



PROFINET – portfólio produktov od spoločnosti Siemens

Ethernet sa zdal pre automatizáciu drahým rozhraním s kolíznymi protokolmi, ktorý mal veľkú prenosovú rýchlosť, ale zato nedefinovaný reakčný čas. Aj napriek tomu však ethernet prenikol do spojitých i nespojitých priemyselných procesov s cieľom dosiahnuť homogénne prostredie na komunikáciu všetkých úrovní riadenia. Reakčný čas štandardnej nedeterministickej komunikácie protokolom TCP/IP je viac ako 100 ms. To je však na komunikáciu s decentrálными perifériami nevyhovujúce, pretože tá požaduje presný reakčný čas 1 až 10 ms. Tieto podmienky spĺňa otvorený komunikačný štandard PROFINET IO (Input, Output), ktorý zabezpečuje, aby Real-time a štandardná komunikácia prebiehali na tom istom komunikačnom médiu, na rovnakých sieťových komponentoch a v rovnakom čase.

Spoločnosť Siemens ako líder v oblasti priemyselnej automatizácie integroval tento komunikačný štandard do svojich viacerých zariadení a v plnej miere ho podporuje. Cieľom komunikačného systému PROFINET však nie je náhrada existujúcej zbernice PROFIBUS, ale rozšírenie komunikačných možností na procesnej úrovni. Komunikačná rýchlosť siete PROFINET je 100 Mbit/s s reakčným časom (update time) 1 až 10 ms, pričom možno pripojiť viac ako tisíc účastníckych staníc. Maximálna dĺžka siete je 5 km (elektrická sieť) alebo 150 km (optická sieť). Podporované sú tiež WAN a bezdrôtové siete. Flexibilitu štruktúry siete umožňujú rôzne topológie siete, ako hviezda, zbernica, strom a kruh. Tým, že PROFINET podporuje všetky štandardné ethernetové protokoly, rozšírili sa aj možnosti diagnostiky pripojených účastníckych staníc napr. pomocou SNMP (Simple Network Management Protocol) alebo Web servera. PROFINET IO podobne ako PROFIBUS DP podporuje aj profil ProfiSafe, ktorý umožňuje Fail-safe komunikáciu riadiaceho systému s decentrálными perifériami obsahujúcimi Fail-safe vstupno-výstupné moduly.

V súčasnosti sú dostupné 3 verzie PROFINET-u:

- PROFINET IO – je určený na komunikáciu riadiaceho systému s decentrálными perifériami.
- PROFINET CBA (Component Base Automation) – je určený na vzájomnú Real-time komunikáciu viacerých riadiacich systémov.
- PROFINET IRT (Isochronous Real-Time) – reakčné časy sú rádovo 0,5 ms. Je určený prevažne pre aplikácie riadenia pohybu.

V tomto článku sa zameriame hlavne na komunikáciu PROFINET IO.

Typy účastníckych staníc:

- PROFINET IO Controller – riadi komunikáciu v sieti a zabezpečuje výmenu údajov medzi ostatnými účastníkmi. Väčšinou je to zariadenie vykonávajúce riadiaci program. Funkcionalitu má podobnú ako zariadenie Master pri PROFIBUS DP komunikácii.
- PROFINET IO Device – účastnícka stanica. Typickými zariadeniami sú decentrálne periférie, inteligentné akčné a meracie členy. Funkcionalitu má podobnú ako zariadenie Slave pri PROFIBUS DP komunikácii.
- PROFINET IO Supervisor – je to HMI alebo diagnostické zariadenie.

Dostupné produkty

Spoločnosť Siemens má vo svojom produktovom portfóliu viacero zariadení komunikujúcich pomocou siete PROFINET a tiež aktívne

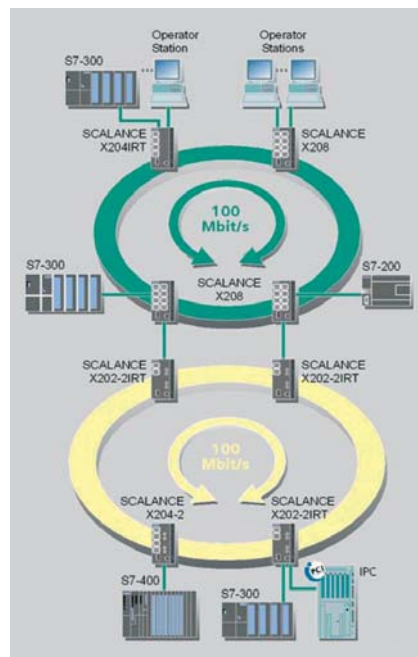
a pasívne komponenty potrebné na stavbu samotnej fyzickej vrstvy siete.

