



پیش گیری از بروز مشکلات سازگاری در پروتکل IEC 60870-5-101

ایرج رفیعی
شرکت برق منطقه ای تهران
ایران

واژه‌های کلیدی: موتور DC، کنترل مدلفزشی، کنترل فازی، کنترل موقعیت

چکیده

ایستگاه حاصل شود. در این مقاله ابتدا عوامل بروز ناسازگاری در پروتکل شناسایی و دسته‌بندی شده و نقش آنها در بروز مشکلات سازگاری بیان شده است. سپس برای پیش‌گیری از بروز ناسازگاری، تدوین سندی با عنوان "مشخصات پیاده‌سازی پروتکل" پیشنهاد و نحوه تدوین این سند تبیین گردیده است و در انتها به قابلیت‌های پیشرفته‌تر پروتکل که ضمن مفید بودن می‌توانند منشأ بروز ناسازگاری گردند نیز اشاره شده است.

مسئله سازگاری پروتکلی در برقراری ارتباط داده بین ایستگاهها و مراکز دیسپاچینگ از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در نسل اول تجهیزات سیستمهای دیسپاچینگ، سازندگان این تجهیزات از پروتکل‌های مخصوص به خود برای این امر استفاده می‌نمودند و در نتیجه تجهیزات تولید شده توسط سازندگان مختلف با یکدیگر کاملاً ناسازگار بودند. برای غلبه بر این مشکل پروتکل استاندارد IEC 60870-5-101 با هدف استانداردسازی پروتکل تبادل اطلاعات بین تجهیزات تله‌کنترل ایستگاهها و مراکز دیسپاچینگ تدوین گردید تا سازندگان با پیاده‌سازی آن در محصولات خود بتوانند با کمترین هزینه امکان تبادل اطلاعات با تجهیزات یکدیگر را فراهم نمایند. با این وجود بدلیل اینکه در پیاده‌سازی پروتکل استاندارد، انتخابهای متعددی وجود دارد لازم است روش مناسبی در انتخاب گزینه‌های استاندارد برای پیاده‌سازی اتخاذ گردد تا سازگاری کامل بین مرکز و

مقدمه

پروتکل استاندارد IEC 60870-5-101 (اختصاراً IEC 101) با هدف استانداردسازی پروتکل تبادل اطلاعات بین تجهیزات تله‌کنترل ایستگاهها و مراکز دیسپاچینگ تدوین گردیده است. استانداردسازی پروتکل یک هدف اصلی را دنبال می‌نماید و آن اینست که با در دست داشتن یک پروتکل استاندارد، تجهیزات ساخته شده توسط سازندگان مختلف می‌توانند

بیست و چهارمین کنفرانس بین‌المللی برق

که بطرز تفکیک ناپذیری با یکدیگر در ارتباط هستند. بنابراین یک پروتکل، یک سیستم است و در نتیجه عدم کارکرد صحیح هر یک از اجزاء آن به عملکرد مطلوب کل سیستم آسیب می‌زند. مثالهایی از اشکالات ارتباطی که می‌تواند از ناسازگاری پروتکلی ناشی شود عبارتند از:

- ارتباط مخابراتی برقرار است و فریم مرکز دریافت می‌شود ولی پاسخی ارسال نمی‌شود.
- فریمهای پروتکل رد و بدل می‌شوند ولی ارتباط دیتا بدرستی برقرار نمی‌شود.
- تمام اطلاعات از یک نوع در مرکز دریافت نمی‌شوند
- فرمان، اجرا نمی‌شود و احیاناً از طرف ایستگاه با عدم تأیید اجرا پاسخ داده می‌شود.
- همزمان‌سازی ساعت و زمان بدرستی انجام نمی‌شود.
- بروز رسانی اطلاعات پس از قطع و وصل ارتباط مخابراتی بکندی انجام می‌شود.
- Time tag رخدادها بدرستی دریافت نمی‌شود.

یک نکته مهم در مورد اشکالات ناشی از ناسازگاری پروتکلی این است که در بسیاری از موارد بدلیل عجین بودن مسائل سازگاری با پیاده‌سازی نرم افزار سیستم، رفع آنها نیاز به تغییر نرم افزار خواهد داشت که حتی اگر امکان انجام آن وجود داشته باشد با صرف هزینه و زمان زیاد انجام می‌گردد. لذا باید از بروز اینگونه اشکالات با اتخاذ تمهیدات لازم پیش از اقدام به خرید تجهیزات پیش‌گیری گردد.

