

Využití Ethernetu v automatizaci procesní výroby

Článek shrnuje výhody nového systému Ethernet Remote I/O od společnosti Pepperl+Fuchs, který vznikl doplněním osvědčeného systému Remote I/O o novou komunikační bránu pro Ethernet. Článek také popisuje, jak pomocí tohoto systému ušetřit náklady na pořízení, provoz a údržbu podnikové komunikační sítě.

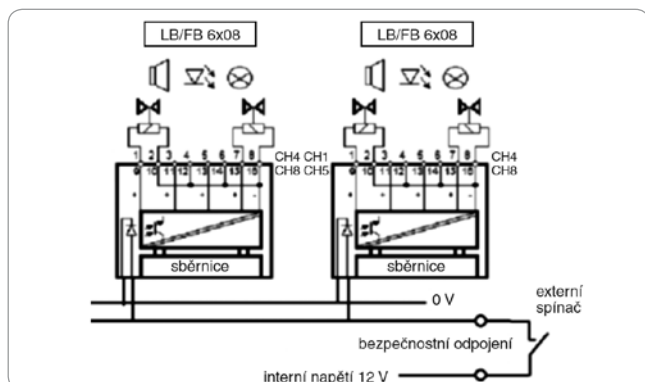
Výhody použití sběrnice místo dříve klasického zapojení bod-bod jsou zřejmé při prvním pohledu do rozváděče: jsou to úspora kabeláže a přehlednější uspořádání systému. Méně viditelné, ale ještě důležitější přínosy jsou v oblasti diagnostiky, plánování údržby a při využití systémů pro správu výrobních prostředků (asset management). V mnoha průmyslových podnicích se používají systémy s distribuovanými vstupně/výstupními moduly, jako např. Remote I/O od firmy Pepperl+Fuchs. Komunikace mezi stanicemi tohoto systému a řídicím systémem je zpravidla zajištěna pomocí sběrnic založených na RS-485, např. Modbus nebo Profibus. Nyní i do této oblasti proniká průmyslový Ethernet.

Naneštěstí pro koncové uživatele existuje množství navzájem nekompatibilních protokolů průmyslového Ethernetu: např. EtherNet/IP, Foundation Fieldbus HSE, Modbus TCP nebo Profinet. Společnost Pepperl+Fuchs protežuje jako perspektivní protokol Foundation Fieldbus HSE. Ten však nepodporují všichni výrobci DCS; navíc se jeho specifikace ještě stále vyvíjí. Proto se ukázalo jako výhodnější nejprve vybavit Remote I/O komunikační bránou pro jiný protokol, Modbus TCP, protože ten je podporován mnoha významnými dodavateli distribuovaných řídicích systémů (DCS): ABB, Emerson Process Management, HIMA, Honeywell, Schneider Electric, Siemens a Yokogawa.

Univerzální systém pro všechny druhy signálů

Stanice LB Remote I/O, určené pro zónu 2 podle ATEX, dokážou již od roku 1995 komunikovat s DCS prostřednictvím sběrnic Modbus a Profibus. V roce 1998 k nim přibýly stanice FB Remote I/O, určené do zóny 1. Nyní, když již po celém světě pracují tisíce stanic tohoto systému, se objevuje další milník v jejich vývoji: Remote I/O se učí komunikovat po Ethernetu.

Stanice Ethernet Remote I/O může zpracovávat analogové i digitální signály. Podporovány jsou signály podle specifikace NAMUR, dvoustavové vstupy ze spínačů, výstupy pro solenoidové ventily, signály snímačů teploty nebo napájení pro dvou vodičové a čtyřvodičové převodníky, proporcionální ventily a pozicionéry.



