به نام خدا

دانشکده برق و کامپیوتر

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی برق– گرایش قدرت

ارزیابی قابلیت اطمینان در پست های اتوماسیون

نگارش:

فرشید صالحی

استاد راهنما:

جناب آقای دکتر رضا کی پور

استاد مشاور:

سرکار خانم دکتر زهرا مروج

بهمن ۱۳۸۹

به نام خدا

دانشکده برق و کامپیوتر

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی برق– گرایش قدرت

ارزیابی قابلیت اطمینان در پست های خودکار

نگارش:

فرشید صالحی

استاد راهنما:

جناب آقای دکتر رضا کی پور

استاد مشاور:

سرکار خانم دکتر زهرا مروج

بهمن ۱۳۸۹

اینجانب (این جانبان) ..... بدین وسیله اظهار می دارم که محتوای علمی این نوشتار با عنوان

.....

که به عنوان پایان نامه کارشناسی مهندسی برق گرایش ..... به دانشکده برق و کامپیوتر - دانشگاه سمنان ارائه شده،

دارای اصالت پژوهشی بوده و حاصل فعالیت علمی این جانب (این جانبان) است.

این جانب (این جانبان) می دانم که اگر خلاف ادعای بالا در هر زمانی محرز شود، کلیه حقوق مترتب بر این نوشتار از این جانب (این جانبان) سلب شده و مراتب قانونی مرتبط با آن نیز از طرف مراجع ذی ربط قابل پیگیری است.

نام و نام خانوادگی - شماره دانشجویی

تاریخ و امضا

نام و نام خانوادگی - شماره دانشجویی

تاریخ و امضا

این فرم به‌صورت دست‌نویس تکمیل می‌شود.

به نام خدا

دانشکده برق و کامپیوتر

تایید دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

پایان نامه آقای **فرشید صالحی**

برای اخذ درجه **کارشناسی ارشد مهندسی برق- گرایش قدرت**

با عنوان:

ارزیابی قابلیت اطمینان در پست های خودکار

در تاریخ**..... بهمن ۱۳۸۹** دفاع شد و مورد تایید قرار گرفت.

تایید کنندگان:

۱)استاد محترم داور:.....امضاء

۲)استاد محترم راهنما:.....امضاء

۳)مدیر محترم گروه قدرت:.....امضاء

چکیده

امروزه پیشرفت در حوزه تکنولوژی دیجیتال، رشد سریع ریز پردازنده‌ها و کاهش قیمت تمام شده تجهیزات دیجیتال، تحول عظیمی در سیستم‌های ثانویه (سیستم‌های حفاظت و کنترل) ایجاد نموده است که از آن جمله می‌توان به بحث تجمیع توابع و توسعه سیستم اتوماسیون در صنعت پست‌های فشار قوی اشاره نمود. اتوماسیون پست را می‌توان اجرای یکپارچه زیر سیستمهای حفاظت، کنترل و نظارت بر پایه تکنولوژی ریز پردازنده‌ها و مفاهیم انتقال اطلاعات دیجیتال دانست. هدف این پروژه، ارزیابی چگونگی تاثیر گذاری موارد فوق بر روی شاخص‌های قابلیت اطمینان می‌باشد. لذا بدین منظور پس از بررسی انواع آرایش‌های متداول در پست‌های اتوماسیون، روش جامعی بر مبنای درخت حوادث کاهش یافته، برای ارزیابی کمی قابلیت اطمینان پست‌های اتوماسیون ارائه شده است. سپس با استفاده از روش مذکور، قابلیت اطمینان برای پنج آرایش متداول معرفی شده، محاسبه شده است. از جمله ویژگی‌های روش مذکور می‌توان به جامعیت روش، انعطاف پذیری در قبال تغییر آرایش در هر یک از سطوح بی و ایستگاه بصورت مستقل و همچنین امکان تحلیل آسان و ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم در حالت‌های عملکرد ناقص اشاره نمود. در ادامه، با استفاده از این قابلیت و انطباق آن با درخت حوادث اعمال در پست‌های فشارقوی و سناریو نویسی، روشی برای ارزیابی اثر تجمیع توابع بر روی شاخص‌های قابلیت اطمینان ارائه شده است. سپس با استفاده از روش مذکور اثر تجمیع بر روی قابلیت اطمینان سه فرایند کنترلی اصلی پست یعنی بستن بریکر، باز کردن بریکر و عملکرد سکسیونر محاسبه شده است. نتیجه نشان می‌دهد که تجمیع منطقی توابع کنترلی باعث افزایش قابلیت اطمینان سیستم می‌گردد.

