Elektrické instalace v kombinovaném prostředí – technická rizika, jejich stanovení a omezení, ...

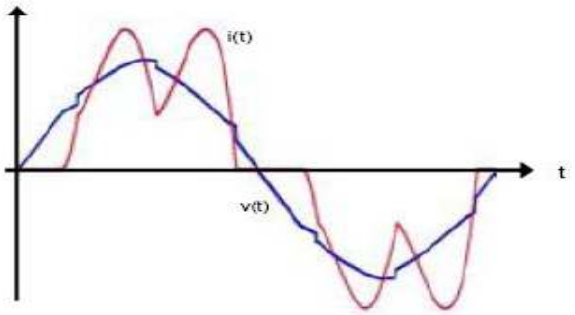
Ing. Edmund PANTŮČEK, Phoenix Contact, s.r.o., Brno, ČR

Riziko je vyjádřením vztahu mezi velikostí ztráty a pravděpodobností vzniku události. Analýza rizika určí slabá místa systému, prevence snižuje počet takových míst. Elektrická rizika znamenají ohrožení provozuschopnosti systému a také možnost následných škod po případném výpadku. Snížení rizika znamená zvýšení provozně-technické bezpečnosti objektu, instalace a personálu. Eliminace rizik znamená cyklický proces vyhledávání možného rizika a provádění aktivit k omezení nebo zamezení takového stavu.

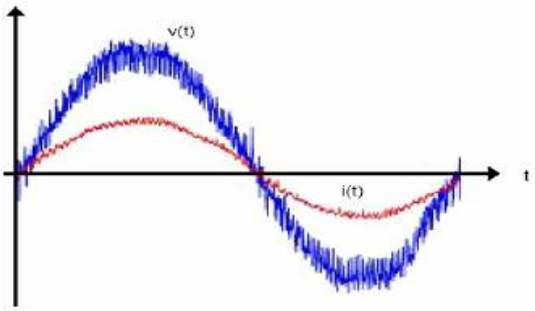
Přes několik desetiletí, po která jsou prvky ochrany proti přepětí a přepěťová ochrana jako součást EMC probírány a instalovány, dochází stále k opominutím a chybám. Tyto chyby, opomenutí a omyly často degradují ochranu a přispívají k obecnému názoru – ono vlastně není třeba ochranu proti přepětí budovat, jelikož nesplní předpokládanou funkci. Je to záměna příčin a důsledků? Jak nazvat instalaci v domě, kde jsou vzdálenosti po vedení takové, že svodiče chrání pouze rozvaděče, ve kterých jsou umístěny?

Každý potenciálový rozdíl mezi dvěma body vytváří elektrické pole. Každý elektrický proud je doprovázen magnetickým polem. Pokud se pole nemění, je jeho vliv zanedbatelný. Pokud je změna proudu doprovázena rychle se měnícím magnetickým polem, dochází v souladu s Maxwellovými rovnicemi ke vzniku indukovaného napětí nebo proudu.

Transientní vazby představují častou příčinu rušení v systémech. Z pohledu zajištění EMC objektů není důležité, zda se jedná o periodické nebo dynamické změny pole. Periodické změny pole vznikají v důsledku změn proudu v rozvodech napájení, sběrnicových rozvodech, přívodech pohonů stejně jako magnetická pole transformátorů a motorů. Dynamické interference obecně vznikají v důsledku spínacích pochodů v rozvodech, často jako průvodní jev zemních zkratů nebo důsledek výboje blesku.



Rušení od invertoru

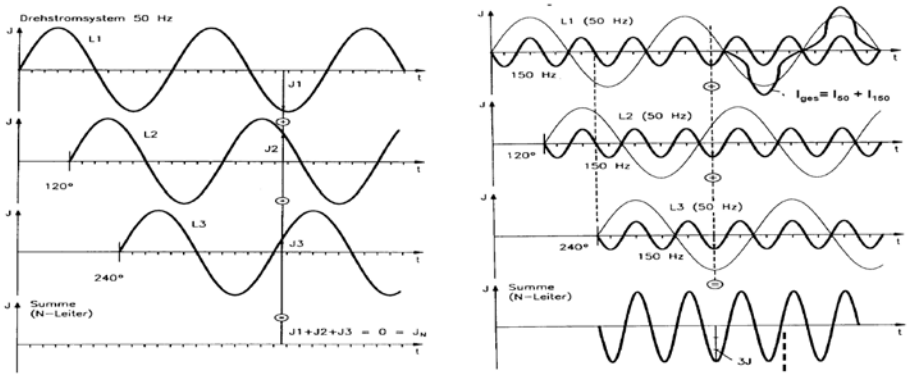


Rušení od šestipulzního usměrňovače

Všechny tyto interference pronikají do dílčích systémů galvanickou, induktivní a kapacitní vazbou. Elektromagnetická pole jsou svým účinkem důležitá především při vysokofrekvenčním rušení, kdy je možno lokalizovat vysílač a v systému stanovit přijímač. Vysokofrekvenční procesy provázejí také výboje blesku nebo spínací pochody a mohou trvat déle než vysokofrekvenční rušení. I v těchto případech dále pronikají nízkoenergetická rušení jako nepřímý vliv. Proto je důležité před

vlastní tvorbou projektu systému důkladně zvážit možné vlivy a nutná opatření k ochraně před jejich účinky.

