

# Skrátená príručka na opis, návrh a inštaláciu automatizačných riadiacich systémov (4)

V tretej časti seriálu, ktorá bola uverejnená v AT&P journali č. 6/06, sme opisali, ako navrhnuť automatizačný riadiaci systém, a poukázali sme na dôležitosť sprievodnej dokumentácie návrhu. Uviedli sme základné typy dokumentov, ktoré by mohli byť súčasťou návrhu automatizačného riadiaceho systému, prečo a ako tieto dokumenty používať a nakoniec opis softvérových nástrojov použiteľných na tvorbu sprievodnej dokumentácie. V štvrtej, záverečnej časti seriálu sa budeme zaoberať zostavením, uvedením do prevádzky a údržbou automatizačného riadiaceho systému. V časti venovanej zostaveniu budú uvedené niektoré typy na používanie komunikačného panelu, svorkovníc, zemnenia, tienenia káblov a pod. Opíšeme aj logický postup bezpečného uvedenia riadiaceho systému do prevádzky a následne uvedieme niekoľko návrhov na zostavenie plánu údržby riadiaceho systému.

Ako sme už viackrát v seriáli spomenuli, na návrh, káblovanie, inštaláciu a prevádzku automatizačného riadiaceho systému sa vo všeobecnosti vyžadujú odborné znalosti. Osoby bez týchto znalostí alebo poučenia by sa nemali pokúšať navrhovať riadiace systémy, ale mali by zvážiť 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.

## Zostavenie

V priebehu fázy návrhu panela riadenia sme uviedli výhody využitia odnímateľného pomocného panela. Pri realizácii pomocného panela je vhodné upevniť jeho jednotlivé komponenty z prednej časti. To umožní jednoduchšiu výmenu chybných zariadení alebo komponentov v budúcnosti. Rovnako nám môže uľahčiť inštaláciu aj údržbu upevnenie svorkovníc na spomínaný pomocný panel, do ktorého budú pripojené všetky externé zariadenia. To umožní personálu údržby aj jednoduchú prácu s pripájaním káblov z prevádzky. Inou výhodnou metódou ukončenia je vybaaviť panel riadenia s párovanými (proti)konektormi tak, že káble z prevádzky sa pripoja do týchto konektorov.

## Odporúčania na káblovanie

V nasledujúcej časti uvedieme základné informácie týkajúce sa toho, ako prepojiť väčšinu automatizačných zariadení. Podrobnejšie informácie týkajúce sa káblovania konkrétneho PLC alebo iného zariadenia treba hľadať v návode na inštaláciu priloženú k danému zariadeniu.

- Stále používajte kontinuálnu dĺžku kábla. Nespájajte ich žiadnym spôsobom na dosiahnutie potrebnej dĺžky.
- Používajte najkratšiu možnú dĺžku káblov.
- Tam, kde je to možné, používajte na smerovanie vodičov elektroinštaláčny žľaby.
- Vyhnite sa vedeniu káblov v blízkosti káblovania s vysokým napätím.
- Ak je to možné, vyhnite sa káblovaniu vstupov v blízkosti káblovania výstupov.
- Pre minimalizovanie poklesu napätia pri kábloch, ktoré treba natiahnuť do veľkej vzdialenosti, zväzťe pre spätnú linku použítie tých istých vodičov.
- Vyhnite sa uloženiu káblov pre jednosmerný prúd v blízkosti káblov pre striedavý prúd.
- Vyvarujte sa vytvárania ostrých ohybov pri káblovaní.
- Nainštalujte na vedenie filtre na ochranu proti prepätiu a EMI/RFI šumu.

## Dôležité bezpečnostné odporúčania pri káblovaní

*Upozornenie:* Vašou povinnosťou je vytvoriť bezpečné prevádzkové prostredie pre personál aj zariadenia, čo by mala byť jedna z najväčších priorit už počas návrhu a inštalácie systému. Automatické systémy môžu zlyhať, čo môže vyústiť do situácií s vážnym ohrozením obsluhujúceho personálu alebo zničeniu zariadení. Nespoliehajte sa na automatizačný systém ako taký, že poskytuje bezpečné prevádzkové prostredie. Použite externé elektromechanické zariadenia, ako sú relé alebo koncové spínače nezávislé od automatizačného systému, poskytujúce ochranu pre všetky časti, ktoré môžu byť zdrojom úrazu personálu alebo zničenia zariadenia.