Obr. 1 Zapojení bezpečnostního signálu pohonu ventilu s úrovní bezpečnosti SIL 2

Modulární konstrukce umožňuje i při malých rozměrech stanice připojit k ní až 184 digitálních vstupů nebo výstupů a nebo osmdesát analogových vstupů a výstupů či libovolnou

kombinaci analogových a digitálních I/O. Modulární koncepce umožňuje kdykoliv systém rozšiřovat o další moduly. Kryty z polyestru vyztuženého skleněnými vlákny nebo z korozi vzdorné

oceli vycházejí vstříc požadavkům zákazníků z různých oborů. Stanice Ethernet Remote I/O lze považovat za ethernetové zařízení jako každé jiné. V zóně 1 využívají sběrnicevé připojení Ex-e a v zóně 2 Ex-nA, tedy stejně jako pro Profibus s rozhraním RS-485.

Signálové smyčky jsou kompletně odděleny navzájem i od Ethernetu. Jakékoliv události v jedné signálové smyčce tedy nemají žádný vliv na sousední smyčky ani na ethernetovou komunikaci; tedy např. zkrat v jakémkoliv vstupním nebo výstupním kanálu nemá vliv na žádný jiný vstupní ani výstupní kanál. Moduly včetně komunikační brány mohou být přidávány nebo odebírány bez ohrožení ethernetové komunikace.

Vlastnosti komunikační sítě

Fyzická vrstva Ethernetu je dána normou IEEE 802.3. Stanice Ethernet Remote I/O využívají Ethernet s rychlostí 100 Mb/s. Komunikace mezi Ethernetem a interní sběrnicí je zatím založena na běžné sběrnicí Modbus s přenosovou rychlostí 38,4 kb/s. V budoucnu bude možné Ethernet připojit přímo na interní procesor komunikační brány. Tak bude možné skenovat všech 48 I/O slotů s periodou 6,5 ms.

Ethernet Remote I/O je do DCS integrován prostřednictvím FDT (Field Device Tool) a certifikovaných DTM (Device Type Managers). Znamená to, že lze využít jakékoliv konfigurační nástroje obsažené v DCS stejně jako pro jiný přístroj s DTM. Jestliže v DCS takové nástroje obsaženy nejsou, lze použít jiný běžně dostupný software pro FDT – jedním z nich je např. PACTware.

Ethernet byl původně určen pro kancelářské použití, kde není třeba se starat o reálný čas. Využívá sdílenou šířku pásma bez možnosti stanovit priority vysílání při pokusu dvou účastníků komunikovat současně. Komunikace není deterministická – nelze zaručit přesný okamžik doručení zprávy. To je v mnoha úlohách v automatizaci problém, který znemožňuje využití Ethernetu jako řídicí sběrnice. Moderní přepínače (switch) mají schopnost rozeznávat různé druhy komunikace a umožňují vytvořit ethernetovou síť bez dynamického určování priorit zpráv. Determinismu lze dosáhnout tím, že se použijí vyhrazené ethernetové porty s pevně přidělenou částí šířky pásma (ačkoliv komunikační pásmo jako takové stále zůstává sdílené). Přepínání portů potom odstraňuje nutnost arbitrážního řízení komunikace v síti a komunikace v plně duplexním režimu zabraňuje kolizím.



Obr. 2 Multifunkční terminál lze použít k přerušení obvodu v zajištěném provedení bez nutnosti povolení k práci pod napětím v prostředí s nebezpečím výbuchu

Dalším problémem je možnost výpadku komunikace. V průmyslové automatizaci to může být kritické. Proto je nutné použít redundantní komunikační síť s „horkou“ zálohou hardwaru a s možností vyhledat při výpadku náhradní komunikační cestu. V provozních podmínkách se v ethernetové síti často používá hvězdicová topologie, která má tu výhodu, že na každé větvi vycházející z rozbočovače nebo přepínače je jen jeden účastník. Znamená to, že jednotlivé účastnické stanice mohou být za provozu připojovány a odpojovány bez toho, že by to ovlivnilo celkovou komunikaci v síti. Případná porucha spojení v jedné větvi má jen omezený vliv na celý komunikační systém.

