



Štandardizácia sieťových technológií a zavedenie komunikačného systému Ethernet Powerlink

Riadiaci systém ALSPA Controlplant od spoločnosti Alstom je určený pre aplikácie v energetike. V tomto priemyselnom prostredí sa striktne vyžadujú technológie s vysokou spoľahlivosťou a disponibilnosťou. Popri Modbus TCP zvolil Alstom pre svoj riadiaci systém aj Ethernet Powerlink. Pred plnohodnotnou implementáciou do riadiaceho systému však bolo nevyhnutné, aby sa integrovali všetky podstatné vlastnosti technológie Ethernet Powerlink. Najdôležitejšou vlastnosťou je redundancia, ktorú Alstom zaviedol ako systémový štandard. Za pomoci tejto deterministickej siete sa umožňuje dosiahnuť potrebný stupeň disponibilnosti regulácie a riadenia v procesoch prebiehajúcich v elektrárnach. Sieť riadenia prevádzky, ako aj podniková sieť sú už dlhé roky založené na ethernetových technológiách. Prostredníctvom zbernice Powerlink je tak teraz celá sieťová architektúra založená na osvedčenej a štandardizovanej ethernetovej technológii. Výhody komplexnej ethernetovej siete sú rozmanité: štandardizácia pripojených prístrojov a protokolov, znižovanie nákladov, jednoduchšia údržba, vysoký výkon a zmiernenie rizík v prípade zastarania samostatných riešení.

Alstom a EMB

Alstom je jednou z vedúcich svetových spoločností v dodávkach technológií a poskytovaní služieb v energetike, ako aj v železničnej preprave. V oblasti výroby elektrickej energie jej patrí popredné miesto v odvetví integrovaných elektrární, vo výrobe elektrickej energie a v systémoch riadenia kvality vzduchu. Z celosvetového hľadiska dodáva 27 % technológií výroby elektrickej energie vo všetkých druhoch zdrojov energie (plyn, uhlie, jadro a obnoviteľné zdroje). Predmetom záujmu Alstom Power je päť oblastí – prevádzka, turbogenerátory, energetické systémy, voda a nový energetický manažment (EMB). EMB zlepšuje efektivitu energetickej infraštruktúry od dodávok paliva až po výrobu a spotrebu elektrickej energie. Dopĺňajúc portfólio Alstomu je EMB v súlade s filozofiou čistej energie a stratégiou Plant Integrator™. Súčasný vývoj má posilniť pozíciu spoločnosti v oblasti výroby čistej energie, a to prostredníctvom uvedenia nových technológií na monitorovanie a riadenie kvality vzduchu v reálnom čase v konvenčných elektrárnach a v nových čistých uhoľných elektrárnach, ktoré môžu byť vybavené systémami zachytávania uhlíka a jeho uskladňovania. S rozvojom obchodu s uhlíkom si budú riešenia riadenia závodu vyžadovať flexibilnú integráciu s trhmi s uhlíkom.

EMB sa primárne zameriava na štyri kľúčové sféry technológie:

- automatizáciu – vrátane distribuovaného riadiaceho systému závodu, riadenia strojov a prevádzkových meracích prístrojov,
- riadenie závodu – vrátane optimalizácie závodu a expedície, monitorovania stavu strojno-technologických celkov a simulácie,
- inžiniering transformátorových staníc – vrátane izolovaných fázových rozvodov,
- výkonovú elektroniku – vrátane budenia, automatickej regulácie napätia a okamžitého riadenia výkonu.

EMB ponúka riešenia riadenia energie na kľúč na optimalizáciu energetickej efektívnosti naprieč celým energetickým reťazcom, a to v nasledujúcich oblastiach:

- zvýšená efektivita elektrárne prostredníctvom efektívnych automatizačných a riadiacich systémov, ako aj prostredníctvom nového softvérového balíka riadenia elektrárne, resp. jej plánovania, správy strojných zariadení a simulácie v reálnom čase;
- pohotovosť závodu zvyšuje vlastnú operačnú flexibilitu, čím sa zabezpečuje dodávka správneho množstva elektrickej energie v správnom čase, čo znamená výkyvy aj niekoľkokrát za deň;

- dodávky energie zákazníkom v požadovanej kvalite, a to vzhľadom na frekvenciu (aktívna energia) alebo napätie (reaktívna energia).

