دانشکده‌ی مهندسی مکانیک

پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد در رشته‌ی مهندسی مکانیک (طراحی کاربردی)

طراحی سیستم کنترل نیروگاه خورشیدی جامع به روش فازی

به کوشش:

پوریا شاه ملکی

استاد راهنما:

دکتر مجتبی محزون

بهمن ۱۳۸۷

به نام خدا

اظهار نامه

اینجانب پوریا شاه ملکی دانشجوی رشته مهندسی مکانیک گرایش طراحی کاربردی دانشکده مکانیک اظهار می کنم که این پایان نامه حاصل پژوهش خودم بوده و در جاهایی که از منابع دیگران استفاده کرده ام، نشانی دقیق و مشخصات کامل آن را نوشته ام. همچنین اظهار می کنم که تحقیق و موضوع پایان نامه ام تکراری نیست و تعهد می نمایم که بدون مجوز دانشگاه دستاورد های آن را منتشر ننموده و یا در اختیار غیر قرار ندهم. کلیه حقوق این اثر مطابق با آیین نامه مالکیت فکری و معنوی متعلق به دانشگاه شیراز است.

نام و نام خانوادگی : پوریا شاه ملکی

تاریخ امضاء : ۱۳۸۷

به نام خدا

طراحی سیستم کنترل نیروگاه خورشیدی جامع به روش فازی

به وسیله‌ی:

پوریا شاه ملکی

پایان نامه

ارائه شده به تحصیلات تکمیلی دانشگاه به عنوان بخشی از فعالیت های تحصیلی لازم برای اخذ درجه‌ی کارشناسی ارشد

در رشته‌ی:

مهندسی مکانیک

از دانشگاه شیراز

شیراز

جمهوری اسلامی ایران

ارزیابی شده توسط کمیته پایان‌نامه با درجه‌ی: عالی

دکتر مجتبی محزون، دانشیار بخش مهندسی مکانیک (رئیس کمیته) .....

دکتر محمود یعقوبی، استاد بخش مهندسی مکانیک .....

دکتر محمد اقتصاد، دانشیار بخش مهندسی مکانیک .....

بهمن ماه ۱۳۸۷

بسم الله الرحمن الرحيم

برگ نوشته هایم را به پاس حرمت و احترام تقدیم می کنم

به پدرم، محبت یکسر آرام و بی صدا، به مادرم که مهربانی دیربازش را زبان سپاس داشت ندارم.

سپاسگزاری

بنام آنکه جان را فکرت آموخت

چراغ دل به نور دانش افروخت

ایزد منان را قدردان و شاکرم که در سایه عنایت و توجه حضرتش و در پناه لطف و محبت بی دریغ پدر و مادر دلسوز و گرامی ام توانستم این رساله را به آنگونه که شایسته است به فرجام برسانم. در این مجال کوتاه بر خود فرض می دانم که از راهنمایی های فاضلانه و راهگشای جناب آقای دکتر محزون که بی یاری و مدد ایشان هرگز این مهم به پایان نمی رسید کمال قدر دانی و تشکر را داشته باشم. همچنین مراتب سپاسگزاری و قدر دانی بی پایان خود را از ارشادات و هدایت های استادانه جناب آقای دکتر یعقوبی و جناب آقای دکتر اقتصاد که به عنوان مشاور این پایان نامه تحصیلی دستگیر و راهگشای اینجانب بودند می نمایم. از درگاه حضرت حق عزت، سر بلندی و کامکاری این استادان فاضل و دانشمندان بزرگوار را خواهان و خواستارم.

چکیده

طراحی سیستم کنترل نیروگاه خورشیدی جامع به روش فازی

بوسیله:

