

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Elektrické sítě s vyšším stupněm ochrany

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Zbyněk Vondrášek, Ph.D.
Bakalář: Milan Pořádek

PRAHA 2011

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra elektrotechniky a automatizace

Akademický rok 2009/2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Milan Pořádek

obor Silniční a městská automobilová doprava

Vedoucí katedry Vám ve smyslu Studijního a zkušebního řádu ČZU v Praze
čl. 16 určuje tuto bakalářskou práci.

Název práce: **Elektrické sítě s vyšším stupněm ochrany**

Osnova bakalářské práce:

1. Úvod
2. Cíl práce a metodika
3. Literární rešerše
4. Závěr
5. Seznam literatury
6. Přílohy

Rozsah hlavní textové části: 30 - 40 stran

Doporučené zdroje:


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Zbyněk Vondrášek, Ph.D.**

Termín zadání diplomové práce: listopad 2009

Termín odevzdání bakalářské práce: duben 2011


.....
Vedoucí katedry




.....
Děkan

V Praze dne: 30. 11. 2009

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně pod vedením Ing. Zbyňka Vondráška, Ph.D. a použil jen pramenů citovaných v příložené bibliografii.

V Hluboké nad Vltavou dne: 26. 3. 2011

Milan Pořádek

Poděkování

Tímto děkuji Ing. Zbyňku Vondráškovi, Ph.D. za vedení a užitečné poznámky při vypracování této bakalářské práce.

Abstrakt:

Tato bakalářská práce se zabývá ochranou používanou v elektrických sítích při poruchách a nestandardními jevy jako jsou zkraty či přepětí. Cílem práce je na základě studia doporučené a jiné relevantní odborné literatury charakterizovat konstrukci ochranných prvků, možnosti jejich použití a porovnat vybrané chránicí prvky na trhu.

Úvodní část práce je věnována historii používání elektrické energie a její perspektivě. Dále je popsána problematika úrazu člověka zasaženého elektrickým proudem a možnosti ochrany před nebezpečným dotykem elektrických předmětů. V dalších kapitolách je pozornost zaměřena na chránicí prvky, jejich konstrukci a účely použití. Pro porovnání chránicích prvků na trhu jsou v přílohách vloženy katalogové údaje o sortimentu vybraných výrobců.

Klíčová slova: Nebezpečný dotyk, přepětí, nadproud, pojistka, elektrický jistič, chránič.

Electrical grids with higher protect level

The abstract:

The bachelor thesis deals with a protection used in electrical power system during disturbances and substandard effects like the shunt faults or overvoltage. Tendency of this thesis is characterized construction of protection elements, possibilities of their application. I tried to compare selected protection elements on the market.

In the first part I focused mainly on applying of electrical energy in history and then perspective of this power to future. Further I looked at the broad issue of electric shock and shelter from dangerous contact of electrical subjects. In the last part of my thesis I provided detailed description of protection elements, their construction and chances of applications. I added catalogue data about line of selected makers to supplement for confrontation of protection elements on the market.

Keywords: Dangerous contact, overvoltage, overcurrent, fuse, circuit breaker, protektor.

Obsah:

1.	Úvod	1
1.1.	Historie použití elektrické energie.....	3
1.2.	Rizika a příčiny úrazů v elektrotechnice	4
1.2.1.	Faktory úrazů člověka elektrickým proudem	4
1.2.2.	Impedance lidského těla	8
2.	Cíl práce a metodika	10
3.	Literární rešerše	10
3.1.	Ochrana před úrazem elektrickým proudem	10
3.1.1.	Ochrana před nebezpečným dotykem živých částí.....	10
3.1.2.	Ochrana před nebezpečným dotykem neživých částí.....	14
3.2.	Nejpoužívanější jistící prvky	20
3.2.1.	Pojistka	20
3.2.2.	Jističe	22
3.3.	Chrániče.....	25
3.3.1.	Napěťový chránič	25
3.3.2.	Proudový chránič	26
3.4.	Ochrany proti přepětím v sítích.....	28
3.4.1.	Vnější ochrana před bleskem a přepětím.....	29
3.4.2.	Vnitřní ochrana před bleskem a přepětím.....	35
4.	Závěr.....	41
5.	Seznam literatury	42
6.	Přílohy	1

1. Úvod

Elektrická energie je častěji vyslovována jako elektřina a nelze se při definici obejít bez superlativů. Tato forma energie je z hlediska životního prostředí stále nejčistší a také nejuniverzálnější. Má však i svůj zásadní nedostatek v podobě vázanosti její výroby na spotřebu, tj. nemožnost skladování v širším slova smyslu. Elektrická energie se získává především přeměnou jiné formy energie. Základem pro výrobu elektrické energie jsou přírodní zdroje, zejména uhlí, ropa, plyn, uran, voda, ale také sluneční záření a vítr. V mnoha případech se elektrická energie z jiných zdrojů získává několikasupňovou přeměnou. Na našem území najdeme několik druhů elektráren. Těmi základními, které dodávají drtivou většinu elektrické energie, jsou: tepelné (66 % v roce 2005), jaderné (30 % v roce 2005) a vodní (3,7 % v roce 2005) elektrárny. Například v tepelných spalovacích elektrárnách se mění chemická energie paliva nejdříve na energii mechanickou a to tak, že v parním kotli je spalováno černé nebo hnědé uhlí, které svou výhřevností ohřívá vodu a dále vytváří vysoce přehřátou páru. Ta je přivedena na lopatky parní turbíny, která roztáčí generátor pro výrobu elektrické energie. Pára za turbínou je ochlazována pomocí chladiče, zde zkondenzuje a vrací se zpět do kotle. U jaderných elektráren se teplo potřebné na zahřátí vody a její přeměny na páru získává pomocí řízené jaderné reakce, při které se uvolní značné množství tepla. [12] [11]

Tab. 1 Instalovaný výkon jednotlivých typů elektráren v ČR v roce 2009

Typy elektráren	Instalovaný výkon [MW]
Tepelné	11598
Jaderné	3830
Vodní	2181
Fotovoltaické	465
Větrné	193

Zdroj [13]

Obr. 1 Mapa elektráren, provozovaných ČEZ



Zdroj [14]

1.1. Historie použití elektrické energie

V současné době patří elektrická energie mezi nezbytné součásti lidského života. Bez ní si už dnešní svět téměř nedokážeme představit. K všeobecným potřebám, je energii nutné nejen vyrobit, ale také ji dopravit ke spotřebiteli. Prvním, kdo se snažil vyrobit elektrickou energii a rozvést do ostatních domácností ve velkém, byl Thomas Alva Edison. Jeho počátky byly opravdu těžké. Jeho největšími odpůrci byli hlavně majitelé plynárenských společností, kteří viděli v novém vynálezu konkurenci. Edison se první snažil položit kabely do země. Bohužel ale platil vysoké pokuty za rozkopané chodníky. Zlomovým okamžikem v jeho životě bylo 4. září 1882, kdy po krátké zkoušce dokázal osvítit celou řadu domů dlouhou 25 km, čímž si vysloužil velké ovace. Takováto první světelná zkouška byla v českých zemích provedena 13. března 1887. V Rakousku-Uhersku byl podobným propagátorem elektrizace František Křižík, který byl podobně jako Edison zastáncem použití stejnosměrného proudu. [11]

Dnes je již elektrická energie využívána k osvětlování, k pohonu a v řadě dalších aplikací již více než sto let. První elektrárny vznikající v 90. letech 19. století byly nejprve spojovány s nepříliš vzdáleným místem spotřeby jednoduchým vedením. Postupem doby byla zvládána problematika přenosu elektrické energie na větší vzdálenosti, pro zajištění vyšší spolehlivosti a větších objemů dodávek energie byla vedení propojována do elektrických sítí spojujících navzájem elektrárny a místa spotřeby v rozlehlějších oblastech. I když první vyrobená a přenesená elektrická energie byla stejnosměrná, brzy byly jako v mnoha ohledech výhodnější budovány elektrárny a sítě pracující s trojfázovou proudovou soustavou frekvence 50 Hz nebo 60 Hz. Přestože v některých případech jsou z technických nebo ekonomických důvodů výhodnější přenosy elektrické energie o stejnosměrném napětí, jednoznačně dnes převažuje výroba, přenos i spotřeba elektrické energie pomocí střídavého napětí.

V České republice má celá přenosová soustava několik napěťových hladin. Napěťové hladiny dálkového rozvodu jsou: 110 kV, 220 kV, 400 kV. Z těchto napěťových hladin jsou dále napájeny rozvodné soustavy provozované na vysokém napětí 22 kV nebo 35 kV. Pro konečnou spotřebu je dále transformováno na nižší úroveň nejčastěji na nízké napětí $3 \times 400/230$ V. Tato hladina napětí je dnes používána pro napájení většiny elektrických spotřebičů. [9]

Závislost člověka na elektrické energii můžeme pozorovat všude kolem nás. Fakt je, že používání elektrických spotřebičů a přístrojů, má stále rostoucí tendenci. Počítače společně s internetem a různé GSM komunikátory jsou již v této době samozřejmostí. Nikdo z nás, se

nad touto problematikou nepozastavuje. Množí se LCD televizory, které se stávají informačními tabulemi na veřejných místech a hlavně trvalý rozvoj komunikace elektronickou formou. Mechanická zařízení jsou dnes již z pravidla plně ovládána elektronicky nebo alespoň částečně. Jako jsou například posuvné dveře na pohybová čidla apod. Celé toto moderní pojetí přispívá ke stále se zvyšujícím odběrům elektrické energie. Na základě těchto skutečností lze zcela určitě prognózovat stále rostoucí poptávku po elektrické energii.

1.2. Rizika a příčiny úrazů v elektrotechnice

Používání elektrické energie přináší kromě mnoha výhod i řadu souvisejících rizik. Proto je nezbytné při každém zacházení s elektrickým zařízením vždy respektovat požadavek zajištění bezpečnosti, tj. schopnosti nezpůsobovat škody. Tyto škody mohou vznikat buď na zdraví lidí či zvířat (poškození organismu přímým průchodem proudu nebo jeho tepelnými účinky) nebo na majetku (vznik požáru, výbuchu).

Ochranná opatření, ovlivňující bezpečnost práce v elektrotechnice i bezpečnost elektrických zařízení, lze rozdělit do dvou základních skupin působících vlivů:

1. Lidský faktor, související s různými stupni odborné způsobilosti, praxe a bezpečnostního vzdělání, a hlavně vůle respektovat všechny zásady a nařízení z bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v elektrotechnice.
2. Technické uspořádání znemožňující, resp. podstatně znesnadňující, rizikové chování neznalého člověka. Podklady pro správná řešení jsou převážně obsaženy v normách ČSN a v dalších předpisech. [5]

1.2.1. Faktory úrazů člověka elektrickým proudem

Tato kapitola se výhradně zabývá biologickými účinky elektrického proudu a specifiky úrazů elektrickým proudem.

Definice:

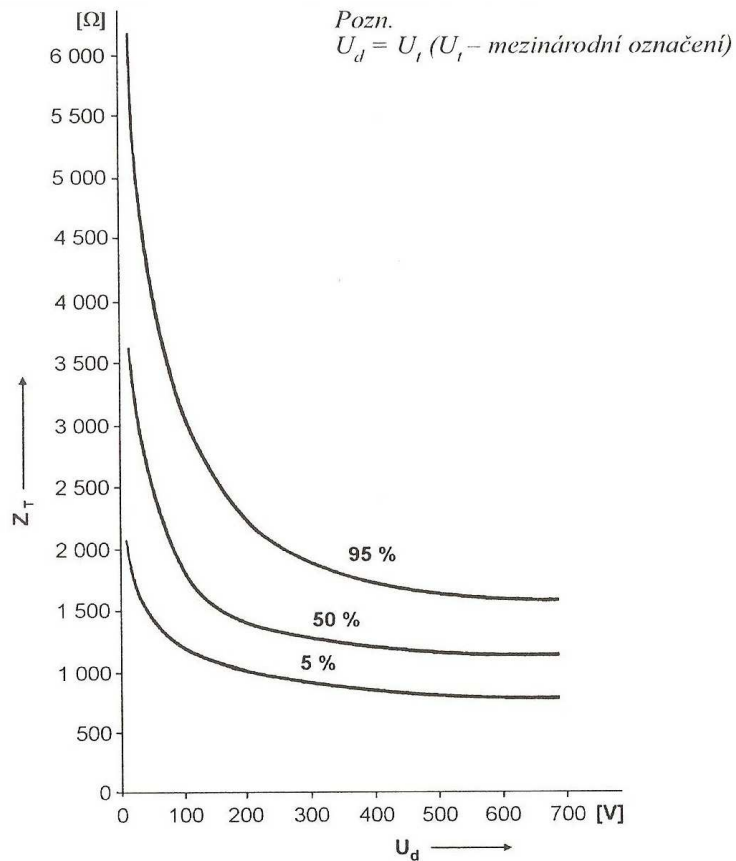
Dotkne-li se člověk části elektrického zařízení pod napětím, začne jeho tělem procházet elektrický proud. Běžně je pro něj používán termín tělový proud.

Tento proud závisí především na:

- **velikosti dotykového napětí** (zde platí, že s rostoucím napětím impedance lidského těla klesá, tato závislost je zobrazena na obr. 2)
- **impedanci lidského těla** (mění se zejména v závislosti na vlhkosti pokožky)

- frekvenci proudové soustavy
- tvaru vlny nebo pulsu
- době, po kterou elektrickým proud prochází organismem
- trajektorii, po níž proud prochází lidským tělem

Obr. 2 Závislost impedance lidského těla na dotykovém napětí
(dráha ruka - ruka nebo noha – noha)



Zdroj [3]

Obecné posuzování fyziologických účinků stejnosměrného a střídavého proudu se definují dle těchto mezních stavů v závislosti na hodnotách elektrického proudu:

Práh vnímání je minimální hodnota elektrického proudu, vyvolávající počitek u osoby, jejímž tělem protéká.

Práh reakce je minimální hodnota proudu, která způsobí bezděčnou svalovou kontrakci.

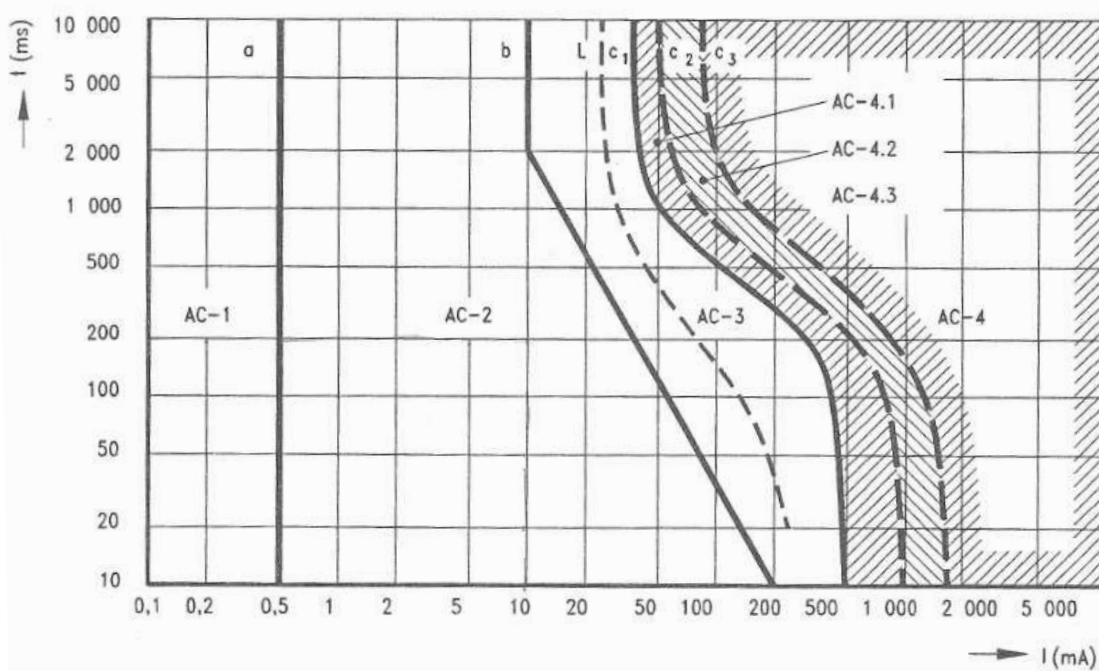
Mez uvolnění je maximální hodnota elektrického proudu, při níž osoba třímající elektrody ještě neztrácí schopnost se sama uvolnit.

Práh fibrilace srdečních komor je minimální hodnota elektrického proudu procházející lidským tělem, která způsobí fibrilace srdečních komor.

Bylo také zjištěno, že frekvence proudu v blízkosti 50 Hz je v porovnání s vyššími frekvencemi pro člověka velice nepříznivá, protože je při ní nízký proud na tzv. mezi uvolnění svalů ruky.

V technické zprávě IEC 479-1 jsou stanoveny zóny fyziologických účinků elektrického proudu. Na obr. 3 lze nalézt hranice zón tvořené křivkami, které vyjadřují časovou závislost prahových a mezních hodnot proudu. Jednotlivé zóny představují odstupňovanou míru nebezpečí úrazu elektrickým proudem. [3] [5]

Obr. 3 Zóny fyziologických účinků střídavého sinusového proudu (15 Hz - 100 Hz)



Zdroj [5]

Tab. 2 Zóny fyziologických účinků střídavého sinusového proudu

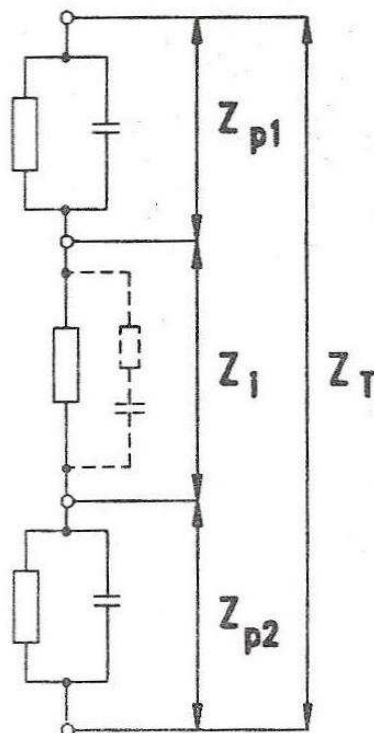
Označení zóny	Hranice zóny	Fyziologický účinek
AC - 1	do 0,5 mA a	Obvykle bez reakcí
AC - 2	a-b ¹⁾	Obvykle bez škodlivých fyziologických účinků
AC - 3	b- c ₁	Neočekává se organické poškození. Pravděpodobnost svalových křečí , dýchací obtíže. Vratné poruchy srdeční činnosti včetně fibrilace srdečních předsíní a přechodná srdeční zástava bez fibrilace srdečních komor
AC - 4	nad c ₁ ²⁾	Nebezpečné patofyziologické jevy přibývající s velikostí proudu a s časem - zástava srdce, zástava dýchání, těžké popáleniny
AC - 4. 1	c ₁ - c ₂	Pravděpodobnost vzniku fibrilací srdečních komor do 5 %
AC - 4. 2	c ₂ - c ₃	Pravděpodobnost vzniku fibrilací srdečních komor do 50 %
AC - 4. 3	nad c ₃	Pravděpodobnost vzniku fibrilací srdečních komor nad 50 %
¹⁾ Pro doby kratší než 10 ms je hodnota tělového proudu konstantní a rovná se hodnotě 200 mA.		
²⁾ Fibrilace srdečních komor jsou vztaženy k účinku proudu podél trajektorie levá ruka - obě nohy. Prahové hodnoty pro doby průtoku proudu kratší než 0,2 s platí pouze pro případy, kdy proud prochází během vulnerabilní (zranitelné) fáze srdečního cyklu.		

Zdroj [5]

1.2.2. Impedance lidského těla

Impedanci lidského těla lze zjednodušeně vyjádřit náhradním obvodem viz obr. 4.

Obr. 4 Náhradní schéma impedance lidského těla



Z_i ... vnitřní impedance
 Z_{p1}, Z_{p2} ... impedance kůže
 Z_T ... celková impedance

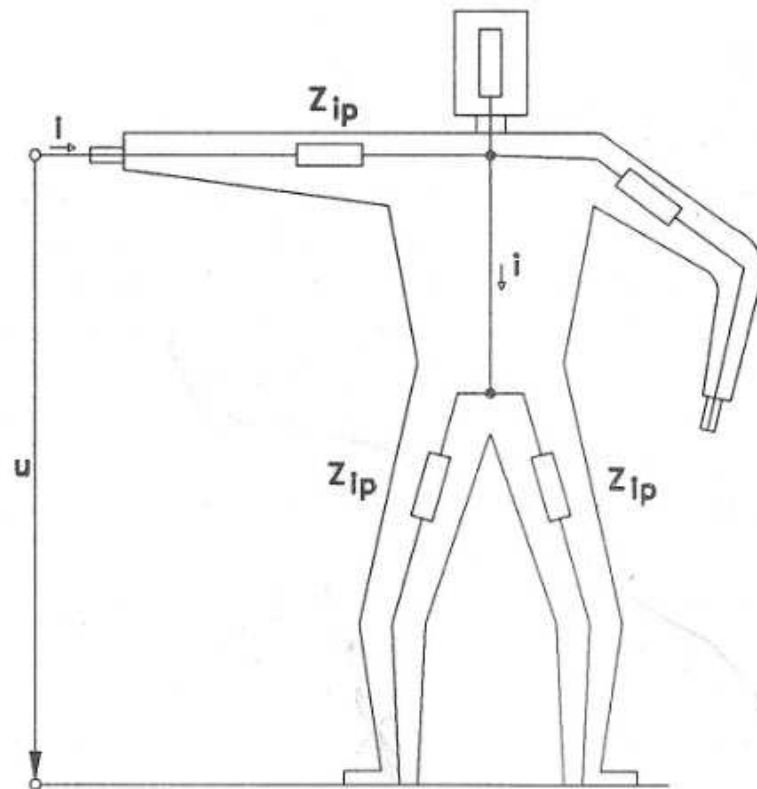
Zdroj [5]

Pokud bychom zkoumali napětí a proud procházející tělem, našli bychom tzv. kapacitní posuv. Z tohoto poznatku lze konstatovat, že impedance lidského těla nemá čistě odporový charakter. Při střídavém napětí je impedance těla vlivem kapacitní složky nižší než při stejnosměrném, zejména pro malé napětí (do 50 V), pro něž dominantní složkou celkové impedance představuje právě impedance vrstvy kůže Z_{p1}, Z_{p2} . Tato impedance se nahrazuje paralelním spojením kapacity a činného odporu, jejichž hodnoty značně kolísají v širokém rozmezí. Kapacitní složka má převažující vliv při vysokých frekvencích. [5]

Při vyšších hodnotách napětí (nad 50 V) se vrstva pokožky začne snadno prorážet. Je-li napětí vyšší než 200 V, pokožka je natolik poškozena, že proud závisí už pouze na vnitřní impedanci těla Z_1 , která je při výpočtech považována za odporovou, ačkoli přesnější měření prokázala malou kapacitní složku (obvod čárkovanou čarou).

