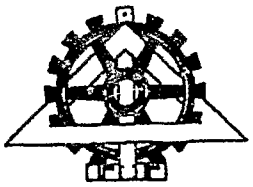
بسم الله الرحمن الرحيم

٤٥٨٤٣



دانشگاه تهران

۱۳۸۲/۴/۲۰
۱۳۸۲/۴/۲۰

دانشکده فنی

گروه مهندسی برق و کامپیوتر

عنوان:

بررسی و پیاده سازی سیستم اتوماسیون در پستهای فشارقوی

نگارش:

ایمان رجائی

استاد راهنما:

دکتر مجید صنایع پسند

استاد مشاور:

دکتر امید فاطمی

٤٥٨٤٢

پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته

مهندسی برق- قدرت

بهمن ۱۳۸۱

به نام خدا

عنوان:

بررسی و پیاده سازی سیستم اتوماسیون در پستهای فشارقوی

نگارش:

ایمان رجائی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

رشته مهندسی برق گرایش قدرت

از این پایان نامه در تاریخ ۸۱/۱۱/۲۸ در حضور هیأت داوران دفاع بـه عمـل آمـد و مـورد تصویب قرار گرفت.

سرپرست تحصیلات تکمیلی:	دکتر جواد فیض
مدیر گروه آموزشی:	دکتر پرویز جبه دار مارالانی
سرپرست تحصیلات تکمیلی گروه:	دکتر حمیدرضا جمالی
استاد راهنما:	دکتر مجید صنایع پسند
استاد مشاور:	دکتر امید فاطمی
داور داخلی:	دکتر رضا فرجی دانا
داور داخلی:	دکتر سعید افشارنیا
داور مدعو:	دکتر علی اکبر افضلیان
داور داخلی:	دکتر مجید نیلی احمد آبادی

تقدیم به پدر و مادر عزیزم

تقدیر و تشکر

جناب آقای دکتر صنایع پسند، استاد راهنمای محترم، در طول انجام این پروژه همواره مشوق و راهنمای اینجانب بوده و نقطه نظرات و تذکرات ایشان باعث اجرای هرچه بهتر پروژه گردید. همچنین جناب آقای دکتر فاطمی، استاد مشاور محترم، در مقاطع مختلف اجرایی پروژه با کمکهای فکری خود مرا در اجرای پروژه یاری داده اند.

از این دو استاد ارجمند کمال تشکر را داشته و موفقیت روز افزون ایشان را از خداوند خواستارم.

چکیده

تأمین انرژی الکتریکی بصورت پیوسته و با کیفیت بالا از اهمیت ویژه ای برخوردار است. پستهای فشارقوی نقش عمده ای در ساختار و عملکرد شبکه های انتقال انرژی دارند. سیستم کنترل و نظارت در پستهای فشارقوی وظیفه برقراری ارتباط سیستم بهره برداری و کنترل شبکه را با تجهیزات فشارقوی برقرار می کند. دریافت، پردازش، نمایش و انتقال اطلاعات مربوط به سیستم فشارقوی و اعمال فرامین کنترلی به تجهیزات شبکه قدرت از جمله مهمترین عملکردهای سیستم کنترل و نظارت در پستها محسوب می شوند. پیشرفت قابل ملاحظه تکنولوژی پردازش و مخابرات دیجیتال، قابلیتهای خاص این تکنولوژی و کاهش بهای تجهیزات دیجیتال باعث گسترش استفاده از این تکنولوژی در پیاده سازی سیستم کنترل و نظارت پستهای فشارقوی از آغاز دهه ۹۰ شده است. آنچه در روند گسترش استفاده از این سیستمها بایستی مد نظر قرار گیرد نحوه پیاده سازی عملکردهای اساسی سیستم کنترل و نظارت در قالب سیستم جدید است. در این پروژه با توجه به قابلیتهای سیستمهای دیجیتال و در نظر گرفتن آنچه امروزه بعنوان ساختار بهینه سیستم اتوماسیون پست در حال تکامل است، یک روش جدید برای پیاده سازی سیستم کنترل و نظارت یک فیدر خط فشارقوی مورد پیاده سازی و بررسی قرار گرفته است.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۱- **مقدمه**	۸
۲- **حفاظت، کنترل و نظارت در پستهای فشارقوی**	۱۳
۲-۱- حفاظت در پستهای فشار قوی	۱۴
۲-۱-۱- انواع سیستمها و روشهای حفاظتی	۱۵
۲-۱-۲- سیر تحول در رله های حفاظتی	۱۹
۲-۲- کنترل در پستهای فشار قوی	۲۱
۲-۳- نظارت در پستهای فشار قوی	۲۴
۲-۴- جمع بندی	۲۶
۳- **اتوماسیون پستهای فشار قوی**	۲۸
۳-۱- تحول در تجهیزات حفاظت و کنترل	۲۹
۳-۲- ساختار سیستم اتوماسیون پست	۳۰
۳-۲-۱- سطح عملکرد	۳۴
۳-۲-۲- سطح بی	۳۷
۳-۲-۳- سطح ایستگاه	۴۴
۳-۲-۴- سطح شبکه	۴۶
۳-۲-۵- آرایش تجهیزات در سیستم اتوماسیون	۴۷
۳-۳- خودآزمایی در سیستم	۴۹
۳-۴- نرم افزارها در سیستم اتوماسیون پست	۵۰
۳-۵- جمع بندی	۵۲
۴- **شبکه های کامپیوتری در اتوماسیون پست**	۵۴
۴-۱-۱- پروتکل ها	۵۷
۴-۲- بررسی و مقایسه استانداردهای IEEE	۵۸
۴-۲-۱- استاندارد IEEE 802.3 و Ethernet	۵۸
۴-۲-۲- استاندارد IEEE 802.4 و Token bus	۵۹
۴-۲-۳- استاندارد IEEE 802.5 یا Token Ring	۶۰
۴-۲-۴- مقایسه استانداردهای 802.3 ، 802.4 و 802.5	۶۱

