

مقدمه

در مباحث نیروگاهی دو مقوله کلی بهره‌برداری^۱ و نگهداری^۲ وجود دارد که امر نگهداری به دو موضوع بازرسی^۳ و تعمیرات^۴ تقسیم می‌شود. در متن پیش‌رو فقط به موضوع بهره‌برداری پرداخته خواهد شد.

از آنجایی که تمام نیروگاه‌های برقی در حال بهره‌برداری کنونی کشور دارای توربین‌هایی از نوع فرانسویس با شفت عمودی هستند^۵، در این نوشتار به بررسی مشخصات تجهیزات و چگونگی بهره‌برداری از این نوع واحدهای نیروگاهی پرداخته می‌شود.

به منظور ایجاد فضای فنی در ذهن خواننده محترم سعی شده که تا حد امکان از اصطلاحات رایج نیروگاهی در نگارش متن استفاده شود. همچنین سعی شده است به منظور غنا بخشیدن به حافظه تصویری خوانندگان، تصاویری مرتبط با موضوعات مورد بحث در جای جای کتاب آورده شود. از این‌رو در مورد مطالبی که در متن احتمالاً توضیح اندکی درباره آنها آمده است - به ویژه در بخش‌های بهره‌برداری که با کمک صفحات سیستم کنترل ارائه مطلب شده - مطالعه مفاد شکل‌های مربوطه با دقتی بیشتر توصیه می‌شود.

در راستای پرداختن به اهم اقدامات بهره‌برداری از بررسی بخش‌های جانبی نیروگاه از جمله سیستم تهویه، جرثقیل‌ها، آسانسورها، سیستم اعلام و اطفاء حریق، تأسیسات آب و برق، سیستم زمین و موارد مشابه صرف نظر شده است.

در شیوه ارائه مطالب چنین مدنظر بوده که در هر مرحله سؤالاتی در ذهن خواننده مشتاق مطرح گردد که البته امید است با قدری تأمل پاسخ سؤالات خود را با خواندن صفحات بعدی دریافته و از خواندن متن لذت فنی ببرد. در ضمن اشاره می‌شود از تکرار مطالب پایه‌ای که در اکثر کتب آموزشی موجود در زمینه نیروگاه وجود دارد، خودداری شده است.

امیدوارم که خواننده ارجمند با مطالعه چند سطر فوق دریافته باشد که در نوشتار پیش‌رو کمتر با مبانی تئوری و دانشگاهی برخورد داشته، بلکه بیشتر با محتوایی فنی در حوزه خاص بهره‌برداری روبرو خواهد بود.

بر خود لازم می‌دانم از آقای دکتر علی مذهب جعفری - به شرکت مدیریت شبکه برق ایران - که زمینه اولیه انجام تحقیق و جمع‌آوری این نوشتار را فراهم نموده‌اند، سپاسگزاری نمایم.

-
1. Operation
 2. Maintenance
 3. Inspection
 4. Repair

۵. به جز نیروگاه ارس که دارای دو واحد یازده مگاواتی با توربین‌هایی از نوع کاپلان است.

به رسم ادب شاگردی از آقایان مهندسین محمد باقر اهرابی، مسعود رضایی و عبدالامیر اهوازیان - شرکت توسعه منابع آب و نیروی ایران- و آقایان مهندسین فرزاد سبزواری، داریوش موسوی، صادق فیضی، رضا پورسعید، مسعود طاهری، جلیل اسکندری و آقایان مجتبی اقتداریان، محمد مرادی، اسماعیل محمدی و امین سلیمانی- بهره‌برداران پرتلاش نیروگاه کارون (۳)- قدردانی می‌کنم که برادرانه و بی‌دریغ مرا یاری نمودند.

از خانم مهندس صبا قیامی که ویراستاری فنی و ادبی این نوشتار را پذیرفته، پراکنده‌نویسی‌های درست و نادرست اینجانب را پیراسته و آراسته‌اند، سپاسگزاری می‌نمایم؛ همچنین در مقام همسری از صبوری ایشان در روند تهیه مطالب پیش‌رو، صمیمانه تقدیر و تشکر می‌کنم.