Zkreslení vyššími harmonickými představuje značnou fyzickou zátěž elektrických i elektronických obvodů, jejich přetížení proudem i napětím. Třetí harmonická nevzniká jen v důsledku spínání výkonových zátěží nebo pravoúhlé konverze, ale také jako důsledek užívání elektronických spínaných zdrojů,



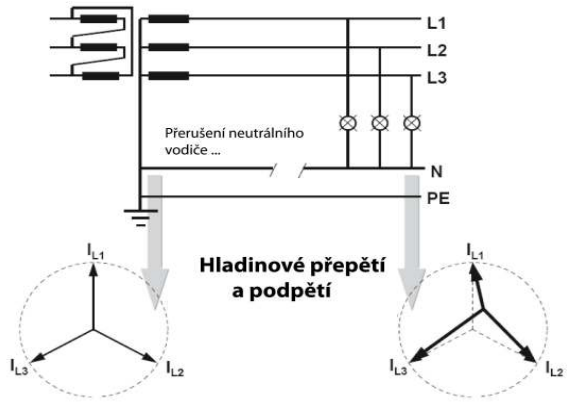
Obr.1 Vznik a působení třetí harmonické

Obecně vzniká třetí harmonická především na zařízeních s převahou kapacitní složky, tedy prakticky na všech současných zdrojích, řízeních a regulátorech. Dalším problémem je vysoká soudobost, trvalé připojení standby zdrojů, skokové nárůsty a mezifázová rozvážení vzhledem k charakteru impulsních zdrojů a řízení.

Oproti dřívějšímu stavu uvažujeme činnou, jalovou a reaktivní složku elektrického výkonu

$$S = (P^2 + Q^2 + Q_O^2)^{1/2}$$

Právě reaktivní složka vnáší hlavní nelinearitu harmonickým zkreslením do přívodů, což znamená nejen ohrožení středního vodiče jeho trvalým přetížením, ale de facto rozpad trojfázové soustavy na tři jednofázové obvody se společným neutrálním vodičem.



Obr.2 Důsledek přerušení neutrálního vodiče

Elektrické zařízení, byť odolné ve smyslu Směrnice EU o elektromagnetické slučitelnosti, může být kombinací několika nepříznivých vlivů ohroženo natolik, že dojde k jeho poškození nebo destrukci. Současná analýza a prevence rizik stanoví taxativně ohrožení a protiopatření, nezabývá se prevencí a zajištěním maximálního výkonu elektrického zařízení. Elektrické provozovny jsou typické vysokou koncentrací prostředků systémů řízení, dálkových přenosů dat a telekomunikací v blízkosti vysoce účinných zdrojů rušení. Z pohledu analýzy a prevence rizika jsou elektrické provozovny důležitým objektem. Jsou rozmístěny prakticky ve všech druzích prostředí. Také

zdůrazněná potřeba trvalosti a nepřetržitosti výroby, přenosu a rozvodu elektrické energie řadí do popředí rizikový management, zaměřený na elektrické provozovny.

Bezpečnostní analýza se proto musí zabývat vyhodnocením sdruženého rizika – od možnosti nežádoucího narušení osobami, přes rizika chemická, biologická, požár, exploze, zátopy a záplavy, ale také elektromagnetickou interferencí. Společně jsou vyhodnocovány bezpečnostní aspekty technického vybavení, provozu, ale zároveň obsluhy a ostatního provozního perzonálu. Především oblast elektronického zpracování a přenosu dat bude analýzu rizika ohrožení bleskem a/nebo přepětím vyžadovat. Zde se nejedná jen o poškození nebo zničení technického vybavení, ale hlavně o škody z omezení nebo ztráty dat, omezení nebo přerušení služby, nebo snížením spolehlivosti.

Analýza rizika pomáhá objektivizovat a kvantifikovat možné poškození objektu jejich přímým nebo nepřímým účinkem. Z pohledu managementu rizika se jedná o kombinaci nejméně tří rizik. Roli sehrává také kvalifikovaný odhad vzájemného překrytí ochranných prostředků, jejich součinnosti, ale také jejich možného vlivu na provozovaný systém. Analýza rizika nestanoví přesný postup pro ochranu objektu – vyhledává možná ohrožení a určuje míru ochrany. Potřebná technická opatření jsou dána technickými standardy.

Ochrana proti přepětí je bezpečnostní subsystém, a jako část systému omezení rizik je třeba ji chápat. Proto je třeba při návrhu i při realizaci znát nejen projekt elektrické instalace, ale celkový projekt – včetně vzdáleností, směru vedení vodičů a kabelů, předpokládaného rozmístění strojů a přístrojů, vzdáleností od hromosvodů a silových vedení , případně dalších rozvodů, způsob uzemnění a vyrovnání potenciálů, ale třeba i bouřkovou aktivitu v místě stavby (keraunická mapa podává průměrované, tedy orientační hodnoty pro oblast!). Ochrana proti přepětí je vytvářena po vyrovnání potenciálů a stínění ze svodičů přepětí jednoduchých nebo kombinovaných, umístěných po analýze rizika na předem určených místech s potřebou zajištění optimálních provozních vlastností jednotlivých prvků i celého systému. Je účinná proti vlivům impulzního (tranzientního) nebo dlouhodobého (hladinového) přepětí.

Přepětí mohou vznikat v důsledku výboje blesku, spínacích pochodů nebo poruch v síti, případně přenosem kapacitní nebo induktivní vazbou přes transformátor ze sítí vysokého napětí – zde je předpokládána hodnota vzniklého přepětí jako 2% napětí mezi fázemi . Tato hodnota je informativní, značně se mění podle zátěže na výstupu transformátoru.

Pro indukované přepětí do sítí nízkého napětí po výboji blesku v blízkosti vzdušného vedení platí dle IEC 61643-12 odhad

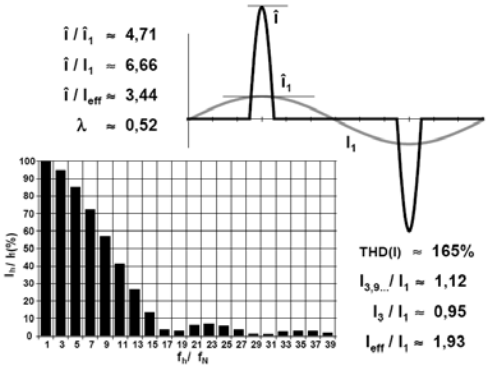
$$U = 30 * k * (h / d) * I ,$$

kde **I** je proud výboje blesku v kiloampérech ,
h je výška vedení v metrech nad zemí,
d je vzdálenost v kilometrech od výboje,
k je odvozeno od rychlosti zpětného výboje bleskovým kanálem – pohybuje se mezi 1,0 a 1,3.