Vnitřní impedance není v lidském těle rozložena rovnoměrně viz obr. 5. Pro potřeby návrhu ochran před nebezpečným dotykem byly stanoveny procentuální podíly jednotlivých částí těla na celkové vnitřní impedanci. Protože převážný podíl celkové impedance je soustředěn v končetinách, je možné impedance dobře vodivých částí těla zanedbat. [5]

Obr. 5 Zjednodušené náhradní schéma vnitřní impedance lidského těla jako elektrický předmět zařazený mezi dvě místa s různými potenciály



Z_{ip} ... dílčí impedance jedné končetiny

Zdroj [5]

2. Cíl práce a metodika

Cílem této práce je seznámení s funkcí ochranných prvků v chráněných obvodech. Zpracování požadavků norem na tato zařízení. Porovnání přehledů některých výrobků tohoto typu nabízených na trhu.

Metodika práce: Shromáždění a zpracování podkladů k dílčím bodům literární rešerše a její podrobnější rozpracování. Stanovení rozhodovacích kritérií pro aplikaci druhů ochran v závislosti na provozních podmínkách chráněného zařízení.

3. Literární rešerše

3.1. Ochrana před úrazem elektrickým proudem

Ochrany před nebezpečným dotykem - požadavky norem.

Tato kapitola se zabývá ochranami před nebezpečným dotykem živých a neživých částí podle normy ČSN 33 2000.

Definice a pojmy:

Nebezpečný dotyk je takový dotyk, při kterém elektrický proud projde tělem a může způsobit úraz nebo smrt. Dále v elektrickém zařízení rozlišujeme dle normy živé a neživé části.

Živé části jsou takové části elektrického zařízení, které jsou v provozu pod napětím (vodiče, sběrnice, svorkovnice).

Neživé části jsou takové části elektrického zařízení, které nejsou v provozu pod napětím, ale mohou se při poruše pod napětí dostat (kryty, kostry).

Poruchou elektrického zařízení rozumíme, když dojde například k průniku fázového napětí na neživou část elektrického předmětu. [6]

3.1.1. Ochrana před nebezpečným dotykem živých částí

Živé části elektrických zařízení musí být chráněny před nebezpečným dotykem nebo nebezpečným přiblížením při obvyklé práci. [6]

Tab. 3 Meze bezpečných malých napětí s ohledem na prostory

PROSTORY	ČÁSTI PŘI DOTYKU	NAPĚTÍ [V]	
		~	=
Normální	živých	50	100
	neživých	50	120
Nebezpečné	živých	25	60
	neživých	50	120
Zvlášť nebezpečné	živých	12	25
	neživých	25	60

Zdroj [6]

A) Ochrana izolací

Spočívá v izolaci živých částí, které musí být úplně pokryty například PVC izolací, kterou lze odstranit pouze zničením. Jednotlivé třídy ochrany elektrických předmětů dle normy ČSN 33 0600 jsou podrobně popsány v příloze č. 1.

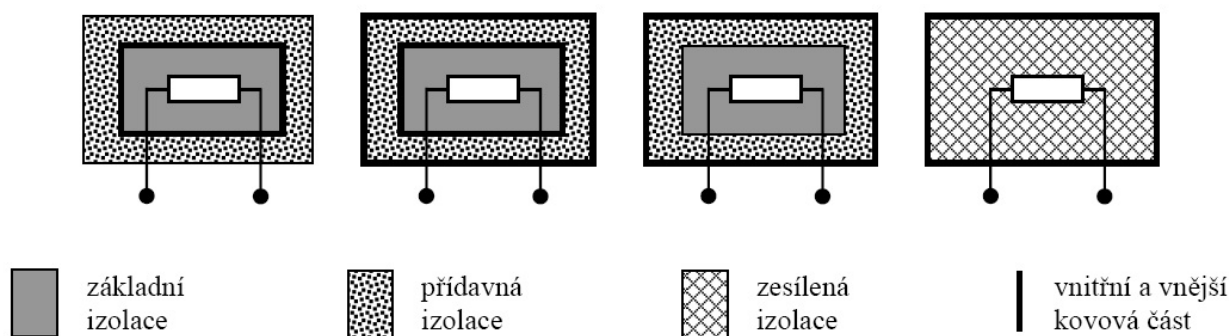
Druhy izolací živých částí:

Základní pracovní izolace slouží k tomu, aby elektrické zařízení správně fungovalo, ale k samotné ochraně proti nebezpečnému dotyku nestačí.

Přídavná izolace je přímo určená k ochraně před nebezpečným dotykem. Tato izolace je na elektrickém zařízení vyrobena tak, aby přetrvala předpokládané poškození pracovní izolace. Společně se základní izolací vytváří dvojitou izolaci.

Dvojitá izolace obsahuje základní a přídavnou izolaci. Zajišťuje, aby jakákoliv porucha v základní nebo přídavné izolaci nezhoršovala vlastnosti zbývající části dvojité izolace. [8]

Obr. 6 Příklad uspořádání izolací na elektrickém předmětu třídy ochrany II



Zdroj [15]

B) Ochrana kryty nebo přepážkami

Kryty nebo přepážky jsou určeny k tomu, aby bránily jakémukoliv dotyku živých částí. Krytí je takové opatření, které je součástí elektrického předmětu. Zajišťuje nejen přímo ochranu před dotykem s živými částmi, ale také též proti pronikáním předmětů, prachu, vody apod. [15]

C) Ochrana zábranou

Tato ochrana není součástí elektrického předmětu. Spočívá v umístění přepážky mezi chráněnou živou část a osobu. Mohou jí tvořit: dveře, zdi, oplocení, mříž, zábradlí, ohrazení provazem apod. Zábrany jsou určené k tomu, aby zabránily náhodnému dotyku, nikoli však záměrnému obejití. [15]

D) Ochrana polohou

Princip ochrany spočívá v umístění živé části mimo dosah. Tato ochrana zabraňuje nahodilému dotyku se živou částí. Tedy bez použití zvláštních pomůcek není možno se živé části dotknout. Části, které jsou současně přístupné dotyku, které mají navíc odlišný potenciál, nesmějí být v dosahu ruky. Například holé venkovní vedení nn musí být v minimální výšce 5 m nad zemí včetně průhybů vodiče. [15]

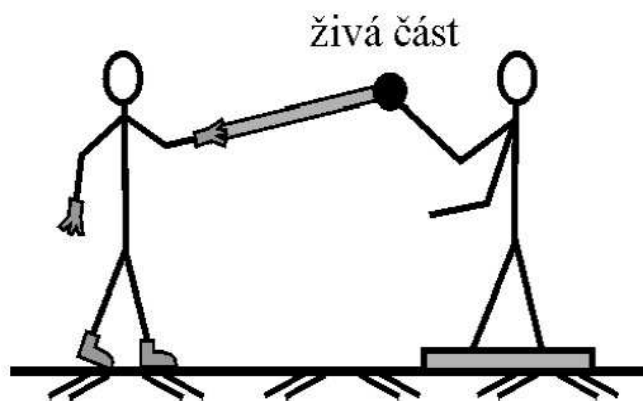
E) Doplňková ochrana proudovým chráničem

Tuto ochranu nelze použít samostatně. Pouze doplňuje některou z ochran A, B, C, D. Působí v případě, že některá z ochranných opatření selže. Do této skupiny patří nejpoužívanější doplňková ochrana proudovým chráničem, která podstatným způsobem změnila přístup ke zvyšování míry bezpečnosti většiny elektrických zařízení. Jmenovitý vybavovací proud proudového chrániče nesmí přesahovat 30 mA. Těmto zařízením bude věnována celá kapitola 3.3.2. ve které budou blíže specifikovány. [15]

F) Ochrana doplňkovou izolací

Spočívá v použití ochranných pomůcek při práci na živých i neživých částech pokud dovolené dotykové napětí překračuje pro člověka bezpečnou mez. Použití ochranných pomůcek je vázáno požadovaným stupněm elektrotechnické kvalifikace. Nebo lze elektrické zařízení vybavit izolačním stanovištěm například izolačním kobercem. Ochranné pomůcky mohou být: dielektrické rukavice, galoše, ovládací tyče apod. [15]

Obr. 7 Příklad doplňkové izolace



Zdroj [15]

3.1.2. Ochrana před nebezpečným dotykem neživých částí

Tento způsob ochrany lze v souladu s mezinárodní normou nazývat i jinak - ochrana před nepřímým dotykem nebo také ochrana v případě poruchy. [5]

Základní rozdělení ochran před nebezpečným dotykem neživých částí je velice podobné rozdělení podle dřívější ČSN 34 1010. [3]

Neživé části elektrických zařízení nejsou v normálním provozu pod napětím, ale napětí proti zemi na nich může vzniknout při poruchách tohoto zařízení. Vzniku nebezpečného dotykového napětí na neživých částech, má zabránit v prvé řadě spolehlivým provedením elektrického zařízení (předmětů), konstrukcí, užitím vhodných izolantů, jakož i spolehlivým izolováním živých částí a pečlivou montáží elektrického zařízení. [6]

A) Ochrana samočinným odpojením od zdroje ve stanoveném čase

Ochrana odpojuje zařízení od zdroje v případě výskytu nedovoleného dotykového napětí nebo v případě nedovoleného průchodu proudu neživou částí. Samočinné odpojení je provedeno pomocí ochranných vodičů, ochranných prvků, soustavy zemničů a volbou charakteristik jistících prvků - vazbou mezi nadproudem a dobou vypnutí jistícího prvku. V zásadě je možné samočinné odpojení pro elektrické zařízení všech napětí. [19]

Tab. 4 Dovolené meze trvalého dotykového napětí v zařízení do 1000 V ~ AC
1500 V = DC

Prostory	Dovolené meze dotykového napětí U_d [V]	
	~	=
Normální a nebezpečné	50	120
Zvláště nebezpečné	25	60
Ve zvláště nepříznivých podmínkách, práce ve vodě, stísněný prostory apod.	12	25

Zdroj [19]

Tato ochrana zahrnuje dříve samostatné ochrany:

- nulováním – síť TN
- zemněním s uzemněným nulovým bodem - síť TT
- zemněním s izolovaným nulovým bodem – síť IT

Podrobný popis písmenných zkratk pro značení sítí je v příloze č. 2.

Ochrana v síti TN (dříve ochrana nulování)

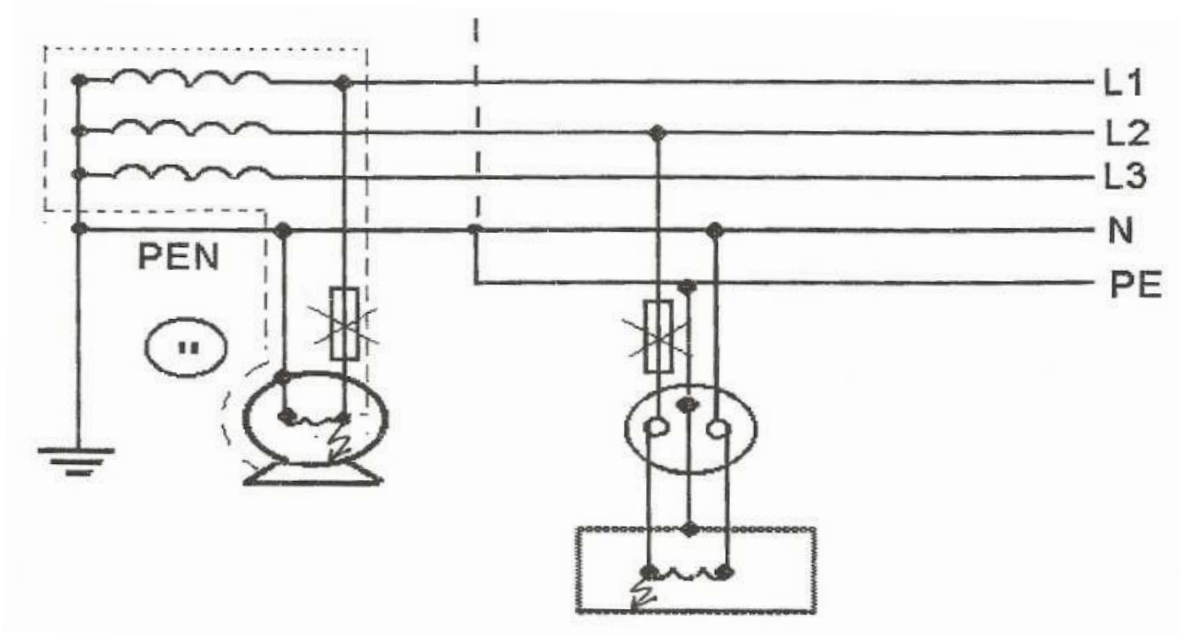
Podstata této ochrany spočívá v odpojení vadné části elektrického zařízení použitím nulovacího vodiče, spojeného s uzlem zdroje. Tyto sítě jsou s uzemněným bodem, zpravidla uzlem zdroje, ve kterých jsou všechny chráněné neživé části spojeny s uzemněným bodem sítě prostřednictvím ochranného vodiče.

Neživé části elektrického zařízení jsou spojeny pomocí ochranného vodiče PE s nulovacím vodičem PEN, který plní současně funkci středního vodiče N a ochranného vodiče PE.

V pevných instalacích viz obr. 8 může být ochranný a střední (pracovní) vodič společný PEN, za předpokladu, že jsou splněny požadavky pro dimenzování ochranného vodiče. Pokud je použito zapojení v síti TN-C-S, je nutno přísně dodržet barevné označení středního vodiče N a vodiče ochranného PE, protože to je jedinou možností, jak je od sebe rozlišit.

Na obr. 8 je vyznačena čárkovanou čarou cesta zkratového proudu v poruchovém obvodu. Přetavením pojistky se zajistí odpojení vadné části elektrického zařízení. [6] [19]

Obr. 8 Princip samočinného odpojení od zdroje jistícím prvkem v síti TN-C-S



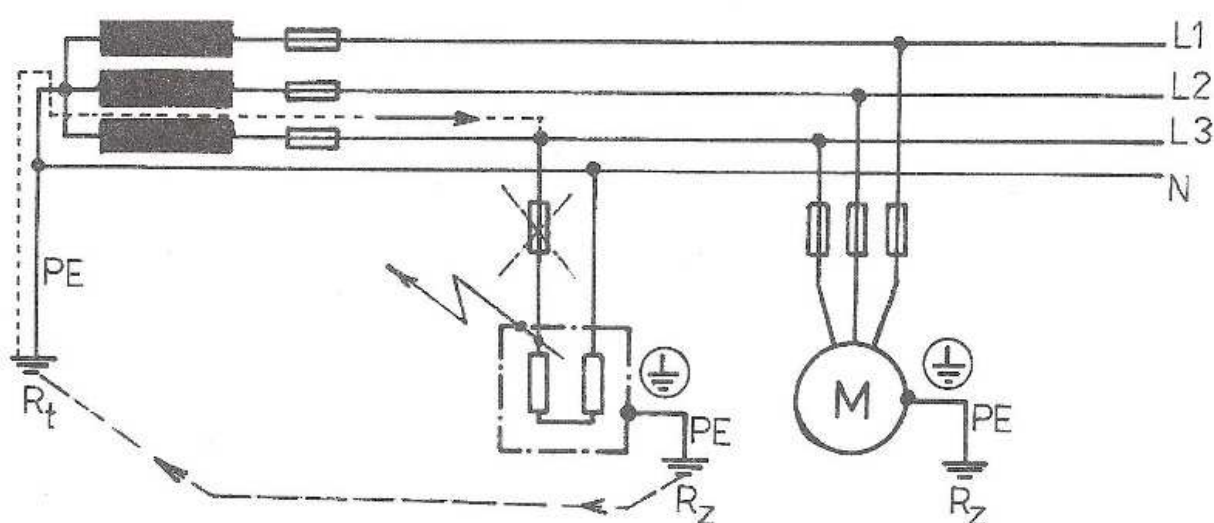
Zdroj [19]

Ochrana v síti TT (dříve ochrana zemněním)

Ochrana v síti s uzemněným bodem, zpravidla uzlem je zajištěna spojením neživé části pomocí ochranného vodiče se zemí, což v případě dotyku fázového vodiče s chráněnou částí způsobí samočinné odpojení poškozené části od zdroje.

Ve veřejných sítích je tato ochrana už historickou záležitostí. Vznikla tak, že při nátlaku na zvýšení pracovního napětí na 380 V (dnes 400 V) bylo rozhodnuto rozvádět spolu s fázovými vodiči i vodič střední a tím získat dvojitá napětí. [19]

Obr. 9 Princip samočinného odpojení od zdroje jistícím prvkem v síti TT

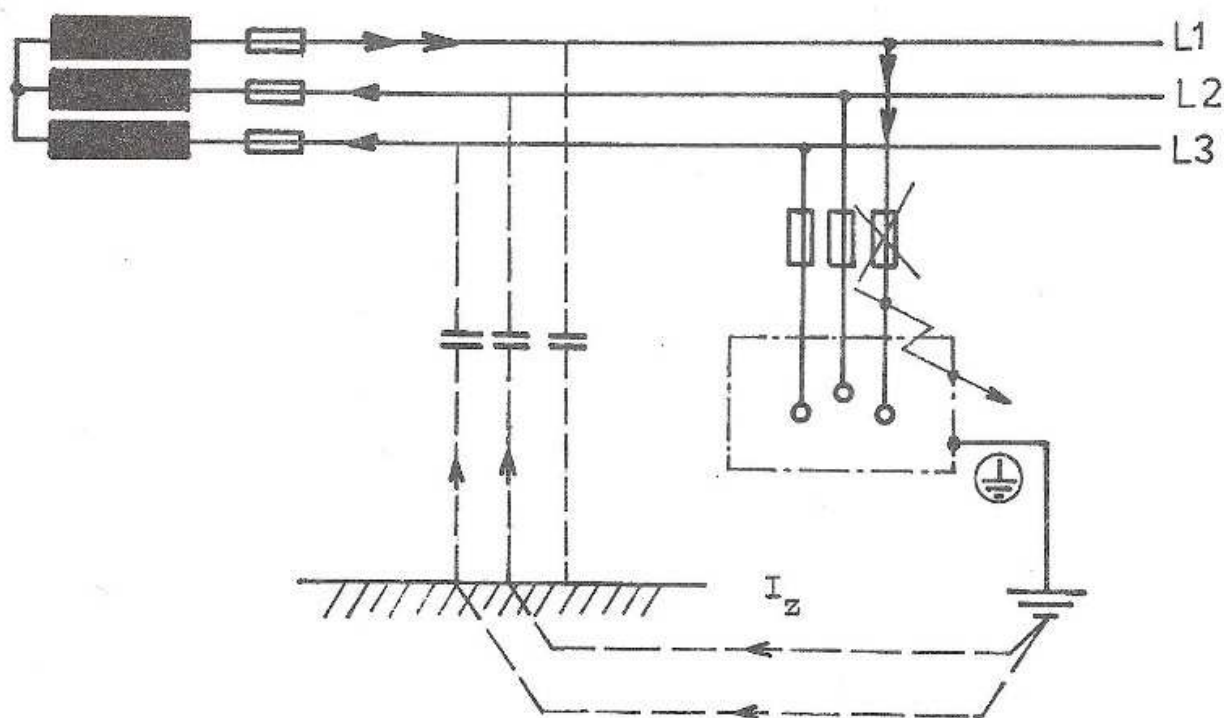


Zdroj [6]

Ochrana v síti IT (dříve ochrana zemněním)

Zemní proud I_z v síti nn bývá tak malý, že jistící přístroje na něj nereagují a je možné provoz sítě i s jednou poruchou (jedním zemním spojením). Ale pokud dojde k druhé poruše, musí dojít k odpojení neživých částí od zdroje působením ochranného prvku vypínacím proudem. Tohoto se s výhodou využívá tam, kde by nečekaný výpadek způsobil škody (doly, hutě, továrny). [19]

Obr. 10 Princip samočinného odpojení od zdroje jistícím prvkem v síti TT



Zdroj [6]

B) Ochrana použitím zařízení třídy II, nebo s rovnocennou izolací (např. zesílenou izolací)

Úkolem tohoto opatření je zabránit výskytu nebezpečného napětí na přístupných částech elektrického zařízení a to i v případě porušení základní izolace živých částí.