SCALANCE je rodina komponentov, ktoré slúžia na stavbu sieťovej infraštruktúry. Priemyselné switche existujú v produktoch X005, X100, X200 a X400.

X005 je jednoduchý nemanážovateľný switch určený na základné inštalácie obsahujúci 5 metalických portov.

Rad **X100** obsahuje nemanážovateľné switche, ktoré majú odolné metalické vyhotovenie s IP30, redundantné napájanie a tlačidlo, ktorým sa nastaví maska aktívnych portov. Uplatnenie nájdu v zbernicovej alebo hviezdicovej topológii siete. Označenie počtu metalických a optických portov je rovnaké pre všetky rady. Napr. X104-2 obsahuje 4 metalické porty a 2 optické porty. Ďalšie switche radu: X106-1, X108, X112-2, X116, X124, X101-1, X101-1LD. Switche s označením LD obsahujú 100 Mbit/s optické single-mode porty s BFOC konektormi, ku ktorým možno pripojiť switche vzdialené až 26 km. X101-1FL umožňuje integráciu staršej 10 Mbit/s optickej siete do metalickej 100 Mbit/s siete. X101-1AU1 má tú istú funkciu, ale s 10 Mbit/s AUI portom (15-pinový SUB-D socket).

Rad **X200** je podobný ako X100, ale disponuje množstvom dodatočných funkcií. Switche umožňujú vzdialenú parametrizáciu a diagnostiku pomocou integrovaného webo-



Obr.1 Prepojenie optického a metalického kruhu

SCALANCE SWX



Obr.2 Portfólio switchov Scalance

vého servera, príkazového riadku (CLI) alebo pomocou už spomínaného protokolu SNMP. Podporujú tiež zrkadlenie portov, generovanie alarmových e-mailov a pamäťovú kartu C-PLUG. Na C-PLUG možno uložiť konfiguráciu modulu a v prípade výmeny modulu sa nový modul automaticky nakonfiguruje iba vložením karty. Switche sú vhodné pre zbernicovú, hviezdnicovú, ale i kruhovú topológiu siete. Veľmi užitočnou funkciou je PROFINET diagnostika jednotlivých portov a napájania. Používateľ vytvorí pomocou webového servera alebo tlačidla masku aktívnych portov, prípadne redundancie napájania. Napríklad pri preseknutí ethernetového kábla sa stane port neaktívny, pričom switch vygeneruje diagnostickú správu, ktorú pošle príslušnému zariadeniu typu IO Controller. Ten vykoná prerušenie používateľského programu a spustí príslušný naprogramovaný organizačný blok, ktorý zareaguje na vzniknutú situáciu. Diagnostická správa obsahuje informácie o switchi a konkrétnom porte, ktorý je neaktívny. Tieto správy môžu byť zobrazené a archivované v HMI zariadeniach alebo SCADA systéme. Rad X200 obsahuje tieto switche: X204-2, X204-2LD, X206-1, X206-1LD a X208. V blízkom čase budú dostupné aj X212-2, X212-2LD, X216 a X224. Switch X208Pro má krytie IP 65 a možno ho umiestniť aj mimo rozvádzača. Switche s označením IRT ako X204IRT, X202-2IRT podporujú PROFINET IRT a IO komunikáciu a v kruhovej topológii môžu plniť funkciu Redundancy Manager (RM) s časom rekonfigurácie kratším ako 300 ms. Switche X202-2P IRT, X201-3P IRT a X200-4P IRT navyše obsahujú SC RJ POF/PCF porty.

