

# SCADA Systems for Electric Power Industry

Ali Parizad, November 2017

## SCADA Systems for Electric Power Industry

By: Ali Parizad



ISBN 978-952-5852-41-7





# طراحی و کاربرد سیستم‌های اسکادا

در صنعت برق

(نرم‌افزار و سخت‌افزار شرکت ABB)

تألیف:

علی پریزاد

ناشر:

کانون نشر علوم



سرشناسه: پرزاد، علی، ۱۳۶۲.  
عنوان و نام پدیدآور: طراحی و کاربرد سیستم‌های اسکادا در صنعت برق (نرم‌افزار و سخت‌افزار شرکت ABB)، تألیف علی پرزاد؛  
ویراستار علمی: مجید قدیمی.  
مشخصات نشر: تهران: کانون نشر علوم، ۱۳۹۶.  
مشخصات ظاهری: ج۲: مصور، جدول، نمودار.  
شابک: دوره: ۳-۱۸۹-۳۲۷-۹۶۴-۹۷۸؛ دوره: ۹-۱۸۷-۳۲۷-۹۶۴-۹۷۸؛ ج: ۱؛ ۶-۱۸۸-۳۲۷-۹۶۴-۹۷۸؛ ج: ۲.  
وضعیت فهرست‌نویسی: فیپا  
یادداشت: واژه‌نامه  
موضوع: سیستم‌های اسکادا  
Supervisory control systems: موضوع  
موضوع: برق -- سیستم‌ها -- نرم‌افزار  
Electric power systems -- Software: موضوع  
موضوع: نظام‌های خودکار گردآوری داده‌ها  
Automatic data collection systems: موضوع  
رده‌بندی کنگره: ۴ط۴ ۱۳۹۶ / پ۲۲۲ / TJ  
رده‌بندی دیویی: ۶۲۹/۸  
شماره کتابشناسی ملی: ۴۹۵۱۷۲۷

نام کتاب: طراحی و کاربرد سیستم‌های اسکادا در صنعت برق (نرم‌افزار و سخت‌افزار شرکت **ABB**)  
ناشر: کانون نشر علوم  
تألیف: علی پرزاد  
ویراستار علمی: مجید قدیمی  
صفحه‌آرا: فاطمه آدیگوزل‌پور اردبیلی  
طرح جلد: علی پرزاد  
چاپ اول: پاییز ۱۳۹۶  
تیراژ: ۱۰۰۰  
چاپ و صحافی: کانون نشر علوم  
قیمت دوره دوجلدی همراه با **DVD**: ۸۴۰۰۰ تومان  
شابک جلد اول: ۹۷۸۹۶۴۳۲۷۱۸۷۹  
شابک دوره: ۹۷۸۹۶۴۳۲۷۱۸۹۳

تکثیر و یا تولید مجدد تمام یا قسمتی از این کتاب، از جمله چاپ، فتوکپی، هر نوع انتشار در فضای مجازی و سایت‌ها، تهیه CD و DVD، تصویر و صدا ممنوع است. این اثر تحت پوشش قانون حمایت از حقوق مولفان و مصنفان ایران قرار دارد و متخلفان براساس این قانون تحت پیگرد قرار می‌گیرند.

مراکز پخش:

پخش علوم: خیابان انقلاب، خیابان فخررازی، خیابان وحید نظری شرقی، پلاک ۶۵، واحد ۱

تلفن: ۶۶۹۶۱۵۶۸-۶۶۴۹۴۹۱۱



## ناشر سخن

به نام خداوند بخشنده و مهربان

گستره دانش بشری در برابر علم بی‌پایان و نامتناهی حضرت حق (جلّ جلاله) بسیار ناچیز است؛ همچنان که کریمه «و ما عطا نکردیم به شما علم را جز اندکی» شاهدهی است بر ضعف معرفت انسانی نسبت به حکمت صمدانی. با این حال چه نیکو سفارش فرموده است خاتم انبیاء، حضرت محمد مصطفی (ص)، که «بجوید علم را اگر چه به سرزمین چین». این توصیه، تمامی پیروان راستین دین حنیف اسلام را به فراگیری و اکتساب علوم و فنون مختلف در همه زمان‌ها و همه مکان‌ها فرا می‌خواند.

تلاش کانون نشر علوم، همواره معطوف به تولید آثار شایسته و بایسته در زمینه فنی و مهندسی بوده است؛ اگرچه که در این راه مشکلات و دشواری‌های فراوانی حادث شده و خواهد شد. این امر تا حدی بسیار، تابعی از ماهیت رشته‌های فنی و مهندسی و معارف مربوط به آنهاست؛ چرا که این رشته‌ها به سرعت و بی‌وقفه در حال نو به نو شدن می‌باشند. این امر رسالت کانون نشر علوم را در نشر آثار مربوطه، اعم از تألیف یا ترجمه، خطیرتر کرده و می‌کند. در این ارتباط دغدغه اصلی کانون نشر علوم این بوده و هست که اولاً، از قافله علوم فنی و مهندسی عقب نماند؛ و ثانیاً، آثاری را به زیور طبع بیاراید که ضمن داشتن وجاهت علمی، در خور شأن مخاطبین اندیشمند و فاضل نیز باشد. امید است که خداوند متّان در این مهم مساعدت فرماید.

پایان سخن اینکه، کانون نشر علوم دست یاری و همت تمامی مؤلفین و مترجمین علاقه‌مند در زمینه علوم فنی و مهندسی را به گرمی می‌فشارد و تمامی ایشان را خاضعانه و خاشعانه به همکاری فرا می‌خواند. همچنین این مجموعه از تمامی مخاطبین استدعا دارد که با نظرات صائب و راهگشای خود، در بهبود شکلی و محتوایی آثار منتشر شده مساعدت فرمایند؛ و صد البته که تمامی کاستی‌ها از این رهگذر تنها و تنها متوجه این مجموعه بوده و هست.

سید محمدحسین منّوری

کانون نشر علوم



## کمیته‌های تخصصی فنی و مهندسی

مهندس حمید رضا معنوی

معاونت وقت کسب و کارهای جدید و پروژه‌های ویژه

شرکت مهندسی برق و کنترل مپنا

کمیته تخصصی نرم‌افزار سیستم اسکادا و دیسپاچینگ



مهندس رسول مرادطلب

رئیس وقت سیستم‌های اسکادا و دیسپاچینگ

شرکت مهندسی برق و کنترل مپنا

کمیته تخصصی سخت‌افزار سیستم اسکادا و دیسپاچینگ



مهندس مجید قدیمی

مسئول وقت سیستم‌های اسکادا و دیسپاچینگ

شرکت مهندسی برق و کنترل مپنا

کمیته تخصصی پروتکل‌های اسکادا و کامیونینگ





تقریب به:

پدرم به استواری کوه

مادرم به زلالی چشمه

همسرم به صمیمیت باران

روح پاک مادر بزرگ، پدر بزرگ و تمام عزیزانی که با ما زیستند و دیگر کنار ما نیستند...

و آنان که در راه کتب علم و معرفت مرا یاری نمودند.

علی پرنیاز



## مقدمه:

سامانه سرپرستی و گردآوری داده یا اسکادا (SCADA: Supervisory Control And Data Acquisition) به سیستم‌های کنترل، اندازه‌گیری و مانیتورینگ در شبکه‌های مختلف اطلاق می‌شود. به‌طور کلی منظور از اسکادا، یک سامانه کنترل مرکزی است که نظارت و کنترل یک سایت یا سیستم گسترده در فواصل زیاد را بر عهده دارد. در یک سیستم اسکادا، اتاق کنترل می‌تواند براساس داده‌ها و اطلاعات دریافت شده، دستورهای لازم را به مراکز دوردست صادر کند. این داده‌ها در یک سیستم ثبت اطلاعات یا سیستم مدیریت پایگاه داده، ذخیره شده و معمولاً قابلیت ترسیم نمودار و تحلیل اطلاعات را هم دارند.

اساس کلی عملکرد سیستم‌های اسکادا مشابه سیستم (Distributed Control Systems) DCS می‌باشد، اما با نگاه دقیق‌تر تفاوت‌های برجسته‌ای نیز باهم دارند. از این تفاوت‌ها می‌توان به نوع کاربرد و کارایی این سامانه‌ها اشاره کرد. سامانه SCADA یک دستگاه کنترل کامل نیست و بیشتر برای انجام سرپرستی بر کنترل و گردآوری اطلاعات پایه‌ریزی شده و خواسته‌های اولیه آن، پایش اطلاعات (Monitoring)، سرپرستی و تصمیم‌گیری در کنترل سیستم و اعلان هشدار (Alarm Handling) در زمان‌های بحرانی می‌باشد. هسته بنیادی این سامانه، بسته‌های نرم‌افزاری پیشرفته‌ای هستند که بر روی سخت‌افزارهایی مانند PLCها و یا RTUها پیاده‌سازی شده‌اند.

به‌طور کلی اطلاعات از سیستم پایین‌دست (به عنوان مثال پست برق) توسط کارت‌های ورودی/خروجی (Input/Output Cards) I/O دریافت شده و در اختیار سیستم سخت‌افزاری پایانه دوردست (RTU) قرار می‌گیرد. در مرحله بعد این اطلاعات در CPUهای موجود در RTU پردازش و سپس از طریق شبکه‌ها (Networks) و خطوط ارتباطی (Communication Lines) برای مرکز کنترل دیسپاچینگ (NCC) ارسال می‌گردد. در مرکز دیسپاچینگ نرم‌افزارهای قدرتمند تحلیل و آنالیز اطلاعات را انجام داده و در صورت لزوم و در فرایندی معکوس، فرامین لازم را به مناطق دوردست تحت کنترل ارسال می‌نمایند. به‌طور کلی از کاربردهای سیستم‌های اسکادا می‌توان به مانیتور کردن (Monitoring) یا کنترل فرایندهای شیمیایی، حمل و نقل، سیستم‌های آبرسانی شهری، کنترل تولید، توزیع و انتقال انرژی الکتریکی (دیسپاچینگ برق)، خطوط نفت و گاز و سایر فرایندهای گسترده و توزیع یافته اشاره کرد.