Základní izolace se doplní ještě izolací přídatnou, takže zařízení je pak vybaveno dvojitou izolací viz obr. 6. V určitých případech, kdy charakter konstrukce neumožňuje provedení dvojitě izolace, lze tuto ochranu zajistit pokrytím živých částí jedinou vrstvou zesílené izolace. Zesílená izolace má stejný ochranný účinek jako izolace dvojitá, složená z izolace základní a přídatné. [5]

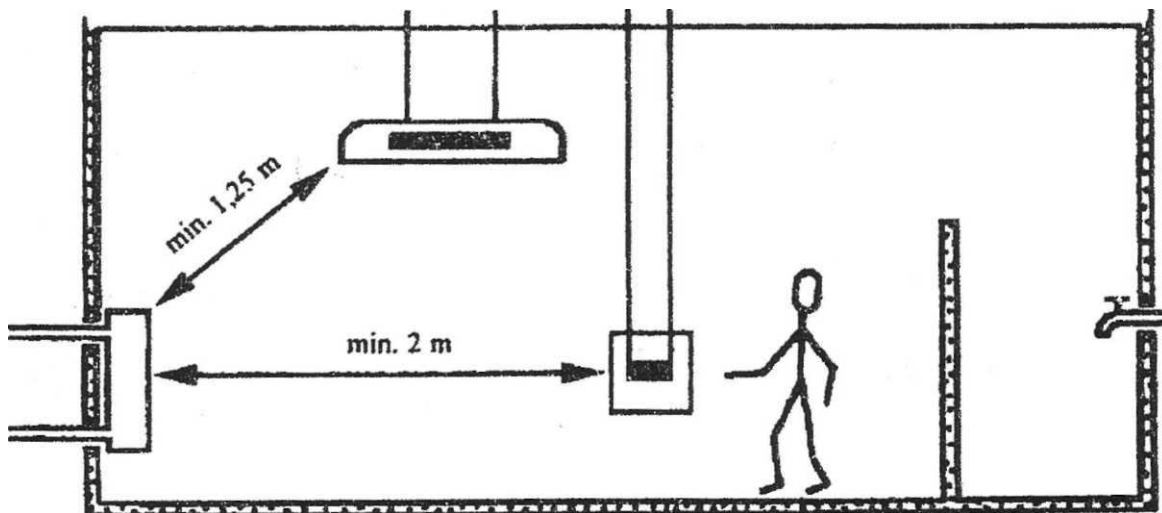
C) Ochrana nevodivým okolím

Tento druh ochrany se v České republice užívá jen výjimečně, pokud dočasně nelze použít jiných druhů ochrany. Můžeme se s ním však setkat v ostatních evropských zemích.

Ochrana spočívá v zabránění současnému dotyku částí s různým potenciálem při porušení základní izolace. V daném prostoru je vyloučen dotyk neživých částí různých elektrických zařízení nebo cizí vodivé části. V prostoru s nevodivým okolím nesmí být žádný

ochranný vodič, protože jeho prostřednictvím vzniká nebezpečí kontaktu osob s potenciálem země. Využívá se v objektech pro výzkumné a experimentální účely. [5] [8]

Obr. 11 Příklad možné ochrany nevodivým okolím



Zdroj [19]

D) Ochrana pospojováním

- Hlavní pospojování - zahrnuje v objektech pospojování ochranného vodiče, uzemňovací přívod nebo hlavní ochranou svorku, kovová potrubí (voda, plyn) a kovové konstrukční části (plechové rozvody vzduchotechniky, klimatizace). Na hlavní pospojování se připojují i kovové pláště sdělovacích kabelů.
- Místní pospojování - v případě, že není možné u dané ochrany dodržet podmínky dotykových napětí nebo vypínacích časů, musí se provést místní doplňující pospojování.

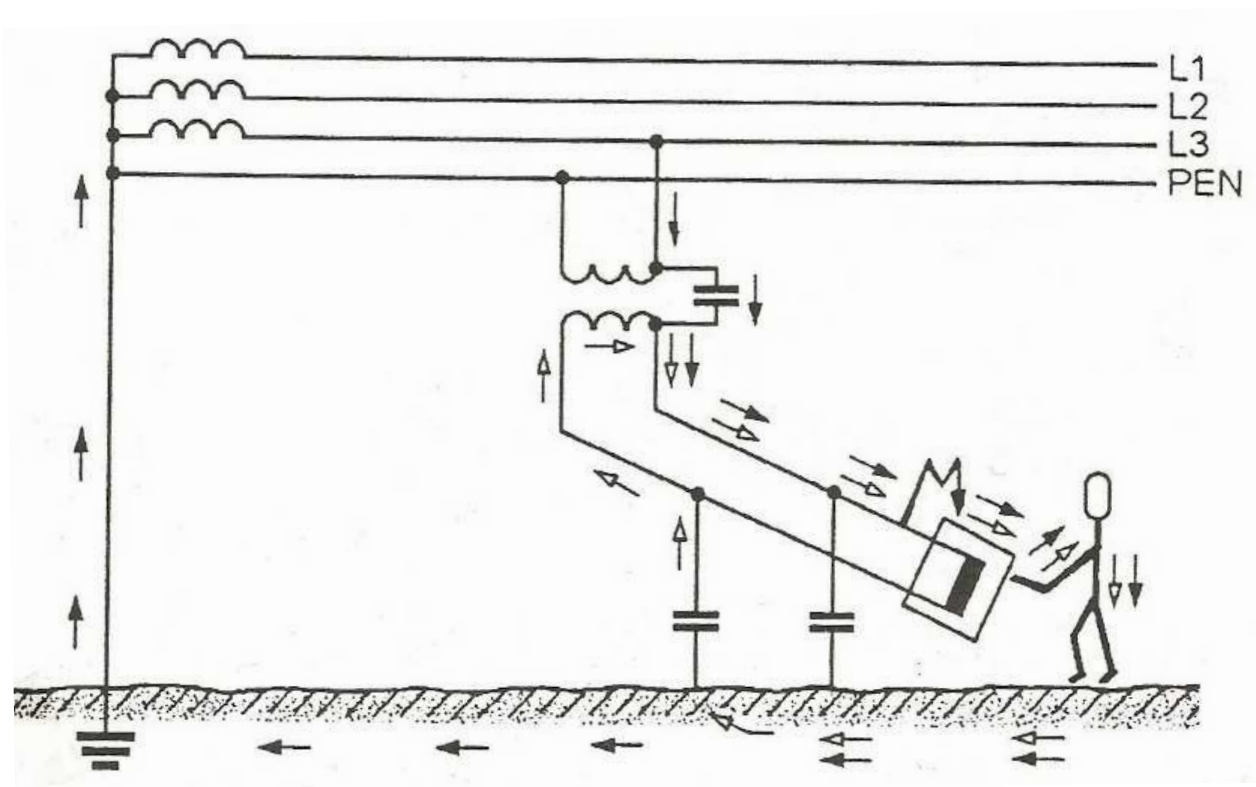
Tuto ochranu ilustruje příloha č. 3.

Ochrana elektrickým oddělením (dříve ochrana oddělením obvodů)

Ochrana oddělením obvodů spočívá ve vytvoření proudového obvodu pro jednotlivý spotřebič dokonale izolačně odděleného od obvodu rozvodné soustavy.

K napájení se nejčastěji používá transformátor. Tělem člověka se mohou uzavírat pouze proudy, které jsou převážně kapacitní povahy, a to jednak mezi vedením ale také mezi zemí. Tento princip je znázorněn na obr. 12. [6]

Obr. 12 Princip ochrany elektrickým oddělením obvodů v síti TN-C



Zdroj [6]

3.2. Nejpoužívanější jistící prvky

3.2.1. Pojistka

Pro ochranu elektrických distribučních vedení a domovních rozvodů se vyvinula jednoduchá a nenáročná technika. Funguje na principu tzv. nejslabšího místa v obvodu. V konstrukci pojistek je využito jevu, kdy proud procházející vodičem způsobuje jeho ohřev. Čím je proud větší, tím je doba, za kterou se vodič ohřeje, kratší. Při velkém proudu se vodič v pojistce ohřeje za zlomky vteřiny a k jeho přerušení (přetavení) dojde ještě před tím, než proud dosáhne svého maxima. V tom spočívá omezovací schopnost pojistek, která je jednou z jejich nejcennějších vlastností. Funkční částí pojistkové vložky je tavný vodič, který je obsypán křemenným pískem. Tento písek má zde za úkol zhasit případný elektrický oblouk. Tento chránicí prvek lze použít pouze jednorázově.

Podrobná konstrukce současné pojistkové vložky (patrony), která je vyměnitelnou součástí závitové pojistky a která se po přerušení tavného vodiče uvnitř vložky vyměňuje celá, je znázorněna na obr. 13. Příloha č 6 obsahuje další varianty konstrukce, jako jsou např. nožové pojistky [1]

Obr. 13 Konstrukce pojistkové vložky (patrony)



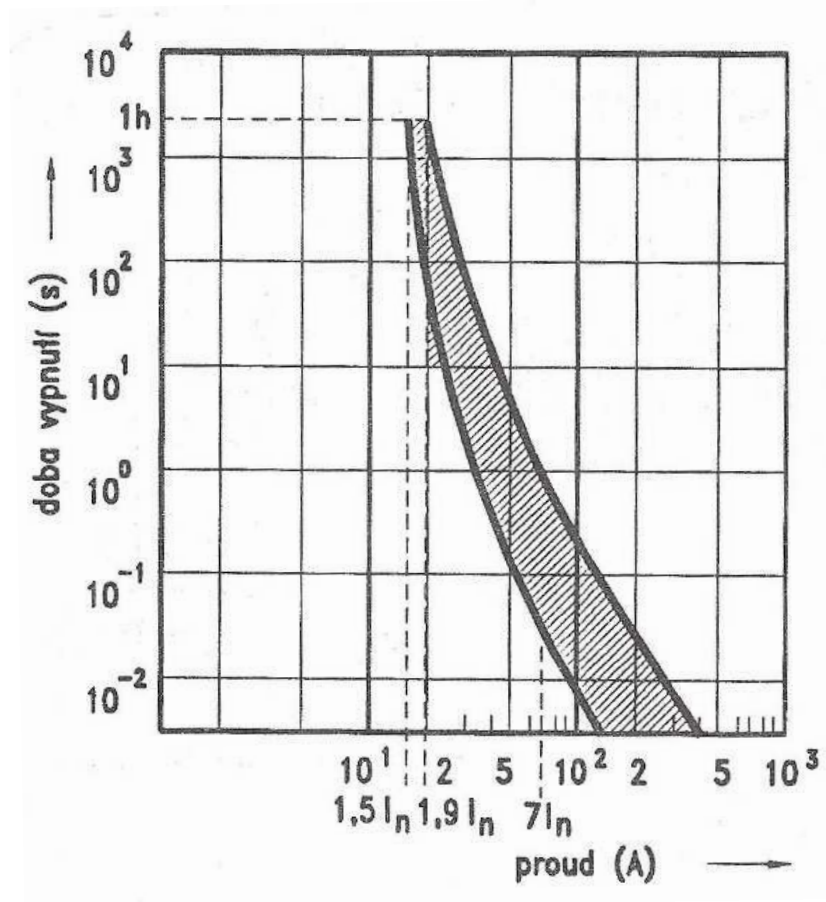
Zdroj [1]

Normy předepisují doby, po které určité násobky jmenovitých proudů nesmějí být vypnuty, i vypínací časy, do kdy vyšší násobky naopak vypnuty být musí. Tímto způsobem

jsou vymezena pásma, ve kterých mají jednotlivé typy pojistek s určitými charakteristikami vypínat. Uvedené závislosti časů vypnutí na proudu protékajícím pojistkami lze vyjádřit graficky tzv. ampérsekundovými charakteristikami (neboli charakteristikami „čas - proud“).

Charakteristika jediné pojistky nemůže být určena spojitou křivkou. U jedné pojistky lze totiž ověřit vždy pouze jeden bod charakteristiky, protože ověření končí znehodnocením pojistkové vložky. Ověřením řady pojistkových vložek jednoho typu a proudové hodnoty se získá pásmo, ve kterém se charakteristiky těchto pojistkových vložek nachází. [1]

Obr. 14 Ampérsekundová charakteristika pojistkových vložek



I_n - jmenovitý proud pojistky

Zdroj [5]

Na obr. 14 je příklad takového pásma ampérsekundových charakteristik pojistkových vložek s charakteristikou se jmenovitým proudem 10 A. Jsou na něm vyznačeny i významné body, kterými je toto pásmo vymezeno: do 1 h nevypíná $1,5 I_n$; do 1 h musí vypnout $1,9 I_n$; za 0,1 s vypíná přibližně proud $7 I_n$ a jsou na něm zobrazeny i významné body. [1]

Výhody pojistek:

- vysoká kvalita a spolehlivost funkce zaručené jednoduchou konstrukcí
- spolehlivá funkce i po letech nečinnosti
- zaručená vypínací schopnost v celém širokém rozsahu
- schopnost omezovat zkratové proudy (to umožňuje hospodárně dimenzovat celý rozvod a jeho jednotlivé části)
- velká odolnost před provozními poruchami (po vypnutí pojistky při poruše se pojistková vložka nahradí novou a charakteristika pojistky zůstane beze změny) [1]

Nevýhody pojistek:

- nutnost vyměnit po každém zapůsobení pojistkovou vložku
- možné dlouhodobější přerušení provozu zařízení
- při výměně vložky je třeba zachovat stejné nebo podobné parametry, jinak může při přetížení nebo zkratu dojít ke škodám na chráněném zařízení [1]

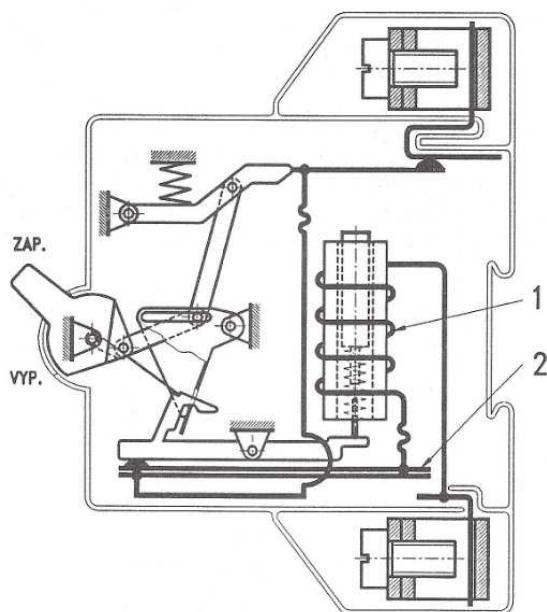
3.2.2. Jističe

Jističe jsou spínací přístroje určeny pro nn, které byly vyvinuty jako náhrady pojistek. Jejich hlavním úkolem je samostatně jistit obvod za abnormálních poměrů v chráněné síti, zejména při nadproudech. Jistič má oproti pojistce tu výhodu, že po jeho vypnutí jej postačí pouze zapnout a je znovu připraven k použití. Lze je dělit dle jmenovitých proudů:

- a) drobné jističe do 25 A
- b) střední jističe do 600 A
- c) velké jističe nad 600 A

Konstrukce jističe je znázorněna na obr. 15. Jeho základními součástmi jsou spouště nadproudová a zkratová. [1] [2]

Obr. 15 Konstrukce jističe



1 - Elektromagnetická (zkratová) spoušť

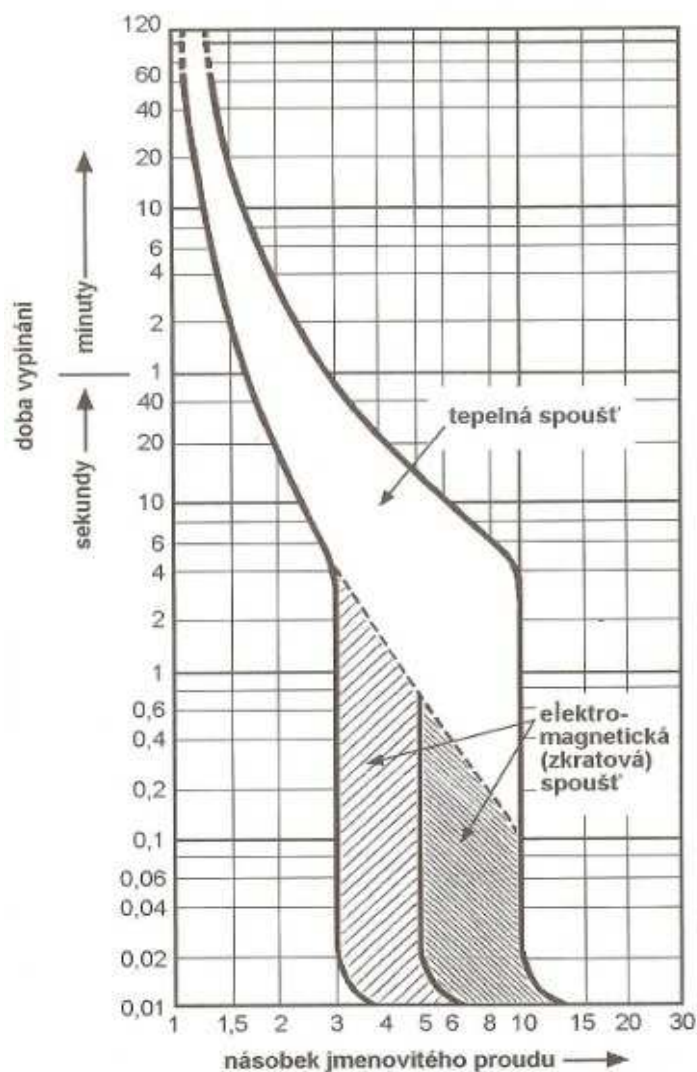
2 - Tepelná (bimetalová, nadproudová) spoušť

Zdroj [5]

Z konstrukce jističe vyplývají jeho ampérsekundové (vypínací) charakteristiky. Při menších nadproudech, které jsou vypínány nadproudovou (tepelnou, bimetalovou) spouští, se charakteristika podobá do určité míry charakteristice pojistky. Při větších nadproudech zapůsobí zkratová spoušť. Její zapůsobení je oproti tepelné spoušti téměř okamžité (obvykle v čase do 0,2 s, ale zpravidla ještě mnohem dříve). Protože zkratová spoušť působí prakticky okamžitě od určitého nadproudu, který by tepelná spoušť vypnula v čase až několika sekund, vykazuje charakteristika jističe pro tento nadproud zlom. Vypínací charakteristiky jističe (charakteristiky B a C) jsou znázorněny na obr. 16. Zlom charakteristiky nastává u charakteristiky B mezi 3- až 5- násobkem, u charakteristiky C mezi 5- až 10-násobkem jmenovitého proudu jističe. Také se používají jističe s charakteristikami D například pro časté spouštění elektromotorů s těžkými rozběhy viz příloha č. 9. U zkratových spouští takovýchto jističů se už pohybuje násobek jmenovitého proudu mezi 10 až 20. [5]

Pro praktická použití je sestavena řada tabulek, ve kterých je přímo uvedené správné přiřazení jisticích prvků pro vedení nebo spotřebiče dle jmenovitých proudů. Potřebné informace o příslušném jištění mohou podat též výrobci kabelů i jisticích prvků. Podrobné parametry jsou uvedeny v příloze č. 9. [5]

Obr. 16 Pásma ampérsekundových charakteristik B a C jističů



Zdroj [5]

Výhody jističů:

- při jejich vypnutí není porušena nebo destruována žádná součást přístroje ani chráněného zařízení
- možné okamžité opětovné použití jističe po jeho vybavení pro obnovení provozu i ochrany zařízení (tj. natažení jeho vypínacího mechanismu)
- odpadá zde nebezpečí záměny ochranného prvku
- další výhodou je možnost využití mechanismu jističe k dalším funkcím tím, že se základní provedení doplní dalšími přídavnými prvky (např. dálkové ovládání a vypínání)

-u dražších typů jističů je možné nastavovat jednotlivé tepelné a zkratové spouště, a tím optimálně přizpůsobit celkovou charakteristiku jističe požadavkům [1]

Nevýhoda jističů:

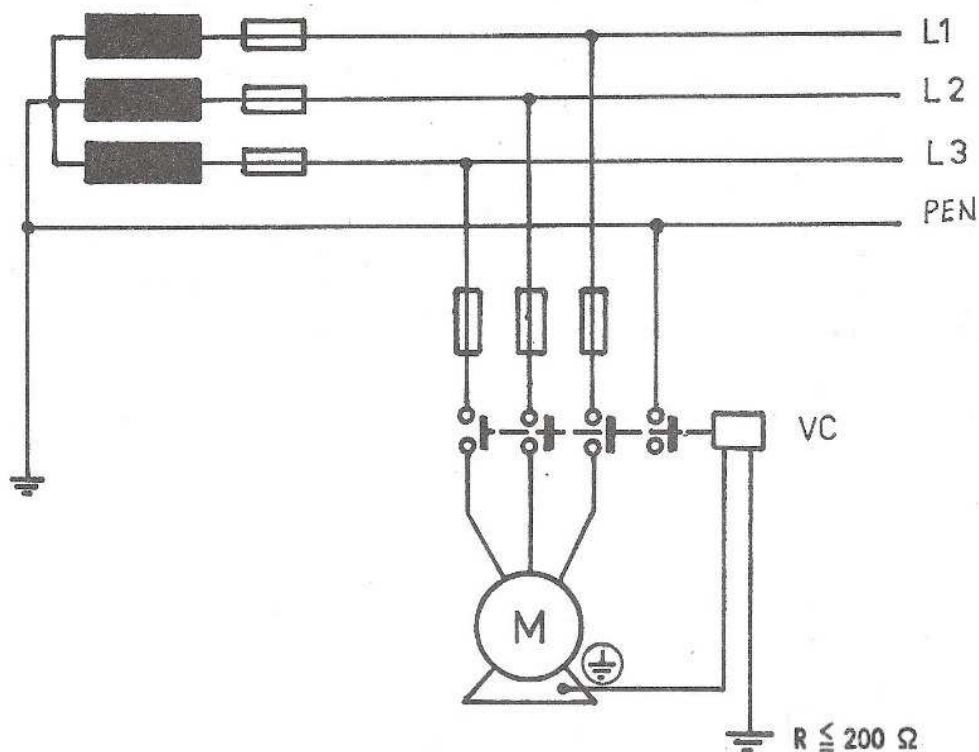
- složitější mechanická konstrukce oproti pojistce
- absence omezení případných zkratových proudů
- v řadě případů je vyžadována doplňující předřadná pojistka [1]

3.3. Chrániče

3.3.1. Napěťový chránič

Jedná se o samostatný způsob ochrany samočinným odpojením, který nijak nesouvisí s předchozími způsoby. Pracuje na principu odpojení vadné části. Napěťový chránič indikuje napětí na neživých nebo i jiných cizích vodivých částech. Jestliže dotykové napětí na těchto částech překročí stanovenou mez, na kterou je napěťový chránič nastaven, chránič odpojí přívod elektřiny k chráněnému zařízení. Chránič se nastavuje na hodnotu dovoleného trvalého dotykového napětí dle tab. 4. [5]

Obr. 17 Princip činnosti napěťového chrániče v síti TT



Zdroj [6]

Zapojení napětového chrániče je znázorněno na obr. 17. Základním prvkem chrániče je napětová cívka, kterou prochází elektrický proud úměrný velikosti napětí, na které je cívka připojena. Při překročení dovolené hodnoty napětí cívka do 0,2 s vypíná. Cívka chrániče musí být zapojena mezi neživou částí chráněného zařízení a ochranný zemnič.