پوریا شاه ملکی

هدف از این تحقیق، طراحی سیستم کنترل نیروگاه خورشیدی جامع با استفاده از الگوریتم فازی است. برای پیاده سازی سیستم کنترل نیاز به مدلسازی و شبیه سازی کامل سیکل روغن و بخار نیروگاه خورشیدی می باشد. طراحی مجموعه ای که بتواند یک فرایند حقیقی را به طور کامل شبیه سازی کند بسیار پرهزینه و وقت گیر است و علاوه بر آن بسیاری از فرایندها را نمی توان کاملاً تئوری یا تجربی مورد مطالعه قرار داد. در این تحقیق، با توجه به قابلیت های بالای نرم افزار HYSYS در شبیه سازی، امکان مطالعه موردی و بهینه سازی فرایندها، از این نرم افزار جهت شبیه سازی نیروگاه خورشیدی گرمایی استفاده شده است. برای دستیابی به عملکرد بهتر یک نیروگاه خورشیدی که تحت اثر شرایط مختلف و اغتشاشات خارجی است، ثابت نگه داشتن دما و دبی ورودی به توربین سبب کاهش صدمه به توربین و بالا بردن راندمان نیروگاه می شود. در این پایان نامه ابتدا مزرعه کالکتورهای نیروگاه خورشیدی شیراز مدلسازی شده، سپس طرح عملکرد نیروگاه مذکور بهینه سازی و توسعه داده شده و شبیه سازی و کنترل کامل سیکل های روغن و بخار نیروگاه انجام و مورد بررسی قرار گرفته است. برای کنترل سیکل کامل روغن نیاز به دو کنترلر می‌باشد: یک کنترلر برای ثابت نگه داشتن دمای روغن خروجی از کالکتورها و یک کنترلر سوئیچ کننده برای تعیین حلقه کاری فعال. برای مدلسازی دقیق مزرعه کالکتورها و کنترل دمای روغن خروجی از کلکتورها از ترکیب سیستم های فازی، شبکه عصبی و وفقی استفاده شده است. همچنین ساختار کنترلر سوئیچ کننده بر اساس منطق فازی است. در کنترل سیکل بخار برای کنترل سطح آب در مبدل دو فازی و سطح آب در دی اریتور از کنترل کننده فازی و برای کنترل فشار خروجی مبدل دو فازی و کنترل بویلر جهت ثابت نگه داشتن دمای بخار ورودی به توربین و کنترل دما و فشار خروجی از خنک کننده ها از کنترل کننده های PID و IMC استفاده شده است. نتایج حاصل از شبیه سازی سیکل کامل روغن و بخار و سیستمهای کنترل نشان می‌دهد که کنترلرهای اعمال شده به خوبی میتوانند در شرایط مختلف خصوصاً با وجود اغتشاشات پله‌ای بزرگ (عبور ابرها) و اغتشاش سفید، دمای ورودی به توربین را کنترل کنند. انطباق مناسب نتایج حاصل از شبیه سازی با شرایط واقعی کارکرد نیروگاه خورشیدی نشانگر کارایی مناسب این نوع روش شبیه سازی می باشد. کاهش حجم محاسباتی، دقت بالا و امکان مشاهده تغییر خصوصیات سیال در تمام نقاط سیکل نیروگاه از ویژگی های این روش در مقایسه با سایر روش های شبیه سازی است. با اعمال چنین سیستم کنترلی مشاهده می‌شود که رفتار سیستم تحت کنترل پایدار می‌باشد.

فهرست مطالب

عنوان صفحه

۱- مقدمه ۱
۱-۱- نیروگاه خورشیدی..... ۱
۱-۲- سیستم های فازی و کنترل فازی ۱
۱-۳- اهمیت مدلسازی فرایند ها..... ۳
۱-۴- محاسبات نرم ۳
۱-۴-۱- مزایای روش های محاسبات نرم ۳
۱-۵- انگیزه تحقیق و اهداف ۴
۱-۶- طرح کلی پایان نامه ۵
۱-۷- رئوس مطالب جدید تحقیق ۶
۲- انرژی های تجدید پذیر ۷
۲-۱- مقدمه ۷
۲-۲- نیروگاه های خورشیدی و عدم آلودگی محیط زیست ۸
۲-۳- ترکیب نیروگاه خورشیدی با نیروگاه سوخت فسیلی..... ۱۰
۲-۴- نیروگاه های خورشیدی گرمایی با کلکتورهای سهموی ۱۱
۲-۵- نیروگاه خورشیدی شیراز ۱۳
۳- عملکرد سیکل روغن و بخار ۱۸
۳-۱- مقدمه ۱۸
۳-۲- عملکرد سیکل روغن در شرایط مختلف ۱۸
۳-۲-۱- کارکرد سیکل در حالت A ۱۹
۳-۲-۲- کارکرد سیکل در حالت B..... ۱۹
۳-۲-۳- کارکرد سیکل در حالت C ۱۹
۳-۲-۴- کارکرد سیکل در حالت D..... ۲۰
۳-۲-۵- کارکرد سیکل در حالت E..... ۲۰