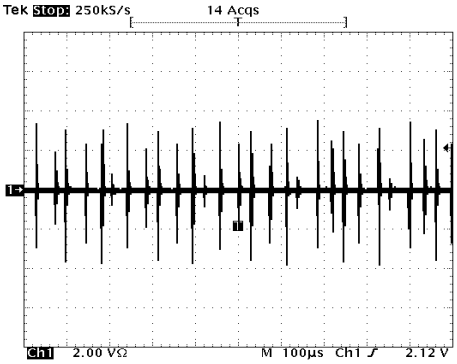
Běžný úder blesku s proudem 30 kA ve vzdálenosti 1 km od vzdušného vedení vytváří impulz 5 kV, blesk s proudem 100 kA pak vytváří napěťový impulz 15 kV. Napětí v přípojkové skříni by nemělo překročit 4 kV.

Je-li vedení provedeno kabelem, má větší vliv rozdíl potenciálu mezi místem zásahu blesku a místem sledování. Pokud dojde k přímému zásahu blesku do objektu, dělí se jeho účinek do čtyř vodičů napájení, navíc v poměru odpovídajícím poměru zemního odporu hromosvodu k paralelní kombinaci zemních odporů uzlu transformátoru a zemních odporů odběrných míst větve. Předpokládaná hodnota 25 kA jako přepětí v jednom vodiči , s tvarem vlny deformovaným proti

tvaru vlny proudu výboje blesku – vlivem proměnných parametrů sítě. Dočasná přepětí jako důsledky zemních zkratů na straně vysokého napětí pak zatěžují nn stranu v trvání od desítek milisekund po jednotky hodin – bližší popis vzniku, vlivu a účinku dává například norma ČSN 332000-4-444 (idtHD 60364-444:2010). Obecně jsou přípustná přepětí U_0 + 250 $V_{stř}$ pro dobu nad 5 s, nebo U_0 + 1200 $V_{stř}$ pro přepětí trvající do 5 sekund.



Obr.3 Emise harmonických od spínaného zdroje

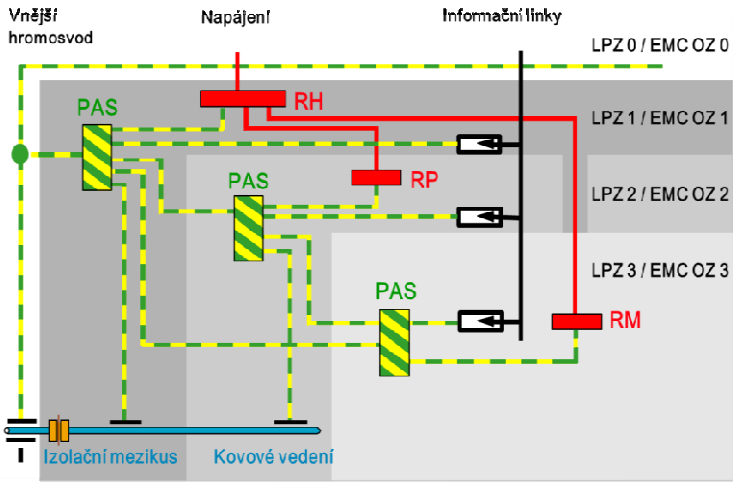


Obr.4 Přechodový jev za měničem

Spínací přepětí ohrožují především oscilacemi a harmonickými. Velikost a průběh takového přepětí jsou odvozeny od typu obvodu, procesu (spínání, odpojování, pulzní řízení atd.), dalšími činiteli jsou možnost rezonance okruhu, počet a druh připojených zdrojů, odpojení pod zátěží. Může mít dlouhodobý průběh, kdy na vedení probíhá tlumený přechodový děj. Spínací přepětí je nežádoucí i proto, že jednorázový spínací /rozpojovací pochod známý z dřívějška byl převážně nahrazen cyklickým procesem v měničích a střídačích, síť je zatížena zpětnými vlivy a přeslechy od pulzně šířkové modulace řízené veličiny, dochází k nesymetrii mezi fázemi díky využití sdruženého napětí mezi fázemi k řízení větších jednofázových zátěží. Toto vše vede k rozkladu třífázového systému napájení a k diskuzím o případných změnách ve standardech o jakosti napájení ze sítě.

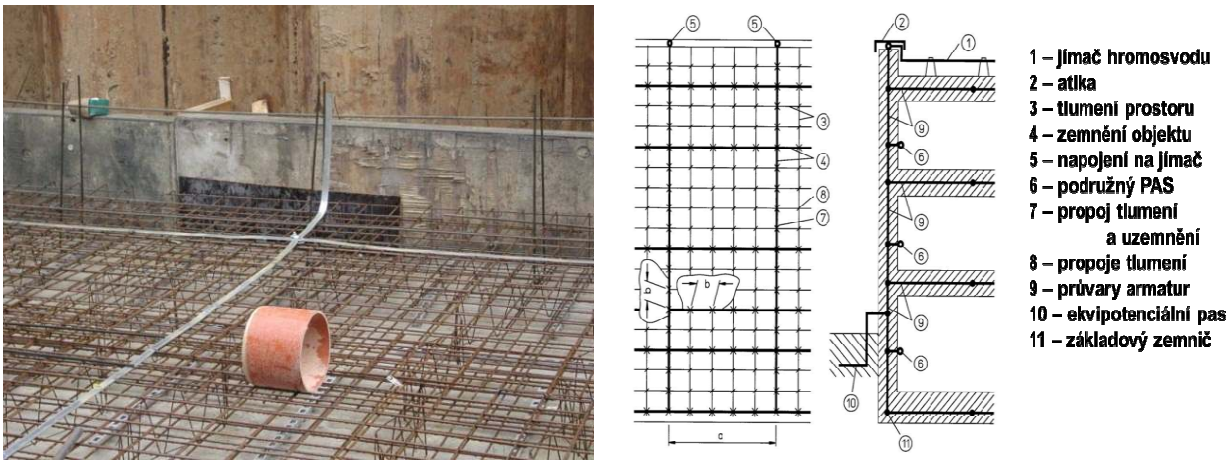
Zemnění, vyrovnání potenciálu.

