



Od telemetrie k podniku: evolúcia systému SCADA v 21. storočí



Dávna história

Systém SCADA bol na začiatku 21. storočia značne odlišný od toho, povedzme, spred 50 rokov. Prvé systémy SCADA sa nazývali telemetrické systémy a primárne sa využívali na monitorovanie jedného či dvoch parametrov na veľkú vzdialenosť. Myšlienka, že by mohol operátor v závode skutočne vidieť všetko, čo sa deje v nejakej vzdialenej stanici, bola doslovne nepredstaviteľná. Potreby a požiadavky, ako aj väčšina výhod moderných systémov SCADA sa predsa len vyskytovali už v telemetrických systémoch v raných 70. rokoch 20. storočia, hoci len v „embryonálnom“ štádiu. Schopnosť bezprostredne vidieť stav systémov sa realizovala pomocou vizualizačných tabulí, na ktorých bola zobrazená schéma technologických prepojení. Zmeny sa vykonávali „takmer v reálnom čase“, a to manuálnym rozsvietením alebo zhasnutím indikačných žiaroviek, len čo prišla správa od „potulujúcich“ sa operátorov v prevádzke o zmene stavu zariadenia.

SCADA je skratka pre Supervisory Control and Data Acquisition, čiže voľne preložené nadradené riadenie a zber dát. Prečo však nadradené, v pôvodnom znení supervisory? V prvých implementáciách systémov SCADA v 60. a 70. rokoch 20. storočia, napr. vo vodárenstve a v čističkách odpadových vôd, sa nepredpokladalo príliš úzke spojenie medzi riadiacou centrárou alebo systémom SCADA a vzdialenou stanicou, takže skutočné operačné riadenie bolo prakticky nemožné. Prvé systémy SCADA boli naozaj projektované na zber dát zo vzdialených staníc. A aké dáta? Vo vodnom hospodárstve a petrochemickom priemysle majú kľúčovú úlohu predovšetkým prietok a tlak. Jeden alebo dva alarmy sa zvykli realizovať ako napr. nízka alebo vysoká hladina v zásobníku či porucha pumpy. Prečo však tak málo parametrov? Vo väčšine prípadov prevládala značná spokojnosť, keď sa do systému SCADA podarilo priviesť štyri alebo päť kľúčových údajov z každej vzdialenej stanice. Pri prvých systémoch SCADA bol problém vôbec preniesť napr. údaj o frekvencii chodu čerpadla.

Tradičné trhy

Systémy SCADA sa uchytili predovšetkým v tých odvetviach priemyslu, ktoré nemali jednotlivé prevádzky relatívne blízko seba, čiže prak-

ticky vo väčšine odvetví. Kľúčovými trhmi systémov SCADA boli hneď od začiatku tie, ktoré sa vyznačovali distribuovanými prevádzkami:

- vodárenské distribučné systémy,
- systémy zberu odpadových a stokových vôd,
- odvodňovacie a protipovodňové systémy,
- zavlažovacie systémy,
- elektrizačné sústavy,
- ropovody a plynovody,
- vzdialené stanice veľkých priemyselných závodov.

Rozvoj a využitie systémov SCADA za ostatných 50 rokov majú na svedomí najmä dva faktory. Prvým sú operátori, ktorí chcú dosiahnuť lepšie riadenie svojich distribuovaných procesov, a druhým samotné vedenie závodov, ktoré má na pamäti predovšetkým úsporu a správu nákladov.

Náklady sa za ostatných 50 rokov vyšvihli do astronomických výšok vrátane cien za energiu a ľudskú prácu. Bez systému SCADA musia byť vzdialené stanice, ako sú napr. čerpacie stanice prevádzkované lokálne a spracúvajúce pri riadení prietok alebo tlak, prípadne hodnotu nejakého iného lokálne odvodeného parametra. Tieto riadiace operácie sa musia vykonávať nezávisle od ostatných staníc, dokonca aj od tých, čo sú pripojené na rovnakú rozvodnú sieť.

Začiatkom 70. rokov 20. storočia sa zaviedli tzv. špičkové čerpacie kvóty, ktoré penalizovali vodárenské prevádzky, čističky odpadových vôd a prevádzky spracovania ropy a zemného plynu za to, keď prevádzkovali svoje čerpadlá a iné energeticky vysoko náročné prvky v hodinách s najväčším energetickým odberom. Tieto kvóty môžu byť ruinujúco vysoké, preto bolo potrebné nájsť spôsob, ako prevádzkovať zariadenia v čo najväčšej miere mimo týchto hodín.

