

Návrh jiskrově bezpečných systémů

Použití jiskrově bezpečných elektrických systémů je v průmyslové praxi nejčastější metoda ochrany proti nebezpečí výbuchu. Článek se zabývá návrhem jiskrově bezpečných systémů určených pro oblast měření a regulace v průmyslovém prostředí.

Using of intrinsically safe electrical systems is the most frequent way of protection in explosion-hazardous environment in industrial practice. This article describes design of intrinsically safe systems for measurement and control technology for industrial plants.

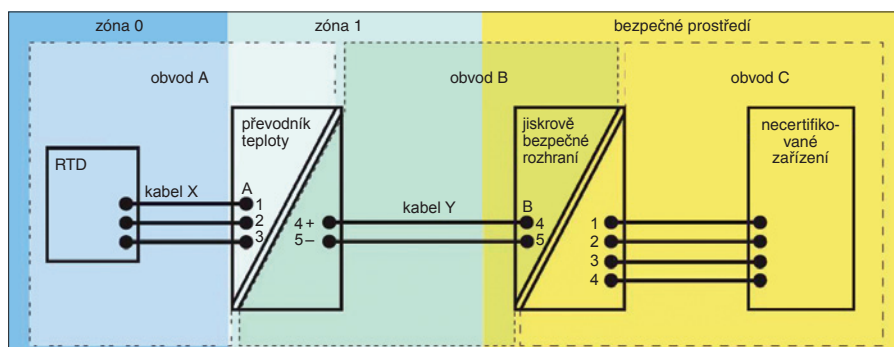
1. Úvod

Bezpečnost jiskrově bezpečného obvodu závisí na jednotlivých přístrojích zapojených v obvodu a na jejich vzájemné kompatibilitě. Jiskrová bezpečnost je systémová záležitost a jejím základem je správně navržený celý systém. Jiné principy ochrany jsou sice také závislé na propojení některých částí systému, ale u jiskrové bezpečnosti je to zásadní nutnost.

systémů, kde je např. kombinace lineárního a nelineárního zdroje, je třeba vyšší úroveň zkušeností, popř. je nutné obrátit se na certifikovanou zkušebnu.

2. Jednoduché systémy

Většina jiskrově bezpečných obvodů jsou jednoduché systémy obsahující jeden napájecí zdroj v návazném zařízení (*pozn. red.*: návazné zařízení je zařízení, které má obvody,



Obr. 1. Příklad obvyklého jiskrově bezpečného obvodu

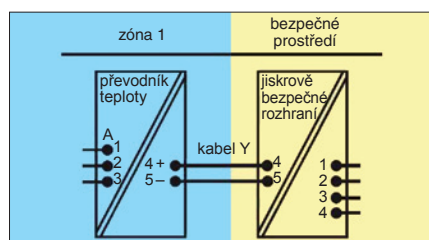
Existují ovšem i jiskrově bezpečné přístroje, většinou přenosné, které nejsou propojeny s žádným dalším zařízením a fungují samostatně, např. svítivky nebo vysílačky. Následující analýza jiskrově bezpečných systémů se nevztahuje na tyto typy přístrojů ani na některé sběrnicové systémy, které jsou navrhovány podle normy ČSN EN 60079-27 *Výbušné atmosféry – Část 27: Koncepce jiskrově bezpečného sběrnicového systému (FISCO)*, kde platí určitá zjednodušení systémových pravidel.

Tento článek se zaměřuje na jednotlivě propojované obvody, kterých je v oblasti měření a regulace většina. Opírá se hlavně o normy ČSN EN 60079-25 (*Výbušné atmosféry – Část 25: Jiskrově bezpečné elektrické systémy*) a ČSN EN 60079-14 (*Výbušné atmosféry – Část 14: Návrh, výběr a zřizování elektrických instalací*), které tuto část řeší.