مجموعه کتاب حاضر در هشت فصل و دو جلد برنامه‌ریزی شده است. ساختار کتاب بدین گونه است که در فصل اول توضیحات جامعی در خصوص سیستم اسکادا و نحوه عملکرد آن ارائه شده است. در فصل دوم سخت‌افزارهای سیستم اسکادا از جمله کارت‌های ورودی/خروجی (Input/Output Cards)، CMU، Modem، انواع رک‌های ارتباطی، منابع تغذیه، کارت‌های کلاک زمانی و سایر موارد به تفصیل توضیح داده شده است. در فصل سوم به معرفی ویژگی‌ها و خصوصیات کارت‌های دیجیتال و آنالوگ ورودی/خروجی و کاربرد آن در سیستم‌های اسکادا پرداخته شده است. نحوه ارتباط با سخت‌افزار از طریق Web-Server به همراه ویژگی‌های این ماژول در فصل چهارم توضیح داده شده است. از آنجاییکه به منظور مانیتورینگ سیستم، بکارگیری نرم‌افزارهای واسط کاربری یا Human Interface Machine ضروری است، در فصل پنجم ویژگی‌های نرم‌افزار HMI Editor شرکت ABB توضیح داده شده است. با توجه به اینکه ارتباط بین سیستم‌های مختلف و همچنین ارتباط بین سیستم پایین‌دست و مرکز کنترل توسط خطوط ارتباطی صورت می‌پذیرد، در فصل ششم توضیحات جامعی در خصوص پروتکل‌های ارتباطی مانند IEC 104، IEC101، اینداکتیک، هیتاچی و DNP3 ارائه شده است. نرم‌افزار تست پروتکل به نام Test Harness به همراه مشخصات پورت سریال در انتهای این فصل ارائه شده است. در فصل هفتم قسمت‌های مختلف نرم‌افزار RTUutil560 مورد بررسی قرار گرفته است. به منظور آشنایی با ساختارهای واقعی، در این فصل چند نمونه مثال کاربردی از RTU به عنوان سیستم دریافت و انتقال اطلاعات پیاده‌سازی شده است. ورود اطلاعات توسط نرم‌افزار اکسل، تعریف درخت‌های سه‌گانه Hardware Tree، Network Tree و Signal Tree به همراه معرفی پنجره‌های مختلف نرم‌افزار RTUutil560 از جمله بخش‌های این فصل می‌باشد. در فصل آخر نیز به توضیح سایر فانکشن‌های موجود شامل Logic Function، File Archive، Process Archive و ... پرداخته شده است.



تلاش بر این بوده است تا ضمن حفظ امانت، از پیچیدگی کاسته و متنی ساده از زبان یک کاربر، به خوانندگان محترم تقدیم شود. همچنین نکات مهم و اختراها، به منظور ارتباط بیشتر با خواننده، توسط علائم گرافیکی در قسمت‌های مهم قرار گیرند. بدیهی است این کار از کاستی‌ها و نواقصی نیز برخوردار است. پیشاپیش از شما فرهیخته گرامی که با علاقه این کتاب را مطالعه کرده و با ارسال نظرات و نقدهای ارزشمند و سازنده خود در سایت [www.ScadaBook.ir](http://www.ScadaBook.ir) و یا ایمیل [ali.parizad@gmail.com](mailto:ali.parizad@gmail.com) ما را در اصلاح ضعف‌ها و کاستی‌ها در چاپ‌های بعدی کتاب یاری می‌نمایید، صمیمانه سپاسگزاریم.

از آنجایی که پایه و اساس این کتاب با توجه به پروژه دیسپاچینگ ملی برق ایران به ذهن نویسنده و تیم تخصصی خطور کرد، بر خود لازم می‌دانم از زحمات این عزیزان که بسیار از ایشان آموختم، تشکر نمایم. جناب آقای دکتر سامانی بزرگمرد دیسپاچینگ ایران، جناب آقای مهندس ابراهیمیان و جناب آقای مهندس اسعدنیا در بخش معاونت راهبری شرکت مدیریت شبکه برق ایران که در پیشبرد پروژه نقش بسزایی داشتند. جناب آقای مهندس خانقلی در مرکز کنترل دیسپاچینگ تهران به همراه جناب آقای مهندس اسدی که مشکلات و موانع راه را در مسیر پروژه برطرف می‌نمودند. معاونت محترم دیسپاچینگ شرکت مپنا جناب آقای مهندس نظری به همراه جناب آقای مهندس تاجدانی مدیریت محترم پروژه، سرکار خانم مهندس میلادی‌راد و سایر همکاران آن مجموعه که همواره حامی تیم راه‌اندازی در پست‌های برق سراسر کشور بودند.

و سایر همکاران گرامی دیسپاچینگ، برق منطقه‌ای و شرکت‌های وابسته در نواحی مختلف کشور که در مقاطع مختلف همراه تیم پروژه، به سرپرستی آقای مهندس قدیمی، یاری‌رسان بودند:

- شرکت پیمان خطوط: جناب آقایان مهندسین کرمانشاهی و اعتماد
- شرکت اهرام فن‌آوری قدرت: جناب آقای مهندس سروش
- شرکت موج نیرو: جناب آقایان مهندسین همایونپور، بازرگان، شیخی، غلامی، منافزاده، عابدی، رحیمی، احمدی، نبوی، آزاد، وحید نژاد، رستمی، غرباء، علی‌اکبری، حسینی
- نمایندگان مدیریت شبکه برق ایران: جناب آقایان مهندسین خلفی، مرادی، ساعدی‌فر، مرادلو، خوانینزاده
- برق جنوب: جناب آقای مهندس رشید (متأسفانه موقع چاپ کتاب از طریق مهندس قدیمی متوجه شدم ایشان به رحمت خدا رفتند. روحشان شاد و یاد ایشان گرامی)
- برق شیراز: جناب آقایان مهندسین باقری و سیفی
- برق اصفهان: جناب آقایان مهندسین حاجی آقاجانی، مهرانزاده، مهربانی، جعفری
- معاونت بهره برداری برق کاشان: جناب آقای مهندس جدی
- برق هرمزگان: جناب آقایان مهندسین یک‌کلام و خشان
- برق شمال: جناب آقایان مهندسین کفاشپور و فرمانی
- برق گیلان: جناب آقای مهندس آقاجانی
- برق کرمان: جناب آقایان مهندسین گوهرگری و بختیاری
- برق کرمانشاه: جناب آقای مهندس فرزانی
- برق خراسان: جناب آقایان مهندسین کربلایی و صادقی
- برق تبریز: جناب آقای مهندس سیفی
- برق اهواز: جناب آقای مهندس چکاو
- برق یزد: جناب آقای مهندس اسدی‌پور

و سایر عزیزانی که در صورت از قلم افتادن اسامی این عزیزان از ایشان عذرخواهی می‌نمایم.





در پایان بر خود فرض می‌دانم که از زحمات جناب آقای مهندس معنوی، معاونت محترم وقت کسب و کار جدید شرکت برق و کنترل مینا که حامی و مشوق ورود اینجانب به این زمینه تحقیقاتی بودند، قدردانی نمایم. همچنین از جناب آقای مهندس مرادطلب ریاست محترم اسکادا و دیسپاچینگ، که در مقاطع مختلف حامی کلیه اعضا گروه دیسپاچینگ بودند و متأسفانه مورد بی‌مهری برخی از آن‌ها قرار گرفتند، تشکر نمایم. از دوست و همراه همیشگی در پست‌های برق سراسر کشور، جناب آقای مهندس قدیمی، که بی‌شک بخش بزرگی از فعالیت‌های راه‌اندازی و تست RTU و پروتکل کانون‌تر در پروژه مرکز جدید دیسپاچینگ ملی برق ایران مدیون ایشان است، به خاطر تمامی تلاش‌ها و آموزش‌های صادقانه سپاسگزارم.

از جامعه دانشگاهی و تمامی اساتید گرامی، به ویژه جناب آقای دکتر شهرتاش، که همواره حامی بنده در فعالیت‌های دانشجویی و علمی بوده‌اند، تشکر می‌نمایم.

همچنین از جناب آقای سید محمد حسین منوری، ریاست محترم کانون نشر علوم، برای حمایت در چاپ کتاب قدردانی می‌نمایم.

گیریم که در باورتان به خاک نشسته‌ایم ... با ریشه و رویش جوانه‌ها چه می‌کنید؟!