Pro spojení přepínačů na větší vzdálenosti se používá optický kabel. Všechny součásti komunikační sítě na úrovni fyzického média jsou redundantní, včetně samotných přepínačů – tzn. že spojení je vlastně realizováno dvěma nezávislými sítěmi, mezi nimiž lze podle potřeby přepínat. Přepínače určené do průmyslového prostředí (s montáží na lištu DIN; např. od firmy Hirschmann) mají redundantní napájení i redundantní přenosové médium a jsou velmi odolné – např. mají rozšířený rozsah pracovních teplot, aby mohly pracovat i v nepříznivých podmínkách. Doba potřebná k přepojení na záložní síť je velmi krátká a doba zotavení po poruše je mnohem kratší než při využití běžného algoritmu SPA (Spanning Tree Algorithm), takže provoz může pokračovat bez ztráty dat. U sítě s optickým kabelem se používá redundantní kruhová topologie. Komunikace v síti s kruhovou topologií může běžet oběma směry, tzn. že i při přerušení kabelu zůstane spojení mezi účastníky zachováno; u redundantní sítě může být poruch kabelu dokonce několik, aniž by nastal výpadek komunikace.

Protokol Modbus TCP zakóduje telegramy protokolu Modbus do rámců TCP, které jsou potom posílány v ethernetové síti. Současná generace systému EtherNet Remote I/O nevyužívá plnou šířku ethernetového pásma. V průmyslové procesní automatizaci je to přijatelné omezení, protože zde nejsou přenášeny velké objemy dat. Fyzická vrstva využívá běžný ethernetový kabel s kroucenou dvoulinkou, běžné přepínače a převodníky na optický kabel pro přemostění velkých vzdáleností.

Modbus TCP umožňuje provoz v režimu multi-master, tzn. že stanice Remote I/O s analogovými nebo digitálními signály mohou být jako jednotky slave sdíleny několika řídicími systémy nebo systémy SCADA.

Dokonce je možné, aby v jedné síti byly současně používány protokoly EtherNet/IP a Modbus TCP. Využití FDT/DTM znamená, že prostřednictvím ethernetové sítě mohou komunikovat i přístroje s protokolem HART. Jestliže řídicí jednotka (master) neumí zpracovat protokol HART, může tuto úlohu převzít pracovní stanice se softwarem pro FDT.

V automatizaci procesní výroby je důležitá flexibilita topologie. Ethernetová síť může mít libovolnou topologii: sběrnice, hvězdicovou, stromovou, kruhovou a volnou (mesh), a to při použití jak běžné kabeláže, tak optického kabelu. Protože v moderní automatizaci je snaha propojit řídicí systémy provozní úrovně přímo se systémy řízení podniku a racionalizovat komunikaci mezi všemi částmi výrobní technologie, ať v nich převažují kontinuální procesy, dávková výroba nebo kusová výroba, je snaha o větší využívání Ethernetu jako jednotícího prvku naprosto pochopitelná. Co se týče kompatibility, je třeba ji zajistit pro již existující instalace, ale současně je třeba myslet na ni i s ohledem na budoucnost, aby byla funkčnost komunikačního systému výrobního provozu zajištěna po celou dobu jeho života. EtherNet Remote I/O používá stejné moduly jako klasický systém Remote I/O. Nezáleží na tom, zda je používána komunikační brána pro některou průmyslovou sběrnici nebo pro Ethernet, I/O moduly jsou identické. Přejít na jiný komunikační systém tedy znamená jen vyměnit modul komunikační brány a pouze v některých případech i základovou propojovací desku – to tehdy, když má nová sběrnice odlišný konektor. Přejít u existující instalace systému Remote I/O na EtherNet Remote I/O a využívat výhody ethernetové komunikace je tedy velmi snadné.

Dodavatel zajišťuje po celou dobu života systému jeho technickou podporu včetně potřebných adaptací hardwaru a úprav softwaru.