دسته بندی مشکلات سازگاری در پروتکل

مشکلات سازگاری همانند خود پروتکل طبیعت لایه‌ای دارند. از آنجاییکه منشأ بروز یک ناسازگاری، عدم تطابق در یک ویژگی مشخص از پروتکل است ناسازگاری بوجود آمده در همان لایه‌ای از پروتکل نمود پیدا می‌کند که ویژگی مربوط به آن در آن لایه تعریف شده است. مدل لایه ای پروتکل IEC 101 در گفتار ۴ مرجع [3] تبیین شده است. با توجه به اضافه شدن عملکردهای کاربردی پایه به عنوان یک لایه

بدون تجهیزات اضافی نظیر مبدل پروتکل (Protocol Converter) با یکدیگر تبادل اطلاعات نمایند و لذا بکارگیری تجهیزات مختلف از سازندگان مختلف در یک سیستم، تسهیل می‌گردد. ولی در عمل مشکل جدیدی بنام سازگاری بوجود می‌آید. تنوع امکانات و وجود انتخابهای مختلف برای یک کارکرد مشخص موجب می‌شود تا سازندگان مختلف، پیاده‌سازیهای متفاوتی از پروتکل داشته باشند و در نتیجه دو پیاده‌سازی مختلف از پروتکل IEC 101 با یکدیگر ناسازگار گردند. در ویرایش اول استاندارد IEC 60870-5-101 (مرجع [1]) در گفتار ۸ تحت عنوان Interoperability مواردی که باید برای رسیدن به سازگاری بین مرکز و ایستگاه مورد تطابق و توافق قرار گیرد ذکر شده است ولی عملاً مشخص گردید که این موارد کافی نبوده و موارد دیگری نیز باید مورد توجه قرار گیرد بطوریکه در ویرایش دوم استاندارد بیان شد که سازگاری کامل را نمی‌توان با اکتفا به متن استاندارد تضمین نمود (صفحه ۸ مرجع [2]). این مطلب بسیار نگران کننده است زیرا در صورت بروز ناسازگاری پروتکلی بین مرکز و ایستگاهها استفاده از سیستم تله‌کنترل با مشکلات جدی مواجه می‌شود، چیزی که در طی چند سال گذشته در برقراری ارتباط ایستگاههای جدید با مراکز دیسپاچینگ مکرراً بوجود آمده و موجب تأخیر در بهره‌برداری و افزایش هزینه‌های اجرایی گردیده است. با این وجود در صورت شناسایی صحیح مواردی که موجب بروز ناسازگاری می‌شوند و پیش‌بینی روشهای اجتناب از آنها می‌توانیم براحتی یک ارتباط مطلوب و بی اشکال با پروتکل IEC 101 داشته باشیم که در ادامه به شرح این موارد می‌پردازیم.

ناسازگاری در پروتکل

یک پروتکل تبادل داده‌ها مجموعه‌ای از تعاریف، قوانین و مقررات است که عملیات ارسال و دریافت انواع تعریف شده‌ای از داده‌ها را به روشی کارآمد و با شناسایی و کنترل خطاهای متداول در سیستمهای مخابراتی امکان پذیر می‌نماید. این مجموعه مقررات، صدها تعریف و قانون را دربرمی‌گیرد

بیست و چهارمین کنفرانس بین‌المللی برق

که از چند گفتگو (ارسال فریم و دریافت پاسخ) تشکیل شده است. حال اگر بین گفتگوهای طرفین ناسازگاری وجود داشته باشد، انجام فرمان یا دریافت پاسخ آن دچار اختلال می‌شود که این اختلال ممکن است بصورت عدم انجام یا کندی و تأخیر در انجام یا پاسخ غیر منتظره نمود پیدا کند.

مشکلات سازگاری در لایه فیزیکی

لایه فیزیکی وظیفه ارسال و دریافت سریال بیتها را برعهده دارد. مشکلات سازگاری در این لایه معمولاً به شکل عدم برقراری ارتباط خود را نشان می‌دهند. به عبارت دیگر اگر هیچگونه تبادل فریمی انجام نشود، اولین ناحیه‌ای که باید مورد توجه قرار گیرد لایه فیزیکی است. رئوس مواردی که موجب ناسازگاری در لایه فیزیکی می‌شوند عبارتند از:

- اشکالات مربوط به اتصال فیزیکی و عدم اتصال صحیح پینهای کانکتورها و پینهای Handshaking و عملکرد صحیح آنها.
 - عدم تطابق Baud rate.
- در برخی موارد پارامترهای درگاه (پورت) سریال نظیر وجود و نوع بیت Parity قابل تنظیم است که اگر بدرستی تنظیم نگردند ارتباط برقرار نمی‌گردد.

مشکلات سازگاری در لایه لینک

لایه لینک وظیفه ارسال و دریافت فریم‌ها، شناسایی و پوشش خطاهای مخابراتی و کنترل جریان فریمها را برعهده دارد. عمده‌ترین مواردی که موجب ناسازگاری در این لایه می‌شود عبارتند از:

عدم تطابق آدرس لایه لینک (A) از نظر اندازه و مقدار. در چنین شرایطی، slave فریم را دریافت می‌کند ولی هیچ پاسخی نمی‌دهد زیرا تصور می‌کند که این فریم مربوط به یک slave دیگر بر روی همین لینک است.