Napětové chrániče vyžadují pro svou správnou funkci zvláštní ochranné zemniče, které jsou dostatečně vzdáleny od všech cizích vodivých částí, jež by svým elektrickým potenciálem mohly ovlivňovat napětovou citlivost chrániče. Zemnič napětového chrániče obvykle vyhovuje, jestliže jeho odpor není větší než 200Ω a jeho vzdálenost od chráněné části není menší než 15 m. Tento chránicí prvek se již v praxi nepoužívá. Byl zcela nahrazen proudovým chráničem. [5]

3.3.2. Proudový chránič

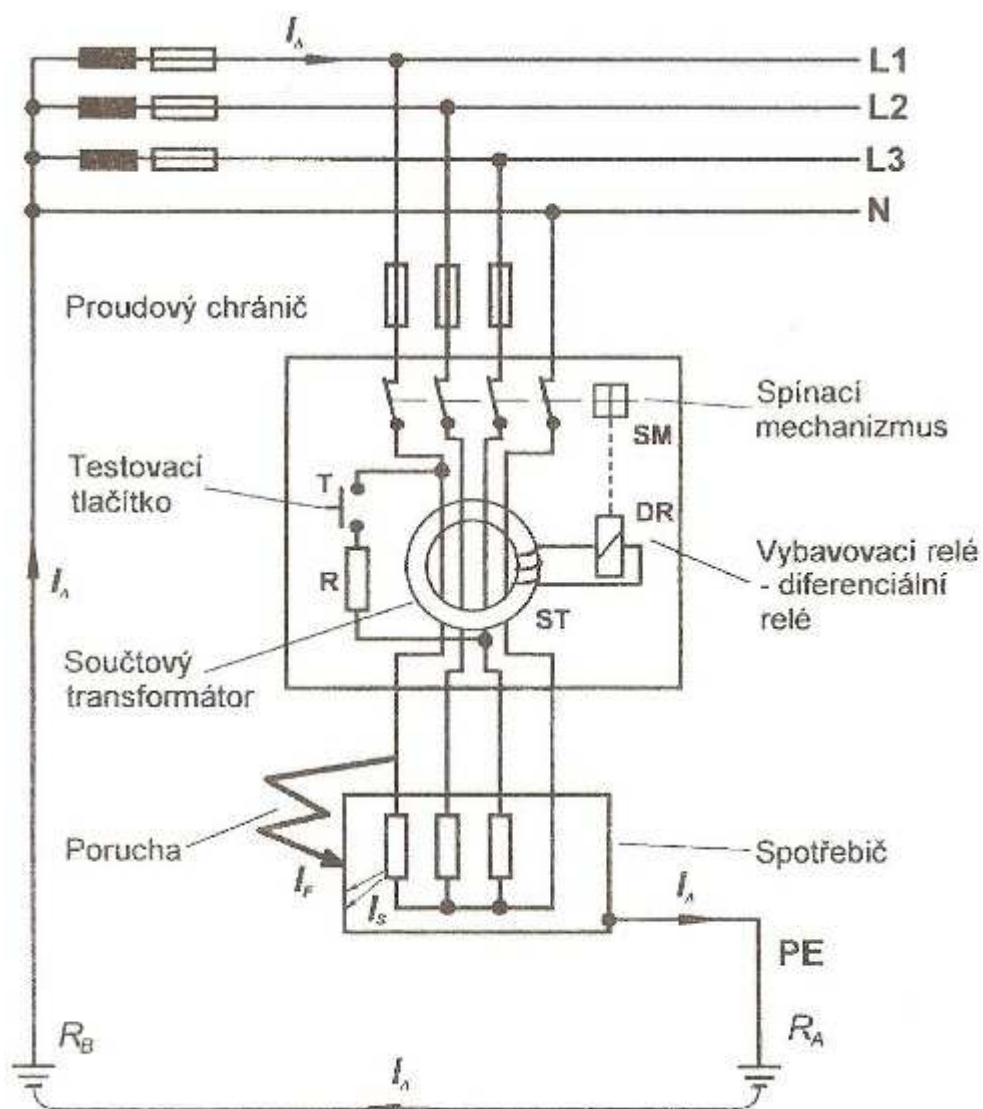
Proudový chránič se skládá ze součtového proudového transformátoru, velmi citlivého relé a spínacího mechanismu viz obr. 18. Proudovým transformátorem procházejí všechny pracovní vodiče (L1, L2, L3, N) ke spotřebiči. Za normálních podmínek je vektorový součet proudů ve všech pracovních vodičích roven nule a v sekundárním vinutí se neindukuje žádné napětí. Jestliže dojde za chráničem k úniku proudu z aktivního vodiče do země (např. zkrat na kostru stroje, případně dotyk osoby), vznikne rozdíl mezi porovnávanými proudy. Tento rozdíl proudů se indukuje v sekundárním vinutí transformátoru napětí, které vyvolá proud a pomocí citlivého relé uvede v činnost spínací mechanismus. Tím dojde k rychlému odpojení poruchy od sítě.

Proudový chránič je elektrický ochranný přístroj, který detekuje a vyhodnocuje rozdílový (reziduální) proud v pracovních vodičích obvodu a vypíná obvod při překročení určité hodnoty rozdílového proudu, pro který je chránič nastaven.

Proudový chránič obecně nejistí před nadproudy (přetížení, zkraty). Ochrana před nadproudy se musí zajistit předřazením pojistek nebo jističů, přičemž jmenovitý proud jisticího prvku předepisuje výrobce chrániče. [3]

Vybavovací proudy: 10, 30, 100, 300, 500 mA

Obr. 18 Princip činnosti proudového chrániče v síti TT (totéž platí pro TN a IT)



Zdroj [3]

Proudové chrániče jsou velmi často používaná zařízení v praxi pro zajištění ochrany samočinným odpojením od zdroje. Podrobnější specifikace a prvky nabízené na trhu jsou k nahlédnutí v příloze č. 12.

3.4. Ochrany proti přepětím v sítích

Definice:

Přepětí je jakékoliv časově závislé zvýšení napětí mezi jednou fází a zemí (fázové přepětí) nebo mezi dvěma fázemi (mezifázové přepětí) než je jmenovité napětí sítě. Je charakterizováno zejména vrcholovou hodnotou napětí, strmostí a dobou trvání. Tato všeobecná definice platí pro všechny hladiny napětí.

Přepětí dělíme obvykle podle dvou hledisek, a to podle doby trvání na krátkodobá (rázová nebo kmitavá) a dlouhodobá (trvalá), podle původu na vnější (atmosférická) a na vnitřní (spínací a dynamická).

Krátkodobá přepětí mohou být vnitřní i vnější a jsou zásadně přechodového charakteru. Působí svou výškou, strmostí vzrůstu nebo poklesu a mohou, není-li soustava proti nim správně chráněna, vést k poškození izolací či elektrických zařízení.

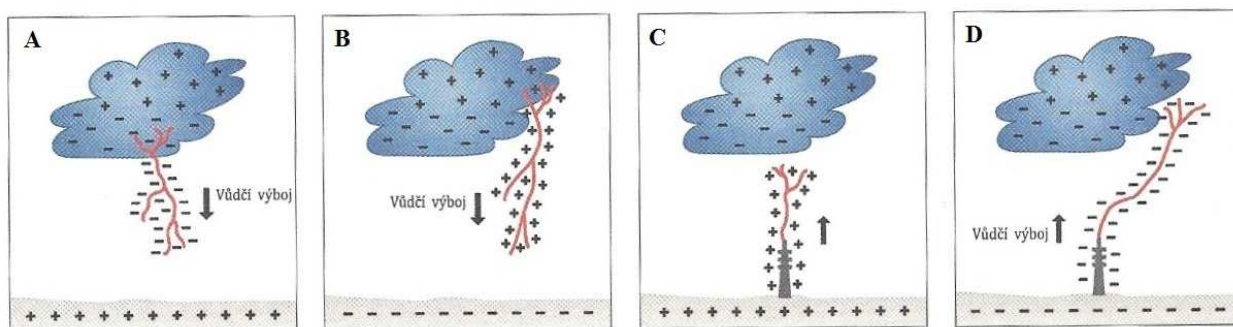
Dlouhodobá přepětí nemají obvykle příliš velkou hodnotu, a proto nemají okamžité následky, nemůžeme je však připustit na dlouho. Buď jsou sníženy v poměrně krátké době několika sekund činnostmi regulačních členů soustavy, obvykle samočinně, nebo, jsou-li trvalého charakteru, musíme soustavu při nejbližší možné příležitosti vypnout a příčinu odstranit. [2] [10]

Mechanismus vzniku blesku:

Ve Švýcarsku byl proveden dosud nejkompletnější výzkum blesku současným optickým a elektrickým měřením. Zjistilo se, že blesky lze rozdělit do 4 skupin dle mechanismu vzniku:

- sestupného negativního výboje (mrak-zem) viz obr. 20A
- sestupného pozitivního výboje (mrak-zem) viz obr. 20B
- vzestupného negativního výboje (zem-mrak) viz obr. 20C
- vzestupného pozitivního výboje (zem-mrak) viz obr. 20D

Obr. 19 Mechanizmy vzniku blesku (A,B,C,D)



Zdroj [8]

Výboje se liší v mechanice výboje, ale také v parametrech blesku. Na rovinách u nízkých budov se vyskytují blesky typu sestupného negativního výboje nebo sestupného pozitivního výboje a na velmi vysokých objektech nebo na vysokých kopcích se vyskytují blesky typu vzestupného negativního výboje nebo vzestupného pozitivního výboje. [8]

3.4.1. Vnější ochrana před bleskem a přepětím

Pojem vnější ochrana před bleskem vstoupil do obecného povědomí především díky mezinárodní normě IEC 62305. V porovnání s naší normou ČSN 34 1390, se liší hodnotami použitých technických parametrů a také přístupem k jejich stanovení. Obě tyto normy zahrnují především hodnocení rizika ohrožení posuzovaného stavebního objektu působením atmosférického výboje, hromosvodní ochrany nebo uzemňovací soustavy. Nicméně všechny uvedené předpisy mají společný cíl vytvořit spolehlivý systém, který by zajistil dostatečně vodivou cestu svádějící bleskový výboj do země tak, aby nedošlo k poškození žádné části chráněného stavebního objektu. [7]

Systemy ochran:

A) Jímací zařízení:

Úkolem jímacího zařízení je zachytit bleskový výboj směřující k chráněnému stavebnímu objektu nebo jinak vymezenému prostoru. Může se skládat z tyčí, napnutých drátů nebo speciálních vedení. Přípustná jsou strojená i náhodná jímací zařízení, která mohou být tvořena např. kovovými střechami, zábradlím nebo stavebními konstrukcemi. [7]

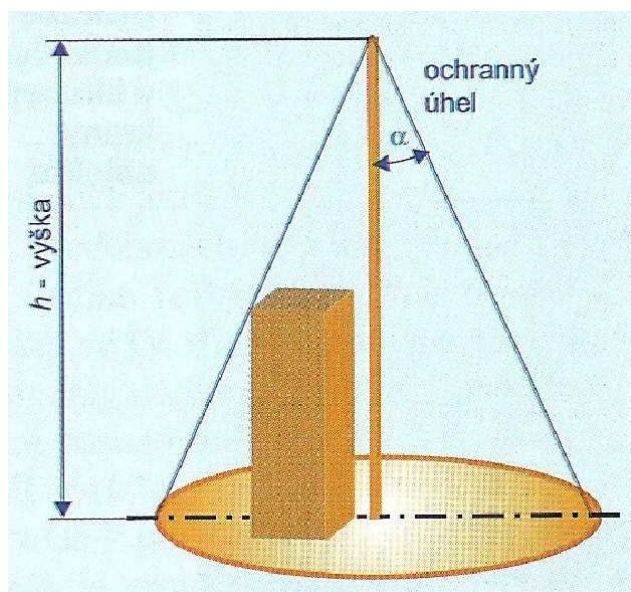
Pro jejich návrh lze přitom využít hned několik postupů, jejichž výběr závisí především na povaze a rozměrech chráněného objektu. Norma IEC 62305-3 uznává a rozlišuje v této souvislosti tři metody k návrhu jímacího zařízení:

- a) metoda ochranného úhlu
- b) metoda mřížové jímací soustavy
- c) metoda bleskové koule

a) Metoda ochranného úhlu

Návrh jímacího zařízení metodou ochranného úhlu je považován za zjednodušený a používá se zpravidla u jednoduchých staveb s tyčovými jímači, hřebenovou nebo kombinovanou hřebenovou jímací soustavou. Význam souvisejících parametrů je zobrazen na obr. 20. Podle IEC 62305-3 závisí velikost uvažovaných ochranných úhlů na zařazení chráněného objektu do třídy ochrany před bleskem a výšce vrcholu jeho jímacího zařízení viz tab. 5. [7]

Obr. 20 Metodou ochranného úhlu



Zdroj [7]

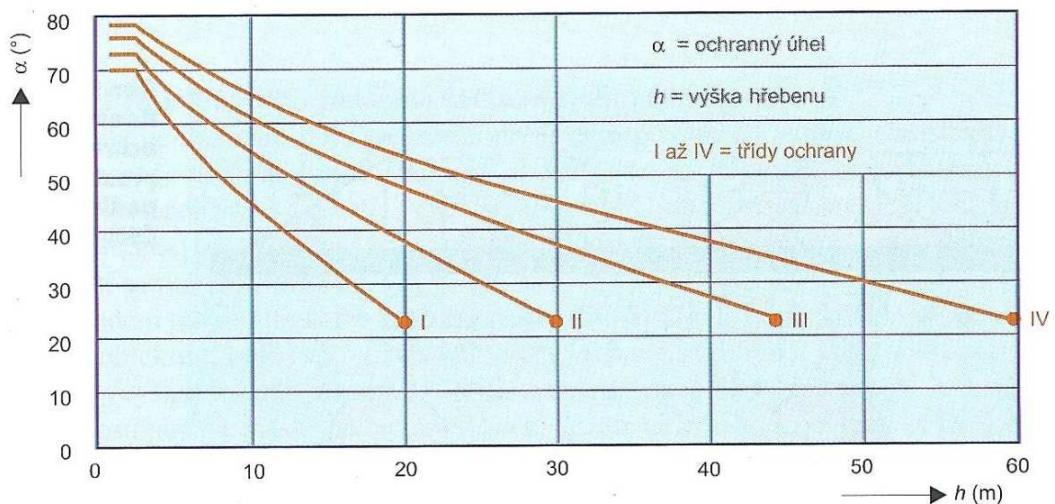
Tab. 5 Třídy ochran pro objekty

Třída ochrany	Úhel α pro jímáče délky max. 3 m
I	70°
II	72°
III	76°
IV	79°

Zdroj [7]

Grafická podoba závislosti úhlu na výšce je zobrazena na obr. 21. Do tří metrů je ochranný úhel konstantní, ale dále pro výšky objektů (resp. jímáčů) nad tři metry se začíná jeho hodnota zmenšovat. Počáteční konstantní velikost úhlu zjednodušuje návrh jímáčů chránících nejruznější drobné střešní nástavby apod. [7]

Obr. 21 Ochranný úhel v závislosti na výšce

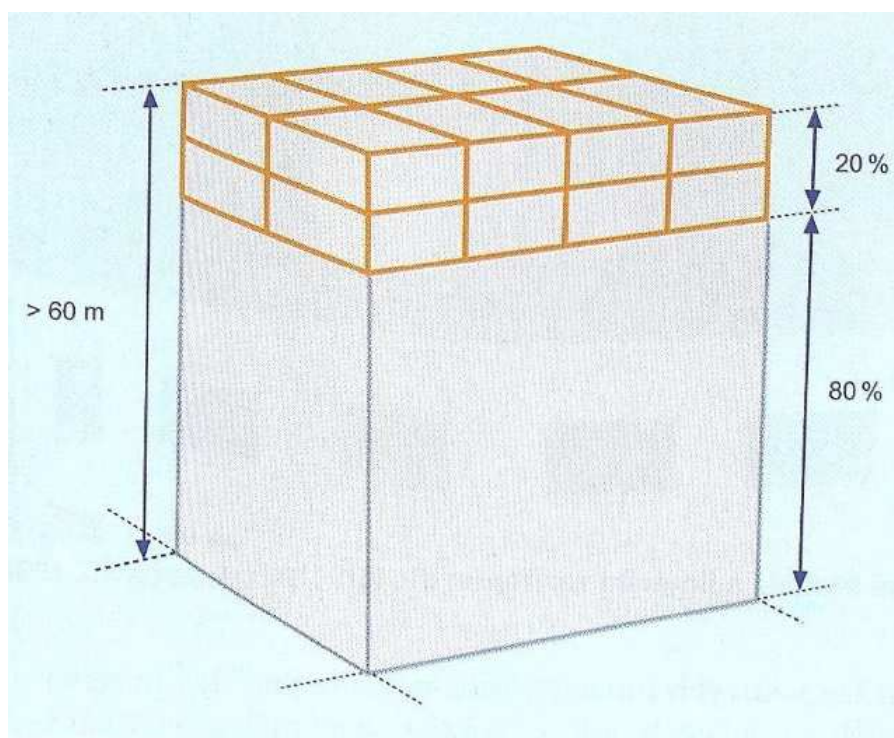


Zdroj [7]

b) Metoda mřížové jímací soustavy

Metoda mřížové soustavy je řešením zejména pro jímací soustavy vhodné pro rovinné plochy. Proto se často využívá k ochraně stavebních objektů s plochými střechami. Předpokládá vytvoření sítě, popř. mříže vodivých jímacích vedení, propojených v místech vzájemného křížení. Na okrajích a v místech, kde ze střechy vystupují různé části technologických zařízení, jako jsou anténní nástavby, klimatizační jednotky, vzduchotechnické výdechy apod., se zpravidla doplňuje pomocnými vertikálními jímáči. Příklad mřížové ochrany je zobrazen na obr. 22. [7]

Obr. 22 Mřížovou soustavou s ochranou proti bočním úderům

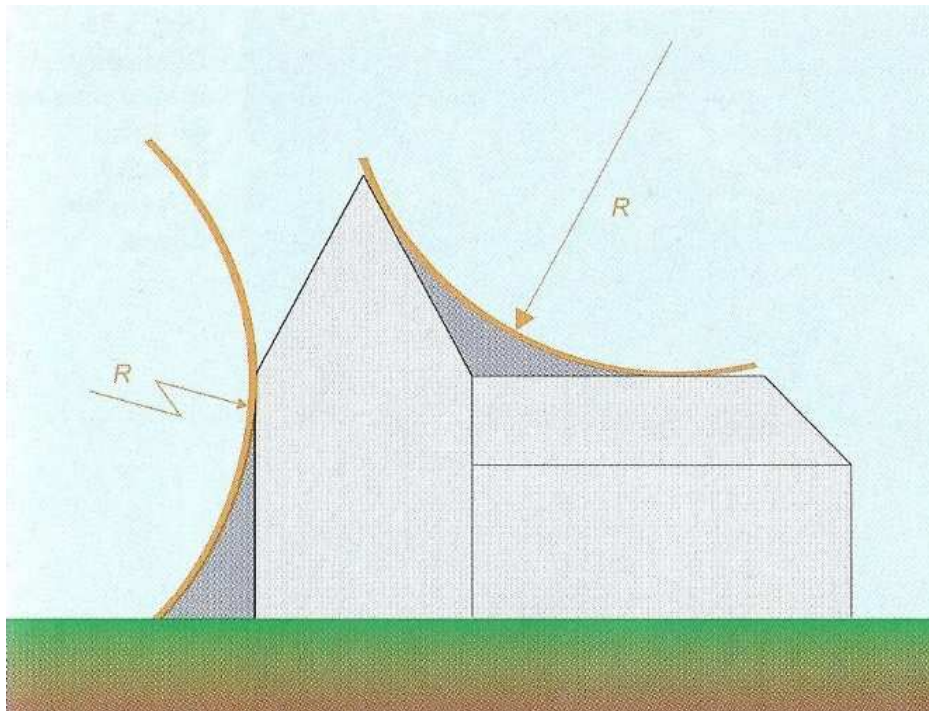


Zdroj [7]

c) Metoda bleskové koule

Tato metoda pro výpočet ochranného prostoru je nejdůslednější. Podkladem pro stanovení souvisejících parametrů byla rozsáhlá analýza bleskových výbojů do velkých objektů. Metoda bleskové koule je proto vhodná především pro složité stavby a objekty v husté zástavbě. U náročnějších stavebních objektů se často využívá ke stanovení ochranného prostoru oddálených a mřížových jímacích soustav. Ochranný prostor je u této metody tvořen pomyslným pohybem koule po zemském povrchu. Při jejím odvalování dochází ke kontaktu s jímači a obvodem staveb. V místě vzájemného dotyku lze předpokládat ohrožení bleskem. Cílem návrhu ochranného systému je proto zamezit přímému kontaktu povrchu koule s povrchem chráněného objektu. Poloměr použité bleskové koule uvedený v tab. 6 závisí na zařazení chráněného objektu do třídy ochrany před bleskem. [7]

