

Skrátená príručka pre opis, návrh a inštaláciu automatizačných riadiacích systémov (1)

Hneď na úvod článku si dovoľme upozorniť, že vo väčšine prípadov si opis, káblovanie, inštalácia a prevádzka priemyselného automatizačného systému vyžadujú osobitné odborné znalosti. Osoby bez takýchto znalostí alebo poučenia by nemali navrhovať a inštalovať automatizačné riadiace systémy, pretože sa môžu pomýliť, čo môže viesť k vážnym zraneniam ľudí alebo zničeniu zariadenia. Informácie, ktoré budú uvedené v tomto seriáli, sú publikované bez akejkoľvek záruky. Sú len pomôckou pre záujemcov z uvedenej oblasti. Negarantujeme, že tieto informácie budú presné pre vašu konkrétnu aplikáciu, a teda nemôžeme prevziať žiadnu zodpovednosť za ich použitie vo vašej aplikácii. Naším zámerom je vytvoriť zo série článkov využiteľnú príručku s doplňujúcimi informáciami vrátane opisu aplikácií z praxe od návrhu až po kompletizáciu. Naopak našim zámerom nebolo pokryť všetky možné úlohy týkajúce sa automatizačného riadiaceho systému alebo tvrdiť, že publikované témy boli diskutované do detailov. Uvedené informácie by mohli byť dobrým úvodom do témy automatizačných riadiacích systémov.

Identifikácia systému a bezpečnosť

Automatizácia, PLC, uzemnenie, prepäťová ochrana, V/V, motorový štartér, koncové spínače, NEMA, tavenie, prerušovač, OSHA, tienový vodič, RS-232-C, transformátor, fotoelektrický snímač, analógové, svorkovnica, SCADA, krytie, IEEE, riadenie pohonov, MODBUS, solenoid, ethernet, NFPA, operátorský panel, riadenie na báze PC, RS-485, prevádzkový regulátor, ASCII, vzdialené V/V, BCD, rebríková logika, boolovská algebra, CPU, termočlánok, enkóder, PID, programovací softvér, vývojový diagram, ISA, servo, IEC, digitálny, HMI, relé, hysterézia, prúd slučky...

Ak ste sa doteraz priamo nestretli so svetom podnikovej automatizácie, zberom údajov, prevádzkovými prístrojmi či všeobecne s elektronickým riadením, potom sa vám môžu uvedené slová a výrazy zdať komplikované a nezrozumiteľné. Ale práve tieto a mnohé iné slová sú súčasťou slovníka, ktorý sa používa vo svete priemyselnej automatizácie. Nasledujúci článok, publikovaný ako seriál s nadväznosťou v ďalších číslach, bol prvýkrát publikovaný v uznávanom americkom časopise *Automation Notebook* ako všeobecná príručka pre špecifikáciu, návrh a inštaláciu automatizačných riadiacích systémov. Informácie a odporúčania sú uvedené v logickej postupnosti; tá vás prevedie od schopnosti potrebnej na rozpoznanie úkonov a procesov, ktoré by mohli byť automatizované, až po typy pre nastavenie programu na údržbu riadiaceho systému. Prezentované informácie by mohli byť návodom v jednotlivých krokoch implementácie automatizačného riadiaceho systému, a to bez ohľadu na to, či ste expert alebo začiatočník v oblasti elektronických riadiacích zariadení a systémov. Tie sa používajú všade od jednoduchého riadenia čerpadla v autoumyvačke až po zložité podniky s chemickou výrobou. Automatizácia obrábacích strojov, systémov pre manipuláciu a dopravu materiálu, čerpacích staníc, procesov miešania, montážnych strojov, obrábania kovov, výroby textilu a iných znamenala zvýšenie produktivity a spoľahlivosti vo všetkých oblastiach výroby, sieťových odvetví a spracovateľského priemyslu. Možno raz prídete na to, že úkony a procesy zabezpečujúce výrobu vašich finálnych výrobkov sú veľmi prácne, časovo náročné a tvoriace nerovnaké výsledky. Dokonca by ste si vedeli predstaviť aj spôsob, ktorý by vám umožnil automatizovať tieto úkony. Automatizácia činností a procesov zníži množstvo manuálnej práce, zvýši výstupný výkon a vytvorí

zhodné výsledky. Ste schopní vyvinúť mechanické prostriedky a vybrať vhodné zariadenia a aj keď máte základné znalosti elektronických riadiacích systémov, pravdepodobne nebudete mať skúsenosti dať to všetko dohromady. Prvou voľbou by v takomto prípade mohlo byť zaistenie pomoci nejakého kvalifikovaného systémového integrátora. Ak sa rozhodnete pre takúto možnosť, bolo by vhodné porozumieť automatizačným riadiacim systémom a súvisiacej terminológii, ako sa len dá, pretože to zaručí zrýchlenie a zjednodušenie komunikácie so systémovým integrátorom. V tejto časti sa budeme zaoberať oblasťou identifikácie a bezpečnosti úkonov alebo procesov, ktorým by nasadenie automatizácie prinieslo nejaké výhody.

