



دانشگاه صنعتی شریف



هفتمین همایش حمل و نقل ریلی
۹ و ۱۰ اردیبهشت ماه ۱۳۸۲ - دانشگاه صنعتی شریف



انجمن مهندسی حمل و نقل
ریلی ایران

طرح به روز سازی سیستم برق و کنترل قطار توربوترن

حسینعلی حاجیلو، کارشناس، جهاد دانشگاهی صنعتی شریف

تلفن: ۶۰۲۴۵۴۴ (۰۲۱) فاکس: ۶۰۱۲۴۹۷ (۰۲۱) پست الکترونیک: h_hajilu@jdsharif.ac.ir

چکیده

قطارهای توربوترن در زمان خود و هم‌اکنون به عنوان قطارهای با سرعت بالا شناخته شده‌اند. به علت سرعت بالای این قطارها و استفاده از محرک‌های توربینی، بخش برق و کنترل و حفاظت آنها دارای پیچیدگی و اهمیت خاصی است و به دلیل قدیمی بودن سیستم کنترل‌های فوق، در تعمیر و نگهداری و راهبری آن مشکلاتی وجود دارد، که در این مقاله ضمن تبیین وضعیت موجود، پیشنهاد جایگزین سیستم کنترل با استفاده از سیستم‌های کنترل و نظارت پیشرفته ارائه می‌گردد.

کلید واژه‌ها : *Turbine, PLC TurboTrain*

۱- مقدمه

قطارهای توربوتون ساخت شرکت ANF فرانسه در سال ۱۹۷۵ می باشد. این قطار با داشتن یک سیستم کامل و جامع سرعت و امنیت و آسایش بهتری را برای مسافرین مهیا می‌سازد. سیستم برق و کنترل قطار از نظر طراحی یک سیستم کامل می‌باشد ولی به علت به روز نبودن، از رده خارج بودن قطعات و مشکل تهیه قطعات یدکی، تعمیر نگهداری آن زمان‌بر بوده و هزینه و نیروی زیادی را طلب می‌کند. پس از راه‌اندازی مجدد رام ۲۱ و توربوترن این مشکل نمایان‌تر شده است. بنابراین برای رفع مشکلات موجود از نظر تعمیر و تأمین قطعات یدکی برق و کنترل و راهبری آسان و استفاده از تکنولوژی‌های پیشرفته روز به منظور

افزایش قابلیت‌ها و توانایی‌های سیستم کنترل امکان‌سنجی و ارائه طرح کنترل جایگزین انجام شد. در این گزارش به شرح نیازهای بهینه‌سازی و مزایای آن شامل افزایش قابلیت اطمینان، سهولت تعمیر و نگهداری، ارتقاء قابلیت کنترلی و اطلاعات مدیریتی می‌پردازیم.

این مقاله منبعث از تجربیات و نتایجی است که ضمن انجام پروژه‌های متعدد؛ شامل تدوین دانش‌فنی، ساخت قطعات و راه‌اندازی قسمت‌های مختلف برق و کنترل توربو ترن به دست آمده است. پروژه‌های فوق توسط جهاد دانشگاهی صنعتی شریف برای شرکت قطارهای مسافری رجاء انجام گرفته است.

۲- سیستم کنترل موجود و نیازهای بهینه‌سازی

محرك قطار توربو ترن و مولد برق آنها توربین است و هر دو توربین در کنار یکدیگر در اتاقک توربین کشنده نصب می‌شوند. توربین از نوع TURMOIII با کوپل شدن با جعبه‌دنده VOITH قطار را به حرکت در می‌آورد و توربین از نوع ASTAZOU همراه یک ژنراتور، برق ۳۸۰ ولت تولید می‌کند. برای کنترل هر دو توربین و متعلقات آنها دو تابلو مستقل در نظر گرفته شده است. تابلو C به منظور کنترل توربین و سیستم انتقال قدرت و تابلو E به منظور کنترل آستازو و ژنراتور به کار می‌رود. مدارات کنترل هر دو توربین بصورت رله‌ای پیاده سازی شده‌اند و از نظر اجرای توابع کنترلی و حفاظت توربین‌ها، تقریباً کامل به نظر می‌رسند. لازم به ذکر است برخی از هم‌سطح‌سازی سیگنال‌های خاص توربین همانند دما و سرعت توسط ماژول‌های خاص الکترونیکی که به صورت آنالوگ پیاده سازی شده‌اند، انجام می‌گیرد.