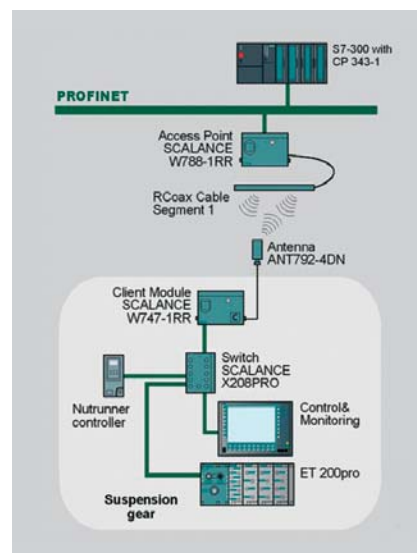
Produktový rad SCALANCE X400 je modulárny, čiže obsahuje základnú jednotku a jednotlivé rozširujúce moduly, pomocou ktorých si môže používateľ zostaviť switch podľa potrieb aplikácie. V súčasnosti sú dostupné dva switche tohto radu.

Maximálna konfigurácia X414-3E je 26 portov, pričom 2 porty podporujú 10/100/1 000 Mbit technológiu, a maximálna konfigurácia X408-2 je 8 portov, pričom 4 porty pod-

porujú 10/100/1 000 Mbit technológiu. Jednotlivé porty sú vo vyhotovení pre metalické aj optické prenosové médiá. Rad X400 je vhodný pre všetky topológie siete, ponúka funkciu Redundancy Manager pre Gigabit aj Fast Ethernet a umožňuje jednoduché prepojenie kancelárskych a automatizačných sietí vďaka integrácii najznámejších komunikačných štandardov. Tiež podporuje Voice over IP a vytváranie virtuálnych sietí VLAN, pomocou ktorých možno dosiahnuť redukciu zťaženia siete a jej väčšiu bezpečnosť. Pomocou RSTP (Rapid Spanning Tree Protocol) možno vytvoriť viac záložných komunikačných ciest, pričom v prípade prerušenia jednej z nich je aktívna iba cesta s najväčšou kvalitou prenosu. Podporované sú i ďalšie protokoly, ako SNMP, IGMP, SNTF, IP routing a mnohé ďalšie.

Spoločnosť Siemens ponúka PROFINET komunikáciu aj v mobilných alebo nedostupných aplikáciách použitím WiFi modulov z produktovej rodiny SCALANCE W. Tie spĺňajú všetky požiadavky bezdrôtovej komunikácie v automatizácii, ako sú spoľahlivosť, ochrana proti neautorizovanému prístupu a odolnosť komponentov proti priemyselnému prostrediu.

Všetky moduly majú krytie IP65 a môžu pracovať v teplotnom rozsahu -20 až 60 °C. Prístupové body a klientske moduly pracujú na frekvencii 2,4 alebo 5 GHz podľa noriem IEEE 802.11b/g/a/h. Autorizovaný prístup je zabezpečený mechanizmami WPA, AES, WEP a Radius. Dva duálne prístupové body (jedno zariadenie obsahuje 2 prístupové body) môžu navzájom komunikovať na oboch frekvenciách, čím sa docieli redundancia prenosu údajov. Moduly možno konfigurovať pomocou webového servera, príkazového riadku (CLI) alebo vložením pamäťovej karty C-PLUG obsahujúcej konfiguračné údaje. Podporované sú už spomínané protokoly RSTP a SNMP. SCALANCE W umožňuje aj bezdrôtovú Fail-safe komunikáciu medzi Fail-safe CPU a decentralnými perifériami s Fail-safe modulmi. Použitím štandardných SCALANCE W komponentov pri PROFINET



Obr.3 Bezdrôtová Real-time komunikácia riadiaceho systému

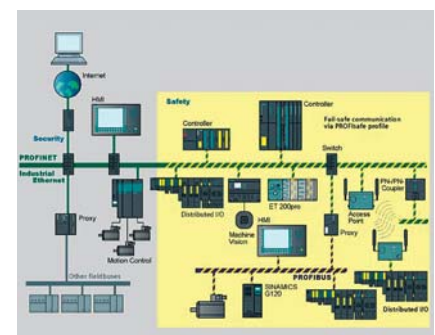
IO komunikácii je minimálny update time 32 ms. Použitím komponentov s označením RR (Rapid Roaming) podporujúcich protokoly iQoS a iPCF sa dosiahne lepšia priepustnosť údajov a minimálny update time 4 ms.

