

Riešenie zberu poruchových veličín v prenosovej elektrizačnej sústave

Tento článok opisuje nasadenie riešenia na zber údajov v jednej z najväčších spoločností na svete, ktorá sa zaoberá prenosom elektrickej energie. Rozvodná sieť, ktorá patrí pod pôsobnosť spomínanej indickej spoločnosti, má dĺžku 95 000 km s viac ako 200 extra vysoko napäťovými a HVDC rozvodnými stanicami. Spoločnosť sa rozhodla pre nasadenie systému na vzdialený prístup a automatickú analýzu porúch na každej rozvodnej stanici na ploche viac ako 2,5 mil. km². Systém mal obsahovať funkcie na automatizovaný vzdialený zber tzv. DR (poruchových záznamov) súborov a záznamu udalostí (EL – event log) z inteligentných elektronických a iných zariadení z rozvodných staníc. Následne na ich nahranie do centrálneho Národného centra na správu prenosovej sústavy (NCSPS) cez Regionálne centrá na správu prenosovej sústavy, rozmiestnené po celej krajine. Prenosová spoločnosť bola schopná vzdialene sledovať stav zariadení a konfigurovať ich, zbierať údaje o poruchových stavoch a veličinách a zaznamenávať údaje o rôznych udalostiach, čo umožnilo, že na rozvodných stanicích nebol žiaden personál a bolo ich možné prevádzkovať/udržiavať vzdialene. Do projektu bolo zahrnutých takmer všetkých 200 rozvodných staníc extra vysokého napätia a viac ako 3 000 relé a inteligentných elektronických zariadení. Išlo o najväčší projekt z hľadiska monitorovania technických prostriedkov, ktorý sa kedy realizoval v rámci indickej národnej prenosovej elektrizačnej sústavy.

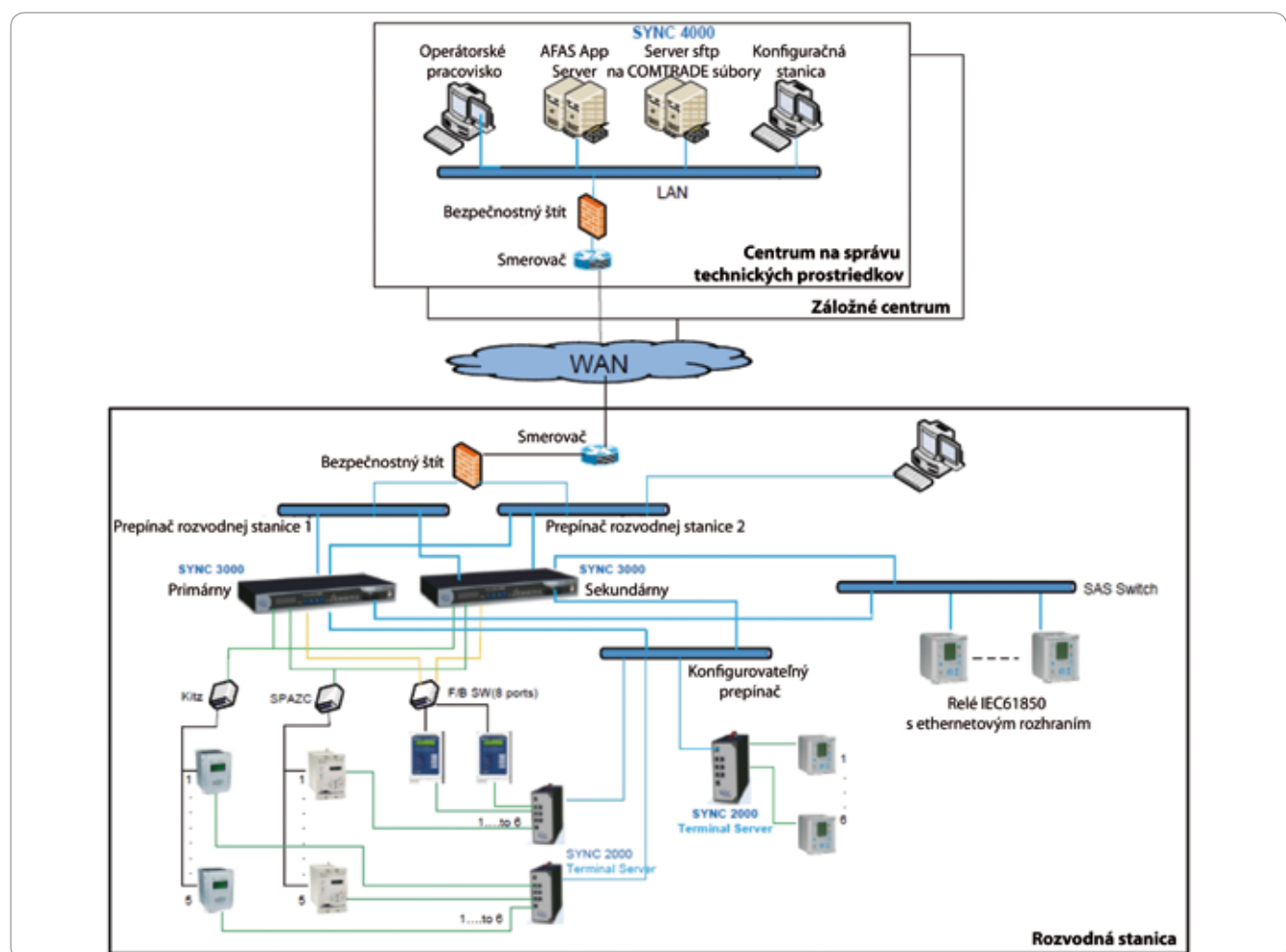
Okrem samotného rozsahu bol tento projekt zložitý aj preto, lebo údaje boli zbierané z inteligentných elektronických zariadení od rôznych výrobcov, čo vyžadovalo dostatočné znalosti a kapacitu na konverziu rôznych komunikačných protokolov na strane koncentrátorov údajov. Niektoré relé takisto neboli vybavené ethernetovými portmi, čo vyžadovalo použitie terminálových serverov, vďaka čomu bolo možné realizovať vzdialené nastavovanie všetkých existujúcich zariadení v rozvodných stanicích.