ناسازگاری در بکارگیری فریم تک کاراکتری B5. نحوه استفاده از این فریم در استاندارد تعریف نشده و می‌تواند بعنوان ACK لایه لینک یا NACK لایه کاربرد بکار گرفته شود. حتی ممکن است که اصلاً مورد استفاده قرار نگیرد.

برروی لایه کاربردی، مدل لایه‌ای پیاده‌سازی مطابق شکل ۱ خواهد بود.

عملکردهای کاربردی پایه
لایه کاربرد
لایه لینک
لایه فیزیکی

شکل ۱: مدل لایه‌ای پروتکل IEC 101

بنابراین با توجه به اینکه پروتکل IEC 101 در چهار لایه فیزیکی، لینک، کاربرد و عملکردهای کاربردی پایه سازمان‌دهی شده، مشکلات سازگاری آن نیز به چهار دسته زیر تقسیم می‌شود:

مشکلات مربوط به لایه فیزیکی: این دسته از مشکلات عمدتاً به ادوات و تجهیزات واسط ارتباطی مربوط می‌شوند و غالباً در نتیجه بروز آنها هیچ گونه تبادل اطلاعاتی انجام نمی‌شود. به عنوان مثالی از این گروه می‌توان به عدم تطابق Baud rate یا تنظیم نادرست بیت Parity اشاره نمود.

مشکلات مربوط به لایه لینک: اشکالات مربوط به لایه لینک معمولاً از آنجایی شروع می‌شوند که اولین فریم بدرستی تبادل می‌شود ولی بدون پاسخ می‌ماند یا اینکه با پاسخ غیر معمول مواجه می‌شود. مشکلات لایه لینک موجب می‌شوند که جریان تبادل اطلاعات که معمولاً در غالب پرسش و پاسخهایی بین طرفین انجام می‌گردد بدرستی انجام نشود.

مشکلات مربوط به لایه کاربرد: مشکلات مربوط به نوع و محتوای اطلاعاتی داده‌ها مربوط به لایه کاربرد است. مثلاً اگر مقادیر آنالوگ بدرستی دریافت نشوند منشأ ناسازگاری در لایه کاربرد پروتکل است.

مشکلات مربوط به عملکردهای کاربردی پایه: ناسازگاری در این لایه موجب می‌شود تا کارکردهای پروتکلی دچار اختلال شوند. به عنوان مثال یک کارکرد پروتکلی، ارسال فرمان است

بیست و چهارمین کنفرانس بین‌المللی برق

می‌شود:

یکی از مهمترین نقاطی که موجب بروز ناسازگاری می‌شود انتخاب یکی از انواع استاندارد اطلاعات برای ارسال اطلاعات یک کمیت مشخص است. بعنوان مثال در برخی سیستمهای قدیمی برای ارسال وضعیت مقادیر دیجیتال بجای استفاده از اطلاعات دوبیتی از دو نقطه تک بیتی استفاده می‌شد یا در برخی سیستمها یک مجموعه اطلاعات دیجیتال متوالی در یک Bit string ارسال می‌گردید. یا یک نمونه متداول تر این است که برای ارسال مقدار Tap ترانس از انواع مختلفی نظیر Short position، Normalized value، Scaled value یا حتی floating point استفاده می‌شود. بنابراین اگر نوع انتخاب شده یا قابل انتخاب در مرکز و پست یکسان نباشد ناسازگاری ایجاد می‌شود.

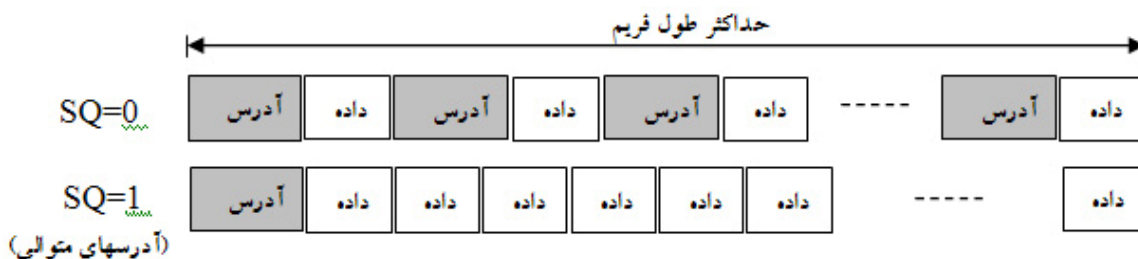
در برخی از پیاده‌سازیه‌ها از بیت SQ در بایت Variable structure qualifier بدرستی استفاده نمی‌شود و این امر موجب عدم دریافت اطلاعات یا کندی دریافت اطلاعات در مرکز می‌شود. البته برای رسیدن به پاسخ زمانی مطلوب در شرایطی که حجم زیادی از اطلاعات ارسال می‌شود (خصوصاً در GI) ضروری است که آدرس نقاط هم نوع، متوالی باشد و از فاصله‌گذاری بین آدرسها یا آدرس دهی پراکنده اجتناب شود (شکل ۲).

