

Sysmac - integrovaná platforma automatizace strojů

Uvedení platformy Sysmac na trh bylo rozhodujícím krokem pro vytvoření plně integrované řešení automatizace strojů zahrnujícího kromě logického řízení a aplikací řízení pohybu také řešení funkční bezpečnosti strojů, řízení robotických aplikací, aplikace strojového vidění a komunikaci s relačními databázemi SQL. Základem je řídicí systém Sysmac NJ spadající do kategorie MAC (*Machine Automation Controller*), společným charakteristickým rysem celé platformy Sysmac je začlenění jednotlivých komponent pomocí rychlé komunikační sběrnice EtherCAT a jejich podpora v softwarovém nástroji Sysmac Studio.

Sysmac NJ

Základním prvkem platformy Sysmac je řídicí systém Sysmac NJ (obr. 1). Procesor Sysmac NJ je standardně vybaven dvěma komunikačními sběrnicemi pro průmyslový Ethernet. První z nich, EtherNet/IP, je určena pro výměnu velkého objemu dat s nadřazenou úrovní tvořenou operátorskými panely, SCADA/HMI nebo systémy MES. Druhou sběr-



Obr. 1. Řídicí systém Sysmac NJ je jádrem platformy Sysmac

nicí je EtherCAT pro připojení zařízení vyžadující rychlý synchronizovaný přenos dat zejména v aplikacích řízení pohybu a strojového vidění.

Logické jádro systému zabezpečuje výkon sekvenčního řízení a tzv. jádro Motion vlastní řízení pohybu a generování profilů pro servopohony. Důležitou vlastností je, že z hlediska programátorského přístupu jsou obě jádra zcela integrována, programátor není nucen řešit, pro kterou část systému je naprogramovaný kód určen, a v rámci zápisu programu tedy může libovolně kombinovat sekvenční řízení s funkčními bloky pro řízení pohybu.

Klíčovou vlastností systému je, že výkon základní úlohy systému Sysmac NJ je důsledně synchronizován s výkonem jádra Motion a cyklem komunikační sběrnice EtherCAT. To je důležité právě z hlediska řízení pohybu, kdy v rámci jednoho cyklu systému je zabezpečen výkon funkčních bloků pro aplikace řízení pohybu (funkčních bloků MC), následné zpracování generovaného požadavku

v jádru Motion a přenos nových dat do servopohonu v následujícím cyklu sběrnice EtherCAT, který je synchronizován s výkonem základní úlohy.

Řídicí systém Sysmac NJ je schopen řídit až 64 os v cyklu 1 ms, při počtu os nepřevyšujícím 32 lze dosáhnout cyklu 0,5 ms. Ke sběrnicí je možné připojit až 192 zařízení, mezi která mohou patřit také např. uzly vzdálených I/O nebo kamerové systémy.

Sysmac NX I/O

Sysmac NX I/O je moderní jednotka vzdálených modulů pro připojení I/O signálů poskytující vynikající výkon a rychlost přenosu (obr. 2). Základním požadavkem při vývoji nového systému vzdálených I/O byla jeho „neviditelnost“ pro uživatele, tedy aby z hlediska výkonu a odezvy systému nebylo nutné řešit, zda budou signály připojeny lokálně v rámci základní sestavy systému, nebo vzdáleně po komunikační sběrnicí.

Co se týče hardwarové architektury, je Sysmac NX I/O modulární vzdálený I/O systém. Nedílnou součástí každého uzlu je komunikační modul pro připojení ke sběrnicí EtherCAT. Komunikační modul dovoluje instalovat až 64 modulů pro připojení I/O signálů. Výkon systému je dostatečně dimenzován tak, aby v každém komunikačním cyklu sběrnice EtherCAT byl do řídicího systému předán aktuální stav jednotlivých signálů. Interní sběrnice v rámci uzlu Sysmac NX I/O pracuje s taktem 3 GHz a je synchronizována s komunikačním cyklem sběrnice EtherCAT.

Systém Sysmac NX I/O může pracovat v těchto třech režimech:

- standardní cyklický,
- synchronní,
- režim časové značky.

