

سیگنالینگ و خطوط برقی راه آهن

تألیف

عضو هیئت علمی دانشگاه علم و صنعت ایران

حمید بهبهانی

دکتری راه و ترابری دانشگاه علم و صنعت ایران

سید محسن حسینی

کارشناسی ارشد خط و سازه های ریلی دانشگاه علم و صنعت ایران

رضا اسفندیاری مهنی

معاون فنی و زیربنایی اداره کل راه آهن خراسان

ابراهیم هادی زاده رئیسی

دانشجوی دکتری راه و ترابری دانشگاه علم و صنعت ایران

امیر سعادت جو

کارشناس علانم الکتریکی شرکت مهندسی مشاور فرادید

سعید مرادی یاقوتی

عنوان و نام پدیدآور : سیگنالینگ و خطوط برقی راه آهن/تالیف حمید بهبهانی ... [و دیگران].
مشخصات نشر : تهران: آدینه ، ۱۳۹۷.

مشخصات ظاهری : ۴۲۶ ص.: مصور (رنگی)، جدول، نمودار.

شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۸۶۱۰-۶۰-۱ : ۵۰۰۰۰۰ ریال

وضعیت فهرست نویسی : فیپا

یادداشت : تالیف حمید بهبهانی، سیدمحسن حسینی، رضا اسفندیاری مهنی، ابراهیم هادی زاده رئیس، امیر سعادت جو، سعید مرادی یاقوتی.

یادداشت : کتابنامه.

موضوع : راه آهن -- مخابره علایم

موضوع : Railroads -- Signaling

موضوع : مخابرات -- سیستم های سیار -- نوآوری

موضوع : Mobile communication systems -- Technological innovations

موضوع : راه آهن -- تجهیزات برقی

موضوع : Railroads -- Electric equipment

شناسه افزودن : به نی، حمید، ۱۳۱۹ -

رده بندی کنگره : ۶۹۱.۹۷ TF۶۱۵

رده بندی دیویی : ۶۰۱/۱۲۵

شماره کتابشناسی ملی : ۵۸۴۸۹۴

سیگنالینگ و خطوط برقی راه آهن

تالیف: دکتر حمید بهبهانی، دکتر سید محسن حسینی

رضا اسفندیاری مهنی

ابراهیم هادی زاده رئیس، امیر سعادت جو، سعید مرادی یاقوتی

طراح جلد: امیرحسین شوقیان

ناشر: انتشارات آدینه

نوبت چاپ: اول - ۱۳۹۷

تیراژ: ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۵۰۰۰۰ تومان

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۸۶۱۰-۶۰-۱

تلفن مرکز پخش: ۳۳۱۲۶۵۴۱ و ۹۱۲۱۲۶۱۳۷۰

www.AdinehBook.com

هیچ شخص حقیقی یا حقوقی حق استفاده از عنوان کتاب و همچنین چاپ و نشر تمام یا بخشی از

این اثر را به هر صورت اعم از فتوکپی، چاپ کتاب یا جزوه و حتی برداشت به صورت دستنویس ندارد و

متخلفین به موجب بند ۵ از ماده‌ی قانون حمایت از ناشران تحت پیگرد جدی قانونی قرار می گیرند.

درخت تو گر بار دانش بگیرد به زیر آوری چرخ نیلوفری را

پیشگفتار مؤلف

اطمینان از سیر و حرکت منظم و منطقی قطارها در عملیات پیچیده ایستگاهی و بلاک و همچنین ایمنی حمل و نقل ریلی، به ویژه زمانیکه بهره برداری با حداکثر بهره وری نیز مد نظر باشد، بدون بهره گیری از ایستگاه های علائم میسر نمی باشد. نقش تجهیزات علائم الکتریکی حفظ ایمنی، دقت و سرعت در حمل و نقل ریلی است، که در این کتاب در قالب بخش های، شناخت تجهیزات علائمی، نحوه جانمایی تجهیزات علائمی در ایستگاه و بلاک و همچنین روش نگهداری و تعمیر از این تجهیزات آورده شده است. موضوع مهم دیگری که در این کتاب مورد بررسی قرار گرفته است، خطوط برقی راه آهن می باشد. ناگفته نماند که فرآورده های نفتی جزء سوخت های گران قیمت و پایان پذیر هستند و بخش حمل و نقل صرف کننده عمده این سوخت می باشد. به دنبال توسعه اقتصادی و رفاه اجتماعی افزایش تقاضا برای حمل و نقل استتباب پذیر است. همچنین ارائه خدمات حمل و نقل با قیمت بالا باعث افزایش قیمت تمام شده کالاها و خدمات می شود و موانع متعددی در توسعه کشور ایجاد می کند. از سوی دیگر افزایش بهای برآه های نفتی برای پایداری اقتصاد ملی و رشد فرهنگ صرفه جویی در مصرف این فرآورده ها لازم است. لیکن تأثیر منفی این افزایش قیمت ها بر روی قیمت خدمات ترابری و نیز بر روی تورم عمومی بسیار می باشد. در همین راستا، کاهش مصرف سوخت در بخش حمل و نقل و امکان سنجی جایگزینی منبع انرژی اولیه حمل و نقل از سوخت های نفتی به دیگر منابع انرژی ارزان قیمت یا تجدید پذیر مثل گاز، زغال سنگ و هیدروالکتریک برای ارائه خدمات ارزان حمل و نقل و بهینه سازی مصرف انرژی لازم می باشد.