بنابراین اگر در نحوه بکارگیری این فریم بین دو طرف لینک تطابق وجود نداشته باشد ارتباط مختل می‌گردد.

نحوه استفاده ایستگاه اولیه از درخواستهای داده کلاس ۱ و ۲ برای گردآوری داده‌ها و نحوه پاسخ ایستگاه ثانویه به این درخواستها نیز می‌تواند موجب ناسازگاری گردد. البته با توضیحات بیشتری که در ویرایش دوم استاندارد در این مورد آمده مسئله تا حد بسیار زیادی تخفیف پیدا کرده ولی در هر حال باید بدقت مشخص نمود که چه اطلاعاتی در پاسخ به درخواست داده کلاس ۱ و چه اطلاعاتی در پاسخ به درخواست داده کلاس ۲ ارسال می‌شود. این مسئله در برقراری ارتباط با تجهیزات قدیمی تر که بر مبنای ویرایش اول استاندارد پیاده‌سازی شده‌اند اهمیت ویژه‌ای پیدا می‌کند. عدم توجه به تطابق ماکزیمم طول فریم در دو طرف نیز از مواردی است که موجب اشکال در تبادل فریمهای بلند می‌شود. این گونه فریمها معمولاً پس از برقراری ارتباط در پاسخ به درخواست GI و یا هنگام بروز یک حادثه که حجم زیادی از اطلاعات را تولید می‌نماید، ارسال می‌شوند و اگر طول آنها بیشتر از ماکزیمم طول فریم قابل قبول توسط مرکز باشد اطلاعات آنها در مرکز دریافت نمی‌شود.

مشکلات سازگاری در لایه کاربرد

کدگذاری و آدرس بندی اطلاعات در لایه کاربرد انجام می‌شود. ناسازگاری در این لایه عمدتاً در موارد زیر ایجاد



شکل ۲: استفاده از بیت SQ برای ارسال اطلاعات با آدرس‌های متوالی در یک فریم

جزئیات آنها توافق نباشد عملاً به یک مشکل سازگاری بدل می‌شود. مثلاً با توجه به اینکه در استاندارد IEC 101 نوع BCD برای اطلاعات تعریف نشده ولی در IEC 870-5-4 [4]

تعریف و استفاده از مقادیر اختصاصی برای فیلدهای Type identification و Cause of transmission گرچه استاندارد را نقض نمی‌کند ولی در صورتیکه بین مرکز و پست در مورد

بیست و چهارمین کنفرانس بین‌المللی برق

یکی از مسائلی که گرفتاریهای زیادی را در تبادل اطلاعات ایجاد می‌نماید نوع زمان تعریف شده در دوطرف است که یکی از دو نوع CP24Time2a و CP56Time2a را شامل می‌شود. البته این مشکل بدلیل عدم تعریف CP56Time2a در ویرایش اول استاندارد و تعریف آن در Amendmentها ایجاد شده و بیشتر در ارتباط یک سیستم قدیمی با یک سیستم جدیدتر بوجود می‌آید در شرایطی که سیستم قدیمی تر نتواند CP56Time2a را پشتیبانی کند.

روش همزمان سازی ساعت (از طریق مرکز یا از طریق GPS) نیز مسائل سازگاری پیچیده‌ای را در پی دارد. معمولاً مراکز قدیمی‌تر همزمان سازی ساعت را خود انجام داده و نمی‌توانند بدون Clock sync، ارتباط صحیحی با پست برقرار کنند و اگر لازم باشد تا در پست از GPS استفاده شود مشکلاتی در ارتباط بوجود می‌آید.

بعضی از سیستمها از گروه بندی اطلاعات در General Interrogation و Counter Interrogation استفاده می‌کنند که اگر در دو طرف بدرستی تعریف و بکار گرفته نشود می‌تواند موجب عدم بروزرسانی صحیح اطلاعات گردد. استفاده از قابلیت‌هایی از پروتکل که نیاز به اطلاعات تکمیلی و توافقی بین دو طرف دارند مانند Bit string، Parameter loading و File transfer معمولاً بقدری توأم با مشکلات سازگاری است که اغلب ترجیح داده می‌شود که از این قابلیت‌ها استفاده نشود بعبارت دیگر عطایشان به لقایشان بخشیده می‌شود.

