

Ing. František Štěpán

Proudové chrániče a obloukové ochrany



Řada 7P
Přepětové ochrany
typů 1+2, 2 a 3

finder
SWITCH TO THE FUTURE



www.iisel.com

Internetový Informační Systém pro Elektrotechniky

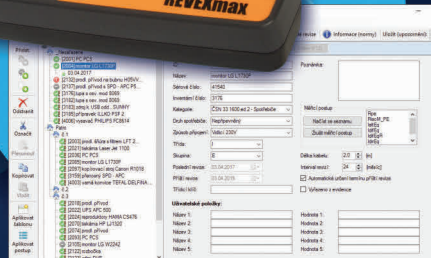


Univerzální přístroje pro revize elektrických zařízení

- Parametry elektrických instalací
- Měření fotovoltaických elektráren
- Měření uzemnění
- Revize izolovaných sítí a generátorů

Revize a kontroly elektrických spotřebičů – měřicí přístroje, software

- Spotřebiče a ruční nářadí
- Elektrická zařízení strojů
- Svařovací zařízení
- Zdravotnické přístroje



Jednoučelové a speciální přístroje

- Izolace
- Impedance smyčky
- Proudové chrániče
- Měření uzemnění
- Přepětové ochrany
- Multimetry
- Klešťové ampérmetry
- Zkoušečky



ILLKO, s.r.o.

Masarykova 2226/18a, 678 01 Blansko
tel./fax: +420 516 417 355, e-mail: illko@illko.cz

www.illko.cz

Rittal – The System.

Faster – better – everywhere.



ROZVÁDĚČE

ROZVOD PROUDU

KLIMATIZACE

IT INFRASTRUKTURA

SOFTWARE & SLUŽBY

FRIEDHELM LOH GROUP

www.rittal.cz



Proudové chrániče s nadproudovou ochranou



Rychlost montáže
Bezúdržbovost
Bezpečnost

Chcete ochránit?

Jedině s bezšroubovými proudovými chrániči!

Pro bezpečnou elektroinstalaci nabízíme proudové chrániče ADZ v třífázovém provedení se třemi nezávislými jističi v bezšroubovém systému quickconnect.

Tyto kompaktní přístroje chrání tři obvody proti zkratu a přetížení pro každý z okruhů samostatně.

Nabídka je v 6 kA řadě s charakteristikou jističe B nebo C o jmenovitém proudu jističe 10, 13 nebo 16 A.

Chránič je typ A s reziduálním proudem 30 mA.

Prodloužená záruka 5 let!



hager.cz

:hager

Ing. František Štěpán

Proudové chrániče a obloukové ochrany

Text k inzerátu na 1. straně obálky:

Celosvětově aktivní firma FINDER s více než 65letou tradicí výroby elektrotechnických a elektronických přístrojů:

pro spínání:

- relé do plošných spojů
- průmyslová relé
- reléové vazební členy
- polovodičová relé

pro ovládání a kontrolu:

- relé s nuceně vedenými kontakty
- časová relé
- elektronické elektroměry
- kontrolní a měřicí relé
- snímače hladiny
- spínané napájecí zdroje
- přepětové ochrany
- termostaty a hydrostaty
- ventilátory pro rozvaděče
- topení pro rozvaděče
- svítidla pro rozvaděče

pro instalace budov:

- impulzně ovládané spínače
- soumrakové spínače
- pohybová čidla
- schodišťové automaty
- spínací hodiny
- stmívače
- modulární stykače

pro drážní aplikace

pro fotovoltaické aplikace

**přístroje sběrnicevého systému KNX,
přístroje automatizačního systému YESLY
pro ovládání technologií domů a budov**

Kontakt:

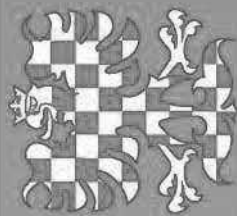
Finder CZ, s. r. o., Radiová 1567/2 b, 102 00 Praha 10

tel.: 286 889 504, fax: 286 889 505

finder.cz@findernet.com, www.findernet.com

ISBN 978-80-87942-94-9

Proudové chrániče a obloukové ochrany



MSE CZ

Moravský svaz elektrotechniků
Geislerova 3, 615 00 Brno
Sekretariát:
Tel: 548 533 850, 602 520 975
e-mail: sekretariat@msebrno.cz
www.msebrno.cz

