

ŘEŠENÍ

Produktovody a stanice katodické ochrany

Ochrana před blesky a přepětím



Ochrana produktvodů před účinky blesků a přepětí

Správně navržená a funkční ochrana před přepětím by měla být nedílnou součástí všech důležitých průmyslových systémů a technologií, kde jsou kladeny maximální požadavky na spolehlivost. A kde by případný výpadek provozu nebo výroby mohl mít nejen značné finanční, ale také vážné bezpečnostní dopady.

Toto samozřejmě obecně platí ve všech průmyslových odvětvích, ale zvláště v oblasti provozu produktvodů (plynárenství, rafinerií a ropného průmyslu), kde selhání potrubního systému a případný únik transportovaného produktu může způsobit nejen hmotné škody, ale i poškození životního prostředí. Navíc na dodávkách tohoto produktu, kterým může být například i voda, často závisí celé regiony a oblasti. Proto by měl být celý navržený systém spolehlivý a odolný jakýmkoliv okolním vlivům, aby se snížily servisní náklady a případné následné náhrady za přerušení dodávek. Ty pak úměrně rostou s charakteristickými vlastnostmi těchto systémů, jako jsou například rozměrné díly, složitá manipulace, náročné klimatické podmínky, nepřístupný terén, velké vzdálenosti, dostupnost obsluhy a podobně. Z tohoto nám jasně vyplývá, že doba návratnosti počáteční investice do zajištění co možná největší bezporuchovosti systému a ochrany před přepětím je ve srovnání s jinými náklady v tomto odvětví velmi krátká.

Příčiny vzniku přepětí na stanicích katodické ochrany

Do stanice katodické ochrany jsou zpravidla zavedena minimálně 3 různá vedení:

- napájecí síť nn
- obvody katodické ochrany (potrubí, anody)
- obvod referenční elektrody

Přívod napájení je častým zdrojem přepětí, zvláště jedná-li se o přípojku vedenou vzduchem od sloupového transformátoru, odkud může dojít k zavlečení bleskových proudů do stanice. Spínací a atmosférické impulzní přepětí z rozvodů vn/vvn obsahující vysokofrekvenční složky proniká do elektrických obvodů stanice přes kapacitu napájecího transformátoru a tudíž i přes kabely podzemní přípojky nn.

Největší problém z pohledu elektrické energie ale představuje **úder blesku přímo do chráněného potrubí**. Vysoký gradient napětí v okolí potrubí přitom ohrožuje všechny obvody, které jsou zapojené k elektrodám v zemi. Obdobně je tomu v případě **úderu blesku do blízkosti katodické stanice**, kdy při rozptylu