Softvérový nástroj SINEMA E 2006 slúži na návrh, simuláciu, konfiguráciu a diagnostiku bezdrôtových priemyselných sietí. Projektant má už v projekčnej fáze presné informácie o dosahu a kvalite signálu v špecifických podmienkach danej aplikácie.

Komponenty Scalance S slúžia na ochranu priemyselných komunikačných sietí. Zabraňujú neautorizovanému prístupu, manipulácii s údajmi, chybné adresácii a preťaženiu siete. Konfigurácia a integrácia modulov je jednoduchá (štruktúra siete sa nemení), pričom používateľ nemusí byť expertom v oblasti bezpečnosti sietí. Moduly fungujú ako firewall a možno ich využiť pri vytváraní VPN (Virtual Private Network) sietí ako VPN server.

Pre jednotlivé komponenty je dostupné dostatočné množstvo príslušenstva, ako sú rôzne typy antén (dosah až 1 km) alebo Rcoax kábel, ktorý sa používa namiesto antén a vyžaruje rádiové pole (dopravníky, šachty, tunely). K dispozícii sú rôzne typy metalickej a optickej kabeláže vhodnej do rôznorodého priemyselného prostredia. Systém Fast Connect (FC) pozostávajúci z káblov, nástrojov na odstránenie izolácie, odolných konektorov a ďalších prepájacích prvkov redukuje čas potrebný na inštaláciu siete a zvyšuje odolnosť proti elektromagnetickému rušeniu, mechanickému namáhaniu a agresívnemu prostrediu.

Spoločnosť Siemens ponúka komunikačný štandard PROFINET IO integrovaný priamo v procesorových jednotkách. Produktový rad S7-300 obsahuje štandardné procesorové jednotky CPU 315-2PN/DP, CPU 317-2PN/DP, CPU 319-3PN/DP a Fail-safe procesorové jednotky CPU 315F-2PN/DP, CPU 317F-2PN/DP. Všetky CPU obsahujú jeden PROFINET port a jeden PROFIBUS DP/MPI port okrem CPU 319-3PN/DP, ktorá obsahuje ďalší PROFIBUS DP port navyše. Procesorové jednotky umožňujú paralelnú komunikáciu s decentralnými perifériami pomocou PROFINET IO aj PROFIBUS DP. Existujúce riadiace systémy možno rozšíriť pomocou prídavných komunikačných kariet CP 343-1 a CP 343-1 Advanced. Tieto komunikačné



Integrácia Fail-safe zariadení do PROFINET siete



karty a CPU vystupujú v rámci PROFINET IO siete ako IO-Controller, pričom CP 343-1 Lean vystupuje iba ako IO-Device. Produktový rad S7-400 obsahuje nové CPU s integrovaným PROFINET IO: CPU 414 PN, CPU 416 PN a Fail-safe CPU 416F PN.

Tieto nové CPU obsahujú integrovaný 2-portový PROFINET switch, jeden MPI/DP port a jeden voliteľný DP port. Komunikačná karta CP 443-1 Advanced má integrovaný 4-portový PROFINET switch a takisto podporuje IT funkcie (webový server, FTP, e-mail). Všetky zariadenia podporujú SNMP a od verzie firmvéru 2.5 tiež diagnostický webový server, ktorý umožňuje v štandardnom prehliadači zobraziť parametre, štatistiky, aktuálny stav a diagnostiku zariadenia.

Decentrálnu stanicu ET200S možno pripojiť k PROFINET IO sieti pomocou komunikačných modulov IM153-1 PN alebo IM153-1 PN HF (podpora Fail-safe I/O kariet), ktoré majú integrovaný 2-portový PROFINET switch. Integrovaný switch umožňuje zbernicovú topológiu siete, ktorá sa najčastejšie používa v PROFIBUS inštaláciách. ET200S ponúka široký výber modulov zahŕňajúci digitálne a analógové vstupy a výstupy, špeciálne moduly ako počítadlá, výkonové stykače, frekvenčné meniče, komunikačné a vážiace moduly, pneumatické ventily a mnoho iných. Stanica môže obsahovať až 63 modulov. Spôsob komunikácie (PROFINET IO, PROFIBUS DP) stanice ET200S s riadiacim systémom závisí iba od typu komunikačného modulu.