عنوان	صفحه

۴-۳- انواع شبکه های کامپیوتری در اتوماسیون پست ۶۲
۴-۴- پروتکلهای مخابراتی در اتوماسیون پست ۶۵
۴-۴-۱- سری استاندارد IEC 60870-5 ۶۶
۴-۴-۲- استاندارد IEC 61850 ۶۸
۴-۴-۳- استاندارد IEEE-SA TR 1550 ۶۸
۴-۴-۴- استاندارد IEEE P1379 ۶۹
۴-۴-۵- استاندارد DNP ۶۹
۴-۴-۶- انتخاب پروتکل برای اتوماسیون پست ۷۰
۴-۵- جمع بندی ۷۱
۵- سیستم کنترل یک فیدر فشارقوی ۷۲
۵-۱- کنترل و نظارت یک فیدر فشارقوی ۷۳
۵-۲- پیاده سازی و بررسی یک نمونه عملی ۷۵
۵-۲-۱- تشریح سیستم مورد بررسی ۷۵
۵-۲-۲- تشریح ساختار سیستم و نحوه تخصیص وظایف ۷۶
۵-۳- بررسی نحوه پیاده سازی عملکردهای اساسی سیستم ۷۹
۵-۳-۱- نمونه برداری و پردازش سیگنال دیجیتال ۷۹
۵-۳-۱-۱- مروری بر برخی الگوریتمهای پردازش سیگنال دیجیتال ۸۰
۵-۳-۱-۱-۱- روشهای پنجره کوتاه ۸۱
۵-۳-۱-۱-۲- روشهای پنجره بلند ۸۴
۵-۳-۱-۲- پیاده سازی روش DFT در سیستم ۸ بیتی ۸۸
۵-۳-۲- بررسی و پیاده سازی پروتکل Modbus ۹۰
۵-۳-۲-۱- پروتکل Modbus ۹۰
۵-۳-۲-۲- شکل دهی پیام در پروتکل Modbus ۹۵
۵-۳-۲-۳- به کارگیری پروتکل Modbus در سیستم شبیه سازی شده ۹۸
۵-۴- جمع بندی ۱۰۰
۶- سخت افزار و نرم افزار سیستم ۱۰۱
۶-۱- سخت افزار سیستم ۱۰۳
۶-۱-۱- سطح عملکرد ۱۰۳
۶-۱-۲- سطح بی ۱۰۵

