسمت پشت آن دو ردیف مشعل (D, E) قرار گرفته است. ردیف اول و دوم از هر قسمت از دیواره های جلو و پشت روبروی هم می باشند.

مشعلهای ردیف A و D علاوه بر مازوت و گاز با گازوئیل نیز می سوزند و این امر هنگام راه اندازی واحد جهت گرم کردن کوره تادمای حدود ۱۰۰ درجه سانتیگراد استفاده می شود. علت استفاده از گازوئیل بالا بودن خاصیت اتمیزه شدن آن می باشد. فن های دمنده هوا: وظیفه اصلی فن تامین هوای مورد لزوم برای احتراق می باشد بنابراین فن با توجه به مکشی که ایجاد می نماید هوای محیط را مکیده و در کانالها هدایت نموده که در نهایت به محوطه احتراق ختم می گردند.

فن های گردشی مجدد دود: بطور کلی دود پس از عبور *Economizer* دو مسیر را طی می کند:

۱- مسیری که به $G.A.H$ وارد می شود و پس از گرم شدن هوای خروجی از $F.D.F$ ، به دود کش می رود.

۲- در صورتی که سوخت مازوت باشد مقداری از این دود توسط $G.R.F$ مکیده شده و داخل لاین هوا می شود که هوای ورودی به *Wind box* را گرم می کند.

پیش گرم کن هوا: همانطوری که در بالا اشاره شد $G.A.H$ نوعی دیگر از گرمکن های

هوا است که با استفاده از حرارت دود خروجی از بویلر درجه حرارت هوا ورودی را به

میزان قابل توجهی افزایش می دهد. با چرخش این هیتر توسط یک الکتروموتور، انرژی

حرارتی دود به هوا منتقل می گردد بطوری که موجب افزایش دمای آن می شود. در نتیجه

دمای دود خروجی کاهش پیدا می نماید و گرمای خود را به هوا می دهد.

درام: در درام آب و بخار از یکدیگر جدا شده و بعد بخار وارد لوله های سوپر هیتر می شود

و آب بدون بخار روانه لوله های پائین آورنده شده و در نهایت به سمت لوله های دیواره ای

انتقال می یابد.

در درام اعمال دیگری نظیر تقسیم یکنواخت آب های ورودی از طریق اکونومایزر یا تزریق

محلول های شیمیایی به بویلر نیز انجام می شود.

دوده روب های بویلر: دوده روب ها به منظور تمیز نمودن سطوح گرم بویلر (شامل

واتروال ها، سوپر هیترها و اکونومایزر) و پیش گرمکن های هوا می باشد در نتیجه به منظور

حفظ بازده و ظرفیت بویلر از طریق برداشتن دوده ای و رسوبات از روی سطوح جاذب گرما

طراحی و تهیه شده اند.

بخار یا هوا، با فشار از میان نازل سوت بلورها خارج شده و دوده خشک و یا رسوبات

متمرکز شده را آزاد می سازد و همراه محصولات گازی احتراق به سمت دودکش هدایت

می کند. سوت بلورها، بسته به محل قرار گرفتن آنها در بویلر، سختی و شرایط رسوبات و

دوده، ترتیب سطوح جاذب گرما، انواع متفاوتی دارند.

در نیروگاه شهید رجایی ۱۶ سوت بلور بویلر از نوع طولی که به داخل کوره به صورت رفت و برگشتی حرکت می کنند این سوت بلورها در طرفین راست و چپ بویلر و قرینه یکدیگر قرار گرفته اند که ۸ سوت بلور در سطوح شعاعی برای تمیز کردن سوپر هیتر و دیواره فوقانی پشت کوره نصب شده اند.

تانک تفکیک بخار و مایع: مخزنی کمکی برای استفاده در مواردی که نیاز به بخار بیشتری در بعضی از قسمتها می باشد تعبیه شده است که آب و بخار خود را از بخشهایی از جمله هیتر باز (دی اریتر) می گیرد و در داخل آن، آب و بخار تفکیک شده و از بخار آن در صورت لزوم استفاده می شود این مخزن با فلاش تانک معروف است.

تانک تخلیه: آب فلاش تانک وارد تانک تخلیه می شود البته دمای آب در تانک تخلیه بالا می باشد. ابتدا دمای آب را پایین می آورند و در نهایت وارد کانال تخلیه شده و از آنجا به ETP سرازیر می شود.

فن های تهویه مشعل خانه: برای تخلیه گرمای اضافی مشعل خانه و یا در موارد ناشی از گاز، از فن های تهویه مشعل خانه استفاده می شود تا فضای مشعل خانه هم دارای دمای مطلوب باشد و هم از نشت گاز در محیط و خطرات احتمالی جلوگیری شود.

فن هوای آبیندی: در قسمت های متعددی از ساختمان بویلر، نیاز به هوای آبیندی کننده و در مواردی مقابله با گرمای کوره می باشد که می توان از چشمی های کوره، واشرها و دوده روبها، واشرها و دورین ها و ... نام برد که برای تامین این هوا از یک فن به نام فن هوای آبیندی استفاده می وشد.

دوربین‌های نمایش شعله مشعلها: برای کنترل دائمی نحوه سوختن و نوع شعله‌ها از دو

دوربین یکی در ضلع شمالی و دیگری در ضلع جنوبی استفاده شده است. که توسط دو

صفحه تلویزیونی در اتاق فرمان می‌توان شعله مشعلها را بطور دائم تحت نظر داشت.

دودکش: هرچه قدر ارتفاع دودکش کمتر باشد هزینه احداث نیرگاه نیز کمتر می‌باشد

ولیکن دو عامل مهم کوتاه بودن ارتفاع دودکش را محدود می‌کند که عبارتند از: ۱-

حفاظت محیط زیست ۲- فلوی دود خروجی

فلوی دود خروجی به پارامترهای زیر بستگی دارد:

$$\phi = C\sqrt{\Delta P}$$

$$\Delta P = P_2 - P_1$$

$$P_2 = fgh \rightarrow \Delta P = fgh - P_1$$

$$\phi = C\sqrt{fgh - P_1}$$

با توجه به رابطه بالا تنها پارامتری که می‌توان آن را تغییر داد میزان ارتفاع h می‌باشد.

بطوریکه هرچه مقدار آن را افزایش دهیم میزان ΔP افزایش پیدا می‌کند و در نتیجه فلوی

بیشتری عبور می‌کند و همچنین برعکس آن در طراحی بسته به میزان فلوی خروجی، مقدار

ارتفاع دودکش مورد نیاز پیدا می‌گردد که در مورد نیروگاه شهید رجایی این میزان ارتفاع

در حدود ۲۲۰ متر می‌باشد. ($h=220m$)

توربین:

بخار ایجاد شده توسط بویلر با فشار ۱۴۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع و دمای ۵۴۰ درجه سانتیگراد وارد توربین می شود. در توربین تبدیل انرژی (انرژی حرارتی بخار به انرژی مکانیکی) صورت می گیرد. بعبارت دیگر در اثر برخورد بخار به پره های توربین باعث حرکت دورانی پره ها و در نتیجه محوری که پره ها روی آن قرار دارند می شود و این محور که به محور ژنراتور کوپل شده انرا به گردش در می آورد و ژنراتور تولید برق می نماید یعنی در ژنراتور انرژی مکانیکی به انرژی الکتریکی تبدیل می شود.

در واقع چنین میتوان جمع بندی نمود که دردیگ بخار، انرژی شیمیایی سوخت به انرژی حرارتی تبدیل می شود و این انرژی در توربین به انرژی مکانیکی و سپس این انرژی در ژنراتور به انرژی الکتریکی تبدیل می شود.

انرژی الکتریکی $\xrightarrow{\text{Genevation}}$ انرژی مکانیکی $\xrightarrow{\text{Torbin}}$ انرژی حرارتی $\xrightarrow{\text{Boiler}}$ انرژی شیمیایی سوخت

براساس شکل و طرح پره ها، توربین های بخار را به دو دسته ضربه ای و عکس العملی تقسیم بندی می کنند. در توربین های ضربه ای، در هر طبقه یکسری از پره ها به عنوان نازل استفاده می شوند که افت آنتالپی و در نتیجه افت فشار در آنها اتفاق می افتد سرعت روتور در این نوع توربین ها خیلی زیاد است اما فشار در ردیف پره ها ثابت می ماند توربین های عکس العملی از ردیف پره های ثابت و متحرک تشکیل شده اند که پره های ثابت مانند نازل عمل می کنند. افت آنتالپی هر طبقه در هر ردیف پره ها اتفاق می افتد و فشار در ردیف پره ها ثابت نمی ماند.

توربین های مورد استفاده در نیروگاه شهید رجایی از نوع عکس العملی (Reaction) می باشد.

توربین نیروگاه شهید رجایی ساخت شرکت $M.H.I$ می باشد. و ظرفیت نامی 250000KW -

سرعت نامی 3000RPM و جهت چرخش آن موافق عقربه های ساعت که فشار ورودی و

دمای ورودی به توربین حدود 140 kg/cm^2 و 540°C می باشد. توربین دارای سه مرحله

فشار قوی HP ، فشار متوسط و فشار ضعیف می باشد.

بخار $Main\ steam$ ازدو جهت وارد توربین فشار قوی (HP) می شود در مسیر شیرهای

کنترلی وجود دارد که به ($Valve\ Governor$) معروف است تعداد آنها ۴ عدد می باشد و شیر

دیگری به نام ($Throttle\ valve$) در مسیر ورود قرار دارد که کنترلی می باشد و تعداد آنها ۲

عدد می باشد. تراتل والو قبل از $G.V$ قرار دارد بنابراین در مسیر ورودی $G.V_1$ و $G.V_2$ یک

تراتل والو و همچنین قبل از $G.V_3$, $G.V_H$ یک تراتل والو قرار دارد. وظیفه عمده تراتل والو

در حالت عادی، قطع سریع مسیر بخار در هنگام تریپ است ولی در حالت کار کرد

بصورت کامل باز است. در حالت کار کرد توانل والو باز و بخار بوسیله $G.V$ ها کنترل

می شود و در هنگام راه اندازی $G.V$ ها باز و بخار ورودی به توربین بوسیله تراتل والوها کنترل

می شود.

اجزاء ساختمان توربین

ساختمان توربین را می توان به دو بخش توربین و توربو سیکل تقسیم نمود. خروج بخار از توربین فشار پائین تا ورود آب به بویلر را اصطلاحاً توربو سیکل می نامند که خود شامل قسمتهای زیر می باشد:

- ۱- کندانسور (*condenser*)
- ۲- کندایست پمپ (*condensate pump*)
- ۳- واحد شیمیایی *C.P.P* (*condensate Polishing plant*)
- ۴- پمپ کمکی *Booster* (*condensate Booster Pump*)
- ۵- اژکتور (*Ejector*)
- ۶- گلند کندانسور (*Gland condenser*)
- ۷- گرمکن های فشار پائین (*L.P Heaters*)
- ۸- گرمکن از نوع سیستم باز (*Dearator*)
- ۹- پمپ تغذیه آب بویلر (*Boiler Feed Pump*)
- ۱۰- گرمکن های فشار بالا (*H.P Heaters*)
- ۱۱- تانک ذخیره (*storage Tank*)

کندانسور:

- **وظایف کندانسور:** بطور کلی میتوان وظایف کندانسور را بصورت ذیل خلاصه نمود:

۱- کندانس (تقطیر) بخارات خروجی از توربین

۲- صرفه جویی در آب تغذیه سیکل

۳- ایجاد خلاء

- انواع کندانسور: بطور کلی کندانسور یا بصورت ۱. سطحی (surfaces) ۲. هوایی (Air

cold C.) ۳. تماس مستقیم یا باز می باشد. که کندانسور تماس مستقیم یا پاششی (spray) یا

بصورت جت کندانسور می باشند. کندانسور نیروگاه شهید رجایی از نوع جت کندانسور

می باشد و در این نوع کندانسور بدلیل اینکه از نوع تماس مستقیم می باشد کیفیت آب خنک

کن با آب سیکل یکسان است. در این نوع کندانسور برای خنک کردن آب از برج خنک

کن خشک استفاده می شود.

کندانسور این نیروگاه از نوع فواره ای و ساخت کشور لهستان می باشد که فشار طراحی شده

برابر با 630 mm.kg و فشار کاری خلاء کندانسور 530 mm.kg می باشد. در این نوع

کندانسور که در اثر پاشش آب به بخار صورت می گیرد آب خنک کننده، حرارت بخار را

در اثر تماس مستقیم جذب و آنرا کندانس می کند. در این حالت بخار و آب مستقیماً باهم

مخلوط می شوند و چون بخار تقطیر شده به بویلر بر می گردد، بدین جهت آب خنک کننده

باید کاملاً خالص باشد.

مهمترین پارامتری که در مورد عملکرد کندانسور باید تحت کنترل دائمی باشد، سطح و

ارتفاع آب در درون کندانسور می باشد که توسط سیستم اتاق فرمان انجام می گیرد. پارامتر

مهم دیگر، کنترل فشار داخل کندانسور می باشد و بطور اتوماتیک توسط شیرهای اطمینان اتمسفر فشار به حد مجاز رسانده می شود.

محفظه داخل کندانسور با پوسته خارجی توربین LP در یک حجم قرار دارند و باهم فیکس شده اند و بخارات خروجی توربین مستقیماً از طبقه آخر بدرون کندانسور می ریزد.

- سیستم آب جبران کننده (make up system): به دلیل وجود نشت آب یا بخار در سیستم لازم است که این کمبود آب جبران گردد. به این جهت از یک مخزن که آب آن از تصفیه خانه تامین می شود و به سیستم کندانسور متصل است استفاده می کنند.

- سیستم خنک کننده (The cooling system): مقدار زیادی از حرارت بخار خروجی از توربین فشار ضعیف قابل تبدیل به کار مکانیکی نمی باشد و باید به آب کندانسور منتقل شود، بنابراین سیستم خنک کننده بخش مهمی از نیروگاه می باشد

- برج خنک کن خشک (Dry cooling Tower): آب گرم کندانسور از طریق دو لاین بوسیله دو پمپ circulating water pumps و به سمت برج خنک کننده خشک هدایت می شود در نهایت خروجی هر دو پمپ توسط یک لاین به سمت برج هدایت می گردد. آب گرم کندانسور از میان رادیاتورهای برج خنک کن عبور کرده و با هوا تماس می یابد، بدین شکل که هوا از قسمت پائین برج خنک کن وارد شده و از دهانه بالای آن خارج می شود و باعث خنک شدن آب موجود در رادیاتور می شود. آب گرم کندانسور در ارتفاع ۱۰ تا ۱۵ متر بالاتر از سطح استخر به سیستم پخش کننده آب وارد می شود و سپس از داخل لوله هایی که سطح خارجی آنها پره هایی نصب شده است (رادیاتورها) عبور می کند و در معرض

جریان هوا قرار می گیرد و آب را خنک می کند. بنابراین کار اصلی برج ایجاد خلاء داخل کندانسور در اثر پاشش آب به بخار و کاهش حجم بخار و در نتیجه کاهش حجم بخار ایجاد خلاء داخل کندانسور می باشد.

در برج ۱۲ عدد پیک کولر داریم یعنی به ازای هر سکتور (۶ عدد سکتور داریم) ۲ عدد پیک کولر داریم. اگر بخواهیم سکتوری را آبگیری بکنیم ابتدا والو درین ورودی و خروجی که موتوری هستند را بسته و سپس والوهای ورودی و خروجی سکتور باز می شوند و در نتیجه آب داخل رادیاتورهای تزریق می شود و از سوی دیگر آن به سمت پائین و لاین خروجی سکتور می آید. و در نهایت آب که درجه حرارت آن پائین آمده به سمت کندانسور درین داده می شود و به نازل های درون کندانسور رسیده و بر روی بخارات خروجی از انتهای ترین سمت توربین $L.P$ اسپری می شود.

در فصل تابستان که هوای محیط دمای بالایی دارد جهت افزایش راندمان برج در هر سکتوری دو عدد پیک کولر تعبیه شده است که مجموعاً همانطوری که گفته شد ۱۲ عدد پیک کولر داریم که راندمان مجموع آنها برابر با یک سکتور می باشد. پیک کولر با اسپری آب و همچنین جریان هوایی که فن آن ایجاد می کند اقدام به کاهش دمای آب می کند و خروجی آنها در رینگ خروجی پیک کولرها ریخته و از طریق خروجی سکتورهای ۲ و ۵ به رینگ خروجی از برج تزریق می شود و باعث افزایش راندمان می شود.

ارتفاع ۱۵۰ متری برج جهت ایجاد اختلاف فشاری است که در اثر بالا رفتن هوای گرم با محیط ایجاد می شود باعث مکش هوای اطراف برج که خنک تر می باشد شده و ناچاراً این

هوا می بایست پس از گذشتن از *Louver* ها به رادیاتور خورده و باعث خنک شدن آب درون آن می شود. مقدار باز بودن *Louver* ها به درجه حرارت محیط مقدار بار بستگی دارد. که معمولاً در فصل تابستان بیشتر باز می شود بطور مثال در بار ۱۸۰ مگاوات در حدود ۸٪ باز و در بار ۲۵۰ مگاوات ۳۰-۲۵٪ باز می شود و از اتاق فرمان درصد آن را کنترل می کنند. در برج نیروگاه از صفحات آلومینیومی استفاده شده است زیرا ضریب هدایت حرارتی آلومینیوم بیشتر از فولاد است. بطور کلی برج خنک کن نیروگاه دارای مشخصات ذیل می باشد.

۱- پمپهای گردش آب خنک کن

۲- شش عدد سکتور و هر سکتور شامل ۲۴ عدد دلتا (۱۴۴ عدد دلتا برای هر برج)

۳- ۷۲ عدد گیربکس در سکتور (به ازای هر دو عدد دلتا یک گیربکس)

۴- دو عدد والو برای درین اضطراری

۵- دو عدد والو موتوری برای بای پاس: سکتور ۳ و ۴ مسیر بای پاس دارند.

کندانسیت پمپ:

در قسمت پائین کندانسور یک خط لوله در مکش پمپ *C.P* قرار دارد که آب سیکل را تامین می کند. تعداد این پمپ دو عدد می باشد. که یکی در مدار می باشد و دیگری بصورت رزوراست که البته قبل از *C.P* فیلتر قرار گرفته این فیلترها با بسته شدن والو ماقبل از خودش به راحتی قابل شستشو می باشند. در ادامه مسیر سیکل چند هیتر قرار دارد که یک افت فشار

در لاین اصلی بوجود می‌آورد. بنابراین وجود کندانسیت پمپ قبل از هیترهای فشار ضعیف لازم است که فشار لازم را تا کندانسیت بوستر (*condensate Booster Pump*) تامین می‌نماید.

واحد شیمیایی C.P.P: آب خروجی از کندانسیت پمپ با فشار حدود ۸۷ کیلوگرم بر سانتیمترمربع وارد واحد C.P.P میگردد. C.P.P از یک فیلتر مکانیکی (*cartridge Filter*) و دو فیلتر شیمیایی به نام‌های *Resin eat cher, Mix bed polisher* تشکیل شده است. آب پس از عبور از فیلتر مکانیکی وارد *mix bed polisher* می‌شود فیلتر *mix bed polisher* تشکیل شده از یکسری ستونهای رزین آینونی و کاتیونی، که عمل یون‌زدایی سیستم را انجام می‌دهد. در قسمت CPP مسیر بای پاس وجود دارد که اگر به دلایلی رزینها اشکال داشته باشد از این مسیر استفاده شود.

هیتر به دو دسته تقسیم می‌شود:

۱- **هیتر باز:** بخار مستقیم به آب برخورد کرده و حرارت خود را به آب منتقل می‌کند.

۲- **هیتر بسته:** بخار به روی لوله‌ها برخورد کرده و انتقال حرارت صورت می‌گیرد.

در نیروگاه شهید رجایی از هر دو نوع هیتر استفاده شده است. بطور کلی هیترهای قبل از پمپ تغذیه بویلر (*B.F.P*) را هیترهای فشار ضعیف و اگر بعد از پمپ تغذیه بویلر هیتر قرار گیرد به هیتر فشار قوی معروف است.

اولین مبدل فشار ضعیف در داخل شکم کندانسور قرار دارد و دو طرف آن کندانسور بیرون آمده و محل اتصال توسط جوشکاری آب‌بندی شده است و بخارات آن از طبقه چهارم از

دو طرف توربین فشار ضعیف LP زیرکش شده است. بعد از هیتر شماره یک هیتر شماره دو قرار دارد که بخارات آن از طبقه سوم توربین LP سمت ژنراتور زیرکش شده است پس آب سیستم وارد هیتر شماره سه گشته که بخارات آن از توربین LP زیرکش شده است. و هیترهای شماره ۵ و ۶ هیترهای فشار قوی نیروگاه بوده که زیرکش هیتر شماره ۵ از توربین IP و زیرکش هیتر شماره ۶ از خط *cold Reheat* که از خروجی توربین HP می باشد تامین می گردد.

گرمکن از نوع سیستم باز: برای خارج کردن هوا و اکسیژن موجود در آب و جلوگیری از خوردگی قسمت های مختلف سیستم و بالاخص بویلر که با فشار و دمای بالا کار میکند وجود یک سیستم هواگیر لازم می باشد که این عمل توسط نوعی هیتر باز بنام دی اریتور صورت می گیرد و نحوه کار به قرار زیر می باشد:

کندانسیت بوستر پمپ (کمکی): واحد C.P.P موجب افت فشار آب شده بنابراین آب خروجی وارد کندانسیت بوستر پمپ شده تا فشار لازم را برای عبور آب از هیترهای فشار ضعیفی که در مسیر قرار دارند تامین شود بطوریکه فشار خروجی از پمپ در حدود $20-25 \frac{kg}{cm^2}$ می شود. تعداد این پمپها دو ۲ عدد می باشد که یکی از آنها در مدار می باشد و دیگری بصورت رزرو می باشد.

لاینی از کندانسیت بوستر پمپ به داخل کندانسور رفته که آب را اسپری می کند و این عمل بخاطر اینست که اگر دمای کندانسور بالا برود دمای آن را پائین بیاورند.

اژکتور: یکی از مبدل‌های حرارتی بوده و جنبه اقتصادی برای سیکل دارد که از حرارت بخاراتی که برای ایجاد خلاء درون کندانسور استفاده می‌شود و به همراه خود هوای درون کندانسور را به همراه دارد به جای اینکه به اتمسفر برود درون این مبدل انتقال حرارت کرده و در نتیجه آب خروجی از $C.B.P$ را حدود $1^{\circ}C$ بالا می‌برد. تعداد مبدل اژکتور دو عدد بوده که یکی در مدار و دیگری بصورت رزوری می‌باشد.

گلند کندانسور: پس از خروج آب از اژکتور وارد مبدل گلند کندانسور می‌گردد که این مبدل از بخارات خروجی آبیندی توربین استفاده می‌گردد و جنبه اقتصادی در طراحی داشته و دما در این مرحله $1^{\circ}C$ بالا می‌رود.

گرمکن‌های آب تغذیه بویلر: آب ورودی به بویلر بایستی در حدود 240 درجه سانتیگراد باشد بنابراین در خروجی از گلند کندانسور آب می‌بایست وارد مبدل‌های حرارتی دیگری شود که از زیرکش‌های توربین، بخارات آن تامین می‌گردد.

آب ورودی به دی‌اریتور توسط بخاری که معمولاً از اکستراکشن‌های توربین می‌آید در فشاری نزدیک به یک جو، در حالتی قرار می‌گیرد که بجوش می‌آید و این حالت باعث می‌شود که گازها و اکسیژن که در آب حل نمی‌شوند، خارج گردند. معمولاً حرکت بخار به سمت بالا است و این امر باعث می‌شود که گازهای موجود در هوا را از دی‌اریتور خارج کند و علاوه بر این چون بخار یا آب در تماس است خود نیز بعنوان هیترباز عمل می‌کند. آب ناشی از سیستم دی‌اریتور و آب تقطیر شده به مخزن ذخیره *Storage Tank* ریخته می‌شود.

پمپ تغذیه آب بویلر: برای پمپاژ آب به بویلر و بالا بردن فشار از سه عدد پمپ که به نام پمپ تغذیه بویلر معروفند استفاده می شود که دو عدد دائماً در حال کارند و یک عدد رزور می باشد. در صورتی که دبی بخار توربین از حدی کمتر شود، پمپ رزرو نیز وارد مدار می شود، پمپ تغذیه بویلر چون باید فشار بالایی تولید کند لذا از چند مرحله تشکیل شده است:

بویستر پمپ - الکتروموتور - هیدروکوپلینگ - و خود بویلر فید پمپ. بویستر پمپ فشار لازم را برای بویلر فید پمپ تامین می کند. هیدروکوپلینگ سیستمی است که جریان آب تغذیه را بوسیله تغییر سرعت *Main- BFP* کنترل می نماید. بویلر فید پمپ یکی از مهمترین پمپ در نیروگاه می باشد بدلیل اینکه فشار نهایی سیستم را تامین می کند و عملکرد آن در دمای بسیار بالا می باشد که در حدود ۲۰۰ الی ۲۴۰ درجه سانتیگراد می باشد. بنابراین ابتدا آب خروجی از *Storage Tank* وارد بویستر پمپ می شود و خروجی اب از بویستر پمپ وارد بویلر فید پمپ شده و در نهایت آب خروجی از پمپ با فشار ۱۴۰ تا ۱۷۵ کیلوگرم بر سانتی متر مربع که بستگی به نوع شرایط دارد، خارج می گردد.

گرمکن های فشار بالا: آب تغذیه با تامین فشار نهایی در خروجی از بویلر فید پمپ وارد هیترهای فشار قوی که تعداد آنها در این نیروگاه ۲ عدد می باشد، می شود دمای ورودی به هیتر شماره ۵، 168°C و خروجی از آن که روی هیتر شماره ۶ می باشد 203°C می باشد و در نهایت خروجی از هیتر شماره ۶ برای ورود به بویلر 240°C می گردد. البته در بارهای

مختلف اعداد فوق تغییر می کند. زیرکش بخار برای هیتر شماره ۵ از توربین IP و برای هیتر شماره ۶ $cold Reheat$ می باشد.

تانک ذخیره ($storage\ Tank$): فشار آب پس از عبور از دریایرتور افت پیدا می کند از این قسمت آب بایستی فشار نهایی پیدا نماید این عمل توسط $B.F.P$ انجام می گیرد. برای تامین دبی مناسب جهت ورود به $B.F.P$ قبل از آن از $storage\ tank$ استفاده می شود و همچنین برای تامین فشار لازم (ساکشن) این پمپ، تانک ذخیره در ارتفاع قرار گرفته است.

توربوژنراتور

اصل کلی ماشین سنکرون

ماشین سنکرون سه فاز، ماشینی دوار است متشکل از:

یک استاتور سه فاز که سیم پیچ شده است و در شکافهای هسته با فواصل یکنواخت چیده شده که مدار آرمیچری نامیده می شود.

یک روتور با میدانی سیم پیچ که در شکافهای هسته توزیع شده و در یک مدار تک فاز قرار گرفته تحریک نامیده می شود.

استاتور و روتور بوسیله فضای هوا (فرمینگ هوا) از هم جدا میشوند که شکاف هوا نامیده میشود. اصل کار براساس پدید استنتاج الکترو مغناطیس می باشد. جریان مستقیم که در میدان تحریک در جریان است، میدانی مغناطیسی ساکنی را تولید میکند. وقتی که میدان تحریک می چرخد، حوزه مغناطیسی برای استاتور بعنوان یک حوزه مغناطیسی دوار ظاهر می شود که در سطح تغییر می کند. با بیرون آمدن از قطبهای روتور، جریان (فلو) مغناطیسی، درون دندانه های استاتور جریان می یابد و مدار مغناطیسی بر روی یوغ استاتور بسته می شود. کنداكتورهای استاتور، روی شیارهای استاتور قرار گرفته اند در عمقی که یک میدان مغناطیسی متغیر در آن وجود دارد که ولتاژ القاء شده طبق قانون لنز بدست می آید.

$$E = \frac{d\phi}{dt}$$

در حالیکه ϕ فلوی عبوری را نشان می دهد.

برای مصارف صنعتی، تا جایی که ممکن است ولتاژ باید سینوسی شکل باشد.

براین اساس، کارهای ذیل انجام میگیرد:

توزیع سیم پیچ در شیارهای بیشتری در قطب هر فاز.

اتصال قسمت اکتیو هر کویل، در مسیری کوتاهتر از هر قطب.

تعداد قطبهای یک ماشین سنکرون، براساس سرعت مکانیکی و فرکانس الکتریکی در

ماشینی که آماده بهره برداری است تعیین میگردد. سرعت سنکرونی یک ماشین سنکرون،

همان سرعت در ماشینهایی میباشد که بطور نرمال تحت شرایط یکنواخت و بالانس کار

میکنند و با این فرمول داده میشود:

$$n = \frac{120 \cdot f}{p}$$

در اینجا:

n = سرعت دور موتور در دقیقه

f = فرکانس الکتریکی در هرتز

p = تعداد قطبها

بنابراین ماشینهای سنکرون توسط سرعت دواری (ریتینینگ) مشخص میگردند که وابسته به

فرکانس شبکه ای است، آنها به هم متصل می باشند و عملاً ثابت هستند، و سرعت

سینکرونیزم نامیده می شوند.

تشریح ژنراتور

دورنمایی از ژنراتور

ژنراتور که براساس قرارداد طراحی شده، ماشینی است دارای سیستم خنک کننده هوا، با یک جفت قطب با روتور سیلندری، که تهویه آن بصورت مدار بسته توسط مبدل‌های حرارتی هوا به آب انجام میگیرد که در قسمت پائین پوسته استاتور جای گرفته است. (شکل ۱ را ببینید). یک فرو رفتگی کوچک به عمق تقریبی هزار میلیمتر مسیر هوای خنک را کالم مینماید. ژنراتور توسط روتور به توربین گازی V94.2 متصل شده است.

استاتور

اجزای اصلی استاتور عبارتند از:

- پوسته

- ورقه‌های هسته شامل سیم‌پیچ

- اتصال قسمت‌های انعطاف‌پذیر هسته استاتور در پوسته

پوسته

پوسته که از فولاد ساخته شده، شیار افقی است که در بالا و ته به دو نیمه مساوی تقسیم شده است. ورقه‌های هسته، اولین باندول ایجاد شده است که در نیمه پائینی پوسته گذاشته میشود و سپس نیمه بالایی با پیچ روی آن محکم میگردد. هر دو قسمت، نیروها را به فونداسیون

انتقال می دهند و جریان هوای خنک را هدایت میکنند. برای این منظور آخر، سرپوشهایی در انتهای آنها بکار میرود. سرپوش بیرونی، مدار جریان خنک ژنراتور را از اطراف جدا می سازد، و سرپوش داخلی، محفظه ها را قبل و بعد از فن مجزا میکند (یعنی قبل از مکش و بعد از فشار)

ورقه های هسته

ورقه های هسته، شامل تعداد نسبتاً زیادی بسته های ورقه شده نازکی است که بوسیله مسیرهای تهویه شعاعی هوا، جدا شده اند و عرض این کانالهای عبور هوا بوسیله فاصله گذار یک قسمتی و نقاط جوشکاری شده به یک قسمت محافظ، معین میگردند. هر ورقه هسته، شامل تلفات کم و غیر جهت دار می باشد که زینگمنهای (اجزای) آن از الکتروپلیت هایی که پوشش سیلیکون ساخته شده. اجزای آنها از رولهای ورقه فولادی هستند که مارک دار و مشخص هستند. آنها دندانه دار هستند و طرفین این ورقه ها با عایق و اریش پوشش داده شده اند. در نتیجه، مقاومت مابقی بالایی بین اجزاء (زیگمنتها) نسبت به فرسودگی، بوجود می آید. هسته خودنگهدار، خارج از پوسته قرار دارد، زیگمنتها از یک سو لایه به لایه دیگر، نیمه نیمه روی هم افتاده اند. اتصال کوپلها در پشت هسته به دو منظور بکار رفته: آنها محل دقیق هر ورقه را و اتصال محکم به صفحه های پرس شده ای که به انتهای هر دو چسبیده شده اند را فراهم می آورد. این صفحه ها که از آلیاژ آلومینیوم آبکاری و سرد شده ساخته شده اند، با وجود آوردن یک پوشش خوب بین ورقه های انتهایی و انتهای میدان پراکندگی،

باعث کم شدن تلفات می شوند. (تلفات را در سطح کمی نگه می دارند). این صفحه های پرسی (Press Plates)، ندرتاً شکلی به صورت بشقاب دارند و به شکل موثری مانند واشرهای بزرگ *belleville* عمل می کنند. پرس انگشتی هایی که بین صفحه پرس و انتهای صفحه جای داده شده اند، فشار اعمال شده را بوسیله صفحه پرس به هسته و خصوصاً به دندانهای صفحه انتقال می دهند.

اتصال قسمتهای انعطاف پذیر ورقه های هسته

ورقه های هسته در پوسته بصورت فنی مونتاژ شده اند. در چنین حالتی، بیشتر از لرزشهای هسته به فونداسیون فرستاده نمی شود. بنابراین با بکارگیری دو نقطه آویزان (معلق) هدایت و مستهلک می شود. (شکل دو را ببینید). این ترکیب و طرز چیدن، البته موجب تفاوتی بین پوسته و هسته در انبساط حرارتی می شود.

سیم پیچ استاتور

سیم پیچ استاتور، متشکل است از سه فاز، دو قطب، دو قطب، نوع روی هم و گام کوتاه. کویلها متشکل هستند از تعدادی استرند (کنداکتور) مسی توپر (جامد). هریک از این استرندها یا پیچکها توسط دو لایه داکرون اپوسکی و فیبرهای شیشه ای عایق بندی شده اند. یک دسته از استرندها (که کویل را تشکیل می دهد)، بر طبق روش روبل (ترانسپوزه) برای کاهش تلفات جریان چرخشی، بهم پیچانده شده اند. (شکل ۳ را ببینید). عایق اصلی سیم پیچ

استاتور تشکیل شده از نوار کاغذ میکا که روی آن از یک لایه فیبر شیشه که از قبل با رزین اپوکسی خورانده شده، تشکیل شده است. این نوار، بدور یکدسته از استرندها (کویل) پیچانده شده تا عایقی یکدست و یکنواخت را در طول شیارها و سوارخای انتهای آنها، ارائه دهد. حبابهای حبس شده هوا که در خلال نواربندی وارد کویلها شده‌اند توسط جریان گردشی و کیوم بیرون کشیده میشوند، و بعد با فشار و گرما برای پولیمرایز کردن رزین‌ها روبرو میشوند. در آخر، سطح با نوار هادی کامل میشود که دارای ویژگیهای متفاوتی است در قیمت شیار و در پیشانی کویل، تا حفاظت کرونا مناسب و درجه‌بندی بدست آید.

همچنین عایق بکار رفته شده در این سیستم کلاس f می‌باشد و تحت شرایط بهره‌برداری، عایق از خواص پایداری طولانی مدت الکتریکی و مکانیکی قابل توجهی برخوردار است.

بدنبال جاسازی آنها درون شیارهای استاتور، کویلها بوسیله پکیرها (*Packers*) موجی سمت هادی، مسدود میشوند، بین ته و بالای کویلها، جداکننده‌ای جاسازی شده که در جایگاهی مطمئن، سنسور (*RTD*) جهت سنس نمودن درجه حرارت قرار گرفته است. با در میان قرار دادن نوارهای فنری موج‌دار شعاعی، گوه‌ها، کویلها را درون شیارها می‌بندند. این موارد آخر: یک نوار موج‌دار فنری تشکیل میدهد که باعث محکم نگه‌داشتن کویلها در شیارها میشود (شکل ۴ را ببینید). سپس کویلها بوسیله جوشکاری خاصی (که بریزینگ نامیده می‌شود) به یکدیگر متصل میشوند و با درپوشهایی که با خمیر عایق پر شده‌اند، عایق‌بندی میشوند. اتصال بین گروههای کویل توسط کویلهای مسی عایق شده با همان سیستم عایق کردن یک کویل، صورت می‌گیرد. ترمینالها از کویلهای مسی مربع شکلی (چهار گوش)

هستند، با سوراخهایی برای بستن کابل (یا فلکسیبل). سیستم عایق‌بندی کردن، خاصیت داری الکتریک قابل توجهی و حرارت خوبی به سیم‌پیچ می‌دهد. دارا بودن این مشخصات، عمر زیادی را برای سیم‌پیچ گارانتی میکند. کلیه متریالهای استفاده شده در استاتور، از عایق کلاس B می‌باشند که دارای خاصیت شعله‌نگیر و خود خاموش کن هستند.

پارامترهای اختصاصی استاتور

هسته استاتور

| | |
|-----------------------------|-----------|
| طول هسته | 4620 mm |
| قطر داخلی هسته | 1150 mm |
| قطر خارج هسته | 2510 mm |
| نوع شیار | باز |
| تعداد شیارهای استاتور | 60 |
| ارتفاع شیارهای استاتور | 260 mm |
| پهنای شیارهای استاتور | 26 mm |
| ضخامت ورقه‌های | 0.5 mm |
| تعداد ورقه‌های برای یک لایه | |
| مواد (متریال) صفحه پرس شده | آلومینیوم |

سیم پیچ استاتور

| نوع سیم پیچ | نوع رویهم |
|---------------------------------------------------------|---------------------|
| گام کوئل بر حسب گام شیار | 25 |
| دور در فاز هر سری | 10 |
| تعداد مدارهای موازی در هر فاز | 2 |
| تعداد کویلها در هر شیار | 2 |
| اتصال سیم پیچ | Y (ستاره) |
| ترانسپوزه نمودن (روبل نمودن) کویلها در قسمت راست کویلها | بله در 360° |
| بخش متقاطع کوئل استاتور | 1375 mm^2 |
| تعداد استرندها (پیچکها) در کویلها | $104 (25 \times 2)$ |
| ابعاد استرندها | 8.4×1.6 |
| ابعاد استرندهای عایق شده | 8.58×1.18 |
| جدا کننده عمودی | 0.2 mm |
| فاصله گذار بین کویلها | 10 mm |
| لایه شیار پائینی | 0.5 mm |
| گوه | 10 mm |

مواد کویلها

| | |
|---------------|------------------------------------------------|
| جوشکاری | نحوه اتصالات در هر سری |
| F | کلاس عایق |
| $0.0012\ ohm$ | مقاومت اهمی در ۷۵ درجه سانتیگراد |
| $0.427\mu F$ | ظرفیت الکتریکی یک فاز نسبت به زمین |
| $32.5\ KV$ | تست ولتاژ در فرکانس نامی ۵۰ هرتز برای ۶۰ ثانیه |

اوزان

| | |
|----------|--------------------------------------|
| $110\ t$ | هسته استاتور |
| $15\ t$ | سیم پیچ استاتور |
| $37\ t$ | قالب استاتور |
| $168\ t$ | استاتور کامل بدون یاتاقانها و کولرها |
| $6.8\ t$ | پایه ها (پدستال) |

روتور

اجزای اصلی روتور عبارتند از:

بدنه روتور

سیم پیچ روتور

سیم پیچ خفه کننده (تضعیف کننده)

حلقه های جمع کننده (ریتینینگ رینگ)

هواکش ها (فن ها)

بدنه روتور

بدنه روتور از یک فولاد یکپارچه با آلیاژ مرغوب درست شده است و با چکهای لازم و زیادی که در هنگام ساخت توسط *ANSALDO* انجام میگیرد، خواص مغناطیسی، شیمیائی و مکانیکی این قسمت مهم ماشین (بدنه) معین میگردد. اتصال با توربین، انجام شده است بوسیله، یک آلیاژ یکپارچه که در انتهای شافت قرار گرفته. جهت جاسازی سیم پیچ در بدنه روتور، شیارهای مربع شکلی داخل بدنه روتور برای سیم پیچها مهیا شده است. انتهای شافت یک منفذ محوری هم مرکز دارد که تا بدنه روتور امتداد می یابد و با دو سوراخ جهت اتصال جریان تحریک همراه است.