علی پریزاد

آبان ماه ۹۶



## فهرست مطالب

### جلد اول

| فصل ۱: سیستم‌های اسکادا و RTU   | ۲۳ |
|---|----|
| ۱-۱- نیاز و نقش سیستم‌های کنترلی.....   | ۲۳ |
| ۱-۱-۱- مقدمه.....   | ۲۳ |
| ۱-۲- ضرورت استفاده از سیستم‌های کنترل در شبکه قدرت .....                          | ۲۳ |
| ۱-۱-۳- آشنایی با سیستم‌های کنترلی مختلف.....                                      | ۲۴ |
| ۱-۳-۱-۱- کنترل محلی .....   | ۲۴ |
| ۱-۳-۱-۲- کنترل متمرکز .....   | ۲۴ |
| ۱-۳-۱-۳- کنترل‌کننده‌های منطقی قابل برنامه‌ریزی (PLC).....                        | ۲۵ |
| ۱-۳-۱-۴- سیستم کنترل DCS.....   | ۲۶ |
| ۱-۳-۱-۵- سیستم‌های جدید کنترل پس از سیستم‌های گسترده و PLC.....                   | ۲۸ |
| ۱-۳-۱-۶- سیستم‌های تله متری و اسکادا.....   | ۲۸ |
| ۲-۱- ساختار کلی اسکادا.....   | ۳۳ |
| ۲-۲-۱- انواع سیستم‌های اسکادا.....  | ۳۵ |
| ۲-۲-۱-۱- سیستم محلی.....  | ۳۵ |
| ۲-۲-۱-۲- سیستم ارتباطی.....   | ۳۷ |
| ۲-۲-۱-۳- «سیستم مرکزی» یا مرکز کنترل .....  | ۳۹ |
| ۲-۲-۱-۳- خانواده‌های مختلف سیستم‌های اسکادا.....                                  | ۳۹ |
| ۲-۳-۱-۱- رده ۱ .....  | ۳۹ |
| ۲-۳-۱-۲- رده ۲ .....  | ۴۰ |
| ۲-۳-۱-۳- رده ۳ .....  | ۴۲ |
| ۲-۴-۱- پارامترهای ارزیابی سیستم اسکادا .....                                      | ۴۲ |
| ۲-۴-۱-۱- قابلیت دسترسی (دستیابی).....   | ۴۲ |
| ۲-۴-۱-۲- پاسخ زمانی .....   | ۴۳ |
| ۲-۴-۱-۳- توسعه‌پذیری .....  | ۴۳ |
| ۲-۴-۱-۴- قابلیت انعطاف .....  | ۴۳ |
| ۲-۴-۱-۵- قابلیت اطمینان.....  | ۴۴ |
| ۲-۴-۱-۶- امنیت اسکادا.....  | ۴۴ |
| ۳-۱- معیارهای لازم جهت انتخاب اطلاعات.....  | ۴۴ |
| ۳-۱-۱- آشنایی با مفهوم اینترفیس .....   | ۴۵ |
| ۳-۱-۲- نقش اینترفیس و اهمیت آن در ارتباط بین شبکه قدرت و مرکز کنترل و نظارت ..... | ۴۶ |
| ۳-۱-۳-۱- انتقال اطلاعات از پست (ایستگاه) به مرکز کنترل و نظارت.....               | ۴۶ |
| ۳-۱-۳-۲- ارسال فرمان از مرکز به شبکه .....  | ۴۶ |
| ۳-۱-۳-۳- دسته‌بندی اطلاعات مورد نیاز پست (ایستگاه) .....                          | ۴۶ |
| ۳-۱-۳-۱- نقاط وضعیت «DI».....   | ۴۷ |
| ۳-۱-۳-۲- نقاط اندازه‌گیری «AI».....   | ۵۰ |
| ۳-۱-۳-۳- نقاط کنترلی «DO».....  | ۵۰ |
| ۳-۱-۳-۴- نمونه‌هایی از فرمان‌های خروجی‌های آنالوگ و دیجیتال.....                  | ۵۱ |
| ۴-۱- نحوه عملکرد اسکادا و نقش پایانه‌ها.....                                      | ۵۱ |
| ۴-۱-۱- شرح کلی وظایف در پایانه .....  | ۵۲ |
| ۴-۱-۱-۱- جمع‌آوری اطلاعات و کنترل «DAC».....                                      | ۵۲ |



- ۵۲-۱-۴-۲-۱ ارسال داده‌ها به سطوح بالاتر کنترلی.....
- ۵۳-۴-۲-۱ اجزاء سخت‌افزاری تشکیل‌دهنده پایانه.....
- ۵۳-۴-۲-۱ ماژول ورودی دیجیتال «DI».....
- ۵۴-۴-۲-۳-۱ ماژول ورودی آنالوگ «AI».....
- ۵۵-۴-۲-۴-۱ ماژول خروجی آنالوگ «AO».....
- ۵۵-۴-۲-۵-۱ ماژول خروجی دیجیتال «DO».....
- ۵۶-۴-۲-۶-۱ ماژول واسطه مخابراتی CIU.....
- ۵۶-۴-۲-۷-۱ ماژول اصلی.....
- ۵۶-۴-۲-۸-۱ ماژول PCI.....
- ۵۶-۴-۲-۹-۱ ماژول LTE.....
- ۵۶-۴-۲-۱۰-۱ ماژول AGC.....
- ۵۶-۴-۲-۱۱-۱ مودم.....
- ۵۷-۴-۲-۱۲-۱ منبع تغذیه.....
- ۵۷-۴-۲-۱۳-۱ استفاده از جداول PCL (Process Connection List) در نصب پایانه.....
- ۶۰-۴-۲-۱۴-۱ مدار RTU Test Relay.....
- ۶۱-۴-۳-۱ اجزاء نرم‌افزاری تشکیل‌دهنده پایانه.....
- ۶۱-۴-۳-۱-۱ ماژول نرم‌افزاری (Data Acquisition & Control) DAC.....
- ۶۲-۴-۳-۲-۱ ماژول نرم‌افزاری TSL.....
- ۶۲-۴-۳-۳-۱ ماژول نرم‌افزاری SPV.....
- ۶۲-۴-۳-۴-۱ ماژول نرم‌افزاری «SUC».....
- ۶۲-۴-۳-۵-۱ ماژول نرم‌افزاری «پایگاه داده» «DBT».....
- ۶۲-۴-۳-۶-۱ ماژول نرم‌افزاری نگهبان.....
- ۶۳-۴-۳-۷-۱ هسته «RTMTK».....
- ۶۳-۴-۳-۸-۱ ماژول نرم‌افزاری (Diagnostics).....
- ۶۳-۴-۳-۹-۱ (Software Manager) SMNG Task.....
- ۶۳-۴-۳-۱۰-۱ ماژول نرم‌افزاری CMS, CMM.....
- ۶۳-۴-۳-۱۱-۱ مهندسی اطلاعات در پایانه.....
- ۶۳-۵-۱-۱ تکنیک‌های انتقال و دریافت اطلاعات.....
- ۶۳-۵-۱-۱-۱ آرایش مخابراتی.....
- ۶۴-۵-۱-۱-۱ آرایش نقطه به نقطه.....
- ۶۵-۵-۱-۲-۱ آرایش Party-Line.....
- ۶۶-۵-۲-۱ سیستم‌های ارتباطی و نحوه ارسال اطلاعات.....
- ۶۷-۵-۲-۱ سیستم تلفن عمومی.....
- ۶۷-۵-۲-۲-۱ سیستم‌های مخابراتی رادیویی.....
- ۶۸-۵-۲-۳-۱ شبکه مخابراتی فیبر نوری.....
- ۶۸-۵-۲-۴-۱ سیستم مخابراتی پی. ال. سی (PLC).....
- ۶۹-۵-۲-۵-۱ سیستم شبکه میکروویو.....
- ۷۰-۵-۲-۶-۱ ارتباط ماهواره‌ای.....
- ۷۰-۵-۳-۱ درجه هوشمندی و روش‌های مختلف انتقال اطلاعات از پایانه‌ها به مراکز کنترل.....
- ۷۱-۵-۳-۱ «روش پرسشی» و ارسال کلیه اطلاعات.....
- ۷۱-۵-۳-۲-۱ روش پرسشی و ارسال اطلاعات تغییر یافته.....
- ۷۱-۵-۳-۳-۱ «روش وقفه‌ای».....
- ۷۱-۵-۴-۱ پروتکل‌های ارسال اطلاعات (پروتکل‌های ارتباطی یا پروتکل انتقال داده).....
- ۷۲-۵-۴-۱-۱ تعریف پروتکل.....



|    |   |
|----|---|
| ۷۳ | ۲-۴-۵-۱- روش تبادل داده‌ها                          |
| ۷۴ | ۳-۴-۵-۱- مشخصه‌های درستی داده                       |
| ۷۴ | ۴-۴-۵-۱- فاصله همینگ                                |
| ۷۵ | ۵-۴-۵-۱- کارآیی                                     |
| ۷۵ | ۶-۴-۵-۱- ساختار فریم‌های استاندارد                  |
| ۷۶ | ۷-۴-۵-۱- مقایسه دو پروتکل                           |
| ۷۸ | ۵-۵-۱- طراحی یک مرکز اسکادا                         |
| ۷۸ | ۱-۵-۵-۱- آمادگی ایستگاه جهت نصب سیستم               |
| ۷۸ | ۲-۵-۵-۱- لینک مخابراتی مرکز و پایانه‌ها             |
| ۷۸ | ۳-۵-۵-۱- ظرفیت نقاط پردازش سیستم                    |
| ۸۲ | ۶-۵-۱- نرم‌افزار جمع‌آوری اطلاعات و کنترل           |
| ۸۲ | ۱-۶-۵-۱- کسب اطلاعات و کنترل                        |
| ۸۳ | ۲-۶-۵-۱- مدیریت اطلاعات                             |
| ۸۳ | ۳-۶-۵-۱- کنترل ترکیب تجهیزات مرکز                   |
| ۸۴ | ۴-۶-۵-۱- نرم‌افزارهای مرکز                          |
| ۸۵ | ۵-۶-۵-۱- افزایش ایمنی سیستم                         |
| ۸۶ | ۶-۶-۵-۱- بررسی اقتصادی                              |
| ۸۶ | ۷-۶-۵-۱- برنامه‌ریزی                                |
| ۸۶ | ۸-۶-۵-۱- سیمولاتور آموزشی                           |
| ۸۷ | ۹-۶-۵-۱- سیستم عامل                                 |
| ۸۷ | ۶-۱- ساختار سخت‌افزاری مرکز دیسپاچینگ               |
| ۸۷ | ۱-۶-۱- کامپیوتر و پرینتر                            |
| ۸۸ | ۲-۶-۱- تجهیزات مخابراتی                             |
| ۸۸ | ۳-۶-۱- UPS  |
| ۸۸ | ۴-۶-۱- Distributed Computer Architecture            |
| ۸۸ | ۵-۶-۱- نرم‌افزار مرکز کنترل                         |
| ۸۸ | ۱-۵-۶-۱- مشخصات عمومی نرم‌افزار مرکز کنترل          |
| ۸۹ | ۲-۵-۶-۱- Data Base                                  |
| ۹۰ | ۳-۵-۶-۱- SCADA Functions                            |
| ۹۰ | ۴-۵-۶-۱- Cursor Control                             |
| ۹۰ | ۵-۵-۶-۱- Point Selection                            |
| ۹۱ | ۶-۵-۶-۱- Alarm and Event Processing                 |
| ۹۲ | ۷-۵-۶-۱- Control                                    |
| ۹۲ | ۸-۵-۶-۱- Attribute and Data Entry                   |
| ۹۲ | ۶-۶-۱- Displays                                     |
| ۹۴ | ۷-۶-۱- Graphics Editor                              |
| ۹۴ | ۸-۶-۱- Events and Operations Logging                |
| ۹۵ | ۹-۶-۱- SCADA Application Programs                   |
| ۹۵ | ۱-۹-۶-۱- Calculations                               |
| ۹۵ | ۲-۹-۶-۱- Archiving Historical Data                  |
| ۹۵ | ۳-۹-۶-۱- Report Generation                          |
| ۹۵ | ۴-۹-۶-۱- Programmer Support Facilites               |
| ۹۶ | ۵-۹-۶-۱- System Maintenance and Diagnostic Programs |
| ۹۶ | ۶-۹-۶-۱- Maintainabilits and Availability           |



