

Certifikačné meranie siete PROFINET znižuje riziko výpadkov

Ak inštalujete nové zariadenie, premiestňujete alebo rozširujete existujúcu výrobnú linku, je dobré poznať skutočný stav vašej siete PROFINET. Vyhovujúci stav a parametre siete zistené certifikačným meraním sú zárukou, že dodávateľ odovzdáva zariadenie so správne navrhnutou a inštalovanou sieťou PROFINET, ktorá je schopná dlhodobej a bezporuchovej prevádzky.

Hranica medzi úrovňou sietí riadiacich systémov (OT) a informačných systémov (IT) bola ešte v nedávnej minulosti jasne definovaná fyzikálnym typom komunikácie. Kým riadiace systémy boli vybavené rôznymi typmi sériových zberníc (PROFIBUS, CAN, RS-485, INTERBUS...), informačné systémy využívali ethernet. Táto technická prekážka integrácie bola prekonaná rýchlym prienikom ethernetových technológií do oblasti PLC a tiež vývojom rôznych typov komunikačných protokolov ako PROFINET, EtherNet/IP, EtherCAT a ďalších. Informačné a automatizačné siete sa zásadne líšia v tom, aký je hlavný účel ich komunikácie. Zatiaľ čo IT siete sa zameriavajú na bezpečný prenos údajov, v automatizačných OT sieťach je hlavnou požiadavkou trvalé a neprerušované spojenie medzi účastníkmi siete. Pokiaľ krátkodobý výpadok spojenia v IT sieti nie je považovaný za zásadný problém, podobný výpadok spojenia alebo oneskorenie paketov predstavuje vo výrobnej OT sieti výpadok a zastavenie činnosti zariadenia. Z tohto dôvodu sú pri projektovaní a implementácii kladené na OT siete špecifické požiadavky.

Pre siete PROFINET sú tieto požiadavky definované v smerniciach, ktoré vydáva a aktualizuje organizácia PROFIBUS & PROFINET International (PI). Vychádzame z nich pri návrhu siete, uvádzaní do prevádzky aj pri diagnostike. Uvedieme aspoň základné požiadavky vrátane ich vplyvu na kvalitu komunikácie.

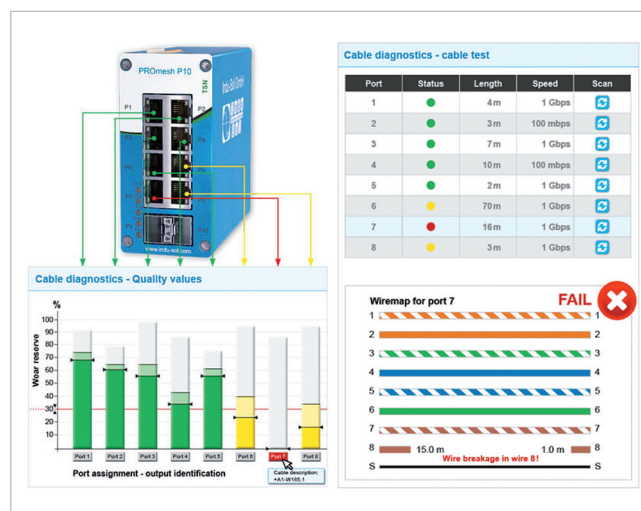
- Konektory a metalické káble určené pre PROFINET zabezpečujú mechanickú a elektrickú odolnosť siete. V tom je zahrnutá aj odolnosť proti elektromagnetickému rušeniu EMC.
- Použitie certifikovaných aktívnych prvkov (prepínačov) zaručí plynulý prenos paketov PROFINET IO. Zároveň sú nevyhnutné na kontrolu topológie a diagnostiku siete počas prevádzky.
- Návrh správnej topológie siete je dôležitý preto, aby naše aplikácie, ktoré komunikujú v sieti (PN, TCP spojenia, zber dát, vizualizácie...), nepreťažovali prepínače a zariadenia PN-device vysokou komunikačnou záťažou.
- Inštalácia meracích bodov (TAP) umožňuje pripojenie meracích prístrojov pri diagnostike porúch bez nutnosti prerušiť komunikáciu.
- Certifikačné meranie pri uvádzaní do prevádzky je v podstate kontrola, či projektant, montéri, ale aj programátor vyhotovili sieť PROFINET v súlade so smernicami a požiadavkami prevádzkovateľa.