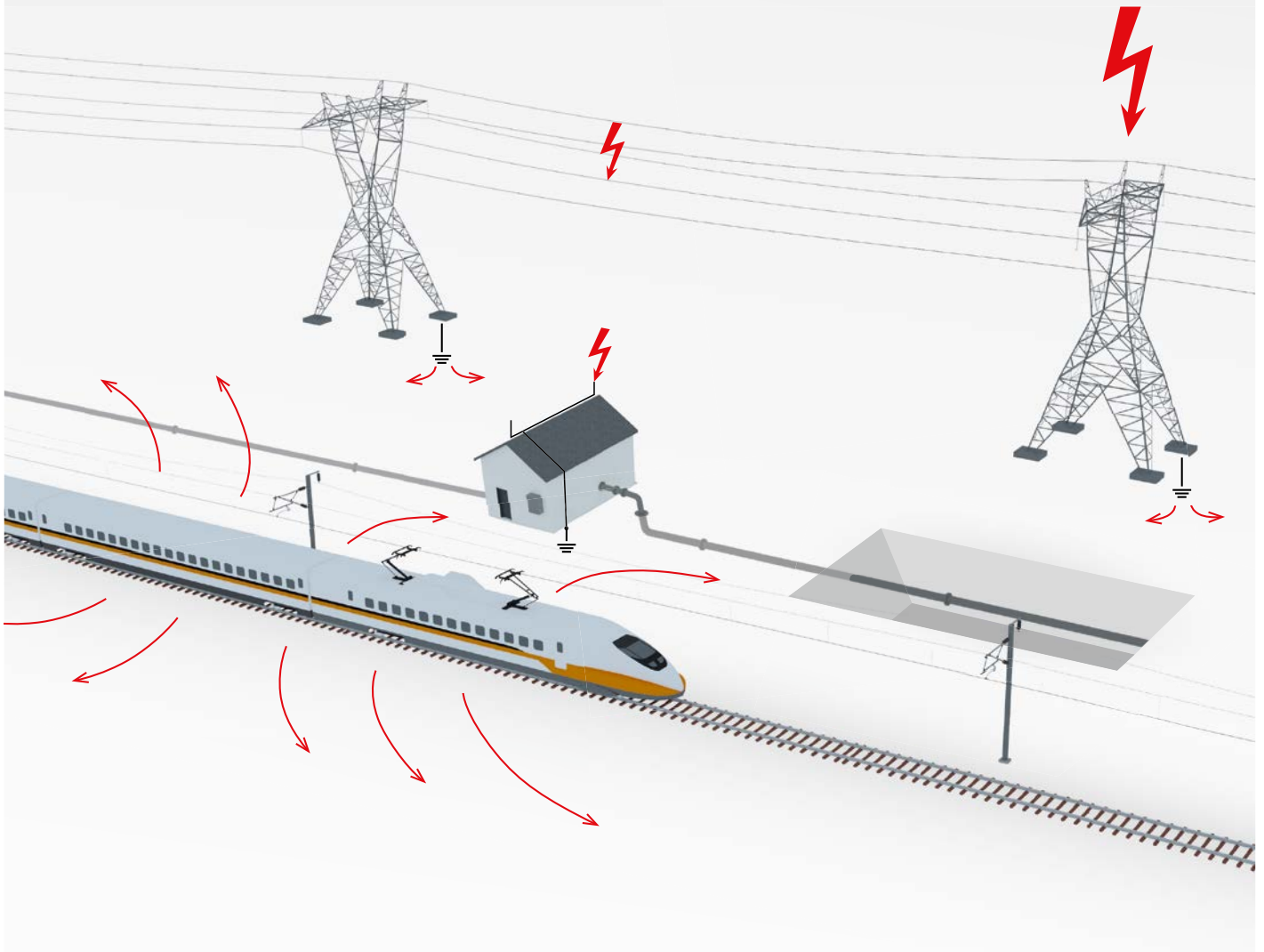
S rozšířením dálkových produktvodů bylo v mnoha lokalitách pozorováno, že na potrubích umístěných v zemi nebo ve vodě dochází ke zvýšenému výskytu koroze a degradování materiálu. Na základě rozsáhlých výzkumů tohoto jevu se tak pro zabezpečení spolehlivého provozu začala používat ochrana potrubí proti korozi v podobě ochrany pasivní, která znamená použití různých ochranných nátěrů či povlaků, a také ochrany aktivní v podobě **stanic katodické ochrany (SKAO)**.

Tyto stanice chrání potrubí generovaným stejnosměrným napětím před negativním působením střídavého napětí na materiál potrubí. Jsou zde měřena a porovnávána napětí na výstupu zdroje katodické ochrany a referenční elektrody, a v případě nutnosti je pak přizpůsobována úroveň ochranného DC napětí generovaného do potrubí. Toto napětí zabraňuje procesu koroze kovového materiálu produktvodů. Stanice katodické ochrany obsahují různá elektronická zařízení, zdroje stejnosměrného proudu, senzory, komunikační linky, systémy dálkové signalizace stavu a různé další prvky. Měly by tak být komplexně chráněny před poruchami a účinky možného atmosférického či technologického přepětí, indukovaného napětí ze souběhu s vedením VN nebo VVN, a nebo vlivem vysoko-ohmového zkratu. Správně provedená ochrana před pulzním přepětím minimalizuje možnost poškození zdroje KAO a tím i výpadky nebo snížení funkčnosti katodické ochrany daného úseku potrubí.

bleskového proudu v zemi narůstá v okolí stanice úroveň impulzního napětí. Následkem toho jsou různé potenciály na jednotlivých kovových konstrukcích v zemi (potrubí, anoda, referenční elektroda, uzemnění silové sítě a hromosvodní ochrany objektu). Rozdíly potenciálu představují nebezpečné přepětí pro jednotlivé obvody SKAO. **Při zásahu bleskem do hromosvodní ochrany objektu**, v němž je stanice katodické ochrany zřízena, platí totéž: bleskový proud při rozptylu v zemi vytváří rozdílové potenciály na všech přívodech k uzemněným částem a elektrodám (potrubí, PEN, anoda, referenční elektroda atd.).