Bezpečnosť

Prvou veľmi dôležitou oblasťou, ktorou sa treba zaoberať pred rozhodnutím o nasadení automatizačného riadiaceho systému alebo len jednoduchého zapni/vypni riadenia, je bezpečnosť pre obsluhujúci personál, ktorý môže s daným zariadením alebo pri ňom pracovať, ako aj z hľadiska zaručenia nezničenia samotného zariadenia. Aby sa riziko potenciálnych bezpečnostných problémov minimalizovalo, je dobré riadiť sa všetkými platnými lokálnymi, národnými a medzinárodnými zákonmi, ktoré upravujú spôsoby a podmienky inštalácie a prevádzky vášho riadiaceho systému, spolu so zariadením a procesmi, ktoré majú byť riadené. Tieto zákony sa odlišujú podľa krajiny a zvyčajne sa z času na čas menia, pričom sú revidované a aktualizované. Bude na vás určiť, ktorý zákon treba uplatniť a overiť, či sú zariadenie, inštalácia a prevádzka v súlade s poslednou revíziou predmetného zákona. Najčastejšie bude váš riadiaci systém pripojený na elektrickú energiu, takže prvou úlohou bude eliminovať riziko požiaru a elektrického úderu pre obsluhujúci personál. Skôr, ako sa zahľbite do štúdia predmetných zákonov, treba sa poučiť v oblasti elektriny a elektrických zariadení vo všeobecnosti. Pochopenie základov elektriny vrátane teórie jednosmerných a striedavých prúdov a napätí, Ohmovho zákona apod. vám pomôže pochopiť mnohé vyhlášky, predpisy a normy. Existuje veľa dobrých publikácií a článkov zaoberajúcich sa základmi elektriny a tiež veľa internetových stránok, ponúkajúcich prehľadné štúdie o základoch elektriny a programovateľných logických automatoch (PLC). Bude prínosom získať prehľad o elektronických zariadeniach, napr. princíp činnosti tranzistora a iných polovodičov, ako aj pochopiť využitie a spôsob činnosti elektronických testovacích a meračích zariadení, napr. voltmetra, merača prúdu slučky a pod. K dispozícii sú často aj miestne kancelárie úradov a vlády, ktoré tiež môžu pomôcť s určením toho správneho zákona a normy nevyhnutných na bezpečnú inštaláciu a prevádzku elektronických riadiacích systémov a zariadení. Pamätajte, že ak plánujete vami dodávaný riadiaci systém umiestniť aj na zahraničné trhy, treba dodržať aj ďalšie ustanovenia – NEC (National Electrical Code) a európske hodnotenie nebezpečných prevádzok (European Hazardous Location Ratings; viac informácií možno nájsť na www.ul.com/hazloc/).

Ďalšou oblasťou bezpečnosti, ktorou sa treba v súvislosti s automatizačným riadiacim systémom zaoberať, sú blokacie/vypínacie postupy zadané v OSHA (Occupational Safety and Health Administration). Blokované/vypínanie sa týka špecifických akcií a procedúr na ochranu operátorov a pracovníkov údržby pred neočakávaným elektrickým vybudením alebo zapnutím stroja alebo zariadenia alebo uvoľnenia nebezpečnej energie

počas servisných alebo údržbových aktivít. Aby váš systém mohol vykonávať (využívať) blokovacie/vypínacie procedúry, mala by sa v návrhu objaviť možnosť vypnúť, neutralizovať alebo izolovať zdroj energie, napr. hlavný zdroj elektrickej energie, ale tiež všetky pneumatické, hydraulické alebo mechanické zariadenie, kde sa akumuluje energia. O tom tiež treba uvažovať už v návrhu automatizačného riadiaceho systému. Doplňujúce informácie možno nájsť na internetovej stránke OSHA: <http://www.osha.gov/SLTC/controlhazardousenergy/>.