Riešenie

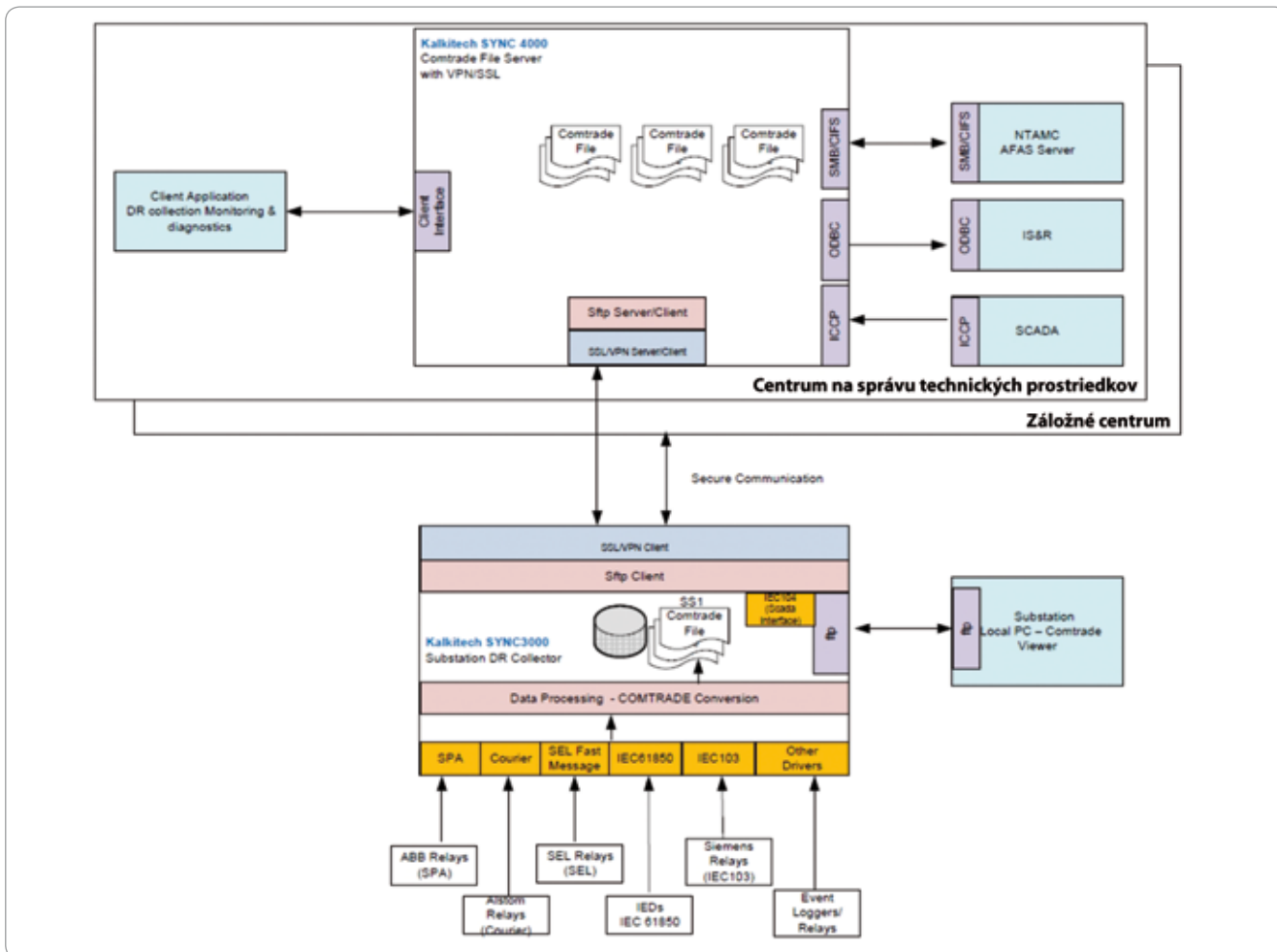
Spoločnosť Kalkitech navrhla decentralizovanú architektúru, v rámci ktorej boli na každej rozvodnej stanici nainštalované redundantné jednotky – koncentrátory údajov pre rozvodné stanice SYNC 3000,