Decentrálna stanica ET200pro s krytím IP 65/67 je vhodná na inštaláciu mimo rozvážača. Komunikačný modul IM154-4 PN obsahuje integrovaný 2-portový PROFINET switch, ktorý podporuje aj Fail-safe rozširujúce moduly. Jedna stanica môže obsahovať maximálne 16 štandardných alebo Fail-safe vstupno-výstupných digitálnych a analógových modulov, priame a reverzné motorové štartéry, RFID moduly a pneumatické ostrovy CPV10 alebo CPV 14 spoločnosti FESTO.

V súčasnosti sú dostupné vynovené rady HMI panelov – 177 a 277, ktoré podporujú PROFINET IO komunikáciu. Tá umožňuje krátky reakčný čas integrovaných (operačné panely) alebo softvérových (dotykové panely) tlačidiel, ktoré vystupujú v rámci riadiaceho systému ako decentrálna I/O periféria. Stlačením tlačidla na OP sa zmení aktuálna hodnota vstupu I0.0 (konfigurácia v Step7) a pri nasetovaní výstupu Q0.0 sa rozsvieti alebo rozblíkajú LED na príslušnom tlačidle. Panely tiež podporujú služby Smart Access a Smart Servis poskytované nástrojom WinCC flexible a PROFINET diagnostiku.

Spoločnosť Siemens ponúka aj vizuálne systémy, ktoré v PROFINET IO sieti vystupujú ako decentrálne periférie a s riadiacim systémom si vymieňajú riadiace a stavové premenné. VS120 a VS130-2 sú vizuálne systémy určené na rozoznávanie čiarových a data matrix kódov, kontrolu kompletnosti a polohy



Obr.5 Decentrálne periférie ET200pro a ET200S

výrobkov a na mnoho iných diagnostických a inšpekčných úloh.

Nová generácia frekvenčných meničov Sinamics a Motion Control riadiacich systémov Simotion tiež podporuje PROFINET IO a IRT komunikáciu, čím je možná aj integrácia pohonárskych aplikácií do siete PROFINET.

Ochrana investícií vložených do už existujúcich zbernic (PROFIBUS, ASI) je zabezpečená prevodníkmi IE/PB link, IE/ASI link, ktoré konvertujú komunikáciu príslušnej zbernice na PROFINET komunikáciu.

Návrh a konfigurácia PROFINET IO siete

Pri návrhu a inštalácii PROFINET kabeláže platia tie isté postupy a obmedzenia ako pre štandardný priemyselný ethernet. Pri návrhu komplexnejšej bezdrôtovej siete je vhodné použiť spomínaný softvér SINEMA E 2006.

Použitím nástroja, ktorý je dostupný na adrese <http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/21869080> možno ešte vo fáze návrhu zistiť približné parametre štandardnej aj bezdrôtovej PROFINET IO komunikácie ako update time, cycle time a PN response time.

Update time – čas aktualizácie vstupov a výstupov zariadenia IO Controller a zariadení IO Device počas ich vzájomnej komunikácie.

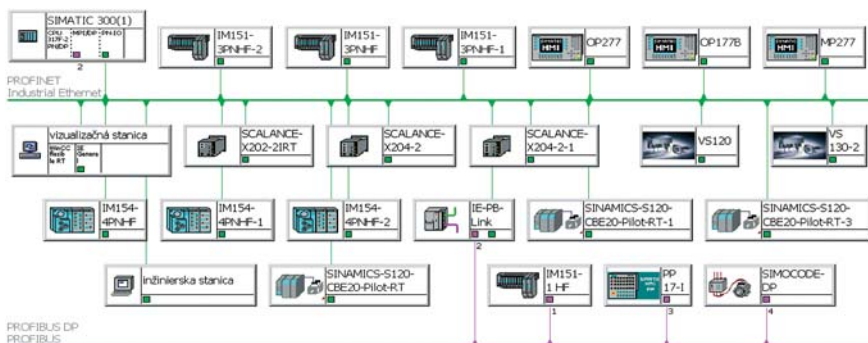
Cycle time – čas vykonania cyklicky spúšťaného bloku OB1.

PN response time – tento parameter je veľmi dôležitý, pretože určuje reakčný čas: prečítanie aktuálnej procesnej hodnoty zo zariadenia IO Device, spracovanie používateľského programu v OB1 zariadením IO Controller a zápis výstupu na to isté zariadenie IO Device.