یک راه حل اساسی برای کاهش مصرف سوخت در ترابری زمینی کالا و مسافر رویکرد کلی به ترابری ریلی در همه مسیرهای با ترافیک انبوه و مداوم است. در این صورت یکی از راهکارهای مناسب، استفاده از راه آهن برقی برای جایگزینی منبع انرژی حمل و نقل از فرآورده های نفتی به دیگر منابع انرژی خواهد بود، در این کتاب به طور مفصل به معرفی خطوط برقی راه آهن و نمونه های اجرا شده در دنیا و همچنین تجهیزات مورد نیاز در این زمینه پرداخته شده است.

کتاب حاضر که تالیف آن از سال ۱۳۹۳ آغاز گردیده است به مباحث سیگنالیگ و خطوط برقی راه آهن می پردازد. این کتاب از یک جهت به عنوان مرجع درسی رشته مهندسی راه آهن در مقاطع کارشناسی و کارشناسی ارشد و از جهت دیگر به عنوان راهنمایی برای شرکت ها، موسسات و مهندسان شاغل در صنعت حمل و نقل ریلی تهیه شده است. امید است این مجموعه بتواند در پیشبرد اهداف ملی کشورمان در حوزه حمل و نقل ریلی موثر واقع گردد.

در پایان مولف بر خود لازم می داند از زحمات و تلاش مهندسان آقای یدالله کیانفر، آقای علی اصغر خجسته، آقای امیرحسین کیامنش، در ویراستاری فنی مجموعه، آقای امیر حسین شوقیان در طراحی جلد کتاب، خانم سهیلا صیاد در ویراستاری متون و در نهایت مجموعه مهندسین مشاور فرادید، بابت در اختیار گذاشتن تجربیات و امکانات لازم در امر تهیه این کتاب، قدردانی نماید.

حمید بهبهانی

بهار ۹۷

فهرست مطالب

۱	فصل اول - سیگنالینگ
۳	بخش ۱- مقدمه
۴	بخش ۲- تجهیزات سیگنالینگ
۴	۱-۲- سیگنال
۶	۲-۲- سیستم های سیگنال
۶	۳-۲- چراغ سیگنال
۶	۱-۳-۲- طاق بندی چراغ های سیگنال
۱۴	۲-۳-۲- مشخصات فنی سیگنال
۱۶	۳-۳-۲- لامپهای سیگنال
۱۷	۴-۳-۲- لنزها
۱۹	۵-۳-۲- شرایط عملکرد برمال
۱۹	۶-۳-۲- محل نصب سیگنالها
۲۰	۷-۳-۲- مطالب تکمیلی چراغ های سیگنال
۲۱	بخش ۳- مدار خط (تراک)
۲۲	۱-۳- اصول کار مدار خط
۲۲	۱-۱-۳- سیستم مدار خط باز (Normally Open)
۲۳	۲-۱-۳- سیستم مدار خط بسته (Normally Close)
۲۴	۲-۳- انواع مدار خط
۲۴	۱-۲-۳- مدار خط DC
۲۴	۲-۲-۳- مدار خط AC
۲۵	۳-۲-۳- مدار راه پالسی
۲۵	۴-۲-۳- مدار راه فرکانسی AF
۳۰	بخش ۴- کابینتها و جعبه های توزیع کابل (DB/DC/JB)
۳۲	بخش ۵- ماشین سوزن
۳۳	۱-۵- انواع ماشین سوزن در راه آهن ایران
۳۶	۲-۵- تقسیم بندی سوزن ها در راه آهن با توجه به قوس خط