V rámci EMB navrhol Alstom kompletnú produktovú líniu riadiacich systémov s názvom ALSPA. Jeho systém ALSPA CONTROLPLANT DCS je určený pre odvetvie výroby elektrickej energie.

ALSPA

Systém ALSPA je zložený z flexibilnej a otvorenej distribuovanej architektúry a je založený na špecifických hardvérových komponentoch a štandardných komunikačných sieťach. Produkty tejto línie podporujú základné funkcie prevádzky elektrárne, a tak profitujú z viacerých funkcií bezpečnosti a disponibilnosti, ako sú autotestovanie, redundancia v riadiacich systémoch a v komunikácii, synchronizácia a časový cyklus na úrovni jednej milisekundy, odolnosť proti poruchám a kontinuálna autonómna prevádzka v prípade straty kontaktu s riadiacou centrárou. Produkty ALSPA môžu byť použité pri distribuovanom riadení, ako aj pri riadení strojov. V tom druhom prípade má ALSPA k dispozícii tieto riadiace prvky:

- ALSPA Field Controller,
- riadenie a ochrana kotlov, ako aj systém riadenia horákov (Controflame),
- riadenie parných turbín (Controsteam),
- riadenie plynových turbín (Controgas),
- riadenie generátora, automatický napäťový regulátor (AVR) a budenie – AVR je určené na reguláciu budenia striedavého generátora (Controgen).

Celý riadiaci systém je postavený na troch hlavných komponentoch:

- riadiaci dispečing HMI s príslušným softvérovým a hardvérovým vybavením,
- inžinierske nástroje zabezpečujúce konzistentný návrh celej elektrárne vrátane distribuovaného riadenia, riadenia strojov a simulátor s jednobodovým zadávaním a unikátnou databázou,
- automatizačné bunky vykonávajú riadiace a ochranné funkcie a sú pripojené k procesu; multifunkčné riadiace prvky ponúkajú početné výhody, okrem iného redukcii kabeláže, odolnosť poruchám a jednoduché rozšírenie systému.

Všetky tieto komponenty sú spojené rýchlou ethernetovou sieťou.

Siete v rámci produktov ALSPA

Sieť nachádzajúca sa v riadiacej centrále má limitované priemyselné obmedzenia. Vo všeobecnosti je založená na štandardnom rýchlom ethernete. Sieťové pripojenia jednotlivých celkov sú spojené s tromi úrovňami distribuovaného riadiaceho systému. Základom je osvedčené riešenie priemyselného ethernetu. Vysokú disponibilnosť zaručuje kruhová topológia s odolnosťou proti poruchám. Determinizmus nie je potrebný, keďže štandardný ethernet sa používa s IP protokolom (TCP/IP a UDP/IP). Sieť je schopná prenášať dáta rýchlosťou 100 Mbit/s alebo 1 Gbit/s, pričom jej fyzickú vrstvu tvorí optické vlákno alebo meď. Prevádzková sieť má najväčšie obmedzenia. Zariadenia pripojené na túto sieť majú zväčša vysoké požiadavky na spoľahlivosť. Môžu byť teda redundantné a pripojené na sieť s vysokou spoľahlivosťou.

Evolúcia prevádzkovej siete k riešeniu na báze ethernetu

Nové aplikácie pre trh s elektrickou energiou požadujú vyšší výkon siete. Na splnenie nových požiadaviek trhu sa javí potreba novej technológie na báze vysokorýchlostného ethernetu ako prirodzená. Spomedzi



všetkých technológií priemyselného ethernetu dostupných na trhu musel Alstom vybrať dve – jednu bez akýchkoľvek deterministických obmedzení a druhú s požiadavkou na veľký determinizmus v reálnom čase.