Jakékoli **zkratové proudy při zemních zkratech na vedeních vn/vvn nebo elektrické trakce v souběhu s potrubím** vyvolávají indukované proudy v blízkých potrubích. Největší nebezpečí však představují proudy přecházející galvanicky (zemí) do potrubí při zkratech na venkovních vedeních s nízko-impedančně uzemněným uzlem (typicky se jedná o sítě TN a TT). Zejména v zastavěných oblastech bývá dodržení dostatečné vzdálenosti uzemnění od potrubí problematické. Průběh přepětí je pak dán průběhem zkratového proudu v uvažovaném systému.

obr. 1 Příčiny vzniku přepětí na potrubních systémech.



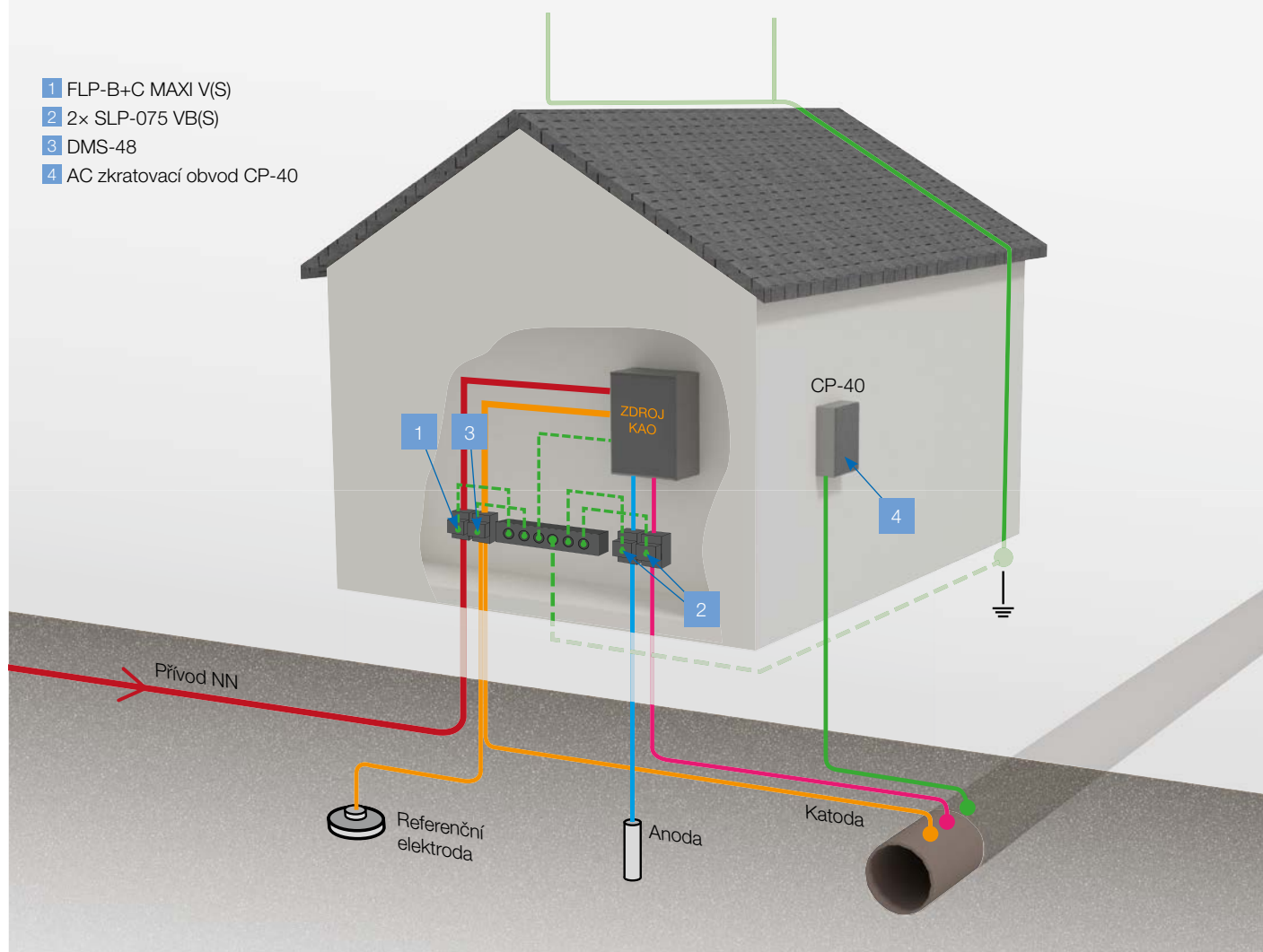
Ochrana zdroje katodické ochrany

Ochrana před pulzním přepětím **na vstupu vedení nn** vychází z principu pospojení a zabránění vzniku rozdílových potenciálů, které by mohly způsobit poškození zdroje při přímém i blízkém úderu blesku, stejně jako v případě návrhu ochrany proti přepětí u obytných budov. Proto by měly být všechny vstupy napájení do zdroje katodické ochrany (KAO) osazeny svodiči bleskových proudů a přepětí řady **FLP-B+C MAXI V** (SPD typu 1 a 2). Výhodou těchto ochran je jejich velmi nízká ochranná napěťová hladina $U_p \leq 1,5$ kV, která zajišťuje bezpečnou hladinu napětí pro zařízení připojená v blízkosti této ochrany a také nulový uni-

kající proud, který znamená nulovou energetickou náročnost v běžném provozu.

Pro **ochranu výstupu zdroje katodické ochrany** (obvody anody a katody) budou použity dva kusy svodiče **SLP-075 VB/1** (dostupné také v provedení „S“ s dálkovou signalizací stavu), jednu na kladný a druhý na záporný pól. Na obvod referenční elektrody se osadí speciální přepěťová ochrana typu **DMS-48** s funkcí omezení zavlečeného proudu.

obr. 2 Blokové schéma návrhu ochrany před přepětím na SKAO.



Ochrana potrubí včetně jejich vybavení před nežádoucím střídavým napětím

