



دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان نامه کارشناسی

گرایش: قدرت

عنوان:

بررسی کیفیت توان در شبکه های راه آهن برقی و بهبود آن

استاد راهنما: جناب آقای دکتر جلیل زاده

نگارش: رضا بیات

بهمن ۹۵

دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان

۳-۸- پست بوستر ترانسفورماتور : ۲۰

۳-۹- اهم مزایای برقی کردن : ۲۰

۳-۱۰- اهم محدودیتها و نقاط ضعف برقی کردن : ۲۰

فصل ۴ : تجارب بهبود کیفیت توان در ایران ۲۱

۴-۱- تجارب بهینه سازی کیفیت توان : ۲۲

۴-۲- نتیجه گیری : ۳۰

فصل ۵ : بهبود کیفیت توان ۳۱

۵-۱- مقدمه : ۳۲

۵-۲- اساس هارمونیکها : ۳۲

فصل ۶ : شبیه سازی ۳۴

نتیجه گیری : ۴۱

مراجع : ۴۲

فصل ۱: مقدمه

۱-۱- مقدمه ای بر سیستم های راه آهن برقی :

ایجاد خطوط مترو در کلان شهر ها امروز از ملزومات توسعه پایدار سیستم های حمل و نقل عمومی است . تاثیر این وسیله حمل و نقل در حل معضلات ترافیکی شهر ها و جایگاه با اهمیت آن به وضوح نمایان

است . به ویژه آنکه لاینحل باقی ماندن مسایل ترافیک تبعات منفی نظیر افزایش انواع آلودگی های زیست محیطی اتلاف منابع با ارزش سرمایه ای و مهم تر از آن اثرات مخربی بر سلامت انسان دارد .

در یکی دو دهه اخیر شاهد رشد و پیشرفت های قابل توجه در سیستم های حمل و نقل ریلی بوده ایم . بطوریکه بی تردید می توان قرن جدید میلادی را قرن ظهور شگفتی ها و تحولات مهم خیره کننده در حمل و نقل ریلی دانست . در حال حاضر سریع السیر ترین وسایل نقلیه ریلی مسافری جهان در کشورهای فرانسه و ژاپن ساخته می شوند.[۱]

در سیستم های حمل و نقل ریلی جدید خطوط و ناوگان از نظر اندرکنش دینامیکی اهمیت بالایی دارند.

نوع و کیفیت خطوط ریلی نقش مهمی در این رابطه بازی می کنند. خطوط ریلی از نظر رنج سرعت به گروه های مختلف خطوط سرعت پایین و سرعت متوسط بالا و سرعت خیلی بالا تقسیم می شوند.

سرعت حرکت قطار ها از نظر راحتی و سیر حرکت نیروهای مقاوم و اندرکنش دینامیکی چرخ و ریل پارامتر تعیین کننده ای می باشد. ضمن اینکه باید اشاره داشت که در هر رنج سرعت الزامات و ضرورت های ویژه سیستم های کنترل از مرتبه خاصی برخوردار است .

برای مثال در خطوط سرعت پایین معمولا کنترل حرکت وسایل نقلیه ریلی به صورت دستی و فرمان های

صادر به صورت صوتی از یک خدمه به خدمه دیگر انجام می پذیرد. در صورتی که در خطوط سرعت

متوسط حرکت وسایل نقلیه ریلی به صورت دستی ولی با استفاده از علائم و تابلو هایی قابل رؤیت می باشد .

در خطوط سرعت بالا علاوه بر این موارد باید سیستم های علائم اتوماتیک مستقر در کابین و نیز سیستم های کنترل اتوماتیک قطار (ATC) به کار گرفته شود . در خطوط سرعت خیلی بالا استفاده از تجهیزات

پیچیده تری نظیر سیستم های کنترل حفاظت قطار یک ضرورت اساسی است .[۲]

حال توسعه است حمل و نقل ریلی می باشد که به دو بخش تقسیم می شود :

۱- مترو (حمل و نقل درون شهری)

۲- راه آهن (حمل و نقل برون شهری)

راه آهن به عنوان یک روش حمل و نقل سازگار با محیط و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه در بسیاری از

کشور ها مورد توجه و استفاده قرار گرفته است . کاربرد آن هم در زمینه حمل و نقل بار و هم مسافر به

میزان زیادی توسعه یافته است . کشور های مختلف برحسب ضرورتها یا اولویت ها یکی از دو کاربرد یا

هر دو را محور سرمایه گذاری قرار داده و برنامه ریزی های بلند مدت خود را برای آن در نظر می گیرند.

لکوموتیوهای مورد استفاده در راه آهن در مسیر تکامل خود از لکوموتیوهای بخار به دیزل و لکوموتیو های

برقی تبدیل شده اند. انرژی محرک در لکوموتیوهای دیزل و برقی صرف راه اندازی تراکشن^۲ موتورها می

شود. در حال حاضر این انرژی الکتریکی مورد نیاز تراکشن موتورها به ۲ صورت تامین می شود:

۱- ژنراتور با محرک اولیه از نوع موتورهای احتراق داخلی که در لکوموتیوهای دیزل استفاده می شود.