Ve standardním cyklickém režimu není synchronizováno zachycení signálu a zápis na výstupy mezi jednotlivými uzly. Pro náročné úlohy je možné využít synchronní režim, kdy jsou v rámci celého systému všech vzdálených I/O uzlů vstupní signály zachyceny a výstupní signály aktivovány v jed-

nom časovém okamžiku s odchylkou menší než 1 μ s. Tuto přesnost umožňuje podpora funkce distribuovaného času v rámci všech komponent systému Sysmac, včetně Sysmac NX I/O. Dalším režimem činnosti Sysmac NX I/O je využití časové značky. Sysmac NX I/O je vybaven jedinečnou technologií NsynX, která ve spojení s funkcí distribuovaného času sběrnice EtherCAT zajišťuje přidělení časové značky jednotlivým I/O signálům s rozlišením v jednotkách nanosekund, a umožňuje tak vývojáři aplikace vyhodnotit přesný časový okamžik aktivace vstupního signálu a na základě této



Obr. 2. Jednotka vzdálených I/O modulů Sysmac NX

informace zvolit časový okamžik aktivace výstupního signálu.

Sysmac NX I/O zahrnuje množství různých vstupních a výstupních modulů. Moduly pro připojení binárních signálů jsou dostupné v provedení se čtyřmi, osmi a šestnácti signály a odezvou nepřekračující 100 ns. Analogové moduly jsou dostupné v základním rozlišení 1/8 000 a s konverzní rychlostí 250 μ s/bod nebo ve vyšším rozlišení 1/30 000 a rychlostí konverze 10 μ s/bod. Dále jsou k dispozici moduly pro připojení odporových snímačů teploty a termočlánků. Pro řízení polohy je možné využít moduly pro připojení inkrementálních snímačů, moduly pulzních výstupů, další moduly se připravují.

Do nadřazeného systému je Sysmac NX I/O zapojen pomocí sběrnice EtherCAT. Jejich spojení určuje novou úroveň rychlosti a přesnosti v automatizaci strojů.

Sysmac NX Safety

Nedílnou součástí návrhu a vývoje stroje je také řešení funkční bezpečnosti. Volba vhodné bezpečnostní strategie je klíčová při vývoji každého stroje a měla by být zvá-

žena již v počáteční fázi návrhu. Její správná volba může výrazně ovlivnit náklady na životní cyklus stroje, zejména dobu vývoje, náklady na údržbu stroje a identifikaci poruch při provozu.

Bezpečnostní řídicí jednotka NX byla vyvinuta s využitím nejmodernějších metod a je implementována v novém systému vzdálených modulů pro připojení vstupně-výstupních signálů – Sysmac NX I/O.

Hlavní výhodou použití pokročilých bezpečnostních řídicích jednotek ve srovnání s klasickým řešením bezpečnosti pomocí reléových jednotek je výrazně vyšší pružnost celého systému a možnost program opakovaně využít. Nová bezpečnostní řídicí jednotka Sysmac NX je programována v souladu se normou IEC 61131-3 a využívá vývojové prostředí plně integrované v nástroji Sysmac Studio.

Důsledné dodržování standardů IEC 61131-3 a PLCopen přináší otevřenost řešení a zamezuje uživateli stát se „nedobrovolným zajatcem“ jednoho konkrétního výrobce. Bezpečnostní řídicí jednotka NX využívá funkční bloky PLCopen Safety pro vývoj bezpečnostní aplikace. V kombinaci s podporou funkčních bloků PLCopen Motion Control v nadřazeném systému Sysmac NJ představuje Sysmac jednu z nejvíce otevřených platform pro automatizaci strojů na trhu. Vývojové prostředí Sysmac Studio navíc dovoluje začlenit proměnné z bezpečnostní řídicí jednotky NX do tabulky globálních proměnných nadřazeného řídicího systému NJ. Sysmac Studio tedy zajišťuje stejný přístup při konfiguraci, programování a údržbě celé aplikace.