Na uvádzanie do prevádzky vydala organizácia PROFIBUS & PROFINET International (PI) samostatnú publikáciu s názvom PROFINET Commissioning Guideline. Väčšinu požiadaviek uvedených v smernici aplikujeme aj pri našich certifikačných meraniach. Kritériá merania môžu byť niekedy upravené podľa konkrétneho zariadenia alebo podľa požiadaviek konečného používateľa.

Štandardné certifikačné meranie siete PROFINET pozostáva z týchto častí:

1. Offline meranie (pri vypnutej komunikácii):
 - testovanie kvality a správnosti inštalácie metalických a optických spojení,
 - meranie vplyvu EMC (impedancia tieniacich slučiek).
2. Online meranie (počas komunikácie v sieti):
 - kontrola skutočnej topológie siete a pripojených zariadení (typy, PN mená, IP/MAC adresy, FW...),
 - meranie komunikačných parametrov (záťaž, jitter, pokazené a chýbajúce pakety...),
 - meranie vplyvu EMC (prúd v tienení kábla PROFINET).

Prvým krokom je tzv. off-line meranie, pri ktorom testujeme správnosť a kvalitu inštalácie. Ako prvé urobíme vždy vizuálnu obhliadku siete. To často ušetrí čas napríklad vtedy, ak zistíme, že v sieti sú použité nevhodné káble, napríklad káble bez tienenia alebo s nevhodnými konektormi. Takúto inštaláciu nemá význam merať, pretože pri každom takom kábli by sa meranie skončilo chybou. Každý kábel použitý v sieti PROFINET meriame certifikačným káblovým prístrojom. Vyhodnotenú sú základné parametre ako dĺžka kábla, správnosť zapojenia vodičov aj tienenia, ale aj elektrické parametre ako presluch kábla, útlm a pod. Namerané parametre vyhodnotíme a porovnáme s odporúčanými hodnotami podľa typu kábla, normy zapojenia a ďalších voliteľných vyhodnocovacích kritérií.



Obr. 1 Meranie káblov integrované v prepínači

Meranie kabeláže je časovo najnáročnejšia časť certifikácie, pretože vyžaduje odpojenie a pripojenie každého kábla zariadenia. Prikladáme mu však veľký význam, pretože od kvalitnej inštalácie závisí správne fungovanie nielen samotnej komunikácie PROFINET, ale aj všetkých komunikácií, ktoré sieť umožňuje, napr. TCP, OPC UA alebo v blízkej budúcnosti TSN spojenia. Na túto skutočnosť zareagovali výrobcovia prepínačov, ktorí do nových typov implementujú čoraz viac diagnostických funkcií. Prepínače s integrovaným meraním káblov (obr. 1), ktoré 24/7 kontrolujú dĺžku, zapojenie a kvalitu signálu, nielen výrazne znižujú náklady na certifikáciu, ale hlavne náklady na diagnostiku a údržbu inštalácie počas prevádzky.

Po meraní kvality káblov prichádza na rad meranie impedancie tieniacich slučiek, ktoré tvoria tienenia káblov PROFINET prepojených so systémom funkčného ekvipotenciálneho pospájania. Od hodnoty impedancie závisí, ako účinne funguje tienenie komunikačného kábla. Smernice vydané organizáciou PROFIBUS & PROFINET International (PI) odporúčajú maximálnu impedanciu tieniacej slučky 0,6 Ω pri frekvencii 2,2 kHz.