سیم پیچ روتور

سیم پیچ روتور، دارای یک مسیر مستقیم خنک کننده است. که شامل کنداکتورهای توخالی و چهارگوشی است که از آلیاژ مس با ۰/۱ درصد نقره برای افزایش توان حرارتی ساخته شده اند. (شکل ۵ را ببینید). بالا رفتن حرارت هنگام بهره برداری، باعث انبساط سیم پیچ روتور، بطور متقارن از وسط به طرف انتها به سمت بیرون میشود. کولینگ محوری، در افزایش درجه حرارت در مسیرهای شعاعی درون یک کوئل، تفاوت های اندکی را متضمن می شود به همین دلیل هیچ حرکتی از کنداکتور تحت شرایط ثابت و پایدار یا ناپایدار و گذرا اتفاق نمی افتد.

ساختار کل بدنه (مس + عایق) طوری طراحی شده که تمامی شیارها به عنوان یک واحد، پر شده و گسترش پیدا می کنند و در مقابل گوه، می لغزند که این لغزش با ضریب اصطکاکی پائینی صورت می پذیرد. این عمل به لرزش تحت شرایط بارگیری و بدون بار منتهی می شود. یک لایه به شکل v که از ورق پلی آمید درست شده است در شیار بعنوان عایق بکار میرود، عایق سیم پیچ در انتهای سیم پیچ، از همان متریال ساخته شده است. در شیار از پارچه فایبر گلاسی که با رزین اپوکسی دار اشباع شده، استفاده می شود. در انتهای فاصله گذار سیم پیچ، تکه هایی از پارچه فایبر گلاس که با رزین اپوکسی اشباع شده، استفاده می شود تا کویلها را دقیقاً با توجه به هریک در جای خود قرار دهد و مسیر هوای خنک را مشخص کند.

همه متریالهای عایقی بکار رفته در روتور از عایق کلاس B می باشند که همه شعله نگیر و خود خاموش کن هستند.

گوه ها که زبانه ای شکل هستند از آلیاژ مس، نیکل با قابلیت هدایت بالایی ساخته شده اند و برای مسدود کردن شیارها مورد استفاده قرار می گیرند، همچنین این گوه ها بخشی از سیم پیچ خفه کننده (دمپر) هستند، که در قسمت بعد توضیح داده شد.

سیم پیچ خفه کننده (تضعیف کننده)

کار سیم پیچ خفه کننده، فراهم نمودن یک مسیر مقاومت پائین است برای جریانهایی که بوسیله میدان دوار مربوط به روتور، بوجود می آیند و بدینوسیله باعث جذب جریان مخرب

به هنگام ایجاد اتصال کوتاه میشود. سیم پیچ خفه کننده بوسیله گوه های شیار سیم پیچ، شکل گرفته اند که از آلیاژ مس، نیکل با قابلیت هدایت خوبی ساخته شده اند و هر تکه به تنهایی بدون قطع شدن، در امتداد طول روتور میباشد. (در طور روتور بطور یکپارچه بهم متصل هستند). در محل استقرار حلقه های جمع کننده، نیروی گریز از مرکز آنها را به یکدیگر می چسباند تا یک قفس خفه کننده کامل تشکیل شود. سیم پیچ خفه کننده برای محافظت از جریانات میدانهای معکوس (که قبلاً شرح داده شده) مناسب میباشد. (شکل ۶ را ببینید).

حلقه های جمع کننده

حلقه های جمع کننده روتور که از فولاد غیر مغناطیسی چدن، با کیفیت بالا ساخته شده اند، انتهای سیم پیچ را در جای خود بطور محکم نگه میدارند و آنها را از تغییر شکل پیدا کردن ناشی از نیروهای گریز از مرکز محافظت میکند. حلقه های جمع کننده روی بدنه روتور در یک حالت معلق، ناشی از عملیات حرارتی منقبض و جمع شده اند. آنها در محور روتور قرار گرفته اند که بوسیله سیم نیزه ای بر روی دندانها قفل شده اند (شکل ۶ را ببینید). بدلیل معلق بودنشان، هیچ نیروی ناشی از انبساط حرارتی و سیم پیچها نمی تواند به شافت انتقال یابد. در نتیجه این کار، لرزش روتور از درجه حرارت سیم پیچ تبعیت نمی کند. متریال حلقه های جمع کننده در مقابل خوردگی و شکنندگی مقاوم هستند. حلقه های جمع کننده، اجزایی از ژنراتور هستند که بیشترین فشار به آنها وارد میشود، به همین منظور بوسیله شرکت سازنده و

کارخانه *ANSALDO* تست‌های متعددی انجام می‌گیرد تا مطمئن شوند که خواص آنها با مشخصاتشان مطابقت دارند.

هواکش‌های محوری (فن‌های محوری)

در طرفین شافت هواکشهایی وجود دارد که قسمت میانی هواکش روی سطح شافت جمع (براساس حرارت) شده است. پره‌های هواکش (فن) از آلیاژ آلومینیوم سخت ساخته شده، زاویه‌های آنها برای سرعت چرخشی مناسب است و از طریق پیچ به محل اتصال هواکش، متصل می‌گردد و جریان هوا را مطلوب می‌سازد.

پارامترهای اختصاصی روتور

| | |
|-------------------------|------------------------------------------------|
| 1050 mm | قطر درونی |
| 4620 mm | طول قسمت فعال |
| 8140 mm | طول بین مرکز یاتاقانها |
| بطور مستقیم | سیستم خنک کننده سیم پیچ روتور |
| 36 | تعداد شیارها |
| 95 | دورهای موثر در قطب |
| 269 mm ² | سطح مقطع کنداکتورها |
| | کلاس عایقی |
| 0.188 ohm | مقاومت اهمی در ۷۵ درجه سانتیگراد |
| Cu/Ag 0.7 مس ۰/۱ نقره | مواد کنداکتور |
| 3600 rpm | تست دور زیاد برای دو دقیقه |
| 2.96 KV | تست ولتاژ در فرکانس نامی ۵۰ هرتز برای ۶۰ ثانیه |
| Cr/Mn 18.18 روم / منگنز | سوار نمودن (مونتاژ) حلقه های جمع کننده |
| نوع ژور نال | نوع یاتاقانها |
| روی پدمتالها (پایه ها) | ترتیب و ترکیب یاتاقانها |
| 5.9 t | وزن سیم پیچ روتور |
| 41 t | وزن کامل روتور |

سیستم خنک کننده

دو هواکش محوری که با چرخش روتور به حرکت در می آیند هوای سیستم خنک کننده را تامین میکنند. دو مسیر پارالل هوای خنک وجود دارد که هر مدار بوسیله یکی از هواکشهای محوری تغذیه میشود. این مدارهای خنک کننده هوا، از وسط ژنراتور قرینه هستند. (همانطور که در شکل ۷ نشان داده شده است).

مسیر هوای خنک کن در استاتور

استاتور به چند بخش تقسیم شده است، برای هر نیمه ژنراتور، چهار محفظه تهویه وجود دارد. یک قسمت هوای خنک مستقیماً بدرون شکاف موا بین روتور و استاتور فرستاده میشود، در اینجا به هوای خنکی که از انتهای سیم پیچ روتور بیرون می آید ملحق میشود، با یکدیگر از قسمت شکاف هوا عبور میکنند از داخل مسیرهای شعاعی در ورقه های هسته، و به اولین محفظه پوسته وارد میشود، از آن نقطه هوای گرم به سوی کولرها جریان پیدا میکند و به طرف فن (هواکش) برمیگردد. قسمت دیگر از درون انتهای سیم پیچ (پیشانی سیم پیچ) استاتور به طرف خارج جریان می یابد، از خلال کانالهای محوری عبور میکند و وارد دومین محفظه پوسته میگردد. در آن نقطه به طرف داخل از طریق مسیرهای شعاعی در ورقه های هسته، جریان می یابد، وارد شکاف هوا میشود و به طرف بالا می رود. یک قسمت به طرف خارج از خلال مسیرهای شعاعی عبور می کند و وارد محفظه شماره ۱ پوسته میگردد. قسمت دیگر به طرف مرکز ماشین جریان می یابد جایی که به هوای خنک روتور ملحق می گردد.

یک قسمت هوا از دومین محفظه پوسته، از طریق کانالهای محوری، به طرف چهارمین محفظه پوسته هدایت می شود و از آن نقطه در یک سمت شعاعی به طرف شکاف هوا جریان پیدا می کند در جایی که با هوای خنک روتور در هم ادغام (میکس) میگردند. هوای خنک از محفظه دوم و چهارم پوسته جریان می یابد و هوای خنک روتور از خلال مسیرهای شعاعی بطرف محفظه سوم پوسته بیرون می آید. از آن نقطه هوای گرم از طریق کولرها به عقب جریان می یابد و سپس به طرف فن (هواکش) باز میگردد.

مسیر هوای خنک در کنداکتورهای روتور

مسیر هوای خنک در روتور، بواسطه چرخش روتور بوجود می آید. مجرای خروج هوا از مجرای ورود، شعاع بزرگتری دارد، به همین دلیل فشار لازم برای تولید جریان هوا را بوجود می آورد. هوای خنک بین شافت و رینگ مرکزی (حلقه مرکزی) وارد روتور میشود و به داخل محفظه انتهای سیم پیچ (پیشانی سیم پیچ) جریان می یابد. در مجرای ورود به سمت شیارها، هوا به درون کنداکتورها وارد میشود و آنجا بدو قسمت جریان پیدا می کند. یک قسمت بدرون کنداکتورها در شیارها، جریان می یابد و به مرکز روتور می رسد. در آنجا بیرون می آید و از طریق سوراخهای شعاعی شیاربندی نشده در کنداکتورها و شکافهای منتهی به گوه ها به شکاف هوا میرسد. دومین قسمت درون کنداکتورها در انتهای سیم پیچ (پیشانی سیم پیچ) جریان می یابد به محورهای قطبها میرسد، از کنداکتورها میگذرد و از طریق شیارهای کوتاه در انتهای بدنه روتور به طرف شکاف هوا بیرون می آید.

فیلترهای جبران هوا

در سیستم خنک کننده بسته، که توسط فن های طرفین روتور بوجود آمده است، نشتی هوا به بیرون اجتناب ناپذیر است. در انتهای نواحی، جایی که فشار مضاعف غالب میشود هوا میتواند به طرف بیرون نشت پیدا کند. (در جهت فشار فن). در نواحی، جایی که وکیوم غالب می شود هوا میتواند به طرف داخل کشیده شود (در جهت مکش فن).

بهر حال نباید بخاطر جابجایی هوا، مسیر هوا از طریق درزها و ترکها وارد ژنراتور شود، ورودی هوای جبرانی بداخل ژنراتور، باید کنترل گردد از طریق دریچه های بخصوصی که به این منظور فراهم آمده اند. این دریچه ها در نواحی ساخته شده اند که دارای (مینیمم) حداقل فشار ثابت می باشد، بطور مثال در نواحی که هوا سریعاً به طرف فن جریان پیدا میکند. بمنظور جلوگیری از وارد شدن هوا به ژنراتور در زمان جابجایی هوا، دریچه های هوا به فیلترهای مجهز شده اند که به کاورهای بیرونی متصل شده اند. در بازدیدهای دوره ای تعمیرات، فیلترها باید تمیز شوند و یا بیرون آورده شده و تعویض گردند.

کولرها

کولرها مبدل های حرارتی از نوع سطح میباشند که برای خنک کردن هوا، در پشت ژنراتور قرار گرفته اند. در کولرها آب، هوای گرم شده را خنک مینماید. کولرها شامل چهار المنت (عنصر) هستند، آنها در قسمت پائینی پوسته بطور افقی قرار گرفته اند و جریان آب و هوا در کولر بصورت پارالل می باشد. هر المنت از تعداد نسبتاً زیادی لوله های راست تشکیل شده

که بمنظور تبادل حرارتی، در سطح مجهز به فین هایی (سیمهای نازک) در سطح خارجی میباشند.

آب خنک درون لوله ها جریان می یابد و هوای ژنراتور توسط آب از طریق سطح بیرونی خنک میشود. هر دو طرف لوله ها، در محفظه های آب محکوم شده اند. محفظه های آب بدو بخش ورودی آب و خروجی آب تقسیم شده است. که در یک جهت متقابل نسبت به جریان هوا قرار گرفته است.

پارامترهای اختصاصی

| | |
|------------------------------------------------------|-----------------------|
| درجه حرارت آب در ورودی کولرها | 32 °C |
| درجه حرارت آب در خروجی کولرها | 38 °C |
| درجه حرارت هوا در خروجی کولرها | 40 °C |
| درجه حرارت هوا در ورودی کولرها | 58 °C |
| تلفات دربار اسمی | 2263 KW |
| توان خروجی با خراجی بودن یک کولر (در صورت قدرت اسمی) | 67% |
| اندازه جریان هوا (در سطح دریا) | 44.8 mc/sec |
| اندازه جریان آب | 310mc/h |
| فشار آب طبق طراحی | 1.0 Mpa |
| تعداد کولرها | 4×25% |
| مواد لوله‌های کولرها | Cu/Ni 90.10 مس / نیکل |
| مواد محفظه‌های لوله‌ها | فولاد کربن |
| مواد محفظه‌های آب | فولاد کربن با محافظ |

یاتاقانها

تشریح:

در قسمت انتهایی هر ژنراتور، یک پایه یاتاقان جوشکاری شده وجود دارد. پوششهای یاتاقان که از نوع پاکتی می باشند و بطور افقی به دو نیمه شده اند، روتور را محافظت میکنند. وقتی روتور می چرخد، یک فیلم روغنی که توسط فشار هیدرولیک (موتور پمپ) تامین میشود یا روتورها را مهار میکند و یاتاقان را از ساییدگی محافظت مینماید. فواصل یاتاقانهای نوع ژورنال طوری قرار گرفته اند که حداقل قابلیت اطمینان بهره برداری را در فضای کم و افت اصطکاک پائین ارائه دهند. دیوارهای یاتاقان از فولاد ساخته شده اند که سطح داخل آنها با یک آلیاژ فلز سفید سیاربندی شده است. جهت مرکز یابی یاتاقن از چهار صفحه تبدیل که بدور محیط یاتاقان هستند استفاده میگردد، رینگ یاتاقان در مکان خود توسط درپوش یاتاقان نگه داشته میشود. بمنظور اجتناب از ورود روغن به ماشین، یاتاقانه از پوسته استاتور جدا هستند و بوسیله دو لایه آب بندی از نوع لایرنیت آب بندی میشوند. (شکل ۹ را ببینید). برای جلوگیری از عبور جریان شافت به داخل یاتاقانها، یاتاقان روی پایه غیرمتحرک، دو لایه عایق دارد که این دو لایه عایق متشکل است از صفحه تبدیلیایی که متریال عایق بندی دارند و یک لایه بین یاتاقان و رینگ یاتاقان قرار گرفته است.

روغنکاری

از درون سوراخهایی در محفظه یاتاقان و روزنه ورودی جانبی، روغن دارد یاتاقان میشود. از روزنه ورودی روغن، روغن عبور میکند و به ورودی روغن دیواره یاتاقان میرسد. به هر دو سطح خارجی، روغن خارج از یاتاقان، بر کل محیط شافت جریان می یابد.

کنترل (نظارت) حرارتی

درجه حرارت فلز یاتاقان، معیار مناسبی برای نظارت و کنترل کردن بر طرز عمل صحیح یاتاقان. با استفاده از عناصر اندازه گیری دما، درجه حرارت در نیمه پائین محفظه یاتاقان اندازه گیری می شود. با افزایش درجه حرارت، سیگنال آلارم و تریپ توربین انجام میگیرد.

پارامترهای اختصاصی

نوع روغنکاری

| | |
|--------------------------------------------------|-----------|
| دمای اسمی ورودی روغن | 50 °C |
| فشار اسمی ورودی روغن | 1.8 bar |
| سیستم جکینگ روغن (روغن بالابر) | بله |
| اندازه جریان روغن اسمی (یاتاقان سمت مخالف تحریک) | 160 l/min |
| اندازه جریان روغن اسمی (یاتاقان سمت تحریک) | 100 l/min |

رینگهای لغزشی و نگهدارنده‌های ذغالی

رینگهای لغزشی و نگهدارنده‌های ذغالی، جریان تحریک را از سیستم ساکن و ثابت تحریک به سیم‌پیچ میدان چرخشی انتقال می‌دهد. رینگهای لغزشی شیاردار هستند و در قسمت انتهای غیرمتحرک روی یک شافت قرار گرفته‌اند. یک لایه عایق در شافت تعبیه شده و رینگهای لغزشی درون آن برای قفل کردن آنها در مکان خودشان متصل شده‌اند. (شکل ۱۰ را ببینید). نگهدارنده‌های ذغالی با پوسته با یکدیگر بر روی یک صفحه مونتاژ شده‌اند. ذغال و رینگهای لغزشی را می‌تواند از درون پنجره‌هایی در محفظه مشاهده نمود. ذغالها از گرافیت طبیعی ساخته شده‌اند و بدون وسایل اتصال هستند (به چیزی متصل نیستند) و نیازی به روغنکاری ندارند و در کف در نگهدارنده‌های ذغالی فنری مارپیچی شکلی که فشار یکنواختی را در سراسر نواحی سابدیه شده تولید میکند، نشانده شده‌اند. ذغالها را میتوان هنگام بهره‌برداری بیرون آورد و تعویض کرد. بمنظور سهولت، نگهدارنده‌های ذغالی روی دستگاهی با وسیله اتصال دو شاخه‌ای مونتاژ شده‌اند. اتصالاتی روی پایه‌های (راکر) ذغالی طراحی شده به شیوه‌ای که خاصیت قطبی آنها را میتوان معکوس کرد که نتیجه معکوس نمودن این است که سایدگی رینگهای لغزشی غیریکنواخت و نامتناسب نباشد. جهت تهویه و خنک سازی پوسته رینگهای لغزشی، یک هواکش شعاعی تعبیه شده که در مداری باز با مکش هوا از زیر، به طرف فیلترهای یک طبقه‌ای پارچه‌ای، بر روی شافت عمل میکند در این حالت هوا در بالا تخلیه شده. فیلترها تصفیه موثر برای گرفتن مقدار گردو خاک و آلودگی‌های شیمیائی و یا عوالم محیطی که ممکن است در شرایط سایت در هوا

وجود داشته باشند را فراهم میکند، اختلاف فشار باعث اتصال سویچ و مونیتور میگردد.
زمانیکه کلیدهای قطع و وصل اختلاف فشار عمل میکند و همچنین هنگام بازدید دوره‌ای تعمیرات، فیلترها مورد بازرستی قرار میگیرد.

پارامترهای اختصاصی

نگهدارنده‌های ذغالی

| نوع | نوع کشویی |
|-----------------------|----------------------|
| ۲ تعداد رینگهای لغزشی | 4 |
| ۳ فشار فنر | 180 g/cm^2 |

ذغالها

کارخانه سازنده

| نوع | ملی 634 |
|--------------------------------------------------|------------------------------------------|
| مواد | گرافیت طبیعی |
| تعداد در رینگهای لغزشی | 16 |
| تراکم جریان (دانسیته) | 10 A/cm^2 |
| ابعاد | $38.1 \times 25.4 \times 1.2 \text{ mm}$ |
| میزان جریان هوای خنک (تهویه پوسته رینگهای لغزشی) | $2.2 \text{ m}^3/\text{sec}$ |

بهره‌برداری

این دستورالعملها برای توربوژنراتورهایی که بکار میروند که بوسیله هوا خنک میشوند (مثلاً هسته استاتور، سیم‌پیچ استاتور، سیم‌پیچ روتور که همگی بوسیله هوا خنک میشوند) و شرایط نرمال بهره‌برداری را تشریح میکنند و نقشه راهنمای اصلی را به هنگام راه‌اندازی یا تریپ واحد ارائه میدهند آنطور که از وضعیت غیرنرمال و زیان‌آور برای راه‌اندازی اجتناب شود.

بهره‌برداری کلی

برای بهره‌برداری صحیح از توربوژنراتور، کاملاً ضروری است که از ژنراتور برای بهره‌برداری در محدوده‌های نمودار بارگیری قدرت استفاده کنیم زیرا پارامترهای معینی باید طبق وضعیتهای ذیل بکار گرفته شود.

سیم‌پیچ استاتور

طرفین بارگیری سیم‌پیچ استاتور، براساس حداکثر درجه حرارت مجاز از عایق سیم‌پیچ تعیین می‌گردد.

سیم پیچ روتور

بهره‌برداری با ضریب قدرت کمتر از $\cos \phi$ اسمی در محدوده تحریک زیاد بوسیله درجه حرارت سیم پیچ روتور محدود می‌گردد. ژنراتور با قدرت ظاهری اسمی نمی‌تواند راه‌اندازی شود. همانطور که در منحنی قابلیت در نمودار قدرت اکتیو راکتیو نشان داده شده است.

هسته استاتور

بهره‌برداری در محدوده زیر تحریک، بوسیله ازدیاد حرارت در هسته و ورقه‌های فشرده محدود می‌گردد. داده‌های کارآیی مجاز در نواحی بهره‌برداری، در منحنی قابلیت نشان داده شده.

پایداری و تثبیت وضعیت

در محدوده زیر تحریک، در شرایط بهره‌برداری در مقابل با ضریب قدرت پیش‌فاز، قدرت بارگیری ژنراتور نه فقط بوسیله تنش حرارتی در قسمت‌های انتهایی هسته استاتور محدود می‌شود بلکه پایداری و تثبیت وضعیت برای اجتناب از خطر شل شدن طبقه‌ای مورد توجه قرار می‌گیرد.

اختلاف انبساط سیم پیچ استاتور - هسته استاتور

قابلیت بارگیری سیم پیچ استاتور، همچنین بوسیله اختلاف انبساط سیم پیچ دور کویلها و هسته محدود میشود. این عامل خصوصاً برای ازدیاد هسته مهم می باشد. اختلاف انبساط تابع حرارت است. در هنگام تغییر بار حرارت سیم و پیچ سریعتر از هسته مغناطیسی تغییر میکند اگر ژنراتور دورن محدوده هایی که توسط کارخانه سازنده اظهار شده، بهره برداری گردد، افزایش حرارت مطمئناً بر ژنراتور تاثیر نمی گذارد و باعث صدمه زدن به آن نمی شود.

لرزشهای یا ارتعاشات

لرزشها باید اندازه گیری و نشان داده شوند. لرزشهای میتوانند ناشی از خارج شدن شافت از لایمنت (تعادل) باشند، توزیع غیریکنواخت درجه حرارت در خود شافت از دلایل لرزش است. لرزش شافت (نسبت به یاتاقانها یا مطلق) در زمان بهره برداری باید در محدوده پائین نگه داشته شود. این احتمال هست که توربوژنراتورهایی که برای مدت زمانی طولانی در سطح زیادی لرزش دارند، به تعمیرات بیشتری نیاز داشته باشند.

راه اندازی، بارگیری، تریب (خارج شدن واحد)

پروسه راه اندازی، بارگیری و تریب از سیستم منطقی (ایستگاه کنترل) فرمان میگیرد که همه تجهیزات مولد توربین را کنترل می کند.

ملاحظات

شیوه‌های ذیل برای راه‌اندازی و تریب ژنراتور، برای پوشش دادن به همه جزئیات یا تغییرات در پروسه‌های راه‌اندازی و متوقف‌سازی طرح نشده‌اند. تغییرات بسیاری میشود در این پروسه‌ها بنا به اقتضای احتیاجات خاص توسط اپراتورهای خاص انجام گیرد.

پیش از راه‌اندازی

کلیه تجهیزات حفاظت و اندازه‌گیری و اینستورمنتها باید قبل از بکار گرفتن در سرویس و راه‌اندازی تأیید و کالیبره شوند. تمام سیستمهای کمکی ژنراتور، قبل از اینکه در سرویس قرار بگیرند باید چک و کنترل شوند تا بعد از به اثبات رسیدن قابلیت کارکردشان، در سرویس به کار انداخته شوند.

اخطار

در تمام طول مدتی که بهره‌برداری انجام نمی‌گیرد، وسایلی که برای محافظت از کندانسه شدن (تراکم) رطوبت در داخل ژنراتور قرار گرفته‌اند، باید روشن نگه داشته شوند. اگر برای مدت زمانی خاموش شوند یا آخرین واحد بیش از پنج روز تریپ باشد یا مکش هوای محیط و رطوبت زیاد باشد، ضروری است که قبل از دوباره تحریک شدن ماشین، شاخص قطبی شدن و مقاومت عایق سیم پیچها اندازه‌گیری شود و یا حداقل اندازه‌های داده شده

توسط سازنده مقایسه گردد. میزان اندازه گیری شده باید از حد نرم پائین تر باشد، سیم پیچها باید خشک باشند تا اندازه قابل قبول بدست آید.

برای اهداف راه اندازی، قویاً توصیه می گردد که از مود اتومات سیستم تنظیم ولتاژ استفاده گردد. در واقع سیستم تنظیم ولتاژ با یک سیستم کنترل منطقی طراحی شده که بطور اتوماتیک ولتاژ ژنراتور را از صفر تا اندازه دلخواه می آورد بدون اینکه دخالت خارجی توسط اپراتور صورت گیرد. تا زمانی که به این طریقه بهره برداری، حفاظت روی ژنراتور بطور مثال v/f وجود نداشته باشد (در مدار نباشند)، از تنظیم ولتاژ بصورت دستی اجتناب کنید و اپراتور میتواند با تقویت روی سیگنال اصلی ولتاژ، از حدود مجاز بعضی پارامترهای راه اندازی فراتر رود.

راه اندازی

- ۱- ببینید که همه اتصالات مداری سیم پیچ ژنراتور با هر مصرفی باز باشد و همچنین هیچ ولتاژی روی سیم پیچ روتور اعمال نشده باشد.
- ۲- با دستورالعمل مشخص شده برای توربین، سرعت توربین ژنراتور را به دور اسمی برسانید. در زمان راه اندازی توربوژنراتور پس از گذراندن دوره تریپ ابتدا باید توربوژنراتور با دور متوسط چرخانده شوند برای مدت مشخصی قبل از رسیدن به دور نامی، بمنظور جلوگیری از انبساط و انحنای موقتی شافت در روتور، این زمان برای رسیدن به پارامترهای نامی توربین است.

۳- با وصل کلید تحریک، سیستم برق‌دار میشود و با وصل کلید سیستم تنظیم ولتاژ، از محلی که تغذیه سیستم تحریک پیش‌بینی شده، ولتاژ ژنراتور به اندازه‌های تنظیم شده میرسد. ولتاژ تحریک بطور نرمال نباید تا ۹۸ درصد سرعت اسمی یا بالاتر از آن برسد.

۴- در این زمان ژنراتور با سیستم خارجی سنکرون میشود، و با عمل کردن سیگنال اصلی ولتاژ ژنراتور تنظیم میشود. وقتی واحد در حال سنکرون شدن است ولتاژ ژنراتور با ولتاژ سیستم باید منطبق و یکسان شود با تولرانس $\pm 5\%$ و بهنگام بستن کلید زاویه اختلاف فاز نباید از ده درجه الکتریکی فراتر رود.

۵- اگر ماشین، تنها ماشین بهره‌برداری روی یک سیستم است، ژنراتور را با سیستم سنکرون کنید یا بارهای روی ژنراتور را اتصال دهید. هنگامیکه ژنراتور با سیستم شبکه سنکرون میشود، برای حداقل نمودن کارکرد ژنراتور، باید نکاتی مورد توجه قرار گیرد مثل صحیح منطبق کردن (مچ کردن) ولتاژ سیستمها، فرکانس و اختلاف فاز با یکدیگر، بطوریکه اختلاف ولتاژ شبکه و ژنراتور، اختلاف زاویه فاز ژنراتور و شبکه و اختلاف فرکانس ژنراتور و شبکه و حداقل اختلاف را با هم داشته باشند.

۶- تنظیم سیستم کنترل توربین جهت تنظیم دور و برای تغییر بار و قطع بار امری بسیار ضروری است. با تنظیم و تغییر ولتاژ میتوان بار را کتیو مورد نظر را بدست آورد.

دستورالعملهای سنکرون شدن

اختلاف ولتاژ ژنراتور با شبکه $\leq 5\%$

اختلاف فاز زاویه ژنراتور با شبکه (الکتریکی) $\leq 10^\circ$

اختلاف فرکانس ژنراتور با شبکه $\leq 0.5\%$

بهره‌برداری به هنگام پارالل

در بهره‌برداری به هنگام پارالل، بار اکتیو توسط گاورنر تعیین میگردد. تحریک هیچ تاثیری بر بار اکتیو ندارد و فقط شرایط بار را اکتیو ژنراتور را، تعیین می کند.

تغییر در بار اکتیو

قابلیت واحد توربورژنراتور برای دنبال کردن تغییراتی در بار اکتیو، که توسط مصرف کننده یا شبکه ایجاد میشود، فقط به سرعت تنظیم توربین و کنترل تجهیزاتش بستگی دارد.

بهره‌برداری با شبکه ایزوله

بار ماشین توسط مصرف کننده، مستقیماً مصرف میگردد. فرکانس بوسیله گاورنر توربین کنترل می گردد.

تریپ یا قطع مدار

مثل راه اندازی ماشین، تریپ ماشین هم به احتیاجات توربین بستگی دارد. غالباً راه اندازی، بارگیری، بی بار کردن و تریپ مدار به معنای افزایش نیروی کشش و انبساط در سیم پیچها و قسمتهای دوار است که این بر عمر مورد انتظار ما از ماشین اثر می گذارد.

تریپ نرمال

۱- بار روی واحد را، بوسیله کنترل توربین، یا با قطع بار توسط یک ماشین کاهش دهید.

۲- وقتی بار کم شد یا نزدیک به صفر رسید، سیستم تحریک را قطع کنید. میدان سیم پیچ

مداری را که بطور اتومات بسته شده، تخلیه مینماید.

وضعیت‌های بهره‌برداری غیرنرمال

پیشنهادهای اظهار شده در این پاراگرافها، بمنظور ارائه راهنمایی‌هایی در خصوص بهره‌برداری

غیرنرمال، مطرح شده‌اند.

تنظیم ولتاژ بصورت اتوماتیک

تنظیم ولتاژ بصورت اتوماتیک، روش نرمال بهره‌برداری است. تنظیم ولتاژ باید در شرایطی

انجام شود که از یک طرف، پایداری مناسبی حال گردد و از طرفی دیگر، لازم نباشد که

توربوژنراتور بطور مداوم با ازدیاد بار تنظیم شود، برای ولتاژ ژنراتور، محدوده تنظیمی

طراحی شده تا حدود ولتاژ مجاز را به فراخور بهره‌برداری‌های مداوم تنظیم کند.

تنظیم ولتاژ بصورت دستی

اگر تنظیم کننده های اتوماتیک ایراد پیدا کنند، یا روی ژنراتور تست انجام گیرد، بهره برداری سیستم تحریک بصورت دستی، بعنوان بهره برداری اضطراری انجام می گیرد. باید توجه کرد که در بهره برداری بصورت دستی به منظور صورت گرفتن هر تغییری در بار دیموند و ولتاژ، سیستم تحریک باید بصورت دستی کنترل شود.

بهره برداری در فرکانس بالا

وقتی تغییری در بهره برداری در شبکه های ایزوله صورت میگیرد یا تغییرات زیادی در بار بوجود می آید، باید دقت کرد که فرکانس و سرعت افزایش زیاد پیدا نکنند.

بهره برداری در فرکانس پائین

بهره برداری در فرکانس پائین، بطور نرمال یا نتیجه ازدیاد بار است یا اخلال در شبکه. بهره برداری با تنظیم کننده دستی ولتاژ، تا زمانی که به حدود عملکرد رله $\left(\frac{U}{F}\right)$ نرسیده باشد، خطر افزایش زیاد ولت ها در محدوده هرتر را $\left(\frac{V}{F}\right)$ نشان میدهد. این کار ممکن است باعث اشباع زیاد جریانهای مغناطیسی در توربوژنراتور شود و همه ترانسفورماتورهای متصل شده با افزایش درجه حرارت هسته مواجه میشوند و امکان سوختن هسته ها میباشد.

خروج از حالت سنکرون (جدا شدن ژنراتور از شبکه)

هنگامی که ژنراتور به شبکه الکتریکی متصل میگردد و قدرت خروجی را انتقال میدهد، و بدنبال مشکلاتی که در شبکه یا در واحد پیش می آید، ممکن است سینکرونیزه جدا شود. این جدی ترین وضعیت غیرنرمال است که ممکن است اتفاق بیافتند تا جایی که کل مدار شامل توربین، ژنراتور، فونداسیون و واحدهای الکتریکی در معرض آسیب فراوانی قرار میگیرند. جریانات قوی در سیستم پیچهای آرمیچر بوجود می آید که باعث کششهای حرارتی، مکانیکی و الکترومغناطیسی میگردد و روتور و گشتاور بوجود آمده در روتور چندین بار بیشتر از گشتاور بار نامی می باشد.

بنابراین جهت جلوگیری از خسارات وارده به ژنراتور، حفاظتهای الکتریکی برای تریپ به موقع ژنراتور طراحی شده است. چنانچه ژنراتور بدلائل بالا از مدار خارج شود باید بوسیله پرسنل متخصص بدقت چک و کنترل شود و بعد از اینکه بازدیدهای لازم و تعمیرات بعمل آمد، دوباره راه اندازی شود.

قطع میدان تحریک

قطع میدان تحریک در زمانی که ژنراتور به شبکه متصل است باعث افزایش درجه حرارت خصوصاً در روتور می گردد. شرایط غیرزمانی که پیش می آید شدیداً بستگی به بار اکتیوی دارد که ژنراتور قبل از قطع میدان تحریک در حال انتقال و تولید آن بود. این شرایط

غیرنرمال همچنین بستگی به فرکانس لغزشی و وضعیت سیم پیچ تحریک (باز یا اتصال کوتاه بودن مدار) دارد.

وقتی میدان تحریک قطع شد رفتار ژنراتور به عنوان یک ماشین آسنکرون در توره عنوان یک قطع از ماشین می باشد تاثیرات چنی بهره برداری نتیجه ولتاژ القاء شده و جریانات در حال عبور از روتور می باشد. ظرفیت بار را کتیو ناشی از قطع میدان تحریک ممکن است باعث بوجود آمدن شرایط ناپایداری در بهره برداری از ژنراتور بشود. (بهره برداری زیر تحریک) بنابراین در مواقع قطع میدان تحریک ژنراتور باید سریعاً از شبکه جدا شود.

تریپ همزمان

وقتی والو توربین بسته می شود کلید ژنراتور باز می شود و همزمان میدان تحریک برداشته می شود. این نوع تریپ برای حفاظت سریع از ژنراتور در مقابل خطاهای داخلی ژنراتور می باشد.

تریپ ژنراتور

وقتی ژنراتور تریپ می کند کلید واحد باز می شود و تحریک بطور همزمان برداشته می شود اما توربین به دور خود در نزدیک سرعت اسمی ادامه می دهد. این تریپ زمانی امکان پذیر است که نگه داشتن توربین در حالت دور اسمی زیان آور نباشد و حفاظت های مورد نیاز برای توربین فراهم گردد.

با توجه به این تریپ اگر علت تریپ در مدت کوتاهی مشخص گردد و حل شود ژنراتور می تواند در مدت کوتاهی دوباره سنکرون شود. به هر حال تریپ ننمودن توربین جهت سریع متصل شدن مجدد ژنراتور به شبکه دارای مزیت می باشد مگر اینکه افزایش دور باعث تریپ توربین گردد.

تریپ کلید (بریکر)

در شرایطی که فقط کلید ژنراتور قطع شود و در صورتی که مصارف داخلی از منبع دیگری تغذیه نشوند دور مصارف داخلی می تواند به وسیله ژنراتور تغذیه شود چنانچه بتوان مصارف داخلی را از منبع دیگری تغذیه نمود پیشنهاد می شود در این شرایط ژنراتور را تریپ دهید.

تریپ ترتیبی

در این روش توربین را تریپ می دهید. به وسیله حفاظت معکوس شدن قدرت کلید ژنراتور باز می شود و در نتیجه منجر به تریپ جریان تحریک می شود. تریپ به شیوه ذکر شده (توسط حفاظت معکوس شدن جریان) ترجیحاً با در نظر گرفتن تاخیر زمانی قابل قبول اجراء گردد که در این صورت خطری برای ژنراتور ندارد.

تریپ دستی

در تریپ دستی ترتیب تریپ به همان شیوه تریپ ترتیبی است که در بالا ذکر شد با این تفاوت که تریپ توربین توسط اپراتور به صورت دستی انجام می شود.

برگشت دستی و تریپ

توسط سیستم کنترل توربین قدرت خروجی توربین به سطح پایین تر یا نزدیک به صفر کاهش می یابد و در صورت نیاز تریپ ترتیبی یا تریپ دستی انجام می گیرد. همانگونه که در پاراگراف های قبلی توضیح داده شد این پروسه ای است که بطور نرمال در هنگام قطع واحد دنبال می گردد.

همچنین پیشنهاد می گردد که برای هر تریپ آلام در نظر گرفته شود.

برگشت اتوماتیک

اگر برگشت اتوماتیک در سیستم منطقی کنترل واحد در نظر گرفته شده باشد توسط آن با کنترل توربین بار بطور اتوماتیک کاهش پیدا می کند.

برگشت دستی

بار اکتیو توسط اپراتور به صورت دستی کم می شود. اگر شرایط غیرنرمال یا اشتباهی که مربوط به بار است پیش بیاید مثل افزایش درجه حرارت ژنراتور برگشت دستی سودمند خواهد بود و نیازی نیست که فوراً تریپ داده شود.

حفاظت های ژنراتور

کارخانه سازنده پیشنهاد می کند که ژنراتور در برابر خطاهای ذیل حفاظت شود.

خطاهای الکتریکی

- افزایش جریان استاتور
- اتصال زمین سیم پیچ استاتور به زمین
- اتصال فاز به فاز سیم پیچ استاتور
- افزایش درجه حرارت سیم پیچ تحریک
- اتصال سیم پیچ تحریک به زمین
- قطع میدان تحریک
- خطاهای حرارتی و مکانیکی
 - افزایش لرزش
 - خطای سنکرونیزه
 - افزایش درجه حرارت موضعی
 - خطاهای سیستم یا شبکه
 - جریان نامتقارن استاتور (آرمیچر)
 - خروج از سنکرونیزه

فهرست شماره ۱: خلاصه‌ای از پیشنهاداتی برای حفاظت ژنراتور

| نوع خطا | حداقل حفاظت پیشنهاد شده |
|---------------------------------|--------------------------------|
| افزایش جریان | برگشت دستی / تریپ |
| اتصال سیم‌پیچ استاتور به زمین | تریپ |
| خطای فاز به فاز استاتور | تریپ |
| افزایش درجه حرارت سیم‌پیچ روتور | برگشت دستی (*) تریپ ترتیبی (*) |
| اتصال سیم‌پیچ تحریک به زمین | تریپ ترتیبی |
| قطع میدان تحریک | تریپ همزمان |
| لرزش‌های یاتاقان | تریپ ترتیبی (**) |
| خطای سنکرون | از چک رله‌ها استفاده گردد |
| جریان نامتقارن استاتور | تریپ کلید |
| خروج از سنکرون | تریپ کلید |
| فرکانس غیرنرمال | بر طبق دستورالعمل توربین |
| افزایش درجه حرارت موضعی سیم‌پیچ | برگشت دستی / تریپ |

ملاحظات:

(×) این عمل با توجه به نقش محدودیت افزایش تحریک اساساً به مشخصات سیستم تحریک بستگی دارد.

