به نام خدا

شبکه برق مترو به همراه حفاظت

مولف :

امیر سام مرادی

انتشارات ارسطو

(چاپ و نشر ایران)

۱۴۰۱

سرشناسه : مرادی، امیر سام، ۱۳۷۲-
عنوان و نام پدیدآور : شبکه برق مترو به همراه حفاظت/ مولف امیر سام مرادی.
مشخصات نشر : ارسطو (سامانه اطلاع رسانی چاپ و نشر ایران) ، ۱۴۰۱.
مشخصات ظاهری : ۹۹ص.
شابک : ۰-۹۰۴-۴۳۲-۶۰۰-۹۷۸ : ۴۰۰۰۰۰ ریال
وضعیت فهرست نویسی : فیپا
یادداشت : کتابنامه: ص ۹۹.
موضوع : شبکه برق مترو -- حفاظت
رده بندی کنگره : KMH۴۴۱۲
رده بندی دیویی : ۳۶۴/۱۴۲۰۹۵۳
شماره کتابشناسی ملی : ۸۷۸۲۷۹۴
اطلاعات رکورد کتابشناسی : فیپا

نام کتاب : شبکه برق مترو به همراه حفاظت
مولف : امیر سام مرادی
ناشر : ارسطو (سامانه اطلاع رسانی چاپ و نشر ایران)
صفحه آرایی، تنظیم و طرح جلد : پروانه مهاجر
تیراژ : ۱۰۰۰ جلد
نوبت چاپ : اول - ۱۴۰۱
چاپ : مدیران
قیمت : ۴۰۰۰۰ تومان
فروش نسخه الکترونیکی - کتاب‌رسان :
https://chaponashr.ir/ketabresan
شابک : ۰-۹۰۴-۴۳۲-۶۰۰-۹۷۸
تلفن مرکز پخش : ۰۹۱۲۰۲۳۹۲۵۵
www. chaponashr. ir

انتشارات ارسطو
چاپ و نشر ایران
Chaponashr.ir

تقدیر و تشکر

سپاس خداوند را که پروردگار جهانیان و شایسته‌ی تقدیر و تشکر است. چرا که آدمی هر چه دارد به واسطه‌ی فضل و رحمت اوست. پس از حمد و ثنای پروردگار، سپاس و تشکر مخصوص کسانی است که خود چون شمعی در راه پرفراز و نشیب زندگی انسانی سوخته اند تا شعله ها یشان نوری گردد که بشریت به واسطه آن نور جهت متعالی زیستن را بیابند و بدان سوی ره پویند.

صمیمانه‌ترین مراتب سپاس خود را نثار استاد ارجمندم جناب آقای مهندس شعبانی می‌نمایم که با مناعت طبع و صبر و حوصله، راهنمایی این کار را به عهده گرفتند و برایشان آرزوی توفیق روز افزون دارم.

این مجموعه را با کمال تشکر و افتخار تقدیم میکنم به بزرگترین و ارزشمندترین آموزگاران زندگی ام "پدر و مادر عزیزم" که همواره برایم تکیه گاهی امن و مطمئن می‌باشند.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