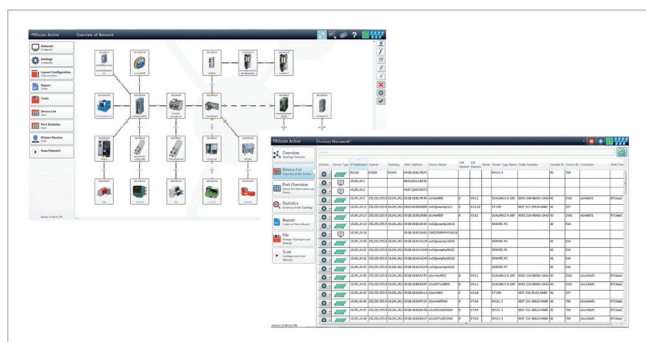
Ďalšou časťou certifikačného merania je on-line meranie komunikačných parametrov. To zahŕňa aktívne meranie skenovacím nástrojom, ktorým získame informácie od všetkých účastníkov siete, a pasívne meranie realizované odpočúvaním komunikácie pomocou analyzátora.

Na to, aby sme mohli aplikovať aktívne meranie, je nevyhnutné, aby všetky zariadenia v sieti podporovali protokoly LLDP a SNMP. Týka sa to hlavne prepínačov, pretože zariadenia PROFINET device tieto funkcie podporujú. Pokiaľ uvedené protokoly niektorý prepínač nepodporuje, nemožno z neho získať diagnostické údaje. Zároveň treba povedať, že tieto zariadenia nespĺňajú jednu zo základných podmienok daných smernicou PI, ktorá požaduje inštalovať iba komponenty, ktoré sú certifikované pre sieť PROFINET. Certifikáty sieťových komponentov možno nájsť na stránke organizácie PI (www.profibus.com).

Dôležitým údajom, ktorý získame od každého účastníka siete pomocou aktívneho merania, je informácia o priamo pripojených zariadeniach. Z týchto informácií nám diagnostický nástroj vykreslí skutočnú topológiu siete (obr. 2). Tú porovnáme s plánovanou topológiou, ktorá je súčasťou elektroprojektu, a overíme, či pri montáži nedošlo k chybnému inštalácii. Predpokladáme pri tom, že projektant topológie zohľadnil pri návrhu všetky požiadavky kladené hlavne na komunikačnú záťaž a na vhodné prepínače, ktoré ju musia s rezervou zvládnuť. Pokiaľ to tak nie je, jedným z indikátorov sú tzv. zahodené pakety na portoch. Zahodené a chybné pakety sú ďalšou informáciou, ktorú poskytuje aktívne meranie. Požadované hodnoty pre oba tieto parametre sú pri nových zariadeniach samozrejme „nula“.

Pre budúcu údržbu a správu výrobného linky je veľmi dôležitý zoznam pripojených zariadení. Pomocou aktívneho merania zisťujeme typ zariadenia aj jeho SW verziu. Ak sú v sieti použité zariadenia rovnakého typu, odporúčame, aby mali aj rovnakú SW verziu (FW). Rôzne SW verzie zariadení sú podľa našich skúseností častou príčinou porúch.

Po ukončení aktívneho merania prichádza na rad pasívne meranie siete pomocou analyzátora PROFINET, ktorý sa inštaluje medzi



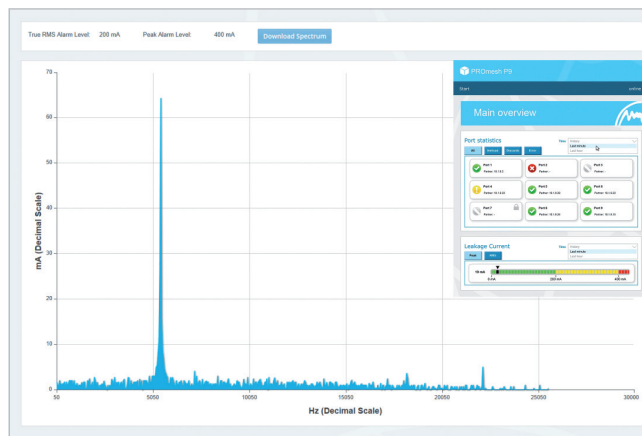
Obr. 2 Topológia siete a zoznam zariadení