|    |  |
|----|--|
| ۹۶ | ..... Human-Machine Interface -۷-۹-۶-۱                             |
| ۹۶ | ..... سیستم‌های اسکادا شرکت ABB -۷-۱                               |
| ۹۷ | ..... تاریخچه RTUها در شرکت ABB -۱-۷-۱                             |
| ۹۷ | ..... پایانه دوردست و ارتباط با مراکز کنترل و سایر سیستم‌ها -۲-۷-۱ |

## فصل ۲: سخت‌افزارهای اسکادا ۱۰۱

|     |   |
|-----|---|
| ۱۰۱ | ..... ۱-۲-۱-۱ مقدمه   |
| ۱۰۱ | ..... ۲-۲-۱-۱ سخت‌افزار شرکت ABB  |
| ۱۰۲ | ..... ۳-۲-۱-۱ کاربرد سخت‌افزار در سیستم‌های اسکادا                              |
| ۱۰۳ | ..... ۴-۲-۱-۱ طراحی سخت‌افزار RTU   |
| ۱۰۴ | ..... ۵-۲-۱-۱ مفهوم کلی سیستم RTU   |
| ۱۰۵ | ..... ۶-۲-۱-۱ مقدمه‌ای بر سیستم‌های Rack Mount                                  |
| ۱۰۵ | ..... ۱-۶-۲-۱-۱ رک قابل نصب روی درب تابلو                                       |
| ۱۰۵ | ..... ۱-۶-۲-۱-۱-۱ نصب رک 560SFR02 روی درب تابلو (Swing Frame Mounting 560SFR02) |
| ۱۰۹ | ..... ۲-۶-۲-۱-۱-۱ رک 23ET23   |
| ۱۱۳ | ..... ۳-۶-۲-۱-۱-۱ رک 23ET24   |
| ۱۱۵ | ..... ۴-۶-۲-۱-۱-۱ رک 23TP21   |
| ۱۱۸ | ..... ۵-۶-۲-۱-۱-۱ رک 23TP22   |
| ۱۲۲ | ..... ۶-۶-۲-۱-۱-۱ رک 560CSR01   |
| ۱۲۴ | ..... ۲-۶-۲-۱-۱-۱ رک قابل نصب روی بدنه تابلو (Mounting Plate)                   |
| ۱۲۴ | ..... ۱-۶-۲-۱-۱-۱ رک 560MPR01   |
| ۱۳۱ | ..... ۲-۶-۲-۱-۱-۱ رک 560MPR03   |
| ۱۳۲ | ..... ۳-۶-۲-۱-۱ انواع CMU مورد استفاده در سیستم‌های Rack Mounted                |
| ۱۳۳ | ..... ۱-۶-۲-۱-۱-۱ مشخصات واحد ارتباطی 560CMU02                                  |
| ۱۳۸ | ..... ۲-۶-۲-۱-۱-۱ مشخصات واحد ارتباطی 560CMU04                                  |
| ۱۴۴ | ..... ۳-۶-۲-۱-۱-۱ مشخصات واحد ارتباطی 560CMU05                                  |
| ۱۵۱ | ..... ۴-۶-۲-۱-۱-۱ مشخصات واحد ارتباطی 560SLI01                                  |
| ۱۵۶ | ..... ۵-۶-۲-۱-۱-۱ مشخصات واحد ارتباطی 560SLI02                                  |
| ۱۵۷ | ..... ۶-۶-۲-۱-۱-۱ مشخصات واحد ارتباطی 560ETH01                                  |
| ۱۶۲ | ..... ۷-۶-۲-۱-۱-۱ مشخصات واحد ارتباطی 560ETH02                                  |
| ۱۶۶ | ..... ۴-۶-۲-۱-۱ نکاتی در خصوص باس جانبی سریال SPB (Serial Peripheral Bus)       |
| ۱۶۸ | ..... ۵-۶-۲-۱-۱ انواع مختلف منبع تغذیه (Power Supply)                           |
| ۱۶۹ | ..... ۱-۶-۲-۱-۱-۱ منبع تغذیه 560PSR00   |
| ۱۷۰ | ..... ۲-۶-۲-۱-۱-۱ منبع تغذیه 560PSU01 (R0001/R0002)                             |
| ۱۷۳ | ..... ۳-۶-۲-۱-۱-۱ منبع تغذیه 560PSU02   |
| ۱۷۶ | ..... ۶-۶-۲-۱-۱ واحد ارتباطی باس (Bus Communication Unit)                       |
| ۱۷۷ | ..... ۱-۶-۲-۱-۱-۱ واحد ارتباطی باس (Bus Connection Unit 560BCU01)               |
| ۱۸۱ | ..... ۲-۶-۲-۱-۱-۱ واحد ارتباطی باس (Bus Connection Unit 560BCU02)               |
| ۱۸۴ | ..... ۳-۶-۲-۱-۱-۱ واحد ارتباطی باس (Bus Connection Unit 560BCU03)               |
| ۱۸۷ | ..... ۴-۶-۲-۱-۱-۱ واحد ارتباطی باس (Bus Connection Unit 560BCU04)               |
| ۱۹۰ | ..... ۵-۶-۲-۱-۱-۱ واحد ارتباطی باس (Bus Connection Unit 560BCU05)               |
| ۱۹۲ | ..... ۷-۶-۲-۱-۱ کارت‌های I/O، مودم و...   |
| ۱۹۲ | ..... ۱-۶-۲-۱-۱-۱ کارت دیجیتال ورودی (23BE23)                                   |
| ۱۹۸ | ..... ۲-۶-۲-۱-۱-۱ کارت دیجیتال خروجی (23BA20)                                   |



|     |   |
|-----|---|
| ۲۰۳ | کارت آنالوگورودی (23AE23).....  |
| ۲۱۰ | کارت خروجی آنالوگ (23AA20).....   |
| ۲۱۶ | مودم 23WT25.....  |
| ۲۲۳ | کارت کلاک زمانی (560RTC03).....   |
| ۲۳۹ | انواع رک‌ها.....  |
| ۲۳۹ | رک‌های ارتباطی (Communication Racks).....                                     |
| ۲۴۰ | رک‌های I/O (Input/Output Racks).....  |
| ۲۴۱ | رک‌های ترکیبی (Composite Racks).....  |
| ۲۴۱ | افزودگی در سخت‌افزار (Hardware Redundancy).....                               |
| ۲۴۱ | افزودگی منابع تغذیه (Composite Racks).....                                    |
| ۲۴۲ | افزودگی CMU.....  |
| ۲۴۳ | محدودیت‌های سیستم.....  |
| ۲۴۴ | لایسنس‌های سیستم.....   |
| ۲۴۴ | مثال‌هایی از پیکربندی‌های متفاوت.....   |
| ۲۴۴ | سیستم‌های کوچک با 560MPR01.....   |
| ۲۴۵ | سیستم‌های کوچک با 560CMU02.....   |
| ۲۴۵ | سیستم‌های استاندارد با رک توسعه I/O (I/O Extension).....                      |
| ۲۴۶ | سیستم‌های نمونه با در نظر گرفتن افزودگی (Redundancy).....                     |
| ۲۴۷ | سیستم‌های نمونه به عنوان دروازه مبدل پروتکل (Protocol Converter Gateway)..... |
| ۲۴۷ | ماژول‌های قابل نصب روی ریل (DIN RAIL Mountable Modules).....                  |
| ۲۴۷ | انواع ماژول‌های قابل نصب روی ریل.....   |
| ۲۴۸ | باس I/O (I/O Bus).....  |
| ۲۴۹ | ماژول‌های ارتباطی قابل نصب روی ریل.....                                       |
| ۲۵۰ | واحد ارتباطی 560CMU01.....  |
| ۲۵۱ | مشخصات واحد ارتباطی 560CMG10.....   |
| ۲۵۷ | مشخصات واحد ارتباطی 560CIG10.....   |
| ۲۷۴ | مشخصات واحد ارتباطی 560CMD11.....   |
| ۲۸۵ | منابع تغذیه قابل نصب روی ریل.....   |
| ۲۸۶ | منابع تغذیه 560PSU40 و 560PSU41.....  |
| ۲۸۷ | منبع تغذیه 560PSU10.....  |
| ۲۸۸ | آداپتور 23VG23.....   |
| ۲۸۹ | آداپتور 23VG24.....   |
| ۲۹۰ | منبع تغذیه 23PU63.....  |
| ۲۹۱ | آداپتورهای واسط.....  |
| ۲۹۲ | آداپتور واسط 23AD62.....  |
| ۲۹۲ | آداپتور واسط 23AD63.....  |
| ۲۹۲ | آداپتور واسط 23AD64 (Interface Adaptor 23AD64).....                           |
| ۲۹۳ | آداپتور واسط 23SC60 (Interface Adaptor 23SC60).....                           |
| ۲۹۵ | آداپتور واسط 211ADD52 (Interface Adaptor 211ADD52).....                       |
| ۲۹۵ | محدودیت‌های سیستم.....  |
| ۲۹۶ | ماژول‌های مستقل (Stand Alone Modules).....                                    |
| ۲۹۷ | ماژول‌های بکار رفته در Scalable Housings (Scalable Housings).....             |
| ۲۹۷ | ماژول‌های بکار رفته در housings به طول ثابت (fixed length housing).....       |
| ۲۹۷ | مثال‌هایی از پیکربندی‌های متفاوت.....   |