Projektant nese zodpovědnost za správný návrh, vypracovaný podle bezpečnostních požadavků vzhledem k prostředí s nebezpečím výbuchu. Jeho znalostí musí být na odpovídající úrovni a k návrhu musí přistupovat zodpovědně. Analýza jednoduchých obvodů je relativně jednoduchá a zvládne ji každý kvalifikovaný projektant. U některých složitějších

jež jsou jiskrově bezpečné, i obvody, jež jiskrově bezpečné nejsou; ty nesmějí nepříznivě ovlivnit bezpečnost jiskrově bezpečných obvodů) a jeden jiskrově bezpečný přístroj v provozním prostředí. Takový systém je popsán v příloze A normy ČSN EN 60079-11 *Výbušné atmosféry – Část 11: Ochrana zařízení jiskrovou bezpečností „i“*.

Pro vysvětlení principu uvažujeme kombinaci elektronického převodníku teploty a jiskrově bezpečného rozhraní podle obr. 2.



Obr. 2. Jednoduchý jiskrově bezpečný obvod

Prvním krokem je získání bezpečnostních údajů obou přístrojů v obvodu. Nejlepší je získat tyto údaje z certifikátů, které by měl mít projektant k dispozici. Obzvlášť je nutné brát v úvahu speciální podmínky použití. Informace uvedené v návrhu systému by měly být podloženy řádnou analýzou.

Soulad obou přístrojů se ověřuje porovnáním jejich parametrů. Postup je uveden v následujících odstavcích.

a) *Porovná se úroveň ochrany.* Jestliže se liší, získává celý obvod úroveň ochrany odpovídající přístroji s nižší úrovní ochrany. Například když jeden přístroj je „ia“ a druhý „ib“, bude celý systém „ib“ (popis požadavků na úroveň ochrany „ia“, „ib“ a „ic“ je uveden v normě ČSN EN 60079-11).

b) *Porovná se skupina výbušnosti plynů.* Jestliže se liší, získává systém úroveň ochrany odpovídající přístroji s nižší úrovní ochrany. Například když jeden přístroj je certifikován pro plyny skupiny IIC a druhý pro plyny skupiny IIB, je možné celý systém použít v prostředí s výskytem plynů skupiny IIB. U zdrojů napájení certifikovaných pro IIC jsou často uvedeny výstupní parametry (indukčnost L_o , kapacita C_o a poměr L_o/R_o) pro plyny skupiny IIB a pro IIA. Jestliže jsou tyto zdroje použity pro prostředí s výskytem plynů skupiny IIB nebo IIA, lze použít tyto vyšší hodnoty.

c) *Určí se teplotní třída přístroje* v provozních podmínkách. Přístroj může mít různé teplotní třídy podle podmínek použití (většinou podle okolní teploty). Vybere se ta, která odpovídá skutečným provozním podmínkám. Nutno podotknout, že teplotní třída se nevztahuje na systém, ale na přístroj.

d) Je nutné zaznamenat povolený rozsah provozních teplot okolí pro každý přístroj.

e) *Porovnají se výstupní parametry zdroje*, jako jsou napětí (U_o), proud (I_o) a výkon (P_o), *se vstupními parametry napájeného provozního přístroje* (U_i , I_i a P_i). Hodnoty zdroje nesmí přesáhnout odpovídající hodnoty provozního přístroje. Někdy je bezpečnost provozního přístroje vyjádřena jen jedním parametrem (obvykle U_i). V tom případě nejsou ostatní parametry důležité.

f) *Určí se přípustné parametry indukčnosti a kapacity kabelu.* Přípustná kapacita kabelu (C_c) vychází z rozdílu povolené výstupní kapacity zdroje (C_o) a vstupní kapacity provozního přístroje (C_i), takže $C_c = C_o - C_i$. Podobně se spočítá přípustná indukčnost kabelu $L_c = L_o - L_i$. Určení přípustného poměru indukčnosti a odporu L_c/R_c kabelu je velmi jednoduché v případě, kdy je vstupní indukčnost provozního přístroje zanedbatelná, tj. menší než 1 % z L_o . Tehdy se uvažuje $L_c/R_c = L_o/R_o$. Jestliže ovšem vstupní indukčnost provozního přístroje není zanedbatelná, je nutné spočítat přípustný poměr L_c/R_c podle postupu uvedeného v příloze D normy ČSN EN 60079-25. Tento případ ale nenastává příliš často. Vzájemná interakce indukčnosti a kapacity systému zvyšuje nebezpečí vzniku zápalné jiskry. Jde o soustředěnou indukčnost a kapacitu provozní