۳۶	۵-۲-۱- سوزن با ماشین سوزن الکتریکی و هیدرولیکی
۳۷	۵-۳- انواع سوزن به لحاظ انعطاف پذیری
۳۷	۵-۴- وضعیت های سوزن
۳۸	بخش ۶- سیستم کنترل بلاک مبتنی بر محور شمار
۳۸	۶-۱- قابلیت کار با این سیستم
۳۸	۶-۲- ساختمان و اجزای قطعات دستگاه
۳۸	۶-۳- مشخصات آشکارساز حضور قطار در بلاک
۳۹	۶-۳-۱- ساختمان محور شمار
۴۳	۶-۳-۱- ترکیب با سیستم کنترل بلاک
۴۳	۶-۳-۳- نیازهای تکنیکی عمومی
۴۳	۶-۳-۴- نیازهای بهره‌برداری
۴۴	۶-۴- قابلیت کار با سیستم‌های انتقال متداول
۴۴	۶-۵- ایمنی در مقابل اثرات الکتریکی
۴۴	۶-۶- مطابقت با استانداردهای ملی
۴۴	۶-۷- منبع تغذیه سیستم
۴۵	بخش ۷- کابلهای علائم
۴۵	۷-۱- کلیات
۴۵	۷-۲- ساختمان کابل
۴۶	۷-۳- شرایط محیط کاری
۴۶	۷-۴- نیازهای فنی
۴۷	۷-۵- ساختار کابل
۴۸	۷-۶- مراحل تست
۴۸	۷-۷- علامت‌گذاری، بسته‌بندی، حمل و انبارداری کابل
۴۹	۷-۸- اطلاعات فنی
۵۲	بخش ۸- طراحی نقشه شماتیک
۵۳	۸-۱- طراحی نقشه شماتیک در بلاک
۵۳	۸-۱-۱- تراک بندی
۵۳	۸-۱-۲- سیگنال گذاری
۵۶	۸-۱-۳- نامگذاری المان‌ها
۵۶	۸-۱-۴- نامگذاری سیگنال‌ها

۵۷	۵-۱-۸- نامگذاری تراک ها
۵۸	۶-۱-۸- شماره گذاری محور شمارها
۵۸	۲-۸- طراحی نقشه ی شماتیک در داخل خطوط ایستگاه
۵۸	۱-۲-۸- تراک بندی
۵۹	۲-۲-۸- سیگنال گذاری
۶۱	۳-۲-۸- نامگذاری تراک ها
۶۱	۴-۲-۸- نامگذاری سیگنال ها
۶۲	بخش ۹ کانال کنی و Building
۶۵	۱-۹- تعین محل تجمع المان ها
۶۷	۲-۹- نحوه ی توزیع کابل ها در DB/DC ها
۷۰	بخش ۱۰- سیستم کنترول متمرکز سیر و حرکت قطارها (CTC)
۷۱	۱-۱۰- پیکربندی و اجزاء اصلی
۷۱	۱-۱-۱۰- دستگاه کنترول مرکزی CTC
۷۳	۲-۱-۱۰- دستگاه RTU
۷۳	۳-۱-۱۰- پانل فرماندهی
۷۴	۴-۱-۱۰- پانل نمایش در اتاق کنترول مرکزی
۷۵	۲-۱۰- سیستم نرم افزار دستگاه CTC
۷۵	۳-۱۰- تکنیک های مورد نیاز دستگاه CTC
۷۶	۴-۱۰- ابعاد و اندازه دستگاه CTC
۷۶	۵-۱۰- سهولت تعمیرات دستگاه CTC
۷۶	۶-۱۰- منبع تغذیه سیستم دستگاه CTC
۷۷	۷-۱۰- محیط انتقال اطلاعات دستگاه CTC
۷۷	بخش ۱۱- سیستم اینترلاکینگ
۷۷	۱-۱۱- اینترلاکینگ الکترونیکی
۷۹	۱-۱-۱۱- مرور کلی و شرح عملکرد سیستم اینترلاکینگ الکترونیکی
۸۱	۲-۱-۱۱- اتاق اینترلاکینگ
۸۳	۳-۱-۱۱- واحد پردازنده پانل
۸۴	۴-۱-۱۱- مالتی پلکسر پانل
۸۴	۵-۱-۱۱- واحد چند پردازنده خطایابی
۸۵	۶-۱-۱۱- ترمینال تکسین ها