کلمات کلیدی: اتوماسیون پست، قابلیت اطمینان، تجمیع توابع، درخت حوادث، سناریو نویسی

فهرست مطالب

۱- مقدمه

۱-۱-معرفی سیستم اتوماسیون پست ۱

۱-کمک به خصوصی‌سازی صنعت برق ۲

۲- کاهش در تجهیزات مورد نیاز پست ۲

۳- کاهش در هزینه بهره‌برداری ۲

۴- کاهش در هزینه و زمان تعمیرات و نگهداری ۳

۵- کاهش در هزینه نصب ۴

۶-افزایش قابلیت اطمینان ۴

۷- کاهش حجم عملیات ساختمانی و هزینه‌های مربوطه ۵

۸- بانک اطلاعاتی و افزایش پایداری ۵

۹- استفاده از فیبر نوری با قابلیت انتقال حجم بسیار زیاد اطلاعات ۶

۱۰- جلوگیری از دریافت اطلاعات تکراری ۶

۱-۲- اهداف پایان نامه ۶

۱-۳- ساختار کلی پایان نامه ۷

۲-صنعت اتوماسیون در پست‌های فشار قوی ۸

۲-۱- تاریخچه ۹

۲-۲- ساختار سیستم اتوماسیون پست ۱۱

۲-۲-۱- ساختار کلی سیستم اتوماسیون پست ۱۲

۲-۲-۲- ساختار استار در سیستم های اتوماسیون ۱۳

۲-۲-۳- ساختار رینگ در سیستم های اتوماسیون ۱۵

۲-۲-۴- تفاوت های توپولوژی رینگ و استار در سیستم های اتوماسیون ۱۵

۲-۳- سطوح مختلف سیستم اتوماسیون پست ۱۶

۲-۳-۱- سطح عملکرد (Process Level) ۱۶

۲-۳-۲- سطح بی (BAY Level) ۱۹

۲-۳-۳- سطح ایستگاه (station Level) ۲۵

۲-۳-۴- سطح شبکه (Network Level) ۲۹

۲-۴- نرم افزارها در سیستم اتوماسیون پست ۳۱
۲-۵- دسترس پذیری (Availability) ۳۳
۲-۶- استانداردهای متداول در زمینه اتوماسیون پستها ۳۵
۲-۷- پروتکل و دسته بندی انواع آن ۳۵
۲-۸- پروتکلهای رایج در زمینه اتوماسیون پست ها ۳۷
۲-۹- سری استاندارد IEC 60870-5 ۳۷
۲-۹-۱- استاندارد IEC 60870-5-101 ۳۷
۲-۹-۲- استاندارد IEC 60870-5-103 ۳۸
۲-۱۰- استاندارد IEEE-SA TR 1550 ۳۹
۲-۱۱- استاندارد IEC61850 ۳۹
۲-۱۲- استاندارد IEEEP1379 ۴۰
۲-۱۳- استاندارد DNP (Distributed Network Protocol) ۴۰
۲-۱۴- استاندارد UCA ۴۰
۲-۱۵ بررسی استاندارد IEC61850 ۴۱
۲-۱۵-۱- اهداف ۴۱
۲-۱۵-۲- تاریخچه ۴۲
۲-۱۵-۳- معرفی اجمالی استاندارد IEC 61850 ۴۳
۲-۱۵-۴- چارچوب استاندارد IEC61850 ۴۳
۲-۱۵-۵- تحلیل قسمت اول و دوم و سوم استاندارد IEC61850 ۴۴
۲-۱۵-۵-۱- مروری بر بخشهای گوناگون قسمت سوم استاندارد IEC61850 ۴۵
۲-۱۵-۵-۲- شرایط کیفی ۴۶
الف- قابلیت اطمینان ۴۶
ب- دسترس پذیری سیستم ۴۶
ج- قابلیت نگهداری ۴۷
د- صحت اطلاعات ۴۷
ه- شرایط کلی شبکه ۴۷
۲-۱۵-۵-۳- شرایط محیطی ۴۸
الف- دما ۴۸
ب- رطوبت ۴۸
ج- فشار جوی ۴۹
د- آلودگی و خوردگی ۴۹
ه- ایمنی در برابر EMI ۴۹
۱- اختلالات رسانه ای ۴۹