ktoré plnia úlohu zberača záznamov o poruchách na rozvodnej stanici. Údaje o poruchách sú získavané z inteligentných elektronických zariadení použitím proprietárnych/štandardných protokolov a potom prostredníctvom SYNC 3000 skonvertované priamo ešte v rozvodnej stanici do COMTRADE súborov (Common Format for Transient Data Exchange). Takto skonvertované údaje sa posielajú prostredníctvom zabezpečeného prenosového kanála do servera SYNC 4000 od spoločnosti Kalkitech, umiestneného v NCSPS. COMTRADE súbory v SYNC 4000 sú zrkadlené na server SYNC 4000 v záložnom centre, kde sú generované nové súbory so záznamami porúch.

SYNC 4000 zároveň vystupuje ako server na množstvo celopodnikových aplikácií a klientov, napr. automatický systém na analýzu porúch, SCADA a aplikácie na monitorovanie a analýzu poruchových



Obr. 1 Schéma architektúry systému



Obr. 2 Tok údajov – zber poruchových údajov a záznam udalostí

záznamov. Okrem toho SYNC 4000 disponuje rôznymi adaptérmi umožňujúcimi prenos údajov vrátane ICCP, ODBC, SMB.CIFS a proprietárnymi adaptérmi.

Koncentrátor údajov Kalkitech SYNC 3000 sa využíva ako konvertor protokolov pre rozvodné stanice a umožňuje zber údajov generovaných v reálnom čase a súborov z inteligentných elektronických zariadení, ako aj zaznamenávanie rôznych udalostí. Komunikuje s ostatnými zariadeniami v rámci rozvodnej stanice a riadi zber, spracovanie a prenos údajov súvisiacich s chybami a poruchami na každej rozvodnej stanici. Pri komunikácii sa využívajú rôzne ovládače/adaptéry, ktoré umožňujú spojenie s rôznymi typmi zariadení rôznych výrobcov, ako sú napr. ABB, Siemens, Areva či SEL. Ovládače zbierajú údaje o poruchách prostredníctvom rôznych protokolov, ako napr. ABB SPA, Alstom Courier, IEC103, IEC61850, Fast Message Protocol do SEL, ako aj množstva špeciálne spracovaných aplikácií postavených na báze Modbus.

Na vzdialený prístup k relé so sériovým komunikačným rozhraním (RS232/422/485) sa ako terminálový server používa ďalšie zariadenie spoločnosti Kalkitech označené ako SYNC 2000. To disponuje šiestimi sériovými portmi pripojenými k inteligentným elektronickým zariadeniam a umožňuje pripojenie pomocou TCP/IP.

Zber údajov

Koncentrátor údajov SYNC 3000 je nastavený do primárnych/standby režimov, takže kompletná funkcionálna automatizovaná systém na vzdialený zber je dostupná až v prípade výskytu nejakej poruchy. Údaje (záznamy porúch/súbory/logy/zmeny v databáze/aktualizácie) sú synchronizované medzi dvomi koncentrátormi údajov prostredníctvom modulu Hot Standby v rámci SYNC 3000. SYNC 3000 disponuje osvedčením v súlade s normou IEC61850-3 pre šesť ethernetových a 12 sériových portov na priame pripojenie relé a záznamníkov udalostí.