Obr. 23 Metoda bleskové koule



Zdroj [7]

Tab. 6 Parametry bleskové koule

Třída ochrany	Poloměr bleskové koule (m)
I	20
II	30
III	45
IV	60

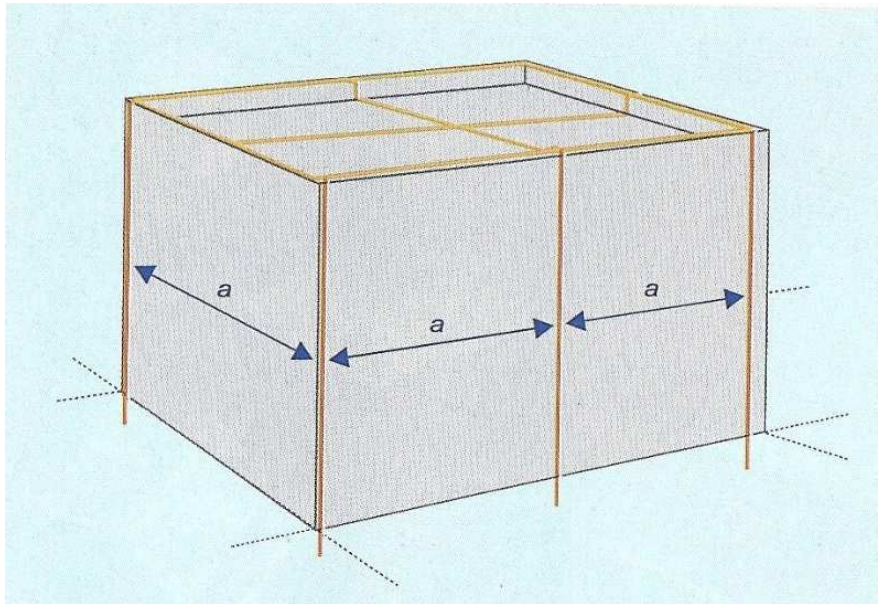
Zdroj [7]

Při volbě metody návrhu jímacího zařízení je třeba mít vždy na paměti, že ochranný úhel a mřížová jímací soustava jsou vhodné jen pro určité typy objektů, kdežto metoda bleskové koule má všeobecnou platnost. [7]

B) Svody:

Svody zabezpečují svedení energie od jímacího zařízení do uzemňovací soustavy. V minulosti byly realizovány téměř výhradně vně objektu. Dnes se v důsledku změn stavebních technologií stěhují stále častěji pod obvodový plášť nebo přímo do vnitřního prostoru budov. Základní rozmístění je zobrazeno na obr. 24. [7]

Obr. 24 Rozmístění svodů po obvodu stavebního objektu



Zdroj [7]

Vzdálenosti jednotlivých svodů viz tab. 7 jsou určeny mezinárodní a evropskou normou IEC 62305-3. Tyto vzdálenosti jsou stanoveny na základě zařazení posuzovaného stavebního objektu do tříd ochrany před bleskem. [7]

Tab. 7 Typické rozestupy svodů

Třída ochrany	Vzdálenost a [m]
I	10
II	10
III	15
IV	20

Zdroj [7]

C) Uzemnění:

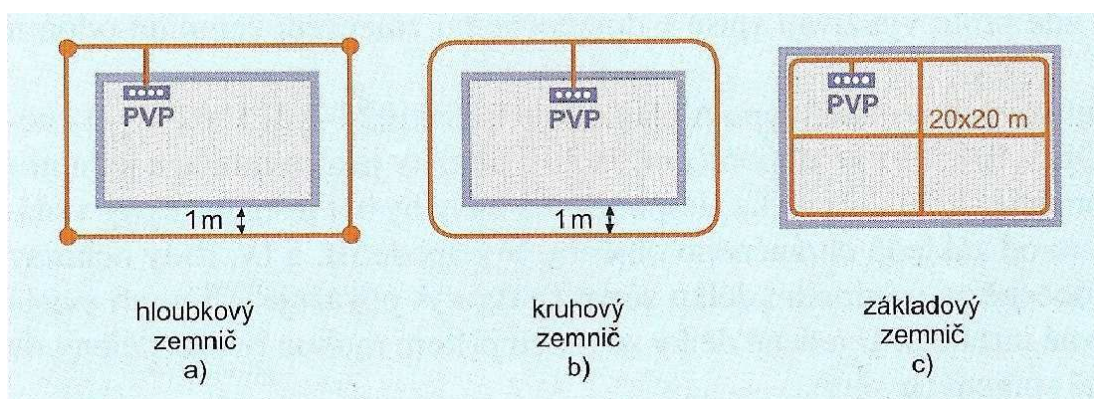
Principem uzemňovací soustavy je svést proud atmosférického výboje pod zemský povrch a tam jej rozptýlit do povrchových vrstev země, bez vzniku nadměrných rozdílů potenciálů mezi libovolnými místy chráněného stavebního objektu. Za nejdůležitější kritéria dle IEC a EN pro možnost rovnoměrného a spolehlivého přechodu bleskového proudu do země jsou přitom všeobecně považovány především tvar a rozměry uzemňovací soustavy. Dále také celková kvalita pospojování všech kovových konstrukcí zavedených do objektu

a jejich propojení se všemi náhodnými i strojenými zemniči. Za dostatečně nízký celkový odpor celé uzemňovací soustavy je brána hodnota 10Ω a menší. Základní provedení zemničů ilustruje obr. 25. [7]

Základní uspořádání zemničů:

- a) zemnič typu A - horizontální paprskový zemnič nebo vertikální hloubkový zemnič
- b) zemnič typu B - kruhový povrchový zemnič
- c) zemnič typu B - základový zemnič

Obr. 25 Rozmístění svodů po obvodu stavebního objektu



Zdroj [7]

Zemnič typu A je reprezentován zpravidla hloubkovým zemničem, tvořeným zemničími tyčemi zabudovanými obvykle svisle a dostatečně hluboko do země. Kruhový zemnič je povrchový zemnič, který má přibližně tvar uzavřeného kruhu vedeného ve vzdálenosti 1 m a hloubce 0,5 m kolem vnějšího obvodu chráněného stavebního objektu. Základový zemnič je uložen v betonových základech chráněného stavebního objektu. [7]

3.4.2. Vnitřní ochrana před bleskem a přepětím

Úkolem této ochrany je zabránit vzniku nebezpečných rozdílů potenciálů uvnitř chráněného stavebního objektu a předejít tak případnému ohrožení života a zdraví přítomných osob nebo vzniku škod na elektrickém zařízení. Z hlediska konstrukce budov lze tuto ochranu rozdělit: [7]

- vyrovnání potenciálu
- oddělení bezpečnou vzdáleností
- stínění

Zařízení ochrany před přepětím (svodiče)

Tato kapitola je věnována především ochraně proti přepětí ve stavebních objektech, tedy v instalaci nízkého napětí pomocí svodičů přepětí. [4]

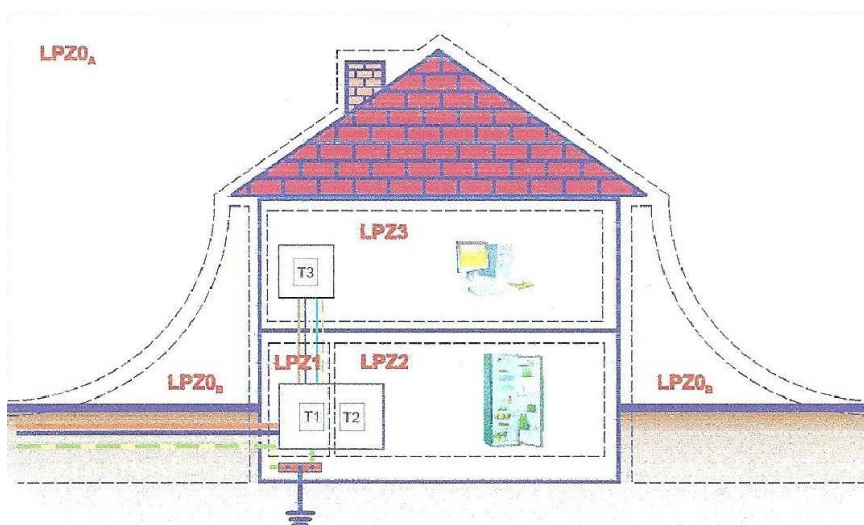
Pojem zařízení ochrany před přepětím označován anglickou zkratkou SPD (Surge Protection Device). Tato zařízení jsou pomocí katalogových hodnot dále blíže specifikovány v příloze č. 15. Svodiče přepětí (SPD) jsou určeny k ochraně elektrického zařízení proti přepětím a proudovým impulzům (způsobeným úderem blesku nebo spínacími pochody). Pro tento účel plní SPD dvě následující funkce:

- omezují přepětí na úroveň přijatelnou pro chráněné zařízení
- svádí do země impulsní proudy

Ve smyslu starších standardů se jedná o svodiče bleskových proudů a přepětí. Jejich účelem je vyrovnání potenciálů v případech, kdy nelze jednotlivé vodivé části propojit přímou galvanickou vazbou. SPD se při normálním provozním stavu chráněného zařízení zpravidla vůbec neprojevuje a jeho činnost je aktivována pouze nepřijatelným nárůstem amplitudy svorkového napětí. [7] [18]

U stavebních objektů s vnější ochranou před bleskem, a tedy s možností výskytu podstatných částí bleskových proudů na vstupu chráněného prostoru, je třeba respektovat koncepci zón ochrany před bleskem LPZ (Lightning Protection Zone). Rozmístění jednotlivých zón ilustruje obr. 26 a jejich podrobný popis obsahuje příloha č. 4. SPD na vstupu vedení do takového objektu musí být dimenzováno na svod odpovídajících částí bleskového proudu. [7]

Obr. 26 Zóny ochrany před bleskem



Zdroj [18]

Fyzikální principy SPD

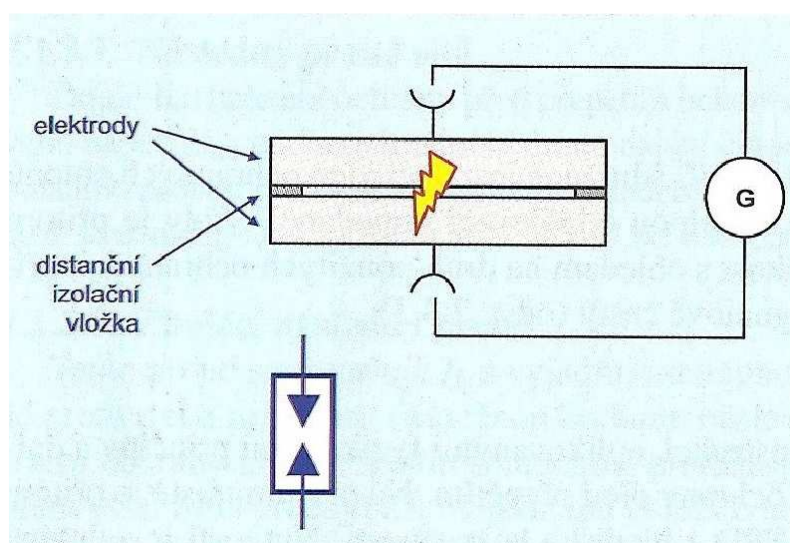
Vysoká energetická náročnost dílčích částí atmosférických výbojů na rozhraní zón ochrany před bleskem LPZ 0 a LPZ 1. Nutnost potlačení prostorových účinků elektromagnetického pole provázejícího bleskový proud uvnitř chráněného prostoru i potřeba likvidace dalších druhů menších přepětí vznikajících uvnitř chráněného prostoru. Různorodé nároky na vlastnosti děl SPD do tříd viz příloha č 5. Z důvodů širokého použití se u zařízení ochrany před přepětím lze dodnes setkat s různými fyzikálními principy. Jedná se především o prvky, které pracují na principu: [7]

- jiskřišť,
- bleskojistek,
- varistorů,
- polovodičových přechodů.

Jiskřiště a výkonové bleskojistky

Základní částí jiskřišť a výkonových bleskojistek je komora se dvěma či více kovovými nebo uhlíkovými elektrodami viz obr. 27. Vzdálenost elektrod a vlastnosti okolního prostředí určují zásadním způsobem hodnotu zapalovacího napětí, při kterém dojde k vyrovnání potenciálů mezi vzájemně nejbližšími elektrodami prostřednictvím elektrického výboje. U otevřených i uzavřených výkonových jiskřišť tvoří prostředí mezi elektrodami vzduch. Výkonové bleskojistky jsou zpravidla plněny technickými plyny. [7]

Obr. 27 Princip uspořádání jednoduchého jiskřiště

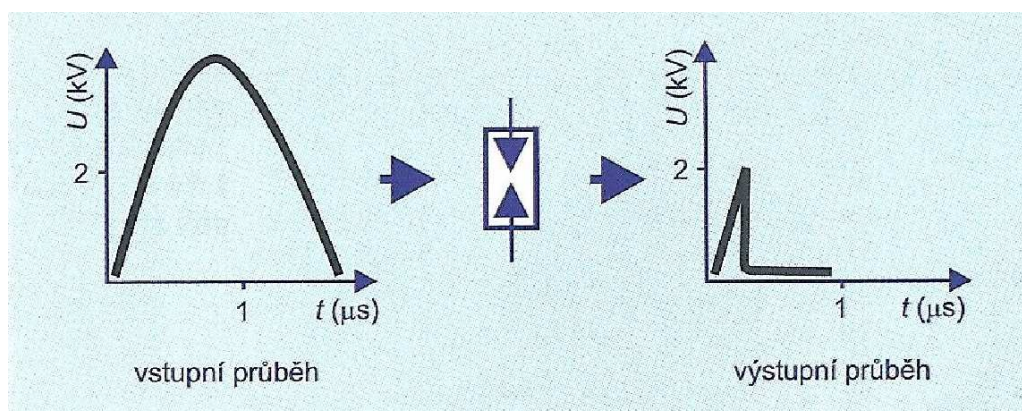


Zdroj [7]

Společnou a velmi ceněnou vlastností jiskřišť i bleskojistek je značně velký vnitřní odpor v klidovém stavu, který omezuje velikost nežádoucích unikajících proudů. Pro tyto vlastnosti jsou ochranné prvky pracující na tomto fyzikálním principu předurčeny pro svod bleskových proudů. Omezují úroveň přepětí, a zkracují dobu jeho působení, viz charakteristiky na obr. 28.

Jiskřiště se používají především jako svodiče (třídy B). Lze se s nimi však setkat i u následných ochranných stupňů, a to v podobě oddělovacích prvků u různých zapojení se zaručovaným izolačním stavem mezi pracovními vodiči a uzemněním. [7]

Obr. 28 Pracovní charakteristika jiskřiště omezující úroveň i dobu trvání přepětí



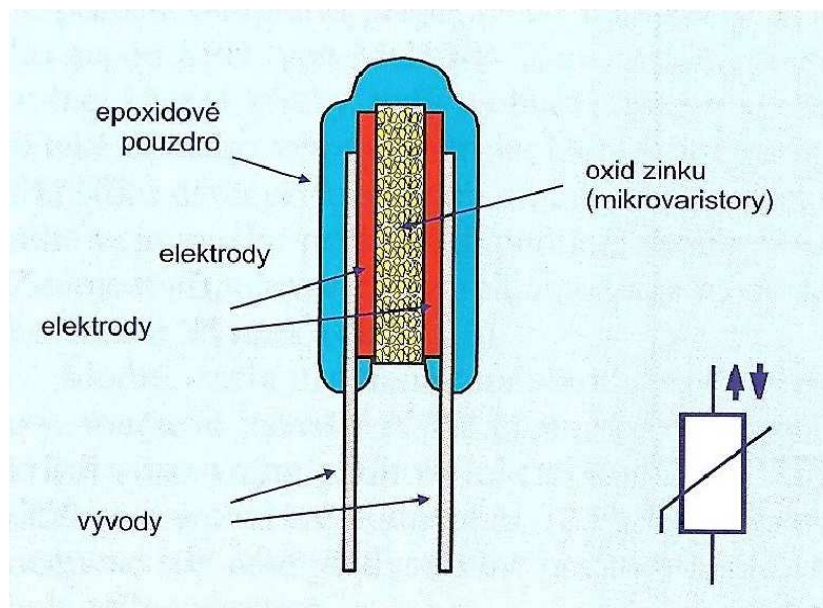
Zdroj [7]

Výkonové bleskojistky se používají především v zařízeních ochrany před přepětím pro slaboproudé rozvody. V silových rozvodech se s nimi lze setkat jen výjimečně, neboť se vyznačují velmi omezenou schopností zhaset následné proudy sítě, a nejsou proto vhodné k ochraně fázových vodičů. [7]

Varistor

Varistor je napětově závislý rezistor, vyrobený lisováním a spékáním práškové směsi složené z oxidů některých kovů. Vyznačuje se nelineární voltampérovou charakteristikou. Specifické vlastnosti této součástky vyplývají z velkého množství mikrovaristorů, které jsou spolu řazeny paralelně i sériově. Elektrický odpor přechodů mezi nimi se mění v závislosti na velikosti přiloženého napětí. Pro menší energetické zátěže mají zpravidla podobu terčů s drátovými vývody zalitými v epoxidové pryskyřici viz obr. 29. [7]

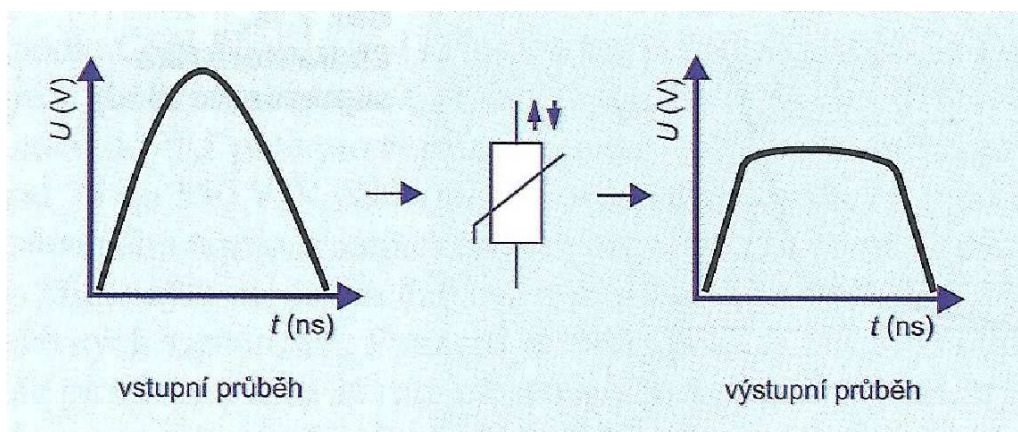
Obr. 29 Řez strukturou varistoru



Zdroj [7]

Varistorová zařízení ochrany před přepětím pracují tedy na principu změny odporu v závislosti na velikosti přiloženého napětí. Pro jmenovitá napětí je jejich odpor značně velký, ale při větších napětích se samovolně zmenšuje. Na základě těchto fyzikálních vlastností, dochází k přerušení procházejícího svodového proudu viz obr. 30. [7]

Obr. 30 Omezující charakteristika varistoru



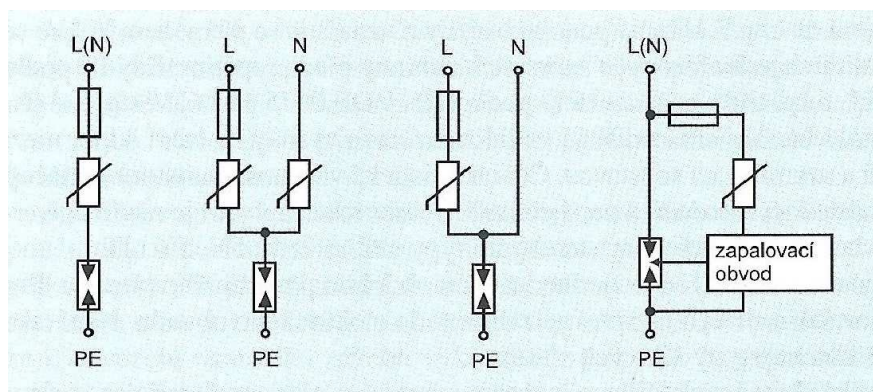
Zdroj [7]

Pro přenos větších energetických zátěží se používají obvykle čtvercové destičky opatřené pájenými měděnými kontaktními deskami, které zajišťují dostatečně rovnoměrné rozložení energie sváděného proudového impulsu. [7]

Kombinovaná SPD pro silové sítě nn

Nejčastější varianty vnitřní zapojení kombinovaných zařízení ochrany před přepětím pro silové sítě nízkého napětí je zobrazeno na obr. 31. [7]

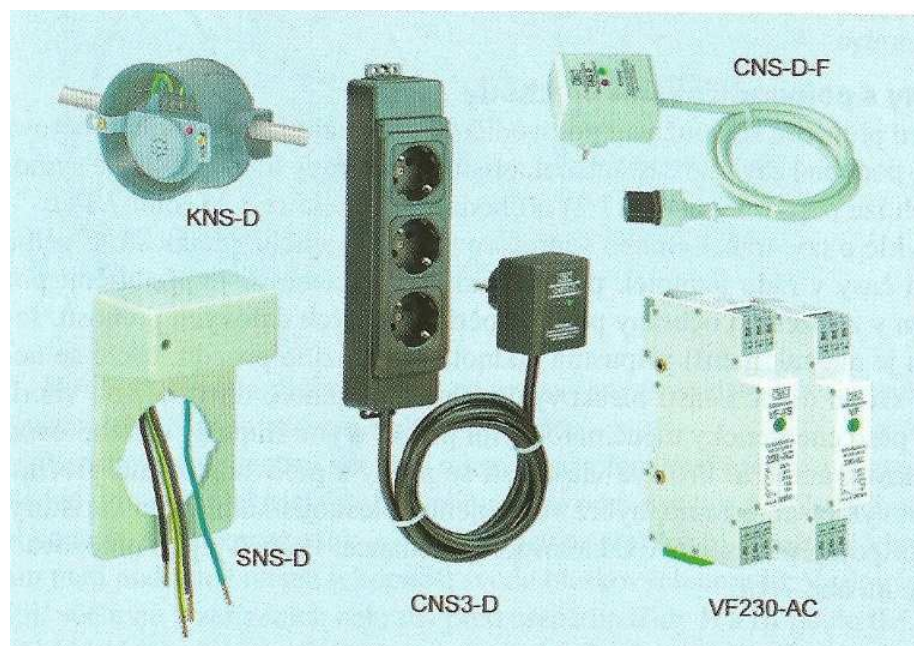
Obr. 31 Příklady vnitřního zapojení kombinovaných SPD



Zdroj [7]

Takováto zařízení jsou vyhrazena pro konečnou ochranu elektrických spotřebičů s vysokou citlivostí na napěťové špičky. Jsou to především elektrické přístroje s polovodičovými součástkami, jako jsou počítače, televizory, tiskárny, WiFi routery a různé prvky datových sítí apod.