Se zvláštní pozorností je třeba řešit také možné ohrožení zdroje KAO při výskytu nebezpečného potenciálu od **indukovaného střídavého napětí z vedení vn/vvn nebo železniční traktce**. Toto indukované přepětí je velkým provozním problémem a brání správné funkci zdroje KAO, což má za následek zmíněnou korozi potrubí, snížení jeho životnosti a vyšší spotřebu elektrické energie stanice katodické ochrany.

Vzhledem k tomu, že se na potrubí při této situaci objevují současně dva typy napětí – stejnosměrné (DC) napětí ze SKAO, které je potřebné pro ochranu potrubí, a střídavé (AC) nežádoucí indukované napětí, je celkem obtížné toto AC napětí odstranit, aniž by to výrazně ovlivnilo průběh DC napětí ze SKAO. Zvláště když díky použití katodické ochrany není možnost potrubí přímo uzemnit. Proto je vhodné navrženou ochranu stanice katodické ochrany před přepětím doplnit **AC zkratovacím obvodem s označením CP-40**, který se používá také jako náhrada dříve používaných řešení s označením „KIRK“ nebo „DOČ“. Jedná se o bezúdržbové zařízení s jednoduchou montáží, čímž jsou minimalizovány i servisní náklady. V případě výskytu indukova-

ného AC napětí obvod krátkodobě propojí potrubí s uzemněním, odvede toto naindukované AC napětí z potrubí a současně se ke stejnosměrnému polarizačnímu napětí zdroje KAO chová tak, jako by tam nebylo a neovlivňuje jeho činnost. CP-40 také výrazně snižuje spotřebu energie na SKAO optimalizací úrovně generovaného DC proudu, což významným způsobem snižuje celkové náklady na provoz, a to až o 80 %.

Díky své komplexní konstrukci a použitému výkonnému jiskřiči je CP-40 i účinnou ochranou SKAO před atmosférickými jevy (blesky) ze strany potrubí se schopností svádět blesky až do hodnoty 100 kA (10/350 μ s). Tato vlastnost nalezne využití i pro eliminaci bludných proudů působících na potrubí z projíždějících vlaků a lokomotiv v případech, kdy je například produktovod uložen v kamenitém podloží.

