

Spracovanie signálov v zabudovaných systémoch

Základné a pokročilé algoritmy spracovania signálov sa vykonávajú v širokej palete produktov ABB vybavených zabudovanou (embedded) elektronikou, od bytových detektorov pohybu až po sofistikované riadiace jednotky rozvádzačov stredného a vysokého napätia. Spracovanie signálov je vítaná metodika zvýšenia kvality merania a celkovej funkčnosti prístrojov predovšetkým v prevádzkových prístrojoch. Typickým príkladom takéhoto zlepšenia je tzv. PILD algoritmus (Plugged Impulse Line Diagnostics). Bol vyvinutý s cieľom upozorniť operátorov pri výskyte blokovania impulzného vedenia vo vysielачoch diferenčného tlaku. Takýto alarmový systém dáva používateľom možnosť prejsť z programu preventívnej údržby na ekonomickejší udalostný prediktívny režim.



Pri pojme spracovanie signálov zídu väčšinou na um audioaplikácie, spracovanie obrazu alebo komunikačné technológie, pohľad na produktovú ponuku ABB však odhaľuje oveľa pestrejšie spektrum. Aplikácie spracovania signálov sú prítomné v mnohých produktoch ABB, či už v automatizácii, alebo v energetike. Mnohé z aplikácií sú integrované v zariadeniach, napr. riadiace jednotky a priemyselné prístroje, a pracujú na zabudovaných platformách.

Komunikačné modemy po silnoprúdovom vedení (Power line communication modems) využívajú veľkú škálu algoritmov digitálneho spracovania signálov (DSP). Kľúčovými oblasťami je digitálna modulácia a demodulácia, digitálna filtrácia, Fourierova transformácia, konverzia vzorkovacej frekvencie, zber súradníc, synchronizácia nosnej fázy a riadiacich symbolov, výpočet a kompenzácia kanálov, detekcia a korekcia chýb. Základné princípy spracovania signálov sa výborne etablovali a sú použité vo všetkých súčasných komunikačných systémoch. Zvyšujúce sa požiadavky na komunikačné systémy po silnoprúdovom vedení však vyžadujú nezanedbateľné investície do výskumu a vývoja. Rastúce množstvo prevádzkových údajov bude podporovať väčšie prenosové rýchlosti na jeden kanál, pričom šírka pásma sa zvýši z tradičných 4 na 32 kHz. Z dlhodobého hľadiska bude, zrejme, jeden systém ponúkať flexibilnejšiu (konfigurovateľnú) podporu oveľa širšieho pásma až do jedného 1 MHz. Takéto skutočne širokopásmové modemy po silnoprúdovom vedení budú musieť mať implementované ďalšie efektívne algoritmy spracovania signálov.

Dnešné ochranné a bezpečnostné jednotky pre rozvádzače a ističe poskytujú širokú paletu funkcií elektronickej ochrany elektrických systémov, ktoré monitorujú. Tieto zariadenia pracujú tak, že merajú prúd a napätie, ktoré vzápätí digitalizujú a spracúvajú. Vo všeobecnosti tieto procesy prebiehajú prostredníctvom Fourierovej analýzy, kde sa počítajú harmonické elektrického signálu, ktoré sú hlavnými vstupmi väčšiny ochranných funkcií. Medzi tieto funkcie patrí napr. nadprúdová a prepäťová ochrana či diferenčná a dištančná ochrana.

Prevádzkové a analytické prístroje ABB sú bežne vybavené elektronickou časťou, ktorá získava signály z meracej časti prístroja. Vysielače tlaku napr. získavajú signál z piezorezistívneho senzového čipu, magnetické prietokomery čítajú napätový signál indukovaný generovaným magnetickým poľom a vysielače teploty snímajú signál termočlánku. Vo všeobecnosti je vnútri prevádzkového prístroja jeden alebo viac signálov získavaných z meracích častí (niekedy označovaných ako primárne časti) prostredníctvom elektronických častí (sekundárne časti). Všetky tieto signály zo snímačov sú väčšinou následne zosilnené, analógovo filtrované, konvertované do digitálnej podoby a potom digitálne spracované mikroprocesormi alebo DSS. Spracovanie

signálov je dôležité aj v súčasných senzorových systémoch pri modelovaní charakteristických kriviek na kompenzáciu nelinearít a rušivých vplyvov.