Bezpečnostní řídicí jednotka NX je instalována v uzlu vzdálených I/O. V rámci jednoho uzlu je možné kombinovat standardní i bezpečnostní signály. Komunikace s nadřazeným systémem NJ zajišťuje komunikační brána NX EtherCAT. Bezpečnostní řídicí jednotka NX může využívat jak lokální, tak i vzdálené bezpečnostní signály instalované v podobě bezpečnostních I/O modulů v dalších vzdálených I/O uzlech. Pro přenos bezpečnostních dat je využíván protokol FSoE (*Functional Safety Over EtherCAT*), který dovoluje využívat jednu sběrnici pro přenos bezpečnostních i standardních dat. FSoE splňuje SIL 3 s pravděpodobností nedetekovaných poruch převyšující 100 000 let.

Řídicí systém Sysmac NJ plní na sběrnici funkci nadřazené jednotky (*master*). Bezpečnostní řídicí jednotka NX tedy vykonává bezpečnostní logickou funkci systé-

mu, zatímco jednotka NJ EtherCAT Master je zodpovědná za bezpečnostní a standardní komunikaci. Výhodou je, že Sysmac NJ má neustálý přístup k datům z bezpečnostní aplikace, a může je tedy využít v rámci standardního řízení stroje.

Bezpečnostní řídicí jednotka Sysmac NX a distribuované bezpečnostní I/O moduly mohou být volně instalovány v rámci nového systému vzdálených I/O modulů – Sysmac NX I/O. Podpora jednotky NX v prostředí Sysmac Studio výrazně zjednodušuje návrh, konfiguraci, programování a údržbu systému. Získaný čas mohou výrobci strojů věnovat práci na zlepšení funkcí a bezpečnosti stroje.

Integrované bezpečnostní řídicí funkce Sysmac mohou výrobci strojů použít v kombinaci s ostatními bezpečnostními komponentami společnosti Omron (bezpečnostní spínače, závory, pohony s integrovanou bezpečnostní funkcí) – výhodou je jednotná koncepce řízení stroje.

Podpora relačních databází SQL

Pro další zefektivnění výroby je možné integrovat řídicí systém stroje s výrob-



Obr. 3. Jednotlivé součásti platformy Sysmac jsou propojeny pomocí rychlé komunikační sběrnice EtherCAT

ním informačním systémem. Pro tento účel lze s výhodou využít funkci SQL klient zahrnutou do systému Sysmac NJ. Komunikace s relační databází probíhá přímo, aniž je nutné instalovat jakýkoliv přídatný software na straně serveru nebo další komunikační hardware.

Řídicí systém Sysmac NJ podporuje připojení až do tří databází instalovaných na třech nezávislých serverech. Podporovány jsou relační databáze Oracle a Microsoft SQL. Pro práci s databází systém obsahuje několik funkčních bloků pro otevření spojení, vkládání, aktualizaci, modifikaci, vyčtení dat a monitorování stavu spojení. Práce s databází je intuitivní, bez potřeby pokročilých znalostí SQL.

Velký význam má odolnost systému proti výpadku spojení s databází nebo proti výpadku serveru. V takovém případě jsou data

ukládána lokálně v systému Sysmac NJ a po obnovení spojení s databází dávkově zapsána na server. Diagnostika systému umožňuje zaznamenávat data o stavu spojení s databází, o výkonu jednotlivých funkčních bloků pro relační databázi nebo zaznamenávat pouze výskyt poruchových stavů.

Podpora relační databáze v systému Sysmac NJ zlepšuje řízení výroby a její dokumentaci.

Robotické aplikace

V úlohách typu sběru výrobků z dopravníku (*pick&place*) se stále častěji uplatňují tzv. delta roboty. Systém Sysmac NJ umožňuje kombinovat standardní řízení a řízení delta robotů v jednom zařízení, a dosáhnout tak vysokého stupně integrace řízení.

Sysmac NJ podporuje řízení až osmi delta robotů v cyklu 2 ms, popř. čtyř delta robotů v taktu 1 ms. Mechanické provedení robotů umožňuje manipulaci s předmětem až do hmotnosti 2 kg v pracovním prostoru o průměru 1 100 × 250 mm. Kvalitní provedení mechaniky robotu zaručuje opakovatelnou přesnost manipulace lepší než 0,3 mm a rychlost až 200 cyklů za minutu. Sysmac NJ obsahuje mnoho funkčních bloků pro řízení delta robotů. Definici uživatelských souřadnic, transformaci na souřadnice robotu zajišťuje Sysmac NJ na úrovni systému.