*Varovanie:* Každý automatizačný projekt je iný. Preto je bežné, že pre každý projekt sú definované špecifické požiadavky. Uistite sa, že vo svojom projekte dodržiavate všetky národné a regionálne vládne nariadenia týkajúce sa správnej inštalácie a využitia vami dodaného zariadenia.

## Plánovanie bezpečnosti

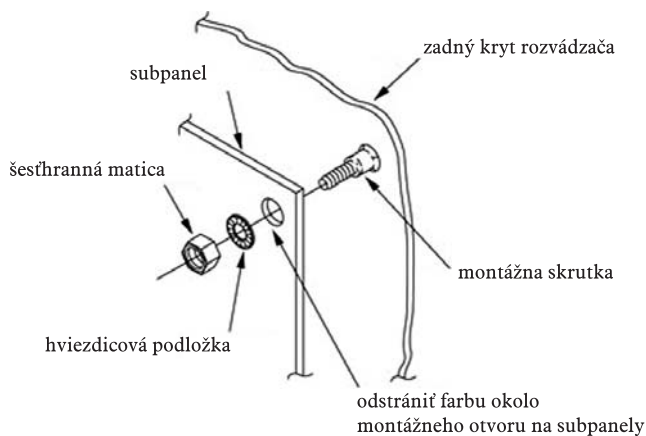
Ako sme zdôraznili v predchádzajúcom článku, najúčinnejšou cestou vytvorenia bezpečného prevádzkového prostredia je „vytvoriť“ obsluhujúci personál a zariadenia už vo fáze procesu plánovania. Treba ohodnotiť všetky možné stavy systému a určiť, ktoré oblasti sú kritické pre bezpečnosť obsluhy a zariadenia. Ak nemáte dostatočné skúsenosti v inštalácii riadiacich systémov alebo ak vaša spoločnosť doteraz nezaviedla pravidlá a postupy pre inštaláciu, potrebné informácie môžete získať aj z nasledujúcich zdrojov:

- NEMA (The National Electrical Manufacturers Association) so sídlom vo Washington D. C., USA) publikovala veľa rozličných dokumentov komentujúcich normy pre priemyselné riadiace systémy, ktoré možno priamo objednať. Medzi ne patria napr.:
- ICS 1: Všeobecné normy pre priemyselné riadenie a systémy
- ICS 3: Priemyselné systémy
- ICS 6. Rozvádzače pre priemyselné riadiace systémy

NEC (The National Electrical Code) uvádza predpisy týkajúce sa inštalácie a použitia rôznych typov elektrických zariadení.

## Uzemnenie

Prečo je uzemnenie také dôležité? Elektronické zariadenia, napr. PLC alebo vzdialené vstupy/výstupy sú často obklopené rôznymi typmi elektronických zariadení a káblov. Tie môžu obsahovať napájacie zdroje, vstupné alebo výstupné signály z iných zariadení a pod. Všetko toto môže niesť riziko vzniku elektromagnetickej



Obr.13

(EMI) alebo prechodovej interferencie, ktoré môžu spôsobiť dočasné výpadky zariadení a spôsobiť zlyhanie.

Automatizačné zariadenia môžu byť okrem vzájomnej interferencie s inými zariadeniami ohrozené aj silným prepätím. Toto prepätie môže pochádzať z bežného kolísania napätia výkonového zdroja, bleskov alebo neúmyselného kontaktu s vysokonapäťovým vedením. Takéto prepätie zapríčini dočasné zlyhanie, vyhorenie poistky alebo aj vážne poškodenie zariadenia. Uzemnenie poskytuje cestu s nízkou impedanciou, ktorá obmedzuje tieto vysoké prepätia a stabilizuje interferenciu. Je nevyhnutné na ochranu automatizačných systémov a zariadení pred vážnym poškodením, zlyhaním a tiež pred potenciálnym rizikom pre používateľa. Uzemnenie je tiež základom na dosiahnutie spoľahlivého systému rozdelenia výkonu. Implementovanie spoľahlivého systému uzemnenia treba zahrnúť už do fázy zostavovania prístrojovej dosky a riadiaceho systému. Chybné uzemnenie alebo nesprávne či poškodené káblovanie môže byť príčinou väčšiny problémov ovplyvňujúcich aj kvalitu elektrickej energie.