مشکلات سازگاری در لایه عملکردهای کاربردی پایه

عملکردهای کاربردی پایه، نحوه تبادل اطلاعات برای انجام سرویسهای مورد نیاز را تعیین می‌نمایند. ناسازگاری در این لایه عمدتاً در موارد زیر ایجاد می‌شود:

بعضی از سیستمها وابستگی شدیدی به بعضی از عملکردهای کاربردی پایه دارند و اگر به سیستمهایی که این سرویسها را تأمین نمی‌نمایند یا بطور کامل پشتیبانی نمی‌کنند، متصل شوند مشکلاتی در برقراری ارتباط و تبادل اطلاعات خواهند داشت.

این نوع از اطلاعات تعریف شده است می‌توان از یکی از کدهای بزرگتر از ۱۲۸ که برای استفاده اختصاصی در نظر گرفته شده استفاده و یک اطلاعات از نوع BCD را تعریف نمود ولی چنین اقدامی ذاتاً می‌تواند منشأ بروز ناسازگاری شود زیرا باید هر دو طرف در کد اطلاعات، نحوه چیدن BCDها در بایتها، معنی BCDها، وجود یا عدم وجود Quality descriptor، Time tag و ... کاملاً توافق داشته باشند. نحوه تعریف و بکارگیری Common address of ASDU نیز می‌تواند به مشکلات ناسازگاری منتهی شود. در برخی از سیستمها از این فیلد استفاده نمی‌شود. برخی دیگر آدرس مشخصی که برای هر پست متفاوت از بقیه است به آن نسبت داده می‌شود و برخی دیگر برای تفکیک بخشهای پست برای گروههای مختلف نقاط، آدرسهای مشترک متفاوت تعریف می‌نمایند. لذا برای جلوگیری از بروز ناسازگاری باید به این مورد نیز توجه شود.

در ویرایش دوم استاندارد IEC 101 برای پاسخ به خطاهای پروتکلی مکانیزمهایی تعریف شده است که در ویرایش اول وجود نداشت. بنابراین اگر یکی از طرفین لینک از این مکانیزمها استفاده کند ولی دیگری از آنها استفاده نکند مشکلات سازگاری می‌تواند بوجود آید.

نحوه تخصیص آدرس نقاط خصوصاً توجه به متفاوت بودن آدرس فرمان یک نقطه و آدرس اطلاعات برگشتی از آن نقطه نیز از مواردی است که باید مورد توجه قرار گیرد.

Quality descriptor همراه اطلاعات می‌تواند اطلاعات بسیار مفیدی در مورد کمیت ارسالی منتقل نماید. عدم توجه به این اطلاعات می‌تواند موجب بروز اشتباهاتی در تفسیر و استفاده از اطلاعات ارسال شده به مرکز گردد. بعنوان مثال اگر پست اطلاعاتی را با بیت SB (Substituted) به مرکز بفرستد و منظور آن این باشد که این اطلاعات بصورت دستی در پست تعیین شده و جایگزین مقدار واقعی کمیت گردیده است ولی مرکز به این بیت توجه نکند، اطلاعات جعلی بعنوان اطلاعات واقعی در مرکز پذیرفته می‌شود.

بیست و چهارمین کنفرانس بین‌المللی برق

جدول انواع اطلاعات و داده‌های تبادلی بین مرکز و ایستگاه که برای هر نوع از اطلاعات، خصوصیات آن مانند نوع اولیه کمیت در ایستگاه، نوع کمیت در پروتکل، روش آدرس دهی نقاط از این نوع، روش تعیین مقادیر حقیقی از مقادیر ارسالی (مانند ضرایب Scaling) و ... ذکر شده باشد.

جدول سازگاری مشتمل بر امکانات پروتکلی مورد نیاز.

موارد پیش فرض و/یا اولویت دار در پیاده‌سازی.

پارامترهای عملکرد (Performance) نظیر حداکثر زمان بروز رسانی مقادیر آنالوگ و دیجیتال در شرایط عادی و حادثه، حداکثر زمان بروز رسانی کل اطلاعات پس از restart شدن ایستگاه، حداکثر زمان اجرای فرمان و دریافت نتایج آن.

وجود یا عدم وجود گروه‌بندی اطلاعات در General interrogation و Counter interrogation و نحوه گروه‌بندی.

نحوه همزمان‌سازی ساعت بین مرکز و ایستگاه (همزمانی از مرکز یا استفاده از GPS در ایستگاه).

علاوه بر موارد فوق لازم است اقدامات زیر پیش از اقدام به خرید تجهیزات انجام شود تا مشکلی از نظر سازگاری ارتباط پروتکلی بین مرکز و ایستگاه پیش نیاید.