الف– اختلالات اجباری ۴۹
ب– ضربه ها ۵۰
ج– امواج متناوب ۵۰
د– امواج فوق گذرا ۵۰
۲– اختلالات تشعشعی الکترومغناطیسی ۵۰
۳– اختلالات فرکانس قدرت ۵۰
۴– معیارهای مقبولیت ۵۱
الف– معیارهای کاربردی ۵۱
ب– شرایطی که باید رعایت کرد ۵۱
ج– عملکرد تجهیزات ۵۱
د– استثنائات ۵۲
ه– نکات تست ۵۲
۲–۱۵–۵–۴– خدمات جانبی ۵۲
الف– محدوده ولتاژ ۵۲
ب– بازه تغییرات ولتاژ ۵۲
ج– قطعی های ولتاژ ۵۳
د– کیفیت ولتاژ ۵۳
۱– منابع A.C ۵۳
۲– منابع D.C ۵۳
۳– قابلیت اطمینان در سیستم‌های مهندسی ۵۴
۳–۱– انواع سیستم ها ۵۵
۳–۲– ارزیابی کمی و کیفی ۵۷
۳–۳– کاربرد ارزیابی های کمی ۵۷
۳–۴– تعریف ها و مفاهیم قابلیت اطمینان ۵۸
۳–۵– معیارها و شاخص های قابلیت اطمینان ۵۹
۳–۶– قابلیت اطمینان و دسترس پذیری ۶۲
۳–۷– قابلیت اطمینان مطلق و نسبی ۶۲
۳–۸– روش های ارزیابی قابلیت اطمینان ۶۳
۳–۹– بهسازی قابلیت اطمینان ۶۳
۳–۱۰– طراحی سیستم با نگرش دستیابی به قابلیت اطمینان ۶۵
۳–۱۱– بررسی اقتصادی قابلیت اطمینان ۶۸
۳–۱۲– اطلاعات قابلیت اطمینان ۷۰
الف) کتب تامین اطلاعات ۷۱

ب) بانک های اطلاعاتی ۷۲
۳-۱۳-مطالعه روند بهبود قابلیت اطمینان ۷۲
۳-۱۴- مفاهیم قابلیت اطمینان و دسترس پذیری در سیستم‌های کامپیوتری ۷۳
۳-۱۴-۱- مشخصه های خرابی ۷۳
۱- خرابی های سخت افزار ۷۳
۲- خرابی های نرم افزار ۷۴
۳-۱۴-۲- پارامترهای قابلیت اطمینان ۷۵
۳-۱۵- ارزیابی کمی قابلیت اطمینان در پست اتوماسیون ۸۱
۳-۱۵-۱- استانداردها و شاخص‌های قابلیت اطمینان ۸۱
۳-۱۵-۲- روابط ۸۲
۳-۱۵-۳- شبکه مورد مطالعه ۸۳
۳-۱۵-۴- مدل محاسبات ۸۵
۱- بی کنترلرهای بخش ۱۳۲ کیلوولت و BCU مشترک ۸۶
۲- بی کنترلرهای بخش ۳۳ کیلوولت ۸۶
۳- سطح ایستگاه ۸۷
۴- ارتباط با مرکز کنترل بالا دست بوسیله ارتباط فیبر نوری تنها ۸۷
۵- ارتباط با مرکز کنترل بالا دست بوسیله ارتباط فیبر نوری با مسیر اضافی ۸۸
۶- تمام اجزاء سطح بی ۸۸
۷- مدل سیستم اصلی ۸۹
۸- کنترل از طریق سیستم اتوماسیون بصورت محلی ۸۹
۹- کنترل از طریق مرکز کنترل بالا دست با استفاده از سیستم اتوماسیون محلی و ارتباط فیبر نوری منفرد ۸۹
۱۰-کنترل از طریق مرکز کنترل بالا دست با استفاده از سیستم اتوماسیون محلی و ارتباط فیبر نوری مازاد ۹۰
۱۱- نتایج و پیشنهادات ۹۱
۳-۱۵-۵- خلاصه ونتیجه گیری ۹۲
۴- ارزیابی قابلیت اطمینان در پست های اتوماسیون با استفاده از روش درخت حوادث ۹۳
۴-۱- معماری سیستم اتوماسیون پست ۹۴
۴-۱-۱- اجزاء سیستم اتوماسیون پست ۹۴
۴-۱-۲- آرایش‌های متداول در پست‌های اتوماسیون ۹۵
۱- آرایش باس ۹۵
۲- آرایش باس با سوئیچ مازاد ۹۶

۳- آرایش حلقه (رینگ) ۹۶
۴- آرایش ستاره ۹۷
۵- آرایش ترکیبی ۹۸
۴-۲- ارزیابی قابلیت اطمینان در پست‌های اتوماسیون ۹۹
۴-۲-۱- مدل بلوک دیاگرام قابلیت اطمینان ۹۹
۴-۲-۲- قابلیت اطمینان سیستم ۱۰۰
۴-۳- بحث ۱۰۹
۴-۴- تجمیع توابع ۱۱۰
۴-۵- روش ارزیابی قابلیت اطمینان با در نظر گرفتن تجمیع توابع ۱۱۰
۴-۵-۱- مدل توابع ۱۱۱
۴-۵-۲- مدل سخت افزاری ۱۱۳
۴-۶- اثر تجمیع توابع بر روی قابلیت اطمینان ۱۱۴
۴-۶-۱- سناریو صفر ۱۱۴
۴-۶-۲- بررسی تجمیع توابع در عمل بستن بریکر ۱۱۸
۴-۶-۳- بررسی تجمیع توابع در عمل باز کردن بریکر ۱۲۰
۴-۶-۴- بررسی تجمیع توابع در عملکرد سکسیونر ۱۲۱
۵-نتایج و پیشنهادات ۱۲۳
منابع و مراجع ۱۲۵