(××) از تریپ همزمان توربین و ژنراتور اجتناب کنید چون باعث نوسان و افزایش دور روتور می‌گردد که برای ژنراتور

فوق‌العاده خطرناک می‌باشد و لرزش‌های شدید در یاتاقان‌ها منجر به آسیب مکانیکی در یاتاقان‌ها یا بطور کلی آسیب در

شافت می‌شود.

لرزش یاتاقان‌ها

لرزش در یاتاقان‌های نوع ژورنال

اتصال ژنراتور به توربین گاز

معیار ارزیابی سرعت لرزش ژورنال‌ها با (۱۹۹۳) ۱۰۸۱۶-۱ ثب/تثب کلاس و استاندارد ج ب بیان می‌شود. استاندارد ذکر شده همچنین با استاندارد ۲۰۵۶ بآج برای گروه ماشین‌های انجام می‌شود.

جدول شماره ۲: معیار سرعت لرزش‌های ژورنال‌ها

| سطح | سرعت لرزش میلی‌متر بر ثانیه |
|-----------------|-----------------------------|
| اندازه مرجع | ۲/۸ |
| اندازه حد الارم | ۱/۷ |
| اندازه حد تریپ | ۱۸ |

سطوح بالا به جهت عمودی جهت افقی و جهت محوری بر می‌گردد.

لرزش نسبی روتور در محدوده یاتاقان‌ها

اتصال ژنراتور به توربین گاز

معیار ارزیابی دامنه نوسان لرزش نسبی روتور با استاندارد (۱۹۹۰) ۷۹۱۹-۳ ثب/تثب بیان می‌گردد.

می‌گردد. استاندارد ذکر شده همچنین با قسمت ۳ استاندارد ۲۰۵۹ بآج بیان می‌گردد.

جدول شماره ۳: معیار ارزیابی دامنه لرزش‌های نسبی روتور

| سطح | دامنه نوسانات لرزش ۰ - پیک (ز-ش) ۵۰ هرتز | دامنه نوسانات لرزش ۰ - پیک (ز-ش) ۶۰ هرتز |
|-----------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|
| اندازه مرجع | ۴۴ | ۴۰ |
| اندازه حد الارم | ۸۲.۵ | ۷۵ |
| اندازه حد تریپ | ۱۲۰ | ۱۱۰ |

بازدیدهای دوره‌ای

بازدیدهای روزانه

بازدیدهای بصری ذیل را می‌توان با مشاهده از دورن دریچه پوسته رینگ‌های لغزشی انجام داد.

- در ذغال‌های جرقه نباید دیده شود.

- شرایط اتصال خوب و انعطاف‌پذیر ذغال‌ها

علاوه بر این‌ها کنترل کردن موارد ذیل مهم می‌باشد:

- نرمال بودن صدای تجهیزات

- درجه حرارت هوای خنک‌کننده

بازدیدهای بصری هفتگی و کنترل

علاوه بر بازدیدهای روزانه کنترل کردن موارد ذیل مهم می‌باشد:

- ساییدگی ذغال

- تمیز بودن وضعیت و مونتاژ فیلترهای جریان هوای خنک کننده

بازدیدهای بصری و ماهانه و کنترل

بازدیدهای ماهانه علاوه بر موارد مشخص شده در کنترل‌های روزانه هفتگی شامل موارد

ذیل می‌باشد:

- وضعیت سطح رینگ‌ها: به هنگام دوران ماشین و سرعت سنکرون روتور برای بازدید از

سطح رینگ‌ها می‌توان از یک لامپ استروبوسکوپ (چرخش‌نما) استفاده کرد.

- اندازه‌گیری و ثبت سطح لرزش روی چند ذغال از هر رینگ

ثبت نتایج اندازه‌گیری شده به منظور توجه کردن به تغییرات پیشنهاد می‌گردد. از آنجا که

میزان تغییرات لرزش‌های اغلب از اندازه‌های واقعی مهمتر می‌باشد باید علت این تغییرات

بررسی شود. اگر ذغال‌های چک شده دارای لرزش بیش از حد باشند باید از کلیه ذغال‌های

آزمایش لرزش به عمل آید تا مشخص شود که مشکل مربوط به رینگ‌های جمع‌کننده

است یا به طرز سوار کردن نگهدارنده ذغالی.

اطلاعات تکمیلی

داده‌های مرجع

| | |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| TY 10546 4 | نوع ژنراتور |
| ANSALDO | کارخانه سازنده |
| 200 MVA | توان اسمی (درجه حرارت هوای خنک کننده در 40° سانتیگراد در سطح دریا) |
| 15.750 KV | ولتاژ اسمی |
| 0.8 | ضریب قدرت اسمی |
| 50 HZ | فرکانس اسمی |
| +/- 5% | محدوده تغییرات ولتاژ |
| +/-2% | محدوده تغییرات فرکانس |
| 1.05 p.u. | حداکثر تغییرات ولتاژ بر فرکانس ب/ج |
| 7331 A | جریان اسمی |
| 2 | تعداد قطب‌ها |
| 3000/3600 rpm | - سرعت اسمی / افزایش دور (خخخس سسخت) (تست برای دو دقیقه) |
| ۳ فاز / ستاره | - تعداد فاز / اتصال فاز |
| IEC | - استانداردهای مرجع |
| | - نوع سیستم تحریک |
| 1417 A | - جریان تحریک در بار اسمی |

- ولتاژ تحریک در بار اسمی (در ۱۰۵ درجه سانتیگراد)
296 V
- کلاس عایقی استاتور/سیم پیچ روتور
F/F
- سیستم خنک کننده استاتور/سیم پیچ روتور
مستقیم / غیر مستقیم
- درجه حرارت خنک کننده اولی
°C 40
- افزایش درجه حرارت سیم پیچ استاتور (به وسیله II)
°C 80
- افزایش درجه حرارت سیم پیچ روتور (به وسیله مقاومت)
°C 65
- نسبت اتصال کوتاه (محاسبه شود)
0.47
- درجه حرارت حفاظت بر طبق ۵-۳۴ آب
IP 54
- کد سیستم خنک کننده بر طبق ۶-۳۴ آب
IC 8A1W7
- وزن کامل ژنراتور
224 t
- راندمان ژنراتور طبق قرارداد (بر طبق ۳۴ آ)
- راندمان در بار اسمی و ضریب قدرت اسمی
98.54%
- راندمان در ۷۵٪ بار اسمی در ضریب قدرت اسمی
98.36%
- راندمان در ۵۰٪ بار اسمی در ضریب قدرت اسمی
97.88%
- راندمان در ۲۵٪ بار اسمی در ضریب قدرت اسمی
96.25%

فهرست

- یک توضیح کلی
- ساختمان و اجزای سیستم تحریک
- بخش قدرت
- بخش کنترل
- بهره‌برداری از تجهیزات ماشین
- مشخصه‌های ترانسفورماتور محرک

سیستم تحریک

توضیح کلی درباره سیستم تحریک

بر طبق استاندارد *IEEE 421.1 1986* سیستم تحریک دستگاهی است که جریان تحریک را

به ماشین سنکرون می‌رساند و از مجموعه تغذیه کننده‌ها تنظیم کننده‌ها کنترل‌ها و

دستگاه‌های حفاظت تشکیل شده است. سیستم تحریک ثابت نامیده می‌شود زیرا اجزای

یک سوکننده نیمه‌ها در آن در تقابل با اصول سیستم تحریک دوار می‌باشد. ساختمان سیستم

تحریک ثابت (*SEE*) عبارت است از:

- یک سیستم مبدل انرژی (*ac/dc*) با دو پل تیرستور مستقل

- یک سیستم کنترل و تنظیم که تماماً دیجیتالی است و از دو کانال جداگانه تشکیل شده

است.

- یک سیستم انتقال و تولید پالس‌های کوتاه برای کنترل گیت‌های تیرستور.

- یک سری مدارات مشترک برای جداسازی گالوانیک سیگنال‌های جابجا شده.

- یک سیستم تماماً ثابت قطع تغذیه. (کلید ثابت میدان با مقاومت تخلیه).

- یک سیستم حفاظت

- واحدهای حفاظت و لاجیک (منطقی)

- ترانسفورماتور تحریک با اینسترومنت‌های ضروری برای کارکرد نرمال تجهیزات.

هر کانال تنظیم شامل یک تنظیم کننده ولتاژ اتوماتیک (*AVR*) می باشد که هر دو تنظیم کننده توسط فرامین *DCS* / اپراتور یا از محل تابلوی تحریک توسط اپراتور از راه دور کنترل می شوند.

هر دو تنظیم کننده های اتوماتیک ولتاژ از یک برنامه طراحی شده نرم افزاری تشکیل شده اند که بطور نرمال به شیوه تنظیم اتوماتیک عمل می کنند اما با عملکرد به شیوه دستی این امکان وجود دارد که تست هایی در زمان کمیشننگ و بهره برداری اضطراری از سیستم تحریک انجام پذیرد.

بنابراین سیستم تنظیم شامل یک مدار تعقیب (*Follow Up*) می باشد که بطور مداوم تنظیم کننده ولتاژ اتوماتیک کمکی (*AVR* کمکی) را با بکار بستن دستورات تنظیم کننده ولتاژ اتوماتیک *AVR* بر روی آن تنظیم میکند. هر دو تنظیم کننده های اتوماتیک ولتاژ (*AVR* و *AVR* کمکی) هیچگونه مدار مقاومت و مدار کنترل خارجی کمکی دریافت نمی کنند زیرا وظایفشان قبلاً در نرم افزارهایشان برنامه ریزی شده است. توربوژنراتور تحت کنترل از طریق یک ترانسفورماتور افزایش دهنده ولتاژ به سیستم *HV (High- Voltag)* متصل می باشد و این سیستم به تولیدات دیگری متصل شده که به این ترتیب با سیستم های مشابه یکدیگر اتصال داده شده اند.

اجزای سیستم تحریک

سیستم تحریک از دو قسمت کاملاً مشخص و مجزا تشکیل شده است.

- بخش قدرت که جریان تحریک را به سیم پیچهای رتور میرساند و مستقیماً به شافت ژنراتور با کلید اتصال بسته شده است.

- بخش کنترل که ستینگ مقادیر الکتریکی مشخص شده را تضمین می کند.

بخش قدرت متشکل است از ترانسفورماتور تحریک یک سوکننده های تریستور (مبدل) کلید میدان تحریک و مقاومت تخلیه میدان.

طراحی ترانسفورماتور به گونه ای است که پاسخ کارایی سیستم تحریک را داشته باشد و در محاسبات مسایل گرمایی و نشست سیم پیچ در نظر گرفته شود و از نظر مکانیکی ساختمان آن با مشخصه های واحد مطابقت نماید.

بخش کنترل طراحی شده تا ولتاژ استاتور را تنظیم کند و وقتی به شبکه وصل شد قدرت ری اکتیو متغیر را کنترل کند با داشتن زمان پاسخ مناسب و سریع برای مشکلات و نگه داشتن ژنراتور در وضعیت پایدار.

بخش قدرت

پل تریستور

پل تریستور مداری است به شکل پل سه فاز غیر جهت دار و تماماً کنترل شده که برای مبدل انرژی در نظر گرفته شده هر ۶ شاخه پل بر تریستورهای (SCR) مجهز شده اند که بطرز صحیح به طرف هادی حرکت کرده و هدایت شده اند تا تحریک را به میدان ماشین سنکرون برسانند. تریستورهای هر شاخه براساس اندازه ولتاژ ثانویه TRE در حالت بی باری

و اندازه جریان اسمی مبدل طراحی شده‌اند. به علاوه ایمنی کامل آن با بکارگیری ضریب‌های ابعاد کلی در انتخاب تیرستور مشخص می‌گردد که با کمترین ساینر محاسبه شده مقایسه می‌شود.

فیوزها

برای محافظت از تیریتورهای پل در مواردی که اشکال داخلی یا اتصال کوتاه بین فیوزهای dc ایجاد شده باشد فیوزها بکار می‌روند. فیوزها برای به کارگیری در افزایش جریان القاء شده به وسیله یک اتصال کوتاه سه فاز در اتصال‌های ترمینال محرک توصیه نمی‌شوند. آنها به صورت سری در روی فازهای ورودی پل تیرستور به هم متصل شده‌اند.

مدارهای اسنابر (Snubbers)

در هر تیریتور یا هر شاخه پل یک مدار اسنابر ثابت و یک مدار اسنابر متحرک به صورت موازی وجود دارد. اولی (اسنابر ثابت) شامل یک فیلتر RC (مقاومت خازن) می‌باشد که برای حفاظت تیریتور از افزایش ولتاژی که ممکن است به هنگام تغییر وضعیت کلید اتفاق افتد طراحی شده است. دومی (اسنابر متحرک) برای موقعی ضروری است که جریان تحریک منشعب شده در مدار کروبار ($Crow bar$) از طریق مقاومت تخلیه بکار رفته بین ترمینال‌های مبدل dc یک ولتاژ دائم عبور کند که می‌تواند اندازه‌های درستی را بگیرد.

(KV) اندازه‌های اهمی مورد درخواست توسط دو رزیتور سری شده بدست می‌آید تا جهت مشخص نمودن اتصال کوتاه یکی از تریتورهای مدار ضریب اطمینان دوبر داشته باشد.

اجزای سیستم تحریک

سیستم تحریک از دو قسمت کاملاً مشخص و مجزا تشکیل شده است.

- بخش قدرت که جریان تحریک را به سیم‌پیچهای رتور میرساند و مستقیماً به شافت ژنراتور با کلید اتصال بسته شده است.

- بخش کنترل که ستینگ مقادیر الکتریکی مشخص شده را تضمین می‌کند.

بخش قدرت متشکل از ترانسفورماتور تحریک یک سوکننده‌های تریستور (مبدل) کلید میدان تحریک و مقاومت تخلیه میدان.

طراحی ترانسفورماتور به گونه‌ای است که پاسخ کارایی سیستم تحریک را داشته باشد و در محاسبات مسایل گرمایی و نشستی سیم‌پیچ در نظر گرفته شود و از نظر مکانیکی ساختمان آن با مشخصه‌های واحد مطابقت نماید.

بخش کنترل طراحی شده تا ولتاژ استاتور را تنظیم کند و وقتی به شبکه وصل شد قدرت راکتیو متغیر را کنترل کند با داشتن زمان پاسخ مناسب و سریع برای مشکلات و نگه داشتن ژنراتور در وضعیت پایدار.

بخش قدرت

پل تریستور

پل تریستور مداری است به شکل پل سه فاز غیر جهت دار و تماماً کنترل شده که برای مبدل انرژی در نظر گرفته شده هر شاخه پل بر تریستورهای (SCR) مجهز شده اند که بطرز صحیح به طرف هادی حرکت کرده و هدایت شده اند تا تحریک را به میدان ماشین سنکرون برسانند. تریستورهای هر شاخه براساس اندازه ولتاژ ثانویه TRE در حالت بی باری و اندازه جریان اسمی مبدل طراحی شده اند. به علاوه ایمنی کامل آن با بکارگیری ضریب های ابعاد کلی در انتخاب تریستور مشخص می گردد که با کمترین سایز محاسبه شده مقایسه می شود.

فیوزها

برای محافظت از تریستورهای پل در مواردی که اشکال داخلی یا اتصال کوتاه بین فیوزهای dc ایجاد شده باشد فیوزها بکار می روند. فیوزها برای به کارگیری در افزایش جریان القاء شده به وسیله یک اتصال کوتاه سه فاز در اتصال های ترمینال محرک توصیه نمی شوند. آنها به صورت سری در روی فازهای ورودی پل تریستور به هم متصل شده اند.

مدارهای اسنابر (Snubbers)

در هر تیریس‌تور با هر شاخه پل یک مدار اسنابر ثابت و یک مدار اسنابر متحرک به صورت موازی وجود دارد. اولی (اسنابر ثابت) شامل یک فیلتر RC (مقاومت خازن) می‌باشد که برای حفاظت تیریس‌تور از افزایش ولتاژی که ممکن است به هنگام تغییر وضعیت کلید اتفاق افتد طراحی شده است. دومی (اسنابر متحرک) برای موقعی ضروری است که جریان تحریک منشعب شده در مدار کروبار ($Crow\ bar$) از طریق مقاومت تخلیه بکار رفته بین ترمینال‌های مبدل dc یک ولتاژ دائم عبور کند که می‌تواند اندازه‌های درستی را بگیرد. (KV) اندازه‌های اهمی مورد درخواست توسط دو رزیتور سری شده بدست می‌آید تا جهت مشخص نمودن اتصال کوتاه یکی از تیریس‌تورهای مدار ضریب اطمینان دو برابر داشته باشد. مقاومت بدون اسنابر خود به واسطه افزایش ولتاژ ممکن است باعث اتصال کوتاه شود اما به هر حال خطا باید کنترل شود و به وسیله فیوز محدود گردد و درون کویل‌های قدرت مستهلک شود.

سیستم خنک کننده

برای جریان‌های اسمی بالاتر از ۲۰۰۰۸ در مبدل و برای موارد استفاده از محیط‌هایی با شرایط آب و هوایی بدو گرم سیستم خنک کننده باید تهویه خارجی (سیستم سرد کنندگی خارجی) همراه باشد. فضای بخش داخلی تابلو قدرت طوری طراحی شده که با جریان هوای جابجا شده تداخل و مانعی ایجاد نمی‌کند. به وسیله فن‌هایی که در زیر پانل‌های

مبدل‌ها قرار گرفته‌اند انرژی حرارتی تولید شده را از طریق مسیرهای جریان هوای گرم مکش می‌نماید. فیلترهای گیرنده گرد و خاک روی ورودی هوا جاسازی شده‌اند که عموماً در قسمت پایین سطح جانبی پانل‌های قدرت گذاشته می‌شوند.

Crow bar

این دستگاه متشکل است از دو تیرستور با اتصال غیرموازی که به صورت سری به یک مقاومت تخلیه متصل شده‌اند. کروبار مثبت (CBP) قطع سریع میدان تحریک ماشین را تضمین می‌نماید و به عنوان یک محافظ برای بهره‌برداری مداوم با افزایش ولتاژهای مستقیم عمل می‌کند. در حالی که کروبار منفی (CBN) با جریان گردشی جریان‌های با پلاریته مثبت و منفی در هنگام خطاهای ماشین یا خطا به عنوان یک محافظ برای افزایش ولتاژهای معکوس عمل می‌کند. دو تیرستور که حتماً ساینبدی شده‌اند از طریق منفذ کروبار پل سیم‌پیچ تحریک در برابر افزایش ولتاژ محافظت می‌گردند. حتی در موارد سوختن مدار نیز محافظت می‌شوند. علاوه بر این در شرایط بیشترین جریان تحریک که در اثر اتصال کوتاه سه فاز از ترمینالش بوجود آمده بی‌برق نمودن ماشین تضمین شده است. اشتعال تیرستور کروبار به طرق ذیل انجام می‌گیرد:

- افزایش ولتاژهای dc با پلاریته مثبت و منفی باعث شکست دیود و در نتیجه اشتعال

تیرستور می‌شود.

- کنترل مکرر پالس های الکتریکی متوالی توسط سیستم کنترل در آستانه شکست دیود باعث سوخت تیرستور کربار می شود.

پالس های الکتریکی متوالی برای کربار سوخته به وسیله نرم افزار کنترل دیجیتالی تولید می گردد. مقاومت تخلیه R_d دارای یک اندازه است بدین صورت که وقتی بیشترین جریان تحریک از داخل آن می گذرد در ترمینال هایش مطابق با سقف منفی تعیین شده باعث افت ولتاژ می شود.

مقاومت تخلیه

مقاومت تخلیه R_d به صورت سری به تیرستورهای مدار کربار متصل شده است. و دارای یک اندازه است بدین صورت که وقتی بیشترین جریان تحریک از داخل آن می گذرد در ترمینال هایش مطابق با سقف منفی تعیین شده ولتاژ کاهش یافته را افزایش می دهد. میزان انرژی حرارتی در زمان اتصال کوتاه سه فاز به هنگام راه اندازی ترمینال های ماشین در وضعیت بیشترین جریان تحریک باید با قطع سریع برق هماهنگ باشد.

حفاظت های مبدل

اطلاعات کلی

- حفاظت های بخش قدرت سیستم تحریک را در برابر خطراتی که برای خود سیستم یا برای بهره برداری های ماشین پیش می آید محافظت می نمایند.

- مقدار مرجع جریان اسمی مبدل می باشد. (I_N)

قطع فیوزها

قطع فیوزها حفاظتی است در برابر عیوب داخلی پا. (به جز مواقع اتصال کوتاه انشعابی).
در فیوزها یک میکروسوییچ قرار دارد که به هنگام خطا (قطع فیوز) کنتاکت بسته می دهد و به وسیله رله کنترل سیگنال خطا را ارسال می دارد.

حفاظت در برابر حداکثر جریان لحظه ای

حفاظتی است در برابر افزایش جریانات سخت DC . سیگنال جریان تحریک مستقیماً از شافت روی $+V_{dc}$ کشیده شده بدین صورت که از طریق یک ترانسدیوسر بطور نرمال سیگنال جریان نامی ارسال می شود. وقتی که حداقل چهار برابر جریان نامی ($4 \times I_N$) از طریق ترانسدیوسر ارسال شود توسط کارت های الکترونیکی رله حفاظت عمل می کند.

حفاظت افزایش جریان با تاخیر زمان

افزایش جریان به علت وضعیت غیرعادی درجه حرارت مبدل به هنگام بهره برداری با مدت طولانی توسط رله با در نظر گرفتن زمان حفاظت می شود. سیگنال تحریک از شافت روی $+V_{dc}$ مستقیماً کشیده شده از طریق یک ترانسدیوسر سیگنال جریان نامی ارسال شده نشان داده می شود. کارت های الکترونیکی کنترل رله به صورت دیجیتال طراحی شده اند به

صورتی که 1.25 جریان نامی از مبدل کشیده شود پس از مدت زمان سی ثانیه مدار توسط حفاظت قطع خواهد شد.

حفاظت برای جریان نامتعادل

حفاظتی است در برابر عیوب داخلی مبدل وقتی که جریان متناوب نمی تواند بطور صحیح و مساوی بین شاخه های پل تقسیم شود این نوع حفاظت عمل می کند. سیگنال های جریان فازهای T و R از کویل های قدرت ورودی و از طریق ترانسفورماتور جریان کشیده شده اند مطابق با جریان نامی با در نظر گرفتن مقاومت مصرف آنها در حالت نرمال با هم مطابقت دارند. اندازه جریان فاز S به وسیله سخت افزار حفاظت که شامل کارت های الکترونیکی (Proco) پزو کو است دوباره ساخته می شود.

بخش کنترل

توصیف کلی

هر چیزی که در تحریک کننده و در ماشین سنکرون برای سیستم تحریک خارجی گنجانده نشده اما از نظر الکتریکی به آنها متصل است در نظر گرفته شده است. دستگاه کنترل دیجیتال (تنظیم کننده و تغییر دهنده فاز) بهره برداری های پیش بینی شده توسط نرم افزار را براساس اطلاعاتی که از سیستم خارجی می گیرد انجام می دهد سیگنال های لاجیک ورودی را دریافت می کند و مقادیر عددی را به صورت دیجیتال در می آورد

سیگنال‌های لاجیک خروجی را ارائه می‌دهد اندازه‌ها را از دیجیتال به عدد برمی‌گرداند و پالس‌های آتش را برای هر تیرستور بخش قدرت تغییر می‌دهد. رله‌ها قسمت‌های اصلی لاجیک کنترل می‌باشند که مشخصات ساختمانی و الکتریکی آنها بستگی به واحدی دارد که به آن منظور اختصاص یافته است. کنترل‌ها و یا که توسط جریانات لاجیک کنترل صورت می‌گیرند باید از نظر الکتریکی باهم تطابق داشته باشند تا اطمینان حاصل از قابلیت تطابق با مدار رله بدست آید و از طریق رله‌ها یا دستگاه‌های اپتوکوپتر عمل جداسازی انجام می‌شود. اعداد مشابهی که از سیستم الکتریکی خارجی به طرف تابلو بیرون می‌آیند (ماشین و رله) را نمی‌توان به عنوان اندازه‌های خیلی دقیقی در نظر گرفت اما اهمیت زیادی دارند و ضروری است که از طریق کنترل از هم مجزا شوند.

وقتی مقادیر متناوب ترانسفورماتور با ولتاژ پایین ثانویه بکار می‌روند پیوسته مقادیر به وسیله شانت‌ها کشیده می‌شوند و از طریق ترانسدیوسر نشان داده می‌شوند. در ماشین سنکرون کنترل تحریک به وسیله تنظیم کننده و تغییر فاز انجام می‌شود که برنامه‌هایش از طریق نرم افزاری با برنامه‌ریزی پیشرفته زبان‌ها ارائه می‌شود و از تکنولوژی دیجیتال با یک میکرو کامپیوتر به عنوان نگه‌دارنده سخت‌افزار استفاده می‌کنند. تنظیم کننده و تغییر دهنده فاز با سه کارت الکترونیکی تکمیل می‌گردند:

- کارت میکرو کنترلر (کنترلر کننده کوچک) *CONDEE*

- کارت افزایش *DAUXEA 1/0*

- کارت تولید پالس‌ها *DPSE x*

کارت مایکرو کنترلر (کنترل کننده کوچ) CONDEE

کارت کاندی (CONDEE) بیشترین تعداد قسمت ها را دارد. به منظور معمول نگه داشتن ابعاد این کارت با تکنولوژی مسطح ساخته شده است از طریق سه کابل مسطح با کارت های دیگر به هم متصل می شوند کابل مسطح دیگری کارت را به ترمینال تشخیص دهنده عیوب متصل می کند (LCD). مدار مجتمع (INTEL 80C 196 KC) واحدهای حافظه (EP ROM) جایی که نرم افزار کنترل می شود و EEP ROM ستینگ و پارامترهای اختصاصی واحد خاصی را ثبت می کند) برخی مدارات مشترک خطی و لاجیک حفاظت و مدار واچداگ (نوعی حفاظت ارتباطی) Watchdog همگی به روی کاندی (CONDEE) در مایکرو کنترلر می باشند. کنترل های واچداگ (حفاظت ارتباطی) به وسیله پروسه حلقه (Loop) انجام می گیرند. روی کارت CONDEE یک سری روزنه (Part) وجود دارد که باعث اتصال انتخابی به یک مانتیور (PC) می شود تا عیوب تشخیص داده شوند و سیستم خصوصی گردد.

کارت افزایش DAUXEA I/O

کارت DAUXEA می تواند مقادیر آنالوگ و دیجیتال I/O کارت CONDEE را به صورت زیاد افزایش دهد ۱۲ بیت ADC و ۱۲ بیت DAC نمونه گیری و نگهداری می شوند مدارهای I/O را ایزولیت نوری می کند و انتقال ولتاژ تحریک به روی واحد صورت می پذیرد. تجهیزات سخت افزار با یک مدار واچداگ و خروجی های خاص با ضریب ایمنی بالا تکمیل می گردند. از طریق کابل مسطح از کارت DPSEx و سیگنال های کنترل از طریق

کابل های مسطح دیگری که به کارت *CPU CONDEE* متصل شده اند ورودی ها را بدست می آورد. سیگنال های آنالوگ و دیجیتال *I/O* توسط یک کابل اضافی حمل می شوند و به وسیله وایر شو و پیچ به صورت محکم به ترمینال بسته می شوند.

ماشین سنکرون *Vrs* و ولتاژها را ذخیره می کند سیگنال های آنالوگ جریانات *Ir* و *It* نمونه برداری می شوند نگه داشته می شوند و سپس بعد از پردازش توسط *CPU* فیدبک ولتاژ *VM* جریان *IM* قدرت اکتیو *PM* و قدرت راکتیو *QM* بر طبق تغییر شکل آنها براساس الگوریتم توسط *ADC* خوانده می شوند تا بدست آیند بطور پر یودک از ولتاژ موثر اندازه گیری می شوند و متعاقباً فرکانس ماشین سنکرون بدست می آید. یک مدار خاص اتصال یافته به تایمری که قابل برنامه ریزی است این امکان را می دهد تا بدون در نظر گرفتن تاخیرات در زمان واکنش اندازه گیری صحیحی از اندازه های دقیق ولتاژ تحریک بدست آید. روی تابلویی که از کارت های الکترونیکی تشکیل شده پالس های متوالی فرامین مدار کربار نیز تولید می شود.

کارت تولید پالس *DPSEx*

دو نوع سخت افزار مشابه مدار چاپی وجود دارد: *DPSEA* و *DPSEB*. تنها تفاوت بین این دو وجود ترانسفور موتورهای پالس است برای جداسازی گالونیک که به عنوان گیت هایی برای تریستورهای پل مبدل بکار می روند. *DPSEA* پیشنهاد استاندارد است برای ماشین های بدون دغال یا تحریک ماشین هایی با قدرت پایین. *DPSEB* پیشنهاد استاندارد است برای

تحریرک ماشین‌های سنکرون با رینگ‌های لغزشی. $DPSEx$ ولتاژ تغذیه را در $+5V$ (حالت سوئیچ) و $+/-15V$ تولید می‌کند و آنها را از طریق ورودی $+/-24 Vdc$ بدست می‌آورند. سه سیگنال سنکرون برای راه اندازی تیرستورها فیدبک جریان تحریرک و ولتاژهای تغذیه از طریق کابل مسطح به $Cpu CONDEE$ آورده شده‌اند. سطح و اندازه‌گیری فیدبک ولتاژ تحریرک به کارت $DAUXEA$ فرستاده می‌شود از آنجا پالس‌های متوالی بوجود می‌آیند تقویت می‌شوند و به ترمینال ترانسفورموتورهای پالس خارجی جهت اتصال به مدار کروبار برده خواهند شد. پالس‌های متوالی که زیاد شده‌اند باعث سیگنال آتش تیرستور می‌شوند و توسط کارت $Cpu CONDEE$ دریافت می‌گردند. کارت الکترونیکی نسبت به افزایش جریان محافظت می‌شوند. و همچنین ولتاژ تغذیه $+/-24 Vdc$ حفاظت می‌شود.

عناصر ذیل قسمت مکمل کنترل دیجیتالی می‌باشند:

- $SPDIO$: کارت الکترونیکی که افزایش I/O مدارات لاجیک را باعث می‌شود.

- $XZI48B$: کارت تقویت پالس‌ها.

این کارت شش مرحله تقویت $MOSFET$ دارد برای کنترل مستقیم ترانسفورموتورهای پالس‌ها که به گیت‌های تیرستورها اتصال داده شده‌اند.

ترمینال LCD : ترمینال LCD برای سیستم و به منظور تشخیص اشتباهات (خطاها) به کار می‌رود. ترمینال LCD قسمت مکمل سخت افزار کارت کنترل است که می‌تواند از طریق یک کابل مخصوص در روی جلوی نگهدارنده نزدیک سیگنال‌های دیگر قرار بگیرد.

آتش کردن تیرستور

هر تیرستور وقتی که بین آند و کاتد تابع ولتاژ پلاریزه مستقیم باشد در وضعیت هدایت قرار دارد و وقتی که جریان از داخل آن عبور می کند از پالس مثبت بکار رفته برای الکتروود گیت منشعب می شود و به کمترین اندازه پایدار *Latching* می رسد زمانی که ولتاژ *Vak* تغییر علامت می دهد (تغییر پلاریته) وضعیت هدایت بطور اتوماتیک متوقف می شود. پالس هایی که به هدایت تیرستورها فرمان می دهند برای حرکت الکترونیک های دیجیتال تولید می گردند. پالس ها از یک مرحله *MOSFET* تقویت می شوند و بعد به منظور استفاده برای حرکت الکترونیک های قدرت فیلتر می شوند. هر بار که سیگنال آتش هر دور تیرستور باعث هدایت می شود باید این عمل در پررود زمانی 6.6 m sec صورت پذیرد. (با سه فاز اصلی با فرکانس معادل با 50 هرتز 20 m sec مدت تطابق یافته است و $20 \text{ m sec}/3=6.6 \text{ m}$ زمان هدایت دو *SCR* بکار رفته است) برای یک مرحله آن شامل افزایش ناگهانی پالس های $(20\mu\text{sec})$ تکرار شده هر $40\mu\text{sec}$ استفاده از افزایش ناگهانی پالس های جریان پایدار (*Latching*) مطمئناً به صورت ناپیوسته (بدون اتصال) است اما در مورد بارهای هادی احتمال سوئیچینگ تیرستور افزایش می یابد و ابعاد مکانیکی ترانسفورماتورهای پالس کاهش می یابد ترانسفورماتورها نسبت تبدیل یک یک دارند و جداسازی گالونیک بین مدارات الکترونیکی قدرت و مدارات کنترل را مشخص می کنند. مدار پالس شامل یک مقاومت است به صورت موازی با یک خازن تغییر دهنده فاز می توانند هدایت هریک از ۶ شاخه پل را انجام دهد. از آنجا که یک دوره ولتاژ سنکرون با 360° درجه الکتریکی مطابقت

می کند زمان شروع از یک لحظه معین هر $360^\circ / 6 = 6^\circ$ یک اتصال شاخه بوجود می آید که بسته به توالی فاز تفاوت خواهد داشت.

ساختار نرم افزار

سیستم کنترل دیجیتال از نوع تک پردازنده است در آن فقط یک واحد تخصصی وجود دارد که کارهای متفاوتی را از طریق قطع کردن با اولویت های مختلف و بطور همزمان به عنوان ساعت سیستم انجام می دهد. هر برنامه توسط یک بخش مقدماتی سخت افزار و متغیرها مشخص می گردد و فقط یک بار در قدرت سیستم به وسیله یک حلقه نامحدود بالا می رود. حلقه در کل متشکل است از یک بخش که اکتساب داده ها را نشان می دهد (ورودی) بخش دوم که پردازش داده ها را نشان می دهد و سومین بخش که تولید داده های خروجی را نشان می دهد. (خروجی) داده های ورودی می توانند مقادیر باشند از تابلو و از واحد (رله لاجیک وضعیت سوئیچ ها اندازه های آنالوگ مقادیر الکتریکی) کنترل ها و اندازه های عددی که توسط اپراتور مشخص شده اند. زمان بکار رفته توسط واحد پردازش برای به اتمام رساندن یک حلقه آموزشی عامل مهمی است برای ارزیابی کارکرد سیستم تنظیم.

در سیستم های چند کاره بسیاری از حلقه آموزش ها بر طبق اولویت هایشان می توانند سریع تر یا کمتر باشند. کد قابل اجرای برنامه در قسمت EP ROM به حافظه سپرده می شود و بطور

اتوماتیک جای می گیرد و وقتی کاری به ماشین ارسال می شود شروع به کار می کند.
(استارت می شود)

وظایف و نقش تنظیم کننده

علاوه بر تنظیم ولتاژ استاتور با ارائه پارامترهای کنترل شده اصلی داخل AVRk با وظایف
ذیل تکمیل می گردد:

- به عنوان جبران جریان راکتیو بکار می رود تا راکتانس خارجی ترانسفورموتورهای هم
گروه را جبران نماید یا بار راکتیو را میان ژنراتورهای مختلف شبکه که با هم پارالل هستند
تقسیم کند.

- حد شار (ولت / هرتز) برای اجتناب از اثراتی که ممکن است افزایش شار مغناطیس بر
ترانسفورموتورهای هم گروه و استاتور ماشین سنکرون باعث شود.

- سیگنال های تثبیت کننده (PCS) یک فیدبک قدرت اکتیو و فرکانس برای تصحیح
نوسانات الکترومکانیکی استفاده می گردد.

- محدوده افزایش تحریک $(OEL)k$ از افزایش انرژی حرارتی در سیم پیچ های میدان
تحریک اجتناب می نماید و جریان تحریک را در محدوده تعیین شده کنترل می نماید.

- افزایش جریان تحریک به علت افزایش بار $(OL)k$ افزایش جریان تحریک در ماشین به
صورت موقت بدون اینکه حرارت اضافی در سیم پیچ های میدان تحریک بوجود آید.

- محدوده زیر تحریک $k(UEL)$ ژنراتور را از کمترین میزان جریان تحریک مورد نیاز برای

نگه داشتن در حالت سنکرون مطابق با منحنی قابلیت بارگیری از ژنراتور حافظت می نماید.

- $\phi \cos$ (ضریب قدرت). (PFR)

- محاسبه درجه حرارت رتور.

کالیبراتور روی ولتاژ مرجع داخلی ماشین عمل می کند (V_{rifer}) با تنظیم کمترین و بیشترین حد

اندازه های مقادیر صحیح در شرایط ذیل:

- فرامین بالا از پایین ($up/down$) که توسط اپراتور داده می شود.

- تا قدرت ری اکتیو بطور اتوماتیک به قدرت بالای صفر رسانده شود. (کنترل صفر قدرت

راکتیو).

- تا ولتاژ ماشین سنکرون بطور اتوماتیک با سطح ولتاژ خط هماهنگ شود. (کنترل تطابق

ولتاژ ماشین و شبکه).

تنظیم کننده می تواند به حالت اتوماتیک عمل کند برای مثال در حلقه بسته (تنظیم نرمال) یا

می تواند در حالت دستی عمل کند در حلقه باز (برای ساختن ولتاژ طولانی مدت تدریجی

برای نصب یا برای تعمیرات سیستم تحریک)

با سوئیچ کردن مولدهای بهره برداری از مود اتوماتیک تا مود دستی و یا بالعکس می تواند

در هر لحظه و بدون مراقبت خاصی توسط اپراتور انجام پذیرد. (نقش متعادل کردن).

با تنظیم کردن پارامترها اندازه های محدود مخصوص می شوند که می توانند از طریق

داده های ماشین بدست آیند (منحنی های قابلیت منحنی های V). مقایسه آنها با اندازه هایی که

بطور معمول توسط سیستم اندازه گیری می شوند به وسیله نرم افزار انجام می گیرد تا وجود تابع را معین کند.

کنترل مضاعف

کنترل با کانال دابل کارکرد مطمئن کانال های تنظیم را به میزان زیادی عرضه می دارد و در صورت خرابی یکی از کانال های تنظیم کارکردن کانال دیگر را تضمین می کند. دو سیستم مساوی کنترل دیجیتال (سخت افزار و نرم افزار) وجود دارد که مدارات اندازه گیری و مدارات آتش کردن تیرستور آنها از هم مجزا است. به هنگام بهره برداری فقط یکی از کانال ها اکتیو است (در وضعیت تنظیم است) و تیرستور مبدل را حرکت می دهد کانال دیگر (یعنی کانال) *Standby* بطور اتوماتیک کانال اکتیو را میزان می کند و آماده کنترل ماشین می باشد به هنگام سوییچینگ یک کانال تغییرات ولتاژ استاتور از $\pm 1\%$ تجاوز نمی کند به دنبال درخواست اپراتور و نیز از $\pm 5\%$ فراتر نمی رود در نتیجه خطای ماشین یا خط. وضعیت کنتاکت های رله R 43 با دو حالت پایدار تعیین می کند که کدام کانال در وضعیت تنظیم در حال کار است (اکتیو باشد) و کدام کانال در وضعیت *Standby* است که با ارسال اطلاعاتی از نرم افزار تنظیم به ماشینی و با قطع هدایت جریان و خطوط الکتریکی فرمان به کانال در حال تنظیم این کار (تعیین کانال اکتیو و کانال *Standby*) صورت می گیرد.