پیشگفتار ۹

مقدمه ۱۱

تاریخچه مترو ۱۳

تاریخچه تحول قطارها ۱۵

طولانی ترین مترو در جهان ۱۶

پیچیده و پر ازدحام ۱۷

پر ایستگاه ترین مترو جهان ۱۷

روش های برق رسانی به مترو ۱۹

آماده سازی توان الکتریکی برای مترو: ۲۲

بخش های مختلف شبکه برق بالاسری : ۲۳

بلوک دیاگرام انرژی کششی مترو ۲۶

بلوک دیاگرام برق فشار ضعیف مورد نیاز تجهیزات مترو ۲۷

پست های یکسو ساز Rectifier Substation (RS) ۲۸

کلید های 20KV ۳۰

سکسیونرها ۳۰

بریکرها ۳۰

بررسی نقشه تک خطی 20KV پست RS ۳۱

مانور کلید های 20 kv ۳۵

قطع و وصل سکسیونر ها ۳۶

قطع و زمین کردن سکسیونر درحالت LOCAL ۳۸
قطع وصل تابلو های F1 ، F2 (ترانسفور ماتورهای ولتاژ PT) ۴۰
قطع و زمین کردن کلید PT ۴۱
از زمین خارج کردن و وصل کلید PT ۴۱
قطع و وصل کلید کوپلینگ ۴۱
قطع و وصل فیدر ترانس ۴۶
ترانسفورماتور رکتیفایر ۴۸
یکسو ساز قدرت power Rectifier ۵۰
کلید های 750VDC ۵۱
کلید های LFCB (LINE feeder circuit breaker) ۵۱
چراغ سیگنالها و آلارمهای موجودروی تابلو *LFCB* ۵۲
بیرون کشیدن ترولی LFCB (Trolley) ۵۳
جاز زدن ترولی LFCB ۵۳
سکسیونر MRID(Motorized Remote IsoIator Disconnector): ۵۵
سکسیونر ND (Negative Disconnector) : ۵۵
کنتاکتور PCC (Protection coupon contactor): ۵۵
تابلو RIC (Remote Isolating Contactor) ۵۸
تابلو APP(Auxiliary Power Panal) ۶۱
تابلو PTU (Remote Terminal Unit) ۶۱
تابلو CAP (Control & Annonciation Panel) ۶۲
تابلو NPMPD (Negative Potential Monitoring & Protection Device) ۶۴
فالت BLOCKING ۶۶

دستورالعمل ری ستکردن کلید LFCB ۶۶
فالت Grounding ۶۷
دستورالعمل ری ست کردن رله اتصال زمین ۶۷
فالت Return Current ۶۸
دستورالعمل ری ست کردن رله جریان برگشتی ۶۸
فالت تریپ مستقیم (LFCB Direct Tripping) ۶۹
دستوالعمل ری ست کردن فالت تریپ مستقیم ۶۹
پست های نیرو و روشنایی Lighting & Power Substation (LPS)..... ۷۰
بررسی نقشه تک خطی پست LPS ۷۲
پست های نیرو و روشنایی ۷۴
ترانسفور ماتور ۷۵
کلید های 400VAC ۷۵
کلید های اصلی نوع ME ۷۵
اینترلاک در کلید های اصلی 400VAC ۷۸
کلید های نوع H ۸۰
کلید سلکتوری جهت قطع و وصل کلید ۸۱
کلید سلکتوری تعیین وضعیت کلید ۸۲
تابلو رکتیفایرشارژر RC ۸۳
تابلو DDPوAPP ۸۳
دستو العمل در هنگام فالت برروی کلید های 400V در پست های LPS..... ۸۳
تریپ یکی از کلید های 400V در اثر اتصال کوتاه (short circuit) ۸۳
تریپ یکی از کلید های 400v در اثر اضافه بار (Over Load) ۸۴

قطع یکی ازکلید های 400v اصلی در اثر Under Voltage و قطع برق 20KV
یک پست LPS ۸۴
انتخاب نوع و مشخصات ترانسفورماتورهای پست متروی تهران ۸۴
پانتوگراف (Pantograph) چیست؟ ۸۸
ریل سوم (Third Rail) چیست؟ ۸۹
سامانه سیگنالینگ ۸۹
علائم (Signaling) چیست؟ ۹۰
گاباری (Clearavce Envelope) چیست؟ ۹۳
جریان‌های سرگردان (Sttray Current) چیست؟ ۹۴
اصول و محاسبات طراحی روشنایی ایستگاه های مترو ۹۴
سامانه تاسیسات ۹۶
سامانه تهویه ۹۶
پایانه و تعمیرگاه ها ۹۷
منابع و مآخذ ۹۹

پیشگفتار

مترو سیستمی است که برای جابجایی حجم انبوه‌تری از مسافر مورد استفاده قرار می‌گیرد و طبق استانداردهای بین‌المللی، ظرفیت این نوع سیستم، ۱۲۰۰۰ تا ۴۰۰۰۰ نفر مسافر در ساعت می‌باشد. این سیستم بصورت کاملاً حفاظت شده و در بافت درون شهری عموماً زیرزمینی و در حومه بصورت هم سطح با تعداد حداقل ۵ واگن به جابجایی مسافر می‌پردازد. این سیستم خود کشش برقی از طریق ریل سوم یا شبکه بالاسری تغذیه می‌گردد.

مزایای استفاده از راه آهن برقی نسبت به دیزلی باعث شده است که تمام کشور های توسعه یافته و درحال توسعه تلاش روز افزونی برای بهره مندی بیشتر از این سیستم اغاز کنند.در کشور عزیز ما نیز بحث راه آاهن برقی از سالها قبل مطرح بوده است و در سالها ی قبل از پیروزی انقلاب اسلامی فقط یک محور راه آاهن برقی در مسیر تبریز – جلفا احداث و به بهره برداری رسیده است .

در سالهی پس از انقلاب با وجود تمام مشکلات، با تلاش مسئولین و شرکت راه آهن برقی تهران و حومه سر انجام در سال ۱۳۷۷ دومین محور راه آهن برقی کشور در مسیر

تهران – کرج به بهره برداری رسید .نحوهء تغذیه و کنترل شبکه برق رسانی از اساسی ترین موضوعات قابل بحث در این زمینه می باشد .