Existuje viac dôvodov, pre ktoré by mali byť zariadenia, ktoré zaraďujete do návrhu vášho automatizačného riadiaceho systému, uvedené v zozname, schválené alebo registrované skúšobným laboratóriom. Jedným z dôvodov je zaručenie, že zariadenie spĺňa normy, ktoré hovoria o predchádzaní zlyhaniam a poruchám s vážnymi následkami. Ďalším dôvodom môže byť poistenie v poisťovni a dodržanie zhody. Jedným z popredných a certifikovaných skúšobných laboratórií pre oblasť bezpečnosti je Underwriters Laboratories (UL). Najvhodnejšou pre oblasť riadiacich systémov je UL norma o bezpečnosti 508A. Ak je potrebné, aby bol váš riadiaci systém zaradený do UL508A, treba uzavrieť s UL zmluvu, aby ste sa stali tvorcom skupiny UL508A alebo využite existujúce ustanovenia takejto normy. Viac informácií nájdete na internetovej stránke <http://www.ul.com/controlequipment/devices.html>.

V nasledujúcej časti uvádzame ďalšie body bezpečnosti, o ktorých treba uvažovať pri návrhu automatizačného riadiaceho systému:

Núdzové vypnutie – riadiaci systém musí ponúkať rýchly spôsob manuálneho odpojenia celého napájania strojov, zariadení a procesov. Prerušovacie zariadenie alebo vypínač musí byť jasne označené ako „Núdzové vypnutie“. Po núdzovom vypnutí alebo inom prerušení napájania môžu existovať požiadavky, ktoré treba splniť pred reštartovaním programu riadiaceho systému alebo PLC. Napríklad v pamäti PLC môžu byť špecifické hodnoty registrov, ktoré musia byť nahraté (alebo zrekonštruovateľné od začiatočného stavu do udalosti vypnutia) predtým, ako sa opäť začne prevádzka. Môže existovať aj požiadavka na mechanický dojazd stroja do určitej, vopred stanovenej polohy.

Náhodné skratovanie výstupov – nespoliehajte sa na automatizačný riadiaci systém, že sám osebe ponúka bezpečné prevádzkové prostredie. Mali by ste použiť externé elektromechanické zariadenia, napr. relé alebo koncové spínače, ktoré sú nezávislé od všetkých elektronických riadiacich zariadení (napr. polovodičové relé alebo výstupné moduly PLC), ktoré poskytujú ochranu pre všetky časti systému, ktoré by mohli zapríčiniť zranenie osôb alebo haváriu. Tieto zariadenia by mohli byť do určitej miery inštalované ako ochrana všetkých strojových operácií od neočakávaných stavov. Napríklad, ak má stroj nejaké kmitavé časti, program riadiaceho systému alebo PLC môže vypnúť otáčanie motora pásovej píly. Ale od chvíle, keď operátor musí otvoriť kryt, aby vymenil chybnú časť, mohli by ste tiež využiť bezpečnostný spínač, ktorý odpojí celé napájanie, kým je kryt otvorený.

Riadené vypnutie zariadenia – či už používate riadiaci systém využívajúci relé a časovače alebo PLC, mohli by ste mať v návrhu zahrnutú aj sekvenciu na riadené vypnutie zariadenia. Ak je detegovaná chyba, každý mechanický pohyb, poloha ventilu a pod. sa musia vrátiť do svojej bezpečnej polohy a zariadenie/proces sa musí zastaviť. Tieto typy problémov sú bežnými napr. pri kývajúcich častiach, strihacích strojoch a pod. a môžu znamenať riziko zranenia personálu alebo zničenia zariadenia. Ak by odhalená porucha mohla viesť k takémuto riziku, potom použite iné riešenie, napr. brzdu na zastavenie rotujúcich zariadení skôr, ako sa môže s nimi dostať do kontaktu obsluhujúci personál.

Uzemnenie – aby sa predišlo elektrickým rázom, je vhodné do návrhu konštrukcie a inštalácie zakomponovať aj vhodné me-

tódy uzemnenia. Použite ochranné zariadenia na zamedzenie požiaru od poškodených vodičov a tiež si uvedomte, že správne postupy uzemnenia dokážu znížiť elektromagnetické rušenie citlivých elektronických zariadení.

