

# Přepínače pro průmyslové ethernetové sítě

Vzhledem k tomu, jak často se lze s ethernetovými sítěmi v současné době setkat, určitě nikdo nepochybuje o možnosti jejich použití při přenosech dat v automatizaci, energetice i dopravě, tedy v širokém spektru průmyslových instalací. Základní otázkou však zůstává, zda vůbec má smysl definovat samostatnou kategorii „průmyslových ethernetových přepínačů“ (*industrial switch*) a čím se popř. tyto přístroje odlišují od modulů běžně používaných v kancelářích a domácnostech.

Téměř každé moderní elektronické zařízení v domácnosti lze připojit k Ethernetu a internetu. Od domácího počítače a tiskárny, přes televizi, IP kamery pro zabezpečení nebo domácí vytápění až po inteligentní mobilní telefony. Spojit je s použitím běžného a levného WiFi směrovače (*router*) z internetového obchodu zvládne i laik. Člověk tak může snadno nabýt dojmu, že problematice sítí rozumí a že není co řešit. Pro malou domácí síť je to vlastně i tak trochu pravda. Postačí používat selský rozum, mít zvládnutou alespoň základní terminologii a postupovat podle návodu k použití daného přístroje.

## Kancelářské versus průmyslové prostředí

Trochu jinak než v domácnostech je tomu v oblasti datových sítí pro rozsáhlé kancelářské komplexy. Zde již málokdo pochybuje, že požadavky kladené na infrastrukturu jsou odlišné a že je nezbytné vybírat vhodné typy síťových prvků tak, aby bylo možné k síti připojit stovky či tisíce účastníků. Je tedy nutné použít strukturované sítě. Pro kancelářské prostředí je navíc poměrně typická potřeba značné variability sítě, umožňující síť rychle přizpůsobovat v podmínkách průběžně se měnících potřeb včetně vcelku živelného rozšiřování. Z hlediska variability jsou výhodné zejména sítě s volnou strukturou (*mesh networks*) se standardními síťovými protokoly, jako je MSTP nebo RSTP (*Multiple/Rapid Spanning Tree Protocol*), primárně zabráňujícími vzniku nedovolených smyček na síti. Sítě zprostředkovávají spojení s centrálními servery s nejrůznějšími databázemi a široké spektrum služeb od běžné elektronické pošty a prohlížení obsahu webových stránek až po přenos videa a hudby nebo internetovou telefonii (VoIP). Síť tedy slouží k přenosu rozmanitého obsahu a vznikají tzv. konvergentní sítě. Každá služba má přitom jiné požadavky na rychlost odezvy a potřebnou šířku pásma.

Paralelně k širokému rozmachu v běžných prostředích se ethernetové sítě postupně prosadily i v průmyslových úlohách. Podmínky platné při použití komponent ethernetových sítí v průmyslu jsou jednoznačně dány podmínkami instalace samotných programovatelných automatů (PLC). Typicky je

tedy od průmyslové ethernetové sítě (*Industrial Ethernet*) požadována např. schopnost provozu v širokém rozmezí teploty okolního prostředí (od  $-40$  do  $+70$  °C), lepší odolnost proti elektromagnetickému rušení apod. To



Obr. 1. Příklad provedení přepínače pro průmyslový Ethernet s krytím IP30 (Siemens Scalance X304-2FE)

vše za předpokladu shody s požadavky normy IEEE 802.3, popisující síť Ethernet. V principu jde o běžnou kancelářskou síť Ethernet, která však z hlediska použitých aktivních a pasivních komponent sítě vyhoví standardům platným v oboru automatizace. Vedle již zmíněného širokého rozsahu provozních teplot jde zejména o odolnost proti vibracím a rázům a požadavek na výrazně delší dobu provozního života daného produktu. Ta musí být shodná s dobou života PLC, tj. typicky deset až patnáct let, a to včetně dostupnosti náhradních dílů. Rovněž je požadováno snadné použití. Toho lze v plné míře dosáhnout začleněním komponent sítě do projektu automatizačního systému včetně možnosti jednotné diagnostiky společně s decentralizovanými moduly I/O. Minimálně by pak měla

být k dispozici základní diagnostika s použitím signálního výstupu v podobě reléového kontaktu připojeného k blízké jednotce vstupu, a tak umožňujícího PLC snadno detekovat poruchu přepínače.