Ak chce nejaká vodárenská prevádzka udržiavať dodávky a tlak do sektora rozvodnej siete využitím rozľahlejšieho systému SCADA, môže namiesto zapínania a vypínania čerpacích cyklov uviesť do činnosti ventily, použiť ďalšie nadzemné zásoby a minimalizovať spotrebu energie za súčasného udržania tlaku a prietoku do daného sektora. Toto možno dosiahnuť iba prostredníctvom centrálny riadiacej jednotky, kde sa na samotné riadenie využíva zber údajov.



Ďalšia výrazne rastúca položka sú náklady na ľudskú prácu. Pred príchodom éry moderných systémov SCADA mal typický distribučný systém, či už vodárenský, odpadový, zavlažovací alebo plynový, operátorov pohybujúcich sa po celom areáli závodu a zaznamenávajúcich dáta, zmeny, požiadavky na údržbu a vykonávajúcich inšpekciu. Tieto aktivity sa musia vykonávať na kontinuálnej báze 24 hodín denne sedem dní v týždni, preto nebolo v 70. rokoch 20. storočia nič výnimočné, keď sa v jednom priemyselnom areáli nepretržite preháňalo na autách šesť aj osem operátorov.

Demografické zmeny, prevádzkové náklady a slabá efektívnosť takisto podnietili vývoj systémov SCADA. Z ekonomického hľadiska nie je výhodné, aby sa medzi jednotlivými stanicami pohybovali mobilní operátori a vykonávali iba kontrolu prevádzky. Náklady na takúto činnosť sú príliš vysoké, pričom počet školených operátorov je dosť nízky. Navyše nemožno optimalizovať distribučný systém, pokiaľ nie sú k dispozícii dáta zo všetkých staníc v okamihoch čo najviac sa blížiacich reálnemu času.

Od prenajatých liniek k rádiu

Prvé systémy SCADA v sieťach distribúcie vody, odpadovej a splaškovej vody využívali prenajaté telefónne krútené dvojlinky, jednu na signál, druhú na alarm. Tento spôsob bol však finančne značne nákladný, a to z hľadiska privedenia dvojlinky k vzdialenej stanici a následného platenia poplatkov, ako aj z hľadiska neochoty telekomunikačných spoločností poskytovať dostatočnú prenosovú kapacitu. Operátori preto hľadali iné riešenia. V 70. rokoch sa preorientovali na rádiové vlny. Problém, ktorý vzápätí objavili, bol však ten, že šírka pásma bola oveľa užšia ako neskôr na začiatku tohto storočia, a to v akejkoľvek mestskej zóne a kdekoľvek na svete, a licencované frekvencie sa tak stali pre systémy SCADA nedosiahnuteľnými.

Od analógu k digitálu

Zložitá situácia v oblasti rádiových frekvencií sa ulahčila v 70. rokoch prechodom z analógovej FSK (Frequency Shift Keying) tónovej telemetrie na digitálny signál. Spočiatku s pevne zabudovanými, neskôr s bežne dostupnými komerčnými procesormi a s komprimačnými a šifrovacími technológiami bolo možné vyslať niekoľko signálov súbežne, spustiť naraz niekoľko alarmov či preniesť niekoľko analógových hodnôt prostredníctvom jednej frekvencie (resp. jednej prenajatej linky, kde rádiové frekvencie neboli dostupné).

Napokon mohli začať systémy SCADA plniť takú funkciu, akú jej predpovedali svojho času vizionári – schopnosť registrovať, monitorovať a vykonávať zmeny v riadení celého distribučného systému prevádzky. Prvé digitálne systémy však neboli také odolné ako relé pripojené na jeden FSK kanál. Rádiové systémy SCADA pravidelne padali z linky z rôznych príčin, okrem iného aj pre nadmernú aktivitu slnka. Pred 40 rokmi neboli nikde dosky plošných spojov natoľko spoľahlivé, ako sú dnes. Poruchy komponentov aj konštrukcie boli úplne bežné.

Prvé systémy SCADA sa preto navrhovali tak, aby nechávali čo najviac riadiacich funkcií vzdialeným stanicám. Vzdialené terminálové jednotky (RTU) sa vyvíjali tak, aby zabezpečili chod stanice a zbierali malé množstvo dát v prípade komunikačných výpadkov s centrálnym riadiacim stanovišťom. Typicky bol digitálny systém SCADA stále pripojený na systémovú vizualizačnú tabuľu a dosť často sa servis a kontrola vykonávali prostredníctvom operátorov pohybujúcich sa po areáli závodu.

