

# Skrátená príručka na opis, návrh a inštaláciu automatizačných riadiacich systémov (2)

V predchádzajúcej časti seriálu, ktorá bola publikovaná v AT&P journali č. 4/06, sme sa zaoberali niektorými aspektmi vyskytujúcimi sa pri používaní automatických riadiacich systémov. Diskutovali sa aj niektoré podnety, ktoré môžu pomôcť pri určovaní, ktoré výrobné stroje, zariadenia a procesy môžu byť automatizované. V druhej časti sa budeme zaoberať, ako určiť a bližšie špecifikovať rôzne prístroje potrebné na riadenie zariadení v automatizovanom systéme. Špecifikácia nemôže zahŕňať len riadiace zariadenia pre konkrétnu aplikáciu, ale tiež súčasti, napr. zakrytovanie či rozvážacie skrine, druh káblov spĺňajúcich požiadavky pre rôzne druhy komunikácie, osvedčenie zodpovedných orgánov a inštitúcií potrebné z hľadiska bezpečnosti a poistenia, splnenia podmienok ochrany životného prostredia a pod.

Ako sme už uviedli v prvej časti, vo všeobecnosti sa pri návrhu, káblovaní, inštalácii a prevádzke priemyselných automatizačných riadiacich systémov vyžaduje odborná znalosť. Osoby bez týchto znalostí alebo poučenia by sa nemali pokúšať navrhovať riadiace systémy, ale mali by zväziť možnosť využiť služby kvalifikovaného systémového integrátora. Riadiace systémy môžu zlyhať a zapríčiniť vážne zranenia obsluhujúceho personálu alebo zničenie zariadenia. Informácie uverejnené v tejto sérii článkov sú publikované bez akejkoľvek záruky.

Potom možno povedať, že prvým krokom pri vývoji celého automatizačného systému je zhromaždenie parametrov a vlastností strojov, aby bolo možné vyšpecifikovať zariadenia na ich riadenie. Mali by sme sa v tomto prípade zmeniť na povestných detektívov, ktorí sa budú pýtať otázky:

- Aké je prevádzkové napätie?
- Aký je stanovený výkon?
- Aký je v tom prípade menovitý prúd?
- Aké sú rozsahy prevádzkových teplôt?
- Aké sú rozsahy relatívnej vlhkosti?
- Aké sú montážne rozmery?
- Aké sú minimálne montážne vzdialenosti?
- Aký je pracovný cyklus?
- Akým spôsobom sa bude systém používať?
- Kto bude používať riadiaci systém?

## Súčasti riadiaceho systému

Súčasti, ktoré potrebujete v tejto fáze špecifikovať, budú vo všeobecnosti spadať pod jednu z nasledujúcich troch kategórií: vstupné zariadenia, výstupné zariadenia a jednotka spracovania.

## Vstupné zariadenia

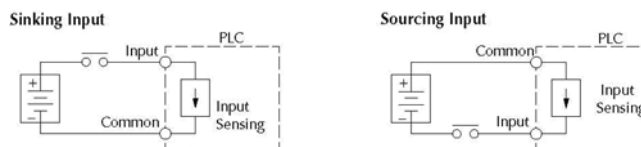
Vstupné zariadenia sa používajú na snímanie podmienok, zisťovanie pohybu alebo polohy, indikujú hranicu alebo to, že sa dosiahla žiadaná hodnota, snímajú zásahy operátora, detegujú alarmy a pod. Typickými vstupnými zariadeniami sú koncové spínače, optické a fotosnímače, tlačidlá, snímač vzdialenosti, operátorské rozhranie a pod. Tieto vstupné signály sú vo všeobecnosti v tvare „Zapnutý“ alebo „Vypnutý“ stav. Pozrime sa teraz na vstup do zariadenia, napr. fotosnímač použitý na detekciu zastavenia (alebo detekciu nejakej prekážky). V situácii, že snímač zaregistruje prekážku, dostáva sa do stavu „Zapnutý“. Inými slovami máme nastavenú kladnú podmienku. Ak nie je v dosahu snímača žiadna prekážka, vstup je v stave „Vypnutý“, alebo tiež hovoríme, že podmienka je nepravdivá. Takéto typy signálov sa nazývajú diskkrétne číslicové signály, čo znamená, že sa nachádzajú stále v jednom z dvoch stavov: „Zapnutý“ alebo „Vypnutý“. Možno ich káblom prepojiť so vstupným modulom na PLC, pričom to môže byť naprogramované tak, aby dokázalo použiť stav signálov

zo vstupných zariadení na vykonanie logických operácií s cieľom riadiť automatizovaný systém. Alebo tieto isté signály možno využiť aj v systéme s reléovou logikou, kde sú riadiace relé súčasťou pevne zapojenej logiky.