Především je důležité si uvědomit, že ochrana před vlivem přepětí bývá (z ekonomických či jiných důvodů) slučována s ochranou před nebezpečným dotykem. Jedná se o dvě části dobré elektrické instalace – musíme brát v úvahu především zkratovou odolnost – soustava vyrovnání potenciálu je vystavena mnohonásobně vyšší impulzní zátěži než ochranný vodič. Úlohou ochranné soustavy je zajistit bezpečné automatické odpojení od zdroje, současná úloha vyrovnání potenciálu může zhoršit její účinnost. Obecně by měl objekt být spojen s uzemněním v jediném bodě, aby nedocházelo k parazitním proudovým trasám bludných nebo vyrovnávacích proudů.



Obr.5 Soustava vyrovnání potenciálu je samostatná část instalace

Pokud je soustava vyrovnání potenciálu v rozvaděči na přepěťové ochraně spojena s ochranným vodičem, jde o stabilizaci uzemnění objektu. Soustava uzemnění/vyrovnání potenciálu může být samostatně hvězdicová – kruhová – mřížová, případně může být tvořena kombinací uvedených. Provedení hvězdicové soustavy není doporučeno pro riziko rozdílu potenciálu mezi jednotlivými větvemi hvězdice a vzniklých vyrovnávacích parazitních proudů. Preferována je soustava pospojená ve všech místech křížení uzemňovací sítě a v místech setkání sítě a zařízení, včetně využití přípustných spojů s kovovou konstrukcí objektu. Dojde tak k rozdělení rušivých energií do více cest a ke snížení účinku rušivých vlivů. Zapojení konstrukce budovy do ochranného systému navíc vytváří základ Faradayovy klece účinné proti vlivu především výboje blesku.



Obr. 6 Zemnění a soustava vyrovnání potenciálu

Parazitní přepětí, vzdálenosti a účinnost.

Jedná se o jev způsobený nevhodným rozmístěním přístrojů v instalaci nebo v rozvaděči. Standardy IEC stanoví pro odhad vlastní indukčnosti vedení 1 mikroHenry/metr, běžnou změnu proudu v důsledku tranzientních jevů pak 1 kiloAmpér za mikrosekundu. Při těchto parametrech a ze známého vzorce **u=L *di/dt** vychází indukované napětí 1 kV na každý metr vedení. Odtud jsou dále odvozeny důležité parametry délky přívodů k dvojpólovému svodiči, vzdálenosti mezi jednotlivými stupni i mezi jednotlivými přístroji stejného typu ochrany. Také je třeba brát v úvahu napěťovou odolnost instalace a citlivost elektronických přístrojů, stejně jako riziko vzniku oscilací na vedení. Oscilace mohou vznikat na volných koncích vedení, v důsledku spínacích pochodů,

přenosem ze souběžných větví, respektive z jiných důvodů – zde je na místě analýza rizika. Každá instalace obsahuje riziko, a analýza ve smyslu standardu 62305 je pouze částečná.

Umístění, jištění.

Známý je požadavek standardů – každé kovové vedení prostupující hranicí sousedních zón ochrany před bleskem má být v místě prostupu (nebo co nejblíže tomuto místu) uemněno buď přímo nebo přes vhodný ochranný prvek. Pokud je jištění obvodu vyšší než přípustné předjištění svodiče, provádí se jištění v odbočce. Stejný postup bývá zvolen i při nižších hodnotách jištění v přívodu, kdy ale je volena záruka provozuschopnosti před ochranou zařízení.

Před několika lety byla řešena – v souvislosti s projednáváním standardu 62305 na úrovni IEC a EU – také otázka předjištění svodičů přepětí. Řešena byla také otázka předjištění vzhledem k následnému proudu jiskřištěm a předjištění vzhledem k energii proudového impulzu svodičem. Zatímco předjištění vztažené k následnému proudu může být nižší než 32 A gL/gG (jedná se o ochranu instalovanou před elektroměrem) předjištění vztažené k proudovému impulzu je při tvaru vlny 8/20 dáno vzorcem $I^{2*}t = 14{,}01*I_{crest}^2$, při tvaru vlny 10/350 pak $I^{2*}t = 256{,}3*I_{crest}^2$. Odtud pro impulz 12,5 kA (10/350) vychází I^2t nožové pojistky gG 40046 A^2t, tedy hodnota pojistky NH nejméně 100 A. Obdobně pak je nutno dimenzovat přívodní vodiče – pro svodič Typ 1 je předpokládaný průřez vodiče 25 mm^2 Cu lanko, pro svodič Typ 2 je předpokládaný průřez 16 mm^2 Cu lanko.

Koordinace činnosti svodičů.

K základním parametrům ochrany proti přepětí patří provozní napětí U_C, ochranná hladina U_P, typ ochrany T1, T2 nebo T3, zkratový proud při poruše SPD, prostředí pro instalaci SPD (vnitřní nebo venkovní), počet připojovacích bodů, stupeň krytí - kód IP), jmenovitý proud svodičem I_n pro svodiče Typ 1 a Typ 2, chování při dočasném (hladinovém) přepětí, chování SPD při poruše. K důležitým parametrům patří také doporučený průřez připojovacích vodičů.