طراحی سیستم: در این مرحله صرف نظر از مشخصات تجهیزات مرکز و ایستگاه با در نظر گرفتن نیازمندیهای سیستم تله‌کنترل، سند "مشخصات پیاده‌سازی پروتکل" برای کل سیستم تدوین می‌شود. با توجه به اینکه هنوز محدودیت‌های تجهیزات معلوم نیست ممکن است برخی انتخابها همچنان در تعریف مشخصات پیاده‌سازی پروتکل برای کل سیستم وجود داشته باشد.

تدوین مشخصات پیاده‌سازی پروتکل برای مرکز: در مرحله دوم باید به نیازمندیها و محدودیتهای مرکز توجه نمود. اگر تصمیم به خرید تجهیزات مرکز داریم می‌توانیم با آزادی عمل بیشتری مشخصات پیاده‌سازی را تعیین کنیم و بدیهی است که بیشترین توانمندیها را که مورد نیاز است در نظر می‌گیریم. با توجه به اینکه ممکن است انواع متعددی از ایستگاهها با قابلیتهای مختلف به مرکز متصل شوند باید در تعریف مشخصات فنی پیاده‌سازی پروتکل مرکز امکان پوشش تمام

به عنوان مثال ممکن است یک مرکز انتظار داشته باشد که ایستگاه پس از Reset شدن End of init را ارسال نماید و در این صورت با ارسال GI دیتابیس خود را بروز نماید. در اینصورت اگر ایستگاه چنین عملکردی را پشتیبانی نکند امکان عدم همسان سازی دیتابیس مرکز و ایستگاه در شرایط Reset ایستگاه وجود دارد.

استفاده یا عدم استفاده از Double transmission (صفحه ۱۵۸ مرجع [2]) می‌تواند موجب بروز نابسامانی در رکوردهای مرکز شود.

عدم تطابق پارامترهای عملکردها در دوطرف یا تفاوت در نحوه اقدام بر اساس مقدار مشخص یک پارامتر در دو طرف نیز می‌تواند موجب بروز ناسازگاری شود. به عنوان مثال پارامترهایی که در عملکرد ارسال فرمان مورد استفاده قرار می‌گیرد و منتهی به تعیین پهنای پالس فرمان در ایستگاه می‌شود باید بدرستی در دوطرف تنظیم گردد تا فرمان بدون مشکل اجرا شود.

چگونه از ناسازگاری جلوگیری کنیم

با توجه به بیانات فوق مشخص می‌شود که اکتفا به جدول سازگاری (Interoperability sheet) نمی‌تواند سازگاری مطلوب بین مرکز و ایستگاه را تضمین نماید. جدول سازگاری در واقع فقط قابلیت‌های پروتکلی که در یک تجهیز مشخص پیاده‌سازی شده را نشان می‌دهد در حالیکه اطلاعات دیگری نظیر نحوه ارتباط این قابلیت‌ها با انواع اطلاعات تبادلی بین ایستگاه و مرکز (وضعیتها، مقادیر اندازه‌گیری، فرامین و ...)، نحوه آدرس بندی نقاط، روش گروه بندی اطلاعات و موارد دیگر از این دست را مشخص نمی‌نماید. بنابراین لازم است مجموعه‌ای تحت عنوان "مشخصات پیاده‌سازی پروتکل" تهیه شود که مشتمل بر کلیه اطلاعاتی باشد که در روند برقراری ارتباط بین مرکز و ایستگاه مورد نیاز است. بدیهی است که جدول سازگاری، بخشی از این مجموعه است. اجزاء اصلی سند "مشخصات پیاده‌سازی پروتکل" عبارتند از:

بیست و چهارمین کنفرانس بین‌المللی برق

اصل دوم رسیدن به حداکثر کارایی و Performance در پیاده سازی است. یک مثال خیلی مهم در اینجا تعیین نحوه آدرس دهی نقاط است. اگر آدرس نقاط هم نوع (با Type Id. یکسان) پشت سرهم در نظر گرفته شود زمان GI بسیار کوتاه خواهد بود. در غیر اینصورت این زمان ممکن است تا حتی به ۳۰ دقیقه برای یک پست بزرگ برسد. این در حالی است که در چنین حالتی هیچ مشکل سازگاری وجود ندارد بلکه مشکل در کارایی و Performance پیاده سازی است.

اصل سوم این است که با توجه به اینکه در استاندارد انواع متنوعی از اطلاعات پیش بینی شده و برای تعیین نوع یک اطلاعات مشخص، گاه چند نوع می تواند مورد استفاده قرار گیرد، حتی الامکان از نوعی استفاده شود که بیشترین مشابهت را با آن داشته باشد. به عنوان مثال برای اطلاعات وضعیت Tap مناسبترین نوع Step Position است در حالی که از انواع Measured value (Normalized, Scaled, Short floating point) نیز میتوان برای آن استفاده نمود.