Riadenie rozdelenia napájania – vytvorte schému rozdelenia napájania v sústave obvodov riadiaceho systému tak, že všetky obvody budú chránené tavným prerušovačom alebo inými prostriedkami prerušenia koordinovanými tak, že otvorený (bez prúdu) bude len chybný obvod, čo umožňuje ostatným prístrojom a zariadeniam pripojeným k napájaniu pokračovať v prevádzke.

Neautorizovaný prístup – zabezpečte sa, že všetky uzávery a rozvádzače, v ktorých sa nachádzajú obvody pod napätím, sú zabezpečené pred neoprávneným vstupom bez náležitých nástrojov, kľúča alebo iných autorizačných nástrojov.

Dotyková bezpečnosť a ochranné dvere – ďalšou dôležitou oblasťou bezpečnosti je používanie zariadení, ktoré majú dotykovú bezpečnú svorkovú zapojenie, obklopené izolačnou ochranou. Za úvahu stojí aj použitie ochranných krytov na obvody pod napätím aj v riadiacich paneloch, ktoré majú obmedzený prístup. Je to bezpečnejšie aj pre personál údržby a oprávnený personál pri odstraňovaní porúch a nastavovaní elektronických riadiacich systémov. Ochranné dvere môžu byť použité na rozvádzači s riadiacim systémom, kde operátor potrebuje nastavovať zariadenia, napr. voliaci prepínač, ručné kolieska, potenciometre a pod., pričom riadenie musí byť vnútri rozvádzača, aby bolo chránené pred vonkajšími vplyvmi počasia. Ochranné dvere sú bežné interiérové dvere, ktoré sa montujú spredu hlavného riadiaceho panela. Dvere rozvádzača umiestneného vonku môžu vyžadovať kľúč na prístup, ale interiérové dvere rozvádzača sú blokované, čo vyžaduje vypínač na otvorenie a vypnutie napájania k elektrickým zariadeniam namontovaným na hlavnom riadiacom paneli.

Riadenie uzavretej slučky – je na vás, aby hocikáky typ riadiaceho systému pracujúci v uzavretej slučke zabezpečil, že ak sa stratí spätnoväzbový signál, systém sa vypne tak, aby nespôsobil zranenie osôb alebo zničenie zariadenia.

Rozpoznanie procesu pre automatizáciu

Prvým krokom pri konfigurovaní automatizačného riadiaceho systému je identifikovať, čo môže byť automatizované. Na to sú potrebné dobré znalosti elektrotechniky a bezpečnosti. Tiež je dôležité vedieť sa orientovať v základoch hydrauliky, pneumatiky, strojných zariadení, elektroniky, sekvenciách riadenia a pod. a dôkladne musíte poznať úkony alebo procesy, ktoré chcete automatizovať. Mali by ste rozumieť, ako možno riadiť pohyb, regulovať prietok médií, disperzných granulátových materiálov, nasnímať výrobok v určitej pozícii, zistiť, kedy sa operácia/úloha skončila a pod. Uvedme jednoduchý príklad: máme Dopravník, ktorý premiestňuje naše výrobky z bodu A do bodu B. Dopravník je poháňaný trojfázovým striedavým motorom, ktorý sa vypína a zapína manuálne riadeným motorovým štartérom a na zabránenie vzniku požiaru obsahuje ochranu pred skratom a preťažením. Požiadavkou takéhoto systému je, že vyžaduje prítomnosť operátora stojaceho pri motorovom štartéri a čakajúceho na príchod výrobku na vstup dopravníka, ktorý následne spustí. Keď príde výrobok na koniec dopravníka, operátor musí dopravník zastaviť. Aby sme mohli takýto dopravník automatizovať, budeme musieť vymeniť manuálne riadený motorový štartér za elektronicky riadený motorový štartér vrátane ochrany proti skratu a preťaženiu. Typ motorového štartéra musíme zvoliť podľa toho, aby zvládol poháňať daný dopravník. Tiež sa musí určiť, kde treba umiestniť napr. koncové, fotoelektrické snímače či snímače vzdialenosti, ktoré budú indikovať, či sa daná operácia skončila. Tiež sa vyžaduje, aby náš riadiaci systém vedel, kedy prejsť na ďalší krok v danej operácii. Napríklad zvyčajne vieme povedať, že potrebujeme koncový spínač na určenie, kedy je prstenec (cylinder) úplne na-