ho přístroje. Jsou-li obě hodnoty soustředěné indukčnosti a kapacity větší než 1 % příslušných výstupních hodnot zdroje, je nutné hodnoty indukčnosti L_o a kapacity C_o zdroje dělit dvěma. Je třeba zdůraznit, že tento případ nastává jen velmi zřídka, neboť u většiny jiskrově bezpečných provozních přístrojů jsou hodnoty indukčnosti L_i a kapacity C_i provozního přístroje malé. Často se stává, že hodnoty C_i a L_i nejsou uvedeny v dokumentaci. V tom případě se předpokládá, že jejich hodnota je zanedbatelná. Je-li napájecí zdroj certifikován pro „ia“ nebo „ib“, jsou povolené výstupní parametry indukčnosti L_o a kapacity C_o a poměr L_o/R_o sníženy o třetinu (vyděleny bezpečnostním koeficientem 1,5). Je-li stejný zdroj použit pro „ic“, je bezpečnostní faktor roven jedné. To je podstatný rozdíl, díky němuž často není nutné detailně počítat parametry kabelu. Přesné hodnoty lze určit podle normy, ale lze je také odhadnout tak, že se vynásobí L_o a L_o/R_o dvěma a C_o třemi, což většinou stačí k bezpečnému určení parametrů kabelu.

g) Zkontroluje se úroveň izolace proti zemi nebo požadavky na uzemnění.

Jsou-li všechna uvedená kritéria splněna, jsou přístroje vzájemně kompatibilní. Doporučeným způsobem záznamu analýzy je

Tab. 1. Záznam analýzy obvodu

Postup	Parametr	Rozhraní	Převodník teploty	Systém
a)	úroveň ochrany	ia	ia	ia
b)	skupina výbušnosti plynu	IIC	IIC	IIC
c)	teplotní třída	T4		
d)	okolní provozní teplota	-20 až +60 °C	-40 až +80 °C	
e)	porovnání parametrů: napětí proud výkon	$U_o = 28\text{ V}$ $I_o = 93\text{ mA}$ $P_o = 650\text{ mW}$	$U_i = 30\text{ V}$ $I_i = 120\text{ mA}$ $P_i = 1\text{ W}$	
f)	parametry kabelu: kapacita indukčnost poměr L/R	$C_o = 83\text{ nF}$ $L_o = 3,05\text{ mH}$ $L_o/R_o = 55\text{ }\mu\text{H}/\Omega$	$C_i = 3\text{ nF}$ $L_i = 10\text{ }\mu\text{H}$ $L_c/R_c = 55\text{ }\mu\text{H}/\Omega$	$C_c = 80\text{ nF}$ $L_c = 3\text{ mH}$
g)	izolace	izolovaný	izolovaný	izolovaný

vytvoření tabulky. Příkladem využívajících hodnoty obvyklého zapojení (obr. 2) jiskrově bezpečného rozhraní a převodníku teploty je tab. 1.

3. Použití jednoduchých zařízení v jiskrově bezpečných obvodech

Norma ČSN EN 60079-11 rozlišuje složitější přístroje, obvykle vyžadující certifikaci, a jednoduchá zařízení, která certifikována být nemusí. Záměrem tohoto rozlišení je umožnit v jiskrově bezpečných obvodech použít přístroje, které nemohou negativně ovlivnit jiskrovou bezpečnost systému, aniž by musely být certifikovány třetí osobou. Jednoduchá zařízení jsou elektrické součástky nebo kombinace součástek jednoduché konstrukce s dobře určenými elektrickými parametry, které jsou slučitelné s jiskrovou bezpečností obvodu, v němž jsou použity. Nepanuje-li v uvedených parametrech jistota, nelze tyto komponenty považovat za jednoduchá zařízení.

Poznámka: Ačkoliv jednoduchá zařízení nemusí být certifikována třetí stranou, certifikát často mívají. Je to marketingová výhoda pro výrobce, který tímto certifikátem ubezpečuje zákazníka, že tento přístroj může bezpečně používat. Je označen jako certifikovaný přístroj, ale jeho použití je stejné jako u jiného jednoduchého zařízení.