Obr. 32 Příklady SPD (třídy D) pro silové sítě nn



Zdroj [7]

4. Závěr

Bakalářská práce má za úkol objasnit základní principy a použití ochranných prvků v chráněných obvodech.

Na elektrické sítě jsou kladeny různé požadavky z hlediska ochrany člověka před nebezpečným dotykem nebo ochran elektrických spotřebičů před přetížením proudovým i napěťovým. V elektrických sítích může nastat mnoho nestandardních jevů, jako jsou zkraty, přepětí apod. Tyto jevy jsou zpravidla nežádoucí, neboť ohrožují elektrické spotřebiče i jejich uživatele. Aby nedošlo k poškození připojených spotřebičů nebo úrazu elektrickým proudem, je třeba dle příslušných norem dané obvodu při jejich konstrukci chránit. Tato zařízení jsou podrobně specifikovaná v celé práci. Jedná se nejčastěji o zařízení, které odpojují vadné či nebezpečné části od zdroje. Tato zařízení mají za úkol rozpoznat nestandardní jev a příslušným způsobem zakročit.

Pro případy proudových přetížení jsou určeny prvky jistící, z nichž nejstaršími jsou tavné pojistky. Jejich výhodou je jednoduchost a schopnost omezit poruchový proud. Jejich hlavní nevýhodou je jednorázovost a nutnost výměny vložek pro další provoz jištěného zařízení. Jističe odstraňují problém jednorázového použití pomocí speciálního mechanismu. Po odstranění příčiny výpadku je možno kontaktní mechanismu sepnout. Mají však nevýhodu absence schopnosti omezení poruchového proudu. V uzemněných soustavách oba zmíněné prvky slouží i k ochraně před nebezpečným dotykem elektrických předmětů. Správnost takovéto funkce je podmíněna dostatečně malou impedancí smyčky zdroje a spojových vedení. Při vyšší impedanci zdrojové smyčky tato ochrana selhává kvůli prodloužení poruchové doby s rizikem úrazu proudem. Řešením je aplikace proudových chráničů reagujících na relativně malé poruchové proudy unikající ze živých částí. Žádný s popsáných prvků však nechrání proti nadměrnému napětí. Pro tyto účely je potřeba aplikovat ochrany různých konstrukcí – jiskřiště, bleskojistky, varistory. Pro komplexní ochranu elektroinstalace je zapotřebí kombinace výše uvedených ochranných prvků. Podklady pro porovnání technických parametrů jednotlivých ochranných prvků jsou v přílohách č. 6, 9, 12, 15.

5. Seznam literatury

- [1] KRÍŽ, M.: *Dimenzování a jistění elektrických zařízení – tabulky a příklady*. 2. vydání. Praha: IN-EL, spol. s.r.o., 2008. 217s. ISBN 978–80–86230–46–7.
- [2] NOVOTNÝ, V.: *Elektrické přístroje*. 1. vydání. Praha: ČVUT, 2001. 203s. ISBN 80-01-02306-0.
- [3] ŠTĚPÁN, F.: *Proudové chrániče*. 1. vydání. Praha: IN-EL, spol. s.r.o., 1997. 152s. ISBN 80-902333-3-3.
- [4] ROUS, Z.: *Přepěťové ochrany v elektrických instalacích do 1000 V*. 1. vydání. Praha: IN-EL, spol. s.r.o., 1999. 146s. ISBN 80–86230-06-6.
- [5] CIPRA, M., KRÍŽ, M., KŮLA, V.: *Úvod do elektrotechniky*. 1. vydání. Praha: ČVUT, 1996. 150 s. ISBN 80-01-01522-X.
- [6] VURM, A.: *Úvod do elektrotechniky*. 2. přepracované vydání. Praha: ČVUT, 1990. 144s. ISBN 80-01-00393-0.
- [7] BURANT, J.: *Blesk a přepětí*. 1. vydání. Praha: FCC Public s. r. o., 2006. 256s. ISBN 80-86534-10-3
- [8] KUTÁČ, J., MERA VÝ J.: *Ochrana před bleskem a přepětím*. 1. vydání. Ostrava: SPBI Ostrava, 2010. 186s. ISBN 978-80-7385-081-4
- [9] HASMAN, T.: *Přepětí v elektroenergetických soustavách*. 1. vydání. Praha: ČVUT, 1997. 129s. ISBN 80-01-01699-4
- [10] HASSE, P.: *Vnitřní a vnější ochrana zařízení před účinky blesku a přepětím*. 1. vydání. Brno: Elektromanagement, 1994. 86s.

URL:

- [11] *Maturita* [online]. Vystaveno 26.3.2002 [cit. 11-1-2011]. Dostupné z:
<<http://www.maturita.cz/referaty/referat.asp?id=3548>>
- [12] *E.ON* [online]. [cit. 2-3-2011]. Dostupné z:
<http://www.eon.cz/cs/info/el_power.shtml#top>
- [13] *WIKIPEDIA* [online]. [cit. 7-3-2011]. Dostupné z:
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Elektrárny_v_Česku>
- [14] TYRBACH,J. *Telecom* [online]. [cit. 11-1-2011]. Dostupné z:
<<http://web.telecom.cz/tyrbach/mapa.pdf>>
- [15] TYRBACH,J. *Telecom* [online]. [cit. 11-1-2011]. Dostupné z:
<http://web.telecom.cz/tyrbach/OPND_zivych.pdf>
- [16] TYRBACH,J. *Telecom* [online]. [cit. 11-1-2011]. Dostupné z:
<http://web.telecom.cz/tyrbach/tridy_ochran.pdf>
- [17] TYRBACH,J. *Telecom* [online]. [cit. 11-1-2011]. Dostupné z:
<http://web.telecom.cz/tyrbach/druhy_siti_nn.pdf>
- [18] *OEZ s.r.o.* [online]. [cit. 1-4-2011]. Dostupné z: <<http://www.oez.cz/file/279/>>

Firemní literatura:

- [19] *Učební texty elektro, 1, Právní předpisy a silnoproud*. 1. vydání. Olomouc: Solid team, 2009, 191 s.
- [20] *ABB s.r.o., Ochrana proti přepětí*. 1. vydání. Brno: Organizační jednotka Brno, 2006, 27 s.

Seznam obrázků

Obr. 1	Mapa elektráren, provozovaných ČEZ	2
Obr. 2	Závislost impedance lidského těla na dotykovém napětí	5
Obr. 3	Zóny fyziologických účinků střídavého sinusového proudu	6
Obr. 4	Náhradní schéma impedance lidského těla	8
Obr. 5	Zjednodušené náhradní schéma vnitřní impedance lidského těla	5
Obr. 6	Příklad uspořádání izolací na elektrickém předmětu třídy ochrany II	12
Obr. 7	Příklad doplňkové izolace	13
Obr. 8	Princip samočinného odpojení od zdroje jisticím prvkem v síti TN-C-S	15
Obr. 9	Princip samočinného odpojení od zdroje jisticím prvkem v síti TT	16
Obr. 10	Princip samočinného odpojení od zdroje jisticím prvkem v síti TT	17
Obr. 11	Příklad možné ochrany nevodivým okolím	18
Obr. 12	Princip ochrany elektrickým oddělením obvodů v síti TN-C	19
Obr. 13	Konstrukce pojistkové vložky (patrony)	20
Obr. 14	Ampérsekundová charakteristika pojistkových vložek	21
Obr. 15	Konstrukce jističe	23
Obr. 16	Pásmo ampérsekundových charakteristik B a C jističů	24
Obr. 17	Princip činnosti napěťového chrániče v síti TT	25
Obr. 18	Princip činnosti proudového chrániče v síti TT (totéž platí pro TN a IT)	27
Obr. 19	Mechanismy vzniku blesku (A,B,C,D)	29
Obr. 20	Metodou ochranného úhlu	30
Obr. 21	Ochranný úhel v závislosti na výšce	31
Obr. 22	Mřížovou soustavou s ochranou proti bočním úderům	32
Obr. 23	Metoda bleskové koule	33
Obr. 24	Rozmístění svodů po obvodu stavebního objektu	34
Obr. 25	Rozmístění svodů po obvodu stavebního objektu	35
Obr. 26	Zóny ochrany před bleskem	36
Obr. 27	Princip uspořádání jednoduchého jiskřiště	37
Obr. 28	Pracovní charakteristika jiskřiště omezující úroveň i dobu trvání přepětí	38
Obr. 29	Řez strukturou varistoru	39
Obr. 30	Omezující charakteristika varistoru	39
Obr. 31	Příklady vnitřního zapojení kombinovaných SPD	40
Obr. 32	Příklady SPD (třídy D) pro silové sítě nn	40

Seznam tabulek

Tab. 1	Instalovaný výkon jednotlivých typů elektráren v ČR v roce 2009	1
Tab. 2	Zóny fyziologických účinků střídavého sinusového proudu	7
Tab. 3	Meze bezpečných malých napětí s ohledem na prostory	11
Tab. 4	Dovolené meze trvalého dotykového napětí v zařízení	14
Tab. 5	Třídy ochran pro objekty	31
Tab. 6	Parametry bleskové koule	33
Tab. 7	Typické rozestupy svodů	34

Seznam příloh

Příloha č. 1 (Třídy ochran elektrických zařízení)	1
Příloha č. 2 (Písmenné zkratky druhů sítí nn)	2
Příloha č. 3 (Hlavní a místní pospojování v budově)	3
Příloha č. 4 (Definování zón ochrany před bleskem LPZ)	4
Příloha č. 5 (Základní rozdělení SPD dle tříd podle požadavků na místo instalace)	5
Příloha č. 6 (Pojistky)	6
Příloha č. 7 (Jističe)	9
Příloha č. 8 (Proudové chrániče)	12
Příloha č. 9 (SPD)	15

6. Přílohy

Příloha č. 1 (Třídy ochrany elektrických zařízení)

Z hlediska ochrany před úrazem elektrickým proudem rozlišuje norma ČSN 33 0600 elektrická a elektronická zařízení do následujících tříd. Jedná se o zařízení s napětím do 1000 V střídavých nebo do 1500 V stejnosměrných.

Čísla tříd nejsou určena k vyjádření úrovně bezpečnosti zařízení, ale vyjadřují pouze to, jak je bezpečnosti dosaženo.

Z důvodu přehlednosti jsou pro popis jednotlivých tříd ochrany zvoleny jednofázové spotřebiče s pohyblivým příívodem, opatřené vidlicí.

Třída 0 – má pouze základní izolaci, nemá žádný prostředek pro připojení ochranného vodiče na neživou část. Používání těchto spotřebičů je v ČR zakázáno.



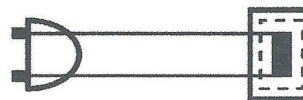
Třída I – má všude alespoň základní izolaci, má ochrannou svorku (kontakt) pro připojení ochranného vodiče na neživou část. Příklady spotřebičů: elektrický sporák, mikrovlnná trouba, chladnička, žehlička, automatická pračka, stolní PC, apod. Pohyblivý příívod musí být trojžilový. Místo pro připojení ochranného vodiče musí být označeno značkou ⊕.



Zařízení, které má sice svorku nebo kontakt pro připojení ochranného vodiče, ale ochranný vodič není na neživou část připojen, se označuje jako třída ochrany 0I. Používání je, stejně jako třída ochrany 0, v ČR zakázáno.

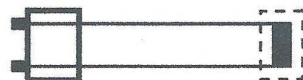
Třída II – má všude dvojitou nebo zesílenou izolaci, nemá zařízení k připojení ochranného vodiče, protože není potřebný. Celý povrch je z izolantu, nebo pro větší mechanickou pevnost může mít některé části kovové, vždy ale oddělené od živých částí dvojitou nebo zesílenou izolací.

Příklady spotřebičů: elektrické ruční nářadí (např. vrtačka), holící strojek, fén, vysavač, většina výrobků domácí elektroniky (TV, DVD přehrávač apod.), nabíječka, atd. Pohyblivý příívod je dvoužilový. Spotřebič musí být označen symbolem dvojitě izolace – dvěma soustřednými čtverci □.



Třída III – je určen pro připojení ke zdroji bezpečného malého napětí, tzn. je konstruován pro napájení ze zdroje SELV. Zařízení musí být tedy navrženo tak, že je lze připojit pouze ke jmenovitému napětí, které nepřesáhne 50 V střídavých nebo 120 V stejnosměrných.

Příklady použití: dětské hračky, lékařské přístroje apod. Pohyblivý příívod je dvoužilový a je opatřen nezáměnnou vidlicí. Zařízení je označeno symbolem ⚡.



Zdroj [16]

Příloha č. 2 (Písmenné zkratky druhů sítí nn)

Podle způsobu uzemnění se sítě označují kódem, složeným ze dvou až čtyř písmen.

První písmeno - vztahuje se k uzlu zdroje:

- T: terre (franc.) - země. Uzel zdroje je bezprostředně spojen se zemí.
- I: isolation (franc, angl.), insulation (angl.) - izolace. Uzel zdroje je od země izolován nebo je spojen se zemí přes velkou impedanci (např. Petersenova zhášecí tlumivka).

Druhé písmeno - vztahuje se k chráněným neživým částem:

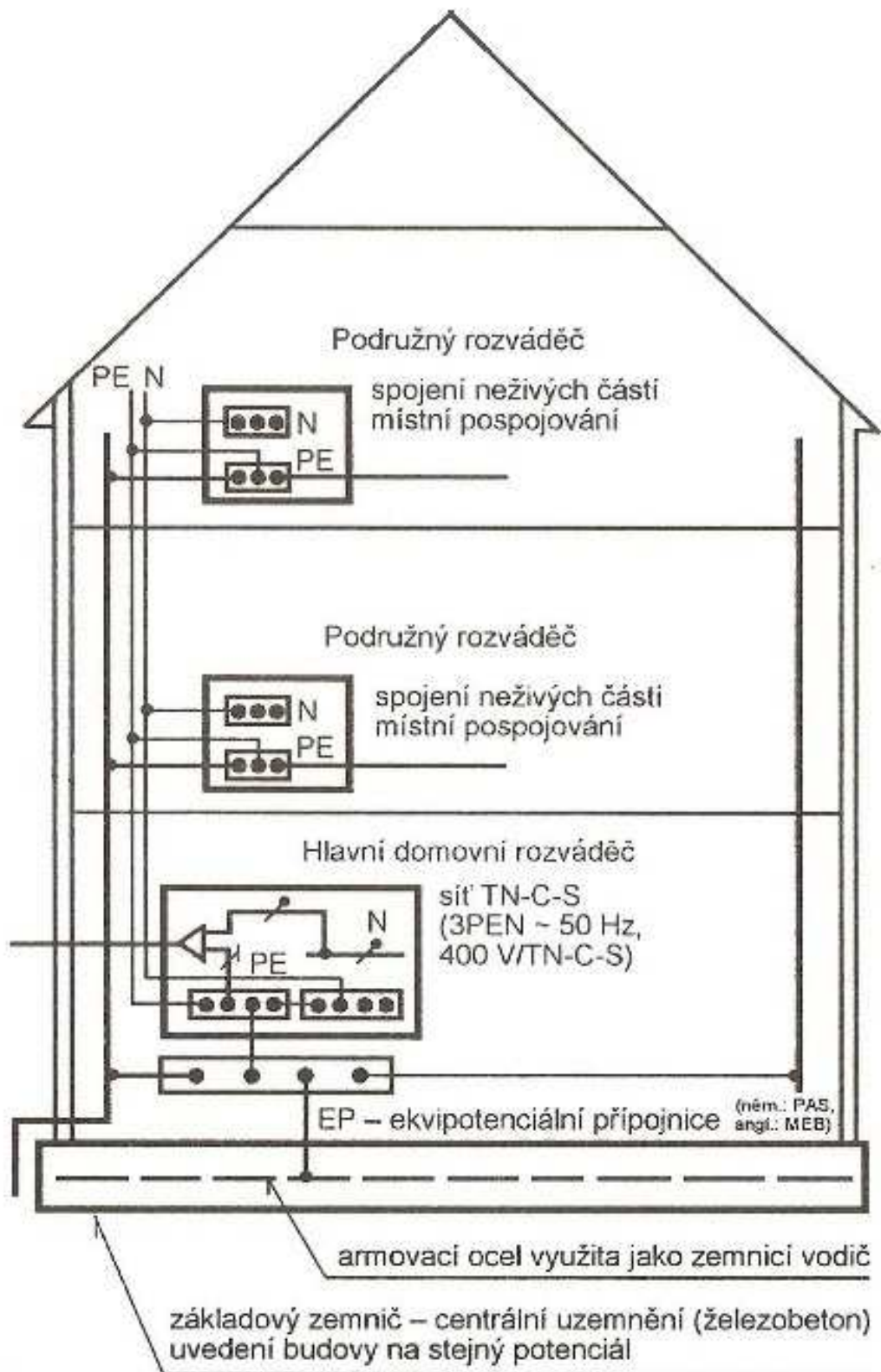
- T: neživé části jsou spojeny se zemí pomocí ochranného vodiče (jsou uzemněny).
- N: neutre (franc.), neutral (angl.) - neutrální, nulový. Neživé části jsou pomocí ochranného vodiče spojeny s uzlem zdroje.

Třetí, popř. čtvrté písmeno - vztahuje se k uspořádání ochranného a středního vodiče:

- S: séparé (franc.), separated (angl.) - oddělený, separovaný. Ochranný vodič PE je veden odděleně od vodiče středního N.
- C: combiné (franc), combined (angl.) - kombinovaný, sloučený, spojený, sdružený. Funkce ochranného vodiče PE a středního vodiče N je sloučena v jediném vodiči PEN.

Zdroj [17]

Příloha č. 3 (Hlavní a místní pospojování v budově - fázové vodiče nejsou pro přehlednost zakresleny).



Zdroj [3]

Příloha č. 4 (Definování zón ochrany před bleskem LPZ)

LPZ 0_A

Oblast s možností výskytu přímých úderů blesku, a tedy i značných bleskových proudů. Elektromagnetické pole bleskového výboje je zde plně účinné.

LPZ 0_B

Oblast chráněná před přímými úderu blesku, tvořená ochranným prostorem jímací soustavy. Elektromagnetické pole bleskového výboje je zde však stále ještě plně účinné.

LPZ 0_c

Oblast 3x3 m těsně nad zemí, chráněná před přímými úderu blesku, avšak s plně účinným elektromagnetickým polem bleskového výboje. Prochází po zemském povrchu kolem celého chráněného objektu. Jedná se o specifickou oblast s možností výskytu nebezpečných dotykových nebo krokových napětí při úderu blesku do zařízení vnější ochrany před bleskem.

LPZ 1

Oblast s možností výskytu dílčích bleskových proudů procházejících například vedením vyrovnání potenciálů. Elektromagnetické pole tlumí stínění budovy, tvořené armováním stěn, stavebními konstrukcemi nebo kovovými díly fasád

LPZ 2

Oblast kde dílčí bleskové proudy byly již omezeny na rozhraní LPZ 0 a LPZ 1 a zbylé elektromagnetické pole je právě tlumeno dalším stíněním, tentokrát stíněním místností.

LPZ 3

Další zóny, zajišťující další omezování bleskových proudů a souvisejícího elektromagnetického pole uvnitř objektu nebo v jednotlivých citlivých zařízeních a přístrojích.

Zdroj [7]

Příloha č. 5 (Základní rozdělení SPD dle tříd podle požadavků na místo instalace)

-Typ 1. (třída B)

V tomto případě se jedná o svodiče bleskového proudu. Jsou určeny ke svedení vysoké energie atmosférického výboje a současně zajišťují vyrovnávání potenciálu v případě přímého úderu blesku do instalace. Doporučují se jako ochranné prvky u elektrických instalací vystavených přímému úderu blesku (např. instalací chráněných hromosvody nebo napájenými z nadzemního vedení). Instalují se na vstupu instalace (např. v hlavním distribučním rozvaděči).

-Typ 2. (třída A,C)

Tyto svodiče přepětí jsou určeny ke svedení nižších energií, které vzniknou při vzdáleném úderu blesku nebo jsou způsobeny spínacími operacemi. Tyto svodiče nejsou schopny zvládnout velké energetické impulzy způsobené přímým úderem blesku, jako je tomu u typu 1 (B), avšak mají lepší ochrannou napěťovou úroveň, Svodiče přepětí typu 2 jsou doporučovány jako ochranné prvky na vstupu instalací, které nejsou v žádném případě ohroženy přímým úderem blesku.