Pokud jsou třídy zkoušek nebo typ ochrany odděleny lomítkem (znakem /), má ochrana zároveň splňovat podmínky všech zmíněných kategorií a může být zařazena do jedné z tříd, nikoli do více tříd najednou. Pokud jsou třídy zkoušek odděleny logickým and (znaménko +), má ochrana samostatně a koordinovaně splňovat požadavky obou tříd zkoušek a ochranný přístroj plní zároveň požadavek na více ochranných tříd.

Ochrana třídy zkoušek I dle EN 61643-11 článek 3.35 - ochrana Typ1 má splňovat požadavky na ochrany pro kategorii ohrožení I – schopnost odvést impulzní proud 100kA ve vlně 10/350 µs. Předpokládá se jiskřišťová varianta svodiče přepětí. Existuje možnost snížení hodnoty impulzního proudu – pak ale obecné ohrožení bude vyhovovat pouze pro redukovaný proud. Svodiče Typ1 se jmenovitou hodnotou zkoušky pro proud 12,5 kA (10/350) není použitelná pro objekty s kategorií rizika I a II podle ČSN EN 62305. Svodiče Typ1 se jmenovitou hodnotou zkoušky pro proud 7 kA (10/350) je možno instalovat jen s vědomím a souhlasem uživatele – ten by měl být informován o jejich provozně-technických vlastnostech.

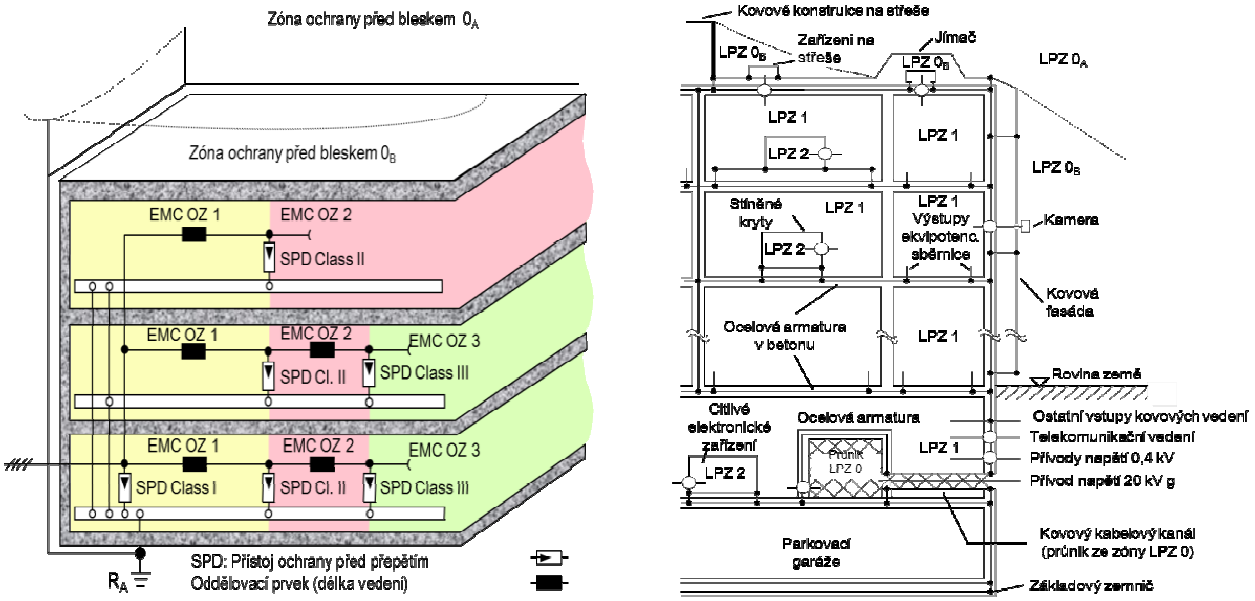
Ochrana třídy zkoušek II dle EN 61643-11 - Typ2 musí splňovat požadavky na ochrany pro kategorii ohrožení I - schopnost odvést impulzní proud 40kA ve vlně 8/20 µs s ochrannou napěťovou hladinou 1,5 kV.

Ochrana Typ1 + Typ2 spojuje koordinovanou sestavou vlastnosti obou výše uvedených ochran, tedy svodiče Typ1 se schopností odvést impulzní proud 100kA ve vlně 10/350 µs a varistorového

svodiče se schopností odvést impulzní proud 40kA ve vlně 8/20 µs s ochrannou napěťovou hladinou 1,5 kV, v paralelní synchronizované kombinaci.

Ochrana Typ1 / Typ2 má splňovat požadavky na ochrany pro kategorii ohrožení IV ve smyslu daném ČSN EN 62305-4 - schopnost odvést impulzní proud 12,5kA ve vlně 10/350 µs s ochrannou napěťovou hladinou 1,5 kV, na varistorové technologii.

Ochrana třídy zkoušek III dle EN 61643-11 / Typ3 představuje přístrojovou ochranu s rychlými varistory mezi pracovními vodiči a bleskojistkou k vodiči ochrannému. Ochrana je bipolární, v případě potřeby vybavená filtrem rušivých frekvencí. Předpokládá se funkce sine-wave-tracking, tzn. Takové nastavení ochrany, že sleduje velikost přepětí proti průběhu veličiny, nikoli proti srovnávacímu potenciálu.



