طراحی و ساخت دستگاه نشان دهنده خطا تحت بستر GPRS و با استفاده از پروتکل DNP3.0

امیر افلاکی[۱]، پژمان یاعلی[۲]، ایرج شمس سولاری[۳]

[۱] دفتر فن آوری های نوین، شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان، اصفهان، aflaki_a@eepdc.ir

[۲] دفتر فن آوری های نوین، شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان، اصفهان، yaali_p@eepdc.ir

[۳] دفتر فن آوری های نوین، شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان، اصفهان، shams_i@eepdc.ir

چکیده

شناسایی محل خطا به جهت اصلاح و تعمیر هر چه سریعتر شبکه از مهمترین نیاز های شبکه توزیع برق می باشد. اغلب نشانگرهای خطا یا بر پایه پیامک بوده و یا از طریق چراغ های چشمک زن بر روی خطوط شبکه خطای دریافتی را نمایش می دهد که هر دو روش مشکلاتی چون سرعت یافتن محل خطا یا شارژ آبونمان سیم کارت را دارند. در این مقاله روشی معرفی می شود که با استفاده از پروتکل استاندارد شبکه توزیع DNP3.0 (Distributed Network Protocol) و به صورت کاملاً آنلاین تحت بستر GPRS اطلاعات محل خطا بر روی نرم افزار جمع آوری و کنترل اطلاعات توزیع برق (SCADA) مشخص و عملیات ایزوله کردن قطعه معیوب شبکه به سرعت انجام شود.

کلمات کلیدی

نشانگر خطا، DNP3.0، SCADA، GPRS.

۱- مقدمه

- با گسترش سامانه‌های اتوماسیون توزیع برق و هوشمند شدن این سامانه‌ها، تشخیص موقعیت وقوع خطا در شبکه اهمیت بیشتری پیدا کرده است. لیکن با توجه به اینکه شبکه برق در غالب مواقع پایدار است و خطایی در شبکه دیده نمی‌شود، اکثر تولید کنندگان و به طبع بهره برداران از تجهیزات نشان دهنده خطا به علت سهولت نصب و پوشش ارتباطی مناسب شبکه تلفن همراه، ترجیح به استفاده از پیامک برای اعلام خطا را میدهند. یکی از مشکلات پیامک عدم اطمینان از ارسال به موقع در شبکه و همچنین عدم اطلاع از صحت عملکرد مودم در تمام مواقع می‌باشد ضمن اینکه هزینه‌های شارژ و آبونمان ارسال پیامک برای تعداد زیاد سیم کارت مشکلات خاص خود را دارد.
- استفاده از نشان دهنده‌های خطا سال هاست که به صورت سنتی در حال استفاده می باشد لیکن استفاده از بستر های ارتباطی مطمئن و شناسایی خطا از راه دور که در مقاله[۱] به آن اشاره شده است تا حد قابل قبولی نیز پیشرفت کرده است لیکن مبحث انتقال در بستر شبکه GPRS/4G نیاز به تغییراتی در ساختار سخت افزار جهت بهبود انتقال اطلاعات دارد که در این مقاله سعی در اصلاح آن داریم. از سمت دیگر به جهت بهبود انتقال به موقع اطلاعات و نمایش آنلاین خطا در مقاله [۲] تجهیزی معرفی شده است که قابلیت ارسال اطلاعات با پروتکل های استاندارد را دارا می باشد. و در مقاله دیگری [۳] نحوه اتصال اطلاعات نشانگر های خطا به سامانه SCADA بررسی و در شرکت برق لینکلن استفاده شده است. با تجمیع روش های معرفی شده فوق و بهره گیری از فن آوری های جدید تجهیز طراحی و ساخته شده در این مقاله سبب می‌شود سرعت خطایابی شبکه بسیار بالا رفته و در نتیجه انرژی توزیع نشده و خاموشی مشترکین کاهش یابد.

۲- شرح راه کار

مشـــکل فعلی اکثر نشـــانگر خطاهای پیامکی، شـــارژ ریالی ســـیم کارت‌های مربوطه برای تعداد زیاد سیم کارت می باشد ضمن اینکه ارسال پیامک قابلیت اطمینان بسیار پایینی در بحث سرعت انتقال دارد. از طرفی انتقال اطلاعات با پروتکل های اســـتاندارد مانند DNP3 نیاز به حجم کارکتر بیشـــتر می باشـــد که از طریق پیامک امکان پذیر نمی‌باشـــد و می‌بایست از بستر ارتباطی شبکه GPRS/4G استفاده نمود. ضمن اینکه در دریافت اطلاعات بصورت پیامکی نیاز به تغییر پروتکل اطلاعات دریافت شده برای نمایش در سامانه های SCADA می باشد که خود باعث عدم یکپارچگی سامانه می‌گردد.

راه حل پیشـــنهادی اســـتفاده از پروتکل DNP3 تحت بســـتر GPRS/4G می باشد که دیتا مستقیماً بر روی سامانه اسکادا وارد شود و از به روز بودن اطلاعات و سلامت ارتباط نیز اطمینان حاصل کرد.