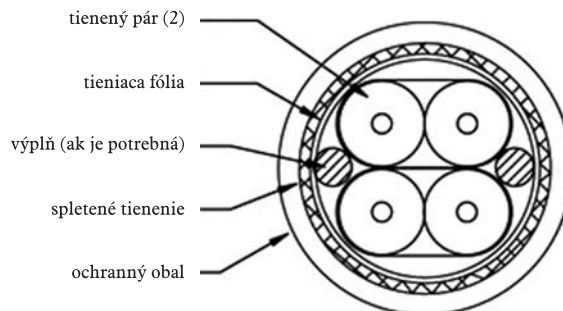
### Tienené vodiče

Tienené vodiče sú izolované vodiče pozostávajúce z medeného (alebo z iného materiálu) kábla uzatvoreného kovovým tienením a opláštované ochranným puzdrom. Používajú sa s cieľom zníženia interferencie z elektrického rušenia. Niektoré prevádzkové zariadenia vyžadujú použitie tienených káblov na špecifické pripojenia. Pri inštalácii prevádzkových prístrojov je teda dobré skontrolovať, či nevyžadujú použitie tienených káblov. Chyba pri nepoužití tienených vodičov bude mať za následok výpadky pri načítavaní alebo výskyt chybných signálov z prevádzkových prístrojov. Ak nainštalovaný produkt vyžaduje tienené vodiče, musí byť k tomu dostupný aj manuál od výrobcu týkajúci sa postupu uzemnenia. Nesprávna inštalácia tienených vodičov môže spôsobiť chybu procesora alebo by mohla umožniť prienik rušenia do obvodov logiky. Existuje niekoľko typov tienených vodičov dostupných od rôznych výrobcov. Tienené vodiče uvedené v nasledujúcej časti sa najčastejšie používajú v automatizačných riadiacich systémoch a prevádzkových prístrojoch:

- **Fóliové tienenie** – tieto vodiče pozostávajú z hliníkovej fólie laminovanej do polyesterového alebo polypropylénového filmu. Ten poskytuje mechanickú odolnosť a dodatočnú izoláciu. Fóliové tienenie poskytuje 100 % ochranu pred elektrostatickou energiou. Bežne sa používa na ochranu proti kapacitnej väzbe.
- **Opletené tienenie** – tieto vodiče pozostávajú zo skupiny pocínovaných, neizolovaných medených alebo hliníkových žíl. Jedna skupina je spletená do smeru hodinových ručičiek a následne prepletená s ďalšou skupinou v protismere hodinových ručičiek. Opletené tienenie poskytuje vynikajúci účinok proti difúznej väzbe, pri ktorej je dôležitý nízky odpor voči jednosmernému prúdu, nižší priemer.

- **Špirálovité tienenie** – pozostáva z vodičov (zvyčajne medených) navinutých v špirále okolo vnútorného jadra vodiča. Využíva sa ako funkčné tienenie proti difúznej a kapacitnej väzbe, a to len pri nízkych frekvenciách.
- **Kombinované tienenie** – tieto káble pozostávajú z viac ako jednej vrstvy tienenia. Tento spôsob tienenia sa využíva na ochranu pred vysokofrekvenčným žiarením a elektrostatickými výbojmi. Kombinuje v sebe nízky odpor opletenia so 100 % pokrytím fóliového tienenia a je jedným z najčastejšie využívaných typov tienených vodičov v dnešnej priemyselnej praxi.

Na obr. 14 je zobrazená plocha prierezu tieneného kábla, kde je použitá kombinácia ochranných tienení.