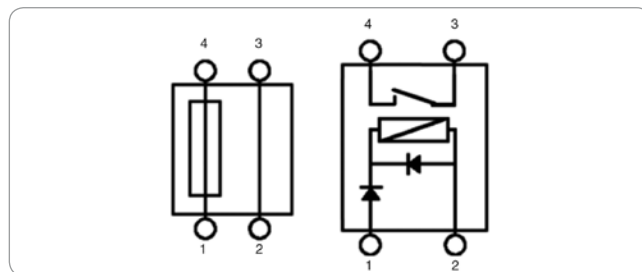
Zajištění funkční bezpečnosti

Jestliže bylo dříve nutné použít Remote I/O v bezpečnostních aplikacích s úrovní funkční bezpečnosti SIL 2, bylo vždy třeba instalovat dodatečné signálové okruhy, protože bezpečnostní signály nemohou být přenášeny po běžné sběrnici. Pro zajištění potřebné úrovně funkční bezpečnosti bez nutnosti instalovat separátní kanály bezpečnostních signálů byly vyvinuty moduly s bezpečnostními okruhy zcela nezávislými na sběrnici. To umožňuje vyvolat bezpečnostní odstavení zařízení bez ohledu na komunikaci po sběrnici. K těmto modulům je možné připojit pohony ventilů, které jsou řízeny prostřednictvím sběrnice, ale současně mají oddělené vstupy pro bezpečnostní signál.

Pro to, aby při vybavení bezpečnostního signálu nebyla vygenerována nadbytečná diagnostická zpráva, není jednoduše odpojeno napájecí napětí modulu, ale přerušen výstupní okruh. V jedné stanici EtherNet Remote I/O lze kombinovat moduly s bezpečnostními výstupy i bez nich, je-li ovšem stanice vybavena bezpečnostními kontakty. Moduly bez bezpečnostních výstupů komunikují po sběrnici zcela nezávisle na stavu externích bezpečnostních kontaktů. Moduly s bezpečnostními výstupy jsou řízeny po sběrnici jen tehdy, je-li bezpečnostní kontakt sepnutý. Systém s úrovní bezpečnosti SIL 2 je dodáván na požádání.

Zajištěné provedení do prostředí s nebezpečím výbuchu

V mnoha úlohách v zóně 1 jsou kromě jiskrově bezpečných obvodů potřebné i obvody bez jiskrové bezpečnosti, tzn. s větším přenášeným výkonem. V tom případě je možné použít zajištěné provedení signálových modulů (Ex-e). Na rozdíl od obvodů s jiskrovou bezpečností jsou obvody v zajištěném provedení přístupné jen v beznapěťovém stavu nebo s povolením pro práci pod napětím v prostředí s nebezpečím výbuchu (povolení pro práci pod napětím hot work permit se používá v některých zemích, např. v USA a v Kanadě; jinde může být práce na zařízeních pod napětím v prostředí s nebezpečím výbuchu upravena podnikovými předpisy).

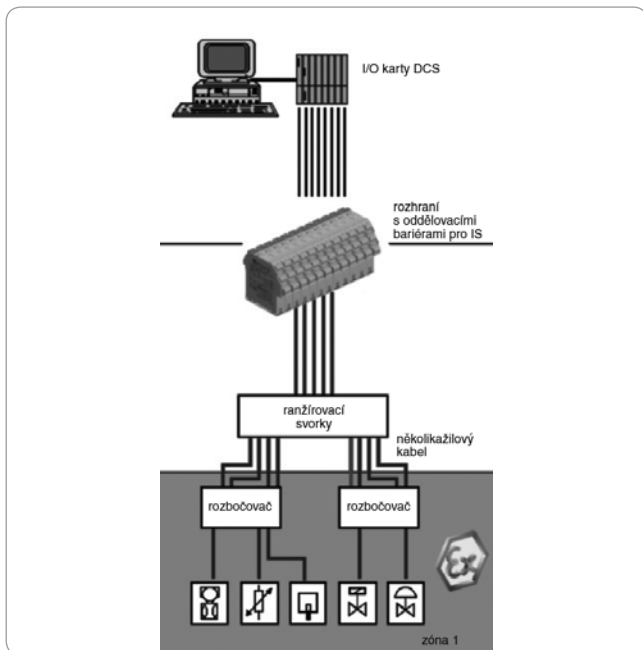


Obr. 3. Multifunkční terminál s pojistkou (vlevo) a relé (vpravo)

Ačkoliv moduly samy v zóně 1 mohou být odpojeny a zapojeny i za provozu, obvody, které nejsou jiskrově bezpečné, musí být před výměnou modulu uvedeny do beznapěťového stavu. To se týká např. i vodičů vycházejících z výkonového reléového modulu Ex-e určeného do zóny 1.