۲- استفاده از شبکه الکتریکی برای تغذیه لکوموتیوهای برقی

موتور احتراق داخلی به عنوان یک نیروگاه کوچک و منبع انرژی در داخل لکوموتیو دیزل نصب می شود و

ژنراتور را می چرخاند. این ژنراتور انرژی الکتریکی لازم را برای تراکشن موتورها فراهم می کند . در راه

آهن های برقی اگر چه دیزل ژنراتور در داخل لکوموتیو حذف می شود اما یک شبکه الکتریکی لازم

خواهد بود که انرژی الکتریکی را به لکوموتیو منتقل سازد.

در واقع لکوموتیوهای برقی انرژی الکتریکی مورد نیاز تراکشن موتورهای خود را مستقیماً از طریق شبکه

الکتریکی تامین می کنند. این شبکه الکتریکی خود به دو صورت زیر می باشد:

- شبکه بالاسری

- ریل سوم [۳]

traction

۱-۲- راه آهن برقی چیست ؟

راه آهن برقی راه آهنی است که در آن قطار ها برای حرکت به سوخت احتیاجی ندارند و فقط با انرژی الکتریکی کار می کنند. هر راه آهن برقی سه بخش اساسی دارد :

الف (منبع برق

ب) لکوموتیو یا واگن برقی

ج) مدار تغذیه الکتریکی

منبع برق (پست کشش) : عبارت است از پست برقی که از یک نیروگاه و یا از یک شبکه سرتاسری برق

نیروی برق را با ولتاژ و توان معینی دریافت کرده و آن را با یک ولتاژ دیگری به مدار تغذیه قطارهای برقی

دهد . اگر طول راه آهن برقی بیشتر باشد چندین پست برق در مسیر ساخته می شود. پست برق راه آهن

آهن برقی را پست کشش می گویند.

لکوموتیو برقی : لکوموتیوی است که الکترو موتورهای محرکه آن انرژی الکتریکی خود را به جای گرفتن

از دیزل ژنراتور داخل لکوموتیو از یک مدار الکتریکی نصب شده در بیرون از لکوموتیو دریافت می کنند.

در لکوموتیو برقی الکترو موتورهای محرکه از یک سر به چرخ ها و از سر دیگر به دستگاهی به نام

پانتوگراف بسته می شوند.

پانتوگراف^۳ دستگاهی است که در زیر یا بالای لکوموتیو برقی قرار داشته و در هر سرعت قطار می تواند

اتصال الکتریکی خود را با یک هادی یا سیم برق نگه داشته و از آن جدا نشود . چرخ ها و پانتوگراف

لکوموتیو برقی با اتصال به مدار تغذیه می توانند انرژی الکتریکی را در هر سرعت دریافت دارند . [۱]

مدار تغذیه الکتریکی : این مدار مانند هر مدار تغذیه الکتریکی دیگر از دو هادی جدا از هم درست می

شود . در نخستین راه آهن های برقی یکی از این هادی ها را دو ریل اصلی راه آهن هادی دیگر آن را یک

^۳pantograph

ریل سوم که در کنار ریل های اصلی کشیده می شود درست می کرد. ریل های اصلی و ریل دوم به عنوان مدار تغذیه الکتریکی راه آهن برقی به منبع برقی یعنی پست کشش وصل می گردد.

با قرار گرفتن چرخ های لکوموتیو برقی بر روی ریل های اصلی و پانتوگراف بر روی ریل سوم مدار برقرار می شود و بدین گونه لکوموتیو برقی انرژی الکتریکی خود را از طریق مدار تغذیه از پست کشش دریافت می کند.

در راه آهن برقی مدار تغذیه الکتریکی را خط کنتاکت می گویند و هر خط کنتاکت برای ولتاژ و جریان الکتریکی معین ساخته می شود. در راه آهن برقی به ریل سوم و یا هر هادی که پانتوگراف در اتصال با آن باشد خط کنتاکت می گویند.

در خط کنتاکت ریل سوم با افزایش ترافیک قطار ها جریان الکتریکی مدار زیادتر شده و باید با پست های کشش در فواصل کوتاهتر از همدیگر نصب شوند و یا سطح ولتاژ مدار بالاتر انتخاب گردد.

کوتاهتر شدن فواصل پست های کشش تعداد آن ها را افزایش داده و اقتصادی نخواهد بود و مشکل بالا بردن سطح ولتاژ مدار آن است که چون ریل سوم بر روی زمین گسترده می شود و در دسترس عموم قرار داشته و ولتاژ آن برای جان افراد خطرناک است در تلاش برای حل این مشکل به جای ریل سوم سیم کشی

هوایی در بالای محور ریل های اصلی ابداع گردید و خط کنتاکت ریل سوم به خط کنتاکت هوایی تبدیل شده و خط کنتاکت بالاسری نامیده شد.

برای سیم کشی خط کنتاکت بالاسری در بالای محور ریل ها تیرهایی در کنار ریل ها و در فواصل معین نصب شده و بازو هایی به آن ها متصل می شوند تا خط کنتاکت بالاسری را درست در بالای محور ریل ها نگه دارند.