V rozvodných staniciach, kde bolo kvôli zberu poruchových záznamov potrebných viac ako 12 sériových portov, bol nasadený terminálový server SYNC 2000 so šiestimi sériovými portmi, vďaka čomu nebolo na jednu sériovú slučku pripojených viac ako päť relé. Terminálové servery SYNC 2000 majú nastavený režim PT (pass through) a rozhrania zberu poruchových záznamov; konverzia do formátu COMTRADE sa vykonáva v koncentrátorech údajov SYNC 3000. Tie majú takisto dva alebo šesť voliteľných ethernetových portov pripojených do ethernetovej siete rozvodnej stanice, možnosť konfigurácie LAN a SAS LAN a získavania údajov z inteligentných elektronických zariadení pripojených v rámci rozvodnej stanice.

Pri zariadeniach s komunikáciou prostredníctvom sériových portov RS232 bol na zabezpečenie ich pripojenia do hlavných aj záložných koncentrátorov údajov SYNC 3000 použitý prepínač Fall Back Switch. Pri zariadeniach so sériovými portmi, ktoré používali komunikáciu na spoločnej zbernici (multi-drop, napr. SPA, Courier), bola sériová slučka RS485 pripojená na aktívne aj záložné jednotky SYNC 3000.

Koncentrátory údajov SYNC 3000 tiež podporujú zber údajov v rámci plánovaných vyvolávacích cyklov, inicializovaných prenosov zo zariadení (záznamník poruchových udalostí/inteligentné elektronické zariadenie) aj vyžadovaných prenosov zo systému SCADA/EMS. SYNC 3000 takisto inicializuje výzvy v prípade výskytu záznamu o poruche, ktorý odoslalo niektoré relé prostredníctvom SEL protokolov alebo IEC61850. Proprietárny formát súborov na záznam porúch je takisto konvertovaný v SYNC 3000 do štandardného binárneho formátu COMTRADE. SYNC 3000 okrem zberu poruchových údajov získava zo samostatne pracujúcich záznamníkov udalostí aj zápisy o týchto udalostiach, pričom ich prostredníctvom zabezpečeného FTP prenosu súborov ukladá do súboru .txt na vzdialené servery umiestnené v NCSPS. Vzdialené servery SYNC 4000 potom prenášajú tieto súbory prostredníctvom ODBC rozhrania do serverov na ochranu a ukladanie údajov, ktoré sú súčasťou systému SCADA/EMS.

Riadiaci server

SYNC 4000 od spoločnosti Kalkitech, ktorý je nainštalovaný v Centre na správu technických prostriedkov, riadi bezpečnú komunikáciu s rozvodnými stanicami a zabezpečuje aj vzdialený prístup pre potreby konfigurácie. Zároveň podporuje rozhrania do systému ISR a SCADA, spúšťanie zberu potvrdených poruchových záznamov a posielanie uchovaných údajov o udalostiach zo záznamníkov udalostí v ISR. Hardvér SYNC 4000 disponuje duálnou LAN, 8 GB RAM rozšíriteľnou až do 32 GB a 320 GB HDD (rozšíriteľným do 640 GB) s piatimi RAID poľami na dlhodobé ukladanie údajov (pre každý server).

Používateľské rozhranie systému zberu poruchových záznamov SYNC 4000 umožňuje vykonávať zmeny v konfigurácii a prezeráť stav zberu poruchových záznamov, alarmy a udalosti v rámci komunikačného systému. Voliteľnou funkciou je možnosť manuálneho zberu poruchových záznamov.

Prenos súborov formátu COMTRADE z koncentrátorov údajov SYNC 3000 do SYNC 4000 v Centre na správu technických prostriedkov používa protokol SFTP, pričom SYNC3000 bol v režime SFTP servera a SYNC 4000 ako SFTP klient. Komunikácia klient – server bola zabezpečená pomocou SSL kódovania. Výmena údajov medzi SYNC 3000 a SYNC 4000 spĺňala požiadavky NERC CIP. SYNC 4000 značkoval všetky inicializačné aktivity používateľov nevyhnutnými informáciami, ako je časový údaj, komentár používateľ/administrátor, ktoré sú potrebné na udržiavanie kontrolných záznamov. Tiež generoval komunikačné záznamy na identifikovanie porúch komunikácie.



Rozhrania pre celopodnikové aplikácie

Rozhranie pre systém analýzy porúch

Súbory COMTRADE sú spravované v súborovom systéme na serveri SYNC 4000. Tieto súbory prechádzajú automatickým softvérom na analýzu porúch použitím SMB (Server Message Block), známym aj ako CIFS (Common Internet File System), ktorý predstavuje sieťový protokol aplikačnej vrstvy, poskytujúci prístup k súborom medzi uzlami v sieti. Zároveň poskytuje overený komunikačný mechanizmus medzi jednotlivými procesmi. Súbory o záznamoch porúch z každého relé sú uchovávané v samostatných súboroch, ktoré sú zoskupené podľa jednotlivých rozvodných staníc.