Ať už je na vstupu Instalován svodič přepětí typu 1 nebo 2, Instalují se další přídatné svodiče přepětí typu 2 co nejbližší chráněnému zařízení, např. v podružných distribučních rozvaděčích.

-Typ 1+2.

Svodiče přepětí tohoto typu představují kombinaci typu 1 a typu 2, mezi nimiž je vytvořena vzájemná koordinace. Jsou schopny zvládnout vysoké energie způsobené přímým úderem blesku a přitom nabízí nízkou hodnotu ochranné napěťové úrovně (U_p), která je vhodná pro ochranu většiny elektrických a elektronických zařízení.




-Typ 3 (třída D).

Svodiče přepětí typu 3 představují jemnou ochranu, která se instaluje za svodiče typu 1+2 nebo typu 2, v blízkosti citlivého zařízení, které vyžaduje velmi nízkou ochrannou napěťovou úroveň např. pro televize, počítače.

Zdroj [20]

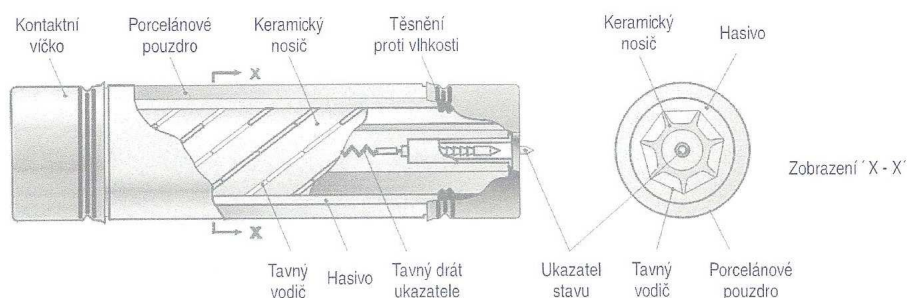
Příloha č. 6 (Pojistky)

Nožové pojistky (výrobce CHINT)

Typ	Jmenovitý proud I_n (A)	Jmenovité napětí U_n (V)	Jmenovitý výkon (W)	Hmotnost (kg)
 NT00C	4	500	0.67	0.12
	6		0.89	
	10		1.14	
	16		1.65	
	20		1.94	
	25		2.50	
	32		3.32	
	36		3.56	
	40		4.30	
	50		4.50	
	63		4.60	
	80		6	
	100		7.30	
 NT00	4	500 660	0.67	0.15
	6		0.89	
	10		1.14	
	16		1.65	
	20		1.94	
	25		2.50	
	32		3.32	
	36		3.56	
	40		4.30	
	50		4.50	
	63		4.60	
	80		6	
	100		7.30	
125	7.80			
160	9.60			
 NT0	4	500 660	1.03	0.2
	6		1.42	
	10		2.45	
	20		2.36	
	25		2.70	
	32		3.74	
	36		4.30	
	40		4.70	
	50		5.50	
	63		6.90	
	80		7.60	
	100		8.90	
	125		10.10	
160	15.20			

Zdroj [<http://www.chint.cz/index.php?str=katalogy>]

Pojistkové vložky VN (výrobce CHINT)

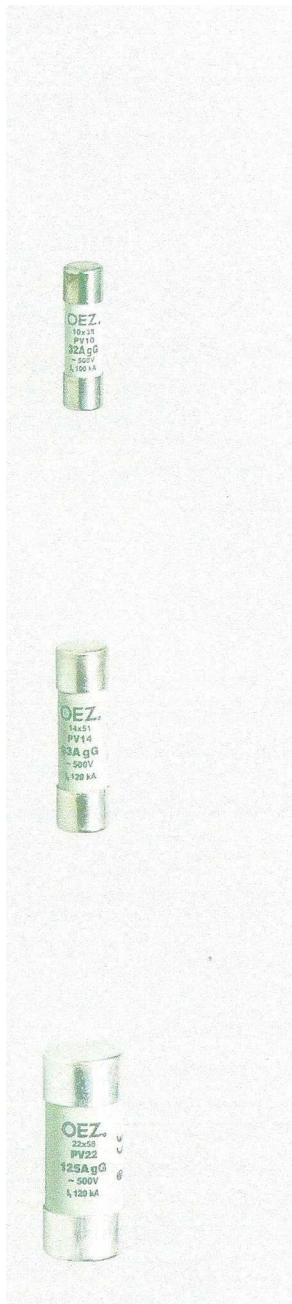


VN pojistkové vložky

U_n [V]	I_n [A]	Typ	Kód výrobku	Velikost Dxl. [mm]	Ztráty P_y [W]	Odpor R_t [mΩhm]	Min. vypínací proud I_f [A]	Hmotnost [kg]	Balení [ks]
10/12 kV	6,3	PL45 6,3	14807	51x292	10	222	23	1,700	1
	10	PL45 10	14808	51x292	16	131	35	1,700	1
	16	PL45 16	14809	51x292	16	54,6	53	1,700	1
	20	PL45 20	14810	51x292	18	39,1	73	1,700	1
	25	PL45 25	14811	51x292	24	31,2	87	1,700	1
	31,5	PL45 31,5	14812	51x292	28	23,4	111	1,700	1
	40	PL45 40	14813	51x292	36	17,2	143	1,700	1
	50	PL45 50	14814	51x292	47	13,5	168	1,700	1
	63	PL45 63	14815	51x292	60	10,6	235	1,700	1
	80	PL45 80	14816	64x292	72	7,81	272	2,600	1
100	PL45 100	14817	64x292	85	5,74	388	2,600	1	
22/25 kV	6,3	PM45 6,3	14818	51x442	20	444	23	2,500	1
	10	PM45 10	14819	51x442	32	262	34	2,500	1
	16	PM45 16	14820	51x442	34	109	56	2,500	1
	20	PM45 20	14821	51x442	38	78,2	73	2,500	1
	25	PM45 25	14822	51x442	49	62,4	92	2,500	1
	31,5	PM45 31,5	14823	51x442	59	46,8	92	2,500	1
	40	PM45 40	14824	51x442	79	34,3	118	2,500	1
	50	PM45 50	14825	51x442	98	27	185	2,500	1
	63	PM45 63	14826	64x442	127	21,1	217	3,700	1
	80	PM45 80	14428	76x442	153	15,7	265	5,100	1
100	PM45 100	14429	76x442	400	18	430	5,100	1	
35/38,5 kV	6,3	PQ45 6,3	14827	51x537	34	684	23	2,900	1
	10	PQ45 10	14828	51x537	44	402	35	2,900	1
	16	PQ45 16	14829	51x537	52	165	70	2,900	1
	20	PQ45 20	14830	51x537	62	117	98	2,900	1
	25	PQ45 25	14831	51x537	85	98	112	2,900	1
	31,5	PQ45 31,5	14832	51x537	96	73,4	116	6,000	1
	40	PQ45 40	14833	76x537	116	52,4	178	6,000	1
	50	PQ45 50	14834	76x537	133	36,8	255	6,000	1

Zdroj [<http://www.chint.cz/index.php?str=katalogy>]

Pojistkové vložky PV (výrobce CHINT)



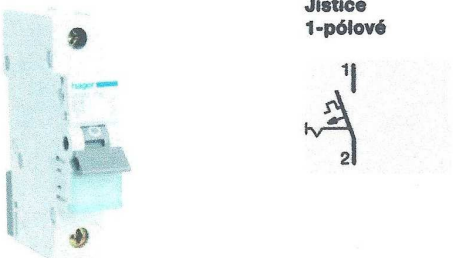
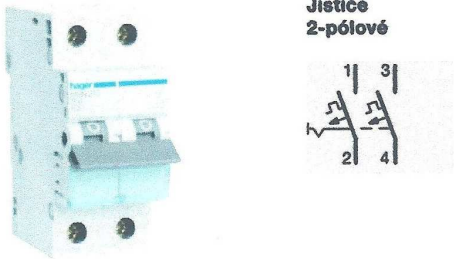
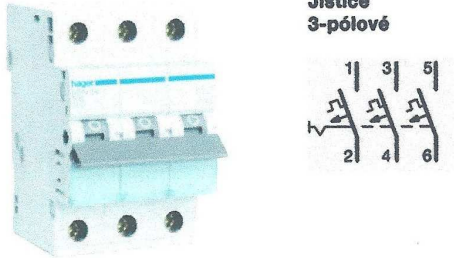
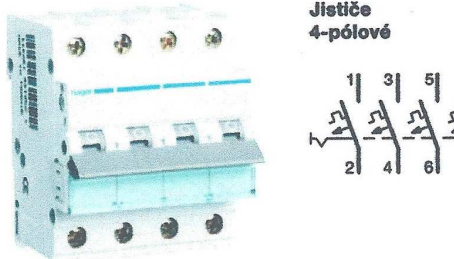
Pojistkové vložky PV

I_n [A]	Charakteristika gG				Charakteristika aM				Hmotnost [kg]	Balení [ks]
	Typ	U_n [V]	Kód výrobku	Ztráty [W]	Typ	U_n [V]	Kód výrobku	Ztráty [W]		
0,25	-	-	-	-	PV10 0,25A aM	500	06688	0,11	0,011	20
0,5	-	-	-	-	PV10 0,5A aM	500	06689	0,17	0,011	20
1	-	-	-	-	PV10 1A aM	500	06690	0,29	0,011	20
2	PV10 2A gG	500	06691	0,72	PV10 2A aM	500	06692	0,92	0,011	20
4	PV10 4A gG	500	06693	1,17	PV10 4A aM	500	06694	0,25	0,011	20
6	PV10 6A gG	500	06695	0,88	PV10 6A aM	500	06696	0,31	0,011	20
8	PV10 8A gG	500	06697	1,04	PV10 8A aM	500	06698	0,46	0,011	20
10	PV10 10A gG	500	06699	1,29	PV10 10A aM	500	06700	0,46	0,011	20
12	PV10 12A gG	500	06701	1,48	PV10 12A aM	500	06702	0,47	0,011	20
16	PV10 16A gG	500	06703	1,86	PV10 16A aM	500	06704	0,67	0,011	20
20	PV10 20A gG	500	06705	2,20	PV10 20A aM	400	06706	0,87	0,011	20
25	PV10 25A gG	500	06707	2,58	PV10 25A aM	400	06708	1,05	0,011	20
32	PV10 32A gG	500	06709	2,54	PV10 32A aM	400	06710	1,50	0,011	20
0,25	-	-	-	-	PV14 0,25A aM	690	06711	0,12	0,020	10
0,5	-	-	-	-	PV14 0,5A aM	690	06712	0,18	0,020	10
1	-	-	-	-	PV14 1A aM	690	06713	0,30	0,020	10
2	PV14 2A gG	690	06714	0,95	PV14 2A aM	690	06715	0,99	0,020	10
4	PV14 4A gG	690	06716	1,57	PV14 4A aM	690	06717	0,31	0,020	10
6	PV14 6A gG	690	06718	2,24	PV14 6A aM	690	06719	0,34	0,020	10
8	PV14 8A gG	690	06720	1,20	PV14 8A aM	690	06721	0,45	0,020	10
10	PV14 10A gG	690	06722	1,58	PV14 10A aM	690	06723	0,56	0,020	10
12	PV14 12A gG	690	06724	1,49	PV14 12A aM	690	06725	0,63	0,020	10
16	PV14 16A gG	690	06726	2,0	PV14 16A aM	500	06727	1,01	0,020	10
20	PV14 20A gG	690	06728	2,24	PV14 20A aM	500	06729	1,04	0,020	10
25	PV14 25A gG	690	06730	2,70	PV14 25A aM	500	06731	1,30	0,020	10
32	PV14 32A gG	690	06732	3,33	PV14 32A aM	500	06733	1,94	0,020	10
40	PV14 40A gG	500	06734	3,86	PV14 40A aM	500	06735	2,04	0,020	10
50	PV14 50A gG	500	06736	4,10	PV14 50A aM	400	06737	2,91	0,020	10
63	PV14 63A gG	500	06738	5,35	PV14 63A aM	400	06739	3,69	0,020	10
16	PV22 16A gG	690	06740	2,23	PV22 16A aM	690	06741	0,92	0,060	10
20	PV22 20A gG	690	06742	2,24	PV22 20A aM	690	06743	1,06	0,060	10
25	PV22 25A gG	690	06744	2,90	PV22 25A aM	690	06745	1,43	0,060	10
32	PV22 32A gG	690	06746	4,10	PV22 32A aM	690	06747	2,03	0,060	10
40	PV22 40A gG	690	06748	4,52	PV22 40A aM	690	06749	2,50	0,060	10
50	PV22 50A gG	690	06750	6,45	PV22 50A aM	690	06751	2,55	0,060	10
63	PV22 63A gG	500	06752	5,82	PV22 63A aM	500	06753	4,05	0,060	10
80	PV22 80A gG	500	06754	6,82	PV22 80A aM	500	06755	4,85	0,060	10
100	PV22 100A gG	500	06756	7,81	PV22 100A aM	500	06757	5,59	0,060	10
125	PV22 125A gG	500	18271	10,5	PV22 125A aM	400	06758	6,31	0,060	10

Zdroj [<http://www.chint.cz/index.php?str=katalogy>]






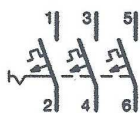
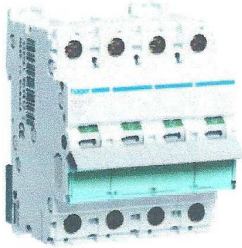
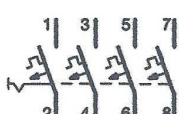
Příloha č. 7 (Jističe)

Jističe s vypínací charakteristikou B, C, vypínací schopnost 6 kV (výrobce HAGER)

	I_n [A]	Počet mod.	Obj. č. char.-B	Obj. č. char.-C
 <p>Jističe 1-pólové</p>	0,5	1	-	MCN100
	1	1	-	MCN101
	2	1	-	MCN102
	3	1	-	MCN103
	4	1	-	MCN104
	6	1	MBN106	MCN106
	10	1	MBN110	MCN110
	13	1	MBN113	MCN113
	16	1	MBN116	MCN116
	20	1	MBN120	MCN120
	25	1	MBN125	MCN125
	32	1	MBN132	MCN132
	40	1	MBN140	MCN140
	50	1	MBN150	MCN150
63	1	MBN163	MCN163	
 <p>Jističe 2-pólové</p>	0,5	2	-	MCN200
	1	2	-	MCN201
	2	2	-	MCN202
	3	2	-	MCN203
	4	2	-	MCN204
	6	2	MBN206	MCN206
	10	2	MBN210	MCN210
	16	2	MBN216	MCN216
	20	2	MBN220	MCN220
	25	2	MBN225	MCN225
	32	2	MBN232	MCN232
	40	2	MBN240	MCN240
	50	2	MBN250	MCN250
	63	2	MBN263	MCN263
 <p>Jističe 3-pólové</p>	0,5	3	-	MCN300
	1	3	-	MCN301
	2	3	-	MCN302
	3	3	-	MCN303
	4	3	-	MCN304
	6	3	MBN306	MCN306
	10	3	MBN310	MCN310
	13	3	MBN313	MCN313
	16	3	MBN316	MCN316
	20	3	MBN320	MCN320
	25	3	MBN325	MCN325
	32	3	MBN332	MCN332
	40	3	MBN340	MCN340
	50	3	MBN350	MCN350
63	3	MBN363	MCN363	
 <p>Jističe 4-pólové</p>	6	4	MBN406	MCN406
	10	4	MBN410	MCN410
	16	4	MBN416	MCN416
	20	4	MBN420	MCN420
	25	4	MBN425	MCN425
	32	4	MBN432	MCN432
	40	4	MBN440	MCN440
	50	4	MBN450	MCN450
	63	4	MBN463	MCN463

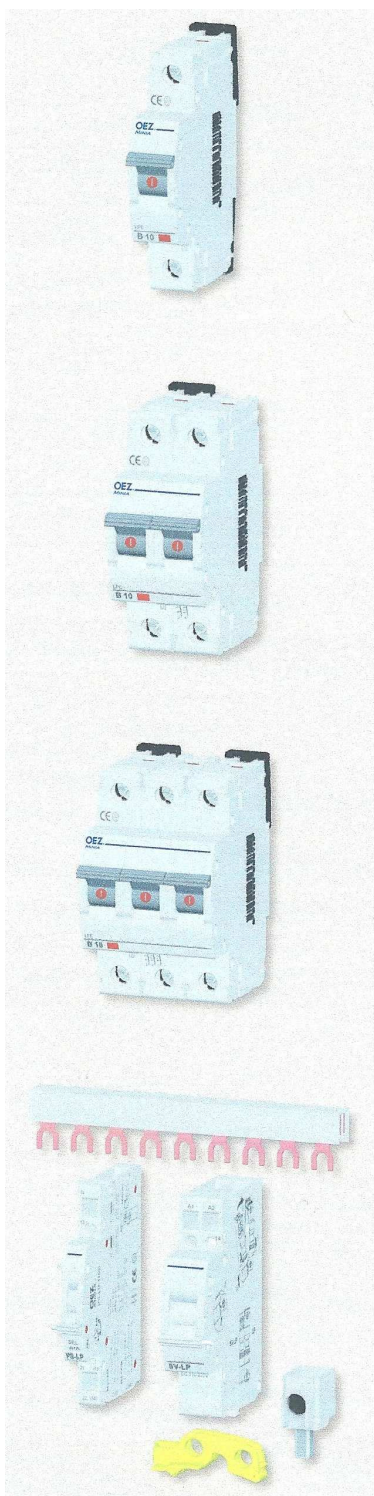
Zdroj [<http://www.hager.cz/rozvadecove-systemy/modulove-pristroje/85.htm>]

Jističe s vypínací charakteristikou D vypínací schopnost 10 kV (výrobce HAGER)

		I_n [A]	Počet mod.	Obj. č. char.-D
 <p>NDN116</p>	<p>Jističe 1-pólové</p> 	0,5	1	NDN100
		1	1	NDN101
		2	1	NDN102
		3	1	NDN103
		4	1	NDN104
		6	1	NDN106
		10	1	NDN110
		16	1	NDN116
		20	1	NDN120
		25	1	NDN125
		32	1	NDN132
		40	1	NDN140
		50	1	NDN150
		63	1	NDN163
 <p>NDN216</p>	<p>Jističe 2-pólové</p> 	0,5	2	NDN200
		1	2	NDN201
		2	2	NDN202
		3	2	NDN203
		4	2	NDN204
		6	2	NDN206
		10	2	NDN210
		16	2	NDN216
		20	2	NDN220
		25	2	NDN225
		32	2	NDN232
		40	2	NDN240
		50	2	NDN250
		63	2	NDN263
 <p>NDN325</p>	<p>Jističe 3-pólové</p> 	0,5	3	NDN300
		1	3	NDN301
		2	3	NDN302
		3	3	NDN303
		4	3	NDN304
		6	3	NDN306
		10	3	NDN310
		16	3	NDN316
		20	3	NDN320
		25	3	NDN325
		32	3	NDN332
		40	3	NDN340
		50	3	NDN350
		63	3	NDN363
 <p>NDN416</p>	<p>Jističe 4-pólové</p> 	0,5	4	NDN400
		1	4	NDN401
		2	4	NDN402
		3	4	NDN403
		4	4	NDN404
		6	4	NDN406
		10	4	NDN410
		16	4	NDN416
		20	4	NDN420
		25	4	NDN425
		32	4	NDN432
		40	4	NDN440
		50	4	NDN450
		63	4	NDN463

Zdroj [<http://www.hager.cz/rozvadecove-systemy/modulove-pristroje/85.htm>]

Jističe LPE do 63 A (6 kV) - (výrobce MINIA)



Jističe 1-pólové

I _n [A]	Charakteristika B		Charakteristika C		Počet modulů	Hmotnost [kg]	Balení [ks]
	Typ	Kód výrobku	Typ	Kód výrobku			
2	LPE-2B-1	34528	LPE-2C-1	34549	1	0,135	12
4	LPE-4B-1	34529	LPE-4C-1	34550	1	0,135	12
6	LPE-6B-1	34530	LPE-6C-1	34551	1	0,135	12
10	LPE-10B-1	34532	LPE-10C-1	34553	1	0,135	12
13	LPE-13B-1	34533	LPE-13C-1	34554	1	0,135	12
16	LPE-16B-1	34534	LPE-16C-1	34555	1	0,135	12
20	LPE-20B-1	34535	LPE-20C-1	34556	1	0,135	12
25	LPE-25B-1	34536	LPE-25C-1	34557	1	0,135	12
32	LPE-32B-1	34537	LPE-32C-1	34558	1	0,135	12
40	LPE-40B-1	34538	LPE-40C-1	34559	1	0,135	12
50	LPE-50B-1	34539	LPE-50C-1	34560	1	0,135	12
63	LPE-63B-1	34540	LPE-63C-1	34561	1	0,135	12

Jističe 2-pólové

I _n [A]	Charakteristika B		Charakteristika C		Počet modulů	Hmotnost [kg]	Balení [ks]
	Typ	Kód výrobku	Typ	Kód výrobku			
2	LPE-2B-2	34655	LPE-2C-2	34676	2	0,26	6
4	LPE-4B-2	34656	LPE-4C-2	34677	2	0,26	6
6	LPE-6B-2	34657	LPE-6C-2	34678	2	0,26	6
10	LPE-10B-2	34659	LPE-10C-2	34680	2	0,26	6
13	LPE-13B-2	34660	LPE-13C-2	34681	2	0,26	6
16	LPE-16B-2	34661	LPE-16C-2	34682	2	0,26	6
20	LPE-20B-2	34662	LPE-20C-2	34683	2	0,26	6
25	LPE-25B-2	34663	LPE-25C-2	34684	2	0,26	6
32	LPE-32B-2	34664	LPE-32C-2	34685	2	0,26	6
40	LPE-40B-2	34665	LPE-40C-2	34686	2	0,26	6
50	LPE-50B-2	34666	LPE-50C-2	34687	2	0,26	6
63	LPE-63B-2	34667	LPE-63C-2	34688	2	0,26	6