- ۱۱-۲- بررسی سیستمهای افزونگی ۸۶
- ۱۱-۲-۱- تأمین ایمنی به وسیله افزونگی ۸۶
- ۱۱-۲-۲- طرح سیستمهای افزونگی ۸۶
- ۱۱-۲-۳- مدیریت افزونگی ۸۷
- ۱۱-۲-۴- پوشش خطایابی ۸۷
- ۱۱-۲-۵- واگرایی ۸۸
- ۱۱-۲-۶- طرح کامل سیستم افزون دوتایی ۸۸
- ۱۱-۲-۷- قابلیت دسترس پذیری ۸۹
- ۱۱-۲-۸- سیستمهای ایمن در برابر خرابی با قابلیت دسترس پذیری بالا ۹۰
- ۱۱-۲-۹- تاریخچه و گستره مصرف ۹۲
- ۱۱-۲-۱۰- پروژه اینترنتلاینگ اروپایی ۹۴
- ۱۱-۳- ملاحظات ایمنی ۹۵
- ۱۱-۳-۱- ملاحظات احداث وقوع خطای ناایمن ۹۵
- ۱۱-۴- ایمنی در سطح افزار ۹۶
- ۱۱-۴-۱- خرابی حالت مشترک ۹۶
- ۱۱-۴-۲- قابلیت خود تست ۹۷
- ۱۱-۴-۳- ایمنی در نرم افزار ۹۸
- ۱۱-۴-۴- ایمنی در انتقال داده ۱۰۱
- ۱۱-۴-۵- ایمنی در گاههای خروجی ۱۰۲
- ۱۱-۴-۶- قابلیت اطمینان و دسترس پذیری ۱۰۳
- ۱۱-۴-۷- ملاحظات نصب و راه اندازی ۱۰۵
- ۱۱-۴-۸- ملاحظات تعمیر و نگهداری ۱۰۵
- ۱۱-۴-۹- بررسی نحوه توسعه و گسترش عرضی ۱۰۷
- ۱۱-۴-۱۰- انعطاف پذیری در برابر تغییر قوانین علایم الکتریکی و سیر حرکت راه آهن ۱۰۸
- ۱۱-۴-۱۱- مزایا و معایب اینترنتلاینگ الکترونیکی ۱۰۸
- ۱۱-۵- اینترنتلاینگ مکانیکی ۱۱۰
- ۱۱-۵-۱- شرح عملکرد ۱۱۰
- ۱۱-۵-۲- تکنولوژی و الزامات ساخت ۱۱۴
- ۱۱-۵-۳- گستره مصرف، وضعیت موجود و چشم انداز آینده در ایران و جهان ۱۱۹
- ۱۱-۵-۴- مزایا، معایب و محدودیتهای اینترنتلاینگ مکانیکی ۱۲۰
- ۱۱-۶- اینترنتلاینگ رله ای ۱۲۱
- ۱۱-۶-۱- رله ها و نحوه کاربرد آنها در اینترنتلاینگ ۱۲۳

۱۲۳	۱۱-۶-۲- رله N-type (رله بدون نیاز به نظارت).....
۱۲۴	۱۱-۶-۳- رله C-type (رله نیازمند به نظارت ثانوی).....
۱۲۴	۱۱-۷-۷- مبانی، وظایف و مراحل طراحی اینترلاکینگ رله‌ای.....
۱۲۴	۱۱-۷-۱- مبانی طراحی.....
۱۲۵	۱۱-۷-۲- مناطق مسیر.....
۱۲۶	۱۱-۷-۳- جدول قفل.....
۱۲۷	۱۱-۷-۴- جدول انتخاب (کنترل).....
۱۲۸	۱۱-۷-۵- مراحل مسیرگیری.....
۱۳۱	۱۱-۶- انواع متداول اینترلاکینگ رله‌ای.....
۱۳۷	۱۱-۷-۱- گستره مصرف اینترلاکینگ‌های رله‌ای.....
۱۴۰	۱۱-۷-۸- ملاقات اینی در اینترلاکینگ رله‌ای.....
۱۴۴	۱۱-۷-۹- ملاحظات تعمیر و نگهداری در اینترلاکینگ‌های رله‌ای.....
۱۴۶	۱۱-۷-۱۰- قابلیت اتصال در دسترس بودن و MTBF در اینترلاکینگ رله‌ای.....
۱۴۷	۱۱-۷-۱۱- بررسی حوزه وسعه و گسترش عرضی اینترلاکینگ‌های رله‌ای.....
۱۴۸	۱۱-۷-۱۲- انعطاف‌پذیری برای تغییرات قوانین علایم الکتریکی و سیر و حرکت راه‌آهن.....
۱۴۹	۱۱-۷-۱۳- مزایا و معایب اینترلاکینگ رله‌ای.....
۱۵۰	بخش ۱۲- سیستم کنترل اتوماتیک حرکت محلی (ATC).....
۱۵۱	۱۲-۱- وظایف اصلی ATC.....
۱۵۱	۱۲-۲- تعاریف.....
۱۵۳	۱۲-۳- دامنه و کاربرد.....
۱۵۴	۱۲-۴- دستورالعمل و مقررات.....
۱۵۹	۱۲-۵- نیازهای فنی.....
۱۶۰	۱۲-۶- شرایط محیطی عملکرد.....
۱۶۱	۱۲-۷- منبع تغذیه سیستم ATC.....
۱۶۱	۱۲-۸- مقاوم در مقابل میدانهای الکتریکی و مغناطیسی.....
۱۶۱	۱۲-۹- کیفیت قطعات سیستم ATC.....
۱۶۱	۱۲-۱۰- نشان دهنده‌های عملیات ATC.....
۱۶۱	۱۲-۱۱- امکان ثبت عملیات.....
۱۶۲	۱۲-۱۲- دستورالعمل ومقررات بهره برداری از بلاک اتوماتیک سیستم ABS.....
۱۶۲	۱۲-۱۲-۱- قوانین مربوط به مسیرهای راه آهن دو خطه و تک خطه مجهز به سیستم بلاک میانی.....
۱۶۳	۱۲-۱۲-۲- دامنه و کاربرد.....