در کنترل با کانال دابل هریک از کانال‌های کنترل سیگنال‌های آنالوگ یکسانی از ماشین می‌گیرند و نیز فرامین لاجیک یکسانی از واحد دریافت می‌کنند. علاوه بر آن هر فرمانی برای آتش کردن تیرستور از تغییر دهنده فاز دیجیتالی خودش ارسال می‌شود.

بهره‌برداری از تجهیزات ماشین

اطلاعات کلی

شرایط بهره‌برداری صحیح از ماشین آلات در ذیل نشان داده شده است.

بهره‌برداری در مود اتوماتیک

اگر ماشین‌ها به صورت اتوماتیک کار می‌کنند (سیتنگ حلقه بسعه ولتاژ ماشین) شرایط ذیل باید برقرار باشد:

- تحریک کننده در شرایط کار کردن باشد و در وضعیت تریپ قرار نگیرد.

- سلکتور در وضعیت تنظیم کننده اتوماتیک بطور صحیح قرار بگیرد.

در شرایط نرمال رفتن از حالت بهره‌برداری دستی به بهره‌برداری اتوماتیک و یا بالعکس

می‌تواند بطور متفاوت اتفاق افتد در هنگام تحریک یا زمان غیر تحریک بدون هیچ گونه

تدابیر خاصی از جانب اپراتور.

شرایط راه اندازی تحریک

برای شروع تحریک شرایط ذیل باید وجود داشته باشد:

- وجود کارت های الکترونیکی $P24$ و $A24$ تغذیه کننده های داخلی
- در دسترس بودن تنظیم کننده دیجیتالی (در فرکانس ثابت روی نشان دهنده دیجیتالی در تابلو محلی بهره برداری با علائم چشمک زدن نشان داده می شود).
- ژنراتور در حال راه اندازی باشد.
- هیچ گونه فرامین تریپ الکتریکی و مانع استارت وجود نداشته باشد.
- فرامین قطع تحریک فعال نباشد.
- بعد از اینکه فرمان تحریک اولیه ولتاژ حالت سنکرون داده شد.
- چراغ (LED) کارت کنترل CONDEE روشن (ON) می شود.

شرایط قطع تحریک

- برای بی برق کردن ماشین سنکرون سوئیچ $52G$ باید باز شود عملیات بی برق کردن ماشین می تواند با فرامین تریپ انجام گیرد تا ماشین از خطاهای احتمالی محافظت شود.
- شرایط مورد نیاز برای پارالل کردن اصلی
- در شرایط ذیل اتصال سوئیچ $52G$ پارالل اتفاق می افتد:
- ماشین بی برق شود.
 - بهره برداری با حالت اتوماتیک انجام شود.

- سیگنال آنالوگ ولتاژ شبکه ظاهر شود.

- ولتاژ ماشین به سطح ولتاژ شبکه برسد و اختلاف فاز در آنها در حد مجاز باشد.

وقتی که سطح ولتاژ ماشین به سطح ولتاژ شبکه برسد (برای مثال فرامین تنظیم کننده برای

ولتاژ قبلا ارسال شده باشد) سیستم کنترل با ارسال کنتاکت وصل کلید 52G را فراهم

می نماید.

شرایط مورد نیاز برای کنترل پارالل

با پارالل کردن ماشین سنکرون به شبکه سیگنال های تثبیت کننده و مرکب محدوده بالا و

زیر تحریک برای کنترل ولتاژ استاتور فعال می باشند.

اخطار:

بهره برداری با حالت دستی برای راه اندازی اولیه سیستم و به هنگام تعمیرات توصیه می شود جهت

رساندن ولتاژ از صفر به اندازه ولتاژ تعیین شده (اسمی) در روش دستی ضروری است که

بهره برداری با احتیاط صورت گیرد.

بهره برداری از راه دور

با قراردادن سلکتور فرمان بر روی REMOTE سیگنال های لاجیک به ترمینال تابلوی مورد

نظر می رسد در این حال فرامین محلی بطور اتوماتیک غیر فعال می شوند.

مشخصات ترانسفورماتور تحریک

| | |
|----------------------|---------------------------------|
| AN | نوع |
| 1150 KVA | قدرت اسمی |
| 6.6/0.48 KV | نسبت تبدیل ترانسفورماتور |
| Y d 11 | اتصال سیم پیچ (گروه برداری) |
| $\pm 2 \times 2.5\%$ | تغییرات ولتاژ (در حالت بی باری) |
| 8% | ولتاژ اتصال کوتاه (V_{cc}) |

فهرست

- مقدمه

- اصول بهره‌برداری

- راه‌اندازی سیستم‌های الکتریکی

- بخش استارتر (راه‌انداز) ثابت

- حفاظت‌ها

- مراتب بهره‌برداری

- مشخصات ترانسفورماتورهای استارتر ثابت

سیستم راه انداز

مقدمه

با در نظر گرفتن مشکلات متعدد مربوط به راه اندازی واحدهای مجزای کرمان سیستم راه اندازی با یک توربین گاز با ژنراتور سنکرون مربوطه طراحی شده است. در این حالت هر ژنراتور به عنوان یک موتور سنکرون عمل می کند اندازه های مدوله از تغذیه پارامترهای سیم پیچ استاتور بدست می آید. سیم پیچ رتور با جریان مستقیم به وسیله سیستم تحریک نرمال تغذیه می شود.

سیستم الکتریکی راه انداز

به منظور شروع بهره برداری از واحدها از یک سیستم الکتریکی (باس بار) استفاده می شود که برای همه واحدها مشترک است. در زمان راه اندازی واحدها باس بار مشترک به سیم پیچ استاتور همه ژنراتورها متصل می شود. باس بار مشترک راه انداز که با شماره *OMBJ03* مشخص شده بدون تمایز می تواند به ترانسفورماتورهای راه انداز شماره *OMBJ01* و *OMBJ02* وصل شوند هر دو از باس بارهای 6.6 کیلو ولت سیستم کمکی های الکتریکی گرفته شده اند. بین ترانسفورماتورهای مذکور و باس بار راه انداز مبدل های فرکانس ثابت (*SFC*) برای تنظیم ضروری فرکانس و ولتاژ ژنراتورها قرار گرفته اند. به هنگام شروع بهره برداری سیم پیچ استاتور ژنراتور با فرکانس و ولتاژی که تدریجا رو به افزایش می رود

تغذیه می شود یعنی به دنبال یک برنامه از پیش تعیین شده از سرعت دورانی یا حالت ساکن به سرعتی مناسب برای به راه انداختن پروسه سوخت توربین می رسد.

باس بار راه اندازی به گونه ای طراحی شده است که در یک زمان فقط امکان راه اندازی یک واحد وجود دارد.

اصول بهره برداری

- اصول بهره برداری راه اندازی این سیستم که شامل قسمت های اصلی ذیل می باشد:
- یک مبدل ثابت که با حرف K نشان داده شده قدرت را با ولتاژ ثابت و فرکانس $a.c.$ از شبکه تغذیه دریافت می کند برای تغذیه بعدی به مدار واسطه $d.c.$
 - یک مدار میانی $d.c.$ شامل ضریب القایی مسطح که با حرف L نشان داده شده.
 - یک مبدل ثابت که با حرف K نشان داده شده قدرت را از مدار میانی $d.c.$ دریافت می کند برای انتقال به فازها، ولتاژ متغیر و جریان متناسب به ماشین سنکرون (با حروف MS نمایش داده شده است).
 - سیستم تحریک ماشین سنکرون با حروف SE نمایش داده شده است.
- در شکل سه اصول بهره برداری سیستم مشابه با ذکر جزئیات نشان داده شده است.
- بخش استارتر (راه انداز) ثابت
- استارتر ثابت متشکل از چهارنوع $SFU 1016$ است که شامل موارد ذیل است.
- تجهیزات اندازه گیری واحدهای کنترل سیگنال های و آلارم ها.

- مدارات قدرت

- مدارات کمکی

- مدارات کنترل

تجهیزات اندازه گیری

تجهیزات اندازه گیری روی پایه صفحه کنترل قرار گرفته اند و شامل موارد ذیل می باشند:

PV01 ولتاژ خط

PA02 جریان *DC*

PA02 جریان تحریک

PV02 ولتاژ ماشین

PF01 فیدبک سرعت

واحدهای کنترل

واحد کنترل ذیل روی درب قسمت های شماره ۱۴ واقع شده: (*Fig 10*)

(=NO3-SB01) دکمه فشاری ست حفاظت

(=NO3-SB02) دکمه فشار اضطراری

واحد کنترل ذیل در قسمت جلوی صفحه کنترل واقع شده:

(-RP01) سرعت تمیز کردن (مرجع)

سرعت و کیوم (مرجع) (RP02-)

سیگنال ها و آلارم ها

سیگنال ها آلارم ها و تریپ ها در یک باکس (HS01-) بسته شده اند و در صفحه کنترل قرار گرفته اند و به وسیله سیستم PLC کنترل می شوند. علاوه بر سیگنال های جمع شده در باکس یک سری از سیگنال ها در روی کارت های کنترل فراهم آمده اند این سیگنال ها از طریق پنجره روشن که روی درب تابلو است قابل دیدن می باشند.

مدارات قدرت

قسمت های اصلی قدرت استارتر از موارد ذیل تشکیل شده اند:

تیریسورهای قدرت (=H02-GF02) (=G01-GF01)

راکتور صاف کننده اتصال DC (=H01-LL01)

تیریسورهای قدرت (=G01-GF01) (=H02-GF02)

یک سو کننده ها و پل های اینورتر در دو بخش مجزا قرار گرفته اند.

هر بخش شامل سه طبقه است در روی ۴ سطح که از پیش توسط کارخانه شارژ شده و به

هم متصل شده اند. این طبقه ها داخل یک ساختار فولادی جای گرفته اند که برای آسان

بیرون کشیدن از داخل تابلو روی چهار چرخ نصب شده اند.

هر تیرستور توسط یک مدار $R-C$ (استایر) در موقع افزایش ولتاژ محافظت می شود.
(جلوگیری از افزایش ولتاژ)

گروه های $R-C$ و ترانسفورماتورهای پالس (که برای تقویت کردن سیگنال های جرقه تیرستورها به کار می روند) روی نگه دارنده های عایقی مونتاژ شده اند و در جلوی طبقات قرار گرفته اند.

به این ترتیب یک ساختار متراکم بدست آمده است به علاوه گیره ها که از پیش طبقات را شارژ کرده اند شرایط را مهیا می کنند تا در صورت خطا تیرستور روی نقطه جایگزین شود بطوری که طبقات از هم دی مونتاژ نشوند و جهت تعویض به کارخانه فرستاده شوند.
نوع سیستم خنک کنندگی از نوع سیستم تهویه اجباری است و در بخش بالایی مرکز ناحیه شماره ۱۲ قرار گرفته است.

راکتور صاف کننده اتصال DC ($H01-LL01$)

راکتور حالت های موجی جریان را در محدوده جریان مدار میانی کاهش می دهد و معمولاً از هسته آهنی که توسط هوا خنک می شود ساخته شده است. در قسمت شماره ۱۱ قرار گرفته است. و به یک سنسور برای اندازه گیری بیشترین درجه حرارت مجهز شده است.

مدارات کمکی

منظور از مدارات کمکی کلیه مدارت و تجهیزاتی است که با مدارات قدرت و کنترل با

یکدیگر به روی تابلو مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند.

آنها از مداراتی تشکیل شده‌اند که با ولتاژهای $220V\ a.c.$ و $110V\ d.c.$ و $24V\ d.c.$ تغذیه

می‌شوند و به مدارهای ذیل تقسیم می‌شوند:

- مدارات PLC و لاجیک رله

- کارت‌های مشترک

- ترانسدیوسرها

مدارات PLC

تمام سیگنال‌های ورودی و خروجی تابلو توسط یک رله و بطور گالونیک از هم جدا

می‌شوند.

منطق (لاجیک) بهره‌برداری از یک کنترل‌کننده قابل برنامه‌ریزی طراحی شده که

سیگنال‌های دریافتی از میدان تحریک را هدایت و کنترل می‌کنند.

واحدهای محیطی کنترل‌کننده که با کنترل سطح مشترک دارند با مبدل $24V$ ولتاژ $d.c.$

تغذیه می‌شوند و در قسمت جلویی ناحیه شماره 14 قرار گرفته‌اند.

واحدهای محیطی کنترل‌کننده که با میدان تحریک در سطح متقابل قرار گرفته‌اند با ولتاژ

$24V\ d.c.$ تغذیه می‌شوند و در قسمت عقب ناحیه شماره 14 واقع شده‌اند.

مدارات تغذیه برای کلیه سرویس‌های کمکی و منطق در قسمت عقب ناحیه شماره ۱۴ قرار گرفته‌اند.

کارت‌های مشترک

این کارت‌ها تمامی سیگنال‌های خارجی را اتصال و هماهنگ می‌نمایند که برای کنترل ضروری می‌باشند. کارت‌های مشترک با ولتاژ $24V d.c.$ تغذیه می‌شوند و به سه گروه ذیل تقسیم می‌شوند:

- کارت‌های سیگنال‌های دیجیتال

- کارت‌های سیگنال آنالوگ

- کارت‌های انتقال پالس برای آتش کردن تیرستور

تمامی کارت‌ها با محافظ ابریشمی پوشش داده شده‌اند و با برجسب لحیم کاری شده به روی مدار چاپی مشخص شده‌اند. کارت‌های دارای قسمت‌هایی هستند که روی جامپر‌ها یا قسمت‌های بالاتر مونتاژ شده‌اند این قسمت‌ها برای واحد مشخص شده می‌باشند. اندازه‌های قسمت‌های مونتاژ شده در موقعیت جامپر‌ها یا نواحی بالا روی صفحه‌های نمودارهای تنظیم گزارش شده است. (صفحه Z)

آنها در جلوی ناحیه شماره ۱۴ واقع شده‌اند.

کارت‌های سیگنال دیجیتالی

کارت‌هایی که سیگنال‌های تغییر وضعیت کنترل و سیگنال‌های تغییر وضعیت میدان تحریک را هدایت می‌کنند متعلق به این گروه می‌باشند. اتصال بین کارت‌ها و سیگنال‌های کنترل از طریق یک کابل چند رشته با شیلد محافظ صورت می‌گیرد که با پین‌های هادی ۲۵ یا ۳۷ عددی مشخص شده‌اند.

هر کابل به وسیله یک کد (بر چسب) که در طرفین انتهایی کابل گذاشته شده شناسایی می‌شود. از طرف دیگر اتصال با میدان تحریک توسط پیچ با ترمینال صورت گرفته است. کارت‌های ذیل استفاده می‌شوند:

کارت خروجی ۱۶ رقمی

این کارت سیگنال‌های تغییر وضعیت میدان تحریک را دریافت می‌کند و آنها را به واحد کنترل می‌رساند.

131QED40000B×16DIA
(= V05 – A×05)

کارت خروجی ۱۶ رقمی

این کارت سیگنال‌های تغییر وضعیت میدان تحریک را دریافت می‌کند و به واحد کنترل می‌رساند.

131QE 40000B×16DIAcard
(= V06 – A×06)

کارت دیجیتال خروجی ۸ و ورودی ۸ رقمی

این کارت عملکرد ذکر شده دو کارت بالا را انجام می‌دهد.

131QE40000B×IOSFAcard
(= V07 – A×07)

کارت‌های سینگال آنالوگ

کارت‌هایی که خروجی و ورودی میدان تحریک را هدایت و کنترل می‌کنند متعلق به این گروه هستند. همچنین روی این کارت‌ها اتصال به وسیله یک کابل بافته شده چند رشته صورت می‌گیرد که با کنکتور (اتصال دهنده) با تعداد ۱۵ پین مشخص می‌گردد. هر کابل به وسیله یک کد که در طرفین انتهایی آن گذاشته شده شناسایی می‌شود. از طرف دیگر اتصال با میدان تحریک به وسیله پیچ با ترمینال یا ترمینال‌های فیبرنوری صورت می‌گیرد. کارت‌های ذیل استفاده می‌شوند:

کارت 26454301-XTAV01 ورودی آنالوگ 5/ کارت خروجی آنالوگ

2

(=V03-AX03)

این کارت سیگنال‌های تغییر وضعیت توسط

(=V04-AX04)

TV و TA را که روی مدارهای قدرت قرار

گرفته‌اند دریافت می‌کند و به کنترل ارسال

می‌دارد.

کارت خروجی‌های 2×6

کارت‌های انتقال پالس آتش

این کارت کنترل الکتریکی تغییر وضعیت

کارت 260750-XTRFOA

برای آتش کردن تیرستور را دریافت

(=V01-AX01)

می‌کند و آنها را به کارت دریافت که در

(=V02-AX02)

ناحیه کم ولتاژ قرار گرفته‌اند ارسال می‌دارد.

ترانسدیوسرها

کلیه این قسمت‌ها در ناحیه ولتاژ و متوسط قرار گرفته‌اند و در ترانسدیوسرهای جریان (TA) و ترانسدیوسرها ولتاژ (TV) تقسیم می‌شوند:

ترانسدیوسرهای جریان همگی ترانسفورماتورهای اندازه‌گیری می‌باشند و روی هر مبدل سمت باس بار مونتاژ شده‌اند. آنها در پشت ناحیه شماره 11-13 جای داده شده‌اند.

سیگنال‌های جریان اندازه‌گیری شده که یک بار پردازش شده‌اند از طریق کارت‌های مشترک که در ناحیه مجاور قرار گرفته‌اند به کنترل فرستاده می‌شوند.

ترانسدیوسرهای ولتاژ از نوع ترانسفورماتورهای اندازه‌گیری مغناطیس می‌باشند و دو قطب عایق‌بندی شده بین فازها قرار گرفته و در پشت ناحیه شماره ۱۲ مونتاژ شده‌اند.

نمایان ساختن اندازه ولتاژ بین فازهای T و R که بطور مناسب تبدیل شده‌اند به وسیله کارت‌های مشترک که در جلوی ناحیه شماره ۱۴ جای داده شده‌اند به کنترل فرستاده می‌شوند.

مدارات کنترل

اطلاعات کلی

مدارات کنترلی الکترونیکی روی یک قالب ساختاری دوار قرار گرفته‌اند به ترتیب ذیل:

1 ° تجهیزات اندازه‌گیری رک (پایه) و واحد سیگنال‌ها/آلارم‌ها ($HS01$ -)

2 ° پانل میمیک نشان دهنده کنورتر (مبدل)

3 ° کارت های کنترل (Rack)

کارت ها با محافظ ابریشمی پوشش داده شده اند بر چسب و بر چسب مشخص کننده خارجی در جلو مستقیماً روی مدار چاپی لحیم شده سر کابلها سوئیچ ها و دکمه ها در جلوی کارت به ترتیب قرار گرفته اند و همیشه از بالا به پایین شماره بندی می شوند. کارت ها ممکن است دارای قسمت هایی باشند که روی ساکت (Socket) یا نواحی بالاتر (Turrets) مونتاژ شده اند این قسمت ها برای واحد حالت مشخص پیدا می کنند و ارزش آنها در نمودارهای تابعی ورقه های ستینگ نشان داده شده است.

(ورقه های Z)

وظایف کارت های کنترل و نمودار اتصال داخلی

وظایف اصلی ذیل را به عهده دارد:

- مبدل فرکانس ثابت با تغییر فاز در سمت شبکه

- تغییر فرکانس مبدل با تغییر فاز در سمت ماشین

- تنظیم کننده سرعت با تنظیم جریان داخلی حلقه

- کنترل زاویه مبدل، تغییر فرکانس

- حفاظت ها

- لاجیک بهره برداری

- سطح مشترک مبدل (تولید پالس جرقه تیرستورها، بدست آوردن سیگنال های TV و TA)

- سطح مشترک میدان (PLC)

- سطح مشترک مصرف کننده و تشخیص عیوب

حفاظت ها - اطلاعات کلی

حفاظت ها می توانند به موارد ذیل تقسیم شوند:

- حفاظت هایی که از طریق مدارات سخت افزاری انجام می شوند.

- حفاظت هایی که از طریق نرم افزاری انجام می شوند.

همه حفاظت ها ذخیره می شوند با سیگنال های تریپ یک حفاظت پالس های جرقه مبدل با

نهایت تاخیر تولید می شوند (با خاموش کردن پالس های متوالی به یکباره جریان صفر

می شود) و کلیه سمت شبکه باز (قطع) می گردد.

تمام حفاظت های نرم افزاری از طریق پارامترها قابل ارائه نیستند.

حفاظت های سخت افزار

- کمترین جریان تحریک

- بیشترین جریان تحریک

- مبدل CT - متصل کننده های کارت PT

- بیشترین جریان پل با فرکانس ثابت

- بیشترین جریان پل با فرکانس متغیر

اختلاف جریان بین پل های یک سو کننده - اینورتر ($I'_{dc} < I_{dc}$)

اختلاف جریان بين پل های یک سو کننده - اینورتر ($I'_{dc} < I_{dc}$)

بیشترین ولتاژ ماشین

حفاظت های داخلی تابلو:

(۱) از لاجیک به رله

- دکمه فشار اضطراری در محل

- تغذیه PLC

- تغذیه کنترل

(۲) از لاجیک PLC:

- بیشترین درجه حرارت راکتانس

- قطع تغذیه فن ها

- فن مبدل کثیف نباشد

- فن راکتور کثیف نباشد

- سنکرون شدن بی موقع

حفاظت های خارجی تابلو:

(۱) از لاجیک به رله دکمه فشار اضطراری

(۲) از لاجیک PLC درجه حرارت خروجی ترانسفورماتور

- مدار واجداگ (نوعی حفاظت ارتباطی) $DCONCB$

- مدار واجداگ $RREGOA$

حفاظت‌های نرم‌افزار

کمترین ولتاژ شبکه

بیشترین ولتاژ شبکه

بیشترین سرعت

بیشترین زمان پیکاپ

خطای نوشتاری *EEP ROM*

قطع کانال ارتباطی *I/O*

خطای مسیر سیکل

خطای ضربه سنکرون

خارج شدن فرکانس از حد مجاز (تولرانس)

عدم قطع سنکرون (*IR2*)

حفاظت واچداگ اندازه جریان صفر در حرکات ضربه‌ای

حفاظت واچداگ اندازه جریان صفر در کلید زنی نرمال

مورد استفاده نبودن مدار قطع (خطا در مدار قطع)

خطا در باس (روی کانال باس *I/O*)

مراتب بهره‌برداری

ترتیب راه‌اندازی واحد به شکل ذیل تقسیم‌بندی شده است:

- استارت (استارت خارجی)

- تمیز کردن

- وکیوم کردن

- توالی و ترتیب تریپ

استارت

استارت (استارت خارجی یا استارت واحد)

| | | |
|-----|--------|------------------------------------------|
| DCS | به SFC | آماده‌سازی مبدل فرکانس ثابت SFC از |
| DCS | به SEE | میدان در حالت تحریک نیست از |
| SFC | به DCS | استارت خارجی یا استارت واحد از |
| DCS | به SFC | استارت خارجی یا استارت واحد انتخاب شد از |
| SFC | به DCS | آماده کردن از |
| DCS | به SFC | اتصال MBJ01GS002, MBJ01GS001 از |
| DCS | به SFC | اتصال صورت گرفت (آماده شد) از |
| SFC | به DCS | روشن کردن مبدل فرکانس ثابت از |
| DCS | به SFC | اتصال MKC01GS003, MBJ01GS001 از |
| DCS | به SFC | مبدل فرکانس ثابت روشن است (ON) از |

خاموش کردن مبدل فرکانس ثابت از DCS به SFC در 70%rpm توسط DCS

باز کردن MBJ01GS001, 002, 004, MKC01GS003 از SFC به کلید توسط DCS

SFC خاموش است (off) از SFC به DCS

روشن کردن سیستم تحریک از SFC به SEE در 95% rpm

اتصال MKC01GS003 از SEE به کلیدها توسط DCS

ولتاژ خط هماهنگ شده است از SEE به DCS

تمیز کردن (Cleaning)

آماده کردن مبدل فرکانس ثابت از SFC به DCS

میدان در حالت تحریک نیست از SEE به DCS

تمیز کردن از DCS به SFC

سیستم تمیز کردن روشن است (ON) از SFC به DCS

آماده کردن از DCS به SFC

اتصال MBJ01GS002, MBJ01GS004 از SFC به کلیدها توسط DCS

اتصال صورت گرفت (آماده شد) از SFC به DCS

روشن کردن مبدل فرکانس ثابت از DCS به SFC

اتصال MKC01GS003, MBJ01GS001 از SFC به کلیدها توسط DCS

| | | |
|--------------------------------------|--------------------|------------------|
| مبدل فرکانس ثابت روشن است. (ON) از | SFC به | DCS |
| خاموش کردن مبدل فرکانس ثابت (off) از | DCS به | SFC در تمیز کردن |
| وکیوم کردن (Purging) | | |
| آماده کردن مبدل فرکانس ثابت از | SFC به | DCS |
| میدان در حالت تحریک نباشد از | SEE به | DCS |
| وکیوم کردن از | DCS به | SFC |
| سیستم وکیوم روشن است. (ON) از | SFC به | DCS |
| آماده کردن از | DCS به | SFC |
| اتصال MBJ01GS009, MBJ01GS002 از | SFC به کلیدها توسط | DCS |
| اتصال انجام شد (آمده شد) از | DCS به | SFC |
| روشن کردن SFC از | DCS به | SFC |
| اتصال MBJ01GS001, MKC01GS003 از | SFC به کلیدها توسط | DCS |
| SFC روشن است (ON) از | SFC به | DCS |
| خاموش کردن SFC استارت خارجی از | DCS به | SFC در وکیوم |

ترتیب مراحل تریپ (استارت خارجی یا استارت واحد)

ترتیب مراحل تریپ

| | | |
|-----------------------------------|--------|------------|
| کاهش قدرت راکتیو تا نزدیکی صفر از | DCS به | SEE |
| قدرت راکتیو به صفر رسیده است از | SEE به | DCDS |
| قطع سیستم تحریک (off) از | DCS به | SEE |
| باز کردن MKC01GS003 از | SEE به | MKC01GS003 |

توسط DCS

مشخصات ترانسفورماتورهای راه انداز ثابت

کارخانه سازنده TESAR

نوع AN

قدرت اسمی 2.100 KVA

نسبت تبدیل 6.6+/-2x2.5% 3KV

اتصال سیم پیچ (گروه بردار) Dym 11

ولتاژ اتصال کوتاه (VCC) 5%

فرکانس قطع اتصال 35 Hz

فهرست

- مقدمه

- توصیف کلی

- قسمتهای اصلی سیستم الکتریک واحد

قسمتهای اصلی سیستم الکتریک نیروگاه

سطح ولتاژ 230 KV (یا 400 KV)

سطح ولتاژ 15.750 KV

سطح ولتاژ 6.6 KV

سطح ولتاژ 400 V

سطح ولتاژ 220 V d.c

سطح ولتاژ 220 V a.c

تجهیزات الکتریکی و مواد (متریال)

ترانسفورماتور افزایشده ولتاژ یا (*Step Up*)

کلید ژنراتور

ترانسفورماتور واحد

باس داکت با سطح ولتاژ 15.750 KV

تجهیزات توربین و ژنراتور

سوئیچ گیر فشار متوسط (MW)

ترانسفورماتور کمکی (MV/LV)

سوئیچ گیر فشار ضعیف (MV/LV)

سوئیچ گیر فشار ضعیف (LV)

سیستم $D.C.$ و اینورتر (UPS)

تجهیزات دیزل ژنراتور اضطراری

سیستم زمین

حفاظتهای ژنراتور و ترانسفورماتورها، سیستم سنکرون و اندازه گیری

سیستم حفاظتهای ژنراتور و ترانسفورماتور

سیستم سنکرون

سیستم اندازه گیری ژنراتور

سیستم الکتریکی

۱- مقدمه

نیروگاه رجایی از ۴ واحد مشابه تشکیل شده است، واحدها از نظر تولید قدرت و مشخصات فنی قسمت‌ها و اتصالات الکتریکی یکسان هستند. هر ژنراتور به توربین گازی خودش متصل شده و در حالت جدا از شبکه راه‌اندازی می‌شود. هر واحد مستقل از واحدهای دیگر است و بخش کمی از انرژی الکتریکی تولید شده برای تغذیه سرویس‌های کمکی استفاده می‌شود و قسمت عمده آن، شبکه HV را تغذیه می‌کند.

یک سیستم باس بار مشترک از طریق اتصالات متقابل بین سیستم‌های MV واحدها جهت بهبود پیوستگی و انعطاف‌پذیری واحدها را حین بهره‌برداری تشکیل شده است، و سیستم راه‌انداز واحدها و سرویس‌های کمکی مشترک را تغذیه مینماید. همچنین سه واحد دیزل ژنراتور بمنظور تغذیه سرویس‌های کمکی ضروری در شرایط اضطراری فراهم آمده است.

توصیف کلی

همانطور که در نقشه شماره $MP-KRG-(ANSANKLO\ DOC\ 0208-A-1vvc-U-002)$

$00EE-02-EEG-002$ نشان داده شده هر ژنراتور توربین گاز از طریق کلید ژنراتور به

ترانسفورماتورر افزاینده ولتاژ ($STEP\ UPT$) مربوط به خود متصل شده است و مستقیماً

ترانسفورماتور واحد را تغذیه می‌کند. اتصال بوسیله باس بارهای ایزوله با سطح ولتاژ 15.750

LV انجام میگیرد. ترانسفورماتور افزایشده ولتاژ (STEP UP) (XBAT 01) از طریق سیم

هوایی و کلید H.V. به خط فشار قوی متصل شده است.

این نوع طراحی، امکان میدهد وقتی ژنراتور از سرویس خارج است (کلید ژنراتور باز

است) مصارف کمکی، مصارف مشترک و واحد از شبکه تغذیه شوند.

ترانسفورماتور واحد (XBBT01)، سوئیچ گیر 6.6KV را بوسیله کلید (XBBBT01) تغذیه

میکند

سوئیچ گیر 6.6 KV موارد ذیل را تغذیه میکند:

- ترانسفورماتور کمکی واحد (6.6/0.4 KV) را بوسیله کلید (XBFT 01)

سوئیچ گیر مصارف مشترک را بوسیله کلید (XBBE05)

ترانسفورماتور کمکی واحد از طریق کلید مربوط به خود (XBFT01/GT002) سوئیچ گیر

400 V مرکزی واحد را تغذیه می کند. سوئیچ گیر (PC) 400 V (BFE)، تابلو کنترل

موتورهای واحد (MCC) را تغذیه می کند. سوئیچ گیر مصارف مشترک 6.6 KV میتواند به

سوئیچ گیر 6.6 KV هر واحد متصل شود بوسیله کابل‌های مناسب و کلیدهای مربوط به خود

بمنظور تغذیه مصارف کمکی مشترک از هر واحد سوئیچ گیر مصارف مشترک 6.6 KV از

طریق کلیدهای مربوط به خود ترانسفورماتور (10BFT 01/02) مورد استفاده سیستم راه‌انداز

واحدها را تغذیه می کند.

سوئیچ گیر مشترک 6.6 KV از دو بخش معادل تشکیل شده با مصارف یکسان که بطور

نرمال بوسیله کلید Tie از هم جدا شده‌اند. تغذیه مصارف ضروری و مشترک 400 V در

شرایط اضطراری از طریق اتصالات الکتریکی به تابلو دیزل ژنراتور صورت میگیرد.
(همانطور که توضیح داده شد).

قسمتهای اصلی سیستم الکتریک واحد

ترانسفورماتور افزایش ولتاژ (XBAT01) با مشخصات 15.750/245 KV, 200 MVA

- کلید ژنراتور با ولتاژ 15.750 KV

- ژنراتور با مشخصات 15.750KV, 200MVA, (GT)

- ترانسفورماتور (XBBT01) که سوئیچ گیر 6.6KV را تغذیه می کند و دارای این مشخصات می باشد.

- سوئیچ گیر 6.6KV واحد (XBBE)

- ترانسفورماتور تحریک (XMKC01)، با مشخصات 6.6/048KV, 1150 KVA

- سوئیچ گیر 400V واحد (XBFE)

- شارژرهای 220 V (XBL T10)

- بانک باطری 220 V (XBTA 10)

- تابلو توزیع 220 V d.c. (XBUB)

- اینورتر 220 V (XBRU 11) برای تغذیه نرمال تابلوهای توزیع A.C بسیار ضروری

- تابلوهای توزیع a.c بسیار ضروری 220V (XBRA/B)

- ترانسفورماتور (BMT 01) با مشخصات $400/220\text{ V}$, 20 KVA برای رساندن ولتاژ $a.c.$

ضروری از شبکه با سوئیچ ثابت (کلید استاتیک)

- ترانسفورماتور (XBL T01) با مشخصات 20 KVA برای تغذیه سیستم روشنایی $400/230\text{ V}$

قسمتهای اصلی سیستم الکتریک مشترک

- سوئیچ گیر مصارف مشترک 6.6 KV (10BBE01)

این بخش از سوئیچ گیر میتواند از سوئیچ گیرهای 6.6 KV واحدهای شمار ۱ و ۲ و ۳ از طریق کلیدهای مربوطه تغذیه شود.

ترانسفورماتورهای 910MBJ01/02 با قدرت 2100 KVA که سوئیچ گیر 10MBJ03 را تغذیه می کنند در شرایط راه اندازی و بهره برداری از توربین گاز از طریق مبدل های فرکانس ثابت بکار گرفته میشوند.

- ترانسفورماتورهای کمکی مشترک (10BFT01/02) با مشخصات 500 KVA , $6.6/04\text{ KV}$

- سوئیچ گیرهای مشترک 400 V (10BFE/10BFF)

این سوئیچ گیر از دو بخش تشکیل شده که بطور نرمال بوسیله کلید (GS001/GT002) باس

تای (bus- Tie) از هم جدا میشوند. (مطابق با سوئیچ گیرهای مشترک 6.6 KV)

- شارژر باتری 220 V (10BTL 10)

- بانک باتری 220 V (10BTA 10)

- تابلو توزیع 220 d.c (10BUB)

اینورتر 220 V (10BRU 10) برای تغذیه نرمال تابلوهای توزیع a.c ضروری

- ترانسفورماتور (10BMT01) با مشخصات 20 KVA و 400/220V برای رساندن ولتاژ a.c

ضروری از شبکه با سوئیچ ثابت (کلید استاتیک)

- ترانسفورماتور 100 KVA (10BLT 01) برای تغذیه سیستم روشنایی 400/230 V

- بار 15 KVA برای سیستم اطفاء حریق واحد

قسمتهای اساسی دیزل ژنراتور

- دیزل ژنراتور (10XJ01) با مشخصات 420 V, 350 KVA

- کلید ژنراتور (GS001)

- تابلوی توزیع (10BHA) برای تغذیه اضطراری تابلوی 400V واحد شماره ۱ و ۲

(AABFE/12BFE) بوسیله کلیدهای مربوطه

- دیزل ژنراتور (10XJ02) با مشخصات 420V, 350 KVA

- کلید ژنراتور (5S001)

- تابلوی توزیع (10BHB) برای تغذیه اضطراری قسمتهای ذیل بوسیله کلیدهای مربوطه:

- واحدهای شماره ۲ و ۳ تابلوی 400 V (13BFE/14BFE)

- شارژر باتریهای 220 V (10BTL 10) از سیستمهای الکتریک مشترک

- ترانسفورماتور (10 BL T02) با قدرت 25 KVA برای سیستم روشنایی اضطراری 400/230 V

- دیزل ژنراتور (10xJO3), 420 v, 350 KVA

- کلید ژنراتور (GS001)

- تابلوی توزیع (10BHC) برای تغذیه اضطراری تابلوی 400 V واحدهای شماره ۵ و ۶
(15BFE/16BFE)، بوسیله کلیدهای مربوطه

ملاحظات

تابلوهای توزیع اضطراری (10BHA/B/C) میتوانند بوسیله کلیدهای سنکرون بهم دیگر متصل میشوند.

طبقه بندی و عملکرد سیستم های الکتریک نیروگاه

مقدمه

سیستم های الکتریک نیروگاه رجایی، با سطوح متفاوت ولتاژ بهره برداری میشوند، این ولتاژهای متفاوت به قدرت الکتریکی منتقل شده و عملکردهای بکار رفته بوسیله هر سیستم بستگی دارند.

لیست ذیل شامل سیستم های الکتریکی مختلفی است که مطابق عملکرد و ولتاژ مورد استفاده تعیین شده اند:

سطح ولتاژ 230KV (یا 400 KV)

این سطح از ولتاژ که به ولتاژ ثانویه بهره‌برداری بستگی دارد، به شبکه 230 KV (یا 400) متصل می‌شود و از طریق تولید شده توسط نیروگاه (واحدها) ارسال می‌گردد. از طریق ترانسفورماتورهای اصلی متصل به شبکه، به هنگام راه‌اندازی واحدها یا در شرایط خارج بودن واحدها (تریپ)، ترانسفورماتور واحدها تغذیه می‌شوند و توسط این ترانسفورماتورها مصارف کمکی تغذیه می‌شوند.

سطح ولتاژ 15.750 KV

در این سطح از ولتاژ انرژی الکتریکی توسط هر ژنراتور تولید می‌شود. بخش کمی از انرژی الکتریکی تولید شده برای تغذیه مصارف داخلی واحد بوسیله ترانسفورماتورهای واحد به کار می‌رود در حالیکه بخش عمده آن بوسیله ترانسفورماتورهای افزایش ولتاژ ($STEP-UP$) به شبکه 230 KV یا 400 KV ارسال می‌گردد.

سطح ولتاژ 6.6 KV

این سطح از ولتاژ که به سطح ولتاژ مورد بهره‌برداری فشار متوسط واحدها و باس بار مشترک بستگی دارد برای تغذیه قابل توجهی از مصارف کمکی بکار می‌رود (بالای 200 KW) از باس بارهای ذکر شده در بالا، تغذیه بارهای فشار ضعیف LV (400 V) بوسیله ترانسفورماتورهای کمکی واحد (MV/LV) صورت می‌گیرد.

سطح ولتاژ $400 V$

این سطح از ولتاژ به سطح ولتاژ تغذیه بیشترین مصارف کمکی و مشترک واحدها بستگی دارد که بوسیله سوئیچ گیر قدرت مرکزی ($P.C$) و تابلو کنترل مرکزی موتورها (MCC) گرفته شده است. در سطح ولتاژ مشابه، انرژی الکتریکی نیز بوسیله دیزل ژنراتورهای اضطراری تولید میشود تا تغذیه مصارف ضروری را در شرایط قطع تغذیه نرمال، فراهم نماید.

سطح ولتاژ $220 V d.c$

این سطح از ولتاژ، سطح سیستمهای ولتاژ مستقیم واحد (و مشترک) می باشد، که بدلیل عملکردهای مشخص و تغذیه مصارف در شرایط اضطراری بوسیله بانک باتری تعیین شده، لازم و ضروری می باشد.