AC zkratovací obvod CP-40 je nabízen ve dvou základních provedeních – pro umístění do rozvodnice pod názvem **CP-40-K2** nebo jako varianta pro povrchovou montáž v rozvodnici s krytím IP65 s označením **CP-40-BOX**.

Použití oddělovacích jiskřišť na izolační příruby potrubí

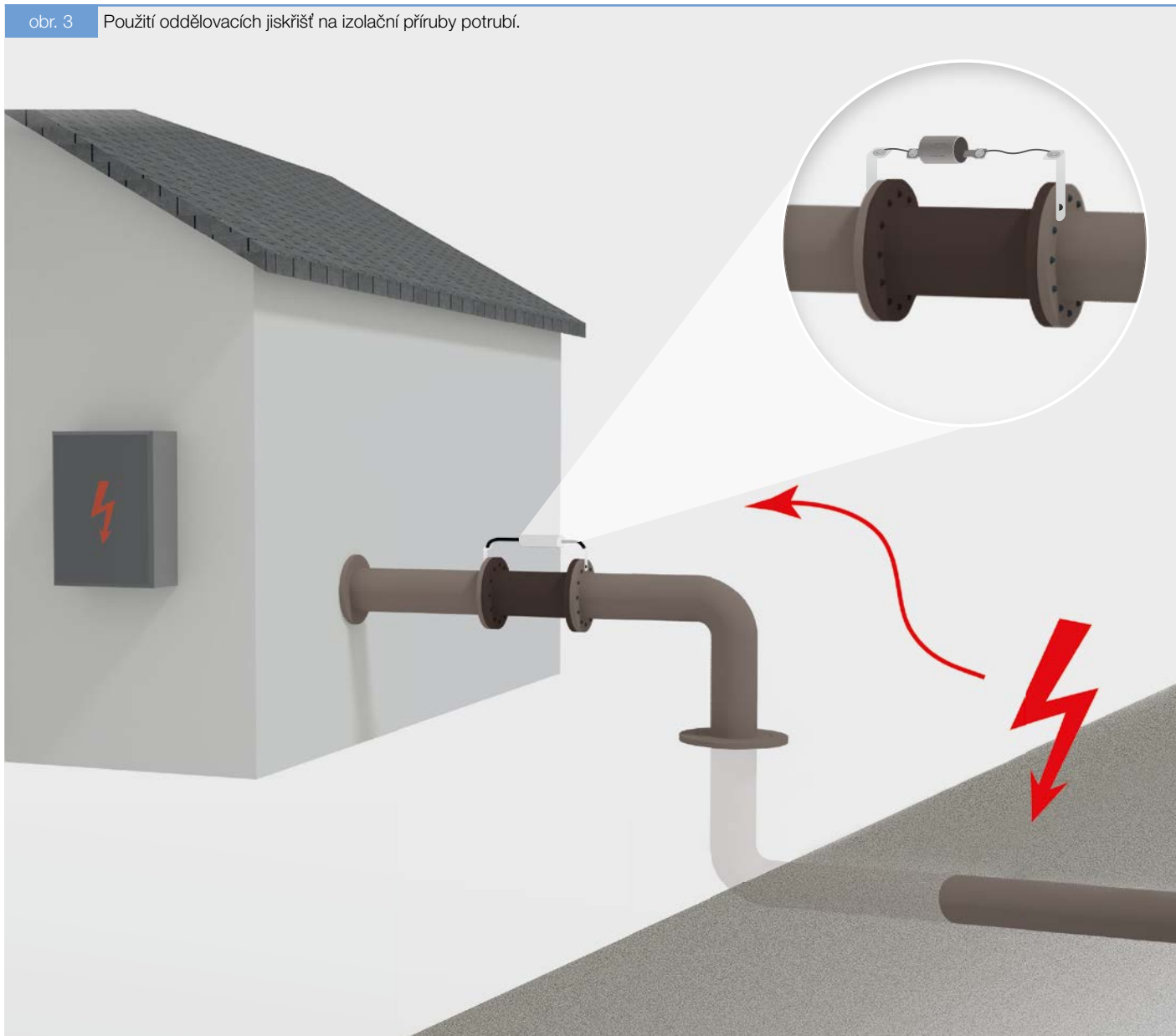
Jak již bylo nastíněno, velký problém pro funkci SKAO představuje **úder blesku přímo do chráněného potrubí**. Bleskový proud se po zásahu šíří po potrubí (až několik kilometrů), až k místu připojení stanice katodické ochrany nebo k izolačnímu dílu či přírubě. Ty se na potrubích používají pro oddělení jednotlivých katodicky chráněných úseků nebo sekcí s vlastním uzemňovacím systémem. Následný vzniklý velký rozdíl potenciálu na jedné a druhé straně příruby při této události může způsobit elektrické proražení izolace a narušení funkce katodické ochrany na obou postižených částech potrubí.