ŠKOLENÍ ELEKTROTECHNIKŮ

- přípravné školení dle zákona 250/2021 Sb. a NV 194/2022 Sb., ukončené zkouškou (§ 19 zákona 250/2021 Sb. a § 4, 6, 7 NV 194/2022 Sb.)
- přípravný kurz na výkon funkce revizního technika zakončený zkouškou u TiČR (§ 11 zákona 250/2021 Sb. a § 8 NV 194/2022 Sb.)

ORGANIZUJEME

- mezinárodní konference
- školení
- Dny nové techniky

PRODEJ

- technických norem
- technických pomůcek pro diagnostiku
- odborné literatury
- měřicích přístrojů

TECHNICKÁ PODPORA

- poradenská činnost
- vypracování znaleckých posudků
- montáže elektrických zařízení na klíč
- revize elektrických zařízení bez omezení napětí
- kalibrace měřicích přístrojů
- vypracování podkladů pro „Prohlášení o shodě“
- příprava pro zavedení systému jakosti ISO 9000/2000
- analýza sítě dle NV 117/2016 Sb., hodnocení EMC
- technická podpora poradenským cechům - živnostenským společenstvím

www.msebrno.cz

Proudové chrániče jsou dnes už běžnou součástí každé novější instalace a nikdo nepochybuje o jejich přínosu ke zvýšení bezpečnosti před úrazem elektrickým proudem. Pro výběr vhodných typů a jejich použití je nutné znát několik základních pravidel, aby byl zaručen bezproblémový provoz a současně nedocházelo k nežádoucím vypínáním.

Tato nová příručka navazuje na předchozí třetí vydání s cílem přinést aktualizaci některých informací a je doplněna o ochranu před vznikem požárů pomocí přístrojů pro obloukovou ochranu.

V prvních kapitolách jsou popsány vlastnosti jednotlivých typů a provedení proudových chráničů podle požadavků výrobních norem. Dále jsou definovány požadavky norem pro instalace, aby bylo zřejmé, za jakých podmínek se mají proudové chrániče používat. Na tyto základní informace navazují doporučení pro volbu vhodných typů v jednotlivých aplikacích. Aktualizace se týká hlavně změn v používání typů s citlivostí na různé druhy reziduálních proudů, což se dnes netýká jen složitějších průmyslových aplikací, ale stále více zasahuje i do běžných domovních instalací.

Oproti předchozímu vydání byly aktualizovány požadavky norem, doplněny informace ohledně výběru typů A, B, F a použití ve zvláštních případech.

V příručce nechybí ani přehled požadavků na měření během uvádění do provozu a při revizích.

Na závěr je uveden velmi užitečný popis různých příčin potíží pro případy, kdy instalace s proudovým chráničem nefunguje, jak se očekává. Doporučená řešení by měla dát odpovědi na většinu dotazů z praxe.

Samostatnou částí této příručky je ochrana před vznikem požárů pomocí přístrojů pro obloukovou ochranu, které jsou známe pod zkratkou AFDD (angl. Arc Fault Detection Device). Jedná se o přístroj, který zaplňuje mezeru v dosud dostupných ochranných opatřeních s proudovými chrániči. Dnes platné elektrotechnické normy jejich použití doporučují zejména v domovních instalacích a místech s rizikem požáru hořlavých hmot. Protože se jedná o dostupné řešení, které zvyšuje ochranu lidských životů a majetku, je to jen otázka času, kdy se budou používat ve všech případech, pro které byly vyvinuty. Zkušenosti ze země, kde se používají už mnoho let, jednoznačně potvrzují jejich výhody.

Tato příručka je určena široké elektrotechnické veřejnosti a předpokládáme, že v ní najdou něco užitečného nejen elektrikáři a studenti elektrotechnických oborů, ale také revizní technici a projektanti.