Spracovanie signálov – alternatíva zdokonalenia prevádzkového prístroja

Prevádzkové prístroje sú čoraz inteligentnejšie, a to predovšetkým vďaka rapídemu vývoju v polovodičovom odvetví, špeciálne v otázkach ceny a energetickej náročnosti komponentov. V tomto kontexte predstavuje spracovanie signálov alternatívu zdokonalenia vlastností senzorov, a to aj napriek množstvu ovplyvňujúcich faktorov, ako sú napr. zmena vo výrobe, hysterezia, drift, starnutie materiálu a v analytike vplyv iných komponentov obsiahnutých v meranom médiu – tzv. krížová citlivosť, ktorým sa nedá vyhnúť a reprezentujú istú systematickú neistotu. Na dôvažok zákazníci požadujú popri primárnom určení prístroja aj množinu ďalších funkcií. Mimoriadne žiadané sú diagnostické funkcie, ktoré dávajú príslušníkom zníženia nákladov na údržbu a zvýšenia spoľahlivosti prístroja. Všetci významní výrobcovia jasne potvrdzujú tento trend, pričom diagnostika je kľúčovým slovom v špecifikácii požiadaviek trhu na novú generáciu prístrojov. Doteraz boli funkcie monitorovania uskutočňované na technologickej úrovni riadenia, kde je k dispozícii oveľa vyšší výpočtový výkon. Vývoj zabudovaných platforiem však umožňuje integráciu komplexných algoritmov na úroveň prístrojov. Inými slovami, dnešný trend posúva inteligenciu zo systémov smerom dole k pre-



Obr.1 Diferenčný tlakový vysielač v náročnom prostredí: prístup k údržbe prístroja je sťažený

vádzkovým prístrojom. Posledná časť tohto článku sa zaoberá jedným takýmto príkladom.

Obmedzenia zabudovaných platforiem

Je všeobecne známe, že vývoj v elektronických komponentoch, ako sú procesory, pamäte a čipy, v poslednom období dramaticky pokročil a viedol hlavne k zníženiu rozmerov a ceny. Tento rozmach sa dotkol celého spektra produktov, od osobných počítačov až po malé zabudované architektúry priemyselných aplikácií. Cena a energetická efektívnosť sú však aj naďalej najdôležitejšími atribútmi prístrojov ABB. Na trhu prevádzkových prístrojov zohráva cena jednu z kľúčových úloh v údržbe a získavaní si vyššieho podielu na trhu. Veľmi často sa stáva, že porovnateľné produkty od rôznych výrobcov sú na rovnakej kvalitatívnej úrovni a konečné rozhodnutie zákazníka závisí iba od ceny. Napriek tomu, že trend smeruje k neustálemu zlacňovaniu čipov a hodnota použitej elektroniky tvorí značnú časť výslednej ceny, náklady na materiál a výrobu prístroja môžu byť niekedy oveľa vyššie. Z hľadiska nákladov majú dnešné zabudované architektúry pre prevádzkové prístroje veľký potenciál zvýšiť výpočtový výkon a kapacitu pamäte, pričom sa jednoducho pridávajú pokrokové algoritmy a dodatočné inteligentné funkcie.

Početné zabudované architektúry sú obmedzené vlastnou energetickou spotrebou. Mnohé prístroje sú napájané prostredníctvom prúdovej slučky 4 – 20 mA, ktorá je zároveň použitá ako hlavný analógový vstup alebo výstup. Tieto zariadenia, známe aj pod označením dvojvodičové, však môžu spotrebovať iba niekoľko desiatín miliwattov. Iskrová bezpečnosť týchto nízkoenergetických prístrojov je výhodou a jedným z kľúčových aspektov, prečo zákazníci neustále výrazne podporujú tento typ napájania. Napriek všetkému energetická spotreba sa stala obmedzujúcim faktorom v rozmachu elektroniky a tým funkcionality a naďalej zostáva problémom pre dvojvodičové prístroje.

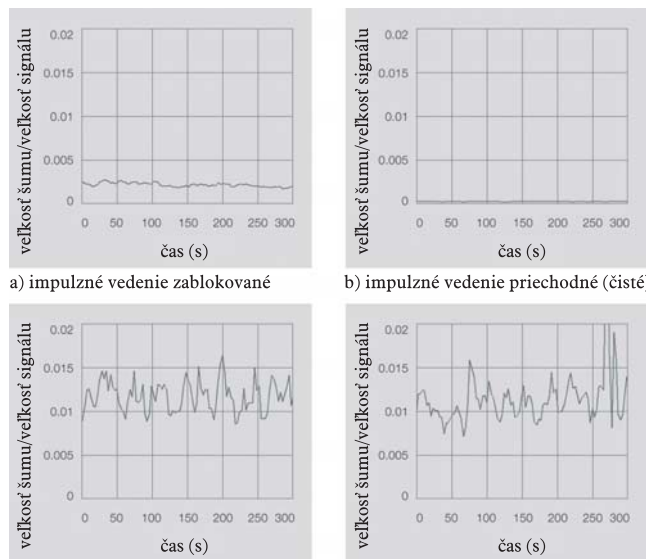
Zabudované aplikácie spracovania signálov: PILD

Funkcia PILD je algoritmus spracovania signálov, ktorý bol len nedávno integrovaný do diferenčných vysieláčov tlaku, jedných z najčastejšie používaných prevádzkových prístrojov. Tento výskumno-vývojový projekt ukázal oboje, potenciál spracovania signálov pri zdokonaľovaní prevádzkových prístrojov, ale zároveň prekážky spôsobené obmedzenou zabudovanou architektúrou.