HMI

Potom sa všetko zmenilo. S príchodom platformy Macintosh, pracovných staníc Silicon Graphics, špecifického grafického softvéru a operačného systému Windows bolo možné konečne vytvoriť skutočné rozhranie človek – stroj (HMI), ktoré nahradilo vizualizačnú tabuľu a vďaka ktorému takmer úplne zanikla nevyhnutnosť operátorov pohybujúcich sa po areáli závodu. Od samého začiatku bol softvér HMI podstatne viac ako len softvér na nevyhnutnú vizuálnu reprezentáciu stavu

systému v reálnom čase. V skutočnosti bol softvér HMI verziou celého riadiaceho systému SCADA. Väčšina prvých systémov SCADA mala zkomponované virtuálne riadiace zariadenia, napr. stanice HOA (Hand/Off/Auto), radenie čerpadiel, alarmové moduly a všetky súčasti, ktoré vyžadujú špecializované dosky plošných spojov. Teraz môžu byť systémy SCADA veľké do takej miery, ako to zvládne mikroprocesor v rámci jedného skenovacieho taktu. V tomto storočí sa systémy SCADA s 500 000 uzlami považujú za bežný jav a očakáva sa, že do roku 2015 narastie počet uzlov na jeden milión.

Špecifické RTU a PLC

V samých začiatkoch bolo v systémoch SCADA všetko špecifické v podobe vlastných uzatvorených technológií výrobcov. Jednotky RTU sa skladali z jednej alebo viacerých plošných dosiek so špecifickými obvodmi a komunikáciou s centrálnym riadiacim stanovišťom.

Príchod PLC prinútil inžinierov systémov SCADA zamyslieť sa nad hodnotou komerčne bežne dostupného technického vybavenia. Vývoj priemyselnej zbernice Modbus umožnil praktické využitie PLC s rozhraním Modbus ako náhrady za špeciálne RTU jednotky. V spojení s vývojom virtuálnych systémov SCADA HMI to prinieslo rozšírenie komerčných komponentov na trhu SCADA, a to v technickom vybavení vzdialených staníc, ako aj počítačov v riadiacich centrálnych. Čím lepšia bola konštrukcia PLC, tým sofistikovanejší mohol byť balík RTU. Čím boli lepšie, rýchlejšie a výkonnejšie počítače s operačným systémom Windows, tým sa zdokonaľoval aj balík SCADA HIM.

Postupne sa zvyšovala kapacita pamäti v PLC aj v klasických počítačoch a komerčne dostupným sa stal pre PC aj softvér správy databáz. Vznikla tak možnosť veľmi rýchleho zberu, ukladania a analýzy enormného množstva operačných dát. Toto sa odohrávalo začiatkom 90. rokov.

Posledný kameňok v skladačke prišiel so súčasným rozvojom jednoparametrových databáz a riadiacich systémov kategórie PAC, ktoré nahradia PLC. PAC boli od začiatku navrhované tak, aby bez problémov spolupracovali s jednoparametrovými databázami, čím sa zabezpečila v balíkoch SCADA hladká dátová integrácia.

Moderné siete SCADA

Systémy SCADA postupne migrovali od 70. rokov 20. storočia z uzavretých systémov na úplne otvorené začiatkom tohto storočia. Možno to bolo predovšetkým vďaka tomu, že začali používať otvorené sieťové protokoly. Ich nástup uviedol Modbus a neustále sa vyvíjali, čomu napomohlo to, že podniky objavili informačné technológie a IT svet objavil sieťové technológie individuálneho počítača v architektúre klient – server. Následný rozvoj ethernetu a použitie protokolu TCP/IP cez ethernet umožnili rozmach prenosu obrovského množstva dát prostredníctvom bežne komerčne dostupnej otvorenej prenosovej technológie.

Moderné systémy SCADA sú pripojené k zariadeniam prevádzky a k podnikovej úrovni prostredníctvom kombinácie OPC a TCP/IP cez ethernet alebo ako bezdrôtové technológie. Novšie systémy využívajú služby Microsoft.NET a XML na zlepšenie schopností OPC a sieťovej komunikácie.