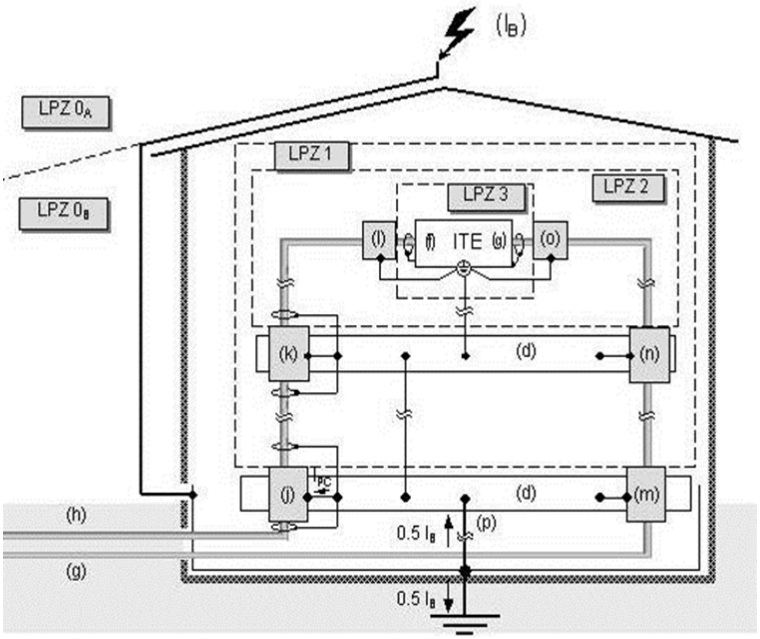
Obr.7 Umístění svodičů na přechodu zón

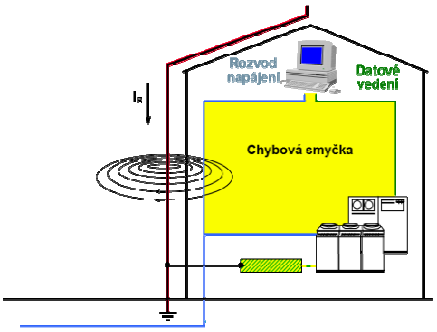
Při koordinaci činnosti svodičů jsou uvažovány dva průběhy vlny – krátký v trvání 8/20 µs, případně dlouhý – užívaný pro simulaci výboje blesku. V dalším bude uvažován příklad spolupráce dvou zinkoxidových varistorů s rozdílnými proudovými parametry svodiče. První krok představuje analýzu sítě v místě a určení možného stresu svodiče. Svodič SPD1(Typ 1) by měl být nastaven tak, že úsek mezi miliampérovým bodem a lomem charakteristiky by odpovídal požadavku na svodič při hladinovém přepětí, úsek za lomem pak požadavku na svodič při impulzním přepětí. Svodič SPD2 (Typ 2) může být volen s delším úsekem vyrovnání hladinových přepětí a strmější částí charakteristiky omezení krátkodobých přepětí, vždy ale s tím, že maximální napětí za svodičem nepřekročí 80% izolační odolnosti za svodičem přepětí. Kombinace svodičů od různých výrobců tedy vyžaduje hlubší znalosti použitých ochranných prvků a jejich chování pod zátěží. Vždy je důležité vybírat svodiče tak, aby svodič Typ1 ochránil před přetížením svodič Typ2.

V úvahu je nutno vzít napěťovou a energetickou koordinaci svodičů Typ1 a Typ2, především to, aby svodič Typ1 (jiskřišťového typu) zažehl výboj při náběžné hraně impulzu přepětí. Energetickou koordinaci uvažujeme zvlášť pro krátký impulz 8/20 µs a pro dlouhý impulz 10/350 µs.

Ochrana telekomunikačních, signálových a anténních systémů

Za ochranu instalace v objektu, od předávacích rozhraní operátora dovnitř instalace, nese zodpovědnost provozovatel systému. Při analýze rizika jsou zvažovány indukce od silových rozvodů, výboje blesků, vyrovnání zemních potenciálů a přímý kontakt se silovými vedeními. Proti nim jsou uvažovány náklady na opravu a nápravu škod, zasažená aplikace, požadavky na ochranu v systému, požadavky na nepřerušené služby, obsloužitelnost těžko přístupných zařízení. Svodiče se dělí podle konstrukce do tří kategorií – spínající, omezující a odpojující chybové napětí, omezující odpojující a zkratující chybový proud.





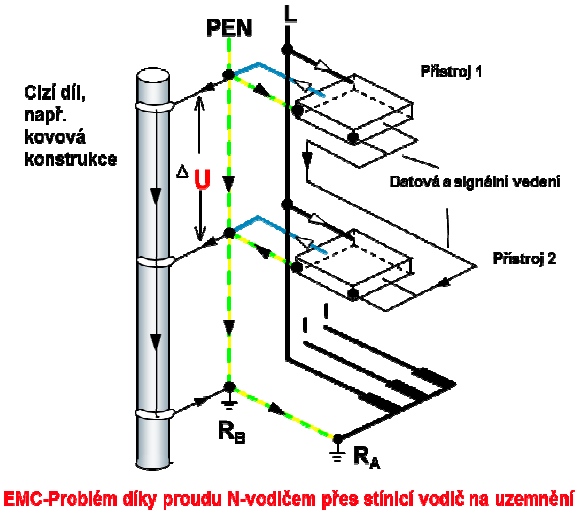
Obr.8 Zóny, indukce, vyrovnání potenciálu, stínění a ochranné prvky informačních systémů

legenda: prvky g, m, n, o - označují přívod napájení a svodiče T1, T2, T3.
prvky h, j, k, l – označují datovou linii a příslušné svodiče.
ITE se vstupy f, g – zařízení informační techniky se vstupem datového přenosu a napájení. Zdroj: IEC 61643-22