V oboru automatizace se v současnosti Ethernet se svými protokoly používá i k cyklickým a deterministickým přenosům dat a nahrazuje sériové komunikační sběrnice historicky vybudované na bázi nejrůznějších protokolů (Profibus, Modbus, Interbus atd.). Původní Ethernet bez dalších optimalizací nebyl zcela nejvhodnějším nástupcem těchto sběrnic. I proto se postupem času dočkal rozšíření ve formě podpory prioritizace paketů metodou rozšíření ethernetového rámce o část hlavičky, tzv. *VLAN tag*, včetně tříd priority. Informaci o prioritě paketu kvalitní průmyslový přepínač využívá tak, že umožní paketům s větší prioritou opustit přepínač přednostně, a tím zlepšit poměry v síti. Samotný přepínač potom může umožňovat virtuální segmenty vytvářet nebo jen respektovat příslušnou prioritu rámce.

Požadavky na determinismus sítí používaných při automatizaci spojitých i nespojitých výrob dobře splňuje komunikační protokol Profinet. Na rozdíl od jiných protokolů umožňuje realizovat cyklickou výměnu dat mezi centrální řídicí jednotkou a decentralizovanými jednotkami I/O, včetně případné izochronní komunikace, a zároveň beze zbytku podporuje běžný standard Ethernetu, to včetně možnosti použít spojení WiFi i provoz ve virtuálním segmentu LAN. S použitím jednoho společného kabelu tak lze paralelně zajistit cyklické řízení současně s acyklickými komunikačními službami využívajícími protokoly jako HTTP, FTP atd.

## Provedení a použití průmyslových přepínačů

Vraťme se k samotným síťovým prvkům. Ty se v průmyslu vyskytují jak integrované v zařízeních, tak i jako samostatně stojící komponenty průmyslových sítí. Vnější kryt samostatných přístrojů je obvykle vyroben z odolného plastu nebo kovového materiálu. Přístroje k běžnému použití v rozváděcích apod. mají stupeň krytí IP20 až IP40 (*obr. 1*), k použití mimo rozváděč je to IP65/67 (odolnost proti stříkající vodě). Jako fyzické médium sítě lze použít metalické a optické kabely. Metalické kabely se obvykle připojují pomocí konektorů typu RJ45 v průmyslovém provedení, dostupných i s vysokým stupněm krytí IP65/67. Organizace AIDA, sdružení firem automobilového průmyslu, ve svých

požadavcích doporučuje konektory se spolehlivým uzamykacím mechanismem, tzv. *push-pull*. V průmyslových instalacích s vysokým stupněm krytí se také běžně používá šroubovací konektor typu M12. Optické kabely se v průmyslu používají zejména tam, kde lze očekávat vysokou úroveň elektromagnetického rušení. Obvyklé jsou mnohavodové (*multi mode*) kabely s optickými vlákny rozměrů 50/125, popř. 62,5/125  $\mu\text{m}$ ). Pro velké vzdálenosti a především pro rychlosti přenosu dat řádu gigabitů za sekundu jsou využívány i kabely v jednovodovém (*single mode*) provedení, známé spíše z běžných instalací IT. Speciální fyzickou vrstvou představují optické kabely vyrobené s použitím plasty v provedení POF (*Polymer Optic Fiber*), popř. PCF (*Polymer Clad Fiber*) – pro přenos světla o vlnové délce 650 nm. Jde o kabely vyznačující se velkým útlumem, a tudíž použitelné jen na krátké vzdálenosti. Jejich předností je snadná instalace, podobně jako při použití metalických kabelů, ovšem při zachování galvanického oddělení uzlů sítě. Metalické i optické kabely lze osazovat konektory až na místě instalace. Připojení kabelu ke konektoru přitom musí být velmi jednoduché a zároveň spolehlivé.

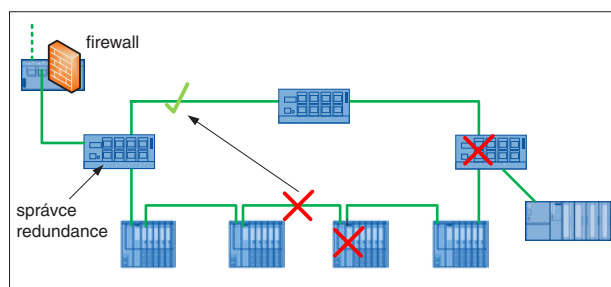
Maximální dosažitelná vzdálenost mezi dvěma uzly je faktorem limitujícím možnosti uspořádání (topologii) sítě např. výrobní linky. Topologie sítě vychází z typického rozložení koncových zařízení na stroji či podél výrobní linky. Obvykle je třeba spojit několik decentralizovaných sběrných uzlů, z nichž v každém je připojeno jen několik lokálních koncových uzlů (zařízení). Je tedy zcela logické použít přepínače s malým počtem portů, typicky čtyřmi až osmi. Topologie celé sítě tak má podobu hřebenu. K dosažení redundance je obvykle požadováno propojení obou konců „hřebenu“ do konfigurované sítě s kruhovou topologií tak, aby spojení mezi uzly pokud možno fungovalo i při poruše (obr. 2).