V prípade prevádzkovej nedeterministickej siete padla voľba po intenzívnom výberovom procese na Modbus TCP, a to vďaka jeho veľkej otvorenosti vzhľadom na zariadenia od rôznych výrobcov.

Deterministické prevádzkové siete reálneho času umožňujú použitie distribuovaných vstupov/výstupov. Ethernetové siete reálneho času tak počítajú so zjednodušenou architektúrou sústreďujúc regulačné procesy do vnútra riadiaceho prvku bunky, čím znižujú náklady na inštaláciu, údržbu a inžiniering. Navyše použitie deterministických sietí a sietí reálneho času poskytuje časovú synchronizáciu a zaznamenávanie časových značiek prostredníctvom siete. Neexistuje potreba externého špecifického vedenia na zasielanie synchronizačnej informácie a signálu do prevádzkového riadiaceho systému.

Powerlink ako prevádzková sieť

Zatiaľ čo výber nedeterministickej siete bol pomerne jednoduchý a prirodzený, v prípade príkro deterministickej siete reálneho času to bola oveľa komplexnejšia úloha. Alstom vypracoval o existujúcich technológiách pomerne rozsiahlu štúdiu, pričom museli spĺňať nasledujúce požiadavky:

- otvorený a nezávislý štandard založený na štandardných komponentoch,
- štandardné riešenie preferované trhom,
- použitie štandardného technického vybavenia a komponentov, ktoré znižujú náklady,
- technológia založená na báze štandardného ethernetu,
- výhody z celosvetového rozvoja sieťových technológií,
- univerzálne riešenie, na ktorého báze sú založené všetky nové protokoly,
- nepožadovaný špecifický hardvér,
- osvedčená a odolná technológia dostupná s bezpečnostným protokolom,
- riadiaci systém elektrárne musí profitovať z osvedčeného riešenia založeného na odolnom protokole,
- k dispozícii musí byť vysokovýkonný bezpečnostný protokol (do SIL3),
- 100 Mbit/s ako štandard na sieťovú komunikáciu,
- sieť musí byť deterministická a zároveň musí zabezpečiť, aby boli splnené obmedzenia reálneho času,
- možnosť disponovať rýchlym cyklom v rozmedzí milisekúnd pre deterministickú výmenu dát.

Kľúčovým kritériom bola dlhodobá dostupnosť technológie. Elektrárne sú prevádzkované celé dekády, preto by malo mať vybrané riešenie dlhú životnosť. Najbezpečnejším spôsobom dosiahnutia tohto cieľa bolo vybrať štandardnú technológiu založenú na štandardnom hardvéri. Samozrejme, tento výber sa nevykonával so zameraním na jedného dodávateľa alebo technológiu, ktorá by bola zastaraná po prvej dekáde od nasadenia. Po dlhšej fáze skúmania, simuláciách a tvorby prototypov padla voľba napokon na Ethernet Powerlink, ktorý sa stal priemyselnou sieťou riadiaceho systému Alstomu.

Nová architektúra

Vďaka implementácii Powerlinku v rámci prevádzkovej siete je celková sieťová architektúra systému založená na osvedčenej a štandardnej ethernetovej technológii. Unikátna plná ethernetová sieťová štruktúra má niekoľko výhod. V prvom rade umožňuje používateľom štandardizovať sieťové prvky a protokoly (TCP a UDP/IP). V druhom rade, napriek tomu, že sieť sama o sebe je v niektorých prípadoch drahšia v dôsledku nutnosti aktívnych sieťových zariadení (prepínače a rozbočovače), celkové náklady sú zredukované vďaka decentralizovanej architektúre, štandardizovanému vybaveniu a protokolom, redukovanej kabeláži (iba ethernet, zbernicová topológia) a sieťovej synchronizácii zariadení. Sieť založená plne na báze ethernetu zlepšuje prevádzku a údržbu strojných zariadení a zvyšuje tým celkový výkon. Na záver,



štandardná ethernetová technológia umožňuje sledovanie vývoja tejto technológie bez dodatočných nákladov na výskum, pretože profituje z investícií celej komunity.