Jističe 3-pólové

I _n [A]	Charakteristika B		Charakteristika C		Počet modulů	Hmotnost [kg]	Balení [ks]
	Typ	Kód výrobku	Typ	Kód výrobku			
2	LPE-2B-3	34870	LPE-2C-3	34891	3	0,39	4
4	LPE-4B-3	34871	LPE-4C-3	34892	3	0,39	4
6	LPE-6B-3	34872	LPE-6C-3	34893	3	0,39	4
10	LPE-10B-3	34874	LPE-10C-3	34895	3	0,39	4
13	LPE-13B-3	34875	LPE-13C-3	34896	3	0,39	4
16	LPE-16B-3	34876	LPE-16C-3	34897	3	0,39	4
20	LPE-20B-3	34877	LPE-20C-3	34898	3	0,39	4
25	LPE-25B-3	34878	LPE-25C-3	34899	3	0,39	4
32	LPE-32B-3	34879	LPE-32C-3	34900	3	0,39	4
40	LPE-40B-3	34880	LPE-40C-3	34901	3	0,39	4
50	LPE-50B-3	34881	LPE-50C-3	34902	3	0,39	4
63	LPE-63B-3	34882	LPE-63C-3	34903	3	0,39	4

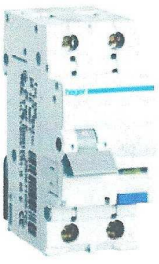

Příslušenství

Pomocné a relativní spínače	PS-LP-..	str. B19
Napětové spouště	SV-LP-..	str. B22
Podpětové spouště	SP-LP-..	str. B25
Uzamykací vložka	OD-LP-VU01	str. B28
Plombovací vložka	OD-LP-VP01	str. B29
Izolační přepážky	OD-LP-MP01	str. B30
Propojovací lišty	G1L-.., G2L-.., G3L-.., S1L-.., S2L-.., S3L-..	str. E52
Připojovací nástavce	AS-..	str. E57

Zdroj [<http://www.oez.cz/produkty/lpe-jisticke-do-63-a-6-ka>]

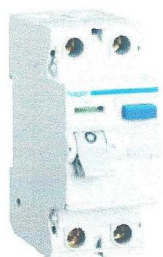
Příloha č. 8 (Proudové chrániče)

Proudové chrániče s nadproudovou ochranou (výrobce HAGER)

	Popis	I_n [A]	$I_{\Delta n}$ [mA]	Počet mod.	Obj. č.
 <p>AD916J</p>	Vypínací charakteristika B 2-pólové (1 pól jištěn)	6	30	2	AD906J
		10	30	2	AD910J
		16	30	2	AD916J
		20	30	2	AD920J
		25	30	2	AD925J
	Vypínací charakteristika C 2-pólové (1 pól jištěn)	6	30	2	AD956J
		10	30	2	AD960J
		16	30	2	AD966J
		20	30	2	AD970J
		25	30	2	AD975J
 <p>ADA916D</p>	Vypínací charakteristika B 2-pólové (1 pól jištěn) s popisovým štítkem	6	30	2	ADA906D
		10	30	2	ADA910D
		16	30	2	ADA916D
		20	30	2	ADA920D
		25	30	2	ADA925D
	Vypínací charakteristika C 2-pólové (1 pól jištěn) s popisovým štítkem	32	30	2	ADA932D
		40	30	2	ADA940D
		6	30	2	ADA958D
		10	30	2	ADA960D
		16	30	2	ADA966D
20	30	2	ADA970D		
25	30	2	ADA975D		
32	30	2	ADA982D		
40	30	2	ADA990D		

Zdroj [<http://www.hager.cz/rozsvedcove-systemy/modulove-pristroje/85.htm>]

Proudové chrániče – reagující na střídavé proudy (výrobce HAGER)



CD241J



CD441J

Popis	I_n [A]	Počet mod.	Obj.č. $I_{\Delta n}$ 30 mA	Obj.č. $I_{\Delta n}$ 100 mA	Obj.č. $I_{\Delta n}$ 300 mA
Proudové chrániče 2-pólové					
	25 A	2	CD226J	CE226J	CF226J
	40 A	2	CD241J	CE241J	CF241J
	63 A	2	CD264J	-	CF264J
	Ⓢ 40 A	2	CJG240D	CJG241D	-
Proudové chrániče 4-pólové					
	25 A	4	CD426J	CE426J	CF426J
	40 A	4	CD441J	CE441J	CF441J
	63 A	4	CD464J	CE464J	CF464J
	Ⓢ 40 A	4	CJG441D	-	-
	Ⓢ 63 A	4	CJG463D	-	-
	Ⓢ 40 A	4	-	-	CP441J
	Ⓢ 63 A	4	-	-	CP464J

Zdroj [<http://www.hager.cz/rozvadecove-systemy/modulove-pristroje/85.htm>]

Proudové chrániče OFE (6 kV) - (výrobce MINIA)



Proudové chrániče 2-pólové, typ AC



■ Standardní typ pro běžné použití v domovních a bytových instalacích do 40 A, 230 V a.c.

$I_{\Delta n}$ [mA]	I_n [A]	Typ	Kód výrobku	Počet modulů	Hmotnost [kg]	Balení [ks]
30	25	OFE-25-2-030AC	35299	2	0,28	1
30	40	OFE-40-2-030AC	35301	2	0,28	1
300	25	OFE-25-2-300AC	35300	2	0,28	1
300	40	OFE-40-2-300AC	35302	2	0,28	1

Proudové chrániče 4-pólové, typ AC

■ Standardní typ pro běžné použití v domovních a bytových instalacích do 63 A, 230/400 V a.c.

$I_{\Delta n}$ [mA]	I_n [A]	Typ	Kód výrobku	Počet modulů	Hmotnost [kg]	Balení [ks]
30	25	OFE-25-4-030AC	35303	4	0,52	1
	40	OFE-40-4-030AC	35305	4	0,52	1
	63	OFE-63-4-030AC	35307	4	0,52	1
300	40	OFE-40-4-300AC	35306	4	0,52	1
	63	OFE-63-4-300AC	35308	4	0,52	1


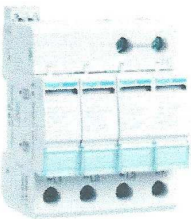


Příslušenství k OFE

Pomocný spínač	PS-OF-1100	str. C22
Propojovací lišty	G2L-1000-16, G4L-1000-16	str. E52
Připojovací nástavce	AS-25-G, AS-25-S	str. E57

Zdroj [<http://www.oez.cz/produkty/ofe-proudove-chronice-6-ka-1>]

Příloha č. 9 (SPD)

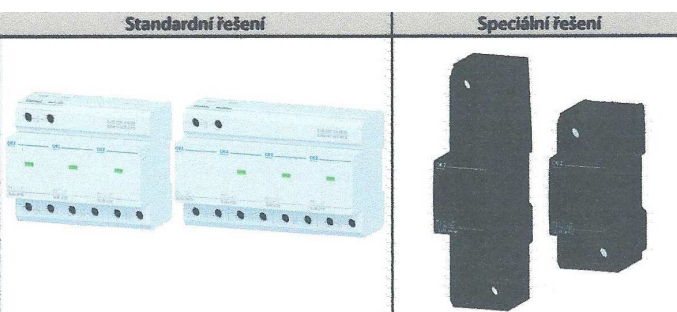
Svodiče bleskového proudu a přepětí. (výrobce HAGER)

	Popis	Svedené proudy I_b (10/350)	Ochranná úroveň U_p	Počet mod.	Obj.č.	
 SP120	Svodiče bleskového proudu (třída B) hrubá ochrana) Typ 1					
	1-pól (zapouzdřené)	50 kA (10/350)	≤ 4 kV	2	SP120	
	3-pól (zapouzdřené)	100 kA (10/350)	≤ 4 kV	4	SP320	
	1-pól (nezapouzdřené)	75 kA (10/350)	≤ 4 kV	2	SP175	
	1-pól (určeny pro síť TT mezi N a PE)	50 kA (10/350)	≤ 4 kV	2	SP150	
 SPN415	Svodiče přepětí (třída C) (střední ochrana) Typ 2					
		Svedené proudy I_{Sn} (8/20) I_{Smax} (8/20)				
	1-pól	20 kA	40 kA	1,25 kV	1	SPN115
	3-pól	20 kA	40 kA	1,25 kV	3	SPN315
	4-pól	20 kA	40 kA	1,25 kV	4	SPN415
	Výměnný varistorový modul (výměnná patrona)	20 kA	40 kA	1,25 kV	1	SPN015
	1 pól se signál. kontaktem (1x přepínací)	20 kA	40 kA	1,25 kV	1	SPN117
 SPN801	Kombinované svodiče (třída B + C) Typ 1 (hrubá a střední ochrana)					
		Svedené proudy I_b (10/350)				
	pro síť TNC	75 kA		1,5 kV	6	SPN800
	pro síť TNS	100 kA		1,5 kV	8	SPN801
	pro síť TT	100 kA		1,5 kV	8	SPN802
 SP202N	Svodiče přepětí (třída D) pro ochranu přístrojů (jemná ochrana) Typ 3					
	1 + N	2 kA	8 kA	1,25 kV	2	SP202N
	Výstup max. 16 A					
	Omezovací impedance Jmen. napětí 500 V					
	Při použití omezovací impedance odpadá nutnost dodržet min. vzdálenost 10 m mezi svodiči tř. B a C. Tyto pak mohou být umístěny ve stejném rozvaděči.	35 A			2	SP936
		63 A			4	SP937

Zdroj [<http://www.hager.cz/rozvadecove-systemy/modulove-pristroje/85.htm>]

Přepět'ové ochrany TYP 1 (B) - (výrobce MINIA)









T1 (B)



		Standardní řešení		Speciální řešení	
Typ		SJB-25E-3-MZS	SJB-25E-3N-MZS	SJBplus-50-2,5	SJB-NPE-1,5
Normy		ČSN EN 61643-11 IEC 61643-1 VDE 0675-6	ČSN EN 61643-11 IEC 61643-1 VDE 0675-6	ČSN EN 61643-11 IEC 61643-1 VDE 0675-6	ČSN EN 61643-11 IEC 61643-1 VDE 0675-6
Certifikační značky					
Jmenovité napětí	U_N	230 V/400 V a.c.	230 V/400 V a.c.	400 V a.c.	230 V a.c.
Nejvyšší trvalé provozní napětí	U_C	350 V a.c.	350 V a.c.	440 V a.c.	260 V a.c.
Impulzní proud (10/350 μ s)	I_{imp}	vrcholová hodnota I_{vrchol} náboj Q specifická energie W/R	75 kA (25 kA / pól) 100 kA (25 kA / pól)	100 kA (25 kA / pól)	50 kA (25 kA / pól)
Jmenovitý výbojový proud (8/20 μ s)	I_n	L-N N-PE L-PEN	25 kA 100 kA	50 kA	100 kA
Jmenovitý kmitočet	f_n	50/60 Hz	50/60 Hz	50/60 Hz	50/60 Hz
Napětová ochranná hladina	U_p	L-N N-PE L-PEN	$\leq 1,5$ kV $\leq 1,5$ kV	$\leq 2,5$ kV	$\leq 1,5$ kV
Klasifikace přepět'ových ochran		podle ČSN EN 61643-11 podle IEC 61643-1 podle VDE 0675-6	typ 1 [T1] třída I třída B	typ 1 [T1] třída I třída B	typ 1 [T1] třída I třída B
Doba odezvy		L-N N-PE L-PEN	≤ 100 ns ≤ 100 ns	≤ 1000 ns	≤ 1000 ns
Zhášecí následný proud	I_n	L-N N-PE L-PEN	≤ 100 ns 50 kA / 264 V a.c.	≤ 1000 ns 50 kA / 400 V a.c.	≤ 1000 ns 0,1 kA / 260 V a.c.
Maximální předřazená pojistka gG / gL		paralelní zapojení (T) sériové zapojení (V)	315 A 125 A	500 A 500 A	- -
Krytí			IP20	IP20	IP20
Montáž na „U“ lišty podle ČSN EN 60715 – typ			TH 35	TH 35	TH 35
Připojení					
Vodič tuhý (plný, slaněný)			2,5 + 35 mm ²	2,5 + 35 mm ²	10 + 50 mm ² / 0,5 + 35 mm ²
Vodič ohebný			2,5 + 25 mm ²	2,5 + 25 mm ²	16 + 35 mm ² / 0,5 + 25 mm ²
Dotahovací moment			4,5 Nm	4,5 Nm	8 Nm / 4,5 Nm
Přívod seshora nebo zesponu			ano	ano	ano / ano
Optická signalizace					
Funkční stav			zelený terčík	zelený terčík	- / -
Nefunkční stav			červený terčík	červený terčík	- / -
Dálková signalizace					
Řazení kontaktů ¹⁾			001	001	- / -
Maximální napětí / proud	U_{max} / I_{max}		250 V a.c. / 1 A	250 V a.c. / 1 A	- / -
Připojení – vodič (tuhý, ohebný)			125 V d.c. / 0,2 A	125 V d.c. / 0,2 A	- / -
Dotahovací moment			0,14 + 1,5 mm ²	0,14 + 1,5 mm ²	- / -
Pracovní podmínky					
Teplota okolí			-40 + 80 °C	-40 + 80 °C	-40 + 85 °C / -40 + 85 °C
Pracovní poloha			libovolná	libovolná	libovolná / libovolná
¹⁾ Každá číslice postupně udává počet kontaktů zapínacích, rozpínacích a přepínacích					
Kód výrobku			38357	38358	39227 / 34716
Hmotnost			0,91 kg	1,31 kg	0,567 kg / 0,32 kg
Balení			1 ks	1 ks	1 ks / 1 ks





Zdroj [http://www.oez.cz/file/279/]

Přepět'ové ochrany TYP 2 (C) - (výrobce MINIA)

T2 (C)	Standardní řešení TN-C		Standardní řešení TN-S	
				
Typ	SVC-350-3-MZ	SVC-350-3-MZS	SVC-350-3N-MZ	SVC-350-3N-MZS
Normy	ČSN EN 61643-11 IEC 61643-1	ČSN EN 61643-11 IEC 61643-1	ČSN EN 61643-11 IEC 61643-1	ČSN EN 61643-11 IEC 61643-1
Certifikační značky	VDE 0675-6 	VDE 0675-6 	VDE 0675-6 	VDE 0675-6 
Jmenovité napětí U_N	230 V/400 V a.c.	230 V/400 V a.c.	230 V/400 V a.c.	230 V/400 V a.c.
Nejvyšší trvalé provozní napětí U_C	350 V a.c.	350 V a.c.	350 V a.c. (L-N) 264 V a.c. (N-PE)	350 V a.c. (L-N) 264 V a.c. (N-PE)
Jmenovitý výbojový proud (8/20 μs) I_n	20 kA / pól	20 kA / pól	20 kA / pól	20 kA / pól
	L-N N-PE	L-N N-PE	L-N N-PE	L-N N-PE
Maximální výbojový proud (8/20 μs) I_{max}	20 kA / pól	20 kA / pól	40 kA / pól	40 kA / pól
	L-N N-PE L-PEN	L-N N-PE L-PEN	L-N N-PE L-PEN	L-N N-PE L-PEN
Jmenovitý kmitočet f_n	50/60 Hz	50/60 Hz	50/60 Hz	50/60 Hz
Napětová ochranná hladina U_p	$\leq 1,4$ kV	$\leq 1,4$ kV	$\leq 1,4$ kV	$\leq 1,4$ kV
	L-N N-PE L-PEN	L-N N-PE L-PEN	L-N N-PE L-PEN	L-N N-PE L-PEN
Klasifikace přepět'ových ochran	podle ČSN EN 61643-11 podle IEC 61643-1 podle VDE 0675-6	podle ČSN EN 61643-11 podle IEC 61643-1 podle VDE 0675-6	podle ČSN EN 61643-11 podle IEC 61643-1 podle VDE 0675-6	podle ČSN EN 61643-11 podle IEC 61643-1 podle VDE 0675-6
Doba odezvy	≤ 25 ns	≤ 25 ns	≤ 25 ns	≤ 25 ns
	L-N N-PE L-PEN	L-N N-PE L-PEN	L-N N-PE L-PEN	L-N N-PE L-PEN
Maximální předřazená pojistka gG / gL	125 A	125 A	125 A	125 A
Krytí	IP20	IP20	IP20	IP20
Montáž na „U“ lišty podle ČSN EN 60715 – typ	TH 35	TH 35	TH 35	TH 35
Připojení				
Vodič tuhý (plný, slaný)	0,5 + 35 mm ²	0,5 + 35 mm ²	0,5 + 35 mm ²	0,5 + 35 mm ²
Vodič ohebný	0,5 + 25 mm ²	0,5 + 25 mm ²	0,5 + 25 mm ²	0,5 + 25 mm ²
Dotahovací moment	4,5 Nm	4,5 Nm	4,5 Nm	4,5 Nm
Přívod shora nebo zespodu	pouze zespodu	pouze zespodu	pouze zespodu	pouze zespodu
Optická signalizace				
Funkční stav	průzračný terčík	průzračný terčík	průzračný terčík	průzračný terčík
Nefunkční stav	červený terčík	červený terčík	červený terčík	červený terčík
Dálková signalizace				
Řazení kontaktů ¹⁾	-	001	-	001
Maximální napětí / proud U_{max} / I_{max}	-	250 V a.c. / 1 A	-	250 V a.c. / 1 A
	-	125 V d.c. / 0,2 A	-	125 V d.c. / 0,2 A
Minimální spínaný výkon	-	0,12 VA (12 V, 10 mA)	-	0,12 VA (12 V, 10 mA)
Připojení – vodič (tuhý, ohebný)	-	0,14 + 1,5 mm ²	-	0,14 + 1,5 mm ²
Dotahovací moment	-	0,25 Nm	-	0,25 Nm
Pracovní podmínky				
Teplota okolí	-40 + 80 °C	-40 + 80 °C	-40 + 80 °C	-40 + 80 °C
Pracovní poloha	libovolná	libovolná	libovolná	libovolná
¹⁾ Každá číslice postupně udává počet kontaktů zapínacích, rozpínacích a přepínacích				
Kód výrobku	38365	38366	38367	38368
Hmotnost	0,393 kg	0,403 kg	0,433 kg	0,443 kg
Balení	1 ks	1 ks	1 ks	1 ks

Zdroj [<http://www.oez.cz/file/279/>]

Přepětové ochrany TYP 3 (D) (výrobce MINIA)

		Standardní řešení 2-pólové	Standardní řešení 4-pólové
<h1>T3 (D)</h1>			
		SVD-253-1N-MZS	SVD-335-3N-MZS
Typ		ČSN EN 61643-11	ČSN EN 61643-11
Normy		IEC 61643-1 VDE 0675-6	IEC 61643-1 VDE 0675-6
Certifikační značky			
Jmenovité napětí	U_N	230 V a.c.	230/400 V a.c.
Nejvyšší trvalé provozní napětí	U_c	253 V a.c.; 275 V d.c.	335 V a.c. 255 V a.c.
Jmenovitý výbojový proud (8/20 μ s)	I_n	L-N 3 kA L-PE 3 kA N-PE -	L-N 1,5 kA / pól L-PE 1,5 kA N-PE 1,5 kA
Maximální výbojový proud (8/20 μ s)	I_{max}	L-N 10 kA L-PE 10 kA N-PE 10 kA	L-N 4,5 kA L-PE 4,5 kA N-PE 10 kA
Jmenovitý zatěžovací proud při 30 °C	I_L	26 A	26 A
Napětí naprázdno	U_{oc}	6 kV	4 kV
Jmenovitý kmitočet	f_n	50/60 Hz	50/60 Hz
Napětová ochranná hladina	U_p	L-N $\leq 1,1$ kV L-PE $\leq 1,5$ kV N-PE $\leq 1,5$ kV	L-N $\leq 1,2$ kV L-PE $\leq 1,5$ kV N-PE $\leq 1,5$ kV
Klasifikace přepětových ochran		podle ČSN EN 61643-11 typ 3 T3 podle IEC 61643-1 třída III podle VDE 0675-6 třída D	podle ČSN EN 61643-11 typ 3 T3 podle IEC 61643-1 třída III podle VDE 0675-6 třída D
Doba odezvy		L-N ≤ 25 ns L-PE ≤ 100 ns	L-N ≤ 25 ns L-PE ≤ 100 ns
Maximální předřazený jistič nebo pojistka gG / gL		25 A	25 A
Krytí		IP20	IP20
Montáž na „U“ lišty podle ČSN EN 60715 – typ		TH 35	TH 35
Optická signalizace			
Funkční stav		průzračný terčík	průzračný terčík
Nefunkční stav		červený terčík	červený terčík
Dálková signalizace			
Řazení kontaktů ¹⁾		1	1
Maximální napětí / proud	U_{max} / I_{max}	250 V a.c. / 3 A 50 V d.c. / 3 A	250 V a.c. / 3 A 50 V d.c. / 3 A
Připojení			
Vodič tuhý (plný, slaněný)		0,2 + 4 mm ²	0,2 + 4 mm ²
Vodič ohebný		0,2 + 2,5 mm ²	0,2 + 2,5 mm ²
Dotahovací moment		0,8 Nm	0,8 Nm
Prívod seshora nebo zespodu		pouze zespodu	pouze zespodu
Pracovní podmínky			
Teplota okolí		-40 ÷ 85 °C	-40 ÷ 85 °C
Pracovní poloha		libovolná	libovolná
¹⁾ Každá číslice postupně udává počet kontaktů zapínacích a rozpínacích			
Kód výrobku		38371	38372
Hmotnost		0,081 kg	0,129 kg
Balení		1 ks	1 ks

Zdroj [<http://www.oez.cz/file/279/>]