Dôležitou súčasťou našej špecifikácie je hodnotenie vstupných zariadení.

- Aké je pracovné napätie – 24, 120 alebo 240 V jednosmerných alebo striedavých?
- Ak sú určené pre jednosmerný prúd, sú zapojené ako zdroj alebo odberateľ prúdu (sinking&sourcing)?
- Do akej vzdialenosti sú schopné snímať?
- Akú veľkú silu treba aplikovať na akčný člen?
- Akú veľkosť prúdu vyžadujú?

Ako sme už uviedli, väčšina jednosmerných vstupných modulov PLC môže byť nakonfigurovaná ako zdroj alebo odberateľ prúdu, podľa toho, či je prúd vztiahnutý na napájanie alebo na zem (viac k tejto téme možno nájsť v [1]).



Obr.1 Typické zapojenie vstupných zariadení ako odberateľ alebo zdroj prúdu

Pri voľbe snímacieho zariadenia určeného napr. na detegovanie prítomnosti produktu alebo snímanie konca pojazdu pre stroj majte na pamäti, že je veľmi dôležité zväziť, v akom prostredí bude snímač pracovať. A nemusí pritom ísť len o teplotné a vlhkosťné podmienky, ale v niektorých prípadoch aj o to, či bude snímač inštalovaný vonku alebo dnu, zohľadňuje sa nadmorská výška, možnosť zmáčania snímača a pod. Fotoelektrické snímače sú napr. citlivé na atmosférické podmienky, v ktorých môžu spoľahlivo pracovať. Ak sa nachádzajú v prostredí s veľkou prašnosťou, znečistením alebo hmlou/oparom, potom sa optika snímača môže ľahko znečistiť alebo zahmlieť, čo zníži ich citlivosť a prevádzkovú dosah.

## Výstupné zariadenia

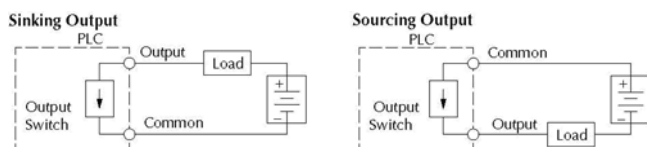
Výstupné zariadenia sa používajú na riadenie udalostí, napr. pohybu, spustenia/vypnutia dopravníkov alebo čerpadiel, na dvojitavové riadenie (zapnutie/vypnutie) ventilov, operátorské oznamy/výzvy, indikácia stavu a pod. Medzi typické výstupné zariadenia patria relé, motorové spúšťače, signálové svetlá, grafické a numerické displeje ako operátorské rozhrania a pod. Podobne ako vstupné aj výstupné signály sú diskkrétne, t. j. v stave „zapnutý“ alebo „vypnutý“. Tieto signály môžu byť prepojené od výstupného modulu PLC na časť riadenia zariadenia, napr.

na spustenie a zastavenie motorov, budenie ventilu na riadenie prietoku vody, rozsvietenie signalizačných svetiel na upozornenie operátora na stavy (naplnenie zásobníka a pod.). Výstupné signály možno tiež priamo prepojiť s riadeným zariadením prostredníctvom pevne zapojenej logiky.

Dôležitou súčasťou našej špecifikácie je hodnotenie výstupných zariadení.

- Aké je pracovné napätie; 24, 120 alebo 240 V striedavých alebo jednosmerných?
- Ak sú určené pre striedavé napätie, vystupujú ako zdroj alebo ako odberateľ prúdu (sinking&sourcing)?
- Aký je výkon?
- Aký dlhý je pracovný cyklus?
- Aké sú prevádzkové rozsahy teplôt?
- Aké sú montážne rozmery?