|     |   |         |
|-----|---|---------|
| ۲۹۷ | سیستم با واحد ارتباطی 560CMU01  | ۱-۷-۷-۲ |
| ۲۹۸ | سیستم با واحد ارتباطی 560CMD11 و 560CMG10   | ۲-۷-۷-۲ |
| ۲۹۸ | سیستم با واحد ارتباطی 560CIG10  | ۳-۷-۷-۲ |
| ۲۹۹ | اتصال ماژول های I/O مستقل   | ۴-۷-۷-۲ |
| ۲۹۹ | اتصال رک های I/O مقیاس بندی شده قابل نصب روی ریل نوع DIN (DIN Rail scalable housing) به رک های RTU560 | ۵-۷-۷-۲ |
| ۳۰۰ | تابلو (Cabinet)   | ۸-۲     |
| ۳۰۰ | تابلو مرتبط با تجهیزات Rack Mount با نام Swing Frame 23SR20   | ۱-۸-۲   |
| ۳۰۰ | طراحی تابلو   | ۱-۱-۸-۲ |
| ۳۰۷ | تابلو مرتبط با تجهیزات قابل نصب روی بدنه تابلو با نام Mounting Assembly 23SC20                        | ۲-۸-۲   |
| ۳۰۸ | تابلو قابل نصب روی دیوار مرتبط با تجهیزات قابل نصب روی ریل با نام Wall Housing 23WG22                 | ۳-۸-۲   |
| ۳۱۰ | پیکربندی های مختلف تابلوها و رک های مربوطه برای پروژه های متفاوت                                      | ۴-۸-۲   |
| ۳۱۰ | پیکربندی استاندارد (RTU560A Standard)   | ۱-۴-۸-۲ |
| ۳۱۲ | پیکربندی فشرده (RTU560C Compact)  | ۲-۴-۸-۲ |
| ۳۱۶ | پیکربندی جدید (RTU560 D New Solution)   | ۳-۴-۸-۲ |
| ۳۱۸ | بازرسی تابلو  | ۵-۸-۲   |
| ۳۱۹ | تابلو باطری شارژر   | ۶-۸-۲   |

### فصل ۳: مشخصات و تنظیمات سیگنال های مانیتورینگ و فرمان در سیستم های SCADA ۲۲۵

|     |  |         |
|-----|--|---------|
| ۳۲۵ | مقدمه  | ۱-۳     |
| ۳۲۵ | فرایند بررسی وضعیت ها  | ۲-۳     |
| ۳۲۶ | توصیف توابع  | ۲-۲-۳   |
| ۳۲۷ | توابع مرتبط با کارت ورودی دیجیتال (Binary Input)   | ۳-۲-۳   |
| ۳۲۷ | گزینه فیلتر دیجیتال (Digital Filter)   | ۱-۳-۲-۳ |
| ۳۲۸ | حذف نوسانات (Oscillation Suppression)  | ۲-۳-۲-۳ |
| ۳۲۹ | وضعیت میانی (Intermediate) و تعریف نشده (Indeterminate) برای سیگنال DPI                      | ۳-۳-۲-۳ |
| ۳۳۰ | تغییر وضعیت سیگنال (Signal Inversion)  | ۴-۳-۲-۳ |
| ۳۳۱ | توابع مرتبط با کارت ورودی آنالوگ (Analog Input)  | ۳-۳     |
| ۳۳۲ | انواع سیگنال های آنالوگ  | ۱-۳-۳   |
| ۳۳۲ | توصیف توزیع توابع در کارت آنالوگ   | ۲-۳-۳   |
| ۳۳۳ | توابع کارت ورودی آنالوگ  | ۳-۳-۳   |
| ۳۳۳ | پارامتر نظارت بر مقدار صفر و تشخیص سوئیچینگ (Zero Value Supervision and Switching Detection) | ۴-۳-۳   |
| ۳۳۵ | پارامتر Smoothing  | ۵-۳-۳   |
| ۳۳۶ | پارامتر Threshold Supervision on Integrator Algorithm  | ۶-۳-۳   |
| ۳۳۷ | فانکشن PDP در CMU  | ۷-۳-۳   |
| ۳۳۷ | انواع سیگنال (Bipolar, Unipolar and Live Zero)   | ۱-۷-۳-۳ |
| ۳۴۰ | پارامتر Conversion Factor  | ۲-۷-۳-۳ |
| ۳۴۱ | پارامتر Threshold Supervision on Absolute Threshold Value                                    | ۳-۷-۳-۳ |
| ۳۴۲ | مقادیر اندازه گیری به صورت دیجیتال   | ۴-۳     |
| ۳۴۴ | فانکشن کارت ورودی باینری برای DMI  | ۱-۴-۳   |
| ۳۴۴ | پارامتر Digital Filter   | ۱-۱-۴-۳ |
| ۳۴۴ | پارامتر Consistency Check  | ۲-۱-۴-۳ |
| ۳۴۴ | پارامتر Signal Inversion   | ۳-۱-۴-۳ |
| ۳۴۵ | سیگنال ITI (Integrated Total Values)   | ۲-۴-۳   |
| ۳۴۷ | سیگنال خروجی دیجیتال   | ۵-۳     |



|     |   |
|-----|---|
| ۳۴۷ | .....۱-۵-۳ سیگنال فرمان خروجی یک نقطه‌ای (SCO)                          |
| ۳۴۸ | .....۲-۵-۳ مدار فرمان خروجی یک نقطه‌ای (SCO) در حالت 1 Pole             |
| ۳۴۹ | .....۳-۵-۳ مدار فرمان خروجی یک نقطه‌ای (SCO) در حالت 2 Pole             |
| ۳۵۰ | .....۴-۵-۳ سیگنال فرمان خروجی دو نقطه‌ای (DCO)                          |
| ۳۵۱ | .....۵-۵-۳ مدار فرمان خروجی دو نقطه‌ای (DCO) در حالت 1 Pole             |
| ۳۵۲ | .....۶-۵-۳ مدار فرمان خروجی دو نقطه‌ای (DCO) در حالت 2 Pole             |
| ۳۵۳ | .....۷-۵-۳ پارامترهای مرتبط با تب PDP در سیگنال DCO                     |
| ۳۵۳ | .....۱-۷-۵-۳ پایان فرمان با سیگنال Response Indication                  |
| ۳۵۴ | .....۲-۷-۵-۳ پایان اجرای فرمان دو مرحله‌ای (Select Before Operate Only) |
| ۳۵۴ | .....۶-۳ اجرای فرمان بدون در نظر گرفتن نظارت (SuperVision)              |
| ۳۵۵ | .....۷-۳ اجرای فرمان با در نظر گرفتن نظارت (SuperVision)                |
| ۳۵۹ | .....۸-۳ محدودیت های کارت های فرمان خروجی                               |
| ۳۶۰ | .....۱-۸-۳ پارامترهای مرتبط با تب PDP در سیگنال RCO                     |
| ۳۶۰ | .....۳-۸-۳ پارامترهای مرتبط با تب PDP در سیگنال ASO                     |