Konvergencia SCADA a DCS

Dôvod vzniku, vývoja a nasadenie systémov SCADA sme už opísali. Prakticky tie isté motívy viedli k zrodu systémov DCS. Samotná skratka je predmetom polemiky, ale väčšina odbornej verejnosti pod ňou rozumie Distributed Control System, čiže distribuovaný riadiaci systém. Systémy DCS boli navrhnuté takmer celé ako špeciálne uzavreté celky a takými zostali prakticky dodnes. Pri hypotetickej predstave, že skutočný distribuovaný riadiaci systém disponuje otvorenou a komerčne dostupnou technikou vo svojej konštrukcii, je z toho moderný SCADA systém.

Zatiaľ čo systémy SCADA integrujú čoraz viac originálnych funkcií DCS, ako sú napr. uzatvorené regulačné slučky, správa alarmov, optimalizácia procesov, analýza dát, výrobcovia systémov DCS produkujú



systemy, ktoré vyzerajú podobne ako systémy SCADA, naďalej ich však označujú pôvodným pomenovaním. S výnimkou najkritickejších riadiacich funkcií v petrochemickom priemysle už nie je žiadny rozdiel medzi schopnosťami a funkcionalitou systémov DCS a SCADA.

Schopnosti moderných systémov

Súčasný moderný systém SCADA majú také schopnosti, ktoré by nedokázali odhadnúť pred 50 rokmi ani pionieri prvých systémov. Moderný systém SCADA disponuje vlastným návrhovým softvérom, takže každý používateľ pomocou neho dokáže vytvoriť vlastné konzistentné grafické rozhranie použitím grafických knižníc. Operátori môžu využiť kompletnú zostavu nástrojov pri návrhu vlastného systému v modernom softvérovom balíku SCADA vrátane pripravených šablón a pomocných príručiek a to všetko v objektovo orientovaných konfiguračných systémoch. Prostredníctvom ethernetu a protokolu TCP/IP získavajú operátori doslova tisíce stavových dát zo vzdialených staníc dokonca aj s videozáznamom, pokiaľ je šírka prenosového pásma dostatočne široká. Vela systémov SCADA v petrochemii a plynárenstve využívajú optické vlákna na prenos údajov, aby sa maximalizovala rýchlosť a šírka pásma prenosu.

Obligátne funkcionality

Operátori sú schopní vidieť a analyzovať dáta údržby a optimalizácie procesu, môžu vykonávať správu alarmov a výkonnosti technických prostriedkov a meniť charakteristiky výkonnosti systému bez toho, aby opustili riadiaci dispečing. Moderné systémy SCADA sú otvorené a v rámci flexibility sa môžu pripojiť ku klientom pracujúcim na báze webovej technológie. Súčasne musia byť dostatočne bezpečné pred vnútornými aj vonkajšími hrozbami. Najväčšiu zásluhu na bezpečnosti má používateľ skoncipovaním svojej bezpečnostnej konfigurácie.

Systém SCADA má v súčasnosti globálny charakter, pričom systémy sa často nachádzajú v rámci jednej spoločnosti v rôznych svetových regiónoch, kde operátori rozprávajú rôznymi jazykmi, samozrejme často inými, akými tvorcovia systému. Moderný systém SCADA musí preto disponovať schopnosťou prezentovať dáta jednoducho a v mnohých svetových jazykoch.

História dát moderného systému SCADA je viac ako len databáza štruktúrovaných priebehov. Systém musí byť schopný asistovať operátorovi pri analýze dát zbieraných a zobrazovaných systémom. Na vysokej úrovni má nástroje na vizualizáciu dát zahŕňajúcej analýzu prvotných príčin technických problémov, procesné a dávkové porovnanie, vizualizáciu sekvencií udalostí a techniky vizualizácie alarmov. Popri nástrojoch na vizualizáciu dát by mali byť moderné systémy SCADA vybavené kompletným balíkom integrovaných správ, ktorý poskytuje operátorom a inžinierom základné nástroje na tvorbu detailných informácií o dianí v prevádzke. Okrem týchto informácií je systém SCADA schopný vytvárať súbory správ a uskutočňovať transfer dát z prevádzky do podnikových systémov.

Moderný systém SCADA musí mať komplexný balík správy alarmov, ktorý umožní inžinierom a operátorom nakonfigurovať procesné alarmy a izolovať a identifikovať chyby v systéme. Alarmy by mali obsahovať analógové veličiny, stavové alarmy, SPC alarmy a k dispozícii by mala byť aj možnosť alarmy definovať a prispôbovať.