سطح ولتاژ $220 V a.c$

این سطح از ولتاژ، متعلق به باس بارهای مصارف ضروری است که تغذیه آنها تحت هر شرایطی بوسیله اینورترها و باتری (UPS) صورت می گیرد.

تجهيزات الكتريكي و متريالها (مواد)

توضيح كلي

تجهيزات الكتريكي با در نظر گرفتن عايق در محدوده مجاز درجه حرارت مطابق با استاندارد *IEC* در ماكزيمم درجه حرارت محيط طراحي و انتخاب شده‌اند.

تجهيزات الكتريكي در برابر عوامل محيطي مثل رطوبت، گرد و خاك و درجه حرارت محيط با ويژگي‌هاي مناسبى تعيين شده‌اند.

دو ويژگي قابليت اطمينان و قابليت نگهدارى بعنوان معيار ساخت و طراحي تجهيزات الكتريكي نيروگاه در نظر گرفته شده‌اند.

ترانسفورماتور را فراينده ولتاژ $15,750,245\text{ KV (XBAT01)}$

ترانسفورماتور ژنراتور را از نوع روغنى با دو سيم‌پيچ ميباشد، با سه فاز، پنجاه هرتز كه به تپ چنجر قابل تعويض تپ زير بار (*ON LOAD TAP- CHANGER*) و سيستم خنك كننده اجبارى روغن و هوا مجهز شده است.

ترانسفورماتور بوسيله هاديهاي هوايي به خط قوى (*H.V*) منتقل شده است. ترانسفورماتور در محوطه بيرون، روى يك تكيه گاه نصب شده، يك گودال در زير ترانسفورماتور بمنظور جمع آورى روغن در موارد نشتى يا شكسته شدن محفظه ترانسفورماتور ساخته شده است.

سه عدد برق گير از نوع اكسيد روى (*Zno*)، با مشخصات (*يا 315 KV* $V_{cov}= 190\text{ KV}$)

كلاس 3 نزديك ترمينال فشار قوى (*H.V*) ترانسفورماتور مونتاژ شده‌اند.

مشخصات قسمت‌های اصلی ترانسفورماتور:

هسته

ترانسفورماتور از ورقه‌های نازک کریستالی جهت دار ساخته شده است با ورقه فولاد سیلیکون با نفوذپذیری بالا بدون پلیسه. هر ورقه از هر دو طرف با مواد عایقی پایدار در درجه حرارت بالا پوشش داده شده است. بعد از سوار شدن ورقه‌ها رویهم، هسته بوسیله یک کلمپ در یک ساختار فلزی محکم بسته شده است. یوغهای بالا و پائین بوسیله میله‌ها یا صفحه‌های متصل به استراکچر فلزی، محکم شده‌اند، تا از انحراف و خارج شدن از فرم ورقه‌ها که در اثر فشار و ضربات حمل و نقل یا اتصال کوتاه بوجود می‌آید، جلوگیری کنند. در داخل هسته‌های بزرگ کانالهایی برای عبور روغن فراهم آمده تا سیستم خنک‌کنندگی موثرتر باشد و از نقاط داغ اجتناب شود.

سیم پیچها

سیم پیچها از هادیهای مس الکترونیکی درست شده‌اند که با کاغذ محکم سلولز خالص عایق‌بندی شده‌اند و دارای مقاومت دی‌الکتریک (عایق) یکنواخت و بالایی می‌باشند. ترتیب قرار گرفتن سیم پیچها بصورت هم مرکز است و مواد عایق آن از کلاس A می‌باشد. (IEC

به ترتیب قرار گرفتن سیلندرها، مسدود کننده‌ها و فاصله‌گذارها توجه خاصی داده شده تا سیستم خنک کننده موثرتر باشد، از نقاط داغ اجتناب شود و مشخصات عایق مورد نیاز تضمین گردد.

نقطه صفر اتصال ستاره سیم‌پیچ فشار قوی ($H.V$) بطور محکم و ثابت به سیستم زمین متصل شده است.

پوسته فلزی

- پوسته به شکل زنگ است ($BELL\ SHAPE$) و طراحی شده است به منظور:
- جلوگیری از نفوذ آب و حباب هوا بداخل محفظه ترانسفورماتور
 - قابل حمل بودن ترانسفورماتور با کشتی
 - امکان جریان آسان گازهای احتمالی ایجاد شده از هسته و سیم‌پیچ در شرایط بهره‌برداری به طرف کنسرواتور
 - امکان استقرار و بیرون کشیدن آن از روی تکیه‌گاه

بوشینگ

ترمینالهای فشار ضعیف و فشار قوی ترانسفورماتور از نوع بوشینگ هستند.

ترمینالهای فشار قوی، چهارتا هستند. سه ترمینال برای اتصال فازها و چهارمین ترمینال برای اتصال نقطه صفر. بوشینگهای فشار قوی از نوع خازنی با حجم کم روغن می‌باشند و اتصال

به خط هوایی را ممکن میسازند. پوشینگهای فشار ضعیف سه تا هستند و هر سه از نوع چینی جامد می باشند و اتصال بین ترانسفورماتور و باس داکت فازها را ممکن میسازد.

کولرها

یک گروه از کولرهای هوای روغن که از نوع رادیاتوری می باشند بر روی محفظه ترانسفورماتور مونتاز شده اند. هر رادیاتور به فن الکتریکی و پمپ الکتریکی برای گردش اجباری روغن، و والوهای درین و مسدود کننده مجهز شده است. ترتیب قرار گرفتن کولرها و تجهیزات کمکی مربوط به آنها به گونه ای است که بدون دمونتاز نمودن انتقال آنها امکان پذیر باشد.

تپ چنجر (Tap Changer)

تپ چنجر برای تغییر دادن نسبت ولتاژ ترانسفورماتور از طریق سیم پیچ فشار قوی بکار میرود. تپ چنجر متشکل است از کلید دایورتر (برگردان) و تپ سلکتور که در زیر آن مونتاز شده است. کلید دایورتر (برگردان) در محفظه روغن تپ چنجر نصب شده است و به کنسرواتور مربوط به خود مرتبط است. تپ چنجر از طریق قسمت بالا به پوسته ترانسفورماتور متصل شده است.

اطلاعات فنی ترانسفورماتور افزایشنده ولتاژ (STEP- UP)

| | |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| نوع | OFAF |
| قدرت اسمی | 200 MVA در 40 درجه سانتیگراد (185 MVA در 50 درجه سانتیگراد) |
| فرکانس | 50 هرتز |
| نسبت ولتاژ | 15/750/425 KV در حالت بی باری (یا 420 KV در حالت بی باری) |
| بالاترین ولتاژ بهره برداری | 245 KV یا 420 KV بر طبق استاندارد IEC 76 |
| -سیم پیچ فشار قوی | 17.5 KV |
| -سیم پیچ فشار ضعیف (LV) | 2 عدد |
| -سیم پیچها | Ynd 11 |
| -اتصال سیم پیچ (گروه برداری) | 10% به 10%+ |
| -محدوده تغییرات تپ چنجر (زیر بار) | 2 |
| -تعداد تپ | استاندارد بکار رفته |
| -استاندارد بکار رفته | IEC 75 |
| -نقطه صفر ستاره سیم پیچ فشار قوی | زمین شده است |
| -درصد ولتاژ اتصال کوتاه (VCC) | 13% |
| -حداکثر افزایش درجه حرارت مجاز با درجه حرارت محیط 40 °C | |
| -سیم پیچها | 65 °C |
| -روغن | 60 °C |
| -سطح ولتاژ اسمی برای تجهیزات کمکی: | |
| -موتورها | 380 V a.c (سه فاز) |
| -هیترها | 220 V a.c (یک فاز) |
| -آلارمها و حفاظتها | 220 V d.c |

تجهیزات اصلی ترانسفورماتور افزایش ولتاژ (*STEP UP*) عبارتند از:

- تانک کنسرواتور (ذخیره) با غشایی برای جدا کردن روغن از هوا

- رله بوخهلتس برای ترانسفورماتور و برای تپ چنجر

- دستگاه والو اطمینان فشار

- گیج اندازه سطح روغن با کنتاکتهای آلارم و تریپ

- آشکار سازهای درجه حرارت هسته (ترموزیستور)

- آشکار سازهای درجه حرارت روغن (ترموزیستور)

- لیمیت سوئیچ حرارتی برای کنترل سیستم خنک کننده

- هیترهای رطوبت گیر

- کنترل الکتریکی و حفاظت برای تجهیزات کمکی

کلید ژنراتور *GCB*

کلیدهای ژنراتور که در واحد توربین گاز رجایی نصب شده‌اند دارای سه پل کلیدهای

گازی می‌باشند، گاز مورد استفاده سولفور هگزا فلوراید (*SF6*) می‌باشد که بعنوان عایق و

خاموش کننده جرقه کلید بکار میرود.

هر کلید در سیستم باس داکت‌ها بین ژنراتور و ترانسفورماتور افزایش ولتاژ (*STEP UP*) و

ترانسفورماتور واحد جای داده شده است. بنابراین ژنراتور را از شبکه و از سیستم مصارف

داخلی جدا میکند و امکان برقرار شدن ترانسفورماتور افزایش ولتاژ را از شبکه در هنگام

راه اندازی واحدها و یا تریپ واحدها بوجود می آورد. کلید ژنراتور سنکرون سیستم با شبکه و قطع مدار در جریان نامی و جریانات اتصال کوتاه را ممکن میسازد. استفاده از کلیدهای SF_6 بدلیل نیاز به انتقال ماگزیمم قدرت تولید شده به شبکه و همچنین توان قطع کلید با مزیت خاموش نمودن رضایت بخش قطع قوس کلید می باشد. SF_6 گازی است با چنین خواصی.

مزایای چنین گازی با دیگر سیالهای دی الکتریکی (روغن، هوای فشرده و ...) که برای قطع جریان بکار میروند مقایسه شده است و عبارتست از:

- بالاتر بودن مقاومت دی الکتریک

- استفاده در درجه حرارت های پائین

- قابل اشتعال نبودن

- کم صداتر بودن

مشخصات کلیدهای SF_6 مشابه کلیدهای کم روغن میباشد.

موقعیت A) کلید بسته است، فشار SF_6 در داخل یا خارج پیستون یکسان است.

موقعیت B, C) کلید باز است، به هنگام شروع باز شدن کنتاکت، پیستون، گازی را که از

طریق یک نازل با فشار زیاد بر روی قوس دمیده شده متراکم میکند. با دمیدن گاز قوس قطع

و مسیر خنک میشود. در هنگام باز کردن فاز، قوس الکتریکی بر عمل قطع تاثیر میگذارد.

زیرا درجه حرارت و فشار گاز تابعی از شدت قوس می باشد اتصالات بین عناصر قطع و

دستگاه های کنترل از نوع مکانیکی می باشند.

سه پل کلید، مکانیزم عملکرد کلید و تابلو کنترل محلی، بر روی یک استراکچر مشترک مونتاژ شده‌اند. سه محفظه قطع بطور مکانیکی متصل هستند و توسط یک دستگاه کنترل هیدرولیک به حرکت در می‌آیند، در صورتیکه برای سیستم کنترل، کلید به دو کوئل برای قطع و یک کوئل برای بستن مجهز شده است. سه محفظه قطع به یک کنترل کننده فشار گاز SF6 جداگانه مجهز شده‌اند. یک کنتاکت نشان خواهد داد که چه وقت نیاز به تزریق دوباره گاز به پل می‌باشد.

دو کنتاکت اضافه بطور جداگانه که هریک به مدار تریپ متصل شده‌اند اجازه نخواهد داد که تریپ کلید صورت بگیرد وقتی که افت فشار گاز به سطحی برسد که مانع از باز کردن صحیح کلید شود. فشار روغن مورد بهره‌برداری توسط یک موتور پمپ بطور اتوماتیک نگهداشته میشود.

مکانیزم عملکرد کلید قفل میشود اگر فشار روغن برای یک عملکرد کامل باز - بسته - باز کافی نباشد.

مشخصات تکنیکی کلید ژنراتور

| | |
|-----------------------------------------|----------------------------------|
| ولتاژ مرجع برای نصب | 17.5 KV |
| مقاومت عایق با سطح ولتاژ در فرکانس نامی | 38 KV |
| سطح ولتاژ ضربه | 95 KV |
| جریان اسمی (IN) | 8200 A در 40 °C |
| ظرفیت قطع جریان | 80 KA |
| جریان اتصال کوتاه در مدت یک ثانیه | 80 KA |
| ظرفیت عبور جریان | 200 KA |
| مکانیزم | دستگاه بهره‌برداری هیدرولیک فنری |

ترانسفورماتور متشکل است از دو سیم پیچ غوطه‌ور در روغن، سه فاز، ۵۰ هرتز، با سیم خنک کننده طبیعی هوا و روغن (ONAN).

ترانسفورماتور به یک دستگاه تپ چنجر مجهز است که در تانک ترانسفورماتور و در همان میزان روغن ترانسفورماتور جای گرفته است. زمانی که ترانسفورماتور بی برق است تپ چنجر میتواند مورد بهره‌برداری قرار گیرد.

مشخصات قسمتهای اصلی ترانسفورماتور عبارتند از:

هسته

ترانسفورماتور از ورقه‌های فولاد جهت دار با کیفیت بالا ساخته شده و با وارینش مناسب عایق‌بندی شده تا از تلفات جریان گردابی جلوگیری نماید. ساختمان هسته مغناطی از نوع ستون می‌باشد و هسته به صورتی مونتاژ شده و قرار گرفته است که حداقل لرزش را داشته باشد و در نتیجه کمترین صدا تولید شود، شدت فشار مغناطیسی زیر نقطه اشباع است.

سیم پیچها

سیم پیچهای ترانسفورماتور از مس الکترولیت ساخته شده‌اند. کویلها با عایق وارینش پوشانده شده‌اند و سیستم مونتاژ آنها براساس استقامت و پایداری موثر در شرایط اتصال کوتاه طراحی شده است. بیشترین افزایش درجه حرارت در سیم پیچها از 65 درجه سانتیگراد نباید تجاوز کند (در شرایط کارکرد طراحی شده)

محفظه فلزی

محفظه از نوع ورقه فولادی جوشکاری شده است برای آببندی کردن روغن گرم داخل محفظه و دارای الوهایی برای پر کردن و تخلیه روغن محفظه و همچنین تانک کنسرواتور می باشد.

بوشینگ، عایق کننده ها، نگهدارنده ها

تمام بوشینگها از نوع چینی می باشند.
ترمینالهای فشار قوی سه عدد می باشند و برای اتصال به باس داکت مناسب می باشند.
ترمینالهای فشار ضعیف ۴ عدد می باشند، سه ترمینال برای اتصال فازها و چهارمین ترمینال برای اتصال نقطه صفر می باشد. اتصال بین ترمینال ترانسفورماتور و سیستم باس بار 6.6 KV از طریق کابل انجام میگیرد.

مشخصات تکنیکی ترانسفورماتور واحد

| | |
|------------------------------------------|---------------------|
| ONAN | نوع سیستم خنک کننده |
| 6.5 MVA | ظرفیت اسمی |
| 50 هرتز | فرکانس |
| $15.750 \pm 2 \times 2.5\% 6.9\text{kv}$ | نسبت ولتاژ |

| | |
|-----------------------------|----------------------|
| تعداد سیم پیچها | 2 |
| اتصال سیم پیچ (گروه برداری) | <i>Dyn 11</i> |
| محدودیت تغییرات تپ (ولتاژ) | $\pm 2 \times 2.5\%$ |
| استاندارد بکار رفته | <i>IEC 76</i> |

مشخصات کلی

باس داکتهای مورد استفاده در نیروگاه بمنظور حفاظت الکتریکی و مکانیکی از باس بارهای $15.750KV$ بکار رفته اند. باس داکت از نوع ایزوله میباشند. بدین معنی که هر کنداکتور فاز بصورت منفرد طراحی شده است، پوسته فلزی غیرمغناطیسی از کنداکتور مجاور خود بوسیله شکاف هوا جدا شده است.

کنداکتورها، سیلندرهایی هستند که از آلومنیوم خالص درست شده اند و بوسیله مقره های عایقی با مشخصات بالای مکانیکی و الکتریکی در یک حالت شعاعی نگهداشته شده اند. پوسته باس داکت که معمولاً آلومینیومی هستند از نوع پوسته می باشد مستقیماً بطور الکتریکی بسته شده است بدون هیچ دستگاه محدود کننده جریان. پوسته های باس داکت از قسمت انتها بطور الکتریکی به یکدیگر اتصال داده شده اند و زمین شده اند (معمولاً فقط از یک نقطه به سیستم زمین وصل شده اند) این نوع طراحی، عبور جریانات القا شده را در هر پوسته با شدت جریان یک فاز کنداکتور (90-98%) ممکن میسازد، البته در جهت معکوس.

این نوع طراحی باعث کاهش شار خارجی پوسته تا حدود 95% میشود هم در شرایط نرمال و هم در شرایط خطا، بنابراین:

- تاثیرات القایی جریانات را از بین می برد مثل تاثیرات گرمایی و تلفات در نزدیک

قسمتهایی مثل سازه های فلزی، کابلها، لوله ها

- رفع فشار بین کنداكتورهای فازهای مجاور و کاهش نیروی اجباری در خمش ها و دیگر

قسمتهای گسسته. همراه با طراحی جوشکاری کامل پوسته و کنداكتورها، این نوع باس

داکت مزایای دیگری نیز عرضه میدارد از قبیل:

- احتمال ساپورت نبودن فواصل بین پایه ها که ناشی از گشت آور مانند سیلندری شکل

می باشد، پوسته آلومینیوم جوشکاری شده بنظر می رسد.

- امکان اتصال دو فاز غیرممکن میشود.

- کاهش امکان اتصال فاز به زمین و غیرممکن بودن انتقال خطا به فازهای دیگر

- امکان دستیابی آسانتر پرسنل به باس بارها بدلیل مستقر بودن قسمتهای قابل دسترس به روی

زمین و میزان بسیار کم ولتاژ القا شده روی پوسته

- اتصالات فلکسیبل پوسته باس داکت بکار میرود برای:

- عایق نمودن فلز پوسته باس داکت در نقاط اتصال به نگهدارنده ها

- میرا نمودن لرزشهای حاصل از ژنراتور و ترانسفورماتور در باس داکت

تجهیزات واحد توربین گاز (GT)

واحد کنترل و الکتریکی توربین گاز شامل تجهیزات ذیل است.

- تابلو توزیع MV

- ترانسفورماتور کمکی MV/LV

- تابلوی توزیع LV

- سیستم $D.C.$ و تغذیه اینورتر

تابلوی توزیع MV

توضیح کلی

برای هر واحد توربین گاز یک تابلو توزیع 6.6 KV (XBBE) در نظر گرفته شده و یک

سوئیچ گیر MV مشترک برای شش واحد توربین گاز $(10BBE01-02)$ طراحی شده است.

مشخصات فنی و اصلی قسمت‌های مختلف عبارتند از:

تابلوی توزیع

- ولتاژ اسمی 7.2 KV

- مقاومت عایق با سطح ولتاژ در فرکانس نامی 20 KV eff

- مقاومت عایق در مقابل ولتاژ ضربه 60 KV peak

- فرکانس نامی 50 هرترتز

- جریان باس داکت نامی 800 A

- جریان اتصال کوتاه در مدت یک ثانیه
 31.5 KA/1 Sec
- حداکثر جریان اتصال کوتاه
 80 KA
- ولتاژ کنترل
 220 V d.c.
- درجه حفاظت
 $IP 40$

کلید

- نوع
 $SF6$
- ولتاژ نامی
 7.2 KV
- مقاومت عایق با سطح ولتاژ در فرکانس نامی
 20 KV eff
- مقاومت عایق در مقابل ولتاژ ضربه
 60 KV peak
- جریان نامی
 800 A
- جریان اتصال کوتاه در مدت یک ثانیه
 31.5 KA/ 1 Sec
- ظرفیت عبور جریان
 80 KA
- سطح ولتاژ موتور کلید
 220 V d.c.

کنتاکتور

برای (پروژه استاندارد مورد استفاده قرار نمیگیرند)

- نوع SF_6
- ولتاژ نامی 7.2 KV
- مقاومت عایق با سطح ولتاژ در فرکانس نامی 20 KV eff.
- مقاومت عایق در مقابل ولتاژ ضربه 60 KV peak
- جریان نامی 400 A
- جریان اتصال کوتاه در مدت یک ثانیه 8 KA/ 1 Sec
- ظرفیت عبور جریان اتصال کوتاه 4 KA
- ظرفیت قطع جریان اتصال کوتاه 3.2 KV

کلید اتصال به زمین (فیدرهای موتوری و ترانسفورماتورها)

- ولتاژ نامی 7.2 KV
- جریان اتصال کوتاه در مدت زمان یک ثانیه 31.5 KA/1Sec

مشخصات ساخت و طراحی

سوئچ گیر از نوع پوشش فلزی (*Metal Clad*) می باشد و متشکل است از واحدهای پیش ساخته که بصورت پیوسته مونتاژ و بهم متصل شده اند، بطوریکه استراکچر محکمی را بوجود می آورند و برای جابجایی و بلند کردن تابلوها قلابی (چشمی) در بالا تابلوها نصب شده است.

سازه فولادی از یک استراکچر فلزی محکم که تغییر فرم پیدا نمی کند و قابل تنظیم است، تشکیل شده و در بردارنده قسمت های فولادی است که به همه طرف، بالا و پائین، توسط صفحه های فلزی بسته شده اند.

کلید کلیدهای تابلوها، کنتاکتورها، ترانسفورماتورهای ولتاژ، حفاظت و تجهیزات اندازه گیری سوئیچ گیر به روی درب های لولادار و هندل و قفل کننده ها سوار شده اند.

تفکیک تجهیزات

بدلایل ایمنی، قسمت های عمودی تجهیزات بوسیله دیافراگم های فولادی در تابلوهایی تقسیم بندی شده اند تا قسمت های اصلی تجهیزات را از هم تفکیک کند. (درجه IP 20 حفاظت)

این قسمت ها برای موارد ذیل فراهم آمده اند:

- قسمت باس بار

- قسمت اتصالات کابلها

- کلید / قسمت های هادی (کنداکتور)

سیستم ایمنی و مسدودکننده ها (اینترلاک ها)

بهره برداری های همه مصارف نرمال از بیرون پانل قابل انجام می باشند.

همه دربها به کلید و قفل مناسب، دسته و کلید قابل جابجایی مجهز هستند.

قفل کننده های (اینترلاکهای) الکتریکی و مکانیکی برای ایمن کردن بهره برداری و تعمیرات فراهم آمده اند.

تمام کشوها به دستگاههای قفل کننده مکانیکی مجهز شده اند برای اجتناب از جا زدن کشوها، و یا بیرون کشیدن کشوها در هنگامی که کلید در وضعیت سرویس است.

وضعیت های مختلف کلید کشویی / یا کنتاکتور عبارتند از:

وضعیت سرویس، وضعیت تست، وضعیت خارج کردن کلید (جداسازی)، وضعیت های ذکر شده در بخش خارجی تابلو وضوح قابل مشاهده میباشند.

ترکیب فیدرهای نمونه ای سوئیچ گیر

خط ورودی از ترانسفورماتور واحد و خط ورودی از تابلوهای مشترک:

$n1$ - کلید سه پل $630 A$

$n3$ - ترانسفورماتورهای جریان عایق شده با رزین اپوکسی با نسبت تبدیل $630/1 A$ ، با

مشخصات توان $(15 VA/0.5- 15 VA/ 5P 10 (burden))$

$n3$ - ترانسفورماتورهای جریان عایق شده با رزین اپوکسی با نسبت تبدیل $630/1 A$ با

مشخصات توان $(15VA/ 5 P15 (burden))$ (فقط برای ورودی)

$n3$ - ترانسفورماتورهای ولتاژ تک فاز عایق شده با رزین اپوکسی با نسبت تبدیل

$6900:v3/100:v3$ با فیوزهای حفاظت روی سیم پیچ اولیه (فقط برای ورودی)

$n1$ - رله حفاظت جریان زیاد سه فاز با مشخصات $(50/51)(51N)$ (فقط برای ورودی)

رله حفاظت جریان زیاد خط ورودی مجهز به تایمری است که تا افت جریان راه اندازی از عملکرد رله جلوگیری نماید.

$n1$ - آمپر متر $a.c$ به همراه سلکتور سوئیچ و ترانسدیوسر جهت اندازه گیری

$n1$ - ولت متر $a.c$ به همراه سلکتور سوئیچ و ترانسدیوسر برای اندازه گیری (ترانسدیوسر فقط ورودی)

$n1$ - ترانسدیوسر برای اندازه گیری قدرت اکتیو (فقط برای ورودی)

$n1$ - ترانسدیوسر برای اندازه گیری قدرت راکتیو (فقط برای ورودی)

$n1$ - مجموعه دستگاههای کنترل، سیگنال دهنده، اینترلاک و مدارات آلارم به همراه ایرینگ

تابلوی اندازه گیری

$n3$ - ترانسفورماتورهای ولتاژ تک فاز عایق شده با رزین اپوکسی با نسبت تبدیل

$6900:v3/100:v3/100:v3$ با فیوزهای حفاظتی بر روی سیم پیچ اولیه

$n1$ - ولت متر $a.c$ به همراه سلکتور سوئیچ و ترانسدیوسر برای اندازه گیری

$n1$ - رله قطع ولتاژ تک فاز (27) برای آشکارسازی نبود ولتاژ روی باس بارهای مربوطه

$n1$ - مجموعه دستگاههای کنترل، سیگنال دهنده، مسدود کننده (اینترلاک) و مدارات آلارم

به همراه ایرینگ

$n1$ - حفاظت اتصال زمین باس بار (59N)

فیدر تابلو ترانسفورماتور کمکی ($P_n > 1250 \text{KVA}$)

$n1$ - یک کلید سه پل 630A

$n3$ - ترانسفورماتورهای جریان، عایق شده با رزین اپوکسی با نسبت تبدیل 630/1A با توان و

کلاس 15VA/5P 10

$n1$ - ترانسفورماتورهای جریان عایق شده با رزین اپوکسی با نسبت تبدیل 630/1 A با توان و

کلاس 10 VA, 0.5

$n1$ - رله حفاظتی جریان زیاد سه فاز (50/51;51N)

$n1$ - آمپر متر $a.c$ و ترانسدیوسر برای اندازه گیری

$n1$ - مجموعه دستگاههای کنترل، سیگنال دهنده، مسدود کننده (اینترلاک) و مدارات آلارم

به همراه و ایرینگ

فیدر تابلو ترانسفورماتور کمکی ($P_n < 1250 \text{KVA}$) (برای سیکل باز عملی نمی باشد).

$n1$ - کنتاکتور 400 A سه پل با فیوز

$n3$ - ترانسفورماتورهای جریان عایق شده با رزین اپوکسی با نسبت تبدیل 1/A، با کلاس و

توان 15 VA/5P10

$n1$ - ترانسفورماتورهای جریان عایق شده با رزین اپوکسی با نسبت تبدیل I/A با کلاس و

توان $10\text{ VA. }0.5$

$n1$ - رله حفاظتی جریان زیادی سه فاز (50/51N)

$n1$ - آمپر متر $a.c$ و ترانسدیوسر برای اندازه گیری

$n1$ - مجموعه دستگاههای کنترل، سیگنال دهنده، مسدود کننده (اینترلاک)، و مدارات

آلارم به همراه و ایرینگ

فیدر موتوری ($Pn[2000KW]$) (برای سیکل باز عملی نمی باشد).

$n1$ - کنتاکتور $400A$ سه پل با فیوز

$n3$ - ترانسفورماتورهای جریان عایق شده با رزین اپوکسی با نسبت تبدیل $I//A$ با کلاس و

توان $15VA/5P\ 10$

$n1$ - ترانسفورماتورهای جریان عایق شده با رزین اپوکسی با نسبت تبدیل I/A با کلاس و

توان $10VA/0.5$

$n1$ - رله حفاظتی موتور سه فاز با عملکردهای ذیل

- حفاظت در برابر بار زیادی (49) ($overload$)

- حفاظت در برابر توالی منفی (46)

- حفاظت در برابر اتصال زمین (51N)

- حفاظت در زمان قفل شدن روتور ($locked\ Rotor$)

$n1$ - آمپر متر $a.c$ و ترانس دیوسر برای اندازه گیری

$n1$ - مجموعه دستگاههای کنترل، سیگنال دهنده، مسدود کننده (اینترلاک) و مدارات آلام

بهمراه وایرینگ

فیدرموتوری ($Pn. 2000 KW$) (برای سیکل باز عملی نمی باشد)

$n1$ - کلید $630A$ سه پل

$n3$ - ترانسفورماتورهای جریان عایق شده با رزین اپوکسی با نسبت تبدیل I/A با کلاس و

توان $15VA/0.5$

$n1$ - ترانسفورماتورهای جریان عایق شده با رزین اپوکسی با نسبت تبدیل I/A با کلاس و توان

$10VA/0.5$

$n1$ - رله حفاظتی موتور سه فاز با عملکردهای ذیل:

- حفاظت در برابر بار زیادی (49)

- حفاظت در برابر توالی منفی (46)

- حفاظت در برابر اتصال زمین ($51N$)

- حفاظت در زمان قفل کردن رتور ($51R$)

- حفاظت در برابر اتصال کوتاه (50)

$n1$ - آمپر متر ترانس دیوسر برای اندازه گیری

$n1$ - مجموعه دستگاههای کنترل، سیگنال دهنده، مسدود کننده و مدارات آلام بهمراه

وایرینگ

فیدر ذخیره (SPARE) برای تابلوی مصارف مشترک

no1 - سکسیونر سه پل (قطع کننده مدار) روی ارا به متحرک مونتاژ شده است.

no1 - ترانسفورماتورهای جریان عایق شده با رزین اپوکسی با نسبت تبدیل I/A با کلاس و

توان $10 VA/0.5$

no1 - آمپر متر $a.c$ و ترانس دیوسر برای اندازه گیری

no1 - مجموعه دستگاههای سیگنال دهنده به همراه و ایرینگ

ترانسفورماتور کمکی $(XBFT01) MV/LV$

مشخصات کلی

یک ترانسفورماتور کمکی $1600 kva$ برای هر واحد توربین گاز با مشخصات فنی ذیل در

نظر گرفته شده است.

نوع و مقادیر

نوع ترانسفورماتور ۳ فاز / پوشش با رزین

F

کلاس عایق

آلومینیوم

سیم پیچها

(N) طبیعی

نوع سیستم خنک کننده

$40^{\circ}C$

طراحی برای درجه حرارت محیط

درجه حرارت بر طبق استاندارد IEC

فرکانس 50 هرتز

گرو برداری Dyn5

ولتاژ بی باری (تپ اصلی) 6.6/0 42 kv

اندازه تغییرات ولتاژ توسط تپ چنچر $- +2 \times 2.5\%$

بار مداوم با خنک کننده 1600 KVA

نقطه صفر روی سیم پیچهای ثانویه مستقیم

عایق داخلی

کلاس عایق 7.2/1.1 KV

تست ولتاژ اعمال شد 20/3 KV

هسته

هسته ترانسفورماتور از فولاد جهت دار با دانه با کیفیت بالا ساخته شده است. هسته ورقه ورقه شده و هر ورقه با وارینش مناسب عایق بندی شده تا از تلفات جریان گردابی جلوگیری نماید. براساس طراحی سطح صدای مغناطیسی در پائین ترین حد نگهداشته شده است.

سیم پیچها

سیم پیچ فشار قوی ($H.V$) از نوارهای آلومینیومی که با تیپ شیشه‌ای عایق‌بندی شده‌اند تشکیل شده این مجموعه و کیوم شده با رزین اپوکسی دار پوشش داده شده سیم پیچ فشار ضعیف (LV) و کیوم شده میتواند به مواد حل شونده بدون وارینش آغشته گردد. کلاس عایق از نوع F میباشد.

اتصالات

در سمت فشار قوی، اتصالات جداکننده مناسبی جهت دریافت اتصال دهنده‌های زانویی از نوع سریع ($fast type$) فراهم آمده است. در سمت فشار ضعیف (فاز + نوترال) ترمینالهای قلع اندود شده مناسبی برای اتصال به باس بار مسی سوئیچ گیر فراهم آمده است.

متعلقات

- متصل کننده‌های زمین روی قسمت پائینی هسته از پیچ‌هایی به قطر حداقل 12 mm بسته شده‌اند.

- اتصالات روی سیم پیچ فشار قوی ($H.V$) برای تنظیم ولتاژ در حالت قطع ترانس ($off load$) در پنج وضعیت $\pm 2.5\%$

تابلوی توزیع LV

مشخصات کلی

- یک تابلوی توزیع 400 V برای واحد توربین گاز (XBFE) با سیستم قدرت مرکزی (PC) و

مرکز کنترل موتوری (MCC)

- یک تابلوی (D/G) دیزل ژنراتور برای هر سایت

مشخصات اصلی تکنیکی قسمت‌های مختلف عبارتند از:

تابلوی توزیع

ولتاژ مورد بهره‌برداری

0.400 KV

فرکانس اسمی

50 هرتز

کلاس عایق

660 V

تحمل جریان اتصال کوتاه

50 KV

جریان اسمی باس بار اصلی

2500- 1600- 1000 A

جریان اسمی بار بار فرعی

250- 400- 630 A

تست ولتاژ در 50 هرتز برای 60 ثانیه

2.0 KV

درجه حفاظت

IP 40

کلیدها

نوع ساخت

- فیدر ورودی
- کشویی (متحرک) (ACB)
- فیدر خروجی موتور
- ثابت برای مونتاژ در واحد کشویی
- فیدر خروجی توزیع
- اتصال پرز

نوع

- خط ورودی و باس تای (BUS- TIE)
- کلید هوایی
- فیدر خروجی یا اتصال دهنده دستی
- کلید کمپکت

مشخصات الکتریکی

- ولتاژ اسمی
- 400 V
- تست ولتاژ در ۵۰ هرتز
- 2.0 KV

مقادیر و کمکی

ACB

MCCB

- جریان اسمی خط ورودی
- 2500- 1250- 630A
- جریان اسمی فیدر خروجی
- مطابق جریان اسمی بار

| | | |
|-----------|-----------|----------------------------------------|
| 50 KA | 50KA | - ظرفیت قطع کلید |
| 100% | 50% | - قطع اسمی جریان سرویس و کارایی کلید |
| | | - جریان اتصال کوتاه مجاز در مدت زمان |
| 90 KA | - | یک ثانیه |
| 105 KA | 105 KA | - ظرفیت عبور جریان اتصال کوتاه (ICM) |
| | | - مدار کمکی (تغذیه کنترل) برای فیدرهای |
| 220 V d.c | | ورودی، مدارات داخلی و فیدرهای موتوری |
| | | ($P_n > 110KW$) |
| | | - مدار کمکی (تغذیه کنترل) برای فیدر |
| | 220 V a.c | موتوری |

مشخصات ساخت و طراحی

سوئیچ گیر در کارخانه ساخته و مونتاژ شده است، برای نصب در محیط سرپوشیده و براساس

نمودار تک خطی طراحی شده است.

هر ستون، از واحد مجاور خود به قرار ذیل تفکیک شده است.

- ناحیه باس بار اصلی و فرعی

- ناحیه کابل بیرونی

- ناحیه تجهیزات، که به قسمت‌های جدا از هم تقسیم شده است.

- باس بار اصلی و فرعی از مس درست شده‌اند.
- سطوح اتصال و کنتاکت با نقره آبکاری مناسبی شده‌اند (نقره اندود هستند).
- طرفین پانلهای باس بار به زمین متصل شده است.
- علاوه بر این قسمت بندی کردن آن موجب میشود:
- دسترسی کامل به قسمت خالی برداشته شده از کشو امکان پذیر باشد بدون ریسک
- برخوردهای اتفاقی با باس بارهای زنده. (برق‌دار)
- کابل کشی و اتصال به برق‌دار برای کم کردن ریسک برخورد با قسمت هادی ولتاژ
- درجه حفاظت $IP20$ میباشد.

تجهیزات ایمنی و مسدود کننده‌ها (اینترلاک‌ها)

- کشوها، تشکیل شده‌اند از قابلهای فلزی با کنتاکتهای دو شاخه‌ای ورودی و خروجی برای
- مدارات قدرت مدارات کنترل کمکی ورودی و خروجی بوسیله دستگاه دو شاخه‌ای به
- دسته‌ها بصورت مکانیکی متصل شده‌اند.
- وضعیت‌های ذیل برای کشوها فراهم میشوند.
- وضعیت سرویس (*SERVICE*) اتصالات مدارهای کنترل و قدرت برقرار میباشد.
- وضعیت تست (*TEST*) مدار تغذیه قدرت قطع میگردد ولی مدارهای کنترلی وصل میباشند.
- وضعیت قطع کامل (*DISCONNECTED*) مدارات قدرت و کنترل قطع میگردند. در این
- وضعیت کشو در داخل قسمت کشو قسمت باقی می‌ماند.

مسدود کننده‌های (اینترا لکهای) ایمنی برای شرایط ذیل فراهم میگردند:

- در صورتیکه کلید وصل است، باز کردن درب کشو امکان پذیر نمی باشد:
- در صورتیکه کلید در وضعیت وصل باشد، مانع از بیرون کشیدن کشو میشود.
- کلیدهای اتوماتیک هوایی
- کلیدهای اتوماتیک هوایی استفاده می شوند برای خط ورودی از ترانسفورماتورهای $110KV$ برای MV/LV ، از تابلو دیزل ژنراتور (D/G) و برای موتورهای با قدرت بیشتر از $110KW$ برای کلیدهای باس تای ($BUS-TIE$) زمانی کنترل الکتریکی مورد نیاز است.
- کلیدهای هوایی از نوع $DRAW-OUT$ (بیرون کشیده) می باشند.
- کلیدها با رله‌های حفاظتی از نوع ثابت مجهز هستند.
- کلیدها به دستگاههای حفاظتی از نوع ثابت مجهز هستند.
- کلیدها به دستگاههای قابل شارژ توسط موتور الکتریکی مجهز هستند، این دستگاهها انرژی را در خود ذخیره می کنند و برای کنترل الکتریکی و دستی مناسب می باشند.

کلیدهای کمپکت

- بعنوان یک قانون کلی، کلیدهای کمپکت برای فیدرهای موتوری (بهمراه کنتاکتورهای قدرت) و برای فیدرهای توزیع بکار گرفته میشوند.

کلیدهای قالب فشرده‌ای دارند، درون محفظه عایقی قرار گرفته‌اند با هرم کنترل برای بهره برداری به روش دستی.

کلیدهای کمپکت به رله‌های حفاظت حرارتی و مغناطیسی یا فقط به رله حفاظت مغناطیسی مجهز می‌باشد.