Proudové chrániče typu B

B-SI

Proudový chránič s vysokou odolností proti nechtěným výpadkům.

- Určen pro náročné aplikace v průmyslu nebo ve zdravotnictví.
- Patentovaná technologie SI (Super Imunní) byla vyvinuta pro prostředí, která mohou být negativně ovlivněna atmosférickým přepětím nebo vlivy harmonických proudů.



B-EV

Proudový chránič speciálně vyvinutý pro aplikace nabíjecích stanic pro elektromobily.

- Zajišťuje spolehlivou ochranu osob u všech typů aplikací s nabíjecími wallboxy.
- Mimořádné jsou svojí kompatibilitou s běžnými chrániči zapojenými paralelně i v sérii.



Obsah

1.	ÚVOD	13
2.	ÚČINKY ELEKTRICKÉHO PROUDU NA ČLOVĚKA	15
3.	TYPY A CHARAKTERISTIKY PROUDOVÝCH CHRÁNIČŮ	23
3.1	Princip funkce proudového chrániče	23
3.2	Zkratky pro různé konstrukce	27
3.2.1	Proudové chrániče (RCD)	27
3.2.2	Proudové chrániče bez nadproudové ochrany (RCCB)	27
3.2.3	Proudové chrániče s nadproudovou ochranou (RCBO)	28
3.2.4	Hlídače reziduálního proudu (RCM)	29
3.2.5	Proudové chrániče pro pohyblivou montáž (PRCD)	30
3.2.6	Proudové chrániče pro zabudování do instalační krabice (SRCD)	32
3.2.7	Jistič zahrnující proudový chránič (CBR)	33
3.2.8	Stavebnicové proudové chrániče (MRCD)	33
3.3	Hlavní parametry proudových chráničů	36
3.4	Závislost na napájecím napětí	37
3.4.1	Proudové chrániče nezávislé na napájecím napětí (angl. <i>VI – Voltage Independent</i>)	37
3.4.2	Proudové chrániče funkčně závislé na napájecím napětí (angl. <i>VD – Voltage Dependent</i>)	37
3.4.3	Použití proudových chráničů s ohledem na funkční závislost na napájecím napětí	38
3.5	Zkušební zařízení (TEST)	39
3.6	Odolnost proti zkratu a přetížení	41
3.6.1	Jmenovitý proud kontaktů	41
3.7	Citlivost na různé druhy reziduálních proudů	43
3.8	Časová závislost vypnutí (vypínací charakteristiky)	47
3.9	Označení typu chrániče podle časové závislosti vypnutí	48
3.10	Frekvence	52
3.11	Teplota okolního vzduchu	54
3.12	Značení	55
3.13	Proudové chrániče s vícenásobným nastavením	58
3.14	Provozní napětí	58
4.	STUPŇOVÁNÍ OCHRAN A KVALIFIKACE OSOB	59
4.1	Kvalifikace osob	60
5.	OCHRANA PŘI PORUŠE	63
5.1	Ochrana v sítích TT	63
5.2	Ochrana v sítích TN	63
5.2.1	Dotyková napětí při poruše	65
5.2.2	Rozdělení vodičů PE a N	65