همچنین جهت تدوین مشخصات پیاده سازی پروتکل، مطابق با کاربرد مورد نظر لازم است به عوامل زیر نیز توجه گردد:

خواسته‌ها و نیازهای بهره برداری از سیستم تله‌کنترل نوع و ماهیت اطلاعات تبادل بین مرکز و ایستگاهها سیستمهای مخابراتی مورد استفاده جهت تبادل داده‌ها

استفاده از امکانات پیشرفته‌تر پروتکل

پروتکل IEC 101 علاوه بر امکانات متداول در پروتکل‌های تله‌کنترل برای تبادل اطلاعات، امکانات پیشرفته‌تری را نیز تعریف می‌نماید که می‌تواند برای افزایش کارایی سیستم و بهبود کیفیت اطلاعات دریافتی در مرکز مورد استفاده قرار گیرد. برخی از مهمترین این امکانات عبارتند از:

اطلاعات Quality descriptor که همراه اطلاعات فرآیند به مرکز ارسال می‌شود.

فرمان Read که می‌تواند برای خواندن یک مقدار مشخص مورد استفاده قرار گیرد.

حالت‌های ممکن تا حد امکان در نظر گرفته شود. ولی اگر تجهیزات مرکز، موجود است باید مشخصات پیاده‌سازی پروتکل را با در نظر گرفتن امکانات مرکز اصلاح نماییم. تدوین مشخصات پیاده‌سازی پروتکل برای ایستگاهها: در مرحله سوم باید مشخصات پیاده‌سازی پروتکل برای ایستگاهها را در چهارچوب مشخصات پیاده‌سازی پروتکل مرکز تعیین نماییم. این مشخصات لزوماً برابر با مشخصات پیاده‌سازی پروتکل مرکز نیستند زیرا مشخصات پیاده‌سازی پروتکل مرکز ممکن است وسیعتر از ایستگاهها بوده و امکانات بیشتری داشته باشد تا برای برقراری ارتباط با تجهیزات خاص یا استفاده از امکانات تجهیزات دارای تواناییهای بیشتر دچار مشکل نگردد. مشخصات پیاده‌سازی پروتکل ایستگاهها حداقل امکانات ضروری را تعیین می‌نماید تا امکان استفاده از تجهیزات ساده‌تر نیز فراهم گردد.

نکات اساسی در تعریف مشخصات پیاده سازی پروتکل

برای رسیدن به یک تعریف مناسب از نحوه پیاده سازی پروتکل باید نکات زیر مدنظر قرار گیرد:

اصل اول رسیدن به سازگاری کامل است. به این معنی که تعریف نحوه پیاده سازی باید بگونه ای باشد که هیچ گونه ابهام یا انتخابی که بتواند منشأ ناسازگاری شود نباید وجود داشته باشد. البته این مطلب به معنی این نیست که هیچ گونه انتخابی وجود نداشته باشد بلکه به این معنی است که انتخابها باید موجب بروز ناسازگاری نگردند. بعنوان مثال برای تعیین سرعت تبادل اطلاعات در لایه فیزیکی می توان چند انتخاب را در نظر گرفت ولی این انتخاب برای پیاده کننده نیست بلکه برای استفاده کننده است و باید تمام انتخابها پیاده سازی شده و بصورت قابل تنظیم در اختیار استفاده کننده قرار داده شود. همچنین لازم است که یک انتخاب بصورت پیش فرض پیاده سازی، تعیین شود. در هر حال باید تعداد انتخابها تا حد امکان کم باشد و در شرایط غیر ضرور از تعیین انتخاب اجتناب شود.

بیست و چهارمین کنفرانس بین‌المللی برق

مثال ۲- ASDU زیر را در نظر بگیرید:

09 82 03 01 08 35 03 A4 C3 00 21 C9 00

این ASDU حاوی اطلاعات دو نقطه اندازه‌گیری از نوع Normalized Value است. با توجه به اینکه بیت SQ برابر ۱ است آدرس نقطه اول داده شده و سپس مقادیر دو نقطه آورده شده است. حال اگر طول Common address of ASDU برابر یک و طول آدرس نقاط برابر سه تعریف شود ASDU فوق صحیح بوده آدرس مشترک ASDU برابر 01، آدرس نقطه اول 03 35 08 و آدرس نقطه دوم 00 35 09 خواهد بود. ولی اگر طول Common address of ASDU برابر دو و طول آدرس نقاط نیز برابر دو تعریف شود ASDU فوق باز هم صحیح بوده ولی آدرس مشترک ASDU برابر 0801، آدرس نقطه اول 03 35 و آدرس نقطه دوم 00 36 خواهد بود. چنانچه ملاحظه می‌شود با دو پیکره‌بندی فوق ASDU درست تشخیص داده می‌شود و اطلاعات دو نقطه آنالوگ نیز بدرستی خوانده می‌شود ولی آدرس نقاط اشتباه خوانده می‌شود.