V prostředí s nebezpečím výbuchu se pro práci na „živých“ napájecích okruzích používají odpínače v zajištěném provedení nebo spínače v pevném uzávěru. Odpínačem v zajištěném provedení může být např. spínač v pevném závěru s vestavěnou pojistkou. Funkci odpínače může plnit také multifunkční terminál podle obr. 2. Terminály jsou dostupné s vestavěnými relé nebo jinými elektronickými komponentami. Konektory v pevném závěru (Ex-d) umožňují připojovat a odpojovat kabely a vodiče v zajištěném provedení za provozu bez nutnosti povolení pro práci pod napětím v prostředí s nebezpečím výbuchu. Na obr. 3 jsou znázorněny dva případy zapojení elektronických obvodů vestavěných do modulů multifunkčních terminálů s pevným uzávěrem, které lze vyměňovat za provozu i v zóně 1.

Stanice LB EtherNet Remote I/O jsou vhodné pro zónu 2 podle ATEX. Verze FB EtherNet Remote I/O, určená do zóny 1, bude následovat. Vstupy a výstupy mohou být podle certifikátu modulu



Obr. 4. Zapojení I/O k DCS s architekturou bod-bod

připojeny k okruhům Ex ia a Ex ib. Kryt musí být schválen do prostředí s nebezpečím výbuchu a krytí musí být minimálně IP54. Kryty mohou být otevřeny a moduly vyměněny za provozu bez povolení pro práci pod napětím v prostředí s nebezpečím výbuchu.

Při použití vhodného krytu s krytím minimálně IP66 mohou být moduly použity i pro zónu 22 (LB) nebo zónu 21 (FB). V tomto případě ale kryt nesmí být otevírán a moduly nesmějí být odpojovány a připojovány za provozu bez povolení k práci pod napětím v prostředí s nebezpečím výbuchu. Kryty jsou certifikovány pro maximální možný počet modulů ve stanici. Proto je uživateli dovoleno do volných míst přidávat další moduly bez nutnosti recertifikace stanice. Není také nutné přepočítávat ztrátový tepelný výkon uvnitř krytu, protože maximální ztrátový tepelný výkon při plném obsazení krytu je v souladu s certifikací ATEX. LB Remote I/O má také certifikát UL pro prostředí Class I, Div. 2; komunikační brána pro Ethernet by tento certifikát měla získat v nejbližší době.