5.2.3	Odpínání středního vodiče v síti TN	66
5.3	Ochrana v sítích IT	66
5.3.1	První porucha v síti IT	67
5.3.2	Druhá porucha v síti IT	67
5.3.3	Doplňková ochrana v síti IT	68
5.3.4	Delší výběžky vedení při druhé poruše	69
5.3.5	Rozvětvené sítě IT při první poruše	69
6.	DOPLŇKOVÁ OCHRANA PROUDOVÝM CHRÁNIČEM	71
7.	PROTIPOŽÁRNÍ OCHRANA S PROUDOVÝMI CHRÁNIČI ($I_{\Delta n} \leq 300 \text{ mA}$)	73
7.1	Plazivé proudy v instalaci	73
8.	SELEKTIVITA A NEPŘERUŠOVANÉ NAPÁJENÍ	75
8.1	Selektivita proudových chráničů	75
8.2	Samočinné a dálkové zapnutí	77
9.	HRANICE POUŽITELNOSTI PROUDOVÝCH CHRÁNIČŮ	79
9.1	Zkrat mezi pracovními vodiči	79
9.2	Přerušení vodiče PEN před proudovým chráničem	80
9.3	Trvale unikající proudy	81
9.4	Odolnost proti rázovému proudu	81
9.5	Vnější vlivy a nevhodné krytí	82
9.6	Ochrana před požáry v případech oblouku mezi pracovními vodiči	82
9.7	Zdroje nepřerušovaného napájení (UPS)	82
10.	PROVOZNÍ SPOLEHLIVOST	83
10.1	Pravidelné testování	83
11.	MĚŘENÍ PROUDOVÝCH CHRÁNIČŮ PŘI REVIZÍCH	87
11.1	Ověření účinnosti proudových chráničů	87
11.2	Příklad postupu ověřování proudových chráničů	88
11.2.1	Dotykové napětí	90
11.2.2	Ověření vybavovacích proudů	91
11.2.3	Ověření vypínacích časů	91
11.2.4	Ověření typů AC, A a B citlivých na různé druhy reziduálních proudů	92
11.2.5	Měření impedance smyčky poruchového proudu	93
11.2.6	Ověření funkce kontrolního tlačítka	93
12.	ZAPOJENÍ V INSTALACÍCH	94
12.1	Neúplný počet pracovních vodičů a nerovnoměrná zátěž	94
12.2	Sdružování obvodů za jedním proudovým chráničem	95
12.3	Koordinace se svodiči přepětí (EMC)	97
12.4	Použití proudových chráničů typů AC, A, F a B	99
12.4.1	Oblasti použití chráničů typu AC a A	103

12.4.2	Oblasti použití chráničů typu F	103
12.4.3	Oblasti použití chráničů typu B	103
12.4.4	Pravidla pro výběr typů AC, A, F, B	104
12.4.5	Koordinace typů AC, A, F a B	104
12.4.6	Proudové chrániče v obvodech s různými frekvencemi	105
12.4.7	Unikající proudy při vyšších frekvencích	107
12.4.8	Fotovoltaické elektrárny	108
12.4.9	Nabíjecí stanice elektromobilů	109
13.	NEŽÁDOUCÍ VYPÍNÁNÍ PROUDOVÝCH CHRÁNIČŮ	112
13.1	Chyby v zapojení	112
13.2	Trvalé unikající proudy	117
13.2.1	Vliv neharmonického průběhu reziduálního proudu – praktické výhody typu A oproti typu AC	120
14.	PŘÍSTROJE PRO OBLOUKOVOU OCHRANU (AFDD)	121
14.1	Příčiny vzniku obloukových poruch	121
14.2	Detekce oblouku	123
14.3	Detekce poruchových oblouků	124
14.4	Požadavky na konstrukci AFDD	125
14.5	Nežádoucí vypínání AFDD	126
14.6	Směrová citlivost	128
14.7	Základní pravidla pro použití AFDD	129
15.	POUŽITÍ PROUDOVÝCH CHRÁNIČŮ V JEDNOÚČELOVÝCH ZAŘÍZENÍCH A VE ZVLÁŠTNÍCH OBJEKTECH	133
	Příloha I – Druhy sítí TN, TT a IT	138
	Příloha II – Zkratky	139
	Příloha III – Schematické značky	139
	Literatura	140



Partner všech elektrotechniků

www.in-el.cz

obchod.in-el.cz



IN-EL® — Partner všech elektrotechniků

Vydavatelství odborné literatury pro elektrotechniky, Normativních dokumentů ESČ, tiskopisu Protokolu o revizích a kontrolách elektrických spotřebičů a elektrického ručního nářadí. Tištěnou literaturu zasíláme na dobírku a též si ji můžete zakoupit v sídle naší firmy a u řady prodejců.

obchod.in-el.cz | e-knihy | tištěné knihy | iiSEL®

Jako první v České republice vydáváme odborné příručky pro elektrotechniky i v elektronické podobě. **Naše e-knihy** umožňují standardní funkce, jako interaktivní obsah v levém rámci, přímé odkazy v celém textu na zmiňované kapitoly, obrázky, tabulky, přílohy, literaturu, webové stránky.