۱۶۳	۱۲-۳- دستورالعمل و مقررات
۱۶۷	۱۲-۴- نصب واحد ATC Onboard
۱۶۷	۱۲-۵- اجزاء واحد ATC Onboard

فصل دوم - خطوط برقی راه آهن..... ۱۷۳

۱۷۴	بخش ۱- راه آهن برقی
۱۷۴	۱-۱- مقدمه
۱۷۴	۱-۲- تاریخچه
۱۷۶	۲-۱- تعریف راه آهن برقی
۱۷۶	۱-۳- منافع و ویژگی های نامطلوب راه آهن برقی
۱۷۸	۱-۴-۱- مافع
۱۸۱	۲-۴-۱- نافع
۱۸۴	۳-۴-۱- ویژگی های نامطلوب راه آهن برقی
۱۸۶	۵-۱- مروری بر راه آهن های برق رایی در دنیا
۱۸۹	۶-۱- راه آهن برقی اجرا شده در کشور ایران
۱۸۹	۱-۶-۱- راه آهن تبریز- جلفا
۱۹۰	۲-۶-۱- راه آهن تبریز- آذرشهر
۱۹۱	۳-۶-۱- راه آهن صادقیه -کرج- هشتگرد
۱۹۲	۷-۱- راه آهن برقی اجرا شده در سایر کشورها
۱۹۳	۱-۷-۱- راه آهن چین
۱۹۵	۲-۷-۱- راه آهن هند
۱۹۷	۳-۷-۱- راه آهن پاکستان
۱۹۸	۴-۷-۱- راه آهن ترکمنستان
۱۹۸	۵-۷-۱- راه آهن ترکیه
۱۹۹	۶-۷-۱- راه آهن روسیه
۲۰۰	۷-۷-۱- راه آهن اوکراین
۲۰۱	۸-۷-۱- راه آهن بلغارستان
۲۰۱	۹-۷-۱- راه آهن اتریش
۲۰۲	۱۰-۷-۱- راه آهن فرانسه
۲۰۳	۱۱-۷-۱- راه آهن فنلاند
۲۰۴	۸-۱- تعیین پارامترهای تأثیرگذار در برقی کردن