در این روش ماژول نشان دهنده‌ی خطا ابتدا سیگنال‌های دریافتی را به فرمت پروتکل DNP3 تبدیل می‌کند. به این روش بدون نیاز به فراخوانی خطای ایجاد شده به صورت آلارم و به صورت پیام خودکار به مودم ارســـال می‌گردد. به طور خاص پروتکل DNP3، برای تســـهیل ارتباطات بین انواع مختلفی از ثبات های داده و تجهیزات کنترلی طراحی شده است و نقش مهمی را در سیستم های SCADA ایفا می‌کنند، که توسط ایستگاه‌های اصلی SCADA، واحدهای ترمینال از راه دور RTU و دســـتگاه‌های هوشـــمند الکترونیکی اســـتفاده می‌شـــود و مشـــخصاً برای ارتباطات قابل اطمینان سیستم‌های اتوماسیون در محیط ناسازگار و پر از نویز تأسیسات برقی طراحی شده است.

پروتکل DNP3 یک پروتکل اســـکادایی باز، هوشـــمند، قابل اطمینان، مدرن و بهینه است. از مهم‌ترین قابلیت‌های این پروتکل می‌توان موارد زیر را نام برد[۴]:

– امکان درج درخواســـت و پاســـخ برای چندین نوع داده مختلف در یک پیغام

– امکان تقسیم‌بندی پیغام‌ها به چندین فریم (بخشی از پیغام) برای اطمینان از تشخیص خطا در ارسال یا دریافت

– پاسخ به درخواست‌ها فقط با داده‌های تغییر یافته

– امکان اطلاق درجه اهمیت به داده‌ها و درخواســـت دوره‌ای داده‌ها براساس درجه اهمیت آنها

– امکان ارسال پاسخ بدون درخواست (unsolicited)

– پشتیبانی از همزمانی سیستم‌ها و فرمت زمان استاندارد

– امکان ارتباط چند ســـیســـتم بالادســـتی (Multiple Master) و عملکرد peer-to-peer

– و امکان تعریف داده‌ها توسط کاربر و انتقال فایل.

مودم GPRS/4G دیتای دریافتی از ماژول را تحت بستر اینترنت یا از طریق APN به سرور سامانه اسکادا ارسال می کند.

با این ساختار اطلاعات کاملاً آنلاین بوده و با توجه به اینکه فراخوانی دوره ای نیز انجام می پذیرد در صـــورت قطع ارتباط یا بروز مشـــکل در مودم، بلافاصله سامانه اسکادا از قطع ارتباط آگاه شده نسبت به رفع مشکل اقدام می‌گردد.

۳- بررسی پکت های ارسالی

با توجه به نیازهای نشـــان دهنده های خطا، و همچنین ســـاختار پروتکل DNP3، بســـته مورد نیاز برای ارســـال دیتا تنها شـــامل یک مقدار آنالوگ و ۴ مقدار دیجیتال می باشد.

مقدار آنالوگ ارسالی شدت میدان مغناطیسی دریافتی را شامل می شـــود که با نرمالیزه کردن می توان حدود جریان عبوری و میزان شـــدت خطای شبکه را محاسبه نمود.

برای مقادیر دیجیتال نیز شامل وضعیت شارژ یا سلامت باتری، وجود برق در شبکه، و دو مقدار برای نشان دادن نوع خطا می باشد که این دو مقدار با استفاده از الگوریتم های داخلی ماژول نشان دهنده خطا مشخص می شوند، یکی برای خطا های ماندگار و دیگری برای خطا های گذرا.

پس از پیاده سازی و تست این نوع نشان دهنده خطا، حجم دیتای تبادلی برای هر بار فراخوانی تحت پروتکل DNP3 به ۳۸بایت و دیتای ایجاد شده در زمان بروز خطا به ۲۵بایت خواهد رسید که باتوجه به هزینه بســـته های اپراتورهای تلفن همراه برای فراخوانی در بازه ۶ ســـاعته هزینه ای کمتر از ارسال یک پیامک در روز خواهد داشت. ضمن اینکه سامانه اسکادا همیشه از آنلاین بودن مودم آگاه می باشد.

برای پرداخت هزینه های آبونمان دیتای هم اپراتور های همراه بســـته های اشـــتراکی برای تعداد زیاد ســـیم کارت فراهم کرده اند که با یک بار پرداخت تمامی سیم کارت های زیر مجموعه شارژ می شوند.

با توجه به اینکه بســـتر ارتباطی GPRS/4G تحت پروتکل شـــبکه TCP/IP عمل می کند برای ارســـال اطلاعات به مقصـــد یک زمان ۳ ثانیه ای در نظر می گیرد و در صـــورت عدم دریافت پاسـخ از مقصـد این کار را برای مدت ۲ دقیقه ادامه داده و در نهایت اعلام عدم ارتباط می نماید. ضمن اینکه در این روش خطا یابی بیت های ارسالی نیز انجام می شود و در صورتی که یک یا چند پکت ناقص یا اشتباه ارسال شده باشند مجدداً درخواست می گردد. حال آنکه در روش ارسال پیامک، تنها یک بار پیامک ارســـال شـــده و زمان ارســـال و دریافت ممکن اســـت تا چند دقیقه و بعضـاً ساعت به طول بیانجامد.