فصل۱
مقدمه

۱-۱- معرفی سیستم اتوماسیون پست

پست‌های فشار قوی در شبکه قدرت مانند گره‌ها در مدارهای الکتریکی می‌باشند و لذا یکی از مهمترین و کلیدی‌ترین نقاط در امنیت سیستم قدرت می‌باشند بدین جهت عمده عملیات حفاظت، کنترل و اندازه‌گیری در پست‌ها صورت می‌پذیرد. امروزه پیشرفت در حوزه تکنولوژی دیجیتال، رشد سریع ریز پردازنده‌ها و کاهش قیمت تمام شده تجهیزات دیجیتال تحول عظیمی در سیستم‌های ثانویه ایجاد نموده است [۱] بگونه‌ای که توابع مختلف کنترلی و حفاظتی بصورت نرم افزاری در یک ریز پردازنده پیاده سازی می‌شوند.[۲] ترکیب این ریز پردازنده، کارتهای ارتباطی و کارتهای ورودی و خروجی رله‌های نیومریک را تشکیل می‌دهند که یکی از عوامل بسیار مهم در توسعه صنعت اتوماسیون در پستهای فشار قوی محسوب می‌شود. در پستهای معمولی به دلیل عدم استفاده از تجهیزات دیجیتال در بخشهای کنترل ونظارت بهره گیری از قابلیت‌های جدید رله‌های نیومریک نظیر قابلیت پردازش بالا، انعطاف بسیار بالا در مرحله طراحی و بهره برداری، امکان انتقال اطلاعات در حجم و کیفیت بالا تنها به سیستم حفاظتی منحصر می‌شود در حالی که در پستهای اتوماسیون می-توان از تمام قابلیت‌های ذکر شده به منظور نظارت و کنترل نیز استفاده نمود. سیستم‌های اتوماسیون در حالت عام جایگزینی برای فعالیت‌های انسانی در حوزه نظارت وکنترل محسوب می‌گردند . در پست‌های فشار قوی نیز به عنوان بخشی از سیستم قدرت جایگزینی سیستم‌های اتوماسیون بجای سیستم‌های مرسوم امری اجتناب ناپذیر به نظر می‌رسد. استفاده از سیستم اتوماسیون و به طبع آن گردش اطلاعات بصورت دیجیتال مزایای بسیاری را به دنبال دارد که از این جمله می‌توان به موارد زیر اشاره نمود.

۱- کمک به خصوصی‌سازی صنعت برق

افزایش پست‌های نیومریکال و متمرکز کردن اطلاعات و دادهای پست در یک کامپیوتر و امکان تبادل اطلاعات آن با مراکز متعدد و مختلف اسکادا و دیسپاچینگ در سطوح مختلف ولتاژ (اسکادای ملی و مراکز دیسپاچینگ محلی) امکان مکانیزه کردن شبکه را سهل‌الوصول‌تر می‌نماید[۳] و این مطلب می-تواند به کنترل قسمت‌های مختلف شبکه برق کشور که هر قسمت آن می‌تواند توسط یک شرکت خصوصی بهره‌برداری و نگهداری گردد کمک بسیاری کند. مدیریت بهینه شبکه و مصرف انرژی با توجه به روند رشد سریع شبکه سراسری ایران در جهت تهیه طرح‌های توسعه، اعمال خاموشی‌های بجا و رفع سریع خطاهای ناخواسته در شبکه و همچنین کنترل انرژی تبادلی در محدوده‌های شرکت-های منطقه‌ای به وسیله سیستم مکانیزه‌تر اتوماسیون بسیار آسان‌تر و امکان‌پذیرتر است. علاوه بر این با توجه به وجود اطلاعات به صورت دیجیتال، امکان هر عملیاتی روی آنها از جمله نوشتن برنامه‌های اتوماتیک جهت حفظ پایداری شبکه و سایر برنامه‌های دیگر وجود دارد. بدیهی است که این بانک اطلاعاتی خود می‌تواند بستر مناسبی در آینده جهت صادرات انرژی مازاد تولید و دریافت انرژی در هنگام نیاز با کشورهای دیگر، خصوصاً با در نظر گرفتن بحث‌های جهانی شدن تجارت و رقابت شدید شرکت‌های تولیدکننده انرژی در منطقه برای کشور ما ایران فراهم نماید. لذا آینده و پیروزی در نبرد انرژی در سال‌های آینده از آن شرکتی است که اطلاعات بیشتر و بروزتر در اختیار داشته باشد و این جز با پیمودن راه اتوماسیون‌سازی پست‌ها و شبکه‌های برق و آماده‌سازی نیروهای متخصص مناسب امکان‌پذیر نمی‌باشد.