اجزاء فیدر نمونه‌ای (TYPICAL) تابلو

خط ورودی (از ترانسفورماتورهای MV/LV یا از تابلو D/G) یا تابلوهای رابط یکعدد کلید سه پل اتوماتیک هوایی متحرک (*with drawable*) با جریان نامی $I_n=2500$,

$1250, 630 A$

یکعدد رله حفاظت جریان زیاد مستقر جایگاه ثابت کلید (بهمراه $C.T$ مربوطه)

با تنظیمات ستینگ ذیل:

زمان کوتاه: زمان + جریان

زمان طولانی: زمان + جریان

با نسبت تبدیل $C.T / IA \dots$ برای اندازه‌گیری

مقیاس آمپر متر $0-In A$ و ترانس دیوسر برای اندازه‌گیری

یک مجموعه از دستگاههای کنترل، سیگنال دهنده، مسدود کننده و وایرینگ

تابلو اندازه گیری باس بارها

- سه عدد ترانسفورماتور ولتاژ (PT) یا نسبت تبدیل $V3/1001 V3$: 420 برای اندازه گیری
- سه عدد فیوز با کنتاکتهای مذاب برای علامت دهی. (ارسال سیگنال)
- یک عدد کلید مینیاتوری سه پل با کنتاکتهای کمکی
- یک عدد ولت متر $0.500 V$ با کلید سلکتور فاز و ترانس دیوسر برای اندازه گیری
- یک عدد رله حفاظت قطع ولتاژ، تغیه $d.c$ با کنتاکتهای کمکی (حداقل ۲ عدد)
- یک مجموعه از لامپها، کلیدهای کنترل، رله کمکی برای سیگنال دهندههای کنترل و مسدود کنندهها (اینترلاکها)
- فیدر توزیع
- یک کلید سه پل کمپکت، با اتصال دو شاخه ای با کنتاکتهای کمکی و کنتاکتهای تریپ
- وسایل کمکی و برچسبها

فیدر موتوری (قابلیت برگشت ندارد)

- یک کلید سه پل کمپکت با کنتاکتهای کمکی (۲ عدد) کنتاکت تریپ
- یک کنتاکتور سه پل AC با تغذیه کمکی با دو کنتاکت کمکی
- یک رله حرارتی با یک کنتاکت کمکی
- یک آمپر متر (فقط برای موتورهای با قدرت بالاتر از $75 KW$)

- یک مجموعه از لامپ‌ها، دکمه فشار، رله‌های کمکی برای کنترل سیگنال دهنده و مسدود کننده (اینترلاک)

فیدر موتوری (با قابلیت برگشت)

- یک عدد کلید سه پل کمپکت با جریان نامی با کنتاکتهای کمکی (۲ عدد) و کنتاکت تریپ

- دو عدد کنتاکتور سه پل که با هم اینترلاک مکانیکی دارند با کنتاکتهای کمکی
- یک مجموعه از لامپها، دکمه فشار، رله‌های کمکی برای کنترل سیگنال دهنده و مسدود کننده (اینترلاک)

- سیستم $D.C$ و اینورتر (UPS)

توضیح کلی

برای هر واحد توربین گاز، تغذیه سیستمهای $D.C$ و اینورتر بشرح ذیل است:

(a) یک سیستم $220 V d.c$ که متشکل است از:

- یک یکسو کننده $180 A$ ($XBTL 10$)

- یک بانک باتری از نوع سربی با ظرفیت نامی 250 آمپر ساعت ($XBTA 10$)

- یک تابلوی توزیع $d.c$ ($XBUB$)

(b) یک سیستم $220 V a.c$ که متشکل است از:

- یک اینورتر با قدرت 10 KVA ($XBRU11$)

- یک ترانسفورماتور ($XBMT 01$) با سوئیچ ثابت با قدرت 20 KVA

- یک تابلوی توزیع $a.c$ ($XBRA/B$)

مشخصات فنی اصلی

شارژر باتری 220 V

- نوع SCR

- ولتاژ ورودی $400V-+10\%$

- فرکانس $50\text{ Hz}-+50\%$

- ولتاژ خروجی:

- شرایط $FLOATING$ ولتاژ هرسل $2.20-2.35V/CELL$

- شرایط $BOOST$ ولتاژ هرسل $2.30-2.40V/CELL$

- تثبیت ولتاژ در وضعیت ثابت $-+1\%$

با نوسات صفر تا صد درصد

- حداقل موج خروجی ($OUT PUT RIPPLE$) 2%

بدون باتری

- بیشترین جریان خروجی 180 A

- درجه حفاظت تابلو $IP 30$

باطری 220 V

PLANTE - نوع

250 Ah - ظرفیت دشارژ نام در مدت زمان ده ساعت

103 - تعداد سل

2.23 V/CELL - ولتاژ شارژ *FLOATING* هر سل

2.34 V/CELL - ولتاژ شارژ *BOOST* هر سل

50 A - جریان شارژ نامی

1 h - زمان دشارژ

1.8 V/CELL - ولتاژ هر سل پس از یک ساعت تخلیه

اینورتر

نوع - ترانزیستور تک فاز

220 V-+15% - ولتاژ ورودی

220 V-+2% - ولتاژ خروجی

50 HZ -+0.5% - فرکانس

10 KVA - قدرت خروجی

0.8 - ضریب قدرت

150% برای ده ثانیه - افزایش بار (*OVER LOAD*)

- تثبیت ولتاژ خروجی روی وضعیت ثابت با نوسانات $\pm 10\%$

بار بالای صد در صد

- تثبیت فرکانس 0.5%

- درجه حفاظت تابلو $IP\ 30$

- نوع سیستم خنک کننده اجباری

مشخصات کلی طراحی

یکسو کننده $220\ V$ برای تغذیه موارد ذیل طراحی شده:

بارهای $d.c$ سوئیچ گیر مربوطه در شرایط بهره‌برداری نرمال واحد بعلاوه جریان مورد نیاز

شارژ ($BOOST$) باتریهای مربوطه (تقریباً ده تا پانزده درصد ظرفیت ده ساعت باطریها)

یا:

یکی از مصارف اضطراری $d.c$ (برای اهداف تست) سوئیچ گیرهای مربوطه با باطری در

وضعیت بهره‌برداری $floating$

یا:

تغذیه مصارف $d.c$ دو واحد در بهره‌برداری نرمال (با اتصالات سوئیچ گیرها) بعلاوه جریان

مورد نیاز شارژ ($boost$) یک بانک باطری

بانک باطری 220 V بگونه‌ای طراحی شده تا برای یک ساعت، بار اضطراری مربوط به سوئیچ‌گیر خود را در موارد ذیل تغذیه کند (یا برای نیم‌ساعت بارهای اضطراری مربوط به دو واحد توربین گاز)

- موتورهای اضطراری

- حفاظت‌های الکتریکی و سیستمهای کنترل

- اینورتر

حداکثر ولتاژ شارژ باطری در شرایط *boost* از 1.15 p.u. فراتر نخواهد رفت.

حداقل ولتاژ باطری 85% ولتاژ نامی در ترمینال بانک باطری می‌باشد.

مشخصات ساخت و بهره‌برداری

یکسوکننده

یکسوکننده در یک تابلو با همه تجهیزات کنترل و حفاظت قرار گرفته است.

یکسوکننده در برگیرنده کلیدهای ورودی با دستگاههای حفاظتی، ترانسفورماتور، فیوزها،

یکسوسازهای تیریس‌تور و تجهیزات کنترل می‌باشد.

علاوه بر این دستگاههای محدود کننده جریان و ولتاژ را با وسایل تنظیم کننده، تنظیم کننده

ولتاژ، فیدرهای خروجی به باطریها و به تابلوهای توزیع *d.c* را نیز شامل میشود. مطمئناً قطع

یکسوکننده بر بانک باطری و تابلوی مربوطه تاثیری نخواهد گذاشت.

شارژ باطری به یک دستگاه *change-over* جهت بهره‌برداری اتوماتیک و دستی مجهز شده

است برای شارژ *float* و شارژ *boost* باطریها.

پروژه شارژ بوسیله یک جریان ولتاژ ثابت صورت میگیرد.

مشخصه ولتاژ ثابت با یک رنج مناسب قابل تنظیم است.

تحت هر شرایطی ولتاژ در باس بارهای اصلی توزیع *d.c* از حداقل میزان شارژ 1.15 p.u.

نباید بیشتر شود. یا زمانی که فقط توسط باطری تغذیه شده، کمتر از 0.85 p.u. در شرایط

تخلیه محاسبه شده از باطری نمی‌شود. بر طبق شرایط مذکور دستگاه کنترل ولتاژ طراحی

میگردد.

زمان شارژ مجدد باطری بعد از رسیدن به سطح 1.80 v/cell با ظرفیت کامل از ده ساعت

بیشتر نشود. اگر در تغذیه *a.c* خطایی اتفاق افتد، بطور اتوماتیک دوباره شارژ خواهد شد.

ترانسفوماتور تغذیه از نوع خشک است ولتاژ اولیه 400 v می‌باشد و تغییرات تپ در حالت

قطع ترانس در سیم پیچهای اولیه صورت میگیرد. رپل (*ripple*) ولتاژ خروجی یکسوکننده

نباید از 2 p.c. (r.m.s.) بیشتر شود در ولتاژ نامی بودن باطری، علاوه بر اینها هر تابلوی

یکسوکننده شامل دستگاههای اندازه گیری و کنترل ذیل می‌باشد:

- یک آمپر متر *a.c.*

- یک ولت متر *a.c.*

- یک آمپر متر *d.c.* برای یکسوکننده و جریان باطری (+/-)

- یک ولتر متر *d.c.* برای هر بار و باطری

- یک سلکتور سوئیچ اتوماتیک / دستی برای ولتاژ مرجع
- یک تنظیم کننده ولتاژ مرجع برای هر شارژ *float* و شارژ *boost*
- لامپ‌های سیگنال برای اعلام آلام
- یک دستگاه حفاظت اتصال زمین *d.c.*
- یک دستگاه نشان دهنده ولتاژ خروجی یکسو کننده
- مجموعه دستگاههای کنترل مورد نیاز برای انجام روشهای بهره‌برداری تعیین شده کلیه آلام‌ها بطور جداگانه در محل نشان داده میشوند.
- آلام‌های گروه برای اتاق کنترل ارسال می گردند.

باطری

- باطری از نوع *plante* برای بهره‌برداری رضایت بخش در شرایط سایت مناسب می باشد.
- هرسل در یک پلاستیک شفاف مخصوص قرار گرفته، و خازن جاذب با یک کاور آب بندی شده تهیه شده است. روی کاور در پوشی قرار دارد که از طریق آن اندازه گیری دانسیته الکترولیت و همچنین تخلیه گازها به هوای آزاد بدون ایجاد اشکال صورت می گیرد.
- وقتی در پوش بسته است خروج اسپری اسیدی و تبخیر به حداقل میرسد.
- سل های منفرد تشکیل شده اند از: ردیفهایی که روی فرم های نگهدارنده) رنگ آمیزی شده (با رنگ مقاوم در برابر اسید) قرار گرفته اند و تخته های چوبی که در برابر خوردگی مقاوم

هستند. اتصالات خارجی هرسل دارای مارک پلار تیه مشخصی میباشد و همه قسمت‌های اتصال و مونتاژ از مواد مقاوم در برابر خوردگی تشکیل شده‌اند.

اینورتر

تغذیه بارهای ضروری *a.c.* بوسیله اینورتر تک فاز صورت می‌گیرد. اینورتر به سیستم 220 V *a.c.* متصل است.

اینورتر عملاً دستگاهی است از نوع ترانزیستور که قدرت را از یک منبع *d.c* جذب می‌کند و خروجی مشخص *a.c* را برای تغذیه بار تولید میکند.

در مواردیکه خروجی اینورتر قطع می‌شود، بار بطور اتوماتیک بر روی منبع کمکی منتقل میشود از طریق سوئیچ ثابت

تا مادامی که فرکانس منبع کمکی در یک تولرانس مشخص شده (اندازه نمونه‌ای $\pm 1.5\%$) قرار دارد، فرکانس اینورتر همواره با منبع کمکی در حالت سنکرون می‌باشد. یک کلید بای پاس دستی *by-pass* نیز فراهم آمده است.

در ورودی اینورتر یک عدد کلید به همراه فیلترهایی برای محدود کردن ریزل روی باطری قرار گرفته است.

نوع سیستم خنک کردن اینورتر از نوع اجباری میباشد و فن‌ها از اینورتر تغذیه می‌شوند و تمهیدات اضافی نیز در نظر گرفته شده است.

وسایل و دستگاههای کنترل ذیل بر روی محفظه اینورتر فراهم آمده‌اند:

- ولت متر در سمت *d.c*

- ولت متر و آمپر متر در سمت *a.c*

- فرکانس متر خروجی

- روش انتخاب دستی / اتوماتیک

- سیگنال راه اندازی

- سیگنال توقف

- تست لامپ

همه آلارمهای منفرد در محل مشخص شده اند و آلارمهای گروه نیز به اتاق کنترل ارسال می گردد.

سوئیچ ثابت (*static swith*)

سوئیچ ثابت کنترل لاجیک از دو کارت تشکیل شده است.

- کارت قدرت، که ولتاژهای تثبیت شده را برای مدارات فرمان لاجیک ارسال میدارد و

ولتاژهای ورودی را کنترل میکند.

- کارت لاجیک تغییر دهنده (*change- over*) که وضعیتهای دو منبع شبکه اینورتر را کنترل

میکند با دادن اولویت به منبع اینورتر و گذاشتن شبکه در حالت *stand- by* (منبع کمکی)

این کارت، توالی لاجیک برای برگشت دستی یا اتوماتیک را بعد از تغییر دادن از شبکه به

اینورتر فراهم می نماید.

پانل های 220 V d.c و توزیع a.c ضروری 220 V

پانل های توزیع 220 V d.c از نوع تابلوی فیکس، مجهز شده اند به کلید کمپکت برای خط

ورودی و به کید مینیاتوری MCB برای فیدرهای خروجی

پانل توزیع a.c ضروری 220 V مجهز شده به کلیدهای کمپکت برای خط ورودی و باس

تای (bus-tie) و به کلید مینیاتوری (MCB) برای فیدرهای خروجی

سوئیچ گیر از نوع فیکس می باشد.

مشخصات اصلی پانل ها عبارتند از:

- ولتاژ مرجع برای عایق 500 V

- جریان قطع کلید 5 KA

دستگاه دیزل ژنراتور اضطراری

اهداف

سیستم دیزل ژنراتور متشکل از سه دستگاه دیزل ژنراتور با ظرفیت 3×350 KVA می باشد و

برای تغذیه حیاتی و اضطراری مصارف در زمان قطع تغذیه نرمال a.c فراهم آمده است.

مشخصات فنی موتور دیزل

بهره برداری از موتور شارژ توربین با هوا سیکل چهار زمانه

247 KW قدرت خالص خروجی بطور پیوسته

6 تعداد سیلندرها

1500rpm سرعت

سیستم تزریق (ارسال جریان) مستقیم

AI گاورنر (تنظیم کننده) سرعت کلاس

روش راه اندازی الکتریکی با باتری

مشخصات فنی اصلی ژنراتور A.C.

نوع سه فاز بدون ذغال

400 V ولتاژ

350 KVA قدرت خروجی

0.8 ضریب قدرت

4 تعداد قطبها

F کلاس عایق

B (Temperature Rise) کلاس افزایش درجه حرارت

IP 23 درجه حفاظت

اتصال سیم پیچ ستاره با نقطه صفر قابل دسترس

مشخصات عملکردی

دستگاه دیزل ژنراتور بطور نرمال در وضعیت بهره‌برداری نیست اما برای سرویس دهی آماده می‌باشد. در مواردی که خطای قدرت در باس بار فشار ضعیف مربوطه پیش می‌آید، دیزل ژنراتور به طور اتوماتیک یا دستی راه‌اندازی می‌شود.

دیزل ژنراتورها فقط به طریق دستی متوقف می‌شوند.

دیزل ژنراتورها قادر هستند بدون منبع قدرت خارجی راه‌اندازی شوند، به استثناء تغذیه

الکتریکی داده شده از طریق سیستم *d.c.* نیروگاه که برای مدارات کمکی مورد نیاز می‌باشد. (یا از طریق باتری)

افت ولتاژ در ترمینال موتورها به هنگام راه‌اندازی در بدترین شرایط، کمتر از بیست درصد از ولتاژ نامی (V_n) می‌باشد، نقطه صفر سیم‌پیچ ژنراتور زمین نشده است.

تجهیزاتی که به وسیله دیزل ژنراتورها تغذیه می‌شوند اساساً عبارتند از:

سیستم روشنایی *a.c.* اضطراری

UPS و شارژر باتری

موتور ترنینگ گیر توربین و جکینگ پمپ روغن

دستگاه دیزل ژنراتور می‌تواند 110% قدرت اسمی خود را در مدت زمان یک ساعت در یک پریود دوازده ساعته با ولتاژ و فرکانس نامی سرویس دهد.

سرعت نامی دیزل ژنراتور $1500RPM, (D/G)$ می‌باشد، پس از بارگیری یک دفعه به میزان

50% بار نامی در شرایطی که دیزل ژنراتور بی‌بار و در حالت دور نامی می‌باشد نباید دور

بیش تر از 10% کاهش یابد. دیزل ژنراتور (D/G) راه اندازی را تحت شرایط توقف موتور دیزل انجام می دهد با عملیات پیش گرم و سیستم روغن کاری اولیه در مدت زمان کمتر از 20 ثانیه راه اندازی می شود. نمودارهای کنترل لاجیک مربوط به راه اندازی و توقف دیزل ژنراتور، کلیدهای مربوطه بسته و باز و بریکرهای باس بارهای کمکی و نقشه های ذیل نشان داده شده است:

(MP- KRG- 23ED- 02- EGO- 002 (Ansaldo Doc. 0208A-1-VV-U-322)

مشخصات ساخت

ساخت موتور مطابق استاندارد است، با احتراق داخلی، چهار زمانه، با فشار زیاد پاشش مستقیم با پمپ تزریق و پاشش جداگانه روی هر سیلندر ژنراتور از نوع سه فاز سنکرون می باشد، با تهویه خود به خود با هوای خنک سیستم تحریک از نوع بدون ذغال است با تنظیم کننده ولتاژ اتوماتیک از نوع ثابت که روی پانل محلی قرار گرفته است.

اتصال بین موتور دیزل و ژنراتور به صورت مستقیم است و از نوع فلکسیبل می باشد. پانل های کنترل الکتریکی و حفاظت مجهز به هیتر جهت گرفتن رطوبت هستند و درجه حفاظت پانل ها براساس IP 31 طراحی شده است.

در جلوی پانل، تجهیزات اندازه گیری، کنترل محلی، دستگاه های ستینگ و سیگنال های آلارم مونتاژ شده اند. پانل به واحدهای ذیل تقسیم شده است:

(a) سیستم حفاظت و کنترل دیزل (موتور)

(b) سیستم حفاظت و کنترل ژنراتور

۲ موتور دیزل

موتور دیزل به سیستم‌های کمکی ذیل مجهز شده است:

- سیستم تزریق سوخت

- سیستم روغن کاری

سیستم خنک کننده رادیاتور (مدار بسته)

سیستم راه‌انداز با موتور *d.c*، به همراه باطری با قابلیت سه بار استارت متوالی.

سیستم آگزوز به همراه فلنج‌ها و فیلتر خفه کن صدا، اتصالات فلکسیبل و ترمومتر.

ژنراتور *A.C*

سیستم تحریک بدون ذغال در قسمت انتهایی با پل یک یک سوکننده دوار مونتاژ شده

است و دارای یک تنظیم کننده ولتاژ اتوماتیک می‌باشد که در پانل کنترل قرار گرفته است.

تنظیم کننده ولتاژ، تغذیه قدرت به سیستم تحریک را کنترل می‌کند بطوری که ولتاژ نامی

در ترمینال‌های ژنراتور بدست آید.

افت ولتاژ در شرایط پایدار از بی‌بار تا بار کامل (با تغییرات سرعت بین 2- و 5%+ و بار رنج

ضریب قدرت پس فاز 0.8) به $\pm 1.5\%$ محدود می‌شود.

ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ برای تغذیه حفاظت‌های ژنراتور و اندازه‌گیری فراهم آمده‌اند.

کنترل و مانیتورینگ (نشان دهنده‌ها)

فانکشن‌های روی پانل محلی فراهم آمده‌اند:

- استارت اتوماتیک با سه بار متوالی

- استارت و توقف به صورت دستی توسط تجهیزات نصب شده روی پانل محلی یا توقف از

اتاق کنترل

- سلکتور سویچ راه‌اندازی اتوماتیک و دستی

- تسهیلات سنکرون دستی محل به منظور تست

- توقف اضطراری دستی به وسیله دکمه فشار نصب شده در جلوی پانل کنترل محلی

(Emergency Stop)

- توقف اضطراری دستی (از اتاق کنترل) ژنراتور با سلکتور سویچ به صورت اتوماتیک یا

دستی

- پس از فرمان سیگنال توقف، دیزل ژنراتور بمدت 180 ثانیه بدون بار جهت بهبود سیستم

خنک کننده دوران میکند.

- سیگنال از راه دور جهت راه‌اندازی دیزل ژنراتور

- ارسال سیگنال ولتاژ به نقاط دور

- سیگنال‌های آلام و خطا بطور مجزا برای سیستم‌های پیش گرم کردن اتوماتیک و روغن کاری اتوماتیک در نظر گرفته شده است.

- سیگنال‌ها در پانل محلی و پانل اتاق کنترل می‌باشند.

حفاظت‌های دیزل/ژنراتور

(نقشه شماره *MP-KRG-23ED-02-EG0-001-Ansaldo Doc. n° 208-A-I-VVC-U-008*)

- خطا در سیکل راه‌اندازی

- فشار کم روغن

- درجه حرارت بالای آب (توقف بعد از 180 ثانیه)

- سرعت زیاد (*Over Speed*)

- سطح پایین سوخت

- حفاظت‌های الکتریکی، توسط رله قفل کننده (86) (*Lock-out*)

- معکوس شدن جهت قدرت اکتیو 32

- جریان زیاد تحت فشار ولتاژ (51V)

- ولتاژ کم، ولتاژ زیاد (27/59)

- رله اتصال زمین (59 N)

تجهیزات الکتریکی ژنراتور (نشان دهنده‌ها)

- یک ولت‌متر (با سلکتور سه فاز)

- سه آمپر متر، برای هر فاز یکی

- یک فرکانس متر
- یک وات متر
- یک وارمتر
- یک مبدل اندازه گیری جریان ($4-20\text{ Ma}$) (ترانسدیوسر)
- یک رله جریان زیاد سه فاز
- یک رله اتصال زمین (*Restricted*)
- یک رله *Reverse Power* (برای حفاظت برگشت قدرت)
- یک رله چک سنکرون
- یک مجموعه از اینستروست سنکرون ($2V, 2F, 0V$)
- مخزن سوخت
- یک مخزن سوخت برای بهره برداری هشت ساعته به همراه موارد ذیل فراهم آمده است:
- کلمپ های نگهدارنده
- لیمیت سوئیچ برای نشان دادن سطح پایین روغن
- نشان دهنده سطح
- درین، هواگیری، اتصالات ورودی و خروجی
- پمپ دستی
- پمپ انتقال سوخت با محرک موتور
- سوئیچ سطح (*Level Switch*)

سیستم اتصال زمین

سیستم اتصال زمین تشکیل شده از:

- شبکه اصلی سیستم زمین برای مستهلک نمودن جریان خطا و متعادل کردن ولتاژ دارای

مقاومت کمتر از 0.3 اهم می باشد.

- سیستم زمین فرعی برای اتصال به شبکه اصلی سیستم زمین جهت زمین کردن تجهیزات به

کار می رود.

۳ شبکه اصلی سیستم زمین برای نیروگاه

سیستم شبکه زمین متشکل از دو سیستم زیر زمین *Under Ground* و شبکه انشعابات بالای

زمین *Above Ground* جهت زمین نمودن تجهیزات مختلف و استرکچرها می باشد.

تمامی اتصالات کنداكتورها به صورت روی هم *Over Lap* در مقاطع برخورد و به هنگام

اتصال به میله زمین از سیستم شبکه اصلی انجام می گیرند. (به صورت جوش احتراقی

(Thermo- Welding)) و فقط اتصالاتی که در پیت زمین قرار می گیرند به منظور باز و بسته

کردن برای تست از نوع پیچ و مهره می باشند.

کنداكتورهای سیستم زمین از نوع مسی هستند و همچنین سیستم زمین براساس استاندارد

IEEE 80 طراحی می شود.

شبکه فرعی سیستم زمین

این سیستم متشکل است از اتصالات بین سیستم اتصال زمین اصلی و تجهیزات الکتریکی از قبیل: سوئیچ گیرها، ترانسفورماتورها، پانل ها، سینی های کابل، باس داکت و غیره. هر جا که ضروری باشد، صفحه های اتصال زمین به شبکه اصلی سیستم زمین متصل شده و از طریق این صفحات اتصالاتی جهت زمین نمودن تجهیزات صورت می گیرد.

حفاظت های ژنراتور و ترانسفورماتورها، سنکرون شدن و سیستم اندازه گیری

توضیح کلی

عملکرد اولیه سیستم حفاظت، مجزا کردن قسمت های معیوب سیستم می باشد به صورت ثبت وقایع از بهره برداری غیرنرمال و خطا، تا آنجا که سرعت قابل اطمینان و انتخاب صحیح بدست آید.

سیستم های حفاظتی نیروگاه، با در نظر گرفتن قابلیت انتخاب با ولتاژ فشار قوی، ژنراتور، ترانسفورماتور واحد، ولتاژ فشار متوسط و حفاظت های سیستم تحریک ژنراتور طراحی و تنظیم شده اند. رله های حفاظت، کلاس ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ، بر طبق استاندارد بین المللی IEC می باشند.

حفاظت های الکتریکی از نوع ثابت می باشند و یا براساس میکرو پروسر طراحی شده اند.

رله *on/off* و رله شاخص (یا مشابه آن) از طریق کنتاکت های دابل و برای نشان دادن

عملکردهای خارجی آلام محل (به عنوان مثال: تریپ از رله‌های مونتاژ شده بر ترانسفورماتور) استفاده می‌شوند.

تغذیه $d.c.$ همه رله‌های حفاظتی به وسیله کنتاکت کمکی کلید کوچک مربوطه که آلام‌ها را فراهم می‌کند، کنترل و مانیتور می‌شود.

رله‌های نظارت آلام‌های تاخیری، مستقل و جداگانه را برای هر رله ناظر مشخص خواهد کرد و همچنین آلام‌های محلی و راه‌دور را برای موارد قطع تغذیه $d.c.$ یا قطع موارد تریپ در نظر گرفته است.

نشان دهنده‌ها می‌توانند نوع خطا را روی هر حفاظت مشخص کنند حتی در شرایطی که بیش از یک خطا وجود داشته باشد.

حفاظت‌های ژنراتور و ترانسفورماتورها

حفاظت‌های ژنراتور

- 21 - حفاظت در شرایط زیر امپدانس
- 32 - حفاظت برگشت قدرت (در دو مرحله)
- 40 - حفاظت قطع سیستم تحریک (در دو مرحله)
- 46 - حفاظت تولید منفی فاز (در دو مرحله)
- 51 - حفاظت جریان زیاد (فرکانس پایین)
- 59 N - حفاظت اتصال زمین (رله ولتاژی)

- 59/27 - حفاظت ولتاژ زیاد/ و ولتاژ کم
- 59 - حفاظت ولتاژ زیاد (فرکانس پایین)
- 59/81 - حفاظت شار زیاد
- 60 - حفاظت نامتعادلی
- 64 R - حفاظت اتصال زمین رتور
- 64 S2 - حفاظت اتصال زمین استاتور (90%)
- 64 S1 - حفاظت اتصال زمین استاتور (100%)
- 80 - حفاظت خطای تغذیه D.C
- 56 - حفاظت قطع سنکرون
- 81 - حفاظت فرکانس
- 87 G - حفاظت دیفرنسیال ژنراتور
- 51 N - حفاظت اتصال زمین (رله جریانی)
- 87 N - حفاظت دیفرنسیال محدود (Restricted)
- 87 U - حفاظت دیفرنسیال کلی (Overall)
- 64 3 - حفاظت اتصال زمین (SFC) D.C
- (Step-up) - حفاظت های ترانسفورماتور افزایش ولتاژ
- 51 N - حفاظت اتصال زمین
- 87 N - حفاظت اتصال زمین محدود

| | |
|------------|------------------------------|
| 87 U | - حفاظت دیفرنسیال کلی |
| 97 | - حفاظت ازدیاد فشار روغن |
| 96 | - حفاظت بوخهلتس |
| 260 | - حفاظت حرارتی |
| 26 W | - حفاظت حرارتی |
| 96 OLTC | - حفاظت بوخهلتس تپ چنجر |
| | حفاظت‌های ترانسفورماتور واحد |
| 87 UT | - حفاظت دیفرنسیال |
| 50/51 Ut | - حفاظت جریان زیاد |
| 50/51 N/UT | - حفاظت اتصال زمین |
| 87 u | - حفاظت دیفرنسیال کلی |
| 96 Ut | - حفاظت بوخهلتس |
| 26 W/Ut | - حفاظت حرارتی |
| 260 Ut | - حفاظت حرارتی |
| 97 Ut | - حفاظت ازدیاد فشار روغن |
| 99 Q/Ut | - حفاظت سطح روغن |

۴ سیستم سنکرون شدن

یک دستگاه پارالل الکترونیکی برای سنکرون کردن ژنراتور و شبکه از طریق کلید ژنراتور (GCB) و یا از طریق کلید پست فشار قوی فراهم آمده است. بطور کلی کلید ژنراتور (GCB) یا کلید فشار قوی (HV) به وسیله دستگاه اتوماتیک سنکرون خواهد شد ولی سنکرون دستی هم امکان پذیر خواهد بود. یک دستگاه پارالل الکترونیکی برای هر واحد فراهم آمده و مشخصات تجهیزات آن به قرار ذیل می باشد:

زمان عملکرد قابل کنترل بطور مداوم در محدوده 0.05 به 0.5 ثانیه.

- انتخاب زمان عملکرد به صورت اتوماتیک

- حداکثر لغزش برای اتصال گیت، قابل تنظیم 0.1-1%

- حداکثر اختلاف ولتاژ برای اتصال گیت قابل تنظیم 2.20% of V_n

به منظور بالا بردن سطح ایمنی، در سنکرون کردن دستی چک سنکرون نیز فراهم آمده است.

۵ سیستم اندازه گیری ژنراتور

مقادیر الکتریکی از طریق ترانسدیوسرهای 4-20 mA بدست می آیند.

ترانسدیوسرها روی قسمت های مناسبی از پانل های فلزی مونتاژ شده اند و دستگاه های اندازه گیری قدرت ($Wh/VA Rh$) به همراه آنها نصب شده اند.

فانکشن های اندازه گیری ذیل برای هر ژنراتور فراهم آمده است.

- جریان ژنراتور ($R-Y-B$)

- ولتاژ ژنراتور ($R-Y-B$)

- قدرت اکتیو ژنراتور

- قدرت راکتیو ژنراتور

- ضریب قدرت ژنراتور

- فرکانس ژنراتور

- جریان میدان ژنراتور

- قدرت اکتیو مصارف داخلی واحد

- قدرت راکتیو مصارف داخلی واحد

- انرژی اکتیو ژنراتور

- انرژی راکتیو ژنراتور

- جریان تحریک

- ولتاژ تحریک

تجهیزات نشان دهنده (آشکار ساز) به روی پانل سوئیچ گیر مونتاز شده اند.

این تجهیزات از کلاس 1.5 می باشند، کنتورهای اکتیو و راکتیو از نوع ثابت هستند و کلاس

آنها به ترتیب 1 و 0.5 می باشد.

شرح کلی:

نیروگاه شهید رجایی دارای چهار واحد بخار با خروجی ($4 \times 250 \text{ mw}$)، شش واحد گازی با قدرت خروجی ($6 \times 123 \text{ mw}$) می باشد که هر دو واحد گازی یک واحد سیکل ترکیب به قدرت 100 mw را راه می اندازند یعنی مجموعاً سه واحد سیکل ترکیبی وجود دارد.

خروجی هریک از چهار واحد بخار (واحد دارای چهار ژنراتور می باشد) به یک ترانس می رود (که نسبت تبدیل این ترانس $19/6 \text{ kv} / 400 \text{ kv}$ و ظرفیت آن $312/5 \text{ MVA}$ است). مجموعاً ۴ ترانس یک پست کلیدی 400 KV را تغذیه می کنند.

شینه بندی این پست از نوع $1/5$ کلیدی بوده و دارای ۱۹ فیدر می باشد که ۴ فیدر مربوط ترانسهای قدرت، ۲ فیدر مربوط به ترانسهای تغذیه داخلی و ۷ فیدر مربوط به تغذیه خطوط (زیاران، سیکل ترکیبی گیلان، تبریز، سیکل ترکیبی شهید رجایی و رود شور) می باشد. (۶ فیدر مربوط به طرح آینده فاز ۲ بخار)

این پست کلاً شامل ۱۳، $BA2$ (بی) می باشد که هر بی به ۳ سکتور تقسیم می شود. بی ها و سکتورها در شکل صفحه بعد که شامل دیاگرام تک خطی پست است با رنگ سبز مشخص شده اند. شکل ۲۰۶ موقعیت پست 400 KV شهید رجایی را نسبت به پستهای اطراف نشان می دهد.

تقسیم بندی بی ها به شرح زیر می باشد:

$bay 1$: مربوط به خروجی واحد بخار شماره ۱ و فیدر خط رودشور

$bay 2$: مربوط به ترانس تغذیه SSI و فیدر خط سیکل ترکیبی شهید رجایی شماره ۲

۳ bay: مربوط به خروجی واحد بخار شماره ۲ و فیدر خط سیکل ترکیبی شهید رجایی

شماره ۱

۴ bay: مربوط به خروجی واحد بخار شماره ۳

۵ bay: مربوط به ترانس تغذیه SS2 و مد

۶ bay: مربوط به خروجی واحد بخار شماره ۴

۷ bay: برای اندازه گیری

۸ و ۹ bay: برداشته شده اند

۱۰ bay: مربوط به فیدر خط تبریز

۱۱ bay: مربوط به فیدر خط سیکل ترکیبی گیلان

۱۲ bay: مربوط به فیدر خط زیاران شماره ۲

۱۳ bay: مربوط به فیدر خط زیاران شماره ۱

اجزاء پست به ترتیب طرز قرار گرفتن:

۱- برقگیر *Lightning arrester*

برقگیرهای موجود در این پست همگی از نوع *Zno* می باشند که وظیفه آنها جلوگیری از آسیب رسانی صاعقه و همچنین دفع اضافه ولتاژهای روی خطوط و باس بارها می باشد. اشکال صفحات بعدی، مشخصه های جریان، ولتاژ و زمان و همچنین ابعاد این برقگیرها که همگی از نوع *B* شرکت سازنده آنها هستند را نشان می دهند. محل نصب برقگیرها ابتدای فیدرها و همچنین ابتدا، وسط و انتهای باس بارهای بالا و پایین است.

۲- سکسیونر:

همانطور که می دانیم سکسیونر وسیله ایست که به منظور ایزوله کردن خطوط بی برق و همچنین زمین کردن آنها (به منظور تعمیرات) بکار رفته و قابلیت قطع شدن زیر بار را دارا نمی باشد.

در این پست در مجموع ۴ تیپ مختلف سکسیونر وجود دارد که به ترتیب معرفی می گردند: تیپ A: این سکسیونر فاقد تیغه زمین بوده و محل نصب آن روی فیدرهای واحد و استیشن می باشد.

تیپ B و C: این دو تیپ سکسیونر در دو طرف بویلر (کلید) نصب می شوند با این تفاوت که تیپ B از طرف نری (قسمت شیپوری) زمین می شود ولی تیپ C از طرف مادگی زمین می شود (یعنی این دو سکسیونر دارای تیغه زمین بوده) تیغه زمین B در طرف شیپوری یا نری و تیغه زمین نوع C در طرف مادگی می باشد.

سکسیونر تیپ D : این سکسیونر نیز دارای تیغه زمین می باشد با این تفاوت که این تیغه زمین دارای محفظه قطع SF_6 است و همچنین به منظور پشتیبانی این تیغه زمین از یک تیغه کمکی استفاده می شود. محل نصب این سکسیونر سر خطوط می باشد (سکسیونر سر خط) شکل صفحه ۲۱۵ سکسیونر و ساختمان آنرا نشان می دهد.

مکانیزم عملکرد سکسیونرهای این پست از نوع دستی و موتوری بوده که این موتور یک موتور ac سه فاز می باشد. این سکسیونرها هم از محل و هم از اتاق فرمان قابل باز و بسته شدن هستند.

صفحات ۲۱۶، ۲۱۷ و ۲۱۸ مراحل بسته شدن یک سکسیونر را نشان می دهد.

۳- کلید قدرت (بریکر یا دیژنکتور):

کلیدهای قدرت موجود در پست 400 KV شهید رجایی از نوع SF_6 هستند یعنی قطع و وصل کنتاکتها در گاز SF_6 انجام می شود. مکانیزم قطع و وصل شدن کنتاکتهای این کلیدها پنوماتیکی است یعنی بوسیله هوای تحت فشار 18 (bar) بار، باز و بسته می شوند. ضمناً این کلیدها از نوع V شکل می باشند.

همانطور که می دانیم دیژنکتور وسیله ایست که دارای قابلیت قطع و وصل جریان الکتریکی بوده و در صورت لزوم می تواند خطوط را برق دار، یا بی برق کند.

صفحات ۲۲۰، ۲۲۱ و ۲۲۲، ۲۲۳ ساختمان کلی، محفظه قطع قوس و کنتاکتهای ثابت و متحرک کلید قدرت را نشان می دهد. مشخصات کامل کلیدهای این پست در صفحه ۲۳۷ موجود می باشد.

۴- CT ها یا ترانسفورماتورهای جریان:

ترانسفورماتورهای جریان در این پست از نوع هسته پایین بوده و همگی دارای پنج هسته (core) می باشند. محل CT ها در دیاگرام تک خطی صفحه ۲۰۵ نشان داده شده است. علت اینکه در دو طرف هر فیدر CT نصب می کنند اینست که CT ها جمع یا تفاضل جریان های ورودی به فیدر یا بطور کلی جریان عبوری از فیدر را ببینید.

CT ها به دو منظور استفاده می شوند یکی کم کردن جریان برای دستگاه های اندازه گیری؛ زیرا این دستگاه ها قادر به قرائت جریانهای زیاد نیستند و دیگری کم کردن جریان برای عبور از رله های حفاظتی به منظور تشخیص *fault* در مدار، همانطور که می دانید اولیه CT با مدار سری می شود و ثانویه آن ممکن است دارای چندین سر باشد که ثانویه ها در این نوع CT دارای ۵ سر می باشند که استفاده از هر دو سر مختلف یک نسبت تبدیل متفاوت ایجاد می کند. صفحات ۲۲۵، ۲۲۶، ۲۲۷، شکل، ابعاد، دیاگرام سیم بندی و صفحه مشخصات CT را نشان می دهد.

۵- ترانس ولتاژ خازنی $C.V.T$

چون سطح ولتاژ در این پست بالاست از ترانس ولتاژ خازنی استفاده می کنند. بطور کلی استفاده از $C.V.T$ به دو منظور انجام می شود یکی مقاصد حفاظتی و دیگری مقاصد اندازه گیری محل نصب این ترانسفورماتورها روی دیاگرام تک خطی صفحه ۲۰۵ مشخص شده است.

در این پست دو تیپ ترانس ولتاژ خازنی موجود است یکی بنام $CPTa\ 420/4.4$ و دیگری بنام $CPTa\ 420/7$.