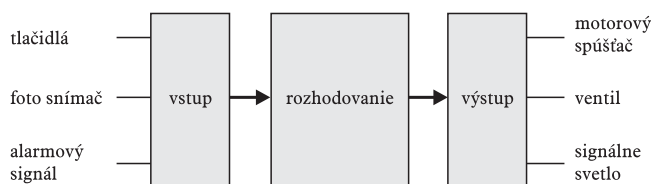
Ak sa v našom procese vyskytujú napr. solenoidové ventily určené na riadenie prietoku vody do umývačky áut, mali by sme poznať prevádzkové napätie ventilov a potrebnú veľkosť prúdu. Navyše nestačí poznať len prúd v priepustnom stave, ale aj nárazový prúd, až potom môžeme správne vybrať výstupný modul PLC alebo riadiace relé. Ventil môže pracovať pri menovitom jednosmernom prúde 250 mA, nárazový prúd môže pri prvom pripojení napätia dosiahnuť hodnotu 800 mA. Ak má výstupný modul 8 výstupných bodov a každý z nich je dimenzovaný na trvalé zaťaženie 1 A, tak s ohľadom na teplotné zaťaženie má celý výstupný modul celkové zaťaženie 6 A, a teda spoločnú poistku na 6 A. Ak máme solenoidové ventily pripojené na všetkých 8 výstupných bodov a k všetkým sa programovo pripája napätie naraz, potom celkový nárazový prúd by mohol byť 8 x 800 mA alebo 6,4 A a najskejšie by prepálil poistku. Riešením by bolo vybrať výstupný modul s vyšším menovitým prúdom alebo využiť rebríkové programovanie na postupné pripájanie ventilov, aby sa zabránilo ich pripojeniu na napätie naraz. Ďalšou možnosťou je rozdeliť ventily medzi niekoľko výstupných modulov a využiť voľné výstupné body na napájanie menej zaťažujúcich zariadení, napr. signalizačných svetiel. Pamätajte na to, že výstupné moduly s jednosmerným prúdom môžu byť typu záťaž alebo zdroj.



Obr.2 Typické pripojenie výstupných zariadení ako odberateľ alebo zdroj prúdu

### Jednotka spracovania

Všetky riadiace systémy môžu vo všeobecnosti obsahovať vstupy, výstupy a nejakú formu rozhodovania, pričom výstupy sú riadené na základe stavu vstupov. To nám vytvára tretiu kategóriu – „rozhodovací“ prvok. Týmto elementom môže byť PLC, v ktorom máme vstupy, výstupy a centrálnu jednotku spracovania (CPU), ktorá na rozhodovanie využíva programovanie v rebríčkovej logike na základe stavu vstupov a logických podmienok v programe (obr. 3). Rovnakým spôsobom možno nazerať aj na ďalšie podobné zariadenie – osobný počítač. Klávesnica, myš, skener a pod. môžu plniť úlohu vstupných zariadení a monitor, tlačiareň, slúchadlá a pod. by mohli byť výstupnými zariadeniami. Mikroprocesor umiestnený na základovej doske spolu s pamäťou, operačným systémom a aplikačným programom možno chápať ako rozhodovací prvok. Osobné počítače sa v skutočnosti využívajú v niektorých automatizačných riadiacich systémoch ako rozhodovacie prvky spolu s priemyselnými modulmi vstupov a výstupov (V/V). Tieto systémy na báze PC využívajú komunikačné porty a ethernetové prepojenie na monitorovanie a riadenie V/V. Aplikačný softvér bežne umožňuje programátorovi vytvoriť grafické rozhranie, ktoré umožňuje operátorovi sledovať a komunikovať



Obr.3

so strojmi alebo celými procesmi. Skúsenosťami a pozorovaním prídete časom na to, ako zistiť, koľko „rozhodovacích právomocí“ váš riadiaci systém vyžaduje. Obmedzené financie vás možno donútiť porovnať implementáciu riadiaceho systému s PLC, na báze PC alebo jednoducho pevne zapojenej logiky. Nezabúdajte však na skutočnosť, že riadenie na báze PLC alebo PC umožňuje jednoduchšie vykonať zmeny a neskoršie rozšírenie [2].

### Ostatné typy zariadení

#### Analógové zariadenia

Vstupy a výstupy zahŕňajú aj využitie analógových signálov v riadiacom systéme. Analógové signály sú premenlivé a môžu reprezentovať široké spektrum hodnôt. Predstavme si, že potrebujeme merať výšku hladiny kvapaliny v nádrži s výškou 100 m. Na to môžeme použiť snímač, ktorý bude vysielat signál reprezentovaný napäťovým rozsahom 0 až 10 V jednosmerných, pričom 0 metrov bude rovných 0 V a 100 metrov bude rovných 10 V. Analógové signály sú zvyčajne lineárne, takže signál s hodnotou 5 V bude hovoriť o výške 50 m. Tento analógový signál môže byť pripojený do modulu analógových vstupov PLC, pričom v rebríkovom programe by sme mohli porovnať aktuálnu výšku so žiadanou hodnotou a následne vygenerovať diskretný signál, ktorý môže na výstupnom bode znamenať spustenie čerpadla na zvýšenie alebo zníženie hladiny.