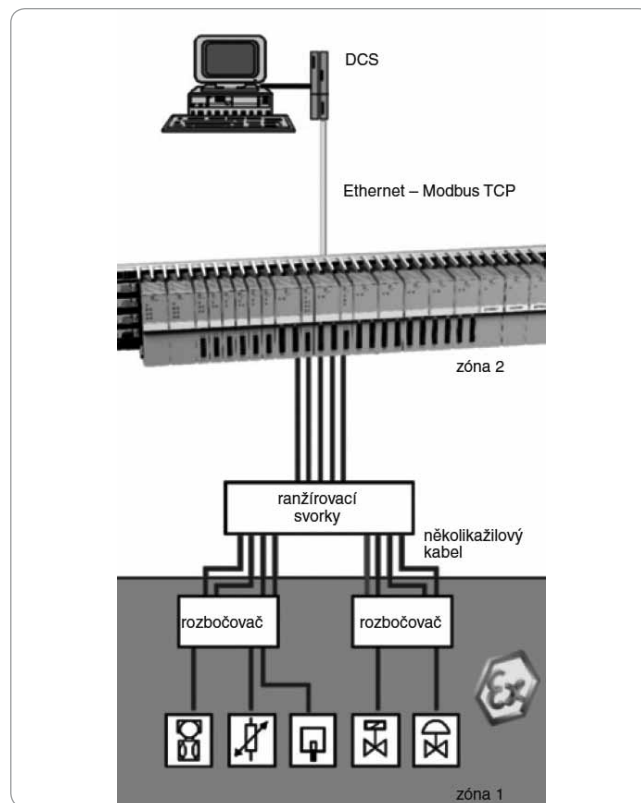
Integrace DCS

Mnozí integrátoři používají Modbus TCP jako preferovaný protokol průmyslového Ethernetu. Stanice LB Remote I/O i FB Remote I/O úspěšně prošly testy kompatibility se systémy firem ABB, HIMA a Yokogawa. Jako příklad toho, jak stanice Remote I/O spolupracují s řídicím systémem, uvedme integraci se systémem Himatrix od firmy HIMA. Himatrix je bezpečnostní systém. Bezpečnostní systémy musí být dokonale integrovány s řídicími systémy a dalšími automatizačními komponentami. Mnohé bezpečnostní systémy ale používají proprietární protokoly a možnosti jejich integrace jsou velmi omezené. Himatrix je však založen na otevřené komunikační platformě, umožňující bezproblémovou integraci a budoucí vývoj systému. Pro DCS, které používají Modbus TCP, má Himatrix k dispozici potřebné komunikační rozhraní. Stejně rozhraní lze použít i pro jednotky Remote I/O. Jednotka Remote I/O jako slave se k systému Himatrix připojí vhodným kabelem s konektorem RJ45. Jednotka se konfiguruje z pracovní stanice nebo notebooku prostřednictvím PACTware nebo jiného konfiguračního softwaru pro FDT/DTM. Konfigurační soubor může být importován do systému Himatrix jako běžný soubor CSV. Výhodou je, že nemohou nastat žádné nesrovnalosti při komunikaci, které jinak mohou vzniknout, jestliže se komunikační systém konfiguruje odděleně na straně jednotky master a na straně slave.

Pořizovací náklady a náklady na provoz

Ethernet Remote I/O nejen přináší mnohé technické přednosti, ale i spoří náklady. To, že jeden systém je schopen zpracovávat všechny

druhy signálů, zjednodušuje kabeláž, a tím šetří náklady a současně omezuje možnost chybného zapojení. Například zapojení osmdesáti digitálních I/O klasickou instalací bod-bod vyžaduje použití kabelu s 2 × 40 vodiči a rozbočovačů, které sdružují signály z jednotlivých I/O bodů. Pro převod signálů na úroveň vhodnou pro DCS je nutné použít oddělovací bariéry. Celkem je pro osmdesát I/O zapotřebí použít 1 280 terminálů (obr. 4). Při použití Ethernet Remote I/O se využijí stejné rozbočovače a ranžirovací svorky, ale potom jsou signály přivedeny do stanice Ethernet Remote I/O. Celkem je třeba 960 terminálů plus čtyři terminály pro ethernetový kabel na vstupu do jednotky Remote I/O a další čtyři pro vstup ethernetového kabelu do DCS nebo do ethernetového přepínače (obr. 5).



Obr. 5. Instalace Ethernet Remote I/O

Co se týče nákladů na provoz, velmi se liší projekt od projektu. Záleží nejen na rozsahu projektu, ale také na typu výrobních procesů a prostředí, v němž výrobní zařízení pracuje.

Všechna vyjádření tedy nutně musí být velmi obecná, lze však říci, že potenciál úspor provozních nákladů při využití Ethernet Remote I/O je značný.

Závěr

Ethernet Remote I/O omezuje náklady na hardware i kabelové rozvody a zkracuje dobu potřebnou na projektování systému, uvedení do provozu, testování funkce za provozu a na údržbu. Výhody jsou patrné nejen ve srovnání s klasickým zapojením I/O bod-bod, ale i ve srovnání se systémem využívajícím průmyslovou sběrnici. Vyplatí se pro nové instalace i pro modernizaci již existujících zařízení.

PEPPERL+FUCHS
PROTECTING YOUR PROCESS

Pepperl+Fuchs

Rainer Hillebrand, Manager Product
Group Remote I/O
www.pepperl-fuchs.cz