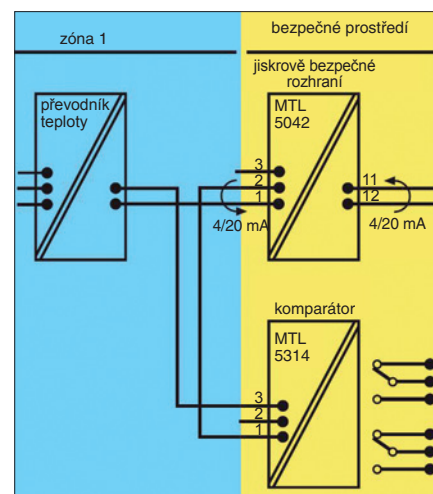
Norma určuje pro jednoduchá zařízení limity hodnot napětí $U = 1,5\text{ V}$, proudu $I = 100\text{ mA}$ a výkonu $P = 25\text{ mW}$ generovaných tímto zařízením. Jednoduché zařízení může být zapojeno do jiskrově bezpečného obvodu bez nutnosti přepočítat jeho parametry. Opatrnost je ovšem třeba při zapojení několika jednoduchých zařízení. Jestliže se např. zapojí do obvodu jeden nebo dva termočlánky, je to v pořádku. U řady několika termočlánků v jednom obvodu je nutné zohlednit jejich počet a vliv na parametry obvodu.

Norma také umožňuje použití kapacit a indukčností v jednoduchém zařízení, aniž by bylo nutné analyzovat jiskrově bezpečný obvod. Platí pravidlo, že jsou-li celková kapacita a indukčnost přidané do obvodu menší než 1 % příslušných výstupních parametrů zdroje, není třeba s jejich vlivem počítat. Jestliže však jsou přidaná indukčnost a kapacita spolu s dalšími indukčnostmi a kapacitami v obvo-

du 20 mm²) většinou závisí na příkonu, který nesmí být vyšší než 1,3 W při okolní teplotě do +40 °C. Při vyšší okolní teplotě musí být příkon nižší (1,2 W při 60 °C, 1 W při 80 °C). Jestliže toto pravidlo nelze použít, je nutné povrchovou teplotu změřit nebo jinak určit. Nevychází-li povrchová teplota pod 135 °C, nelze zařízení považovat za jednoduché.

Jednoduché zařízení je většinou izolováno od země. Je-li izolační napětí vzhledem k zemi nižší než 500 V, je nutné toto zařízení považovat za uzemněné a je tomu třeba přizpůsobit návrh jiskrově bezpečného systému.

Typickým představitelem jednoduchého zařízení je odporový senzor teploty (RTD) zobrazený jako senzor v příkladu zapojení na obr. 1.



Obr. 3. Komparátor

RTD je teplotně závislý odpor se zanedbatelnou indukčností a kapacitou. Jeho příkon je asi 2,5 mW, což je podstatně méně než 25 mW – tj. hodnota přípustná pro jednoduché zařízení. To dovoluje určit jeho teplotní třídu podle teploty měřeného média (tedy nikoliv provozní teploty okolí – teplotní třída T6 u senzoru teploty s rozsahem do +500 °C je běžný reklamní úkaz). RTD nesplňuje požadované izolační napětí 500 V, a proto je nutné považovat obvod za uzemněný v tomto bodě. Jestliže je převodník teploty, k němuž je senzor připojen, izolován od země, je to v pořádku.

4. Použití přístrojů označených jako jednoduchá zařízení

Dalším běžným využitím pravidla pro jednoduchá zařízení je použití certifikovaného přístroje se vstupními parametry odpovídajícími jednoduchému zařízení. Jsou to různé testovací přístroje, zobrazovače nebo komparátory. Příkladem může být komparátor MTL5314, který se používá k monitorování signálu 4 až 20 mA. Jeho zapojení je na obr. 3. Vstupní svorky splňují požadavky jednoduchého zařízení, a proto není nutné přepočítávat parametry obvodu, do kterého byl tento komparátor vložen. Stačí tuto skutečnost uvést v dokumentaci.

(MTL Instruments Group)