**فصل ۴: ارتباط با RTU از طریق Web-Server ۳۶۳**

|     |  |
|-----|--|
| ۳۶۳ | .....۱-۴ مقدمه   |
| ۳۶۳ | .....۲-۴ توضیحاتی در مورد Webservice   |
| ۳۶۶ | .....۳-۴ پنجره بررسی وضعیت برنامه (System Diagnosis)                         |
| ۳۶۷ | .....۴-۴ پنجره بررسی شبکه (Network Tree)                                     |
| ۳۶۸ | .....۵-۴ پنجره بررسی سخت‌افزار (HardWare Tree)                               |
| ۳۷۴ | .....۶-۴ پنجره اطلاعات آرشیو شده (Archive Information)                       |
| ۳۷۵ | .....۱-۶-۴ آرشیو فرایند (Process Archives)                                   |
| ۳۷۶ | .....۲-۶-۴ آرشیو فایل (File Archives)  |
| ۳۷۷ | .....۳-۶-۴ آرشیو رخدادهای امنیتی (Security Event Archive)                    |
| ۳۷۷ | .....۷-۴ شروع کار با HMI (Integrated HMI)                                    |
| ۳۷۸ | .....۸-۴ پنجره پیکربندی فایل‌ها (Configuration Files)                        |
| ۳۸۰ | .....۹-۴ پنجره فریم ویر (Firmware Files)                                     |
| ۳۸۱ | .....۱۰-۴ پنجره مدیریت (Administration)                                      |
| ۳۸۲ | .....۱-۱۰-۴ پنجره مدیریت حساب کاربری کاربران (Edit User Accounts)            |
| ۳۸۲ | .....۱-۱-۱۰-۴ تب امنیت اطلاعات (Security Policies)                           |
| ۳۸۳ | .....۲-۱-۱۰-۴ تب حساب کاربران (User Accounts)                                |
| ۳۸۴ | .....۳-۱-۱۰-۴ نقش کاربران (User Roles)                                       |
| ۳۸۶ | .....۲-۱۰-۴ پنجره دانلود/آپلود پسوردها (Download / Upload Password Files)    |
| ۳۸۶ | .....۳-۱۰-۴ پنجره فعال‌سازی مد اشکال‌زدایی (Activation of Debugging Options) |
| ۳۸۷ | .....۱۱-۴ پنجره راهنما (Help)  |
| ۳۸۸ | .....۱۲-۴ پنجره Others (Others)  |
| ۳۸۹ | .....۱۳-۴ ساخت اتصال نقطه به نقطه سریال PPP (PPP Installation)               |

**قالب آخر ۳۹۸**

**مراجع ۴۰۰**





## جلد دوم

| ۴۰۱ | فصل ۵: پیاده‌سازی و مانیتورینگ شبکه با نرم‌افزار HMI Editor                     |
|-----|---|
| ۴۰۱ | ۱-۵- مقدمه  |
| ۴۰۲ | ۲-۵- نصب نرم افزار HMI Editor   |
| ۴۰۵ | ۳-۵- شروع کار با نرم‌افزار HMI Editor   |
| ۴۰۷ | ۴-۵- منوی Page  |
| ۴۰۷ | ۵-۵- منوی Insert  |
| ۴۰۷ | ۶-۵- منوی Project   |
| ۴۰۷ | ۱-۶-۵- بخش تنظیمات (Setting)  |
| ۴۰۷ | ۱-۱-۶-۵- تنظیمات تب Application   |
| ۴۰۸ | ۲-۱-۶-۵- تنظیمات تب Colors  |
| ۴۰۸ | ۳-۱-۶-۵- تنظیمات تب Process Archive List  |
| ۴۰۹ | ۴-۱-۶-۵- تنظیمات تب Alarm List  |
| ۴۱۰ | ۲-۶-۵- ورود تصویر به HMI Editor   |
| ۴۱۰ | ۳-۶-۵- ورود فایل صوتی به HMI Editor   |
| ۴۱۱ | ۴-۶-۵- بخش ارتباط بین HMI و RTU File (Configuration file and consistency check) |
| ۴۱۴ | ۷-۵- منوی Option  |
| ۴۱۴ | ۱-۷-۵- بخش صفحه گرافیکی (Grid)  |
| ۴۱۴ | ۲-۷-۵- بخش تنظیمات زبان (Language)  |
| ۴۱۴ | ۸-۵- بخش درباره نرم‌افزار (About)   |
| ۴۱۵ | ۹-۵- توابع عمومی در HMI Editor  |
| ۴۱۵ | ۱-۹-۵- توابع ترسیم  |
| ۴۱۵ | ۲-۹-۵- تغییر سایز و محل المان   |
| ۴۱۵ | ۳-۹-۵- تغییر فونت و سایز متن  |
| ۴۱۶ | ۴-۹-۵- ترسیم خطوط شبکه  |
| ۴۱۶ | ۱۰-۵- کامپوننت‌ها   |
| ۴۱۷ | ۱-۱۰-۵- کامپوننت‌های استاتیک  |
| ۴۱۷ | ۱-۱-۱۰-۵- کامپوننت خط   |
| ۴۱۷ | ۲-۱-۱۰-۵- کامپوننت مستطیل (Rectangle)   |
| ۴۱۸ | ۳-۱-۱۰-۵- کامپوننت بیضی (Ellipse)   |
| ۴۱۸ | ۴-۱-۱۰-۵- کامپوننت چند ضلعی (Polygon)   |
| ۴۱۹ | ۵-۱-۱۰-۵- کامپوننت متن (Label Component)  |
| ۴۱۹ | ۶-۱-۱۰-۵- کامپوننت ورود تصویر و لوگو (Image Component)                          |
| ۴۱۹ | ۲-۱۰-۵- کامپوننت‌های دینامیک  |
| ۴۱۹ | ۱-۲-۱۰-۵- کامپوننت متن دینامیکی (Byte Value Component)                          |
| ۴۲۰ | ۲-۲-۱۰-۵- کامپوننت جمع یکپارچه (Integrated Total)                               |
| ۴۲۰ | ۳-۲-۱۰-۵- کامپوننت فیلد متن (Text Field)  |
| ۴۲۱ | ۴-۲-۱۰-۵- کامپوننت فیلد زمان (System Time)                                      |
| ۴۲۲ | ۵-۲-۱۰-۵- کامپوننت رخدادسیستم (System Event Component)                          |
| ۴۲۳ | ۶-۲-۱۰-۵- کامپوننت رخداد خط (System-Event Line-Component)                       |
| ۴۲۳ | ۳-۱۰-۵- کامپوننت‌های دینامیک همراه با کنترل                                     |
| ۴۲۵ | ۱-۳-۱۰-۵- کامپوننت سیمبل (Symbol Component)                                     |
| ۴۲۵ | ۲-۳-۱۰-۵- کامپوننت تپ ترانسفوماتور (Tap PositionComponent)                      |



|     |   |
|-----|---|
| ۴۲۶ | ..... کامپوننت مقدار نرمال شده (Normalized ValueComponent)            |
| ۴۲۷ | ..... کامپوننت بیت رشته‌ای (Bit StringComponent)                      |
| ۴۲۷ | ..... کامپوننت اعداد اعشاری (Floating PointComponent)                 |
| ۴۲۸ | ..... کامپوننت‌های ارتباطی (Link Components)                          |
| ۴۲۸ | ..... کامپوننت برجسب ارتباطی (Link LabelComponent)                    |
| ۴۲۸ | ..... کامپوننت دکمه ارتباطی (Link ButtonComponent)                    |
| ۴۲۹ | ..... کامپوننت‌های جدول (Table Components)                            |
| ۴۲۹ | ..... کامپوننت تاریخچه وقایع (History Table Component)                |
| ۴۲۹ | ..... کامپوننت آرشیو فرایند (Process Archive List Component)          |
| ۴۳۲ | ..... کامپوننت آلارم‌ها (Alarm List Component)                        |
| ۴۳۴ | ..... کامپوننت‌های کنترل HMI (HMI Control Components)                 |
| ۴۳۴ | ..... کامپوننت کنترل اختیارات (Control Authority Component)           |
| ۴۳۷ | ..... کامپوننت تایید آلارم صوتی (Acknowledge Audible Alarm Component) |
| ۴۳۷ | ..... کامپوننت نمودار (ChartComponents)                               |
| ۴۳۸ | ..... HMI حالت‌های مختلف پنجره HMI                                    |
| ۴۳۸ | ..... HMI حالت ویرایش (HMI Editor Mode)                               |
| ۴۳۹ | ..... حالت ایجاد کامپوننت (Component View Editor)                     |
| ۴۳۹ | ..... ایجاد یک کامپوننت جدید  |
| ۴۴۱ | ..... آپلود برنامه HMI روی Flash                                      |

**فصل ۶: پروتکل‌های کاربردی در سیستم‌های اسکادا**

|     |  |
|-----|--|
| ۴۴۷ | ..... مقدمه‌ای بر پروتکل‌های اسکادا                                    |
| ۴۴۷ | ..... لایه فیزیکی (Physical Layer)                                     |
| ۴۴۸ | ..... لایه پیوند داده‌ها (Data Link)                                   |
| ۴۴۸ | ..... لایه شبکه (Network)  |
| ۴۴۹ | ..... لایه انتقال (Transport)  |
| ۴۴۹ | ..... لایه جلسه (Session)  |
| ۴۴۹ | ..... لایه ارائه یا نمایش (Presentation)                               |
| ۴۴۹ | ..... لایه کاربرد (Application Layer)                                  |
| ۴۵۰ | ..... پروتکل IEC 101   |
| ۴۵۰ | ..... استانداردهای پروتکل IEC 101                                      |
| ۴۵۱ | ..... ساختار پروتکل IEC 101  |
| ۴۵۱ | ..... لایه فیزیکی  |
| ۴۵۱ | ..... لایه پیوند داده (Data Link)                                      |
| ۴۵۲ | ..... لایه شبکه  |
| ۴۵۲ | ..... توضیحات مرتبط با ارسال اطلاعات در IEC 101                        |
| ۴۵۲ | ..... فرمت‌های انتقال داده (Transmission Formats)                      |
| ۴۶۲ | ..... ساختار (Application Data Structure)                              |
| ۴۷۰ | ..... تنظیمات پروتکل IEC101 در نرم‌افزار RTUtil 560                    |
| ۴۷۸ | ..... بخش‌های Type Identification                                      |
| ۴۸۰ | ..... بخش Qualifier, Cause of Transmission                             |
| ۴۸۵ | ..... ساختار آدرس‌دهی (Structured Address Scheme)                      |
| ۴۹۰ | ..... پروتکل IEC104  |
| ۴۹۴ | ..... پنجره‌های مرتبط با پروتکل IEC101 و IEC104 در نرم‌افزار RTUtil560 |
| ۴۹۴ | ..... پیاده‌سازی IEC 60870-5-101/104 در RTU560                         |