#### Indukčné zariadenia

Keď máme vybrať zariadenie na riadenie hnacieho stroja, napr. priemyselný motor poháňajúci dopravník alebo ventil riadiaci hydraulický valec, musíme stanoviť parametre zariadenia:

- Aké je pracovné napätie?
- Aké je maximálne prúdové zaťaženie?
- V akom prostredí sa bude zariadenie používať?

Priemyselné indukčné motory môžu mať parametre napr. 230/460 V, 3-fázový, 1 725 ot./min., prúd pri plnom zaťažení motora (maximálnom výkone a krútiacom momente) 10,5 A pri 460 V a pod. Tieto informácie možno získať z katalógu výrobcu daného motora alebo priamo zo štítku na motore. Aby ste mohli k danému motoru vybrať vhodný štartér alebo frekvenčný menič na riadenie zapnutia/vypnutia alebo riadenie rýchlosti motora, potrebujete určiť niekoľko ďalších parametrov.

#### Ďalšie hľadiská

V rámci špecifikácie zariadení, ktoré majú byť súčasťou automatizačného riadiaceho systému, existujú aj ďalšie skutočnosti, ktoré treba brať do úvahy – pracovný cyklus, prepäťová ochrana, druh krytia, zahrievanie a chladenie, napájanie, prostredie, statická elektrina a požiadavky legislatívy.

#### Pracovný cyklus

Ak chceme v našej prevádzke použiť napr. solenoidové ventily, potrebujeme vedieť ich pracovné napätie, nominálny prúd, nárazový prúd, čo nám pomôže vybrať typ výstupného zariadenia na riadenie jeho činnosti. Tiež je veľmi dôležité vedieť pochopiť pracovný cyklus solenoidového ventilu. Nebolo by vhodné prevádzkovať solenoidový ventil navrhnutý na 50 % pracovného cyklu v spojitom režime s dĺžkou trvania 10 sekúnd v prevádzkovom stave a len 2 sekundy vo vypnutom stave. Krátky mimoprevá-

ochrana pred nasledujúcimi podmienkami prostredia	stupeň krytia										
	1	2	4	4X	5	6	6P	11	12	12K	13
náhodný dotyk so zariadením	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
padajúce nečistoty	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
padajúce kvapaliny a mierne striekanie		x	x	x		x	x	x	x	x	x
prach, lietajúce nečistoty			x	x	x	x	x		x	x	x
oplachovanie a striekajúca voda			x	x		x	x				
presakovanie mazív a chladiacich zmesí									x	x	x
rozprašovanie alebo striekanie mazív a chladiacich zmesí											x
korózia				x			x	x			
náhodné dočasné ponorenie						x	x				
náhodné dlhotrvajúce ponorenie							x				

Tab.1

dzkový čas by nemusel solenoidovému ventilu stačiť na dostatočné ochladenie.

### Prepätová ochrana

Solenoidové ventily, motorové spúšťače a pod. využívajú pri svojej činnosti indukčné vinutia, ktoré môžu vytvárať vysokonapäťové špičky, a tak zničiť výstupné zariadenia, ako aj iné blízke elektronické zariadenia. V takomto prípade sa vždy odporúča použiť niektorú z foriem prepätovej ochrany (viac info k prepätovej ochrane výstupov možno nájsť v kapitole 2 niektorého z manuálov k PLC uverejnených na internetovej stránke <http://www.automationdirect.com>).