۳-۲-۶- کارکرد سیکل در حالت F ۲۱
۳-۳- عملکرد سیکل بخار ۲۱
۳-۳-۱- دی اریتور ۲۲
۳-۳-۱-۱- سطح آب در دی اریتور ۲۲
۳-۳-۱-۲- دما و فشار دی اریتور ۲۲
۳-۳-۲- پمپهای آب خوراک بویلر ۲۳
۳-۳-۳- شبکه مبدلهای حرارتی ۲۳
۳-۳-۴- کنترل جریان آب ورودی به سیکل بخار ۲۳
۳-۳-۵- کنترل فشار شبکه مبدلها ۲۴
۴- شبیه سازی و اهداف آن ۲۵
۴-۱- مقدمه ۲۵
۴-۲- نقش شبیه سازی در مهندسی فرایند ۲۵
۴-۳-۳- مراحل شبیه سازی ۲۸
۴-۳-۵- شبیه سازی دینامیک ۲۹
۴-۳-۶- انتخاب مدل ترمودینامیکی ۳۰
۴-۴- شبیه سازی نیروگاه خورشیدی ۳۱
۴-۵- مراحل شبیه سازی با HYSYS ۳۲
۴-۵-۱ جریان مواد ۳۲
۴-۵-۲- جریان انرژی ۲۴
۴-۵-۲-۱- انبساط دهنده ۳۵
۴-۵-۳- سرد کن و گرم کن ۳۷
۴-۵-۴- مبدل حرارتی ۳۸
۴-۵-۵- مخلوط کن ۳۹
۴-۵-۶- قطعه لوله ۴۱
۴-۵-۶-۱- روش های محاسبات ۴۱
۶-۵-۷- پمپ ۴۲
۴-۵-۸- جدا کننده ۴۳
۴-۵-۹- خنک کننده ۴۴
۴-۵-۱۰- تانک ۴۵
۴-۵-۱۱- انشعاب ۴۵

۴-۵-۱۲- شیر ۴۶
۵- کنترل فازی-عصبی ۴۸
۵-۱- سیستم های فازی ۴۸
۵-۱-۱- چرا از منطق فازی استفاده می کنیم؟ ۴۹
۵-۱-۲- کاربردهای منطق فازی ۵۰
۵-۲- مجموعه های فازی، قواعد فازی و استدلال فازی ۵۲
۵-۲-۲- توابع عضویت فازی ۵۴
۵-۲-۳- قواعد اگر- آنگاه فازی ۵۵
۵-۲-۴- استدلال فازی ۵۸
۵-۲-۵- مدل های فازی ۵۸
۵-۲-۵-۱- مدل فازی ممدانی ۵۹
۵-۲-۵-۲- مدل فازی سوگنو ۶۱
۵-۲-۶- مدلسازی فازی-عصبی ۶۲
۵-۳- شبکه های عصبی ۶۳
۵-۳-۱- طبقه بندی از لحاظ نوع ساختمان ۶۴
۵-۳-۱-۱- شبکه های پیشرو ۶۴
۵-۳-۱-۲- شبکه های پسرو ۶۵
۵-۳-۲- طبقه بندی از لحاظ الگوریتم آموزش ۶۶
۵-۳-۳- شبکه های تطبیقی ۶۷
۵-۳-۴- روش آموزش نشر عقبگرد برای شبکه تطبیقی پیشرو ۶۹
۵-۳-۵- شبکه های عصبی تطبیقی ۷۵
۵-۳-۵-۱- شبکه های عصبی نشر عقبگرد ۷۵
۵-۳-۵-۲- شبکه های تابع پایه شعاعی ۷۶
۵-۴- سیستم های استنتاج فازی-عصبی تطبیقی ۷۸
۵-۴-۱- ساختار ANFIS ۷۹
۵-۴-۲- الگوریتم یادگیری پیوندی ۸۱
۵-۴-۲-۱- گذر رو به جلو ۸۱
۵-۴-۲-۲- گذر رو به عقب ۸۲
۵-۵- کنترل فازی- عصبی ۸۴
۵-۵-۱- کنترل تقلیدی ۸۵