۲- کاهش در تجهیزات مورد نیاز پست

با توجه به اینکه عملکرد تجهیزاتی چون پایانه‌های اسکادا، تجهیزات ثبات خطا[۱]، ثبات وقایع[۲]، تابلوهای اینترفیس اسکادا، تابلوهای اندازه گیری[۳]، Follower و کنترل سنتی با تکنولوژی نیومریکال و اتوماسیون عملاً حذف می‌شوند کاهش بسیار قابل ملاحظه‌ای در تعداد و هزینه تجهیزات حادث می‌گردد. نظارت کامل و گسترده بر کلیه تجهیزات پست توسط نرم‌افزارهای مربوطه و دسترسی به کلیه اطلاعات به صورت کامل و سریع در روی کامپیوتر HMI (Human machine Interface) اپراتور و دیسپاچینگ نیاز به بسیاری از تجهیزات گذشته را حذف می‌نماید.

۳- کاهش در هزینه بهره‌برداری

۳-۱- کاهش پرسنل بهره‌برداری با کمک کنترل از راه دور کامل و قابل اطمینان و همچنین کاهش پرسنل نگهداری با انجام ستینگ، تست و آنالیز حوادث از راه دور و بدون حضور مهندس

[1] Fault Recorder
[2] Event Recorder
[3] Metering

سیستم در محل و یا هزینه‌های متفرقه دیگر نظیر ایاب و ذهاب با توجه به قابلیت‌های رله‌های نیومریکال (WATCH DOG و تست سرخود).

۳-۲- شناسایی سریع محل و نوع خطا بدون فوت وقت و رجوع به محل حادثه و بازیابی سریع محل خطا با در دست داشتن اطلاعات لازمه، که می‌تواند باعث کاهش هزینه و یا جریمه شرکت گردد.

۳-۳- استفاده از امکانات و الگوریتم‌های کلیدزنی ترتیبی و سیستم‌های هوشمند و برنامه‌ریزی شده که می‌تواند عملیات کنترلی و مانورهای پیچیده را سریعتر انجام داده و احتمال اشتباه انسانی و اپراتوری را به حداقل برسانند و بدین‌ترتیب موجب کاهش زمان و هزینه و آسیب دیدن تجهیزات گردند.

۳-۴- انجام عملیات کنترل در پست و شبکه مثل کنترل ولتاژ و فرکانس، حذف بار (LOAD SHEDDING)، کنترل بانک‌های خازنی و کنترل توان راکتیو برای فروش انرژی بیشتر و با کیفیت بهتر.

۴- کاهش در هزینه و زمان تعمیرات و نگهداری

۴-۱- کاهش هزینه عیب‌یابی و رفع آن: به دلیل حجیم بودن کابل‌کشی و سیم‌بندی تابلوهای مختلف کنترل و حفاظت، عیب‌یابی و رفع عیب در پست‌های سنتی عملی خسته‌کننده و زمان‌بر و گاهاً سنگین بود و این در حالی است که در سیستم‌های نیومریکال عیب‌یابی و رفع عیب برای نیروی متخصص بسیار آسان‌تر بوده و در بسیاری از مواقع این رفع عیب می‌تواند در منزل و از راه دور توسط مهندس سیستم و با داشتن اجازه دسترسی و رمزهای لازمه در سریعترین زمان ممکن صورت پذیرد.

۴-۲- کاهش هزینه تست‌های دوره‌ای و پریودیک با بررسی راه دور تجهیزات، مثلاً تعداد عملکرد کلیدها و سکسیونرها، تعداد عملکرد تپ چنجر ترانس‌ها، دمای حرارتی ترانس‌ها، داشتن اطلاعات میزان و نوع گاز درون ترانس‌ها، بررسی وضعیت رله‌ها و بی‌کنترلرها و برنامه‌ریزی کردن سرویس حضوری براساس اولویت و وضعیت واقعی تجهیز و پرهیز از انجام سرویس بیخود و مخرب و تعویض قطعات سالم (سرویس و نگهداری براساس نیاز). البته می‌توان در این زمینه تا حدی پیشرفت که با نصب دوربین‌های مدار بسته و قابل فوکوس و اتصال آن به سیستم اتوماسیون، حتی وضعیت ظاهری هر تجهیز مورد نیاز را از راه دور رویت نمود.