Obr.14

### Inštalácia elektronických prístrojov

Elektronické prístroje sa zvyčajne inštalujú vnútri rozvádzača spolu s ostatnými zariadeniami. Z toho vyplýva, že inštalácia prístrojov musí zohľadňovať skutočnosť, že vyhotovenie prístrojovej dosky poskytuje pre to všetky potrebné komponenty. Elektronické zariadenia môžu byť ovplyvňované interferenciou z iných elektronických zariadení alebo elektromagnetickou interferenciou. Tá zapríčiňuje statickú elektrinu, ktorá môže prerušovať komunikáciu alebo signály z ostatných zariadení. Aby ste predišli takému-to neželanému javu, preštudujte si nasledujúce odporúčania:

- Zistite vlastnosti prostredia, v ktorom má prístroj pracovať - prevádzkovú teplotu, vlhkosť, vibrácie, rušenie a pod.
- Príkion každého prvku môže byť iný, preto nezabudnite pri inštalácii toho-ktorého prístroja dodržiavať výrobcom stanovené hodnoty napájania.
- Používajte zariadenia a prístroje, ktoré sú certifikované a majú niektorú z uznávaných značiek UL, CE a pod.
- Zvoľte si rozvádzač podľa rozmeru jednotlivých inštalovaných prístrojov a komponentov, odporúčaných montážnych vzdialeností, potrebného odvodu tepla, odolnosti proti elektromagnetickej interferencii a pod.

Pri inštalácii základovej dosky alebo šasi PLC, ktoré pozostáva s namontovania, prepojenia a uzemnenia, je pre jeho správnu činnosť veľmi dôležité dodržať odporúčania výrobcu. Existuje veľa prípadov rušenia PLC, keď nebolo správne urobené uzemnenie základovej dosky, resp. šasi PLC.

### Testovanie V/V

Posledným krokom pred skompletovaním vytvoreného riadiaceho systému je vykonať kontrolu vstupov/výstupov. To bude potvrdením, či bolo káblovanie z bodu do bodu medzi koncovými V/V modulmi a káblovanie medzi svorkovnicami v prevádzke zrealizované správne. Začnite tým, že vytvoríte zoznam, kde bude zaznačený každý V/V bod so všetkými detailmi opisujúcimi, aké kritériá na ňom boli testované. Ako pomôcku možno každému V/V bodu priradiť aj zaškrťavacie políčko, ktoré sa po vykonaní príslušného testu označí ako vykonané. Zvyčajne možno tento zoznam vytvoriť zo zoznamu V/V, ktorý bol už vygenerovaný vo fáze návrhu rebríkovej logiky pre PLC alebo pri návrhu operátorského rozhrania. Pre každý V/V uveďte do zoznamu aj kritérium testovania. Napríklad diskrétny V/V môžu byť testované

na stav „vypnutý“ a potom na stav „zapnutý“. Analógové miesta, či už vstupy alebo výstupy, môžu byť testované pri rôznych hodnotách. Napríklad pri použití prúdového vstupného modulu ho môžete otestovať na hodnoty 4 mA (najnižšia), 12 mA (stredná) a 20 mA (najvyššia hodnota). V súčasnosti sa na takéto testovanie vyžaduje dvojčlenný tím. Jeden pracovník obsluhuje PC pripojené k PLC, ktorým kontroluje stav jednotlivých testovaných bodov a kde simuluje výstupy, a druhá osoba fyzicky pripája signály na vstupy a monitoruje výstupy s použitím indikátora pre diskkrétne výstupy a merací prístroj pre analógové výstupy.

### Nábeh

Nábeh automatizačného riadiaceho systému sa začína po tom, ako sme nainštalovali všetky potrebné prístroje a zariadenia v rozvádzači, ukončili všetky káblové prepojenia a ukončili všetky požadované testy. Tento proces sa tiež nazýva uvedenie automatizačného riadiaceho systému a súvisiacich prístrojov/procesov do prevádzky.