۵-۵-۲- کنترل معکوس ۸۵
۵-۵-۳- یادگیری تخصصی ۸۶
۶- طراحی سیستم کنترل ۸۸
۶-۱- مقدمه ۸۸
۶-۲- روش های مدرن برای کنترل نیروگاه خورشیدی ۸۸
۶-۲-۱- کنترلر پیوسته ۹۲
۶-۲-۲- کنترلر سوییچینگ ۹۴
۶-۳- ساختار سیستم کنترل سیکل بخار ۹۵
۷- نتایج ۱۰۱
۸- نتیجه گیری و پیشنهاد برای تحقیقات آتی ۱۲۳
فهرست مراجع ۱۲۶

فهرست شکل ها

عنوان صفحه

شکل ۲-۱- وضعیت انرژی جهان از سال ۱۹۰۰ تا ۲۰۵۰ میلادی ۸
شکل ۲-۲- نمونه هایی از کاربردهای غیر نیروگاهی انرژی خورشیدی ۹
شکل ۲-۳- نمونه هایی از کاربردهای نیروگاهی انرژی خورشیدی ۱۰
شکل ۲-۴- نمایی از استفاده موازی دو سیستم خورشیدی و فسیلی ۱۱
شکل ۲-۵- طرح واره کلکتور از آینه های نیروگاه خورشیدی سهموی خطی ۱۲
شکل ۲-۶- شماتیکی از سیکل هیبرید سازی نیروگاه خورشیدی ۱۳
شکل ۲-۷- طرح نیروگاه خورشیدی شیراز ۱۴
شکل ۲-۸- مزرعه کالکتورهای نیروگاه خورشیدی شیراز ۱۴
شکل ۲-۹- ساختار کلکتورهای سهموی خطی نیروگاه خورشیدی شیراز ۱۵
شکل ۲-۱۰- نمایی از مبدلهای حرارتی نیروگاه خورشیدی شیراز ۱۶
شکل ۴-۱- نمودار مراحل شبیه سازی یک فرایند ۲۹
شکل ۴-۲- شبیه سازی دینامیکی نیروگاه خورشیدی با HYSYS ۳۳
شکل ۴-۳- صفحه اطلاعات مربوط به وضعیت فیزیکی جریان ۳۴
شکل ۴-۴- صفحه مربوط به سهم هر کدام از ترکیبات در جریان ۳۴
شکل ۴-۵- صفحه اطلاعات مربوط به وضعیت فیزیکی جریان انرژی ۳۵
شکل ۴-۶- صفحه اتصالات انبساط دهنده ۳۵
شکل ۴-۷- صفحه پارامترهای انبساط دهنده ۳۶
شکل ۴-۸- صفحه تعیین عملکرد ۳۶
شکل ۴-۹- صفحه اتصالات ۳۷
شکل ۴-۱۰- صفحه پارامترها ۳۷
شکل ۴-۱۱- صفحه اتصالات مربوط به مبدل حرارتی ۳۹
شکل ۴-۱۲- صفحه پارامترها مربوط به مبدل حرارتی ۳۹
شکل ۴-۱۳- صفحه اتصالات مربوط به مخلوط کن ۴۰
شکل ۴-۱۴- صفحه پارامترها مربوط به مخلوط کن ۴۰