Kamerové systémy

Pro operace v rámci detekce a sběru výrobků na dopravníku (*pick & place*) lze s výhodou použít jednoduchý kamerový systém FQ-M. Je standardně vybaven komunikačním rozhraním EtherCAT pro začlenění do platformy Sysmac. K propojení s jinými systémy lze použít rozhraní Ethernet. Důležitou vlastností tohoto kamerového systému je možnost připojit externí snímač polohy, aby bylo možné synchronizovat vyhodnocení výrobků na pohybujícím se dopravníku a zamezit opakované detekování výrobků, jejichž souřadnice již byly odeslány do nadřazeného systému. Je podporována detekce až 30 výrobků v jednom snímku a rychlost vyhodnocení více než 5 000 výrobků za minutu. Kamerový systém FQ-M je velmi výhodné použít právě v kombinaci s delta roboty, nalezne ovšem uplatnění i v jiných úlohách detekce výrobků.

Pro náročné úlohy vyhodnocování obrazu jsou určeny komplexní kamerové systémy FH. Jedna vyhodnocovací jednotka podporuje připojení až osmi kamer s rozlišením až 12 MPx a dvou externích inkrementálních snímačů. Vysoký výkon kamerového systému zajišťuje čtyřjádrový procesor o taktu 2,1 GHz. Systém FH obsahuje rozsáhlou knihovnu algoritmů pro zpracování a vyhodnocení obrazu. Integrace do platformy Sysmac zajišťuje rozhraní komunikační sběrnice EtherCAT a Ethernet/IP.

Sysmac Studio

Sysmac Studio je jednotné vývojové prostředí pro celou platformu Sysmac, zahrnující prostředky pro konfiguraci, programování, ladění, vizualizaci, simulaci a diagnostiku. Použitím jediného prostředí je tedy možné konfigurovat a programovat řídicí systém, servopohon, měniče frekvence, bezpečnostní aplikaci, kamerové systémy a do budoucna i operátorské terminály.

Sysmac Studio důsledně vychází z normy IEC 61131-3. Graficky orientované konfigurační prostředí umožňuje rychlou a přehlednou konfiguraci hardwarové struktury systému, konfiguraci sítě EtherCAT a určení priority a periody jednotlivých programových úloh.

Editor programu používá automatickou kontrolu syntaxe a barevné odlišení proměnných a symbolů pro zvýšení přehlednosti. Kromě standardních datových typů IEC umožňuje definovat uživatelské datové typy, datové struktury, vícerozměrná pole základních datových

typů i datových struktur, výčtové datové typy atd. Vlastní programování je symbolicky orientované. Sysmac Studio podporuje programovací jazyky LD (*Ladder Diagram*) a ST (*Structured Text*), připravuje se podpora jazyku C.

Pro úlohy řízení pohybu je důležitá podpora funkčních bloků PLCopen Motion Control pro momentové řízení, lineární, kruhové interpolace a realizaci elektronických vaček. Bezpečnostní aplikace se programují podle standardu PLCopen Safety.

Součástí vývojového prostředí Sysmac Studio je také výkonný simulátor programu a výsledné trajektorie polohovacích úloh včetně prostorové (3D) grafické prezentace. Vlastní oživení a diagnostiku usnadňuje možnost zaznamenávat proměnné v každém průběhu programu.

Závěr

Platforma Sysmac společnosti Omron představuje jednotný výkonný koncept řízení stro-