عنوان	صفحه

۶-۱-۲-۱- ریز پردازنده شماره یک ۱۰۶
۶-۱-۲-۱-۱- واحد نمونه برداری ۱۰۷
۶-۱-۲-۲- ریز پردازنده شماره دو ۱۰۸
۶-۱-۲-۲-۱- واحد HMI ۱۰۹
۶-۱-۲-۲-۲- واحد LAN Interface ۱۱۰
۶-۱-۲-۳- موارد مشترک ۱۱۱
۶-۱-۳- سطح ایستگاه ۱۱۲
۶-۲- نرم افزار سیستم ۱۱۳
۶-۲-۱- سطح عملکرد ۱۱۴
۶-۲-۲- سطح بی ۱۱۴
۶-۲-۲-۱- ریز پردازنده شماره یک ۱۱۴
۶-۲-۲-۲- ریز پردازنده شماره دو ۱۱۷
۶-۲-۲-۲-۱- نرم افزار سیستم HMI ۱۱۸
۶-۲-۲-۲-۲- منطق اشتراک RAM ۱۲۰
۶-۲-۲-۳- سیستم ارتباطی Modbus ۱۲۱
۶-۲-۲-۴- تکمیل محاسبات تخمین سیگنال ۱۲۲
۶-۲-۳- سطح ایستگاه ۱۲۴
۷- سطح کنترل ایستگاه و نرم افزار کنترل و نظارت ۱۲۶
۷-۱- ساختار نرم افزار ۱۲۷
۷-۲- ساختار نرم افزار HMI ۱۲۸
۷-۲-۱- پنجره اصلی واحد HMI ۱۲۸
۷-۲-۲- پنجره های جانبی واحد HMI ۱۲۹
۷-۲-۳- ارسال فرمان به کلید و ایزولاتور ۱۳۰
۷-۲-۴- نظارت بر واحدهای ولتاژی و سنکرون ۱۳۱
۷-۳- ساختار نرم افزار مخابراتی ۱۳۲
۷-۴- جمع بندی ۱۳۴
۸- جمع بندی و نتیجه گیری ۱۳۵
ضمیمه (۱): مدل ارتباطی مرجع و ارتباطات سریال ۱۴۰
ض۱-۱- مدل ارتباطی مرجع ۱۴۱

عنوان	صفحه

ض۱-۲- ارتباطات سریال ۱۴۴
ض۱-۳- خطایابی ۱۴۷

فهرست جدولها

عنوان	صفحه

جدول (۵-۱)- ضرایب فیلتر دیجیتال DFT ۸۹
جدول (۵-۲)- ضرایب فیلتر دیجیتال DFT در مقیاس ۸ بیتی ۸۹

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تهیه در آرک

فهرست شکلها

عنوان | صفحه

شکل (۲-۱)- ساختار حفاظت اضافه ولتاژ خط ۱۶
شکل (۲-۲)- ساختار حفاظت اضافه جریان خط ۱۷
شکل (۲-۳)- ساختار حفاظت دیستانس خط ۱۸
شکل (۲-۴)- ساختار حفاظت دیفرانسیل ترانسفورماتور ۱۹
شکل (۲-۵)- منطق بستن ایزولاتور خط ۲۳
شکل (۳-۱)- سطوح کنترلی در سیستم اتوماسیون پست ۳۴
شکل (۳-۲)- به کارگیری واحدهای الکترونیکی هوشمند در سطح عملکرد ۳۷
شکل (۳-۳)- یک نمونه واحد کنترل بی از نوع متمرکز ۴۳
شکل (۳-۴)- یک نمونه واحد کنترل بی از نوع مجزا ۴۴
شکل (۳-۵)- آرایش تجهیزات و ساختار کلی سیستم اتوماسیون پست ۴۷
شکل (۳-۶)- ساختار سیستم اتوماسیون (سیستم نوع (۱)) ۴۸
شکل (۳-۷)- ساختار سیستم اتوماسیون (سیستم نوع (۲)) ۴۸
شکل (۳-۸)- ساختار سیستم اتوماسیون (سیستم نوع (۳)) ۴۹
شکل (۳-۹)- تأثیر خودآزمایی بر پارامتر دسترس پذیری ۵۰
شکل (۴-۱)- ساختار اولیه یک سیستم کنترل و نظارت آزمایشی ۵۶
شکل (۴-۲)- ساختار عملکرد سیستم (Token Ring) ۶۱
شکل (۴-۳)- ساختارهای مختلف برای شبکه های ارتباطی سیستم اتوماسیون ۶۳
شکل (۴-۴)- ساختارهای ممکن در روش ارتباطی Star ۶۴
شکل (۴-۵)- ساختار شبکه مبتنی بر RS485 ۶۵
شکل (۵-۱)- عملکردهای کنترل، حفاظتی و نظارتی یک فیدر فشار قوی ۷۴
شکل (۵-۲)- ساختار سیستم پیاده سازی شده برای کنترل یک فیدر فشار قوی ۷۸
شکل (۵-۳)- یک نمونه فیلتر دیجیتال ۸۱
شکل (۵-۴)- روش Mann and Morison ۸۲
شکل (۵-۵)- نمودار زمانی سه تابع اول والش ۸۶
شکل (۵-۶)- ساختار درخواست و پاسخ در پروتکل Modbus ۹۲
شکل (۵-۷)- ساختار Frame اطلاعات در مدهای ASCII و RTU ۹۴
شکل (۶-۱)- بلوک دیاگرام توابع سیستم مورد بررسی ۱۰۲