صفحات ۲۲۹، ۲۳۰، ۲۳۱، ۲۳۲، ۲۳۳، ۲۳۴ تصویر، ابعاد کلی و اندازه های اجزاء مختلف، جدول ابعاد و وزنهای اجزاء دو تیپ دیاگرام شماتیک و صفحه مشخصات دو تیپ را نشان می دهد.

۶- راکتور

در این پست یک راکتور روی فیدر مربوط به تبریز وجود دارد که پیوسته در مدار می باشد. همانطور که می دانیم راکتور مصرف کننده توان راکتیو می باشد و باعث کاهش ولتاژ می شود.

اطلاعات کامل در زمینه مشخصات ترانسهای قدرت، ترانسهای تغذیه، توربین ژنراتورها، بریکرها، CT و CVT ها، موجگیرها و راکتور موجود در نیروگاه در صفحه ۲۳۷ آورده شده است.

لازم به ذکر است که گروه برداری ترانسهای قدرت ۱۱، توان خروجی 312.5 مگا ولت آمپر و سیستم خنک کنندگی آنها ONAN بوده که اگر جریان کشیده شده از ۳۹۲ آمپر بیشتر شود به طور اتوماتیک به OFAF تبدیل می شود. در ضمن این ترانسها دارای تپ چنجر load, off, On بوده که دارای ۲۶ تپ می باشد. ترانسهای تغذیه از نوع سه سیم پیچه با نسبت تبدیل $400^{kv} / 6.9^{kv} / 11^{kv}$ می باشند.

سیستم حفاظتی و اندازه گیری پست:

اساس سیستم حفاظتی و اندازه گیری پست بر مبنای آرایش CT ها و CVT های پست و چگونگی سربندی آنهاست. برای نمونه برداری از جریان، از دو CT در دو طرف فیدر بدین ترتیب استفاده می شود که هسته های همنام به همدیگر وصل شده و هر دو هسته (با وصل شدن به یکدیگر) یک نمونه جریان را به یک وسیله مشخص منتقل می کنند.

در مورد CVT ها نیز یک نمونه ولتاژ از سر مشخص شده CVT گرفته می شود و به وسیله اندازه گیری مورد نظر یا وسیله حفاظتی مشخص می رسانند.

نمونه های ولتاژ و جریان ابتدا به مارشالینگ ماکس و سپس به مارشالینگ کسپوسک هر قسمت انتقال می یابند.

رله های مورد استفاده در این پست عموماً از نوع دیجیتالی بوده و از حفاظتهایی از قبیل *differsial, distance, under voltage, over current* و ... استفاده شده است. صفحات ۲۴۱ تا ۲۴۷ نقشه کامل دیاگرام تک خطی مربوط به *Bay 11* و شیوه استقرار دستگاههای حفاظتی و اندازه گیری و همچنین دیاگرام سرخطی مربوط به سکتور شماره ۱ (*C III*) را نشان می دهد.

بی برق و برقدار کردن یک فیدر

برقدار کردن یک فیدر:

برای برقدار کردن یک فیدر پس از صدور فرمان توسط دیسپاچینگ ابتدا سکسیونرهای زمین که بمنظور ایجاد ایمنی بسته شده بودند باز می شوند. سپس سکسیونرهای اطراف بریکرها و همچنین سکسیونرهای خط بسته می شوند البته باید توجه داشت که هر سکسیونر با سکسیونر زمین خود اینترلاک دارد یعنی با بسته شدن سکسیونر خط تیغه ارت یا سکسیونر زمین آن باز می شود. پس از بسته شدن سکسیونرها با صدور فرمان از دیسپاچینگ بریکرها را می بندیم.

بی برق کردن فیدر:

با صدور فرمان دیسپاچینگ بریکرها باز می شوند. سپس سکسیونرهای خط را باز کرده و سکسیونرهای زمین بسته می شوند.

ترانسفورماتورهای نیروگاه شهید رجایی

سه نوع ترانس قدرت در نیروگاه وجود دارد که عبارتند از:

۱- ترانس ژنراتور

این ترانس مابین ژنراتور و پست وصل می گردد ترانسی است که ولتاژ ژنراتور را تا ولتاژ خطوط انتقال بالا می برد یعنی ولتاژ ۱۹ کیلوولت ژنراتور را به ولتاژ ۴۰۰ کیلوولت خط انتقال تبدیل می کند ظرفیت آن ترانس تقریباً با ظرفیت ژنراتور مربوطه برابر است این ژنراتور دو نوع سیستم خنک کنندگی *ONAN* و *OFAP* دارد.

۲- ترانس واحد (*unit*)

این ترانس مابین ژنراتور و شین واحد وصل می شود و ولتاژ ژنراتور را به ۹/۶ کیلوولت برای مصارف داخلی روی شین کاهش می دهد و بعنوان یک ترانس کمکی برای باس استیشن می باشد ظرفیت این ترانس معمولاً ۶ تا ۱۰ درصد مقدار ظرفیت نامی ترانس ژنراتور می باشد و سیستم خنک کننده آن *ONAN* می باشد.

۳- ترانس استیشن (*Station*):

این ترانس مابین پست اصلی و شین استیشن و شین توربین گازی نصب می شود. (البته از قسمت شین توربین گازی هنوز استفاده نشده) این ترانس ولتاژ ژنراتور را به ۶/۹KV یا

$11/6KV$ شین (توربین گازی) کاهش می دهد این ترانس در مصارف داخلی خصوصاً در مواقع راه اندازی نیروگاه اهمیت خود را بیشتر نشان می دهد ظرفیت آن برابر ظرفیت بار کل یک واحد به اضافه ظرفیت بارهای کمکی مشترک می باشد و سیستم خنک کنندگی به دو صورت *OFAF/ONAN* می باشد.

ظرفیت خروجی سوم

15%(43mva(hv-lv)

13.8MVA(onan)

11%(43mva(HV-Tv)

23 MVA(ofaf)

ولتاژ نامی (HV)

400Kv+40Kv حداکثر دمای روغن

100 C در دمای محیط ۴۰

60.9KV ولتاژ نامی (LV)

اجزای تشکیل دهنده یک ترانس قدرت

radiator

تانک tank رادیاتور

temometr

هسته core ترمومتر

oil gauge

سیم پیچی coil گیج روغن

buch holz rellag

کنسرواتور anservator رله بوخهلتر

boshing

تپ چنجر زیر بار on load- tap پوشینگ

سیم پیچی ترانسهای قدرت

ترانس دارای دو سیم پیچ اولیه و ثانویه می باشد سیم پیچ رولی از سیم مسی است با ولتاژ

اولیه در داخل هسته بوسیله سیم پیچ اولیه بوجود می آید و این شار در ثانویه ولتاژ ایجاد

می نماید.

رله و حفاظت

تقریباً تمام تاسیسات الکتریکی دارای سیستم حفاظت هستند و هیچ قسمتی از سیستم قدرت بدون حفاظت نباید باشد. انتخاب حفاظت بستگی به جنبه‌های مختلفی از قبیل نوع و مشخصات وسیله حفاظت شونده، اهمیت آن محل وضعیتهای غیرعادی احتمالی هزینه و غیره دارد بین ژنراتور مصرف کننده و تجهیزات الکتریکی مشخصات مختلفی وجود دارد که هر کدام از آنها احتیاج به محافظت مناسب دارند رله‌های حفاظتی وضعیتهای غیرعادی در سیستم را حس کرده و فرمان لازم و قطع آن قسمت از تجهیزات صدمه دیده را می‌دهند رله‌ها باید وضعیت عادی و غیرعادی را از هم تشخیص دهند هر کجا که وضعیت غیرعادی اتفاق می‌افتد رله مربوطه عمل می‌کند در نتیجه مدار فرمان قطع را صادر می‌کند.

عملکرد رله‌های حفاظتی به شرح زیر است

۱- بصدا در آوردن آلارم یا بستن مدار قطع در دژنکتور جهت قطع قسمتهای آسیب دیده سیستم از بقیه اجزاء سیستم که علت آن می‌تواند بار زیاد، ولتاژ کم، افزایش درجه حرارت بار نامتعادل برگشت توان به ژنراتور فرکانس کم، ارتفاع کوتاه و غیره باشد.

۲- جدا کردن قسمتی از سیستم که با شرایط غیرمعمول کار می‌کند بطوریکه از اشکالات بعدی جدا شود مثل حفاظت اضافه بار یک ماشین که آن را در مقابل نقص عایقی حفاظت می‌کند.

۳- جدا کردن سریع قسمت آسیب دیده بطوریکه صدمه به قسمت آسیب دیده حداقل باشد.

برای مثال در ماشین در هنگام آسیب الکتریکی اگر بعد از اشکال در سیم‌بندی آن، سریع قطع شود ممکن است که فقط قسمت کوچکی از سیم‌بندی آن نیاز به ترمیم داشته باشد در حالیکه اگر اشکال باقی بماند تمام سیم‌بندی می‌سوزد.

حفاظت شین

با اینکه طول شین نسبت به طول سیمهای انتقال انرژی خیلی کوچک است با اینهمه تعداد خطاهای شین نسبت به طول وسعت آن بسیار بیشتر از تعداد خطاهای ناشی در سیمهای انتقال خطوط انرژی می‌باشد.

اتصال کوتاه در شین بیشتر در اثر فرمان غلط یا در اثر اشتباه متصدی اتاق فرمان بوجود می‌آید شین‌های که در مسیر انتقال انرژی قرار دارند (شین تبدیل گاههای بزرگ) عموماً توسط رله شبکه حفاظت می‌شوند زیرا در هر اتصالی روی شین در حکم اتصال در سیم انتقال انرژی است که توسط رله ریستانس یا حتی رله جریان زیاد قطع خواهد شد این شین بعلت اینکه در مسیر انتقال انرژی قرار دارد دارای چنان درجه‌بندی زمانی می‌باشد که تاخیر در قطع آنها در حدود $0.8-1$ ثانیه بیشتر بطور نخواهد انجامید.

شین‌های نیروگاهها که ژنراتور روی آن کار می‌کند اغلب دارای زمان قطع خیلی بیشتر و طولانی‌تر می‌باشد در ثانی جریان اتصال زمین و اتصال کوتاه در این شینها نیز به مراتب از بقیه نقاط شبکه بیشتر است در ضمن اگر شین در چندین نقطه مشترک توسط چند سیم انرژی رسان تغذیه شود در موقع اتصال کوتاه شدن شین تمام سیمهای کوتاه مشترکاً جریان

اتصال کوتاه را از خود عبور می دهند در این صورت اگر جریان اتصال کوتاه را به تعداد سیمهای جریان رسان تقسیم کنیم حالتی پیش می آید که با وجود زیاد بودن جریان اتصال کوتاه جریان بعضی از سیمها آنقدر بالا می رود که رله حفاظت آن سیم را از شبکه جدا می کند لذا قطع رله ها یکی پس از دیگری انجام می شود و در نتیجه زمان تاثیر رله ها با هم جمع شده و مدت مدیدی شبکه روی اتصال کوتاه کار می کند.

سوماً به سود نیروگاه است که هر چه زودتر شین صدمه دیده از شبکه قطع گردد بخصوص در شبکه هایی که با رله های قدیمی که زمان قطع آنها نسبت به رله های مدرن طولانی تر است مجهز می باشند از این جهت حفاظت ویژه شین که اتصال کوتاه را در زمان بسیار کوتاه قطع کند لازمه هر شبکه مدرن امروزی می باشد.

۲- حفاظت زمین نقطه صفر در طرف فشار قوی

این حفاظت شامل یک رله اضافه جریان نقطه خنثی معکوس زمانی است که اگر سیم زمین بیش از حد استاندارد خود جریان داشته باشد مثلاً بار به صورت قابل توجه نامتعادل باشد این رله عمل می کند این رله که حفاظت *earth fault* نیز نامیده می شود در موقع عملکرد فقط بریکر ژنراتور را باز می کند.

سیستم مخابراتی PLC

سیستمهای مخابراتی PLC در پستها و بررسی موج گیرها

الف - تله موج (line Trap) و کاربرد آن در سیستم مخابراتی PLC در پستها:

تله موج یا لاین تراپ یا فیلتر مخصوص ۵۰ هرتز شامل یک خازن و سلف مناسب بصورت پارالل می باشد که به ازای فرکانس کریر حالت رزونانس یا تشدید در آن روی داده و مقاومت آن بی نهایت می گردد و سیگنال با فرکانس ۵۰ هرتز براحتی از آن عبور نموده و مطلقاً مقاومتی را در مقابل آن نشان نمی دهد، (با حداقل تضعیف)

لاین تراپ بطور سری با خط فشار قوی قرار گرفته و بین نقطه اتصال ترانسفورماتور ولتاژ خازنی (C.V.T) و نقطه ورودی کابل یا خط هوایی به پست فشار قوی قرار دارد و از نظر فیزیکی روی ترانسفورماتور ولتاژ خازنی بشکل استوانه نصب می گردد. با رسیدن سیگنال فرکانس بالا یا سیگنال کاریر یا $P.L.C$ (30KHz-500KHz) به نقطه B این سیگنال در دو جهت مطابق فلش حرکت می کند در حالیکه تنها حرکت این سیگنال بسمت انتهای دیگر خط فشار قوی ایستگاه بعدی و یا به داخل C.V.T جهت انتقال به تجهیزات P.L.C موردنظر می باشد. لذا از حرکت سیگنال کریر به سمت داخل پست می بایست جلوگیری شود که این وظیفه را لاین تراپ بعهدہ داشته و جلوی عبور فرکانس هاس کاریر به داخل ایستگاه را می گیرد. (با حداکثر تضعیف)

قطعات لاین تراپ می بایستی مقاوم بوده و بتوانند ولتاژ و جریانهای مربوطه را که از آن عبور می کنند تحمل نمایند.

ب - سیستمهای مخابراتی در خطوط فشار قوی (*Power Line Carrier*)

سیستمهای مخابراتی که در پستهای فشار قوی مورد استفاده قرار می گیرند عبارتند از:

۱- سیستمهای ماکروویو

۲- سیستمهای تلفنی و بی سیم

۳- سیستمهای *P.L.C*

۴- ارتباط دو سیم یا خطوط کمکی *Pilot*

در این قسمت سیستمهای *P.L.C* را مورد بحث قرار می دهیم

P.L.C یک وسیله مخابراتی است که از طریق خطوط فشار قوی سیگنالها را از یک نقطه به

نقطه دیگر منتقل می کند و فقط در جاهایی می تواند نصب گردد که خطوط فشار قوی

وجود داشته باشد.

پهنای باند در سیستم *P.L.C* ۴KHz استاندارد و یا ۲/۵KHz می باشد.

موارد استفاده *P.L.C*:

الف - ارتباط صحبتی

بعنوان یک کانال صحبت در سطح بسیار زیادی استفاده می شود. چه بعنوان ارتباط نقطه به

نقطه و چه با استفاده از یک مرکز تلفن که می تواند یک شبکه تلفنی خصوصی بوجود آورد

و پهنای باند برای صحبت معمولاً ۳۰۰Hz تا ۲۴۰۰Hz می باشد که برای صحبت های معمولی

بین افراد کافی است و بقیه پهنای باند برای کاربردهای دیگر مورد استفاده قرار می گیرد.

(نظیر تله مترینگ، پروتکشن و غیره)

ب - انتقال اطلاعات DATA

اطلاعات مورد نیاز برای مبادله بدو صورت می تواند باشد یکی به صورت مقادیر آنالوگ یا پیوسته مثل مقدار تولید نیروگاه برحسب MW ، ولتاژ خروجی برحسب KV ، و مقدار قدرت راکتیو برحسب $MVAR$ و دیگری بصورت حالت های سوئیچ ها و دژنکتورها که به آنها مقادیر ناپیوسته یا دیجیتال گفته می شود و می تواند گویای حالت باز یا بسته بودن یک سوئیچ را برساند و بعضی اوقات ممکن است اطلاعات منتقله بصورت فرمان با کنترل از راه دور باشد یعنی مثلاً از مرکز کنترل بخواهند مقدار تولیدی یک واحد را که یک کیلومتر از آنجا فاصله دارد کم یا زیاد کنند و یا یک سوئیچ مشخصی را باز کرده و یا ببندند. البته این کارها بوسیله کامپیوتر و سیستم های پیچیده دیگری انجام می گیرد و سیستم $P.L.C$ فقط به عنوان یک کانال ارتباط و سیله انتقال آنها را به نقطه دیگر فراهم می کند.

ج - حفاظت خطوط و دستگاهها

برای حفاظت شبکه های فشار قوی و دستگاه های مربوطه در مقابل حوادث و یا ارسال فرمان های حفاظتی و جدا کردن یک نقطه از شبکه از یک نقطه دیگر و یا برای قطع یک خط انتقال بطور همزمان از دو طرف خط از سیستم های $P.L.C$ برای انتقال سیگنال های حفاظت و فرمان با حداکثر سرعت و اطمینان تا هر فاصله ای استفاده می گردد و بعنوان سیستم ارتباطی دستگاه های حفاظتی بکار می رود.

نوع مدولاسیون در سیستم‌های $P.L.C$ اکثراً $S.S.B$ که نوع خاصی از مدولاسیون دامنه (amplitud modulation) می‌باشد بکار می‌رود ضمناً در بعضی موارد نیز از مدولاسیون $D.S.B$ استفاده می‌گردد.

قسمتهای مختلف سیستم $P.L.C$

- ۱- دستگاه مرکزی $P.L.C$ شامل المانها و مدارات الکتریکی و منابع تغذیه
- ۲- دستگاه $L.M.U$ یا واحد تطبیق امپدانس (Line matching unit)
- ۳- دستگاه $Coupling\ capacitor\ voltage\ Transformer\ (C.V.T)$
- ۴- دستگاه $L.T$ یا تله فرکانسهای بیشتر از 100 Hz (Line Trap)

اصول کار دستگاه مرکزی $P.L.C$

دستگاه مرکزی $P.L.C$ تشکیل شده از یک فرستنده - یک گیرنده - نوسانساز - آمپلی فایر قدرت (Power amplifier)

الف - سیستم فرستنده

سیگنال صوتی یا $L.F$ (Low Frequency) با باند صفر تا ۴۰۰ هرتز یا سیگنالهای پروتکشن یا تله مترینگ پس از دو طبقه مدولاسیون و تقویت‌های لازم ناشی از افت در فیلترها و مدارهای دیگر به طبقه تقویت قدرت رفته و آماده ارسال روی خط می‌گردند.

ب - سیستم گیرنده

در سیستم گیرنده برعکس سیستم فرستنده عمل می گردد و دو طبقه دمدولاسیون داریم

محدوده فرکانس $P.L.C$

این محدوده در حالت مناسب آن برای سیستم $P.L.C$ معمولاً بین ۳۰۰۰۰ هرتز تا ۵۰۰۰۰۰ هرتز و گاهی تا 1 MHz می رسد.

سیستمهای کوپلاژ و مسیر انتقال سیگنال در سیستم $P.L.C$

(Coupling Systems and Transmission Path)

برای انتقال سیگنالهای مخابراتی روی خطوط قوی از طریق $P.L.C$ به سه قسمت جداگانه نیازمندیم

۱- ترمینالهای $P.L.C$ (فرستنده و گیرنده)

۲- سیستم کوپلاژ

۳- خطوط فشار قوی

قسمت اول قبلاً شرح داده شد و حال به توضیح دو قسمت دیگر می پردازیم.

برای اتصال ترمینالهای $P.L.C$ روی خطوط فشار قوی با توجه به ولتاژ بسیار زیاد خطوط

انتقال مهمترین مسئله ایزوله کردن دستگاه مخابراتی از این ولتاژ بسیار زیاد می باشد و ضمناً

جهت داشتن راندمان بهتر تطبیق امپدانس خطوط با دستگاه مخابراتی لازم است در عین حال

دستگاه $P.L.C$ باید از سیستم فشار قوی و فرکانس 50 Hz آن و ضربه‌های ناشی از

سوئیچینگ و رعد و برق و اضافه ولتاژهای گذرا و غیره ایزوله باشد.

برای این منظور از سیستم‌های کوپلاژ استفاده می‌گردد که اساساً از ۳ قسمت تشکیل می‌شوند:

۱- لاین تراب یا تله‌موج (*Wave Trap or Line Trap*)

۲- خازن کوپلاژ (ترانسفورماتور ولتاژ خازنی)

(*Coupling capacitor or coupling cap voltage Transformer*)

۳- دستگاه کوپلاژ با خط یا تطبیق امپدانس خط با دستگاه $P.L.C$ یا ($L.M.U$)^۱

۱- خازن کوپلاژ ($C.V.T$)

ابتدا سیگنال کاریر را با موج فرکانس ۵۰ هرتز مقایسه می‌کنیم و می‌دانیم که در

ترانسفورماتور ولتاژ خازنی از تعدادی خازن سری جهت کاهش ولتاژ استفاده می‌کنیم (از ۵ عدد تا ۱۰ عدد)

اگر در طول مقره فشار قوی واقع بین فاز و زمین ولتاژ را اندازه‌گیری کنیم این ولتاژ در طول

مقره کاهش می‌یابد این کاهش ولتاژ به علت ضخامت مقره که شرایط خازنی را دارا

گردیده‌اند روی می‌دهد.

$$z = \frac{1}{cw^2} = \frac{1}{4\pi^2 cf^2}$$

امپدانس خازنها

^۱. Line matching unit

ترانسفورماتور ولتاژ خازنی در ابتدای خط و در هنگام ورود خط به پست قرار دارد (قبل از اولین سکسیونر ورودی به پست) و دستگاه $P.L.C$ را از ولتاژ بسیار زیاد خط ایزوله می کند و باید در مقابل ولتاژهای مربوط کاملاً مقاوم باشد.

۲- دستگاه کوپلاژ با خط انتقال یا $(L.M.U)$

(Line matching unit)

این دستگاه بین خازن کوپلاژ و سیستم $P.L.C$ قرار دارد و از سه قسمت اصلی تشکیل یافته است:

الف - ترانسفورماتور تطبیق *Matching Trans*

ب - برق گیر *Lightning arrester*

ج - درین کوئل *Drain coil*

ترانسفورماتور تطبیق جهت جداساختن دستگاه $P.L.C$ از سیستم فشار قوی و حفاظت آن در مقابل جرقه ها و ضربات ناشی از سویچینگ و خطاهای احتمالی و همچنین تطبیق امپدانس دستگاه $P.L.C$ با خط فشار قوی جهت راندمان بهتر سیستم تعبیه می شود وظیفه برق گیر حفاظت دستگاه در مقابل جرقه ها (رعد و برق و ضربات ناشی از سویچینگ و عوامل جوی) می باشد و درین کوئل اساساً از یک مدار رزونانس تشکیل شده و وظیفه آن اتصال کوتاه کردن باقی مانده برق فشار قوی به زمین است که از طبقات ایزولاسیون عبور کرده و ایجاد

می‌نماید بنابراین باید فرکانس برق شهر ۵۰ هرتز را به راحتی از خود عبور دهد و در مقابل فرکانسهای بالا (امواج یا اطلاعات مربوط به $P.L.C$) به شدت از خود مقاومت نشان دهد.

روشهای مختلف اتصال سیستم $P.L.C$ به خطوط فشار قوی:

۱- روش فاز به زمین (استفاده از یک فاز و زمین)

در این روش دستگاه $P.L.C$ به یک فاز و زمین وصل می‌شود و در نتیجه فقط به یک خازن کوپلاژ و یک لاین تراب و یک $L.M.U$ نیاز است بنابراین از نظر اقتصادی ارزان تمام می‌شود ولی مقدار تضعیف و نویز آن نسبت به روش فاز به فاز که بعداً شرح داده می‌شود بیشتر است و همچنین در موارد پیش آمدن عیوب در خط انتقال اطمینان کمتری دارد.

۲- روش فاز به فاز:

در این روش دستگاه $P.L.C$ به دو فاز متصل می‌شود و در نتیجه سیستمهای کوپلاژ مورد نیاز تقریباً دو برابر می‌شود و بنابراین مخارج آن نیز حدوداً دو برابر می‌گردد این روش در ازای گران بودن مزایایی نسبت به روش قبل دارد بشرح زیر:

الف) تضعیف کمتر خط

ب) اطمینان بیشتر در مقابل عیوب خط

ج) القاء انرژی به فاز دیگر کمتر است

د) نویز آن نسبت به روش قبل کمتر است.

۳- روش کوپلاژ به دو فاز از دو خط هم مسیر:

این روش زمانی است که دو خط فشار قوی موازی بر روی یک دکل مشترک دو نقطه را بهم وصل می کنند. (دکل دو مداره)

در این حالت $P.L.C$ را به یک فاز از هر خط وصل می کنند که معادل روش فاز به فاز یک خط می باشد و یا می توان به دو فاز از هر خط وصل نمود در نوع اخیر حتی اگر یک خط کاملاً از مدار خارج شده یا زمین گردد ارتباط برقرار خواهد بود.

۴- روش اتصال دستگاه $P.L.C$ به هر سه فاز:

که دارای کیفیت بهتری بوده و به علت مخارج زیاد در موارد خیلی حساس و در مورد خطوط با ولتاژ خیلی زیاد ($E.H.V$) و طولانی بکار می رود.

۵- روش استفاده از سیستم زمین بالای دکل وقتی که سیستم زمین به دکل اتصال نداشته باشد، که دارای کیفیت خوبی نیست.

سیستمهای کنترل، نظارت و حفاظت

۱- سیستم *FGC*: (*Function group Control*) یا "سیستم کنترل ترتیبی":

سیستم *FGC* عبارتست از یک سیستم کنترل منطقی که قادر است با فشار دادن یک *P/B* (پوشش باتون)، بویلر یا توربوژنراتور را بطور اتوماتیک راه اندازی یا متوقف نماید و در کلیه مراحل، هماهنگی با سیستمهای کنترل *B.H.S* و *U.C.S* می باشد.

این سیستم علاوه بر این قادر است که وظیفه حفاظت از توربین یا بویلر یا ژنراتور را نیز برعهده بگیرد. سیستمهای کنترل ترتیبی دارای دو ساختار می باشند که عبارتند از:

(۱) **ساختار غیرمتمرکز:** این سیستم کنترل دارای ساختاری گروه به گروه می باشد به عبارت دیگر هر دسته از تجهیزات می توانند کاملاً مجزا از دسته دیگر مورد بهره برداری واقع شوند.

(۲) **ساختار سلسله مراتبی:** که هر دسته از تجهیزات حداقل از دو سطح فرمان دریافت

می کنند. در این نوع سیستم کنترلی *FGC* به سه سطح "*Gai de*" و "*group*" و "*Drive*"

تقسیم شده و یک ساختمان یا ترتیب کنترلی بطریق سلسله مراتب را شکل می دهد. سطح

group در پاره ای موارد به دو بخش "*Main group*" و "*Sub group*" تقسیم می شود.

عملیات گوناگونی که باید توسط درایوها انجام شود بین گروههای اجرایی (*Group*) تقسیم شده و این گروهها تماماً توسط برنامه *Guide* هماهنگی و هدایت می شوند.

با وجود این همانطور که گفته شد، هر گروه در صورت نیاز بطور مجزا و مستقل نیز می تواند

عمل کند که این عمل باعث سودمندی و کارایی بیشتر سیستم می شود.

رئوس برنامه FGC بویلر:

سیستم کنترلی ترتیبی بویلر دارای ساختاری غیرمتمرکز و گروه به گروه می باشد و هر دسته از تجهیزات، مجزا از گروه های دیگر می توانند بهره برداری شوند لذا سطح Guide برای FGC بویلر تعریف نمی شود. سیستم کنترل ترتیبی بویلر (F.G.C) دارای وظایف اساسی زیر است:

(۱) تغذیه سوخت (B01) که در سطح group (گروه)، خود به سه زیر گروه تقسیم

می شود که عبارتند از:

(a) تغذیه گاز (b) تغذیه مازوت (c) تغذیه گازوئیل

هر کدام از زیر گروه های فوق، در سطح درایو (Drive)، عملیات گوناگونی را انجام

می دهند به عنوان مثال زیر گروه تغذیه مازوت، عملیاتی چون گرم سازی مازوت، صدور

فرمانهای مناسب به B.H.S جهت انجام تست نشستی سوخت و غیره را انجام می دهد.

(۲) تغذیه آب (B02) که این group در مواقع لازم، هریک از پمپهای تغذیه B.F.P را در

سرویس قرار می دهد.

(۳) برقراری سیستم دود و هوا (BO3) که این گروه هم در صورت نیاز با توجه به شرایط

بهره برداری، هریک از تجهیزات GAH, F.D.F و G.R.F را از مدار خارج یا در مدار قرار

می دهد.

(۴) اعمال کنترل بر روی والوهای بویلر که وظیفه کنترل والوهای درین (Drain) و هم

چنین استاپ (Stop) والوهای بویلر را برعهده دارد (BO4)

(۵) برقراری سیستم بخار کمکی که این گروه وظیفه اعمال کنترل اتوماتیک بر روی والوهای ایزوله کننده بخار کمکی به هدر بخار کمکی و بخار اتمایزینگ و والو ارتباطی بین هدر استیشن (Station) با هدر واحد را بر عهده دارد. (BO_5)

(۶) اعمال کنترل بر روی درین تانکهای $S.A.H$ (BO_4)

(۷) حفاظت بویلر که عمده وظایف حفاظتی بویلر به شرح زیر می باشد:

حفاظت‌های بویلر:

۱- P/B امرجنسی^۱ بویلر تریپ که در مواقع اضطراری استفاده می شود.

۲- تریپ هر دو $F.D.F$

۳- پائین بودن سطح (آب) درام و همچنین بالا بودن بیش از حد سطح درام ($-200, +175^{mm}$)

۴- بالا بودن بیش از حد فشار کوره $H.D$, 790^{mm}

۵- بسته شدن ناگهانی کلیه $shut off$ والوهای مشعلها و هم چنین تریپ والوهای سوخت

۶- عدم وجود شعله در داخل کوره، همچنین حالت‌های بحرانی برای وضعیت مشعلها

۷- با ثبات نبودن و ناپایداری وضعیت تغذیه سوخت

۸- عملکرد حفاظت ری هیت

۹- تریپ هر دو $G.A.H$

۱۰- نرمال نبودن برق UCS و نیز افت فشار هوای اینسترومنت ($instroment$)

^۱. پرش باتون اضطراری (که باعث تریپ بویلر درحالت‌های خاص می شود)

۱۱- عدم تعادل در نسبت کل سوخت به هوا (زیاد شدن نسبت کل سوخت به هوا) ۱۵٪

۱۲- بالا بودن فشار هدر گاز

۱۳- تریپ هر دو $C.W.P$ یا پائین بودن خلاء کندانسور که از موارد حفاظتی توربین نیز می باشند.

هریک از موارد فوق سبب فعال شدن رله HFT ^۱ بویلر شده و باعث تریپ بویلر و در حقیقت حفاظت بویلر می گردد.

- حفاظت‌های توربین:

سیستم‌های حفاظتی متعددی، مراقبت از کارکرد مطمئن کلیه قسمت‌های توربوسیکل را به عهده دارند و در اثر هرگونه شرایط غیرقابل کنترل، موجب تریپ توربین می شوند. این حفاظتها و محدوده عملکرد آنها به اختصار به شرح زیر است:

(۱) لرزش بیش از حد یا تاقانها $0.250/250$ (میکرون)

(۲) بالا بودن دمای فلز یا تاقانهای توربین $113^{\circ}C$

(۳) بالا بودن مقدار اختلاف انبساط پوسته و روتور

(۴) کم بودن خلاء کندانسور 340 mm Hg

(۵) بسته بودن بریکر خروجی ژنراتور و غیرعادی بودن وضعیت والوهای $T.V$ و $R.S.V$

(۶) بسته بودن بریکر خروجی ژنراتور و در وضعیت $NO\ LOAD$ بودن گاورنر والوها

^۱. سیگنال HFT (HF : Master Fuel Trip)

(۷) *HFT* یا تریپ سوخت اصلی بویلر (تریپ بویلر) (*HGT, (Haster fure Trip)*)

(۸) بالا بودن دمای اگزاست توربین 120°C

(۹) پائین بودن فشار روغن روغنکاری یا تاقانها $0.4 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$

(۱۰) بالا بودن فشار روغن تراست بیرینگ در اثر سایش یا تاقنهای تراست

(۱۱) بالا بودن سرعت توربین ۱۰۹٪ و ۱۱۱٪ دورنامی

(۱۲) بالا بودن سطح کندانسور

(۱۳) *lock out* شدن ژنراتور

علاوه بر حفاظتهای فوق که منجر به تریپ توربین می شوند. حفاظتهای دیگری نیز وجود دارند که در شرایط غیرعادی و اضطراری زیر، عملیاتی انجام می دهند تا از بروز حوادث و خطرات احتمالی جلوگیری کنند.

الف) افت بار الکتریکی

در اثر کاهش ناگهانی بار، انرژی بخار حبس شده باعث افزایش دور روتور خواهد شد، مقدار شتاب این افزایش دور، تابعی از مقدار بار کم شده در واحد زمان است. در چنین مواقعی دو سیستم وارد عمل می شوند، یکی *LDA* یا (*Load Drop anticipator*) و دیگری گاورنر کمکی یا (*AUX Gav*) که هر دو با بستن سریع گاورنرینگ والوها و *ICV*ها بطور موقت از *Over Speed* شدن توربین جلوگیری می کنند.

LDA در صورتی عمل می کند که بار واحد بیشتر از ۶۰٪ بوده و به کمتر از ۲۰٪ افت کند.

با عمل کردن *LDA*، سولنوئید والوهای که در مسیر درین روغن کنترل والوهای مذکور

قرار دارند باز شده و با درین روغن باعث بسته شدن والوهای *GV* و *ICV* می شوند.

گاورنر کمکی در شرایطی عمل می کند که در اثر افت مقدار زیادی بار، سرعت روتور با

شتابی تقریباً برابر با 75 kg/cm^2 زیاد شود، در اینصورت گاورنر کمکی، روغن کنترل

والوهای *GV* و *ICV* را درین می دهد. با بسته شدن والوهای فوق، و روی بخار به توربین قطع

و در نتیجه توربین کاهش می یابد. وقتی دور توربین به مقدار عادی برگشت، کنترل دور یا

بار توربین مجدداً به گاورنر اصلی سپرده می شود.

چنانچه ژنراتور از شبکه جدا شده و توربوژنراتور در وضعیت *House load* قرار گیرد، در

صورتی که امکان داشته باشد باید مجدداً واحد را سنکرون کرد و بار را افزایش داد. اگر

اینکار در عرض ۱۵ دقیقه صورت بگیرد می توان بار توربوژنراتور را سریعاً زیاد کرد و به

مقدار قبلی برگرداند. اما اگر تأخیر در سنکرون کردن بیشتر بطول بیانجامد. باید بار را

بتدریج زیاد کرد. از بهره برداری از توربین در شرایط *house load* به مدت طولانی باید

اجتناب شود چون باعث سرد شدن روتور و وارد آمدن تنشهای حرارتی شدید به روتور

می گردد.

ب) قطع کلی برق واحد (Black out)

در این وضعیت کم هم توربوژنراتور تریپ کرده و هم چنین تغذیه داخلی واحد (از شبکه) قطع می‌باشد، تمامی دستگاهها و تجهیزات جانبی مثل فید پمپها خاموش می‌شوند. پمپ روغن کمکی (A.O.P) نیز در سرویس نخواهد آمد. دو دستگاه دیزل ژنراتور اضطراری، بطور اتوماتیک استارت می‌شوند و برق AC برای برخی از دستگاههای مهم برقرار می‌گردد. چنانچه پمپ روغن ترنینگ گیر (T.O.P) نیز در سرویس نیاید باید پمپ روغن اضطراری (E.O.P) را که از باتریهای واحد تغذیه می‌شوند استارت کرده و خلاء کندانسور را از بین برد تا دور توربین سریعاً کم شود، چون باتریهای مذکور فقط چند ساعت می‌توانند انرژی لازم برای تجهیزات اضطراری را تأمین کند، لذا باید هر چه سریعتر توربین را به وضعیت مطمئن رسانید، قبل از اینکه انرژی باتریها تمام شود.

۲- "Burner Management System" B.M.S

«سیستم مدیریت مشعلها»

این سیستم دارای سیستمهای کنترل و اینترلاکهای مناسبی در جهت حفاظت بویلر نسبت به پیشامدهای غیرایمن می‌باشد. این سیستم از زمان قبل از به مدار آمدن مشعلها و نیز در هنگام به مدار آوردن و حتی بعد از آن، نظارت و کنترل لازمه را به عمل می‌آورد تا در مواقع اضطراری، عملکرد مناسبی انجام دهد. این سیستم دارای دو سطح کنترل بالامرتبه و پائین مرتبه می‌باشد.

- وظایف سطح کنترلی بالا مرتبه:

۱- ساخت برخی از سیگنالهای تریپ بویلر

۲- انجام پرژ کوره

۳- انجام لیک تست

۴- ایجاد تعادل فشار هوا بین کوره و *wind box*

۵- صدور فرمان اتوماتیک جهت به مدار آوردن مشعلها

۶- انتخاب نوع سوخت

۷- تعویض سوخت

- وظایف سطح کنترلی پائین مرتبه

۱- کنترل نحوه به مدار آوردن یا از مدار خارج شدن یک جفت مشعل اگنایتور

۲- کنترل نحوه به مدار آوردن یا از مدار خارج شدن یک جفت مشعل اصلی (*Main BNR*)

در ادامه برخی از وظایف فوق مفصلاً تشریح خواهد شد.

پرژ کوره و لیک تست

اولین گام در روشن کردن بویلر، پرژ کوره است و به عبارت دیگر اساسی ترین اینترلاک

برای روشن کردن بویلر می باشد. وظیفه پرژ، تخلیه کوره از گازهای قابل احتراق است که

این عمل توسط هوا صورت می گیرد و وظیفه دوم آن انجام تست نشتی است تا بدین ترتیب

عدم وجود لیک (نشتی: *leak*) در والوها و مشعلها و سایر تجهیزات موجود بر روی سوخت‌های سنگین، گازوئیل و گاز معلوم شود.

- شرایط پرژ

۱- رله *MFT* (*MASTER FULETRIP*) تریپ کرده باشد. یعنی سیگنال *HFT* ریست و غیرفعال شده باشد.

۲- تمام شارژ والو (گاز، گازوئیل، مازوت) بسته باشند.

۳- تمام *shut off valve* های مشعلها و اگنیتورها بسته باشند.

۴- تمام تریپ والوها بسته باشند.

۵- سیستم آتش‌نشانی مشعلها در مدار باشد.

۶- کلیه شعله‌بینها^۱ عدم وجود شعله را در کوره نشان دهند.

۷- برق *B.H.S* نرمال باشد.

۸- هوای اینسترومنت فشار کافی داشته باشد (بالای 5 kg/cm^2)

۹- جفت *F.D.F* ها و *G.A.H* در سرویس باشند.

۱۰- جفت *G.R.F* سیموله و *ON* باشند.

۱۱- *Stop* ها باز باشند.

^۱. Flame Detector

لازم به توضیح است که اگر پرژ توسط یک FDF و یک $G.A.H$ صورت می گیرد باید پوش باتون $By PASS$ را روی پانل BHS فشار داد. وقتی که تمام شرایط فوق مهیا شد. لامپ $PERHITE$ روی پانل روشن خواهد شد: با فراهم شدن شرایط و فشار دادن پوش باتون $START$ ، عمل پرژ شروع می شود. در اینصورت لامپ $PERHITE$ خاموش شده و لامپ $IN PROGRESS$ چشمک خواهد شد. حال اگر شرایط زیر مهیا باشد عمل پرژ به مدت ۵ دقیقه ادامه خواهد یافت. این شرایط عبارتند از:

الف - فلوی هوای ورودی بیش از ۲۵٪ حداکثر ظرفیت نامی باشد.