- ۴۹۸..... IEC101 SUB پروتکل (AMI) آنالوگ پنجره سیگنال ۲-۴-۶
- ۵۰۰..... IEC101 HOST پروتکل (AMI) آنالوگ پنجره سیگنال ۳-۴-۶
- ۵۰۲..... IEC101 SUB پروتکل DPI برای دیجیتال پنجره سیگنال ۴-۴-۶
- ۵۰۲..... IEC101 HOST پروتکل DPI برای دیجیتال پنجره سیگنال ۵-۴-۶
- ۵۰۴..... HOST در حالت IEC101 پروتکل پارامترهای پروتکل ۶-۴-۶
- ۵۰۵..... Slave در حالت IEC101 پروتکل پارامترهای پروتکل ۱-۶-۴-۶
- ۵۰۶..... IEC104 پروتکل پارامترهای پروتکل ۷-۴-۶
- ۵۰۷..... DNP3 پروتکل ۵-۶-۶
- ۵۰۷..... DNP3 تاریخچه پروتکل ۱-۵-۶
- ۵۰۸..... DNP3 خصوصیات پروتکل ۲-۵-۶
- ۵۰۸..... DNP3 ویژگی‌های پروتکل ۱-۲-۵-۶
- ۵۰۸..... DNP3 معماری پروتکل ۲-۲-۵-۶
- ۵۱۱..... DNP3 لایه‌های پروتکل ۳-۵-۶
- ۵۱۱..... DNP3 در پروتکل (Physical Layer) لایه فیزیکی ۱-۳-۵-۶
- ۵۱۳..... DNP3 در پروتکل (Data Link Layer) لایه پیوند داده ۲-۳-۵-۶
- ۵۱۶..... DNP3 در پروتکل (Pseudo-Transport Layer) لایه شبه انتقال ۳-۳-۵-۶
- ۵۱۷..... DNP3 در پروتکل (Application Layer) لایه کاربرد ۴-۳-۵-۶
- ۵۲۴..... RTUtil560 در نرم‌افزار DNP3 مرتبط با پروتکل ۶-۶-۶
- ۵۲۶..... پروتکل اینداکتیک (INDACTIC) ۷-۶-۶
- ۵۲۶..... INDACTIC تاریخچه پروتکل ۱-۷-۶
- ۵۲۶..... مشخصات کلی پروتکل اینداکتیک ۲-۷-۶
- ۵۲۷..... لایه‌های پروتکل اینداکتیک ۳-۷-۶
- ۵۲۹..... ساختار تلگرام در پروتکل اینداکتیک ۴-۷-۶
- ۵۳۰..... B-Word بلاک ۱-۴-۷-۶
- ۵۳۱..... G-Word بلاک ۲-۴-۷-۶
- ۵۳۳..... D-Word بلاک ۳-۴-۷-۶
- ۵۳۶..... C-Word بلاک ۴-۴-۷-۶
- ۵۳۹..... کد همینگ ۵-۷-۶
- ۵۴۰..... CRC (Cyclic Redundancy Checks) کد افزونگی چرخشی ۶-۷-۶
- ۵۴۲..... RTUtil560 تنظیمات پروتکل اینداکتیک در نرم‌افزار ۷-۷-۶
- ۵۴۲..... RTUtil560 SPI (Single Point Information) مربوط به پروتکل اینداکتیک در نرم‌افزار ۱-۷-۷-۶
- ۵۴۴..... RTUtil560 DPI (Double Point Information) مربوط به پروتکل اینداکتیک در نرم‌افزار ۲-۷-۷-۶
- ۵۴۵..... RTUtil560 AMI (Analog Measured Information) مربوط به پروتکل اینداکتیک در نرم‌افزار ۳-۷-۷-۶
- ۵۵۰..... پروتکل هیتاچی (Hitachi) ۸-۶-۶
- ۵۵۰..... RTUtil560 تنظیمات پروتکل هیتاچی در نرم‌افزار ۱-۸-۶
- ۵۵۱..... RTUtil560 SPI (Single Point Information) مربوط به پروتکل هیتاچی در نرم‌افزار ۱-۱-۸-۶
- ۵۵۲..... RTUtil560 DPI (Double Point Information) مربوط به پروتکل هیتاچی در نرم‌افزار ۲-۱-۸-۶
- ۵۵۳..... RTUtil560 AMI (Analog Measured Information) مربوط به پروتکل هیتاچی در نرم‌افزار ۳-۱-۸-۶
- ۵۵۶..... آنالیز برای پروتکل‌های ارتباطی ۹-۶-۶
- ۵۵۸..... Protocol Test Harness نصب نرم‌افزار ۱-۹-۶
- ۵۶۰..... Protocol Test Harness تست پروتکل Master IEC101 توسط ۲-۹-۶
- ۵۷۶..... (CSV) وارد نمودن سیگنال‌ها از فایل اکسل ۱-۲-۹-۶
- ۵۷۷..... Protocol Test Harness تست پروتکل Master IEC104 توسط ۳-۹-۶
- ۵۷۸..... Protocol Test Harness تست پروتکل DNP3 Master توسط ۴-۹-۶



|     |   |
|-----|---|
| ۵۸۱ | .....Protocol Test Harness تست پروتکل DNP3 Slave توسط |
| ۵۸۲ | .....۱۰-۶ پورت سریال                                  |
| ۵۸۲ | .....۱-۱۰-۶ مقدمه                                     |
| ۵۸۳ | .....RS-232 هدف اصلی استفاده از استاندارد             |
| ۵۸۳ | .....۱-۲-۱۰-۶ انواع تجهیزات ارتباطی شبکه‌ای           |
| ۵۸۴ | .....RS-232 توصیف سخت‌افزاری                          |
| ۵۸۴ | .....RS-232 سطوح ولتاژ در                             |
| ۵۸۴ | .....۲-۳-۱۰-۶ انواع کانکتورها و کابل‌ها               |
| ۵۸۵ | .....RS-232 پین‌های مورد استفاده در                   |
| ۵۹۰ | .....Rs-232 تعریف پایه‌ها                             |
| ۵۹۰ | .....RS-232 کابل‌های Null-Modem در                    |
| ۵۹۲ | .....RS-232 طول کابل و امنیت نویز در                  |
| ۵۹۲ | .....RS-232 توصیف نرم‌افزاری                          |
| ۵۹۲ | .....۱-۴-۱۰-۶ ارتباط سریال و موازی                    |
| ۵۹۳ | .....۲-۴-۱۰-۶ ارسال موازی (Parallel)                  |
| ۵۹۴ | .....۳-۴-۱۰-۶ ارسال سریال                             |
| ۵۹۵ | .....۴-۴-۱۰-۶ جهت و نحوه انتقال اطلاعات               |
| ۵۹۶ | .....۵-۴-۱۰-۶ حالت‌های عملکرد فرستنده و گیرنده        |
| ۵۹۷ | .....۶-۴-۱۰-۶ Baud یا سرعت انتقال داده                |
| ۵۹۷ | .....۷-۴-۱۰-۶ فرمت انتقال دیتای سریال                 |
| ۵۹۸ | .....۸-۴-۱۰-۶ نحوه انتقال دیتای سریال UART            |
| ۵۹۹ | .....۹-۴-۱۰-۶ ارتباط کامل UART با تعریف Handshaking   |
| ۶۰۲ | .....۵-۱۰-۶ معایب پورت سریال RS-232                   |
| ۶۰۲ | .....۶-۱۰-۶ استاندارد RS-423                          |
| ۶۰۲ | .....۷-۱۰-۶ استاندارد RS-422                          |
| ۶۰۵ | .....۸-۱۰-۶ استاندارد RS485                           |

**فصل ۷: نرم‌افزار RTUtil560 و کاربردها**

|     |   |
|-----|---|
| ۶۰۷ | .....۱-۷ مقدمه  |
| ۶۰۷ | .....۲-۷ نصب نرم‌افزار RTUtil560  |
| ۶۱۴ | .....۳-۷ ساختار بندی کلی اطلاعات در نرم‌افزار RTUtil560                 |
| ۶۱۴ | .....۱-۳-۷ درخت شبکه (Network Tree)                                     |
| ۶۱۴ | .....۲-۳-۷ درخت سیگنال (Signal Tree)                                    |
| ۶۱۵ | .....۳-۳-۷ درخت سخت‌افزار (Hardware Tree)                               |
| ۶۱۸ | .....۴-۷ پیاده‌سازی یک پروژه عملی در نرم‌افزار RTUtil560                |
| ۶۲۰ | .....۱-۴-۷ ترسیم درخت شبکه (Network Tree)                               |
| ۶۲۰ | .....۱-۱-۴-۷ عملکرد مهندسی در درخت شبکه                                 |
| ۶۲۳ | .....۲-۴-۷ ترسیم درخت سیگنال (Signal Tree)                              |
| ۶۲۳ | .....۱-۲-۴-۷ عملکرد مهندسی در درخت سیگنال                               |
| ۶۲۷ | .....۳-۴-۷ ترسیم درخت سخت‌افزار (Hardware Tree)                         |
| ۶۲۷ | .....۱-۳-۴-۷ عملکرد مهندسی در درخت سخت‌افزار                            |
| ۶۳۵ | .....۵-۷ بررسی خطای برنامه (Check Consistency)                          |
| ۶۳۶ | .....۱-۵-۷ رفع اخطار Object Name Equal                                  |
| ۶۳۶ | .....۲-۵-۷ رفع اخطار IP-address on Ethernet Interface is not configured |
| ۶۳۸ | .....۳-۵-۷ رفع خطای Node Slave From IEDis not Linked to Hardware Tree   |