Hlavní výhodou našich e-knih je **vstup do textů norem (ČSN)**, které jsou v příručkách zmíněné (pro čtenáře, kteří mají zaplacenou službu ČSN on-line).

E-knihy můžete odebírat jednotlivě každou knihu nebo v rámci předplatného za roční poplatek. Jednotlivě si může zákazník kdykoliv objednat stažení jedné nebo více e-knih. V rámci předplatného za roční poplatek má zákazník možnost si kdykoliv stáhnout v následujících 12 měsících od aktivace přístupu kteroukoliv e-knihu, která je momentálně k dispozici, ale též e-knihy, které budou vydány v době platnosti předplatného.

Každý rok vydáváme 3 až 5 nových nebo starších – aktualizovaných příruček.

Aktuální nabídka a podrobnosti na adrese obchod.in-el.cz.



Obchod – obchod.in-el.cz | obchod@in-el.cz | tel.: 724 085 644
Informační servis – iiSEL® | jan.lojkasek@in-el.cz | tel.: 724 069 755

www.in-el.cz | info@in-el.cz | tel.: 724 085 644

1. ÚVOD

Pro správné použití proudových chráničů je nutné znát princip funkce a základní pravidla pro jejich použití. Vlastní princip diferenciální ochrany byl popsán již v roce 1928, ale tehdy byl zmíněn jako možné řešení pro ochranu při dotyku s vysokým napětím. První skutečně funkční proudové chrániče byly zkonstruovány ve čtyřicátých letech minulého století se zaměřením na ochranu při poruše izolace. V padesátých letech se podařilo zavést do výroby konstrukce s dostatečně vysokou citlivostí, které již byly schopné zabránit smrtelnému úrazu člověka s částí pod napětím. Se zlepšující se citlivostí ale narůstal i problém s počtem nežádoucích vypnutí vlivem přepětí v instalacích při bouřkách, což se podařilo vyřešit speciálním provedením proudových chráničů s krátkodobým zpožděním (označovaný jako typ G).

V šedesátých letech se již setkáme s doporučením používat doplňkovou ochranu citlivými proudovými chrániči. V sedmdesátých a osmdesátých letech se začalo s povinným použitím pro zásuvky v koupelnách, na stavebách, v zemědělství, pro venkovní instalace a v nemocnicích. V současné době se s proudovými chrániči setkáme prakticky ve všech instalacích obsluhovaných laiky, tj. osobami bez elektrotechnické kvalifikace.

S nárůstem počtu elektrických spotřebičů s elektronickými spínacími obvody je dnes nutné používat typy proudových chráničů, které jsou schopné spolehlivě fungovat i při přítomnosti pulzujících a hladkých stejnosměrných reziduálních proudů (typy A, F nebo B). Dříve obvyklé typy s citlivostí pouze na střídavé reziduální proudy (typ AC), již v mnoha případech nevyhovují. Jedná se zejména o moderní zařízení se spínanými zdroji a obvody se střídači, které jsou základní částí všech frekvenčních měničů, zdrojů nepřerušovaného napájení (UPS), nabíječek elektromobilů, měničů pro bateriová úložiště energie a dalších.

Podle účelu použití proudových chráničů jsou definovány tyto oblasti použití:

- 1. doplňková ochrana proudovým chráničem s citlivostí $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$** (viz ČSN 33 2000-4-41 ed. 3),
- 2. ochrana automatickým odpojením v případě poruchy** (viz ČSN 33 2000-4-41 ed. 3),
- 3. ochrana před vznikem požáru od plazivých proudů proudovým chráničem s $I_{\Delta n} \leq 300 \text{ mA}$** (viz ČSN 33 2000-4-42 ed. 2).

Z uvedených ochranných opatření se nejdříve zaměříme na doplňkovou ochranu osob, jejichž podmínky přímo vycházejí z poznatků o působení elektrického proudu na člověka.