### Krytie

Voľba správneho krytia je dôležitá z hľadiska zabezpečenia bezpečnej a spoľahlivej prevádzky vášho zariadenia. Minimálne požiadavky na krytie by mohli zahŕňať:

- súlad s elektrotechnickými normami a predpismi (napr. National Electrical Manufacturer's Association – NEMA, <http://www.nema.org>. NEMA je tiež harmonizovaná s IEC ([www.iec.ch](http://www.iec.ch)), ako aj s ostatnými európskymi normami; podrobnejšie informácie možno nájsť na Global Engineering Document, [www.global.ihs.com](http://www.global.ihs.com));
- ochranu pred záškodníkmi v prostredí priemyslu ([www.nema.org](http://www.nema.org));
- odporúčanie o spoločnom zemnení ([www.nec.org](http://www.nec.org));
- prístup k zariadeniu (ďalšie informácie sú dostupné na stránke združenia OSHA <http://www.osha.gov/SLTC/controlhazardousenergy/>);
- bezpečný alebo nepovolený prístup (OSHA);
- dostatočný čas na správnu a poriadnu inštaláciu a údržbu zariadenia.

### Zahrievanie/chladienie

Presvedčte sa, že zariadenia tvoriace váš riadiaci systém nepodliehajú prehrievaniu, alebo ak sú inštalované v chladnom prostredí, nebudú sa používať pri teplotách nižších, ako je uvedený najnižší pracovný rozsah teplôt v manuáli. Vďaka fyzickému umiestneniu riadiaceho systému si možno bude vyžadovať chladiaci systém, napr. klimatizačnú jednotku, ako aj malú jednotku ohrevu ako súčasť toho istého rozvádzača. Bude však potrebné zabezpečiť, aby zariadenia stále pracovali v rozmedzí pre ne stanovených teplotných podmienok. Pre väčšinu automatizačných riadiacich systémov nie je základné riadenie teplotných pomerov nič zložité. Ak venujeme tejto problematike trochu času už vo fáze špecifikácie, môže to ušetriť veľké množstvo spätného revidovania vykonanej práce.

### Napájací zdroj jednosmerného prúdu

Ak vo vašom riadiacom systéme používate jednosmerné napätie z napájacieho zdroja, zväzťe použitie napájacieho zdroja s rozsahom aspoň dvakrát väčším, ako je kalkulovaná záťaž. To by mohlo vyhovieť jednej z požiadaviek, ak potrebujete váš riadiaci systém dať do súladu s normou UL 508. Zároveň to umožní napája-

ciemu zdroju pracovať pri nižšej teplote a tým predĺžite jeho životnosť.

### Smernice o ochrane životného prostredia

Tab. 1 uvádza príklad základných ekologických smerníc NEMA, ktoré sa vo všeobecnosti aplikujú na automatizačné zariadenia. Podobne aj Medzinárodné elektrotechnické združenie IEC má tiež zoznam základných ekologických smerníc pre rozvádzače a zariadenia ([www.nema.org](http://www.nema.org), [www.iec.ch](http://www.iec.ch)).

### Statická elektrina

Väčšina strojov a zariadení pracuje pri relatívnej vlhkosti 5 %. Problematika statickej elektriny sa veľmi často objavuje pri úrovni vlhkosti pod 30 %. Buďte opatrní, keď sa dotýkate zariadenia. Ak prevádzkujete zariadenie v prostredí s nízkou vlhkosťou, zväzťe používanie zemniacich pásov, antistatických podlahových krytín a pod.

### Schválenie príslušnými inštitúciami

Niektoré aplikácie vyžadujú homologizáciu zariadení a prístrojov. Medzi známky o súlade s predpismi a normami patria:

- UL (Underwriters' Laboratories, Inc. [3]),
- CE (Európska únia) a iné.

Podmienky týchto a ďalších (národných) inštitúcií treba zohľadniť už vo fáze návrhu, pričom budú určujúce pre väčšinu riadiacich prvkov.

### Vnútoré príslušenstvo

V rozvádzači riadiaceho systému je dobré umiestniť aj ďalšie príslušenstvo umožňujúce pripojenie testovacích či kalibračných zariadení.

### Literatúra

- [1] <http://www.automationdirect.com/static/specs/sinksrc.pdf>
- [2] [http://support.automationdirect.com/docs/worksheet\\_guidelines.html](http://support.automationdirect.com/docs/worksheet_guidelines.html)
- [3] <http://www.ul.com/controlequipment/devices.html>

Článok bol prvýkrát publikovaný v magazíne *Automation Notebook*, [www.automationnotebook.com](http://www.automationnotebook.com).

Publikované so súhlasom autora.

Pokračovanie v ďalšom čísle.

### Tom Elavsky

AutomationDirect.com  
e-mail: [telavsky@automationdirect.com](mailto:telavsky@automationdirect.com)  
<http://www.automationdirect.com>