۲۰۴	۱-۸-۱- رژیم بهره‌برداری
۲۰۴	۲-۸-۱- تعیین سطح ولتاژ
۲۰۶	۳-۸-۱- تعیین نوع ناوگان
۲۰۷	۴-۸-۱- تأمین توان
۲۰۷	۹-۱- مطالعات توجیه فنی- اقتصادی راه‌آهن برقی
۲۱۰	۱-۹-۱- مطالعات امکان‌سنجی فنی
۲۱۱	۲-۹-۱- مطالعات امکان‌سنجی اقتصادی
۲۱۱	۱۰-۱- جمع‌بندی
۲۱۲	بخش ۲- مباحث فشار قوی
۲۱۲	۱-۲- مختار شبکه برق‌رسانی فشارقوی
۲۱۴	۲-۲- تولید جریان برای کشت
۲۱۴	۳-۲- توزیع جریان برای کشت
۲۱۶	۴-۲- شبکه تغذیه فشارقوی
۲۱۶	۵-۲- پست‌های راه‌آهن برقی
۲۱۶	۱-۵-۲- پست کشش (Traction Substation)
۲۱۷	۲-۵-۲- پست یک‌سوساز (Sub Station Post)
۲۱۸	۳-۵-۲- پست جداساز (Section Post)
۲۱۸	۴-۵-۲- پست موازی‌ساز (Auto Transformer Station)
۲۱۸	۵-۵-۲- پست اتو ترانسفورماتور
۲۱۹	۶-۵-۲- پست بوستر ترانسفورماتور
۲۱۹	۶-۲- اتصالات
۲۱۹	۱-۶-۲- اتصالات در طرف فشارقوی
۲۲۰	۲-۶-۲- اتصالات در ترانسفورماتورهای اصلی
۲۲۳	۷-۲- سیستم‌های مختلف تغذیه
۲۲۴	۱-۷-۲- سیستم تغذیه ساده
۲۲۵	۲-۷-۲- سیستم تغذیه بوستر ترانسفورماتور
۲۲۸	۳-۷-۲- سیستم تغذیه اتو ترانسفورماتور
۲۳۰	۴-۷-۲- سیستم تغذیه ساده همراه با سیم NF (هادی برگشت)
۲۳۱	۵-۷-۲- مقایسه سطوح ولتاژ ۲۵ کیلوولت و ۵۰ کیلوولت
۲۳۳	۸-۲- امیدانس سیستم تغذیه
۲۳۳	بخش ۳- مباحث فشار ضعیف

۲۳۳	۱-۳- سطوح ولتاژ در راه آهن برقی
۲۳۵	۲-۳- شبکه تغذیه
۲۳۵	۱-۲-۳- شبکه بالاسری انعطاف پذیر
۲۵۰	۲-۲-۳- ریل سوم
۲۵۶	۳-۲-۳- ریل هادی سخت (Rigid Conductor Rail)
۲۵۷	بخش ۴- تعیین سطوح ولتاژ
۲۵۷	۱-۴- مقایسه سطوح ولتاژ در قطارهای شهری
۲۵۷	۲-۴- مقایسه سطوح ولتاژ ۷۵۰ و ۱۵۰۰ ولت جریان مستقیم
۲۵۸	۳-۱- معیارهای انتخاب ولتاژ
۲۵۹	۴-۱- معیارهای انتخاب نوع سیستم تغذیه
۲۶۰	۱-۴-۴- تعداد ایستگاه های کشش مورد نیاز
۲۶۱	۲-۴-۴- تعیین ایستگاه های کشش
۲۶۱	۳-۴-۴- امکان وازی کردن سیستم تغذیه
۲۶۲	۴-۴-۴- میزان انرژی بازگشتی انرژی Regenerative
۲۶۳	۵-۴- مقایسه سطوح ولتاژ و قطار حومه ای
۲۶۴	۶-۴- آلات ناقله قطار حومه ای
۲۶۵	۷-۴- زیرسازی و روسازی خط قطار حومه ای
۲۶۶	۸-۴- تونل در قطار حومه ای
۲۶۷	۹-۴- گاباری
۲۶۹	۱-۹-۴- اصلاح گاباری تونل ها
۲۷۱	۱۰-۴- پست کشش
۲۷۳	۱-۱۰-۴- محل قرارگیری پست های کشش
۲۷۴	۲-۱۰-۴- ظرفیت پست های کشش
۲۷۵	۳-۱۰-۴- شبیه سازی پست های کشش
۲۷۷	۱۱-۴- اثرات هارمونیک و الکترومغناطیسی شبکه بالاسری
۲۷۸	۱۲-۴- حفاظت در برابر جریان سرگردان سطح ولتاژ DC
۲۷۹	۱۳-۴- هزینه بهره برداری
۲۸۰	۱۴-۴- مقایسه سطوح ولتاژ در قطارهای برون شهری در مسیرهای طولانی
۲۸۰	۱۵-۴- جمع بندی
۲۸۱	بخش ۵- اسکادا (SCADA)
۲۸۱	۱-۵- مقدمه