از صاحب‌نظران گرانمایه تقاضا دارم که نظرات اصلاحی و انتقادی خود را به منظور رفع اشکالات و کمبودهای ناخواسته موجود، مطرح و بیان فرمایند.

این اثر تألیفی را با یاد کارکنان گالری‌های ۶۵۱ و ۷۴۱ نیروگاه برق‌آبی کارون (۳) به تمامی زحمت‌کشانی تقدیم می‌کنم که در پروژه بزرگ احداث این نیروگاه، یادگاری ماندگار از خود به جای گذاشته‌اند.

حمیدرضا فیروزی

بهار ۱۳۹۲

فهرست مطالب

فصل اول آشنایی با نیروگاه برق آبی ۱

۱.۱ آشنایی با نیروگاه برق آبی ۲

فصل دوم معرفی تجهیزات اصلی ۱۷

توربین ۱۸	۱.۲
توربین پلتون ۱۸	۱.۱.۲
توربین کاپلان ۲۰	۲.۱.۲
توربین فرانسیس ۲۱	۳.۱.۲
وضعیت‌های مختلف بهره‌برداری از توربین ۲۴	۴.۱.۲
شیر اصلی ورودی ۲۶	۲.۲
بهره‌برداری از شیر اصلی نیروگاه ۲۷	۱.۲.۲
ژنراتور ۲۸	۳.۲
بارگذاری ژنراتور ۲۸	۱.۳.۲
وضعیت‌های مختلف بهره‌برداری از ژنراتور ۳۳	۲.۳.۲
ترانسفورماتورهای اصلی واحد ۳۵	۴.۲
مجموعه کلید قدرت ژنراتور ۳۷	۵.۲
تجهیزات مصرف داخلی ۴۰	۶.۲
سیستم تأمین برق AC نیروگاه ۴۰	۱.۶.۲
سیستم تأمین برق DC نیروگاه ۴۲	۲.۶.۲
سیستم تأمین برق مطمئن متناوب (SAFE AC) ۴۲	۳.۶.۲

فصل سوم آشنایی با امور بهره‌برداری ۴۵

اصطلاحات و تعاریف عمومی ۴۶	۱.۳
وضعیت‌های مختلف بهره‌برداری ۴۷	۲.۳
شرایط عادی بهره‌برداری ۴۷	۱.۲.۳
شرایط غیرعادی بهره‌برداری ۴۸	۲.۲.۳
شرایط پیش‌بینی نشده در بهره‌برداری ۴۸	۳.۲.۳
شرایط اضطراری در نیروگاه ۴۹	۴.۲.۳
وضعیت‌های مختلف بهره‌برداری ۴۹	۳.۳
راه‌اندازی واحد ۵۰	۴.۳
انواع راه‌اندازی ۵۰	۱.۴.۳
مراحل راه‌اندازی واحد ۵۱	۲.۴.۳
راه‌اندازی غیراتوماتیک واحد ۵۶	۳.۴.۳
توقف و تریپ واحد ۶۲	۵.۳
توقف عادی ۶۳	۱.۵.۳
توقف غیراتوماتیک واحد ۶۴	۲.۵.۳
تریپ واحد ۶۷	۳.۵.۳
تغییر وضعیت ژنراتوری به وضعیت کندانسور سنکرون و بالعکس ۶۹	۶.۳
تغییر وضعیت از ژنراتور به وضعیت کندانسور سنکرون ۶۹	۱.۶.۳
تغییر وضعیت از کندانسور سنکرون به وضعیت ژنراتور ۷۰	۲.۶.۳