- ۶۳۸.....Equal host Number "1" in Master to BSCC and Master to SCC رفع خطای ۴-۵-۷
- ۶۳۹.....No Comboard configured as time administration master رفع خطای ۵-۵-۷
- ۶۴۰..... No time master configured رفع خطای ۶-۵-۷
- ۶۴۱..... I/O Bus رفع خطای ۷-۵-۷
- ۶۴۲..... Protocol Address of ..... equal to رفع خطای ۸-۵-۷
- ۶۵۱..... تنظیمات کارت‌های آنالوگ ۶-۷-۷
- ۶۵۲..... تنظیمات کارت‌های دیجیتال ۷-۷-۷
- ۶۵۳..... تنظیمات خطوط ارتباطی پروتکل‌ها ۸-۷-۷
- ۶۵۶..... مراحل ساخت فایل کانفیگ RTU ۹-۷-۷
- ۶۵۸..... خروجی گرفتن از فایل کانفیگ (Extract RTU-Files) ۱-۹-۷
- ۶۵۸..... خروجی اطلاعات در اکسل (Excel Export) ۲-۹-۷
- ۶۶۳..... ورود اطلاعات از اکسل به نرم‌افزار RTUutil560 ۱۰-۷-۷
- ۶۶۳..... کلیات ورود اطلاعات از اکسل (Excel Import) ۱-۱۰-۷
- ۶۶۴..... تعداد فایل‌های اکسل و صفحات مورد نیاز ۲-۱۰-۷
- ۶۶۵..... مثال اول: پیکربندی شامل CS - RTU - Sub-RTU ۱-۲-۱۰-۷
- ۶۶۵..... مثال دوم: پیکربندی شامل CS - RTU - IED ۲-۲-۱۰-۷
- ۶۶۶..... مثال سوم: پیکربندی شامل CS1 - CS2 - RTU - Sub-RTU - IED's ۳-۲-۱۰-۷
- ۶۶۷..... انواع صفحات موجود در فایل اکسل ۳-۱۰-۷
- ۶۶۷..... نکات کلی در مورد سطرها و ستون‌ها در اکسل ۴-۱۰-۷
- ۶۶۸..... توابع موجود در صفحات اکسل خروجی ۵-۱۰-۷
- ۶۶۸..... منوی آبخاری برای مقادیر از پیش تعریف شده ۱-۵-۱۰-۷
- ۶۶۸..... نظارت بر رنج اعداد وارد شده ۲-۵-۱۰-۷
- ۶۶۸..... راهنمای آنلاین در اکسل ۳-۵-۱۰-۷
- ۶۷۰..... ساختار صفحات اکسل ۶-۱۰-۷
- ۶۷۰..... بلوک‌های کلی صفحات اکسل ۱-۶-۱۰-۷
- ۶۷۰..... بلوک سیگنال‌ها ۲-۶-۱۰-۷
- ۶۷۱..... Process Object Identification بلوک ۳-۶-۱۰-۷
- ۶۷۱..... RTU Hardware Address بلوک ۴-۶-۱۰-۷
- ۶۷۲..... بلوک پارامترهای پروتکل‌ها (Line Address and Host Parameters) ۵-۶-۱۰-۷
- ۶۷۲..... بلوک پارامترهای نقاط اطلاعاتی ۶-۶-۱۰-۷
- ۶۷۳..... ورود اطلاعات از طریق اکسل به نرم‌افزار RTUutil560 ۷-۱۰-۷
- ۶۷۳..... اضافه نمودن سیگنال‌ها در اکسل ۱-۷-۱۰-۷
- ۶۸۷..... جدول خطاها در اکسل ۲-۷-۱۰-۷
- ۶۹۱..... استفاده از RTU در تبدیل پروتکل IEC101 به Indactive ۱۱-۷-۷
- ۷۰۱..... استفاده از RTU در تبدیل پروتکل IEC101 به Hitachi ۱۲-۷-۷
- ۷۰۷..... استفاده از RTU در تبدیل پروتکل IEC101 به DNP3 ۱۳-۷-۷
- ۷۱۴..... کانفیگ RTU با یک Modem ۱۴-۷-۷
- ۷۱۹..... کانفیگ RTU با دو Modem ۱۵-۷-۷
- ۷۲۴..... مشاهده سیگنال‌ها در وب سرور و HMI ۱۶-۷-۷
- ۷۲۵..... اجرای برنامه پست در وب سرور ۱-۱۶-۷
- ۷۳۰..... ایجاد فایل کانفیگ برای مرکز کنترل ۲-۱۶-۷
- ۷۳۵..... اجرای برنامه مرکز کنترل در HMI Editor ۳-۱۶-۷



|     |   |
|-----|---|
| ۷۴۳ | فصل ۸: سایر فانکشن های مهم در                             |
| ۷۴۳ | ۸-۱- مقدمه.....   |
| ۷۴۳ | ۸-۲- تابع پرینت محلی (Local Print).....                   |
| ۷۴۴ | ۸-۲-۱- فرایند دریافت پیامها و بافر کردن.....              |
| ۷۴۵ | ۸-۲-۲- حداکثر مقدار مجاز پارامتر Queue.....               |
| ۷۴۵ | ۸-۲-۳- فرمت پیامها.....                                   |
| ۷۴۶ | ۸-۲-۴- تعریف Local Printer در نرم افزار RTUtil 560.....   |
| ۷۵۱ | ۸-۳-۱- فانکشن آرشیو فرایند (Process Archive).....         |
| ۷۵۱ | ۸-۳-۱- ورود اطلاعات آرشیو شده به Excel.....               |
| ۷۵۴ | ۸-۳-۲- تعریف Process Archive در نرم افزار RTUtil 560..... |
| ۷۵۷ | ۸-۴-۱- فانکشن آرشیو فایل (File Archive).....              |
| ۷۵۸ | ۸-۴-۱- تعریف File Archive در نرم افزار RTUtil 560.....    |
| ۷۶۱ | ۸-۴-۲- تعریف Logic Function در نرم افزار RTUtil 560.....  |
| ۷۶۴ | ۸-۵- ابزار تست COMPROTware.....                           |
| ۷۶۷ | پیوستها   |
| ۷۶۷ | پیوست الف.....  |
| ۷۷۱ | پیوست ب.....  |
| ۸۲۲ | پیوست ج.....  |
| ۸۴۲ | قاب آخر   |
| ۸۴۴ | مراجع   |

# قاب آخر

در این چند قاب و با پایان این مسیر، از مشوقین و کسانی که مرا طی این سال‌ها یاری کردند، قدردانی و سپاسگزاری می‌نمایم.





۱۰۳ وزارت آب و برق  
شرکت سالی برق نظامی

۱۱/۲۰۱۳

۲۸۸۸

برگه گواهی و پرداخت هزینه مأموریت

|               |       |
|---------------|-------|
| وزیر دفتر برق | شماره |
| ۵۵۱۴۳۹        | ۱۵۴۴  |

بیت

نام: حسین بهرمانی سمت: سرپرست عملیات نیروشناسی محل مأموریت: آلمان

شماره حکم: ۷۱۱۱/۱۱۱۱۳/۷-۱ مورخ: ۰۴/۱۰/۱۴

مدت مسافرت: شصت روز روز: تاریخ عزیمت: ۰۴/۱۰/۱۴ تاریخ مراجعت: ۰۴/۱۱/۱۴

ملاحظات: منظور استفاده از بورس آموزشی کشور آلمان - صیقل اجاب و نه جواب دولتی.



# مراجع

- [1] ABB RTU560 Training Documents, [www.abb.com](http://www.abb.com).
- [2] Datasheets, ABB Documents, [www.abb.com](http://www.abb.com).
- [3] ABB RTU560 System Description Documents, [www.abb.com](http://www.abb.com).
- [4] Connections and Settings, ABB Documents, [www.abb.com](http://www.abb.com).
- [5] Host and Sub Protocols , ABB Documents, [www.abb.com](http://www.abb.com).
- [6] RTU560\_RTU211 Catalog, [www.abb.com](http://www.abb.com).
- [7] RTUtil560\_Users\_Guide\_R10.2.
- [8] Gordon Clarke, Deon Reynders and Edwin Wright, “Practical Modern SCADA Protocols: DNP3, 60870.5 and Related Systems”, Elsevier, Copyright © 2004, IDC Technologies.
- [9] [http://whitefiles.org/b1\\_s/1\\_free\\_guides/fg1mt/pgs/h10a.htm](http://whitefiles.org/b1_s/1_free_guides/fg1mt/pgs/h10a.htm).
- [10] [http://www.zytrax.com/tech/layer\\_1/cables/tech\\_rs232.htm](http://www.zytrax.com/tech/layer_1/cables/tech_rs232.htm).
- [11] <http://www.rs-485.com/comspec.html>.
- [12] <http://www.lammertbies.nl/comm/cable/RS-232.html>.
- [13] <http://free-automation.com>.
- [14] [asasmart.com/](http://asasmart.com/).

- [۱۵] درس‌نامه آموزشی نرم‌افزار اسکادا و RTUtil560، حمید رضا معنوی، ۱۳۹۳
- [۱۶] درس‌نامه پروتکل‌های اسکادا در صنعت برق، مولف: مجید قدیمی، ۱۳۹۵.
- [۱۷] درس‌نامه سخت‌افزار اسکادا و طراحی RTU، رسول مراد طلب، ۱۳۹۴.
- [۱۸] جزوه آموزشی سیستم‌های اسکادا در شبکه برق ایران، مسعود رحمانی، ۱۳۹۱.
- [۱۹] پژوهش سیستم‌های اسکادا در شبکه قدرت، طباطبایی، ۱۳۸۳.
- [۲۰] جزوه درسی، پورت‌های ارتباطی اسکادا، مرتضی ظفری.