PROFINET Controller a prvé zariadenie siete. Aby nebolo potrebné kvôli inštalácii analyzátora prerušiť komunikáciu a rozpájať sieť, malo by byť splnené ďalšie odporúčanie dané smernicou PI, ktoré požaduje trvalú inštaláciu meracieho bodu (TAP) na mieste, kde má byť inštalovaný analyzátor. Pasívny analyzátor meria a zaznamenáva kvalitatívne parametre komunikácie počas prevádzky stroja/linky. Obvykle vyhodnocujeme sieť počas jednej hodiny, ale existujú firmy, ktoré majú nastavené prísnejšie kritériá a požadujú dlhší čas merania. Pasívna diagnostika vyhodnocuje záťaž siete, meškanie paketov (jitter), pomer komunikácie PROFINET a iných protokolov, chýbajúce a chybné pakety, výpadky a reštarty jednotlivých zariadení (obr. 3). Odporúčané hodnoty všetkých kvalitatívnych parametrov pasívnej diagnostiky sú opäť dané v smernici PI.

	posledná minúta	hodina				
čas začiatku merania	12.02.2021 13:18:17	12.02.2021 10:59:22				
výpadky	0	7				
reštarty	0	3				
výstrahy	0	0				
dobu aktualizácie	2 ms - 128 ms	2 ms - 128 ms				
controller prenosových hodín	1 ms	1 ms - 2 ms				
oneskorenie, jitter	1,5 %	2,9 %				
chybajúce telegramy	0	1,365				
Max. number of consecutive frame gaps	0	670				
predbehnuté telegramy	0	0				
pomer záťaže	>500 : 1	>500 : 1				
chybné telegramy	0	0				
Broadcast/Multicast	0,16 %	0,08 %				
	min. I	prámer Ø	max. T	min. I	prámer Ø	max. T
záťaž siete (za sekundu)	0,52 % 14,47 A	0,54 % 17,01 A	0,55 % 16,81 A	0,02 % 0,02 B	0,54 % 17,01 A	0,65 % 22,70 A
užitná záťaž (systems)	54,59 B	64,66 B	64,71 B	0,00 B	64,66 B	67,23 B

Obr. 3 Meranie komunikačných parametrov

Súčasťou online merania je aj meranie prúdu v tienení káblov PROFINET, ktoré slúži na vyhodnotenie EMC, t. j. vplyvu elektromagnetického rušenia a iných prúdov na komunikačný systém. Z tohto dôvodu ho realizujeme počas normálnej prevádzky zariadenia. Ak nameraná hodnota presahuje 40 mA (maximum odporúčané smernicou PI), treba diagnostikovať príčinu a stav upraviť. Na meranie prúdu v tienení sa štandardne využívajú kliešťové meracie prístroje s nastaviteľným frekvenčným pásmom merania. Nové typy diagnostických prepínačov (obr. 4) už dokážu nepretržite merať amplitúdu aj frekvenciu prúdu v tienení.



Obr. 4 Meranie prúdu v tienení integrované v prepínači

Každý diagnostický nástroj, pomocou ktorého je realizované certifikačné meranie, poskytuje protokol o meraní. Protokol je súčasťou správy o certifikačnom meraní, ktorú poskytneme prevádzkovateľovi výrobného zariadenia. Obsahuje všetky výsledky, odporúčania na zlepšenie a hlavne vyhodnotenie, či komunikačný systém ako celok spĺňa kritériá stanovené pre nové, príp. rekonštruované siete PROFINET.

Ing. Ján Šuchaň
Certified Profibus Engineer
ControlSystem, s. r. o.