فصل چهارم بررسی سیستم‌های اصلی واحد ۷۱

سیستم گاورنر ۷۲	۱.۴
اجزای اصلی گاورنر ۷۲	۱.۱.۴
کارکردهای گاورنر دیجیتالی ۷۳	۲.۱.۴
مُد‌های مختلف کاری سیستم کنترل گاورنر ۷۴	۳.۱.۴
سیستم تحریک ۷۶	۲.۴
انواع سیستم‌های تحریک ۷۶	۱.۲.۴
تنظیم کننده ولتاژ ژنراتور (AVR) ۷۷	۲.۲.۴
بهره‌برداری از سیستم تحریک ۷۸	۳.۲.۴
تحریک اولیه (FIELD FLASHING) ۸۰	۴.۲.۴

سیستم تحریک در حالت ترمز الکتریکی ژنراتور	۸۰	۵.۲.۴
سیستم کنترل	۸۱	۳.۴
سیستم DCS (DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM)	۸۱	۱.۳.۴
کنترل یکپارچه واحدهای نیروگاه	۸۵	۲.۳.۴
سیستم حفاظت	۸۸	۴.۴
اجزای مختلف سیستم حفاظت	۸۹	۱.۴.۴
رله‌های الکتریکی	۹۰	۲.۴.۴
رله‌های چند تابعی دیجیتال	۹۰	۳.۴.۴
رله‌های الکتریکی ژنراتور	۹۱	۴.۴.۴
رله‌های الکتریکی ترانسفورماتورهای افزایشدهنده	۹۳	۵.۴.۴
رله‌های الکتریکی باس داکت و ترانسفورماتورهای تحریک و مصرف داخلی	۹۴	۶.۴.۴

منابع و مراجع ۹۴

فهرست الفبایی ۹۵

۹۶ آشنایی با بهره‌برداری از نیروگاه‌های برق آبی با توربین‌های فرانسوی محور عمودی

ف

فرانسویس ۲۱

ک

کاپلان ۲۰
کارکردهای گاورنر دیجیتال ۷۳
کلید قدرت ژنراتور ۲۷

گ

گاورنر ۷۲
گاورنر دیجیتال ۷۳

م

مجموعه کلید قدرت ژنراتور ۲۷
مُد‌های مختلف کاری سیستم کنترل گاورنر ۷۴
مراحل راه‌اندازی واحد ۵۱
مصرف داخلی ۴۰
معرفی تجهیزات اصلی ۱۷

و

وضعیت ژنراتوری ۶۹
وضعیت کندانسور سنکرون ۶۹
وضعیت‌های مختلف بهره‌برداری ۴۹، ۴۷
وضعیت‌های مختلف بهره‌برداری از توربین ۲۴
وضعیت‌های مختلف بهره‌برداری از ژنراتور ۲۳
ولتاژ ژنراتور (AVR) ۷۷

رله‌های الکتریکی باس داکت و ترانسفورماتورهای
تحریرک و مصرف داخلی ۹۴
رله‌های الکتریکی ترانسفورماتورهای افزایشده ۹۳
رله‌های الکتریکی ژنراتور ۹۱
رله‌های الکتریکی ۹۰
رله‌های چند تابعی دیجیتال ۹۰

ژ

ژنراتور ۲۸

س

سیستم DCS (DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM) ۸۱
سیستم تأمین برق DC نیروگاه ۴۲
سیستم تأمین برق مطمئن متناوب (SAFE AC) ۴۲
سیستم تأمین برق AC نیروگاه ۴۰
سیستم تحریک ۷۸، ۷۶
سیستم تحریک در حالت ترمز الکتریکی ژنراتور ۸۰
سیستم حفاظت ۸۸
سیستم کنترل ۸۱
سیستم کنترل گاورنر ۷۴
سیستم گاورنر ۷۲
سیستم‌های اصلی واحد ۷۱

ش

شرایط اضطراری در نیروگاه ۴۹
شرایط پیش‌بینی نشده در بهره‌برداری ۴۸
شرایط عادی بهره‌برداری ۴۷
شرایط غیرعادی بهره‌برداری ۴۸
شیر اصلی نیروگاه ۲۷
شیر اصلی ورودی ۲۶

غ

غیراتوماتیک واحد ۶۴، ۵۶