Pro vzájemné propojení těchto částí se používají speciální výkonná uzavřená plynem plněná oddělovací jiskřiště **ISG**. Ta v případě rozdílu potenciálu nebo přímého úderu blesku do jednoho úseku zajistí vyrovnání potenciálu mezi úseky a ochrání

tím izolaci mezi oběma kovovými částmi před elektrickým proražením. Na produktovodech, ve kterých se přenáší nebezpečný materiál, jako plyn nebo ropa, je nutné použít speciální varianty uzpůsobené do prostředí s nebezpečím výbuchu, tzv. Ex s ATEX certifikátem. Ty nesou typové označení **ISG...H Ex**.

Další využití naleznou oddělovací jiskřiště například v kontrolních stanicích produktovodů, kde musí být celý systém uveden na stejný potenciál, aby nedošlo k průrazu izolace nebo přeskočce jiskry v případě přenosu nebezpečného materiálu. Toho se docílí tím, že se potrubí nepřímou uzemní přes ISG (Ex) k hlavnímu systému pospojování stanice. V případě nárůstu rozdílu potenciálu, a to i v případě zásahu blesku do budovy, dochází k vyrovnávání potenciálů právě přes tento ochranný prvek.

obr. 3 Použití oddělovacích jiskřišť na izolační příruby potrubí.



Doporučené výrobky pro ochranu produktovodů

Svodiče bleskových proudů a přepětí (SPD typu 1 a 2) FLP-B+C MAXI

Velmi výkonné kombinované svodiče bleskových proudů a přepětí k instalaci do rozvodů nn na přívodu napájení. Ochrana proti účinkům přepětí při přímém i nepřímém úderu blesku. Sériová kombinace varistor-jiskřiště. Nulový unikající proud. Žádný následný proud.



- Vyjímatelný modul
- Optická signalizace stavu
- Možnost blokace modulu
- Volitelně dálková signalizace stavu (S)
- $U_p \leq 1,5 \text{ kV}$

| Typ výrobku | Zapojení | Vhodný pro síť | U_c | I_{imp} (10/350 μ s) | I_n (8/20 μ s) | I_{max} (8/20 μ s) | Dálková signalizace | Objednací číslo |
|---------------------|----------|----------------|----------|----------------------------|----------------------|--------------------------|---------------------|-----------------|
| FLP-B+C MAXI V/1+1 | 1+1 | TT | 275 V AC | 25 kA | 30 kA | 60 kA | Ne | 8595090550952 |
| FLP-B+C MAXI VS/1+1 | 1+1 | TT | 275 V AC | 25 kA | 30 kA | 60 kA | Ano | 8595090537830 |
| FLP-B+C MAXI V/2 | 2+0 | TN-S | 275 V AC | 25 kA | 30 kA | 60 kA | Ne | 8595090550921 |
| FLP-B+C MAXI VS/2 | 2+0 | TN-S | 275 V AC | 25 kA | 30 kA | 60 kA | Ano | 8595090537847 |
| FLP-B+C MAXI V/3 | 3+0 | TN-C | 275 V AC | 25 kA | 30 kA | 60 kA | Ne | 8595090550938 |
| FLP-B+C MAXI VS/3 | 3+0 | TN-C | 275 V AC | 25 kA | 30 kA | 60 kA | Ano | 8595090535706 |
| FLP-B+C MAXI V/3+1 | 3+1 | TT | 275 V AC | 25 kA | 30 kA | 60 kA | Ne | 8595090550969 |
| FLP-B+C MAXI VS/3+1 | 3+1 | TT | 275 V AC | 25 kA | 30 kA | 60 kA | Ano | 8595090535720 |
| FLP-B+C MAXI V/4 | 4+0 | TN-S | 275 V AC | 25 kA | 30 kA | 60 kA | Ne | 8595090550945 |
| FLP-B+C MAXI VS/4 | 4+0 | TN-S | 275 V AC | 25 kA | 30 kA | 60 kA | Ano | 8595090535713 |