Na adrese <http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/21869196> je podobný nástroj, ktorý umožňuje simuláciu PROFINET IO siete s integrovanou PROFIBUS DP zbernicou.

Konfiguráciu PROFINET IO siete podporuje STEP 7 od verzie 5.3, pričom nasledujúci príklad bol vytvorený vo verzii 5.4. Parametrizácia PROFINET IO siete v programe STEP 7 je veľmi jednoduchá a podobná ako pri konfigurácii zbernice PROFIBUS DP. Do hardvérovej konfigurácie (HW config) sa vloží napr. CPU 317F-2 PN/DP, nastaví sa jeho IP adresa a maska siete. Automaticky sa vytvorila sieť PROFINET IO, do ktorej možno pridávať jednotlivé zariadenia z katalógu. Každé zariadenie má svoj vlastný gsdml súbor (obdoba gsd), ktorý opisuje vlastnosti daného zariadenia a umožňuje jeho integráciu do katalógu. Pretiahnutím z katalógu sme pridali do PROFINET IO siete 3 decentrálne stanice ET200S s komunikačným modulom IM 151-3 PN HF. Jednotlivé stanice obsahujú štandardné, ale aj Fail-safe I/O karty.

Každý stanici sa musí nastaviť názov, číslo a IP adresa zariadenia. Pomocou týchto údajov je



Obr.6 Konfigurácia siete v nástroji NetPro

možná v rámci diagnostiky rýchla identifikácia daného zariadenia. Všetky IO device zariadenia majú prednastavenú rovnakú hodnotu parametra update time, ktorú im na základe štatistických meraní (počet zariadení, prenášaných údajov atď.) určil program STEP7. Pre jednotlivé zariadenia možno dodatočne v určitej miere zmenšovať, prípadne zväčšovať prednastavený update time. Systém umožňuje ešte nastavenie parametra Watchdog time. Ten určuje čas výpadku komunikácie, keď IO-Controller nereaguje na vzniknutú situáciu. Ak sa daný čas prekročí, IO-Controller spustí náležité udalostné prerušenie a vygeneruje diagnostické údaje. Watchdog time je vždy násobok parametra update time a používateľ ho nenastavuje povinne. Ak v danej sieti prebieha aj iná Real-time komunikácia (napr. PROFINET CBA), je vhodné znížiť percentuálne rezervovanie siete pre PROFINET IO komunikáciu na úroveň napr. 75 %. Pomocou týchto pár jednoduchých krokov možno nakonfigurovať PROFINET IO komunikáciu bez jej dodatočných podrobných znalostí.

Ak treba pripojiť ďalšie zariadenia (inžiniersku, vizualizačnú stanicu – WinCC alebo WinCC flexible RT atď.), ktoré na komunikáciu využívajú štandardné ethernetové protokoly, stačí tieto zariadenia pripojiť na existujúcu PROFINET sieť v dobre známom nástroji NetPro. Aktuálna konfigurácia v nástroji NetPro je znázornená na obr. 6.

Fyzicky sú 3 switche v kruhovej topológii spojené optikou, pričom switch X202-2IRT má funkciu redundancy managera. Jednotlivé 2-portové decentrálne periférie majú zbernicovú topológiu a sú pripojené na metalické porty jednotlivých switchov. Ostatné zariadenia sú pripojené na switche priamo.

Najväčšou výhodou konceptu PROFINET komunikácie je možnosť paralelnej Real-time komunikácie (PROFINET IO, CBA) a štandardnej ethernetovej komunikácie (TCP/IP, S7 komunikácia, ISO atď.) pomocou jedného média a jedného rozhrania.

Na záver by som chcel ponúknuť možnosť získania doplnkových informácií o všetkých spomínaných produktoch a poskytnutia technických konzultácií pri príprave konfigurácií založených na týchto inovatívnych riešeniach. V prípade akýchkoľvek otázok vám radi zodpovieme.

SIEMENS

Siemens s.r.o.

21

A&D Automatizačná technika a pohony

Ing. Juraj Belica

Stromová 9, P. O. BOX 96

837 96 Bratislava

Tel.: 02/59 68 24 25

Fax: 02/59 68 52 40

e-mail: juraj.belica@siemens.com

<http://www.siemens.sk/ad>