شکل ۴-۱۵- صفحه اتصالات مربوط به لوله ۴۲
شکل ۴-۱۶- صفحه اتصالات مربوط به پمپ ۴۳
شکل ۴-۱۷- صفحه اتصالات مربوط به جدا کننده ۴۴
شکل ۴-۱۸- صفحه اتصالات مربوط به خنک کننده ۴۴
شکل ۴-۱۹- صفحه اتصالات مربوط به تانک ذخیره ۴۵
شکل ۴-۲۰- صفحه اتصالات مربرط به انشعاب ۴۶
شکل ۴-۲۱- صفحه جریانها ۴۶
شکل ۵-۱- سیستم فازی به عنوان کنترل کننده حلقه باز ۵۱
شکل ۵-۲- سیستم فازی به عنوان کنترل کننده حلقه بسته ۵۱
شکل ۵-۳- مجموعه های فازی (a) تابع عضویت گسسته (b) تابع عضویت پیوسته ۵۳
شکل ۵-۴- عملیات روی مجموعه های فازی ۵۴
شکل ۵-۵- انواع توابع عضویت ۵۵
شکل ۵-۶- استدلال فازی برای یک قانون با یک پیشایند ۵۷
شکل ۵-۷- استدلال فازی برای دو قانون با دو پیشایند ۵۷
شکل ۵-۸- نمودار یک سیستم استنتاج فازی ۵۹
شکل ۵-۹- سیستم استنتاج فازی ممدانی با استفاده از ترکیب max-min ۶۰
شکل ۵-۱۰- سیستم استنتاج فازی ممدانی با استفاده از ترکیب max-product ۶۰
شکل ۵-۱۱- روش های مختلف به دست آوردن خروجی قطعی با استفاده از عکس عمل فازی ۶۱
شکل ۵-۱۲- مدل فازی سوگنو ۶۲
شکل ۵-۱۳- شبکه تطبیقی پیشرو ۶۵
شکل ۵-۱۴- شبکه تطبیقی پسرو ۶۶
شکل ۵-۱۵- ساختار یک شبکه تطبیقی با یک گره منفرد خطی ۶۷
شکل ۵-۱۶- ساختار یک شبکه تطبیقی با دو گره منفرد غیرخطی ۶۸
شکل ۵-۱۷- شبکه عصبی تطبیقی ۶۸
شکل ۵-۱۸- (الف) نمایش لایه ها (ب) نمایش ترتیب کیفی ۶۹
شکل ۵-۱۹- شبکه تطبیقی مورد استفاده در مشتق مرتب و مشتق جزئی معمولی ۷۱
شکل ۵-۲۰- دو قاعده ابتکاری برای به روز کردن اندازه گام k ۷۳
شکل ۵-۲۱- (الف) یک شبکه تطبیقی (ب) مدل انتشار خطای آن ۷۴

شکل ۵-۲۲- توابع انتقال BPNN ۷۵
شکل ۵-۲۳- یک گره BPNN ۷۶
شکل ۵-۲۴- یک شبکه تابع پایه شعاعی ۷۷
شکل ۵-۲۵- (الف) مدل فازی سوگنو با دو ورودی و دو قانون (ب) ساختار ANFIS متناظر آن ۷۹
شکل ۵-۲۶- ساختار دیگر ANFIS برای مدل فازی سوگنو با دو ورودی و دو قانون ۸۱
شکل ۵-۲۷- ساختار ANFIS برای مدل فازی سوگنو با ۲ ورودی و ۹ قانون ۸۱
شکل ۵-۲۸- دیاگرام بلوکی برای سیستم کنترل زمان پیوسته ۸۴
شکل ۵-۲۹- دیاگرام بلوکی برای سیستم کنترل زمان گسسته ۸۵
شکل ۵-۳۰- دیاگرام بلوکی برای روش کنترل معکوس (الف) فاز آموزش (ب) فاز کاربرد ۸۶
شکل ۵-۳۱- دیاگرام بلوکی برای (الف) یادگیری تخصصی (ب) یادگیری تخصصی با مدل مرجع ۸۷
شکل ۶-۱ توابع عضویت مدل مزرعه کالکتورها ۹۱
شکل ۶-۲- ساختار سیستم کنترل سیکل روغن ۹۲
شکل ۶-۳- ساختار سیستم کنترل پیوسته سیکل روغن ۹۳
شکل ۶-۴- توابع عضویت برای (الف) دمای خروجی (ب) دمای ورودی (ج) تشعشع ۹۳
شکل ۶-۵- تابع های عضویت برای متغیرهای (الف) T_{bTank} (ب) T_{tTank} (ج) $\dot{m}$ ۹۴
شکل ۶-۶- کنترلرهای بکار رفته در سیکل بخار ۹۶
شکل ۶-۷- توابع عضویت برای ورودیهای کنترلر فازی(الف) خطای سطح آب (ب) سرعت تغییرات سطح آب ۹۶
شکل ۶-۸- سطح کنترل ۹۷
شکل ۶-۹- ساختار کنترل کننده IMC ۹۹
شکل ۶-۱۰- معادل پس خور کنترل IMC ۱۰۰
شکل ۷-۱- مدل تشعشع خورشید برای روز اول خرداد ۱۰۱
شکل ۷-۲- تغییرات دبی روغن ۱۰۲
شکل ۷-۳- تغییرات دمای خروجی از مزرعه کالکتورها ۱۰۲
شکل ۷-۴- مدل تشعشع خورشید برای روز اول شهریور ۱۰۳
شکل ۷-۵- تغییرات دبی روغن در طول روز ۱۰۳
شکل ۷-۶- تغییرات دمای خروجی از مزرعه کالکتورها ۱۰۴
شکل ۷-۷- مدل تشعشع خورشید برای اول آذر ۱۰۴