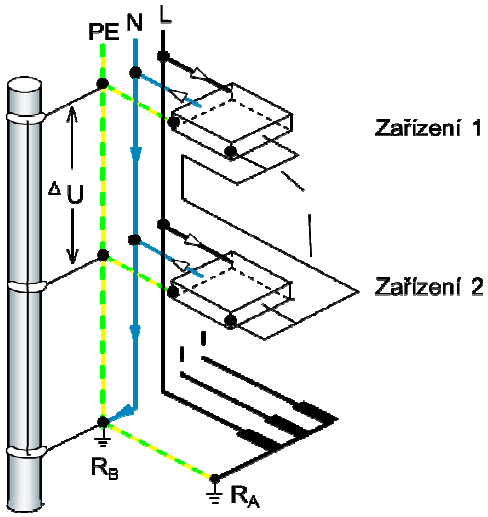
Ochrana třídy zkoušek B2 dle ČSN EN 61643-21 předpokládá zkrat na napájecí vedení a velmi pomalý průběh impulzu. Zkouška je provedena impulzem až 4 kV tvaru 10/700 µs a 100 A (5/300 µs).
Ochrana třídy zkoušek C1 dle ČSN EN 61643-21 uvažuje ostrou strmost čela impulzu. Zkouška je provedena impulzem až 2 kV ve tvaru 1,2/50 µs a 1 kA ve tvaru 8/20 µs.
Ochrana třídy zkoušek C2 dle ČSN EN 61643-21 uvažuje ostrou strmost čela impulzu. Zkouška je provedena impulzem až 10 kV ve tvaru 1,2/50 µs a 5 kA ve tvaru 8/20 µs.
Ochrana třídy zkoušek C3 dle ČSN EN 61643-21 uvažuje ostrou strmost čela impulzu. Zkouška je provedena impulzem 1 kV s gradientem růstu 1 kV/µs tvaru 1,2/50 µs a 100 A ve tvaru 10/1000 µs.
Ochrana třídy zkoušek D1 dle ČSN EN 61643-21 uvažuje velkou energii impulzu. Zkouška je provedena impulzem nad 1 kV a 0,5 kA až 2,5 kA ve vlně 10/350 µs.
Ochrana třídy zkoušek B2/C1/C2 dle ČSN EN 61643-21 znamená, že jediný ochranný prvek zároveň splňuje předpis všech zadaných tříd zkoušky.

Kabelové rozvody v budově

Předpis stanoví, že v budově by neměl být používán jiný systém rozvodu napájení, než TN-S (respektive TN-C-S). Předpis EMC stanoví, e emise systému zůstávají pod přijatelnými mezemi určenými normou, a že instalovaný systém vykazuje požadovanou odolnost. Bezpečnost instalace se vždy upřednostňuje před EMC a ochranou. Stínění kabeláže vytváří bariéru mezi vnějším EM prostředím a přenosovou linkou.



Obr.9 Systém TN-C jako EMC problém

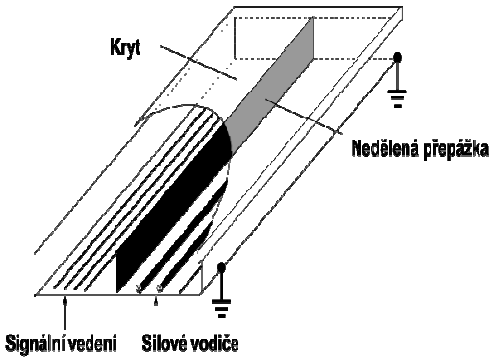


Obr.10 Systém TN-S jako základ EMC řešení

Fukčnost stínění závisí na účinnosti stínicích prvků a na způsobu jejich spojení navzájem a s pracovní zemí. Důležitá je činnost stínění coby Faradayovy klece, pokud je spojeno se zařízením na obou svých stranách. Pokud je stínění spojeno se zemí jen na jedné straně, je účinné proti elektrickým polím. Dále je nutno vzdáleností nebo stíněním zajistit vzájemné oddělení mezi kabely napájení a kabely informační techniky.

Křížení kabelů je nutno provádět v pravém úhlu a na obou stranách souběhů. Oddělení napájecích a datových linií je požadováno při souběhu delším než 35 metrů. Souběžné trasy mohou být odděleny vzájemným stíněním nebo vhodným uložením. Pokud jsou kabely uloženy v nosných systémech – drátěný rošt není považován za EMC vhodný, děrovaný kabelový kanál je přípustný, plný ocelový je uvažován jako přednostní úložný systém. Kabely mají být ukládány v rozích kanálů, v kolektorech pak nejníže citlivé datové přenosy, pak kabeláž IT, přídavné obvody a nakonec v nejvyšším patře napájecí kabely. EMC nosné systémy mají být celistvé, plošně uzavřené. Dělení a propojení jednotlivými vodiči je z pohledu EMC považováno za nedostatečné.

Obr.11 Ložení silových kabelů v kolektorech



Obr.12 Ložení a souběh kabelů v nosném systému

Rázové pole je většinou vodorovné, indukuje tedy napětí především ve svislých smyčkách. Z pohledu EMC je tedy nutné omezit dlouhé, především svislé smyčky. Jejich vzniku lze předejít mnohonásobným propojením kovových částí také v sousedících podlažích, vytvářením mřížové soustavy vyrovnání potenciálu. Dostačující je mříž s okem 3 metry. Dalším přínosem je využití nosného systému výkonových kabelů jako paralelního zemního vodiče – to funguje, pokud je zaručena spojitost systému a jeho dostatečný průřez. Stínění výkonových kabelů se za paralelní zemní vodič nepovažuje – jeho průřez nebývá dostatečný pro odvedení velkých chybových proudů.

Napájení by mělo být opatřeno vhodnými filtry, případně oddělovacími transformátory. Filtry a pouzdra transformátorů pak spojeny se stínicím systémem. V žádném případě nesmí filtry a transformátory porušit ochrannou uzemňovací soustavu a soustavu vyrovnání potenciálu, pokud se nejedná o izolovanou část zařízení.