۲-۱- مشکلات سیستم موجود

به منظور بهینه‌سازی سیستم کنترل موجود توربو ترن نیاز به شناسایی مزایا و معایب و مشکلات سیستم موجود است تا با حفظ مزایا، حد الامکان مشکلات آن رفع گردد. مهمترین مشکلات سیستم برق و کنترل موجود را می‌توان بصورت زیر تشریح کرد:

- قدیمی بودن تکنولوژی
- زمان بر بودن عیب یابی و تعمیر
- دسترسی مشکل ساز
- عدم وجود مونیتورینگ وضعیت سیستم
- عدم امکان تست و بازدید های دوره ای

۲-۲- مزایای سیستم موجود

با وجود مشکلات فوق در سیستم کنترل موجود یک سری ویژگی ها و مزیت هایی وجود دارد که در طراحی سیستم جایگزین نیز لحاظ می شود، این ویژگیها عبارتند از:

- کامل بودن سیستم از نظر کنترل و حفاظت
- انعطاف پذیری در رفع اشکال های سریع و موقت
- تطابق با کاربرد ویژه

۳- بررسی چگونگی جایگزینی مدارات برق و کنترل

۳-۱- ویژگی های طرح جایگزین مطلوب

طرح جایگزین مطلوب، طوری در نظر گرفته شده است که با رفع مشکلات و دغدغه های سیستم فعلی با حفظ مزایای این سیستم یک سری از ویژگیهای جدید به منظور سهولت در نگهداری، بهره برداری و تعمیر سیستم را ارائه می دهد. اهم ویژگیهای سیستم جایگزین مطلوب بشرح ذیل می باشد

۳-۱-۱- استفاده از تکنولوژی روز

استفاده از تکنولوژی روز کنترل که مبتنی بر PLC های استاندارد و نرم افزارهای قوی است، ما را در طراحی و پیاده سازی آسان تر و قویتر سیستم یاری می کند. همچنین تست و تغییرات و تهیه قطعات یدکی

در این سیستم‌ها به سهولت انجام می‌شود و با استفاده از قطعات جدید و حذف قطعات الکترومکانیکی مثل رله‌ها احتمال خرابی سیستم پایین می‌آید.

۳-۱-۲- مونتورینگ و ثبت وضعیت

اطلاع از وضعیت‌های حال و گذشته پارامترهای مهم یک دستگاه در تحلیل کارکرد، رفع عیب دستگاه و جلوگیری از خسارت‌ها و خرابی‌ها موثر است. بطور مثال اگر ما وضعیت دما، سرعت، شتاب و لرزش توربین‌ها و اتفاقات موجب توقف و یا نگران کننده‌ای که در طول سیر برای توربوترن حادث شده است را ثبت و تحلیل کنیم در برنامه‌ریزی تعمیرات و نگهداری سیستم و حتی چگونگی کاربرد آن بسیار موفق‌تر خواهیم بود. در سیستم جدید تمام اطلاعات فوق علاوه بر نمایش در مقاطع مختلف زمانی نمونه برداری شده و ذخیره می‌شوند.

۳-۱-۳- قابلیت تست، مشاهده و عیب‌یابی

سیستم فعلی با تعیبه پانل تست توربین‌ها و دژنکتورهای اخباری، قابلیت تست و عیب‌یابی را بطور محدود در اختیار قرار می‌دهد. با استفاده از PLC و کامپیوتر در سیستم جدید می‌توان تست مدارات را بدون راه‌اندازی توربین و بطور جزئی‌تر ارائه داد و همچنین در هر زمان می‌توان از وضعیت سنسورها و قطعات سیستم اطلاع کسب کرد و به هنگام بروز مشکل و خرابی تنها به صدور آلامر اکتفا نکرد. بلکه با ارائه راهنمایی‌های قدم به قدم توسط کامپیوتر تا رفع مشکل اپراتور را یاری داد.

۳-۱-۴- عدم دسترسی نامطلوب و غیر حرفه‌ای

به علت استفاده از PLC در سیستم کنترل و اجرای حلقه‌های کنترلی بصورت نرم‌افزاری، اپراتورها و ماموران فنی نمی‌توانند به سادگی پارامترهای سیستم را تغییر دهند. این امر به پایداری و سرویس به موقع و اصولی سیستم در هنگام بروز مشکلات کمک می‌کند البته امکان ایزوله کردن مقطعی برخی از مدارات در موقع لزوم همچنان در این سیستم در نظر گرفته می‌شود.

۳-۱-۵. تطابق با کاربرد ویژه

در طرح جدید، قطعات بگونه‌ای تهیه و نصب می‌شوند که در مقابل لرزش، سرعت و تغییر آب و هوا و شرایط خاص توربوترن مقاوم باشند.