۴- ورود اطلاعات به نرم افزار اسکادا

پس از اطمینان از انتقال صحیح و کامل اطلاعات نوبت به نمایش و اعلان می رسد.

در این بخش دیتای دریافتی توسط نرم افزار اسکادا تحلیل شده و به دو بخش اطلاعات رخدادی و آلارم ها تقسیم می شوند.

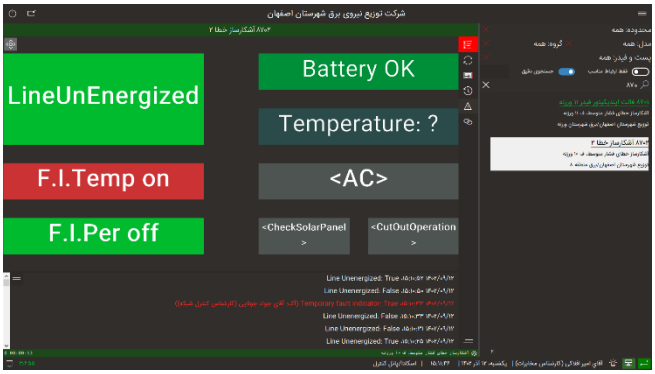
رخداد ها شامل مقادیر آنالوگ بوده که در این ماژول صرفاً شامل شدت جریان عبوری می باشد و در نرم افزار نمایش داده می‌شود.

خطاهای گذرا نیز شامل ثبت به عنوان رخداد می شوند (شکل ۱). این گونه خطاها بیشتر به عنوان پیش نشانه عیب در شبکه می باشد و تکرار آن کمک به جلوگیری از حادثه می کند. این گونه خطاها نیاز به اعلان در لحظه وقوع نداشته چرا که غالباً بدون انجام هر نوع عملیاتی شبکه به حال عادی باز خواهد گشت.

سایر سیگنال های دریافتی نیز شامل وضعیت باتری و برق ورودی دستگاه می باشد که به جهت اطمینان از صحت عملکرد و جلوگیری از قطع ارتباط به صورت اعلان صوتی در نرم افزار نمایش داده می شود.

اما مهمترین سیگنال دریافتی که هدف اصلی نشان دهنده های خطا می‌باشد نمایش خطای ماندگار می باشد. این خطا معمولاً با قطع دائم یا لحظه ای برق ورودی دستگاه همراه است. الگوریتم شناسایی نوع خطا مبحثی مجزا بوده و در این مقال نمی گنجد.

مزیت برتر پروتکل DNP3 که در این طرح مورد استفاده خاص قرار گرفته است، ارسال آلارم های ایجاد شده بدون درخواست سرور می باشد. خطای ایجاد شده بلافاصله از طریق نشان دهنده خطا به مودم ارسال، و مودم تحت پروتکل پیغام را به سرور ارسال می کند.



شکل ۱خطای گذرا

۵- بحث و نتیجه گیری

با ارائه راه کار های فوق و اتصال نشان دهنده خطا به نرم افزار اسکادا انتظار می‌رود با وقوع خطا در شبکه، همزمان با اعلام آلارم توسط کلید های بالا دست و پایین دست شبکه و نمایش سکشن دچار حادثه در نرم افزار، تنها بحث مشخص کردن انشعاب معیوب پیش می‌آید که با استفاده از تجهیزات معرفی شده و پروتکل های مورد استفاده سریعاً انشعاب معیوب هم مشخص و از شبکه جدا می گردد.

حال گروه های بهره بردار به راحتی و سرعت بیشتر می توانند اقدام به شناسایی دقیق محل عیب و بازگردانی شبکه به حالت قبل نمایند.

این طرح در کاهش خاموشی مشترک و سرعت بازیابی شبکه بسیار موثر خواهد بود. ضمن اینکه با ثبت وقایع در نرم افزار اسکادا و گزارش گیری دوره‌ای امکان مشخص شدن نقاط ضعف در شبکه و انجام تعمیرات پیشگیرانه نیز برای شبکه های فرسوده میسر می شود.

مراجع

[۱] درگاهی, ع., ر. باوفای طوسی, and ر. افشار, افزایش راندمان سیستم اتوماسیون فیدرهای فشار متوسط در شرکت توزیع برق مشهد با اضافه کردن اطلاعات نشان دهنده های خطای پست های زمینی در بستر GSM/GPRS, in سومین کنفرانس منطقه ای سیرد. ۱۳۹۳.

[2] UK, e.n.w. Reliable, Low Cost Earth Fault Detection for Radial Overhead Line Systems. 2018; Available from:https://www.enwl.co.uk/globalassets/innovation/innovation-event-documents/lcni-literature-2018/earth-fault-detection-for-overhead-lines-factsheet-2018.pdf.

[3] Knapek, J.W., S. Gamache, and J. Fowler. Communications-Capable Fault Indicators Improve Outage Response for Coastal Oregon. in 2016 IEEE Rural Electric Power Conference (REPC). 2016.

[4] Triangle MicroWorks, I. DNP3 Overview. 2002.