Elektronická zařízení v blízkosti výkonových částí

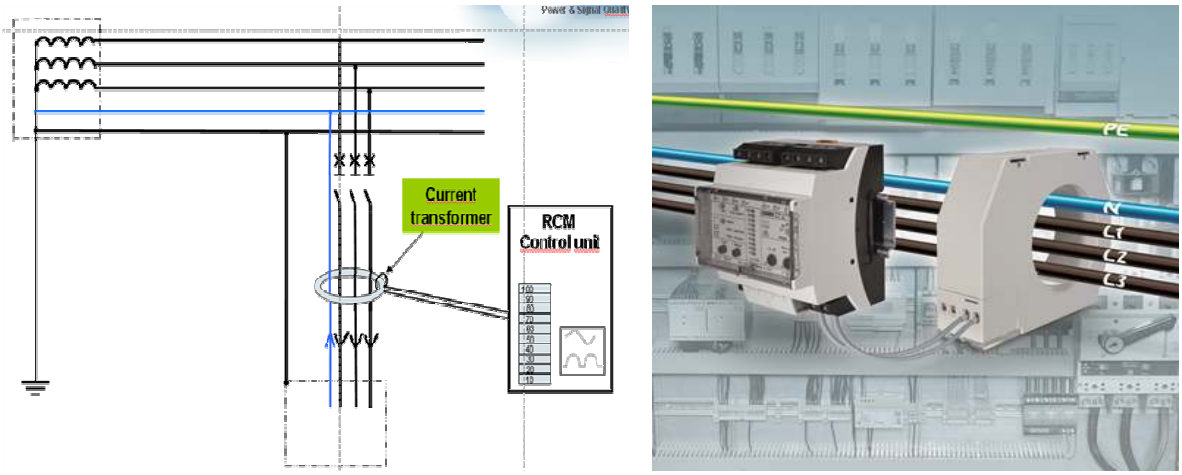
Příslušné standardy – v oblasti bezpečnosti zařízení a omezení rizika – předpokládají rizikovou analýzu a analýzu FMEDA (možnost vzniku poruchy, její detekce, analýzy a prevenci), včetně aktivního předcházení poruchám a chybovým stavům nikoli údržbou, ale vhodným návrhem a vhodnou konstrukcí.

Elektrické systémy jsou navrženy a provedeny tak, aby byla zaručena jejich spolehlivost po celou dobu života instalace. Uživatel musí být informován o možných poruchových stavech, o způsobu chování systému a o způsobech nápravy těchto poruchových stavů. Dokumentace musí být dostatečná v rozsahu pro bezpečné pochopení, pro bezpečnou instalaci a uvedení do provozu, provozování, kontrolu a kalibrování, údržbu a servis, demontáž a likvidaci – tedy dostatečně pro celý životnostní cyklus přístroje, zařízení, montážního celku i systému.

Elektronická zařízení v blízkosti výkonových instalací jsou podrobena enormním vlivům jak z okolního elektromagnetického prostředí, tak i možným vlivem zpětných a vyrovnávacích proudů v lokálním systému nebo obdobných projevů mezi jeho dílčími systémy. Jako příklad je možno uvést výrobní úsek s více výkonovými měniči napájenými ze společné rozvodny, kde obvody kompenzace a filtrace jsou společné celému úseku. V systému bývá provedeno funkční uzemnění a ochranné uzemnění – mohou se navzájem prolínat – nebezpečí se projeví při vícenásobném spojení se zemí u kombinovaného systému.

Uzemnění se používá nejen z důvodu ochrany zdraví a majetku, ale také pro snížení nežádoucích vzájemných ovlivnění – tedy ve funkci tlumicí, stínění a odrušení. Funkční uzemnění má za úkol především blokovat nežádoucí elektromagnetická pole a nežádoucí zpětné vlivy filtrů. Patří sem stínění kabelů, kovové nosné systému (lišty, trubky, oplechování), referenční vodiče, stínicí pouzdra a blokovací prvky, vysokofrekvenční filtry. Stínění by mělo být provedeno velkoplošně a tak, aby pokrývalo možný rozsah rušivých frekvencí. Spoje je nutno provést velkoplošně, bezindukčními prvky (například měděnými spojovacími pásky o velkém průřezu).

Důležitý je také monitoring chybových proudů procházejících systémem nebo ze zařízení/systému vycházejících. Ty mohou nežádoucím způsobem ovlivnit nebo v nejhorším případě vyřadit činnost přístroje nebo systému. Pokud je použit (pouze) proudový chránič, je chyba detekována až v okamžiku, kdy chránič vybaví. Monitor může být nastaven na dílčí hodnotu chybového proudu, přispívá tedy důležitým způsobem ke zvýšení provozuschopnosti zařízení.



Obr.13 Monitor unikajícího proudu – princip funkce, sonda a vyhodnocující jednotka

Elektrické a elektronické prvky mají být zvláště odolné vůči poklesům napájecího napětí, dále vůči harmonickým a meziharmonickým napětím – zde podle standardu ČSN EN 61000 by měl odpovídat průmyslové třídě 3. Vedle rušení v napájecí síti má být uvažována odolnost k elektrostatickým výbojům, burstu a sršení, tranzientním rázům, elektromagnetickým emisím a rušení zpětným vyzařováním do vedení.

Nejen v průmyslových aplikacích se složitým elektromagnetickým prostředím, ale také v domech a budovách určených pro obchodní nebo kancelářské účely a pro bydlení se stále častěji objevují přístroje citlivé na okolní elektromagnetické vlivy. Požadavky EMC, stínění, odrušení a ochrany před vlivy přepětí se proto dostávají stále častěji do projektů a realizací.

Použity byly standardy řady ČSN 332000-1, ČSN 332000-4 (IEC /EN 60364), ČSN EN 50173, ČSN EN 50174, ČSN EN 50178, ČSN EN 50310, ČSN EN 60071, ČSN EN 60099, ČSN EN 60728-11, ČSN EN 61000, ČSN EN 61643, IEC 61643

O autorovi...

Ing. Edmund PANTŮČEK absolvoval v roce 1975 elektrotechnickou fakultu Vysokého učení technického v Brně. Během odborné praxe se zabýval elektromagnetickým prostředím v běžných i průmyslových prostorech, s důrazem na elektromagnetickou kompatibilitu v náročných prostředích, včetně analýzy a prevence rizik převážně elektrických. Od roku 1992 znalcem v oboru elektrotechnika a elektronika, se zaměřením na elektromagnetickou kompatibilitu. V současnosti se zabývá analýzou a prevencí komplexního rizika, především prevencí elektrických rizik.