شکل ۷-۸- تغییرات دبی روغن در طول روز ۱۰۵
شکل ۷-۹- تغییرات دمای خروجی از مزرعه کالکتورها ۱۰۵
شکل ۷-۱۰- مدل تشعشع خورشید برای روز اول خرداد ۱۰۶
شکل ۷-۱۱- تغییرات دبی روغن ۱۰۶
شکل ۷-۱۲- تغییرات دمای خروجی از مزرعه کالکتورها ۱۰۷
شکل ۷-۱۳- مدل تشعشع خورشید برای روز اول شهریور ۱۰۷
شکل ۷-۱۴- تغییرات دبی روغن در طول روز ۱۰۸
شکل ۷-۱۵- تغییرات دمای خروجی از مزرعه کالکتورها ۱۰۸
شکل ۷-۱۶- مدل تشعشع خورشید برای اول آذر ۱۰۹
شکل ۷-۱۷- تغییرات دبی روغن در طول روز ۱۰۹
شکل ۷-۱۸- تغییرات دمای خروجی از مزرعه کالکتورها ۱۱۰
شکل ۷-۱۹- مدل تشعشع خورشید برای اول خرداد ۱۱۱
شکل ۷-۲۰- تغییرات دبی روغن در طول روز ۱۱۱
شکل ۷-۲۱- تغییرات دمای خروجی از مزرعه کالکتورها ۱۱۲
شکل ۷-۲۲- مدل تشعشع خورشید برای روز اول شهریور ۱۱۲
شکل ۷-۲۳- تغییرات دمای خروجی از مزرعه کالکتورها ۱۱۳
شکل ۷-۲۴- تغییرات دمای خروجی از مزرعه کالکتورها ۱۱۳
شکل ۷-۲۵- مدل تشعشع خورشید برای اول آذر ۱۱۴
شکل ۷-۲۶- تغییرات دبی روغن در طول روز ۱۱۴
شکل ۷-۲۷- تغییرات دمای خروجی از مزرعه کالکتورها ۱۱۵
شکل ۷-۲۸- تغییرات دبی روغن ورودی به مجموعه مبدل ها ۱۱۵
شکل ۷-۲۹- تغییرات دما و فشار ورودی به توربین ۱۱۶
شکل ۷-۳۰- تغییرات دمای خروجی از توربین ۱۱۶
شکل ۷-۳۱- تغییرات دبی بخار خروجی از مبدل E-203 ۱۱۷
شکل ۷-۳۲- تغییرات دبی بخار ورودی به بویلر ۱۱۷
شکل ۷-۳۳- تغییرات درصد بخار در مبدل دو فازی E-202 ۱۱۸
شکل ۷-۳۴- تغییرات دبی روغن ورودی به مجموعه مبدل ها ۱۱۸
شکل ۷-۳۵- تغییرات دبی بخار خروجی از مبدل E-203 ۱۱۸
شکل ۷-۳۶- تغییرات دبی بخار ورودی به بویلر ۱۱۹
شکل ۷-۳۷- تغییرات دما و فشار ورودی به توربین ۱۱۹
شکل ۷-۳۸- تغییرات دمای خروجی از توربین ۱۲۰
شکل ۷-۳۹- تغییرات درصد بخار در مبدل دو فازی E-202 ۱۲۰