۴-۳- بسته به تسلط مهندس سیستم دستیابی به درون پروسه‌های در حال اجرا به صورت آنلاین امکان‌پذیر است و حتی می‌توان برای مهندس سیستم تمهیداتی در نظر گرفت که بتواند به صورت زنده (Debug Mode) وضعیت و شرایط اینترلاک را رویت و مرحله‌ای را که شرط آن مهیا نشده است رویت کند که این مطلب به تعمیرات و عیب‌یابی سریع کمک می‌کند در حالی

که در سیستم‌های قدیمی چنین کاری میسر نبوده و عیب‌یابی به صورت دستی و توسط ولتمتر انجام پذیر بوده و گاهاً بسیار زمانبر می‌باشد. در سیستم‌های دیجیتال حتی می‌توان هرگونه اشکال و وضعیت نامتعارفی را سریعاً اعلام کرد و این در حالی است که در پست‌های قدیمی این-گونه اختلالات به صورت نهفته باقی می‌ماند و با بروز حوادث و یا در سرویس سالیانه مشخص می‌شود.

۵- کاهش در هزینه نصب

۵-۱- با تجهیزات مدرن بالاخص مجتمع شدن چندین تجهیز در یک مجموعه از جمله قرار گرفتن چندین فانکشن در درون یک سخت‌افزار مانند فانکشن‌های کنترلی و حفاظتی، باعث کاهش تعداد تجهیزات و کاهش هزینه نصب آن می‌گردد.

۵-۲- کاهش حجم عظیمی از هزینه کابل و کابل‌کشی که با توجه به دیجیتال شدن اطلاعات و نیاز آنها به محیط‌های مخابراتی (عموماً فیبر نوری) به جای کابل‌های حجیم به طور مستقیم (کاهش میزان کابل مورد نیاز) و غیرمستقیم (کاهش فضا و عملیات ساختمانی) باعث کاهش قابل ملاحظه‌ای در هزینه نصب و عملیات اجرایی می‌گردد.

۵-۳- کاهش هزینه توسعه با توجه به بیس نرم‌افزاری و مدولار بودن سیستم و عدم نیاز به خرید تجهیزات اضافی برای کنترل بی‌های جدید.

۵-۴- کاهش نیاز به لوازم یدکی به دلیل یکپارچگی سخت‌افزارهای سیستم و عمر طولانی تجهیزات نیومریکال و حذف واحدهای متعدد و متفرقه از سیستم.
۵-۵- در مجموع نسبت به فواید فنی، سطح قیمت امروزه مناسب و پاسخگو می‌باشد و در آینده نزدیک با رشد سریع تکنولوژی کامپیوتر و نیومریکال شاهد کاهش چشمگیری در قیمت‌ها خواهیم بود.

۶- افزایش قابلیت اطمینان

۶-۱- نظر به اینکه در سیستم اتوماسیون هر بی (Bay) به طور جداگانه تجهیزات کنترل مربوط به خود (Bay control unit) را دارا می‌باشد لذا کلیه فرامین و داده‌های اطلاعاتی از طریق آن و مستقل از بی‌های دیگر انتقال و انجام می‌پذیرد و کلیه فرامین داده شده زمانی قبول می‌شوند که از مسیر اینترلاک سطح بی و سطح ایستگاه گذشته باشد و حتماً قابل اجرا باشد. علاوه بر آن هر بی ابزار کنترلی خود را دارا می‌باشد که به طور مثال می‌توان به سنکرون چک مستقل و اینترلاک مستقل برای هر بی اشاره نمود. علاوه بر موارد ذکر شده فوق شرایط نرم‌افزاری دیگری

را می‌توان در شرط عملکرد آن اضافه نمود و هیچ فرمانی براساس سعی و خطا انجام نمی‌پذیرد که این موارد می‌تواند موجب افزایش دسترس پذیری[۴] و قابلیت اطمینان[۵] سیستم گردد.

۶-۲- بروز هرگونه اختلال در سیستم کامپیوتر مرکزی که البته با توجه به تمهیدات در نظر گرفته شده و کامپیوتر Stand by بسیار بعید به نظر می‌رسد، اختلالی در عملکرد سیستم حفاظت و کنترل محلی بی‌ها و پست ایجاد نمی‌نماید و در این حالت هر قسمت از سیستم می‌تواند از طریق BCU (Bay Control Unit) خود از BCR (Bay Control Room) یا کیوسک محوطه کنترل شود که البته این موضوع مواردی به همراه دارد که در بخش‌های بعد در مورد آن صحبت می‌نماییم.