در این مبحث ما با پست های برق مترو تهران – کرج،آشنا شده و قسمت های مختلف آن را بررسی کرده و از اساس کار این سیستم اگاه خواهیم شد.باید شبکه برق طوری طرح ریزی شود که از یک پایداری و ثبات قابل قبول و تا حد امکان مطمئنی برخوردار باشد. امروزه قطع شدن برق برای مدت کوتاهی باعث مختلف شدن زندگی فردی و قطع شدن برق کارخانه های صنعتی و مصرف کننده های بزرگ، موسسه های علمی و پژوهشی بمدت نسبتاً طولانی موجب زیان های جبران ناپذیر می‌شود. لذا قطع شدن و یا قطع کردن دستگاهها و تجهیزات الکتریکی معیوب از شبکه لازم است ولی کافی نیست بلکه باید تدابیری بکار برده شود که برق مصرف کننده ای که در اثر بوجود آمدن عیب فنی از شبکه قطع شده است، در کوتاهترین مدت ممکنه تامین گردد.انتقال برق، وقفه را دستگاهها و وسائل حفاظتی تامین می‌کند که ما به آنها رله‌های حفاظتی و یا رله می‌گوئیم.

مقدمه

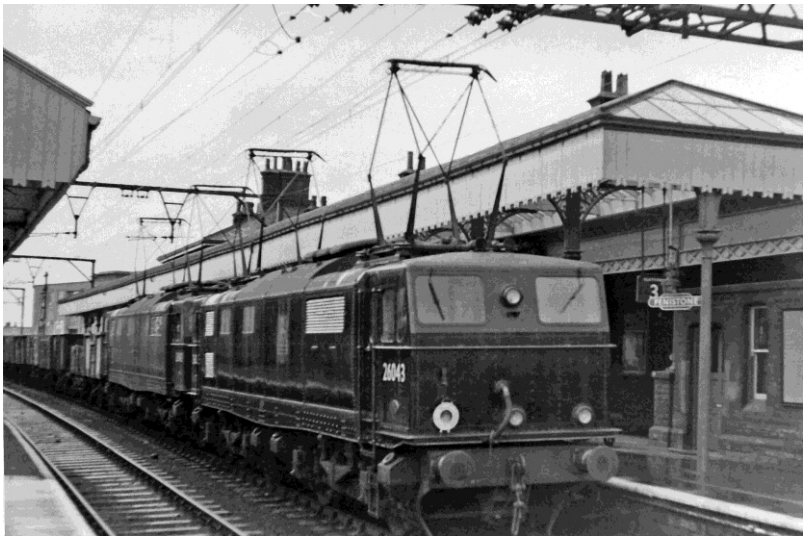
در هر پست تراکشن توسط دو ترانس و دستگاه یکسو کننده ی برق پس از یکسو شدن به ولتاژ۷۵۰ ولت DC برای استفاده ی قطار استفاده می شود و توسط کابل هایی که از داخل داکت عبور داده می شود برای تأمین برق سیستم شبکه تغذیه استفاده می شود .

ولتاژ۲۰کیلوولت از پست های فشار قوی از طریق کابل وارد کلیدهای ۲۰ کیلو ولت شده و سپس وارد ترانس های خشک می شود . ولتاژ خروجی ترانس ها ۵۹۲ ولت AC می باشد که این ولتاژاز طریق کابل وارد رکتی فایر های قدرت شده و در رکتی فایر تبدیل به ولتاژ ۷۵۰ ولت DC می گردد و از طریق کلیدهای ۷۵۰ ولت DC منتقل می گردد .

رکتی فایرهای قدرت از پل دیودی سه فاز که به صورت موازی بسته شده اند تشکیل شده که خروجی آن موج تقریباً صاف با ۱۲ پالس در یک پریود می باشد . پست های LPS جهت تأمین برق روشنایی ایستگاه ها و مصارف تهویه آسانسورها ، پله برقی ها طراحی و نصب شده اند . ورودی پست LPS برق ۲۰ کیلو ولت بوده و خروجی آن برق سه فاز ۴۰۰ ولت AC می باشد که توسط کلیدهای فرعی برای مصرف کننده توزیع می شود .

هر ایستگاه دارای دو پست LPS و تابلو APP و تابلو RTU و تابلو NPMPD می باشد.