tiahnutý, napr. vo fáze, kedy bubon zvykne vytlačiť výrobok na dopravník. Signál o úplne rozťahnutom prstenci sa použije na odpojenie solenoidového ventilu od napájania, poskytujúceho stlačený vzduch pre pneumatikový prstenec. Zároveň potrebujeme aj koncový spínač pre situáciu, keď je prstenec úplne zatiahnutý. Signál z neho sa využíva na riadenie spustenia/zastavenia dopravníka, keď výrobok vytlačený cylindrom na dopravník je už preč a môže prísť ďalší produkt. Ďalšou možnou aplikáciou snímača je indikácia, či je už výrobok na dopravníku. Takýmto snímačom môže byť koncový snímač s kladkovým ramenom, ktorý prichádza do kontaktu s výrobkom, alebo fotoelektrický snímač, ktorý dokáže detegovať výrobok s použitím infračerveného lúča. Riešenie s fotoelektrickým snímačom je lepšou voľbou z toho hľadiska, že poloha výrobkov sa môže na dopravníkovom páse meniť. Takto by sme mohli pokračovať v tejto analýze ďalej, mohli by sme sa pozrieť na každé zariadenie alebo súčiastku v našom systéme a vybrať zariadenie, ktoré by to mohlo riadiť alebo snímať. Príkladom môže byť solenoidový ventil na riadenie vody, ktorá sa používa na zmyvávanie nečistôt z výrobkov, pneumatikový ventil na riadenie tlaku vzduchu, ktorý zase slúži na riadenie prstenca ovládajúceho hradlo, ktoré rozmiestňuje výrobky na dopravník, alebo budenie riadiaceho relé signalizujúceho, že výrobok je na určitej pozícii. V niektorých prípadoch môžeme požadovať zmeny rýchlosti, množstva alebo pozície nami riadených zariadení, napr. zmenu rýchlosti dopravníka, zmenu počtu otvorených ventilov na riadenie množstva prietoku, alebo diaľkovú zmenu žiadanej hodnoty pre nádrž. Tieto zmeny by bolo možné veľmi pohodlne dosiahnuť využitím analógového výstupného signálu. Tento typ signálu sa mení v závislosti od skutočnej hodnoty, ktoré sme zadali a nakaľibrovali do snímačieho alebo riadiaceho zariadenia. Napríklad signál s hodnotou striedavého napätia od 0 do 10 V by mohol reprezentovať rýchlosť dopravníka od 0 do 200 m za minútu. Analógový signál pre zariadenie riadiace otáčky motora dopravníka na úrovni 5 VDC bude teda znamenať rýchlosť dopravníka 100 m za minútu.

Úloha identifikovať zariadenia na riadenie pohybu, prietoku, udalostí a pod. a ich doplnenie snímačmi je aj základnou identifikáciou vstupov/výstupov (V/V) nášho riadiaceho systému. Majte na pamäti, že tie isté zariadenia, ktoré boli vybrané a určené na riadenie prostredníctvom PLC a jeho výstupných modulov, ako aj snímacie zariadenia, ktoré posielajú signály na vstupný modul PLC, môžu byť používané v jednoduchých obvodoch riadenia, kde sú jedinými požiadavkami relé a časovače.

Budete chcieť vedieť aj to, či pre váš automatizačný riadiaci systém bude vhodné nejaké operátorské rozhranie, známe ako rozhranie človek – stroj (HMI, Human Machine Interface). Ak si váš proces vyžaduje vykonávať zmeny žiadanej hodnoty, času potrebného na spracovanie, meniť prietok a pod., potom je najlepšie použiť HMI. V takejto situácii je najlepšie použiť PLC, ktoré dokáže so zariadeniami HMI veľmi jednoducho komunikovať. Ak vaša aplikácia vyžaduje ukladať údaje na porovnanie, spätnú sledovateľnosť, históriu, priebehy, splnenie zákonných nariadení a pod., potom by ste sa mali popozerať po riadiacom systéme z kategórie systémov SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition). Veľa z týchto riadiacich systémov by mohli zahŕňať V/V z PLC pripojené do klasického PC s vhodným softvérom.

V druhej časti seriálu sa zameriame na to, ako vybrať rôzne systémy určené na riadenie zariadení v automatizovanom systéme.

Článok bol prvýkrát publikovaný v magazíne Automation Notebook, www.automationnotebook.com.

Publikované so súhlasom autora.

Pokračovanie v ďalšom čísle.

Tom Elavsky

AutomationDirect.com
e-mail: telavsky@automationdirect.com
<http://www.automationdirect.com>