شکل ۷-۴۰- تغییرات دبی روغن ورودی به مجموعه مبدل ها ۱۲۰
شکل ۷-۴۱- تغییرات دبی بخار خروجی از مبدل E-203 ۱۲۱
شکل ۷-۴۲- تغییرات دبی بخار ورودی به بویلر ۱۲۱
شکل ۷-۴۳- تغییرات دما و فشار ورودی به توربین ۱۲۲
شکل ۷-۴۴- تغییرات دما ی خروجی از توربین ۱۲۲
شکل ۷-۴۵- تغییرات درصد بخار در مبدل دو فازی E-202 ۱۲۲

فهرست جدولها

عنوان صفحه

جدول ۳-۱- حلقه های فعال در سیکل روغن ۲۱
جدول ۴-۱- اطلاعات اولیه مربوط به نیروگاه خورشیدی شیراز ۳۱
جدول ۴-۲- ظرفیت های مرتبط با مولفه های نیروگاه خورشیدی شیراز ۳۱
جدول ۵-۱- الگوریتم یادگیری پیوندی با دو گذر ۸۳
جدول ۶-۱- قوانین فازی برای کنترلر سوییچینگ ۹۵

فهرست علائم

سطح مقطع روغن	$A_f\ (m^2)$
سطح مقطع لوله	$A_m\ (m^2)$
ظرفیت حرارتی ویژه	$C\ (\mathrm{j}/\mathrm{kg}^\circ\mathrm{c})$
قطر داخلی لوله مبدل	$D_i\ (m)$
قطر خارجی لوله مبدل	$D_o\ (m)$
مدول دهانه یک آینه کالکتور	$G\ (m)$
تشعشع مستقیم خورشید	$I_b\ (w/m^2)$
محیط تانک	$P\ (m)$
دما	$T\ (^\circ c)$
دمای محیط	$T_a\ (^\circ c)$
دمای روغن ورودی مزرعه کالکتورها	$T_{in}\ (^\circ c)$
دمای روغن خروجی مزرعه کالکتورها	$T_{out}\ (^\circ c)$
ضریب انتقال حرارت کل از سیال به محیط	$U\ (w/m^2{}^\circ c)$
ضریب انتقال حرارت از شیشه به روغن	$U_c\ (w/m^2{}^\circ c)$
ضریب انتقال حرارت فلز به هوا	$U_l\ (w/m^2{}^\circ c)$
سرعت	$V\ (m/s)$
قطر داخلی لوله	$D_{ri}\ (m)$
قطر خارجی لوله	$D_{ro}\ (m)$
ضریب انتقال حرارت	$h\ (w/m^2{}^\circ c)$
هدایت گرمایی روغن	$K_f\ (w/m^2{}^\circ c)$
دبی	$\dot{m}\ (kg/s)$
چگالی	$\rho\ (kg/m^3)$

۱- مقدمه

۱-۱- نیروگاه خورشیدی

از چند دهه گذشته الکتریسیته به عنوان یکی از پر کاربرد ترین اشکال انرژی بسیار مورد توجه بوده است. در حال حاضر مهمترین روش تولید برق استفاده از نیروگاههای حرارتی و یا گازی است که با سوختهای فسیلی کار می کنند. در نیمه دوم دهه هفتاد قرن بیستم به خاطر بحران بزرگ نفت مطالعات گسترده ای برای استفاده از انرژی های تجدید شونده مانند انرژی خورشیدی صورت پذیرفت. امروزه توجه زیادی به استفاده از این گونه منابع انرژی شده است، که علل آن محدودیت منابع فسیلی، عواقب استفاده بی رویه از آنها بر محیط زیست، ارزش اقتصادی بیشتر نفت و گاز و دیگر سوختهای فسیلی در تبدیل به مواد و محصولات صنعتی و کشاورزی نسبت به سوختن آنها برای تولید انرژی می‌باشد.