Jeden dodávateľ vs. vlastný výber

Vývoj softvérových balíkov SCADA viedol priamo k tomu, že z malých inžinierskych a inštalčných firiem sa stali integrátori riadiacich systémov. Pod vedením malej skupiny integrátorov „vizionárov“ sa vyformovala asociácia Control System Integrators Association, ktorá stanovuje a určuje smerovanie, vývoj a vykonáva certifikáciu v oblasti týchto integrátorov.

Integrácia riadiacich systémov sa postupne vyprofilovala do samostatnej profesie, resp. disciplíny odlišnej od inžinierskeho a projektantského zamerania. Ľahká dostupnosť softvéru SCADA pre zariadenia

HMI a technického vybavenia bežne komerčne dostupného pre vzdialené stanice umožnili, že integrátori neboli len partnermi jedného, resp. dvoch výrobcov. Namiesto toho poskytujú svojim zákazníkom to najlepšie pre celý systém. Bez rozmachu a sily softvéru SCADA a HMI by celá disciplína integrácie riadiacich procesov pravdepodobne neexistovala.

Dátová integrácia

Moderné systémy SCADA poskytujú kompletný, integrovaný systém na manipuláciu so všetkými dátami prichádzajúcimi zo vstupno-výstupných jednotiek. Obsahujú globálnu funkciu časomieru, ktorá priraduje každej dátovej položke časovú značku, ďalej obsahujú dátovú históriu, nástroje na analýzu dát a metódy importovania z iných relevantných databáz a ich prezentácie, akoby išlo o jednu databázu. Integrita je jedným z kľúčových indikátorov výkonnosti vysoko kvalitného moderného softvérového balíka SCADA.

Aktualizácia

Komerčne bežne dostupné technické vybavenie nemá primárne príliš dlhú životnosť, systém SCADA však vyžaduje dlhodobú funkčnosť. V praxi to znamená, že hardvér a softvér sa musí jednoducho aktualizovať, aby bolo možné využiť výhody z pokroku v ich vývoji a programovaní. Nie je teda nič výnimočné, keď je systém SCADA aktualizovaný štyri-päťkrát počas životnosti vzdialenej stanice a procesov riadených práve systémom SCADA.

Moderné systémy SCADA sú vo svojej podstate zložené z komerčne bežne dostupného technického vybavenia, využívajú otvorené sieťové protokoly a vyhýbajú sa všade, kde to je len možné, akýmkoľvek uzavretým špecializovaným systémom, hardvéru a softvéru.

Vzhľadom na rozrastanie sa systémov a neustále sa meniace a vyvíjajúce sa požiadavky používateľov je veľmi dôležité, aby sa systémy SCADA navrhovali so škálovateľnou architektúrou. V tom prípade stačí pri rozšírení systému pridať iba nové komponenty a nie je potrebný opätovný inžiniering celého projektu od prvotnej čiarky v schéme.

Hoci systémy SCADA prišli pôvodne z distribučných systémov a postupne migrovali do systémov procesnej automatizácie a dávkových systémov, bežne sa využívajú aj v automatizácii diskretných procesov. Moderný systém SCADA musí byť preto vysoko spoľahlivý a musí poskytovať redundanciu pre V/V zariadenia aj samotnú komunikačnú sieť.

Od dát k biznisovej inteligencii

Štandardne sa systémy SCADA využívali na poskytovanie dát operátnym centráram závodov alebo dispečerským pracoviskám distribučných systémov. V posledných desiatich rokoch, v čase globalizácie, narastajúcej konkurencie a hľadania nových spôsobov optimalizácie prevádzky, operácií, podnikových aktív a znižovania nákladov sa stalo prakticky nevyhnutnosťou priame pripojenie systému SCADA s podnikovým manažérskym systémom prostredníctvom zostavy systémov MES. Tie usporadúvajú všetky dostupné dáta zo systémov SCADA a posielajú ich všetkým zodpovedajúcim riadiacim úrovňam podniku tak, aby jasne a zrozumiteľne reprezentovali produktivitu podniku. Tieto systémy by mali byť v súlade s ANSI/ISA88 a ANSI/ISA95 a zároveň by mali prejsť testom zhody s veľkými podnikovými informačnými systémami, napr. so systémom SAP.

www.citect.com

-bb-