ب - کلیه $Air Register$ باز باشند. (با فراهم شدن شرایط پرژ و فشار دادن پوش باتون $START$ ، فرمانی جهت باز کردن A/R ها صادر خواهد شد. برای پرژگیری حداقل باید ۱۶ عدد A/R باز باشد)

لازم به ذکر است که همزمان با انجام پرژ، عمل لیک تست مسیر اگناتیورها و تمام سوختها انجام می شود. لذا قبل از شروع پرژگیری باید مسیرهای فوق آماده و لاین آپ شده باشند. بمدت ۵ دقیقه هوا بداخل کوره دمیده می شود و سنسوری مقدار CO داخل کوره را می سنجد و اگر مقدار آن کمتر از $1^{RPH}\%$ بود، لامپ پرژ کامپلت ($complete$) روشن خواهد شد. البته قبل از کامل شدن عمل پرژ، عدم لیک سوختها معین گردیده و رله HFT بطور اتوماتیک $RESET$ می شود.

نکته: اگر بهنگام عمل پرژ (۵ دقیقه) یکی از شرایط فوق از بین برود و یا مقدار CO موجود در گاز خروجی بیشتر از ۱٪ باشد. در این حال، لامپ $INPROG$ خاموش شده و لامپ $PURGE FAILURE$ روشن خواهد شد. در این شرایط باید شرط را دوباره مهیا کرده بطوریکه لامپ $PERHIT$ مجدداً روشن شود و با فشار دادن دوباره پوش باتون $START$ پرژ، عمل پرژ را برای زمان ۵ دقیقه دیگر شروع نمود.

- لیک تست اگناتیور:

با فراهم شدن شرایط پرژ و نرمال شدن فشار گاز $(1 \sim 1.5 \frac{kg}{cm^2})$ و با فشار دادن پوش باتون $START$ پرژ، عمل لیک تست اگناتیور بصورت $AUTO$ شروع خواهد شد و در اینحال لامپ $START$ لیک تست روشن می گردد. لازم به ذکر است که عمل لیک تست بصورت دستی نیز می تواند انجام گیرد که این عمل با فشار دادن پوش باتون استارت صورت می گیرد.

- مراحل (Sequence) لیک تست

- ۱- والو ونت هدر بسته می شود.
- ۲- تریپ والو لیک تست والو اگناتیور باز می گردند.

۳- اگر فشار بعد از تریپ والو بیش از 1 kg/cm^2 و به مدت 60^s حفظ شود. لیک تست والو و تریپ والو همزمان بسته می شوند. حال اگر شرایط زیر به مدت بیش از ۳ دقیقه پا برجا باشد، لیک تست کامل شده و لامپ *complete* روشن می شود. این شرایط عبارتند از:

الف - فشار ورودی تریپ والو نرمال باشد (بیش از $1/5 \text{ bar}$)

ب - شات آف والوهای اگنیتور بسته باشند. (تریپ والو و لیک تست والونیز بسته باشند)

ج - اختلاف فشار بین هدر اگنیتور و هدر لیک تست نرمال باشد یعنی بزرگتر از $0/2$ مثبت و کمتر از $0/2$ منفی باشد.

لازم به توضیح است که اگر اختلاف فشار بیش از $0/2$ مثبت باشد نشانگر آنست که تریپ والوو هدر اگنیتور نشتی دارد و اگر کمتر از $0/2$ منفی باشد مبین اینست که هدر و یا شات اف والوو اگنیتور نشتی دارد.

اگر یکی از شرایط زیر به هنگام لیک تست اگنیتور بوجود آید، در اینجا لت لامپ

START خاموش شده و *LIT FAILURE* روشن خواهد شد. این شرایط عبارتند از:

۱- یکی از شرایط سه گانه جهت کامل شدن لیک تست از بین برود.

۲- والو ونت هدر اگنیتورها در عرض ۱۵ ثانیه بعد از اینکه فرمان بستن صادر شد، بسته نگردد.

۳- تریپ والو اگنیتورها در عرض ۱۵ ثانیه بعد از اینکه فرمان باز شدن صادر شد، باز نکند.

۴- تریپ والو اگنیتورها و لیک تست والو بعد از صدور فرمان بستن، نتوانند ببندند.

لیک تست گازوئیل:

از آنجائیکه در اوایل راه اندازی معمولاً از سوخت گازوئیل (مشعهای A و D) استفاده می شود و لذا پس از آماده سازی این مسیر و برقراری شرایط پرژ و هم چنین مهیا شدن شرایط زیر، با فشار دادن پوشش باتون استارت پرژ، عمل لیک تست گازوئیل بصورت *AUTO* شروع خواهد شد. این شرایط عبارتند از:

- ۱- حداقل یک پمپ سوخت گازوئیل روشن باشد.
- ۲- فشار خروجی پمپ نرمال باشند. (بیش از $13/5 \text{ kg/cm}^2$)
- ۳- دمای گازوئیل نرمال باشد (بیش از $^{\circ}\text{C } 0$)

- مراحل لیک تست:

- ۱- والو شارژ والو لیک تست بمدت ۳۰ ثانیه باز می نمایند و سپس همزمان بسته می شوند.
- ۲- پس از بسته شدن شارژ والو و لیک تست والو، فرمانی به *P.C.V* صادر شده و فشار خروجی پمپ را به 20 kg/cm^2 می رساند. حال اگر شرایط زیر به مدت ۶۰ ثانیه برقرار باشد. لیک تست کامل خواهد شد. این شرایط عبارتند از:

الف - روشن بودن پمپ

ب - فشار خروجی پمپ بیش از 13 kg/cm^2

ج - تمام شات آف والوهای گازوئیل، شارژ والو و لیک تست والو بسته باشد.

د - اختلاف فشار بین هدر گازوئیل و هدر لیک تست نرمال باشد. (± 3)

حال اگر یکی از شرایط زیر به هنگام لیک تست بوجود آید، در اینصورت لامپ استارت

خاموش و *G.O. LIT FALLURE* روشن خواهد شد. این شرایط عبارتند از:

۱- یکی از شرایط لازمه لیک تست در عرض ۶۰ ثانیه از بین برود.

۲- شارژ والو و لیک تست والو، ۵ ثانیه بعد از اینکه فرمان بستن به آنها اعمال شد نتوانند

ببندند.

لازم به توضیح است که لیک تست مازوت و گاز مانند موارد فوق است که از تشریح آنها

خودداری می کنیم. پس از اینکه لیک تست سوخت اگنایتورها بطور *AUTO* و با موفقیت

انجام شد و سیگنال *PUR/COMP* بوجود آمد، تریپ والو اگنایتورها بطور اتوماتیک باز

خواهد شد. باز شدن این والو، اولین قدم در روشن سازی بویلر یعنی روشن کردن

اگنایتورهاست.

۲-۲ مشعل سوخت گاز (Main Gas Burner)

تعداد ۲۰ عدد مشعل گازی وجود دارد که بصورت جفتی کنترل می شوند. سیستم مشعل

گازی دارای تجهیزات زیر می باشد:

(a) یک عدد اگنایتور

(b) دو عدد شعله بین

(c) دو عدد والو که تغذیه سوخت گازی را کنترل می نماید.

(d) دو عدد سولنوئید والو که کنترل هوای اینسترومنت به محرکها را به عهده دارند.

شرایط روشن شدن مشعل گاز:

- ۱- شرایط روشن شدن اگنایتورها مهیا باشد.
 - ۲- تریپ والو گاز باز باشد.
 - ۳- فشار گاز نرمال باشد (بیش از 0.9 kg/cm^2)
 - ۴- هیچ مشعلی در حال روشن شدن نباشد.
 - ۵- والونت گاز باز و یا حداقل یک جفت مشعل گازی روشن باشد.
 - ۶- اتمیزه کننده مشعل سوخت گاز بسته باشد. (شات آف والو مشعل)
- وقتی که تمام شرایط فوق مهیا گشت، لامپ *PERMITE* روشن خواهد شد. حال با فشار دادن *P/B (LIGHT OFF)* و یا صدور فرمان از *BES* به شرط انتخاب سوخت گاز (در این حالت *GAS BES*، *AUTO* می باشد)، مشعل گازی به ترتیب زیر روشن خواهد شد:

مراحل روشن شدن مشعل سوخت گازی:

- ۱- اگنایتور روشن می شود.
- ۲- شات آف والوها باز می شوند و والونت مشعل بسته می شود.
- ۳- ۵ ثانیه بعد از صدور فرمان باز شدن شات آف والو، فرمانی برای باز کردن *A/R* صادر خواهد شد. در اینحال در اثر تماس شعله اگنایتور با سوخت مشعل، مشعل روشن خواهد شد.

۴- ۳۰ ثانیه بعد از باز کردن شات آف والو و روشن شدن مشعل یا لامپ *MAIN BNR* روشن خواهد شد. در این زمان، فرمان خاموش شدن اگنایورها صادر می شود.^۱

سیگنالهایی که منجر به خاموش شدن مشعل سوخت گاز می شوند:

در صورت ایجاد سیگنالهای زیر با مشعل بطور اتوماتیک تریپ خواهد کرد. این سیگنالها عبارتند از:

- ۱- رله *HFT* عمل نماید.
 - ۲- تریپ والو سوخت گاز بسته شود.
 - ۳- *P/B* شات دان از اتاق فرمان و یا از محل مشعلها فشار داده شود.
 - ۴- بهنگام روشن سازی مشعل، اگنایور خاموش شود.
 - ۵- پس از اتمام روشن سازی مشعل، شعله مشعل از بین برود.
 - ۶- خاموش شدن مشعل از طریق *GAS BES* صادر شود.
 - ۷- هنگام روشن شدن مشعل، شات آف والو مشعل یا *A/R*، حرکت غیرعادی داشته باشد.
- وقتی که یکی از سیگنالهای فوق بوجود آمد، لامپ *Main BNR shut Down* روشن شده و مشعل به ترتیب زیر خاموش خواهد شد:
- (a) شات آف والو مشعل بسته می گردد.
- (b) والو ونت باز خواهد شد.
- (c) بسته خواهد شد.

^۱. نکته: در اکثر مواقع سوخت گاز اگنایور را بر روی مد شات دان قرار می دهند.

وضعیت‌های غیرعادی:

الف - هنگام روشن سازی مشعل:

این شرایط بصورتی ترتیب یافته‌اند که هنگام ایجاد آنها، عمل روشن سازی مشعل متوقف خواهد شد، لذا باید با مهیا کردن دوباره آن شرایط، مجدداً اقدام به روشن سازی مشعل نمود. در صورت ایجاد این شرایط، شات آف والو مشعل نیز بسته می‌گردد. این شرایط عبارتند از:

- ۱- اگنیتور مشعل روشن نشود.

- ۲- ۲۰ ثانیه بعد از اینکه فرمان باز شدن شات آف والو صادر گردید این والو باز نکند.

- ۳- ۲۰ ثانیه بعد از اینکه فرمان باز شدن A/R والو صادر گردید A/R باز نکند.

ب - زمان روشن بودن مشعل:

- ۱- شات اف والو مشعل در حالت باز خود نباشد.

- ۲- اگر شعله مشعل تشخیص داده نشود.

- ۳- اگر مشعل روشن باشد حرکت غیرعادی A/R موجب تریپ مشعل نخواهد شد و فقط آلارم بوجود آید.

وقتی که یکی از سیگنالهای فوق بوجود آید، شات آف والو مشعل بسته شده و مشعل بطور *Auto* خاموش خواهد شد.

ج - بهنگام خاموش سازی مشعل:

۱- ۱۵ ثانیه بعد از اینکه فرمان بسته شدن شات آف والو صادر شد. این شیر نبندد.

۲- ۲۰ ثانیه بعد از اینکه فرمان بسته شدن A/R والو صادر شد. A/R نبندد.

وقتی که یکی از شرایط فوق بوجود آید، آلامر *MAIN BNR ABNORMAL* ظاهر خواهد شد.

۲-۳ سیستم کنترل $IDLE A/R$ (کنترل فشار هوا بین کوره و $wind Box$)

مقدار فلوی هوای احتراق تا ۲۵٪ بار بویلر، روی ۲۵٪ کل هوا کنترل می شود. (به عنوان مثال اگر بار بویلر ۱۰٪ باشد باز مقدار فلوی هوا ۲۵٪ خواهد بود). در چنین شرایطی اگر تعداد کمی مشعل روشن باشد، در اینصورت در گلوگاه مشعل روشن، سرعت هوا زیاد خواهد بود و این مسئله باعث خواهد شد که یک احتراق غیر پایدار بوجود آید چرا که بقیه A/R ها بسته می باشند.

سیستم کنترل $IDLE A/R$ اختلاف فشار بین کوره $wind Box$ را کنترل می نماید. با این عمل، سرعت را در گلوگاه مشعل کنترل می نماید.

- شرایط $(Auto) on$ شدن $IDLE A/R$:

۱- وقتی که $H.F.T$ ریست شود.

۲- فلوی سوخت کمتر از ۲۵٪ باشد.

عملکرد $IDLE A/R$:

دو نقطه تنظیم ($Set Point$) برای مشعلهای سوخت مازوت و گازوئیل تعبیه شده است که عبارتند از:

- سوخت گازوئیل: اگر اختلاف فشار کمتر از $40 \text{ mm H}_2\text{O}$ باشد، A/R بسته می شود.

اگر اختلاف فشار بیشتر از $70 \text{ mm H}_2\text{O}$ باشد، A/R باز می شود.

- سوخت مازوت: اگر اختلاف فشار کمتر از $80 \text{ mmH}_2\text{O}$ باشد، A/R بسته می شود.

اگر اختلاف فشار بیشتر از $110 \text{ mmH}_2\text{O}$ باشد، A/R باز می شود.

۲۰ ثانیه بعد از اینکه اختلاف فشار به مقدار کمتر از $Set Point$ مربوطه برسد، سیستم $IDLE$

A/R مشعلی را انتخاب کرده و فرمان بستن به A/R می دهد و اگر اختلاف فشار به بیش از

مقدار تنظیم شده برسد، A/R باز خواهد کرد.

نکته: اگر جفت مشعل انتخاب شده در شرایط زیر باشد در اینصورت مشعل بعدی انتخاب

می گردد:

۱- A/R مربوط به دو مشعل بسته شود و یا بسته نشده باشد.

۲- بعد از اینکه فرمان بسته شدن به A/R داده شد پنج دقیقه بعد از آن A/R بسته نشده باشد.

لازم به توضیح است که این سیستم دارای دو مد $MANUAL$ و $AUTO/STAND BY$

می باشد. در مد $MANUAL$ ، باز و بسته شدن A/R ها توسط P/B های $OPEN$ و $close$ و

بصورت دستی توسط اپراتور صورت می گیرد. در این مد A/R $IDLE$ در حالت OFF

می باشد. در مد $AOUT/STAND BY$ ، سیستم A/R $IDLE$ در حالت ON قرار دارد و زمانیکه

بویلر کمتر از ۲۵٪ کل بار است در حالت $AUTO$ و بیشتر از ۲۵٪ بار در حالت $STAND BY$

است. به عبارت دیگر، مقدار فلوی هوای احتراق تا ۲۵٪ بار بویلر، بصورت $AUTO$ و روی

۲۵٪ کل هوا کنترل می شود.

۲-۴ انتخاب سوخت (FUEL SELECTION):

همانطور که می دانیم تمام مشعلها به استثناء ردیف A و D که می توانند با سوخت گازوئیل نیز روشن شوند قادرند هم با سوخت گاز و هم با سوخت سنگین (مازوت) روشن شوند. در این بخش نحوه انتخاب یک سوخت معین برای هر مشعل را توضیح می دهیم.

تجهیزات موجود برای انتخاب سوخت گاز و سوخت سنگین عبارتند از:

۱- ۳ عدد والو که بوسیله سیلندره‌ای پنوماتیکی باز و بسته می شوند و عمل انتخاب سوخت گاز و یا مازوت را به عهده دارند.

۲- یک تعداد سولنوئید والو که عمل کنترل هوای تغذیه به محرکها را بر عهده دارند.

۳- پوش باتونها‌ی انتخاب سوخته‌ای ذکر شده برای هر جفت مشعل بر روی پانل مشعلها

نصب گردیده تا بدین ترتیب، انتخاب یکی از سه سوخت فوق برای هر مشعل میسر گردد.

- شرایط لازم برای انتخاب سوخت:

وقتی که تمام شرایط زیر مهیا باشد انتخاب سوخت برای یک مشعل میسر می گردد

۱- شات آف مشعل بسته باشد

۲- مشعل در سیکل روشن شدن نباشد.

۳- مشعل اصلی در حال پرژ شدن نباشد و یا پرژ آن بلوکه نباشد.

۴- مشعل در حالت (Remote) باشد و این عمل در محل صورت می گیرد.

با مهیا شدن شرایط فوق و فشار دادن P/B، سوخت موردنظر انتخاب می گردد.

۵-۲ تغییر سوخت (FUEL CHANGE):

سیستم تغییر سوخت زمانی عمل می کند که در تغذیه سوخت مصرفی نیروگاه، شرایط غیرعادی پیش آید. در این مبحث، تغییر سوخت را در زمانی که در تغذیه سوخت گاز شرایط غیرعادی بوجود می آید، توضیح می دهیم. تحت اثر دو وضعیت، تغییر سوخت یک مشعل انجام می گیرد که عبارتند از:

۱- وضعیت غیرعادی در سیستم سوخت رسانی به این مفهوم که در سیستم ذکر شده، عیبی بوجود آید.

۲- افت بسیار زیاد فشار گاز در ورودی STOP VALVE گاز

- شرایط تغییر سوخت:

- ۱- وقتی MODE تغییر سوخت در حالت AUTO باشد
 - ۲- حداقل شات آف والو یک مشعل گاز باز باشد.
 - ۳- شرایط روشن شدن مشعل سوخت مازوت مهیا باشد.
 - ۴- سیستم سوخت اگنیتور از طریق کپسولهای گاز برقرار باشد.
- با مهیا شدن شرایط فوق، اولین فرمان تغییر سوخت به مشعل 4 و C_1 داده می شود و اگر این مشعل در حالت گازی باشد، تغییر سوخت داده و سیگنالهای بعدی به مشعل بعدی منتقل خواهد شد. ترتیب تغییر سوخت بصورت زیر می باشد:

- (a) شات آف والو سوخت گاز بسته می شود. (مشعل گاز خاموش می گردد) و انتخاب سوخت بطور Auto از گاز به مازوت تبدیل می گردد.
- (b) مشعل سوخت مایع بصورت Auto روشن می شود به شرط اینکه شرایط مهیا باشد.
- (c) بعد از اینکه مشعل انتخاب شده در حالت سوخت مایع (مازوت) قرار گرفت، مشعل بعدی اقدام به تعویض می کند.
- زمانیکه یکی از شرایط زیر رخ دهد، سیگنال تغییر سوخت از یک مشعل به مشعل بعدی بای پس می شود. این شرایط عبارتند از:
- ۱- اگر مشعل در حالت سوخت مایع و یا خاموش باشد (مشعل خاموش باشد آنرا روشن نمی نماید)
 - ۲- بهنگام خاموش سازی مشعل سوخت گاز، شرایط غیرعادی پیش آید.
 - ۳- بهنگام روشن سازی مشعل سوخت مایع، شرایط غیرعادی پیش آید.
 - ۴- مشعل سوخت مایع شرایط روشن شدن را دارا نباشد.
- هنگامیکه شرایط زیر به هنگام تغییر سوخت مهیا نباشد، یا بار واحد کاهش پیدا می کند یا اینکه در نهایت در این زمان، بویلر تریپ می کند. این شرایط عبارتند از:
- ۱- گرم سازی سوخت مازوت کامل شده باشد و سوخت مازوت از طریق والو برگشت در حال گردش نباشد.
 - ۲- بهنگام تغییر سوخت، فشار گاز باید به اندازه ای باشد که بتواند بار موجود بویلر حفظ شود به عبارت دیگر اگر فشار گاز خیلی سریع افت نماید امکان تغییر سوخت وجود ندارد.

اطلاعات فنی

بویلر

نوع *Natural Circulation- Single druin reheat type* نوع جریان طبیعی، یک مخزنی با

گرم کن مجدد

۸۴۰ T/H

ظرفیت خروجی

فشار بخار:

۱۶۰ KG/CM^۲

درام

۱۴۶ Kg/CM^۲

سوپر هیتر ۳

درجه حرارت بخار:

۳۴۶°C

درام

۵۴۱°C

خروجی سوپر هیتر ۳

۳۵۶°C (گاز) ۳۵۵°C (مازوت)

ورودی رهیت

۵۴۱°C

خروجی رهیت

۸۴۰ T/H

فلوی بخار:

۷۵۱/۲۱۰ T/H (سوخت گاز)، ۰۱ و

فلوی بخار رهیت

۷۴۷ (سوخت مازوت)

۲۴۷/۷ با سوخت گاز

دمای آب ورودی به اکونومایزر

۱۲/۸٪ با سوخت گاز

هوای موجود در دود

مصرف مفید برق تجهیزات کمکی در ۱۰۰٪ بار بویلر

سوخت گاز 3830 KW

سوخت مازوت 4280 KW

هوای لازم برای احتراق:

گاز طبیعی $2 \times 469920 \text{ KG/H}$

مازوت $2 \times 457360 \text{ KG/H}$

راندمان گاز طبیعی ۹۵/۴ مازوت ۹۴/۹٪

درجه حرارت دود خروجی بویلر 130°C

تجهیزات احتراق

الف) گاز طبیعی

تعداد مشعلها ۲۰

ظرفیت هر مشعل $MAX 3250 \text{ Kg/H}$

فشار گاز $MAX/MAN 4/16 \text{ Kg/Cm}^2g$

ب) مازوت

ماکزیمم ظرفیت در هر مشعل 3200 KG/H

حرارت مازوت در مشعلها 90°C

فشار مازوت در مشعلها $4/5$ تا 21 Kg/Cm^2

وسکوزیته مازوت $MAX 420 \text{ CST}$ در دمای 50°C

۹۵۲/۸ KG/M2

وزن مخصوص

فن های دمنده هوا:

CENTRIFUGAL

نوع

عدد ۲

تعداد برای هر بویلر

۵۱۱۸۳۰ NM3/H

ظرفیت طراحی هر فن

۱۱۳۵ MMW

فشار استاتیک طراحی شده

۹۸۵ RPM

سرعت

۲۷۳۰ KW

قدرت اسمی موتور

CARBON STEEL

جنس پره های فن

فن های سیر کولاسیون دود

CENTRIFUGAL

نوع

۸۵۰/۸۹۰ NM3/H

ظرفیت طراحی شده

۴۰۵ MMW

فشار استاتیک طراحی شده

۹۸۵ RPM

سرعت

۲۴۰ KW

قدرت اسمی موتور

CARBON STEEL

جنس پره های فن

پیش گرمکن های هوا

LJUNGSTROM

نوع

تعداد برای هر بویلر (۲× ۵۰٪)

گاز طبیعی مازوت

۳۶۵ °C ۳۶۷ °C

درجه حرارت ورودی دود

۱۳۰ °C ۱۵۰ °C

درجه حرارت خروجی دود

۳۲۰ °C ۳۲۵ °C

درجه حرارت خروجی هوا

اکونومايزر

۲۴۷/۷ °C ۲۴۷/۴ °C

درجه حرارت ورودی آب

۲۸۰ °C ۲۷۵ °C

درجه حرارت خروجی آب

SA178 C

جنس لوله ها

SA106 C

جنس هدر

۲۱۹۰ M۲

سطح تبادل گرمائی

۱۶۵/۴KG/M۲ ورودی

فشار لوله ها

۱۶۲ KG/M۲ خروجی

درام

۳۴۶ °C

درجه حرارت خروجی

۱۷۲ KG/CM۲

فشار طراحی

۱۶۷۵ mm

قطر داخلی

۱۳۲/۱۴۲ mm

ضخامت

وزن درام ۱۱۵ TON

جنس SA ۳۰۲ C

سوپر هیترها

سوپر هیتر ۱

درجه حرارت ورودی ۳۴۸ °C

درجه حرارت خروجی ۳۹۴ / ۳۸۱ °C

سطح تبادل گرمائی ۲۸۵۰ M^۲

جنس هدر (ورودی و خروجی) SA ۱۰۶C

قطر خارجی لوله‌ها ۴۵ MM

قطر داخلی لوله‌ها ۴۳ MM

فشار ورودی ۱۵۹ KG/M²

سوپر هیتر ۲

Cas/ Oil

درجه حرارت ورودی ۳۷۱ / ۳۸۱ °C

درجه حرارت خروجی ۴۵۵ °C

سطح تبادل گرمائی ۵۵۰ m^۲

ورودی SA ۱۰۶ C

جنس هدر

خروجی SA335p12

قطر خارجی لوله‌ها ۳۸/۱ MM

قطر داخلی لوله‌ها ۲۷/۱ MM

سوپر هیتر ۳

درجه حرارت ورودی ۴۲۵°C

درجه حرارت خروجی ۵۴۱°C

سطح تبادل گرمایی ۱۰۴۰ M^۲

جنس هدر (ورودی و خروجی) SA335P22, SA335P12

قطر خارجی لوله‌ها ۳۸/۱

قطر داخلی لوله‌ها ۲۸/۱

فشار خروجی ۱۴۶ KG/CM^۲

ظرفیت ۸۴۰ T/H

رهیت

رهیت ۱

درجه حرارت ورودی بخار ۳۵۶°C

درجه حرارت خروجی بخار ۳۷۵°C

فشار ورودی ۳۸/۸ KG/CM^۲

فشار خروجی

سطح تبادل گرمایی ۷۹۶۰ M^۲

۳۱/۱ قطر داخل لوله‌ها

۳۸/۱ قطر خارجی لوله‌ها

(SA 335-p22) جنس هدر (ورودی و خروجی)

۷۵۱/۲۱۰ T/H ظرفیت

رहित ۲

۳۷۵ °C درجه حرارت ورودی بخار

۵۴۱ °C درجه حرارت خروجی بخار

فشار ورودی

۳۷/۱ Kg/Cm^۲ فشار خروجی

۷۴۰ M^۲ سطح تبادل گرمایی

۳۱/۱ قطر داخل لوله‌ها

۳۸/۱ قطر خارجی لوله‌ها

(SA 335-p22) جنس هدر (ورودی و خروجی)

۷۵۱/۲۱۰ T/H ظرفیت

سوت بلورها

LONG RETRACTABLE نوع و تعداد سوت بلورهای:

LONG RETRACTABLE ۸ عدد رहित‌ها

LONG RETRACTABLE ۴ عدد سوپر رहित‌ها

| | |
|-------------------------------------|------------------------|
| ۴ عدد LONG RETRACTABLE | اکونومايزر |
| ۲ عدد SWING | ايرهيتر |
| ۴۸۰۰ KG/H | مصرف كل بخار |
| ۱۶ KG/CM ^۲ | فشار بخار ورودی بلورها |
| ۹۰ MIN | زمان هر سيكل بكارگيري |
| ۹۵/۴٪ | گاز طبيعي |
| تورين | |
| عكس العمل | نوع |
| ۲۵۰۰۰۰ KW | قدرت |
| (Gas firing) ۵۵۵۹۲۱ KG/H | فلوی بخار خروجی |
| (Gas ۰۰/۱۹۶۷ KG/CM ^۲ ABS | فشار بخار خروجی |
| firing) | |
| (Gas firing) ۵۹۳/۵ KCAL/KG | انتالپی بخار خروجی |
| (Gas firing) ۵۱۱/۵× ۰/۶CAL/H | بار حرارتی خالص |
| (Gas firing) ۳۰ °C | درجه حرارت محیط |
| (Gas firing) ۱۴۰ kg/cm ^۲ | فشار زنده |
| (Gas firing) ۵۳۸ °C | درجه حرارت بخار زنده |
| (Gas firing) ۷۷۳۴۴۲ Kg/H | فلوی بخار زنده |

فشار بخار هیت $43/3 \text{ Kg/cm}^2$ (Gas firing)

درجه حرارت بخار رهیت 538°C (Gas firing)

فلوی بخار رهیت 69360.4 Kg/H (Gas firing)

سرعت نرمال 3000 PRM (Gas firing)

کندانسور پاششی (برج خشک)

فلوی نرمال کندانسیت $26300 \text{ M}^3/\text{H}$

فشار بخار $0.1967 \text{ KG/CM}^2 \text{ abs}$

درجه حرارت ورودی بخار $59/3^\circ \text{C}$

درجه حرارت آب خنک کن ورودی در ۱۰۰ درصد بار 48°C

درجه حرارت طراحی (هوا) 30°C

پمپهای گردشی آب خنک کن C.W.P

تعداد $2 \times 50\%$

قدرت 1850 KW

فشار در ورودی پمپ $4/8 \text{ M}$

هد پمپ $23/5 \text{ M}$

فلو $3/7 \text{ M/S}$

تانک ذخیره کندانسیت

ظرفیت 4×810 متر مکعب

درجه حرارت طراحی ۵۰ درجه سانتیگراد

فشار طراحی ۱ آتمسفر

پالیشینگ پلنت

تعداد طراحی $2 \times 50\%$

میزان جریان کندانسیت:

مینیمم ۵۵ متر مکعب در ساعت

حداکثر ۳۴۰ متر مکعب در ساعت

افت فشار (حداکثر)

ظرفیت تصفیه ۳۴۰ متر مکعب در ساعت

زمان کارکرد مجاز ۲۱ روز

درجه حرارت طراحی ۷۰ درجه سانتیگراد

فشار طراحی ۱۱ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع

تانک ذخیره دیراتور

حجم ناخالص $191 M^3$

ظرفیت طراحی شده $140 M^3$

فشار بهره‌برداری $7/1 Kg/Cm^2$

فشار طراحی برای تانک $9 Kg/Cm^2$

درجه حرارت طراحی شده برای تانک $180^\circ C$

پمپهای تغذیه بویلر

تعداد $3 \times 60\%$

فلو (نرمال) 510 TON/H

فشار 177 Kg/Cm^2

حداقل فلو 150 TON/H

فشار طراحی شده 232 Kg/Cm^2

حرارت طراحی شده 195°C

ترانسفورماتورهای اصلی قدرت ۴

ترانسفورماتور ژنراتور

تعداد (هر واحد یکی) $312/5 \text{ MVA}$

توان ترانس $420/19 \text{ Kv}$

ولتاژ (کیلوولت) λ/Δ

اتصال فازها $YNd11$

گروه برداری $ONAN/OFAF$

نوع خنک کن $99/72\%$

راندمان نرمال بلی

تپ چنجر قابل تغییر زیر بار $237/3 \text{ TON}$

وزن کل

ترانس‌های واحد

| | |
|------------------------------|--------------------------------|
| ۴ | تعداد (هر واحد یکی) |
| ۲۵ MVA | توان (خنک کن طبیعی) |
| ۱۹/۶/۶ Kv | ولتاژ (کیلوولت) |
| $\Delta \rightarrow \lambda$ | اتصال فاز |
| Dyn ۱ | گروه‌برداری |
| ONAN | نوع خنک کن |
| ۹۹/۳۸٪ | راندمان |
| بلی | تپ چنجر (غیرقابل تغییر) زیربار |
| ۲۹/۲۰ TON | وزن کل |

ترانس ایستگاه

| | |
|-----------------|-----------------------------------|
| ۲ | تعداد |
| ۲۵/۸/۲۵۸/۱۲ MVA | توان (خنک کن طبیعی و مداوم) |
| ۴۳/۴۳/۲۳ MVA | توان (خنک کن طبیعی برای ۱۰ دقیقه) |
| ۴۳/۴۳/۲۳ MVA | توان (خنک کن فورس) |
| ۴۰۰/۶/۶/۱۱ KV | ولتاژ (کیلوولت) |
| | اتصال فاز |
| YnynOd11 | گروه‌برداری |

| | |
|----------------------|----------------------------|
| ONAN/OFAF | نوع خنک کن |
| ۹۹/۴۴٪ | راندمان |
| بلی | تپ چنجر قابل تغییر زیر بار |
| ۹۰ TON | وزن کل |
| کلیدهای فشار قوی | |
| SF6 | نوع |
| ۶/۶ کیلوولت | ولتاژ |
| ۱۳۵۰ - ۱۲۵۰ - ۶۳۰ | جریان |
| ۴۰ کیلوآمپر | ظرفیت قطع |
| سیستم های کمکی | |
| سیستم آب خنک کن کمکی | |
| پمپهای سیر کولاسیون | |
| سیکل خنک کن روغن | |
| ۳ | تعداد |
| ۹۴۰ M3/hr | دبی خروجی نامی |
| ۳۵ m | هد پمپ |
| ۱۳۰ KW | قدرت |

سیکل خنک کن هیدروژن

| | |
|----------|---------------------|
| تعداد | ۳ |
| دبی نامی | 610 M3/hr |
| هد پمپ | 34 m |
| قدرت | 97 Kw |

برج خنک کن

سیستم خنک کن روغن

| | |
|---------------------|------------------------|
| تعداد سل | ۱۰ |
| درجه حرارت آب ورودی | $46/8^{\circ}\text{C}$ |
| درجه حرارت آب خروجی | 42°C |

سیستم خنک کن هیدروژن

| | |
|---------------------|------------------------|
| تعداد سل | ۸ |
| درجه حرارت آب ورودی | $44/8^{\circ}\text{C}$ |
| درجه حرارت آب خروجی | 40°C |

کولرهای واسطه

سیستم خنک کن هیدروژن

| | |
|------------|----------------------------------|
| بار حرارتی | $5300 \times 103 \text{ Kcal/h}$ |
| فلو | 1100 m3/hr |

سیستم خنک کن روغن

تعداد

$8116/4 \times 10^3 \text{ Kcal/h}$

بار حرارتی

$1497/4 \text{ m}^3/\text{hr}$

فلو

بویلر کمکی

40 TON/hr

ظرفیت خروجی

$16 \text{ Kg/Cm}^2 \text{ g}$

فشار بخار

218°C

حرارت بخار

$86/6\%$

راندمان (گاز طبیعی)

$85/8\%$

راندمان (مازوت)

300°C

درجه حرارت دود (گاز طبیعی)

310°C

درجه حرارت دود (مازوت)

تصفیه خانه

تعداد خط

۲۳۰ مترمکعب در ساعت

ظرفیت

تعویض یونی

نوع

۵۰۰۰ × مترمکعب ۶۰۰۰ و ۴۰۰۰ مترمکعب

استخر ذخیره آب خام

تانک ۵۰ مترمکعبی هوائی

مخزن ذخیره آب آشامیدنی

انتقال و ذخیره سوخت

تخلیه و ذخیره گازوئیل

پمپ‌های تخلیه

| | |
|--------------------|-----------------------------|
| تعداد | ۲ دستگاه |
| نوع | افقی - سانتریفوژ |
| فشار | ۱/۲ کیلوگرم بر سانتیمترمربع |
| ظرفیت | ۳۵ مترمکعب در ساعت |
| توان مورد نیاز پمپ | ۱ کیلووات |
| ولتاژ | ۴۰۰ ولت |

تانک ذخیره

| | |
|-----------------|------------------------|
| تعداد | ۲ دستگاه برای هشت واحد |
| ظرفیت | ۱۳۵۰ مترمکعب |
| فلوی بخار گرمکن | ۱/۱ تن در ساعت |
| قطر | ۱۳/۷۲۰ متر |

6 mm-Roof/ 8mm shell &

ضخامت ماکزیمم - مینیمم

Bottom

ST44-2

جنس

تخلیه و ذخیره مازوت

پمپهای تخلیه

| | |
|---------------------------|-----------------------------|
| تعداد | ۳ |
| نوع | SCREW |
| فشار کارکرد | ۸/۷ کیلوگرم بر سانتیمترمربع |
| ظرفیت | ۲۰۰ مترمکعب بر ساعت |
| هد مجاز در قسمت مکنده پمپ | ۳/۵ متر |
| قدرت مورد نیاز پمپ | ۴۸ کیلووات |
| سرعت | ۱۴۵۰ دور در دقیقه |
| ولتاژ | ۴۰۰ |
| توان موتور | ۱۱۵ کیلووات |

استاندارد API 650

تانکهای ذخیره مازوت

| | |
|----------------------|---------------------------|
| تعداد | ۴ |
| ظرفیت | ۳۳۰۰۰ مترمکعب |
| قطر | ۵۵ متر |
| فلوی بخار گرمکن تانک | ۱۱ تن در ساعت |
| فشار بخار گرمکن تانک | ۸ کیلوگرم بر سانتیمترمربع |
| ضخامت ماکزیمم - مینم | ۶/۲۳ میلیمتر |

جنس

FE42. C, FE52.C

پمپهای انتقال

تعداد

۴+۴ [Stand by]

فشار کارکرد

۷/۶ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع

ظرفیت

۸۰ متر مکعب در ساعت

حد مجاز در مکنده پمپ

۲/۵ متر

توان مورد نیاز

۲۲ KW

ولتاژ

۴۰۰ V

پمپهای انتقال و تانک گازوئیل

پمپهای انتقال

تعداد

۳

نوع

سانتریفوژ

فشار کارکرد

۳/۲ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع

ظرفیت

۴۰ متر مکعب در ساعت

حد مجاز در مکنده پمپ

۵ متر

سرعت

۱۴۵۰ دور در دقیقه

ولتاژ

۴۰۰ V

توان موتور

۳ کیلووات

تانکهای روزانه گازوئیل (بویلر اصلی)

| | |
|-----------------------|----------------------------|
| تعداد | ۱ |
| ظرفیت | ۲۵۰ مترمکعب |
| فلوی بخار گرمکن | ۵۰۰ کیلوگرم در ساعت |
| فشار بخار گرمکن | ۱۵ کیلوگرم بر سانتیمترمربع |
| درجه حرارت بخار گرمکن | ۲۰۰ درجه گرمکن |
| قطر | ۶/۷۶ متر |
| ضخامت | ۵ میلیمتر |
| جنس | FE42.C |

۴+۴ [Stand by]

پمپهای فشار قوی

| | |
|------------|----------------------------|
| تعداد | |
| نوع | Screw |
| ظرفیت | ۷۵ مترمکعب در ساعت |
| توان موتور | ۱۸۵ کیلووات |
| سرعت | ۱۴۸۰ دور در دقیقه |
| هد | ۳۴ کیلوگرم بر سانتیمترمربع |

چاههای عمیق

| | |
|-------|--------|
| تعداد | ۷ حلقه |
|-------|--------|

| | |
|--------------------|-------------------------------|
| فلوی پمپ | از ۷۵ تا ۲۴۰ متر مکعب در ساعت |
| نوع پمپ | <i>Submersible</i> |
| تعداد مراحل پمپ | از ۴ تا ۷ طبقه |
| قطر لوله | ۱۵۰ تا ۳۰۰ میلیمتر |
| عمق چاه | ۱۵۰ تا ۲۰۰ متر |
| سطح آب از سطح زمین | ۶۵ متر |
| عمق آب | ۳۴ تا ۶۸ متر |
| هد پمپ | ۹۵ متر تا ۱۳۱ متر آب |
| منیمم فلو | ۱۰۰ تا ۲۲۰ متر مکعب در ساعت |
| بار در محور پمپ | ۲۸/۹۲ تا ۱۱۹/۶۵ |