### Doba na rekonfigurování a spolehlivost sítě

Na rozdíl od světa IT, kde se pro sítě s volnou strukturou obvykle používají protokoly založené na algoritmu, tzv. *spanning tree* (STP, RSTP nebo MSTP), je v oboru automatizace běžnější použití protokolů se stanovenou maximální možnou dobou rekon-

figurace. Obvykle jde o proprietární protokoly (*Hyper Ring*, *High Speed Redundancy*, *enhanced RSTP* atd.), popř. protokoly definované v mezinárodních normách týkajících se sítí v průmyslovém prostředí, jako je např. *Media Redundancy Protocol* (MRP), nebo kruhové protokoly pro realizaci sítí s plánovaně duplikovanými pakety, jejíž zásadní výhodou je nulová doba rekonfigurace (*Media Redundancy for Planned Duplication* – MRPD, *High-availability Seamless Redundancy* – HSR). Zásadním rozdílem je schopnost určovat maximální dobu potřebnou na rekonfiguraci sítě v kruhové topologii.

Hlavním požadavkem kladeným na automatizační sítě je schopnost zachovat spojení s jednotlivými uzly i při poruše v síti. Za tím účelem je vedle opatření v oblasti topologie sítě a komunikačních protokolo-



Obr. 2. Redundance v síti s kruhovou topologií

lů využíváno u průmyslových přepínačů také napájení ze dvou nezávislých zdrojů či možnost konfigurovat nové zařízení při poruše původního vložením externí paměti typu *flash*, tedy bez nutnosti opětovného pracovního konfigurování síťové komponenty. Cílem je dosáhnout co největší dostupnosti síťových zařízení.

Dílčí sítě obsluhující části výrobního zařízení se připojují k páteřním sítím zajišťujícím přenosy dat rychlostmi řádu gigabitů za sekundu. K tomu jsou nutné síťové komponenty podporující směrování (*routing*), tj. přepínač s funkčními schopnostmi na úrovni Layer3 (L3), tzn. včetně směrování, nebo směrovač jako takový. Každou jednotlivou dílčí síť pro obsluhu výrobního zařízení je rozumné oddělit od páteřní sítě vhodným hardwarovým firewallem a vytvořit tak samostatné chráněné síťové úseky.

V sítích vyšší úrovně musí být vedle přenosů rychlostí řádu gigabitů za sekundu pod-

porována také tvorba virtuálních místních sítí (VLAN), technika IGMP *snooping* a funkce směrování (L3). Zároveň však musí být možné tyto sítě snadno sledovat při použití obvyklých protokolů, jako je SNMP (*Simple Network Management Protocol*), SNMP *trap* nebo nástroj Syslog server. Přepínače tak lze snadno integrovat do nástrojů pro sledování síťových komponent a sítí. Přednost je přitom třeba dát nástrojům určeným pro průmyslové sítě, jimž nejsou cizí příslušné kruhové protokoly ani ostatní zvláštnosti průmyslových sítí a síťových komponent.

### Nezapomínat na certifikáty

Připomeňme také, že průmyslový přepínač hodný svého názvu nejen odpovídá průmyslovým standardům, ale musí mít i potřebné certifikáty potvrzující jeho použitelnost v průmyslu (ATEX, EMC pro průmysl atd.). Speciální odvětví průmyslu, jako např. distribuce elektrické energie, navíc přináší další zpřísnění norem v oblasti elektromagnetické kompatibility a ještě vyšší horní mez rozsahu pracovních teplot (až +85 °C) podle normy IEC 61850-3. Obdobně je při použití síťových kom-

ponent v drážních vozidlech požadováno splnění požadavků normy EN 50155.

### Závěrem

Na otázku položenou v úvodu, zda vůbec existuje kategorie „průmyslové komunikační sítě“, která vyžaduje použití průmyslových síťových komponent, lze odpovědět kladně. Jednotlivé oblasti použití těchto sítí mohou klást i dodatečné požadavky na síťové komponenty, ale vždy jde o komponenty velmi robustní, které se svým provedením na první pohled liší od síťových komponent pro domácí nebo kancelářské účely. Ač se kancelářské a průmyslové síťové komponenty odlišují svým provedením, účel je v obou případech stejný – zajistit spolehlivé spojení mezi jednotlivými účastnickými zařízeními, ať už jde o osobní počítače nebo programovatelné automaty.

Vladimír Ševčík, Siemens, s. r. o.



Novinka

Skutečně nezávislý  
Kalkulátor cen energií

Porovnání dodavatelů elektřiny a plynu  
kalkulator.tzb-info.cz