نیروگاه خورشیدی به نیروگاهی گفته می شود که در آن با استفاده از انرژی تابشی خورشید الکتریسیته تولید می شود. البته از این انرژی ممکن است برای مقاصد گرمایش نیز استفاده گردد. در این نیروگاهها انرژی خورشید پس از جذب، توسط یک سیکل ترمودینامیکی برای تولید بخار منتقل می شود. عموماً بازده اینگونه نیروگاههای خورشیدی نسبت به هزینه ساخت و شرایط خاص کارکرد آنها پایین است. به همین دلیل در چند دهه اخیر مطالعات زیادی بر روی بهینه سازی و کنترل این نیروگاهها به منظور افزایش بازده آنها صورت پذیرفته است. با توجه به ماهیت ترکیبی این نیروگاهها و فرآیند چند مرحله آنها، تئوری های کنترل سنتی به خوبی جوابگوی نیاز این نیروگاهها نمی باشند. به علت پیچیدگی فرآیندهای چند مرحله ای، رویکرد زیادی به تئوری های کنترلی جدید و تئوری های ترکیبی شده است.

۱-۲- سیستم های فازی و کنترل فازی

تئوری فازی به وسیله پرفسور لطفی زاده در سال ۱۹۶۵ در مقاله ای به نام مجموعه های فازی معرفی گردید. او مفهوم حالت که اساس تئوری کنترل مدرن را شکل می دهد توسعه داد.

از طرفی تئوری کنترل کلاسیک بیش از حد بر روی دقت تاکید داشته و از این رو با سیستم های پیچیده نمی تواند کار کند. بنابراین به نوع جدیدی از ریاضیات نیاز مندیم، ریاضیات مقادیر مبهم یا فازی که توسط توزیع های احتمالات قابل توصیف نیستند. به طور معمول در تمامی مباحث علمی و محاورات روزانه تا حدی عدم قطعیت باقی گذاشته می شود تا اثر فرضیات نادرست، دخالت عوامل اغتشاشی و همچنین حضور عوامل مؤثری که اختیار آن از دست خارج است در نظر گرفته شود. این مسئله از تفاوت درک ما از محیط و حقیقت اشیاء نشئت می گیرد. فازی حوزه ای است که این دو مقوله را با بیانات، روابط و توابع ریاضی به هم ربط می دهد. ویژگیهای منطق فازی این است که :

- مفهوم آن به راحتی قابل فهم است.
- بسیار انعطاف پذیر است.
- قابلیت این را دارد که توابع غیر خطی را با هر پیچیدگی دلخواه مدل کند.
- اساس منطق فازی بر زبان طبیعت پایه گذاری شده است.

روش منطق فازی برای مسائل شامل دینامیک غیرخطی، زیر سیستم های پیوسته با عدم قطعیت و دینامیک متغیر که در آن سوئیچینگ اتفاق می افتد مناسب است. این روش نیازی به یک مدل از سیستم ندارد و سیستم تحت کنترل را به عنوان یک جعبه سیاه در نظر می گیرد که وظیفه این جعبه سیاه ارتباط دادن فضای ورودی ها به فضای خروجی هاست. بنابراین این روش می تواند محدوده وسیعی از سیستم های غیر خطی را رسیدگی و اداره کند تا زمانی که نتایج خوب و مؤثری بدست آید. ایده اصلی ترکیب قانون هایی به صورت "اگر-پس" در یک چهارچوب مناسب برای دستیابی به یک کنترل مطلوب است. هر یک از قانون ها قسمتی از فضای حالت سیستم تحت کنترل را پوشش می دهد با این ویژگی اصلی که این زیر فضا ها با یکدیگر همپوشانی دارند. بدین ترتیب علاوه بر نظری که قانون غالب در هر زیر فضا دارد قوانین دیگر با وزن های کمتر (که با میزان تطابق آن زیر فضا با قسمت "اگر" این قوانین متناسب است) برای خروجی نهایی نظر می دهند. روش های اصلی برای آموزش چنین سیستمی به دو دسته عمده مبتنی بر مشتق و مستقل از مشتق تقسیم می شوند. از این میان روش مبتنی بر مشتق و فازی-عصبی انتشار به عقب[1] که حالت خاصی از انفیس[2] است با شرط در اختیار بودن داده های آموزشی از سریع ترین و کاراترین روش ها محسوب می شود. از خصوصیات این شبکه می توان به تطبیق پذیری بالا, سرعت و قابلیت آموزش حین استفاده اشاره کرد.

1- Back propagation
2- ANFIS (Adaptive Neuro Fuzzy Inference System)