Svodiče přepětí (SPD typu 2) SLP-075 VB

K ochraně výstupu zdroje katodické ochrany proti účinkům indukovaného přepětí při úderu blesku nebo jako první stupeň ochrany měřících obvodů. Vhodné pro použití v sítích s kolísavým napětím. Sériová kombinace varistor-jiskřiště. Nulový unikající proud. Žádný následný proud.



- Vyjímatelný modul
- Optická signalizace stavu
- Možnost blokace modulu
- Volitelně dálková signalizace stavu (S)

| Typ výrobku | Zapojení | Vhodný pro síť | U_c | I_n (8/20 μ s) | I_{max} (8/20 μ s) | Dálková signalizace | Objednací číslo |
|----------------|----------|----------------|---------|----------------------|--------------------------|---------------------|-----------------|
| SLP-075 VB/1 | 1+0 | TN | 75 V AC | 15 kA | 25 kA | Ne | 8595090521556 |
| SLP-075 VB/1 S | 1+0 | TN | 75 V AC | 15 kA | 25 kA | Ano | 8595090521563 |

Přepětěvé ochrany DMS

Speciální dvoustupňová přepětěvá ochrana s odolností proti zavlečenému AC napětí a omezováním průchozího proudu. K ochraně řídicích systémů MaR, EZS, EPS apod., zejména měřících smyček, před pulsním přepětím tam, kde jsou dlouhé souběhy s elektrickým vedením.



- Instalace těsně před chráněné zařízení
- Linková část oddělena od ochranné země bleskojistkou (plovoucí)

| Typ výrobku | Umístění | Počet linek | U_c | I_L | I_n (C2) | U_p (C3) žíla-PE | Plovoucí | Objednací číslo |
|-------------|----------|-------------|---------|--------|------------|--------------------|----------|-----------------|
| DMS-24 | ST 2+3 | 1 | 33 V DC | 0,06 A | 5 kA | 450 V | Ano | 8595090541189 |
| DMS-48 | ST 2+3 | 1 | 56 V DC | 0,06 A | 5 kA | 450 V | Ano | 8595090555452 |

AC zkratovací obvod CP-40

Zařízení odstraňuje negativní vliv indukovaného střídavého napětí na zdroje systému katodické ochrany. Nijak neovlivňuje funkci zdroje KAO, ale svádí na zem všechna střídavá napětí s výjimkou proudu frekvence 10 kHz, který se používá k vyhledávání svodových proudů. Maximální trvalý střídavý proud, který je CP-40 schopné svádět na zem, je 40 A. Zařízení v sobě integruje také ochranu proti přepětí a přímému úderu blesku až do 100 kA (10/350 μ s).



- Ochrana SKAO před atmosférickými jevy ze strany potrubí
- Eliminace škodlivých vlivů indukovaného AC napětí na potrubí
- Neovlivňuje DC proud a funkci katodické ochrany
- Výrazné snížení spotřeby energie SKAO
- Bezúdržbové zařízení

| Typ výrobku | Montáž | U_{max} | I_A | I_{max} | I_L | I_n | I_{imp} | Stupeň krytí | Objednací číslo |
|-------------|------------|-----------|---------|-----------|-------------|-------------|-----------|--------------|-----------------|
| CP-40-BOX | nástěnná | 18 V DC | 40 A AC | 400 A AC | ≤ 1 mA | 10 x 100 kA | 100 kA | IP 65 | 8595090553465 |
| CP-40-K2 | do boxu K2 | 18 V DC | 40 A AC | 400 A AC | ≤ 1 mA | 10 x 100 kA | 100 kA | IP 00 | 8595090537618 |

Oddělovací jiskřiště ISG a ISG EX

Oddělovací jiskřiště pro vyrovnávání potenciálů a přemostění izolovaných přírub a izolovaných spojení na potrubích s katodovými ochranami. Další použití naleznou pro nepřímé spojení vnějšího systému ochrany před bleskem k jiným blízkým kovovým dílům, nebo dvou navzájem izolovaných částí, všude tam kde není z provozních důvodů povoleno přímé spojení.