۳-۲. عوامل مؤثر در طرح جایگزین

طرح مطلوب جایگزین برق و کنترل توربوترن علاوه بر حفظ مزایای فعلی سیستم و حل مشکلات آن یک سری قابلیت‌ها و امکانات جدید در راستای بهره‌برداری بهتر و آسان‌تر ارائه می‌نماید ولی در اجرای این طرح به موانع و مشکلاتی برخورد می‌کنیم که طرح را تعدیل و اجرای تدریجی آن را لازم می‌سازد. عوامل مختلف مربوط به محدودیت‌های شرکت رجاء و ویژگی‌های خاص توربوترن، تبعات جایگزینی و غیره در تعدیل طرح دخالت می‌کنند. در ادامه با اشاره به این عوامل طرح جایگزین مطلوب و قابل اجرا را تشریح می‌کنیم. عوامل مؤثر در ارائه طرح جایگزین مطلوب و قابل اجرا به دو دسته کلی تقسیم می‌شوند:

- عوامل و محدودیت‌های شرکت رجاء
- عوامل مرتبط به توربوترن

۳-۲-۱. عوامل و محدودیت‌های شرکت رجاء

عوامل و محدودیت‌های شرکت رجاء که در ارتقای سیستم کنترل توربوترن تاثیر می‌گذارند، عبارتند از:

- محدودیت زمانی و مالی
- مشکل توقف طولانی به منظور به روز سازی
- لزوم آشنا شدن با کنترل‌های جدید قطارها

۳-۲-۲. عوامل مرتبط با توربوترن

به علت خاص بودن سیستم‌های برق و کنترل توربوترن یک سری از عوامل مختلف در ارائه طرح جایگزین سیستم برق و کنترل دخالت دارند، این عوامل عبارتند از:

۳-۲-۱- محدودیت تعداد و تکنولوژی خاص توربوترن

با یک نگاه خوشبینانه تعداد قطارهای توربوترن موجود در کشور به سه قطار محدود می‌شود که تقریباً اکثر سیستم‌های برق و کنترل آن با قطارهای دیگر متفاوت بوده و پیچیدگی خاص خود را دارا می‌باشد. این عامل ما را در سرمایه گذاری برای یک طرح ایده‌آل که از هزینه طراحی و اجرای بالایی برخوردار است و نمی‌توان هزینه‌های طراحی و تست آن را بر روی تعداد قابل توجهی سرشکن کرد، محدود می‌کند.

۳-۲-۲- تجربه راه‌اندازی رام‌های ۲۱

تجربه تیم متخصص درگیر در راه‌اندازی رام‌های ۲۱ قطارهای توربوترن یک امتیاز در اجرای سریعتر و بهتر طرح جایگزین برق و کنترل توربوترن است. در پیشنهاد طرح اجرایی جایگزین برق و کنترل توجه به استفاده و مستندسازی حداکثر تجربیات تیم متخصص فعلی، ما را در ارائه طرح عملی‌تر و بهتر یاری می‌کند.

۳-۲-۳- مشکلات سیستم فعلی

مشکلات سیستم فعلی از نظر قدیمی بودن، فرسوده بودن، گسترده بودن و غیره یک نیاز در ارائه یک طرح جایگزین به منظور حل مشکلات را الزامی می‌کند.

۳-۲-۴- قطعات یدکی

سیستم فعلی برق و کنترل توربوترن از رده خارج بوده و نمی‌توان قطعات یدکی استاندارد از بازار تهیه کرد، بنابراین ناچار باید به تعمیر قطعات معیوب و ایجاد یک مجموعه قطعات یدکی پرداخت، با جایگزین شدن یک سیستم جدید، می‌توان قطعات یدکی متناسب با آنرا تهیه کرد.

۳-۲-۵- حداقل تغییرات

در راستای طرح جایگزین، به منظور حفظ سخت‌افزار و تجربیات فعلی که روی توربوترن به دست آمده، لازم است که حتی‌الامکان حداقل تغییرات در طرح جایگزین اعمال شود. بطور مثال تغییر در

کابل کشی ها و سیم کشی های بین پانل ها، سوکت ها و اتصالات علاوه بر زمان و هزینه بر بودن آن ما را در مطابقت با مستندات و تجربیات فعلی دچار مشکل می کند.

۳-۲-۶- حداکثر قابلیت مونیتورینگ

نظارت و مشاهده دقیق وضعیت یک سیستم به منظور عیب یابی، آموزش و تعمیر و نگهداری بسیار ضروری به نظر می رسد. سیستم های مونیتورینگ فعلی توربو ترن بصورت گسترده با استفاده از گیج ها و دژنکتورهای مختلف پیاده سازی شده اند. در سیستم جدید علاوه بر حفظ این سیستم یک مونیتورینگ پیشرفته نیز به منظور افزایش قابلیت نظارت به سیستم اضافه می شود.