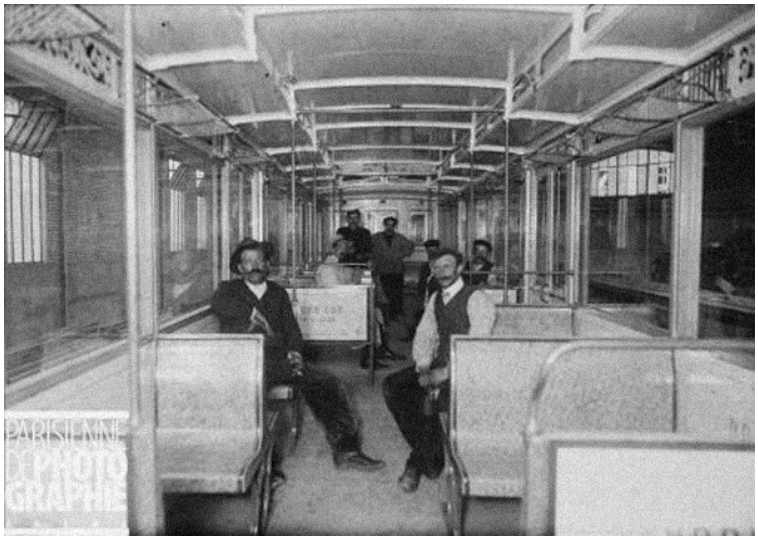
تاریخچه مترو



آغاز به کار قطارها به سدهٔ ۱۵۰۰ میلادی باز می‌گردد در ابتدا ریل قطار از جنس چوب ساخته و واگن‌ها توسط اسبان پر قدرت کشیده می‌شد. قطار بخار در اوایل سده ۱۸۰۰ اختراع گردید.

هنگامی که ریچارد ترویتیک برای اولین بار لوکوموتیو مجهز به موتور بخار خود را روی ریل‌های فولادی به حرکت درآورد عصر قطارهای امروزی آغاز گردید. این اقدام در سال ۱۸۰۴ میلادی و در ولز جنوبی انجام شد اما کسی که در تبدیل قطار به وسیله بسیار مهم حمل و نقل عمومی نقش مهمی ایفا کرد جورج استفنسون انگلیسی بود وی یک

قطار تقریباً بزرگ ساخت و برای مسافران درون آن قطار خود را به لوکوموتیوی با موتور بخار مجهز کرد. امروزه هر چند هنوز هم قطارهای بخار در گوشه و کنار جهان دیده می‌شوند اما دیگر دوران آنها به پایان رسیده است. لوکوموتیوهای برقی و یا دیزلی جدید به سوخت و نگهداری کمتری نیاز دارند. قطارها به ویژه در حمل بارهای سنگین و نیز جا به جایی مسافران در مراکز شهرها دارای اهمیت زیادی هستند. اولین قطاری که وارد ایران شد ماشین دودی نامیده می‌شد و از تهران به شهر ری رفت و آمد می‌کرد. تمامی مسیر حرکت قطارها از درون اطاق کنترل تحت نظر قرار دارند. مسئول کنترل، علامت‌ها و چراغ‌های مختلف را برای اطمینان از باز بودن تمام خطها کنترل می‌کند. لوکوموتیوران قطار هم با استفاده از چراغ‌ها و درجه‌های مقابل خود با اطاق کنترل ارتباط مستقیم دارد تا از باز بودن مسیر اطمینان حاصل کند.



تاریخچه تحول قطارها

۱۷۶۵:استاندارد عرض خطوط راه اهن ۱۴۳۵ میلی متر تعیین شد. ۱۸۰۴: اولین لوکوموتیو فعال توسط تروتیک. ۱۸۱۴: آغاز به کار لوکوموتیو استفنسون در یک معدن. ۱۸۲۵: افتتاح اولین مسیر منظم قطار بین استاکتون و دارلینگتون. ۱۸۳۰: اولین مرکز ارایه خدمات منظم به مسافران میان منچشتر و لیور پول. ۱۸۳۰: اولین قطار آمریکا در کارولینای جنوبی اغاز به کار کرد. ۱۸۵۹: ساخت اولین کوپهٔ خواب (آمریکا). ۱۸۶۳: ساخت اولین رستوران داخل قطار (آمریکا). ۱۸۶۳: راه اندازی اولین قطار زیر زمینی (مترو) در لندن. ۱۸۶۹: احداث خطوط راه اهن در سراسر آمریکا پایان یافت. ۱۸۷۹: ساخت اولین قطار برقی (آلمان). ۱۸۸۵: تکمیل خطوط راه اهن کانادا. ۱۹۲۵: ساخت اولین لوکوموتیو دیزل الکتیریک (کانادا).

متروهای اولیه به شکل امروزی نبودند و کاربرد متروهای امروزی را نداشتند. اولین خطوط حمل و نقل زیرزمینی در معادن به کار می‌رفتند. روی این خطوط، واگن‌های روباز چرخداری قرار داشتند که ابتدا با نیروی بدنی انسان و بعدها به کمک اسب حرکت