۶-۳- کنترل و دسترسی به قسمت‌های مختلف پست قابل تعریف و طبقه‌بندی شده است و بدین‌ترتیب گروه‌های کاربردی با سطح دسترسی متفاوت از طریق سیستم شناسایی می‌شوند و به حیطه مشخص از قبل تعریف شده خود دسترسی خواهند داشت و اختیارات اپراتور و گروه طراحی و گروه نگهداری متفاوت است که البته کلیه عملیاتی که توسط کاربرهای مختلف انجام می‌شود ثبت شده و قابل بررسی می‌باشد.

۷- کاهش حجم عملیات ساختمانی و هزینه‌های مربوطه

در این‌گونه پست‌ها به دلیل حذف و کاهش تعداد تابلوهای کنترل و حفاظت و سایر تابلوهای اضافی از جمله تابلوهای Follower و اسکادا و حجم کابل‌های مورد نیاز حجم و هزینه عملیات ساختمانی به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد. از طرف دیگر در این پست‌ها به جای حجم عظیم تابلوهای کنترل از یک یا چند دستگاه کامپیوتر و تجهیزات جانبی برای کنترل پست استفاده می‌گردد و نیازی به پانل نمایشی[۶] جهت نمایش شماتیک پست و انجام عملیات کنترل نمی‌باشد.

۸- بانک اطلاعاتی و افزایش پایداری[۷]

سیستم اتوماسیون دارای بانک‌های اطلاعاتی[۸] مختلف جهت ذخیره اطلاعات می‌باشد و تمامی پروسه‌ها به صورت لحظه‌ای در بانک اطلاعاتی لحظه‌ای[۹] و تغییرات پست و گسترش آن در بانک اطلاعاتی (Maintenance Data Base) نگهداری و ذخیره می‌شوند.

همچنین بانک اطلاعاتی جداگانه‌ای نیز جهت ذخیره داده‌ها، جهت آمارگیری، محاسبات پیشرفته، گرفتن گزارش‌های مختلف (Historic Data Base) وجود دارد. و بدین‌ترتیب بسیاری از فرآیندها به صورت همزمان و بدون تداخل در کار سیستم قابل انجام است که این خود باعث سرعت

[4] Availability
[5] Reliability
[6] Mimic Control Panel
[7] Stability
[8] Data Base
[9] Precise Data Base

در عملیات می‌شود. همچنین در این سیستم‌ها به دلیل وجود سیستم کامپیوتری مجهز و نرم-افزارهایی با قدرت پردازش بالا، اطلاعات به صورت لحظه‌ای با پاسخ زمانی کوتاه و برچسب زمانی سنکرون شده از طریق GPS[10] با ساعت زمان جهانی (Universal Time) در اختیار اپراتور پست و دیسپاچینگ قرار می‌گیرد که این مطلب می‌تواند باعث آنالیز سریع وقایع و حوادث و مقایسه آن با پست‌های مجاز گردد و همچنین در تصمیم‌گیری سریع با ضریب خطای بسیار پائین و نتیجتاً ارتقاء در پایداری سیستم تاثیر گذار است.

۹- استفاده از فیبر نوری با قابلیت انتقال حجم بسیار زیاد اطلاعات

استفاده از فیبر نوری در پست‌های اتوماسیون دارای پیامدهای مثبت فراوان از جمله عدم تأثیرپذیری از امواج فشار قوی و مشکلات سیستم زمین پست و افزایش حجم و کیفیت اطلاعات می‌باشد از دیگر مزایای بزرگ استفاده از فیبر نوری در مقایسه با کابل مسی سیستم نظارت داخلی[11] آن در سیستم اتوماسیون است که در صورت بروز هرگونه اختلال در کابل‌های نوری بلافاصله این اختلال رویت و تشخیص داده می‌شود و سریعاً با تعویض فیبر معیوب قابل ترمیم است (طی این مدت عموماً ارتباط ترمینال‌های متصل به این فیبر نوری از مسیرهای موازی[12] دیگر برقرار است) و این در حالی است که در ارتباط مسی این‌گونه اختلالات به صورت نهفته باقی می‌ماند و در بروز حوادث و یا در سرویس سالیانه مشخص می‌شود و عموماً تعویض و ترمیم آن به سختی صورت می‌پذیرد که این خود باعث افزایش ضریب اطمینان سیستم می‌گردد.

۱۰- جلوگیری از دریافت اطلاعات تکراری

در سیستم اتوماسیون اطلاعات کلاً یک بار وارد سیستم می‌گردد و سپس برای هرچند جا و به هر جا که نیاز باشد (مثلاً National Dispatch Center) قابل ارسال می‌باشد و در نتیجه باعث افزایش دسترس پذیری اطلاعات در سیستم خواهد شد.