در خط کنتاکت بالا سری پانتوگراف لکوموتیو برقی در سقف آن قرار دارد و برای دریافت انرژی الکتریکی به سیم کنتاکت بالاسری اتصال می یابد. با ابداع خط کنتاکت بالاسری توان مدار و ولتاژ مدار به هر اندازه ای قابل افزایش بوده و این کار زمینه ای برای برقی شدن راه آهن های طولانی گردید.

با پیشرفت برقی شدن راه آهن ها خط کنتاکت ریل سوم و در راه آهن های زیر زمینی (مترو) و خط کنتاکت بالاسری در راه آهن های شهری و بین شهری به کار می رفت زیرا در راه آهن های زیرزمینی خط کنتاکت در دسترس عموم قرار نداشت.

بدین ترتیب پیشرفت برقی شدن راه آهن از نظر مدار الکتریکی تغذیه به دو سیستم اساسی خط کنتاکت

ریل سوم و خط کنتاکت بالاسری منجر گردیده است. کشور ایران نخستین راه آهن برقی خود را در سال

۱۳۶۱ شمسی در مسیر تبریز - مرند - جلفا به طول ۱۴۶ کیلومتر مورد بهره برداری قرار داد.

این راه آهن برقی با سیستم خط کنتاکت بالاسری ساخته شده است.

سهم راه آهن کشوری در حمل و نقل بار در حدود هفت درصد و در جابجایی مسافر در حدود چهار

درصد است که در مقایسه با استاندارد های جهانی رقم بسیار ناچیزی است. [۱]

مصرف انرژی کمتر، آلاینده‌گی کمتر محیط زیست، ایمنی بالاتر، اشتغال زایی، کاهش اشغال زمین،

سهولت دسترسی بلیط در کلیه نقاط کشور و توانایی و ظرفیت بالا در جابجایی بار و مسافر از جمله مزایای

عمده حمل و نقل ریلی در مقایسه با سایر روش های حمل و نقل است که ضرورت توسعه این سیستم

جهت شکوفایی اقتصادی هر ناحیه را دو چندان می کند. [۲]

سیستم های ریلی به سه دسته عمده دیزلی، نیمه الکتریک و برقی قابل تفکیک می باشند.

در سیستم راه آهن دیزلی که محرک اصلی آن موتور دیزل است، تولید انرژی توسط سوخت های فسیلی

صورت می پذیرد. این سیستم در اواسط قرن بیستم، پرکاربردترین نوع لکوموتیو در جهان بود که نسبت

به لکوموتیو های بخار دارای عملکرد بهتر و هزینه تعمیرات کمتر می باشد.

در سیستم راه آهن نیمه الکتریک، موتور دیزل با یک ژنراتور کوپل شده و موتور های الکتریکی نیز به

چرخ ها کوپل می شوند. این در حالی است که در سیستم راه آهن برقی، ژنراتور های قدرت توسط

لکوموتیو ها حمل نشده و انرژی مورد نیاز از طریق خطوط برق تامین می شود و لذا دارای نسبت توان

تولیدی به وزن بالاتری در مقایسه با انواع دیگر سیستم های ریلی می باشند. هر سیستم راه آهن برقی از

سه بخش عمده منبع برق، لکوموتیو برقی و مدار تغذیه الکتریک تشکیل شده است. [۳]

مراجع:

[۱] نصر، اصغر، " اصول و مبانی دینامیک حرکت قطار ها " ، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد تهران،

۱۳۸۹

[۲] نصر، اصغر و محمدی، سعید، " اصول و مبانی سیستم های ترمز و وسایل نقلیه " ، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر، ۱۳۸۹

[۳] سلیمانی، محمد و باریکانی، لیلا، " مقاله بررسی سیستم منوریل برای حمل و نقل سریع و انبوه "

[۴] نصر، اصغر و تلافی نوغانی، محمد و ابویی، وحید، " جریان های سرگردان و خوردگی ناشی از آن ها در سیستم حمل و نقل " ، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد تهران، ۱۳۸۷

[۵] پاشا جاوید، احسان و توکلی بینا، محمد و علی اکبر گلکار، مسعود، " ارزیابی تحلیلی و ارتقای

کیفیت عملکرد فیلترهای اکتیو قدرت تحت شرایط ولتاژ نامتعادل و اعوجاجی بار " ، نیست و چهارمین

کنفرانس بین المللی برق، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، ۱۳۸۹

[۶] جورابیان، محمود و جساس، نادر و براتی، حسن، " شبیه سازی فیلتر اکتیو جهت کاهش اثرات

هارمونیکهای بار غیر خطی " ، دومین کنفرانس سراسری اصلاح الگوی مصرف انرژی الکتریکی، ص ۲، اسفند ۱۳۸۹

[۷] سید مرتضایی، سید صفا، " تجارب اندازه گیری کیفیت توان در صنعت برق کشور " ۱۳۸۶

[8] Diksha Rani singh, Sourabh Gupta, " Power quality improvemet using shunt

active filter " pp 1-3, April 2014

[9] PranjaliBafila, " Power quality improvement using passive shunt filter" , pp 2-7, june 2016