۲۸۲	۲-۵- دیسپاچینگ و اهداف آن
۲۸۳	۳-۵- اجزای سیستم اسکادا
۲۸۴	۳-۵-۱- تجهیزات فیلد (ایستگاه)
۲۸۴	۳-۵-۲- پایانه راه دور
۲۸۶	۳-۵-۳- سیستم‌های مخابراتی
۲۹۶	۵-۴- اتاق کنترل مرکزی در مرکز کنترل
۲۹۷	۵-۵- مانیتورینگ
۲۹۷	۵-۶- کاربری سیستم اسکادا
۲۹۸	۵-۷- طرح ایمنی سیستم اسکادا
۲۹۸	۵-۸- عدم تعادل بار در راه‌آهن برقی
۲۹۸	۵-۸-۱- بررسی عدم تعادل
۳۰۰	۵-۸-۲- روش‌های بران‌سازی عدم تعادل
۳۰۳	بخش ۶- ماشین‌آلات راه‌آهن برقی
۳۰۳	۶-۱- مقدمه
۳۰۴	۶-۲- ماشین‌های حفاری فونداسیون
۳۰۴	۶-۳- ماشین نصب دکل
۳۰۴	۶-۴- ماشین نصب یا باز کردن سیم‌های سیم‌بالاسری
۳۰۵	۶-۵- ماشین‌های سبدهار
۳۰۶	۶-۶- نردبان ریلی
۳۰۷	۶-۷- ماشین اندازه‌گیری پارامترهای شبکه بالاسری
۳۰۸	بخش ۷- لکوموتیوهای برقی
۳۰۸	۷-۱- مقدمه
۳۰۹	۷-۲- موتورهای تراکشن
۳۰۹	۷-۲-۱- موتور جریان متناوب تک فاز
۳۱۰	۷-۲-۲- موتور جریان مخلوط
۳۱۰	۷-۲-۳- موتور جریان متناوب سه فاز
۳۱۱	۷-۳- انواع نیروی محرکه
۳۱۱	۷-۳-۱- نیروی محرکه‌ی موتور با تعلیق از دماغه
۳۱۲	۷-۳-۲- تراکشن با تعلیق دماغه‌ای و ضربه‌گیرهای پلاستیکی
۳۱۲	۷-۳-۳- تراکشن با فنر حلقوی مخروط پلاستیکی
۳۱۲	۷-۳-۴- نیروی محرکه‌ی فنری حلقه پلاستیک-گاردان

۳۱۲.....	۴-۷- سیستم انتقال توان در لکوموتیو برقی
۳۱۳.....	۱-۴-۷- لکوموتیو برقی DC-DC
۳۱۴.....	۲-۴-۷- لکوموتیو برقی DC-AC
۳۱۴.....	۳-۴-۷- لکوموتیو برقی AC-DC
۳۱۴.....	۴-۴-۷- لکوموتیو برقی AC-DC-AC
۳۱۵.....	۵-۷- ترانسفورماتور اصلی
۳۱۵.....	۶-۷- یکسوکننده‌ها
۳۱۶.....	۱-۶-۷- یکسوکننده‌های کنترل‌شده
۳۱۷.....	۷-۷- فیلترها
۳۱۷.....	۸-۷- سیستم کنترل قدرت
۳۱۹.....	۹-۷- تک‌محور و دو محور برق سه فاز
۳۱۹.....	۹-۷- تنظیم گر مربعی
۳۲۰.....	۲-۹-۷- مبدأ پارسی
۳۲۰.....	۱۰-۷- ترمزهای الکتریکی
۳۲۰.....	۱-۱۰-۷- ترمزهای ساومنی
۳۲۰.....	۲-۱۰-۷- ترمز باز یاب (برگشت)
۳۲۱.....	۱۱-۷- تأسیسات خنک‌کننده
۳۲۲.....	۱۲-۷- فضای دستگاه‌ها
۳۲۴.....	۱۳-۷- معیار انتخاب لکوموتیو
۳۲۴.....	۱-۱۳-۷- شیب و فراز مسیر
۳۲۵.....	۲-۱۳-۷- قوس مسیر
۳۲۵.....	۳-۱۳-۷- عرض خط
۳۲۵.....	۴-۱۳-۷- گاباری
۳۲۶.....	۵-۱۳-۷- تناژ
۳۲۶.....	۶-۱۳-۷- جهت اصلی بار
۳۲۶.....	۷-۱۳-۷- سرعت
۳۲۸.....	۸-۱۳-۷- طول خطوط ایستگاه‌ها
۳۲۸.....	۹-۱۳-۷- بار محوری
۳۲۸.....	۱۰-۱۳-۷- نیروی کشش قلاب‌ها
۳۲۸.....	۱۱-۱۳-۷- سطح ولتاژ سیستم برق‌رسانی