عنوان	صفحه

شکل (۶-۲)- بلوک دیاگرام سخت افزاری واحد سطح عملکرد ۱۰۵
شکل (۶-۳)- بلوک دیاگرام سخت افزاری واحد سطح بی ۱۰۵
شکل (۶-۴)- سیستم نمونه برداری از دو سینگال ورودی ۱۰۸
شکل (۶-۵)- سیستم تشخیص عبور از صفر برای دو سینگال ورودی ۱۰۸
شکل (۶-۶)- شمای ظاهری واحد HMI ۱۰۹
شکل (۶-۷)- نحوه عملکرد IC مبدل RS485 ۱۱۰
شکل (۶-۸)- دیاگرام بخش LAN Interface ۱۱۱
شکل (۶-۹)- سیستم Reset + WDT ۱۱۱
شکل (۶-۱۰)- جزئیات واحد مبدل RS232/RS485 ۱۱۲
شکل (۶-۱۱)- دیاگرام کلی سیستم کنترل مورد بررسی ۱۱۳
شکل (۶-۱۲)- فلوچارت نمونه برداری و محاسبات DFT ۱۱۶
شکل (۶-۱۳)- فلوچارت محاسبه فرکانس ۱۱۶
شکل (۶-۱۴)- فلوچارت ارتباط با واحدهای سطح عملکرد ۱۱۷
شکل (۶-۱۵)- رویه اعمال فرمان به کلید فشار قوی از طریق واحد HMI ۱۱۹
شکل (۶-۱۶)- رویه تنظیم ولتاژی رله اضافه ولتاژ از طریق واحد HMI ۱۲۰
شکل (۶-۱۷)- فلوچارت پروتکل اشتراک RAM ۱۲۱
شکل (۷-۱)- تصویر پنجره ای اصلی واحد HMI ۱۲۹
شکل (۷-۲)- پنجره ارسال فرمان به کلید فشار قوی ۱۳۰
شکل (۷-۳)- پنجره ارسال فرمان برای ایزولاتور ۱۳۱
شکل (۷-۴)- پنجره خواندن تنظیم واحدهای سطح بی ۱۳۱
شکل (۷-۵)- پنجره تنظیم واحدهای ولتاژی ۱۳۲
شکل (۷-۶)- پنجره های تنظیم واحد سنکرون ۱۳۲
شکل (۱)- مدل مرجع OSI ۱۴۲
شکل (۲)- ساختار کلی پیام در روش آسنکرون ۱۴۵
شکل (۳)- ایجاد CRC با استفاده از Shift Register ۱۴۹

فصل اول

مقدمه

فصل اول- مقدمه

انرژی الکتریکی، امروزه به عنوان عمده ترین منبع انرژی مصرفی در جهان مطرح است. اغلب فعالیتهای اقتصادی، صنعتی و حتی زندگی روزمره به نوعی بر پایه استفاده از این انرژی شکل گرفته و در حال توسعه هستند. با توجه به برتریهای مختلف مانند سادگی تبدیل، عدم ایجاد آلودگی و سهولت در انتقال، منابع انرژی اولیه مانند نفت و گاز ابتدا به این انرژی تبدیل شده و سپس به مصرف می‌رسند.

در اوائل گسترش استفاده از انرژی الکتریکی تولید و مصرف به صورت محلی انجام می شد. به این معنی که درهر منطقه محدود یک نیروگاه کوچک احداث می شد و مصرف آن منطقه را تأمین می‌کرد. با گسترش شهرها و صنعتی شدن کشورها میزان تقاضا برای انرژی الکتریکی به شدت افزایش یافت. به این ترتیب احداث نیروگاههای کوچک دیگر مناسب به نظر نمی رسید. در این مرحله بحث احداث نیروگاههای بزرگ و انتقال انرژی الکتریکی به نقاط دور مطرح شد. امروزه در هر کشور چندین نیروگاه بزرگ عمل تولید انرژی الکتریکی را انجام داده و سپس این انرژی به وسیله خطوط انتقال به نقاط مختلف کشور منتقل می شود. به این ترتیب شبکه های انتقال انرژی شکل گرفت.

شبکه های انتقال انرژی برای انتقال انرژی تولیدی به سوی مراکز مختلف مصرف، نیازمند عملکردهایی مانند تغییر سطح ولتاژ، انجام کلید زنی و گرفتن انشعاب برای مسیرهای مختلف و جبران سازی توان راکتیو هستند. این اعمال عمدتاً در پستهای فشار قوی انجام می شود. بر این اساس، انرژی الکتریکی پس از عبور از مسیر انتقال وارد یک پست فشار قوی می شود. سپس به وسیله تجهیزاتی مانند ترانسفورماتور قدرت، کلیدهای فشار قوی و غیره اعمالی مانند تغییر سطح ولتاژ، توزیع بین فیدرهای مختلف و غیره در پست انجام می شود.[۱]