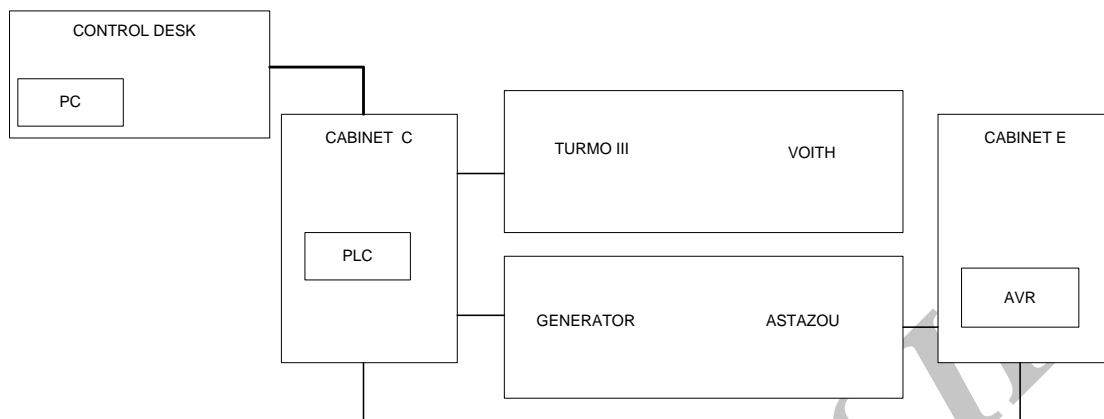
۳-۲-۷- مطابقت سیستم فعلی و سیستم قدیمی

در طرح جایگزین به مطابقت دو سیستم جدید و قدیم اهمیت فوق العاده ای داده می شود، به علت محدود بودن واگن ها و زمان بر و هزینه بر بودن ارتقای سیستم کنترل هر کدام از آنها، لازم است که هر واگن، بخصوص هر کشنده پس از ارتقاء بتواند در ترکیب قبلی خود در کنار واگن های دیگر که احیاناً سیستم کنترل آنها بهینه سازی نشده است همچنان کار کند.

۴- ساختار سیستم جدید

سیستم جدید کنترل توربین اصلی و فرعی موجود در هر کشنده توربو ترن شامل یک PLC و یک PC تعبیه شده بر روی میز کنترل است. PLC در تابلو C تعبیه می شود و کنترل های توربین اصلی، سیستم انتقال قدرت، برخی وظایف سطح بالای ترمز، آنتی پاتیاژ، سیستم deadman، توربین فرعی و ژنراتور و حفاظت های مربوطه را عهده دار است. PC نصب شده بر روی میز کنترل دارای یک نرم افزار برای ثبت و نمایش پارامترهای مختلف و آلام های پیش آمده و وضعیت دور توربین و سرعت قطار است. PC و PLC از طریق یک شبکه صنعتی با یکدیگر ارتباط دارند. سنسورهایی برای اندازه گیری های مختلف مثل لرزش، دما و سرعت به سیستم کنترل اضافه می شود و برای حفاظت بیشتر و مستقل بودن توقف های اضطراری سیستم از

PLC یک مدار رله‌ای کوچک نیز در کنار مدار کنترل PLC استفاده می‌شود. شکل (۱) نمای کلی سیستم کنترل را نشان می‌دهد.



شکل ۱: نمای کلی سیستم کنترل جایگزین برق و کنترل کشنده توربو ترن

۵- نتیجه گیری

با توجه به عوامل مختلف، طرح جایگزین مطلوب، طرحی با تغییرات متوسط است. در این طرح، کنترل کننده‌های توربین، ترمز و تهویه و درب‌ها همگی از روش رله کنتاکتوری به PLC و کنترلرهای استاندارد تغییر می‌کنند، سیم‌کشی‌های داخل پانلی اکثراً تغییر کرده، سیم‌کشی‌ها و کابل‌کشی‌های بین پانلی کمترین تغییرات را دارند. قطعات خاص مانند کنترلرهای سرعت و دما حذف شده و با حفظ قابلیت‌های مونیتورینگ فعلی، قابلیت مونیتورینگ پیشرفته توسط کامپیوتر نیز به آن اضافه می‌شود. یکی از خصوصیات بارز این طرح اجرای تدریجی آن است. با اجرای تدریجی علاوه بر جایگزینی حداکثر سیستم کنترل، دچار محدودیت زمانی و مالی نمی‌شویم.

۶- مراجع

- [1] ANF Industry ,TurboTrain Catlogs Volume 7,8,9 ,1975
- [2] Bob Rosauer,PLC for Turbine Control System ,WoodWard Governor Company,1994
- [3] Jack Gregg,Control System Selection,Honeywell industry,2002