فصل سوم - نگهداری و تعمیر تجهیزات علائم الکتریکی راه آهن..... ۳۳۰

۳۳۲	بخش ۱- مقدمه
۳۳۲	بخش ۲- نگهداری و تعمیرات چیست؟
۳۳۳	بخش ۳- انواع نگهداری و تعمیرات
۳۳۳	۱-۳- نگهداری و تعمیرات مبتنی بر خرابی
۳۳۳	۲-۳- نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه
۳۳۳	۳-۲-۱- اهداف
۳۳۴	۳-۲-۲- شاخصه های تعمیرات سنتی
۳۳۴	۳-۲-۳- نقاط ضعف و قوت نگرش سنتی
۳۳۵	۳-۲-۳-۱- شاخصه های نگرش سیستمی (نظام مند) به تعمیرات:
۳۳۶	۳-۲-۳-۲- نگهداری و تعمیرات مبتنی بر وضعیت تجهیزات
۳۳۶	۳-۲-۳-۱- استانداردها
۳۳۷	۳-۲-۳-۳- اهداف
۳۳۸	۳-۳-۳- تفاوت CBM و CM
۳۳۹	۴-۳-۳- منحنی P-F
۳۴۰	۵-۳-۳- تعریف پایش وضعیت و Condition Monitoring
۳۴۰	۶-۳-۳- فهرست تکنیکهای پرکاربرد برای اوقات وضعیت
۳۴۱	۷-۳-۳- مراحل چهارگانه طراحی و استقرار سیستم CBM
۳۴۱	۸-۳-۳- مزایا و معایب CBM
۳۴۲	۴-۳- نگهداری و تعمیرات مبتنی بر قابلیت اطمینان RCM
۳۴۲	۱-۴-۳- مقدمه
۳۴۴	۲-۴-۳- روش عملی FMECA
۳۴۸	۳-۴-۳- ملاحظات کلی و فرضیات مطالعه برای روش RCM
۳۴۹	۴-۴-۳- هزینه نگهداری و تعمیرات
۳۴۹	۵-۴-۳- هزینه مستقیم کار نگهداری و تعمیرات
۳۵۰	۶-۴-۳- هزینه غیر مستقیم نگهداری و تعمیرات
۳۵۰	۵-۳- نگهداری و تعمیرات بهره ورفراگیر (TPM)
۳۵۰	۱-۵-۳- مقدمه
۳۵۱	۲-۵-۳- چرا TPM ؟
۳۵۱	۳-۵-۳- شباهتها و تفاوتهای TPM و TQM
۳۵۲	۴-۵-۳- انواع روشهای نگهداری و تعمیرات
۳۵۳	۵-۵-۳- تاریخچه TPM
۳۵۴	۶-۵-۳- اهداف TPM

۳۵۶	۳-۵-۷- مراحل اجرای TPM در یک سازمان
۳۵۸	۳-۵-۸- ساختار سازمانی برای پیاده سازی TPM
۳۵۹	۳-۵-۹- ارکان اصلی TPM
۳۷۰	۳-۵-۱۰- نتیجه گیری
۳۷۰	بخش ۴- نگهداری و تعمیر در اداره ی علائم و سیگنالینگ راه آهن
۳۷۰	۴-۱- نگهداری و تعمیر مربوط به سوزن ها
۳۷۳	۴-۱-۱- مهمترین عملیات مربوط به نگهداری سوزن ها
۳۷۷	۴-۱-۲- نگهداری و تعمیر مربوط به تراک ها
۳۸۰	۴-۲- عملیات نگهداری تراک ها
۳۸۲	۴-۳- نگهداری و تعمیر مربوط به سیگنال ها (چراغ ها)
۳۸۴	۴-۳-۱- عملیات نگهداری سیگنال ها
۳۸۷	۴-۴- نگهداری و تعمیر مربوط به محور شمار
۳۸۸	۴-۴-۱- عملیات نگهداری محور شمار
۳۸۹	۴-۵- نگهداری و تعمیر مربوط به باکسها
۳۹۱	۴-۵-۱- عملیات نگهداری باکس ها
۳۹۲	۴-۶- عملیات مربوط به هیتر
۳۹۳	۴-۷- عملیات مربوط به ماگنت
۳۹۳	۴-۸- عملیات متفرقه در هنگام خرابی دابل
۳۹۴	۴-۹- سایر موارد نگهداری به شرح ذیل
۳۹۸	۴-۱۰- اهم خرابی های علایمی راه آهن
۳۹۹	مراجع