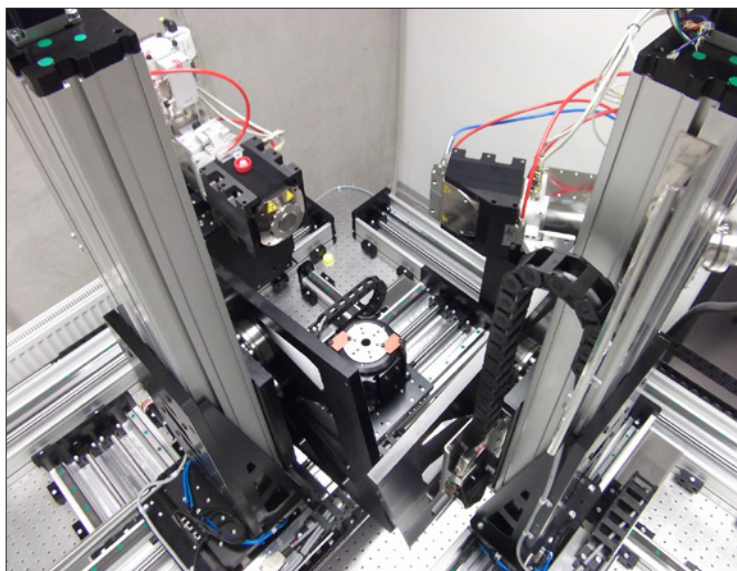
jů a výrobních linek, jehož klíčovou komponentou je nový řídicí systém Sysmac NJ. Ten zajišťuje začlenění ostatních součástí platformy Sysmac pomocí rychlé komunikační sběrnice EtherCAT (*obr. 3*). Doplnění platformy o bezpečnostní jednotku NX v kombinaci s novým systémem vzdálených I/O modulů Sysmac NX I/O výrazně přispívá ke zvýšení bezpečnosti a výkonnosti stroje v celém životním cyklu.

Kombinace výkonného řízení a integrace mechatronických systémů, včetně řízení delta robotů, systémů zpracování obrazu a funkční bezpečnosti, v jeden homogenní celek předurčují platformu Sysmac zejména pro použití v automatizaci strojů a výrobních linek. Podpora relačních databází v systému Sysmac NJ umožňuje zlepšit řízení výroby a její dokumentaci.

Ing. Zdeněk Havlíček,
OMRON Electronics spol. s r. o.

Společnost Hiwin „rozhýbala“ unikátní tomograf v Telči

Brněnská společnost Hiwin se ve spolupráci s Ústavem teoretické a aplikované mechaniky Akademie věd ČR podílela na unikátním projektu vybavení nového radiografického pracoviště výzkumného a vývojového Centra excelence Telč (CET). Cílem projektu bylo vyvinout systém k přesnému polohování víceprvkové mikrotomografické sestavy. Zařízení se skládá z velmi přesného rotačního zařízení a dvou zdrojů rentgenového záření a dvou detektorů rentgenového záření. Společnost Hiwin při vývoji konstrukce polohovacího zařízení použila nejen vlastní *know-how* – extrudovaný hliníkový profil přímo určený pro použití v lineárních motorech, ale také jezdce poháněné kuličkovými šrouby v lineárních profilech LM160, LM220 a LM250. Samotný profil byl testován na statické a dynamické namáhání a výsledky zkoušek byly vyhodnoceny metodou konečných prvků. Zkoušení proběhlo v rámci samostatného projek-



Obr. 1. Spolupráce firmy Hiwin a AV ČR vedla k vývoji unikátního zařízení pro polohování tomografické sestavy

tu NETME Centre, divize mechatroniky pro rozvoj průmyslu, který zaštitila Fakulta strojního inženýrství Vysokého učení technického v Brně.

Projekt vybavení pracoviště výzkumného a vývojového centra CET polohova-

cím zařízením je spolufinancován z prostředků státního rozpočtu a z Evropského fondu pro regionální rozvoj v rámci Operačního programu Výzkum a vývoj pro inovace. Do polohovacího zařízení byly investovány finanční prostředky v řádu jednoho milionu korun. Díky tomu bude Centrum Excellence Telč jako jediné pracoviště v Evropské unii disponovat zařízením pro radiografická měření s vysokým rozlišením, které může využívat dva zdroje rentgenového záření současně. Sestava bude využívána zejména pro počítačovou tomografii s vysokým rozlišením (několik mikrometrů na pixel). Polohování sestavy v obou vizačních směrech je navzájem zcela nezávislé.

Tato unikátní koncepce vzájemného polohování umožní využívat radiografické zařízení tak variabilně, jak to dosud nebylo možné. Tím se otevřou možnosti vykonávat i dosud nerealizovatelná rentgenová měření.

(ed)