- Velmi nízké jmenovité DC výdržné napětí
- Různé možnosti připojení
- Varianty pro prostředí s nebezpečím výbuchu (Ex) – v nerezovém pouzdru
- Odpor oddělení ≥ 100 M Ω
- Produkty klasifikace třídy N a H

| Typ výrobku | Do Ex prostředí | Připojení | I_{imp} (10/350 μ s) | U_{rimp} | U_{WAC} | U_{WDC} | Klasifikace | Objednací číslo |
|--------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|------------|-----------|-----------|-------------|-----------------|
| ISG-100 | Ne | Šrouby | 50 kA | 0,95 kV | 0,07 kV | 0,1 kV | Třída N | 8595090540786 |
| ISG-250 | Ne | Šrouby | 100 kA | 1,4 kV | 0,25 kV | 0,375 kV | Třída H | 8595090541301 |
| ISG-500 | Ne | Šrouby | 100 kA | 1,5 kV | 0,35 kV | 0,5 kV | Třída H | 8595090541271 |
| ISGC-100 | Ne | Kabely | 50 kA | 0,95 kV | 0,07 kV | 0,1 kV | Třída N | 8595090553663 |
| ISGC-250 | Ne | Kabely | 100 kA | 1,4 kV | 0,25 kV | 0,375 kV | Třída H | 8595090553670 |
| ISGC-500 | Ne | Kabely | 100 kA | 1,5 kV | 0,35 kV | 0,5 kV | Třída H | 8595090553687 |
| ISGO-500 | Ne | Kabel / šroub | 100 kA | 1,5 kV | 0,35 kV | 0,5 kV | Třída H | 8595090555186 |
| ISG-100H Ex | Ano | Šrouby | 100 kA | 0,95 kV | 0,07 kV | 0,1 kV | Třída H | 8595090541325 |
| ISG-250H Ex | Ano | Šrouby | 100 kA | 1,4 kV | 0,25 kV | 0,375 kV | Třída H | 8595090541226 |
| ISG-500H Ex | Ano | Šrouby | 100 kA | 1,5 kV | 0,35 kV | 0,5 kV | Třída H | 8595090541097 |
| ISGC-100H Ex | Ano | Kabely | 100 kA | 0,95 kV | 0,07 kV | 0,1 kV | Třída H | 8595090541295 |
| ISGC-250H Ex | Ano | Kabely | 100 kA | 1,4 kV | 0,25 kV | 0,375 kV | Třída H | 8595090540380 |
| ISGC-500H Ex | Ano | Kabely | 100 kA | 1,5 kV | 0,35 kV | 0,5 kV | Třída H | 8595090541202 |
| ISGT-100H Ex | Ano | Ploché přívoody | 100 kA | 0,95 kV | 0,07 kV | 0,1 kV | Třída H | 8595090555179 |
| ISGT-250H Ex | Ano | Ploché přívoody | 100 kA | 1,4 kV | 0,25 kV | 0,375 kV | Třída H | 8595090555162 |
| ISGO-100H Ex | Ano | Kabel / šroub | 100 kA | 0,95 kV | 0,07 kV | 0,1 kV | Třída H | 8595090561439 |
| ISGO-250H Ex | Ano | Kabel / šroub | 100 kA | 1,4 kV | 0,25 kV | 0,375 kV | Třída H | 8595090561446 |
| ISGO-500H Ex | Ano | Kabel / šroub | 100 kA | 1,5 kV | 0,35 kV | 0,5 kV | Třída H | 8595090555148 |

SALTEK s.r.o.

Drážďanská 85
400 07 Ústí nad Labem
Tel.: +420 475 655 511
Fax.: + 420 475 655 513
E-mail: info@saltek.cz

Technická podpora

Tel.: 800 818 818
E-mail: podpora@saltek.cz
www.saltek.eu

SALTEK Slovakia s.r.o.

Kutlíkova 17
851 02 Bratislava
Tel.: +421 262 250 311
E-mail: info@saltek.sk
www.saltek.sk