Powerlink je čisto softvérové riešenie založené na štandardných ethernetových komponentoch, jeho značnou výhodou je dokonalá kompatibilita so štandardnými ethernetovými zariadeniami. Jednou z predností je napríklad to, že umožňuje využitie optickej technológie na väčšie vzdialenosti (niekoľko kilometrov). Použitie optických vlákien má obrovskú výhodu v tom, že toleruje umiestnenie siete v prostredí s elektromagnetickým rušením.

Evolúcia Alstomu v POWERLINKu:

Vysoká spoľahlivosť

Alstom prispel k evolúcii Powerlinku tým, že k štandardu pridal vysokú spoľahlivosť. Vďaka otvorenosti združenia Ethernet Powerlink Standardization Group (EPSSG) sa dlhoročné skúsenosti a odbornosť expertov Alstomu odzrkadlili vo vysoko spoľahlivých riadiacich systémoch. Technická pracovná skupina tzv. Vysokej spoľahlivosti vedená Alstomom bola založená s cieľom vyvinúť vlastnosti spĺňajúce vysokú spoľahlivosť. Jednou z najdôležitejších požiadaviek bolo vyhnúť sa modifikácii v súčasnej špecifikácii Powerlinku a zachovať celkovú kompatibilitu s existujúcimi zariadeniami. Táto technická skupina tento cieľ dosiahla a predstavila vlastnosti vysokej spoľahlivosti ako prídavný prvok existujúceho štandardu Powerlinku. Vďaka tomu bol Alstom schopný implementovať Powerlink sieť, ktorá dosiahla potrebný stupeň spoľahlivosti na riadenie procesov v elektrárni. Samozrejme, kritické aplikácie musia byť zabezpečené tak, aby sa zamedzilo funkčnému kolapsu v prípade hardvérového zlyhania alebo poškodenia kabeláže. Ak jedno IPC s riadiacimi funkciami prestane pracovať, druhá jednotka musí okamžite „oznámiť“ chybu a prevziať úlohy nefunkčnej jednotky a tým zabrániť riskantným zdržaniam prevádzky. Redundancia káblov implementovaná Alstomom umožňuje jednoduchú lokalizáciu a detekciu chýb a predchádza strate dát (žiadna strata cyklu, žiadny rekonfiguračný čas).

Vysoká spoľahlivosť Powerlinku sa overovala pomocou najmodernejších modelových prístupov [1]. Po kompletizácii všetkých modelov a technického vývoja začal Alstom fázu intenzívneho testovania, aby sa utvrdil vo svojich kalkuláciách. Simulácia bola zároveň vítanou možnosťou otestovania funkcionality systému v určitých kritických prípadoch. Systém bol nasadený do prevádzky po dlhej a intenzívnej fáze overovania, aby sa potvrdila vysoká spoľahlivosť systému.

Záver

Integráciou Powerlinku v prevádzkových sieťach Alstom demonštroval priemyselné výhody ethernetových technológií v riadiacich systémoch elektrární. Alstom je presvedčený, že aj vďaka nedávnomu vydaniu open-source riešenia Powerlinku (openPowerlink) si stále viac výrobcov osvojí túto technológiu. Srdcom systému sa vďaka distribuovanej architektúre riadiaceho systému stáva sieť. To je hlavný dôvod zásadnej voľby výkonnej ethernetovej siete na báze štandardných ethernetových zariadení. Vylepšením technológie získal Alstom väčšie odborné znalosti a v prípade potreby môže pokračovať v ďalšom vývoji. Vďaka tomuto vývoju z toho môže profitovať celá komunita, pretože nové funkcionality sa štandardizovali v rámci združenia ESPG a sú otvorené pre každého. Používanie ethernetových technológií nie je len technologický prielom súčasnosti, ale zabezpečuje investície aj pre ďalšiu evolúciu.

[1] LIMAL, S., POTIER, S., DENIS B. AND LESAGE, J.-J.: Formal verification of redundant media extension of Ethernet POWERLINK.

Autori článku: Stéphane Potier, Emma Cameron, Alstom Power, Massy (Francúzsko)

Spracované na základe súhlasu autorov.

-bb-

-mk-