۱-۲-اهداف پایان نامه

همانگونه که اشاره شد دو پیامد عمده ورود تکنولوژی دیجیتال در حوزه سیستمهای ثانویه (سیستم حفاظت و کنترل پست) تجمیع توابع و توسعه سیستم اتوماسیون در صنعت پست‌های فشار قوی می-باشد لذا ارزیابی کمی چگونگی تاثیر گذاری موارد فوق بر روی شاخص‌های قابلیت اطمینان فرایندهای کنترلی در پست‌ها از اهمیت فراوانی برخوردار می‌باشد. در برخی از کارهای گذشته ارزیابی کمی قابلیت اطمینان در پست‌های اتوماسیون مد نظر قرار گرفته است [۸]-[۴]. مرجع [۴] با استفاده از روش بلوک دیاگرام و دنبال کردن مسیرهای فرامین به محاسبه قابلیت اطمینان فرامین کنترلی در

[10] Global Positioning System
[11] Self Supervision
[12] Redundant

یک پست نمونه می‌پردازد.در مراجع[۷]-[۵] از درخت معایب برای این منظور استفاده شده است و در مرجع [۸] روش مجموع اتصال برای ارزیابی کمی قابلیت اطمینان در پست‌های اتوماسیون پیشنهاد شده است.

هدف این پایان نامه ارائه یک روش جامع به منظور مدلسازی و ارزیابی کمی قابلیت اطمینان فرایندهای کنترلی در آرایش‌های مختلف پست‌های اتوماسیون و همچنین ارزیابی اثر تجمیع توابع بر روی قابلیت اطمینان فرایندهای مذکور می‌باشد. بدین منظور در این پروژه روشی بر مبنای درخت حوادث کاهش یافته ارائه شده که دارای مزایای از جمله جامعیت روش، انعطاف پذیری در قبال تغییر آرایش در هر یک از سطوح بی و ایستگاه بصورت مستقل و همچنین امکان تحلیل آسان و ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم در حالت‌های عملکرد ناقص می‌باشد [۹] سپس با استفاده از این قابلیت و انطباق آن با درخت حوادث اعمال در پست‌های فشارقوی و سناریو نویسی روشی برای ارزیابی اثر تجمیع توابع بر روی قابلیت اطمینان اعمال اصلی در پست ارائه شده است. شایان ذکر است واکنش شرکت‌های انتقال و توزیع به پدیده تجمیع توابع کاملاً متفاوت است در حالی که شرکت‌های توزیع این پدیده را بصورت کامل پذیرفته اند و درجات بالایی از تجمیع را در سیستم خود پیاده سازی کرده اند [۱۲]-[۱۰] شرکت‌های انتقال با احتیاط بیشتری با این پدیده برخورد می‌کنند و بر مبنای مطالعات فنی بیشتری سطوح بالاتری از تجمیع را در سیستم خود پیاده سازی می‌کنند. [۱۱]، [۱۵]-[۱۳] لذا ارزیابی کمی اثر تجمیع بر روی قابلیت اطمینان در پست‌ها از اهمیت فراوانی در صنعت برخوردار است .

۱-۳- ساختار کلی پایان نامه

این پایان نامه در ۶ فصل تنظیم شده است. در فصل اول مطالبی درباره موضوع و کلیات پروژه بیان شده است. در فصل دوم به بررسی و معرفی سیستم اتوماسیون در پست‌های فشار قوی و ارائه استانداردهای مورد استفاده در این حوزه می‌پردازیم. در فصل سوم علاوه بر ارائه کلیات، اصول و شاخص‌های قابلیت اطمینان، با استفاده از روش بلوک دیاگرام شاخص‌های مختلف قابلیت اطمینان با در نظر گرفتن اثر تجهیزات مازاد برای فرامین کنترلی در یک پست نمونه ۱۳۲/۳۳ کیلوولت محاسبه شده است. در فصل چهارم ابتدا به مرور کارهای انجام شده در حوزه ارزیابی قابلیت اطمینان پست‌های اتوماسیون می‌پردازیم و سپس به ارائه یک روش جامع بر مبنای درخت حوادث کاهش یافته می-پردازیم سپس با استفاده از روش ارائه شده به محاسبه قابلیت اطمینان فرامین کنترلی با در نظر گرفتن دو سطح ترتیبی HMI و NCCS برای آرایش‌های مختلف پست‌های اتوماسیون می‌پردازیم سپس با استفاده از روش ارائه شده و سناریو نویسی برای درجات مختلف تجمیع یک روش نوین برای محاسبه اثر تجمیع بر روی شاخص‌های قابلیت اطمینان ارائه شده است.