Vysielače tlakovej diferencie sú prístroje na meranie rozdielu tlaku medzi dvoma bodmi v procese. Prístroje môžu byť inštalované v náročnom prostredí, kde nie je sťažený prístup pre údržbu ničím výnimočným. Hlavnou funkciou tohto prístroja je výpočet prietoku vnútri potrubia. Vysielače tlakovej diferencie sú k procesu pripojené prostredníctvom dvoch rúrok nazývaných impulzné vedenie. Zvyčajne majú malý priemer, menej ako 10 cm a môžu byť pomerne dlhé. Počas svojej životnosti môžu byť čiastočne alebo úplne zanesené čiastočkami nachádzajúcimi sa v meranom médiu (napr. piesok), sedimentmi, usadeninami vytvorenými vnútri potrubia alebo zmrznutou vodou. V protiklade s nesprávnou funkčnosťou ostatných prevádzkových prístrojov, upchaté impulzné vedenia nemajú žiaden vplyv na hardvér prístroja. Upchaním impulzného vedenia sa aktuálny stav tlaku zachytáva a odpája od skutočného stavu procesu. Riadiaci systém manipuluje s touto hodnotou aj v regulačnej slučke bez toho, aby vedel, že je „zmrazená“. Jediným náznakom tohto stavu je zvláštne správanie regulačnej slučky. Úsilie údržby identifikovať a uvoľniť upchaté impulzné vedenie je veľké. Navyše, ak má procesné médium tendenciu upchávať, uskutočňuje sa pomerne nákladná preventívna údržba. Vysielače tlakovej diferencie automaticky identifikujúce upchaté impulzné vedenie majú potenciál znižovať náklady na prevádzku redukovaním nutnej preventívnej údržby.

Algoritmus PILD

Princíp detekcie upchatého impulzného vedenia je založený na odpozorovaných charakteristikách signálov tlaku. Prietok je ovplyvnený fluktuáciami hodnoty tlaku spôsobenými inými zariadeniami a prístrojmi, ako sú pumpy, ktoré interagujú so samotným procesom. Tieto fluktuácie sa prejavujú ako šum v signáli diferenčného tlaku. Za bežných pracovných podmienok s čistým impulzným vedením (obr. 2a) je tento procesný šum väčšinou kompenzovaný, pretože prístroj meria tlak z dvoch bodov, ktoré sú relatívne blízko seba, zvyčajne niekoľko centimetrov. Ak sa jedno impulzné vedenie zablokuje (obr. 2c, 2d), fluktuácie v tlaku už nie sú vykompenzované a procesný šum je evidentný v signáli tlakovej diferencie. Ak sa zablokujú obe impulzné vedenia (obr. 2b), procesný šum sa prakticky zredukuje na nulovú úroveň, pretože sa úplne stratí spojenie medzi senzorom a procesom.



a) impulzné vedenie zablokované b) impulzné vedenie priechodné (čisté)

c) pravé impulzné potrubie zablokované d) ľavé impulzné potrubie zablokované

Obr.2 Úroveň šumu v signáli diferenčného tlaku pri rôznych podmienkach v impulznom potrubí

Funkcia PILD teda najskôr meria hladinu šumu v signáli, keď sú impulzné vedenia čisté (tréningová fáza). Počas bežnej prevádzky štatisticky porovnáva úroveň šumu s hodnotami získanými počas tréningovej fázy. Ak štatistická analýza ukáže pri porovnaní podstatné rozdiely, spustí sa alarm signalizujúci upchatie impulzného vedenia.

Tréningová fáza je konfigurovateľné časové rozpätie, počas ktorého sa algoritmus učí za nominálnych procesných podmienok, aby mohol neskôr v ostrej prevádzke identifikovať stavy indikujúce upchatie impulzného vedenia. Spoľahlivý a efektívny tréning je kľúčom k úspechu funkcie PILD. Vysielače tlakovej diferencie sa využívajú za rôznych procesných podmienok, z hľadiska média (vysoká viskozita kvapaliny, voda, para, plyny atď.) a okolitého prostredia (teploty od -40 do 85 °C a absolútny tlak do 600 barov). Bez automatického prispôsobovania algoritmu rozmanitej škále podmienok by bola funkcia PILD úplne zbytočná. Funkcia PILD bola vyvinutá v rozmedzí rokov 2003 až 2005. Bola integrovaná do novej palety vysieláčov tlakovej diferencie spoločnosti ABB vybavených rozhraním Foundation Fieldbus.

Prevzaté z ABB Review, č. 2/2006.

Andrea Andenna

ABB Corporate Research
Baden, Švajčiarsko
e-mail: andrea.andenna@ch.abb.com

3