نتیجه‌گیری

بدلیل اینکه پروتکل IEC 60870-5-101 برای طیف وسیعی از کاربردها طراحی شده، انتخابهای متعددی برای انجام عملیات تبادل اطلاعات در آن پیش بینی شده است و عدم توافق بین انتخابهای پیاده‌سازی شده در مرکز و ایستگاه موجب بروز ناسازگاری در تبادل اطلاعات می‌شود. بنابراین ضروری است جهت پیش‌گیری از بروز ناسازگاری، یک مجموعه بدون ابهام از مشخصات پروتکل برای پیاده‌سازی در تجهیزات تدوین گردد که جدول سازگاری (Interoperability sheet) بخشی از این مجموعه است. این مجموعه باید شامل کلیه اطلاعات و دستوراتی باشد که در روند برقراری ارتباط بین مرکز و ایستگاه مورد سؤال واقع می‌شود. این مجموعه که می‌توان از آن بنام "مشخصات پیاده‌سازی پروتکل" یاد کرد، طی فرآیندی متشکل از سه مرحله متوالی طراحی سیستم، تدوین مشخصات پیاده‌سازی پروتکل مرکز و تدوین مشخصات پیاده‌سازی پروتکل ایستگاه‌ها توأم با بررسی نیازمندیهای

Parameter loading که می‌تواند برای تنظیم پارامترهایی نظیر مرزهای مقادیر آنالوگ مورد استفاده قرار گیرد. File transfer که می‌تواند برای بارگذاری Database به ایستگاه یا خواندن Log file از آن مورد استفاده قرار گیرد. Delay acquisition command برای بدست آوردن زمان تأخیر ارسال و دریافت اطلاعات. تعیین یا خواندن وضعیت‌های تعریف شده سیستم با استفاده از Bit string.

استفاده از این امکانات ضمن اینکه می‌تواند کارایی سیستم را افزایش دهد، می‌تواند موجب بروز مشکلات سازگاری گردد. لذا باید با بررسی کارشناسی دقیق، نحوه استفاده از این امکانات بدقت تعریف شده و در مشخصات پیاده‌سازی در بخش جداگانه‌ای وارد گردد. البته باید توجه داشته باشیم که استفاده از این امکانات، متداول نبوده و ملزم کردن سازندگان به پیاده‌سازی آنها می‌تواند مشکلاتی در روند اجرای پروژه‌ها بوجود آورد.

دو مثال

دو مثال زیر نمونه‌هایی از موارد ناسازگاری پروتکلی را نشان می‌دهند. مثال اول مربوط به لایه لینک و مثال دوم مربوط به لایه کاربرد است. مثال ۱- اگر آدرس ایستگاه (A) در پیکره‌بندی پروتکل مرکز و پست برابر ۱ تعریف شده ولی طول آن در مرکز یک بایستی و در پست دو بایستی تعریف شده باشد فریم ارسالی از مرکز برای برقراری ارتباط (Request status of link) بصورت زیر خواهد بود:

10 49 01 4A 16

در حالی که پست انتظار فریم زیر را دارد:

10 49 01 00 4A 16

بنابراین از نظر پست، فریم دریافتی یک فریم ناقص که بایست آخر آن دریافت نشده می‌باشد که برای آدرس 164A ارسال شده است و لذا به چنین فریمی هیچ واکنشی نشان نمی‌دهد و در نتیجه مرکز فریم خود را تکرار می‌کند و این تکرار ادامه می‌یابد.

بیست و چهارمین کنفرانس بین‌المللی برق

سیستم تله‌کنترل مورد نظر و محدودیتهای موجود نظیر محدودیتهای سیستم مخابراتی و تجهیزات قبلاً خریداری شده، تولید گردیده و مبنای خرید تجهیزات جدید و هدایت عملیات راه‌اندازی و برقراری ارتباط بین مرکز و ایستگاه‌ها قرار می‌گیرد.

مراجع

- [1] IEC (60)870-5-101: 1995 First Edition, Telecontrol equipment and systems – Part 5-101: Transmission protocols – Companion standard for basic telecontrol tasks
- [2] IEC 60870-5-101: 2003 Second Edition, Telecontrol equipment and systems – Part 5-101: Transmission protocols – Companion standard for basic telecontrol tasks
- [3] IEC (60)870-5-3: 1992 First Edition, Telecontrol equipment and systems – Part 5: Transmission protocols – Section 3 – General structure of application data
- [4] IEC (60)870-5-4: 1993 First Edition, Telecontrol equipment and systems – Part 5: Transmission protocols – Section 4 – Definition and coding of application information elements