Rozhranie pre SCADA/EMS

SYNC 4000 má rozhranie ICCP, cez ktoré je pripojený do systému SCADA/EMS. Spúšťanie zberu poruchových záznamov zo systému SCADA je konfigurované pomocou ICCP linky. Súbory zo záznamníkov udalostí sú so servermi ISR prepojené pomocou ODBC rozhrania.

Najdôležitejšie funkcionality

1. Zlepšená bezpečnosť

- bezpečnosť v súlade s NERC/CIP,
- správa používateľov v rámci konfiguračných nastavení chráni pred neautorizovanou konfiguráciou,
- VPN kódovaná pomocou SSL umožňuje predchádzať neautorizovanému prečítaniu údajov prenášaných cez sieť.

Integrácia ochranných a riadiacich inteligentných elektronických zariadení v rámci rozvodnej stanice je realizovaná bezpečným spôsobom v súlade s príslušnými normami NERC CIP pre kybernetickú bezpečnosť, a to najmä s normou CIP-005-1 (Elektronická bezpečnosť). Vzdialený prístup do inteligentných elektronických zariadení je obmedzený len na jediné miesto, čím sa zamedzilo neautorizovanému prístupu k všetkým zariadeniam, ako sú inteligentné elektronické zariadenia, relé, záznamníky porúch či udalostí. Zároveň je potrebné prihlásenie pomocou mena a hesla, pričom všetci používatelia sú začlenení do skupín s prednastavenými právami.

2. Podpora veľkého počtu protokolov a dodávateľov rôznych inteligentných elektronických zariadení

SYNC 3000 podporuje ovládače pre rôzne priemyselné štandardné komunikačné protokoly, protokoly na prenos údajov na úrovni rozvodných staníc, napr. IEC61850, IEC 60870-5-103, SEL protokol rýchleho posielania správ pre SEL 4xx a 3xx, DNP3, SPA, Courier. V rámci projektu sú do siete pripojené inteligentné elektronické zariadenia od desiatich rôznych výrobcov, ako ABB, Siemens, Areva/Alstom, SEL, pričom systém podporoval pripojenie 50 rôznych modelov zariadení. SYNC 3000 zároveň podporuje SNTIP protokol na časovú synchronizáciu hodín koncentrátorov údajov podľa zdroja z GPS.

3. Systém na vzdialený prístup (RAS)

Softvér RAS podporuje viaceré verzie konfiguračných nástrojov rôznych výrobcov relé, vďaka čomu možno vykonávať údržbu a nastavovanie z jedného miesta. Softvér RAS disponuje databázou určenou na ukladanie súborov s poslednými konfiguráciami, ktoré sú automaticky nahrané z príslušných relé. Správa verzií týchto súborov je jednou z kľúčových funkcií softvéru RAS. Softvér obsahuje aj systém na analýzu a prehliadanie záznamov poruchových udalostí, ktorý je prepojený s tým softvérom, ktorý používa súbory COMTRADE získavané zo SYNC 3000 a ukladané v centrálnej databáze.

4. Ukladanie údajov v koncentrátoroch údajov

SYNC 3000 ukladá záznamy o poruchách a udalostiach najmenej jeden mesiac v stálej pamäti, pričom tieto záznamy obsahujú jeden súbor o poruchách za deň z každého pripojeného relé a 1 000 záznamov udalostí za deň z každého záznamníka udalostí. Všetky stavy a informácie o konfiguráciách sú uchovávané v stálej pamäti (flash, HDD...).

5. Parametre alarmov a udalostí

SYNC 3000 načíta pri spustení všetky parametre konfigurácie z konfiguračného súboru XML. Pre používateľov, ktorí chcú vytvárať nové konfigurácie alebo upravovať tie existujúce, sú k dispozícii GUI konfiguračné nástroje. Tie generujú konfiguráciu vo forme súboru XML, ktorý sa prenáša do SYNC 3000 prostredníctvom WAN siete a je uložený v stálej pamäti.

Zdroj: Disturbance Data Collection Solution Using SYNC 3000 a SYNC 4000, Kalki Communication Technologies Private Limited, Case Study, 2012, dostupné online, 28. 8. 2012 na http://www.kalkitech.com/documents/Disturbance%20Data%20Collection%20Solution%20using%20SYNC%203000%20and%20SYNC%204000_Case%20Study.pdf.

-tog-