Na začiatku je dobré vyňať rôzne úseky napájacích káblov riadiaceho systému odstránením poistky a/alebo otvorením prúdového chrániča. Najlepším nástrojom pri uvádzaní do prevádzky je schéma zapojenia. Po pripojení napájania treba prejsť celú schému. Najprv by sme mohli pripojiť napájanie na hlavný prúdový chránič alebo odpájaciu poistku riadiaceho systému. Potom zmeriame napätie na zistenie správnosti hodnôt, a to medzi fázami navzájom a každú fázu voči zemi, či je vstupné napätie naozaj trojfázové. Následne môžeme zapnúť hlavný prúdový chránič a zistiť hodnotu napätia na každom prístroji, ktoré je napájané z hlavného zdroja. Pozapíname ostatné prúdové chrániče alebo vyradíme poistky jedného obvodu po druhom a vykonáme dodatočné meranie napätia a test činnosti prístrojov, ktoré by mohli byť napájané z týchto obvodov.

Majte na pamäti, že žiadny riadiaci systém nebude rovnaký. Preto bude každý systém vyžadovať rozličný postup na jeho bezpečné oživenie. Odpojte motory od ich záťaže, vypnite príklady stlačeného vzduchu, deaktivujte hydrauliku a použite LOTO (Lockout/Tagout) postupy. Opäť zmerajte napätia. Ak používate na riadenie PLC, pripojte k nemu PC, aby ste mohli monitorovať rebríkovú logiku, či logické podmienky, stavy a pod. generujú správne hodnoty.

### Údržba

Dôležité je vypracovať pre automatizačný riadiaci systém plán rutinných údržbárskych úkonov. Ich vykonávanie zamerané na kontrolu kritických komponentov a zariadení v systéme bude znamenať predĺženie životnosti systému a, čo je dôležitejšie, pomôže to pri vyhnutí sa problémom v budúcnosti. V nasledujúcej časti uvádzame niekoľko typov výkonu údržby automatizačného riadiaceho systému:

- skontrolujte a uložte napätia na rôznych obvodoch,
- utiahnite všetky spojenia (odpojte napájanie),
- skontrolujte záložné batérie a/alebo ich vymeňte v rámci plánovanej údržby,
- skontrolujte indikátory a vykonajte testy svetiel,
- vizuálne skontrolujte uvoľnené alebo osúchané vodiče, vlhkosť v rozvádzači a pod.,
- skontrolujte a uistite sa, že zásuvné konektory sú pevne pripojené a bezpečné,
- otestujte všetky alarmové systémy, húkačky, sirény a pod.,
- skontrolujte a uložte ostatné konfiguračné nastavenia systému,
- vykonajte a uložte výsledky kalibrácie,
- skontrolujte všetky V/V body v ročnom intervale,
- skontrolujte a uložte parametre napájania,
- skontrolujte, kedy je zariadenie najviac vyťažené, aby bolo možné naplánovať jeho údržbu, resp. výmenu,

- prezrite si všetky historizačné diagnostické záznamy vrátane udalostí a alarmov,
- preskúmajte možnosti diagnostiky, ktorá by mohla byť naprogramovaná do operátorského rozhrania HMI.

Toto je posledná časť seriálu. Veríme, že publikované informácie vám pomôžu pri zorientovaní sa v problematike návrhu, prevádzky a údržby automatizačného riadiaceho systému. Doplňujúce informácie možno získať na stránke [www.automationnotebook.com](http://www.automationnotebook.com).

### Literatúra

- [1] <http://www.automationdirect.com/static/specs/sinksrsrc.pdf>
- [2] [http://support.automationdirect.com/docs/worksheet\\_guidelines.html](http://support.automationdirect.com/docs/worksheet_guidelines.html)
- [3] <http://www.ul.com/control/equipment/devices.html>
- [4] National Electrical Manufacturer's Association (NEMA) (<http://www.nema.org>), International Electrotechnical Commission (IEC) ([www.iec.ch](http://www.iec.ch)), Global Engineering Documents ([www.global.ihs.com](http://www.global.ihs.com)).
- [5] <http://www.osha.gov/SLTC/controlhazardousenergy>
- [6] <http://www.automationdirect.com/static/specs/pcdrawspecs.pdf>

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

Publikované so súhlasom autora.

### Tom Elavsky

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