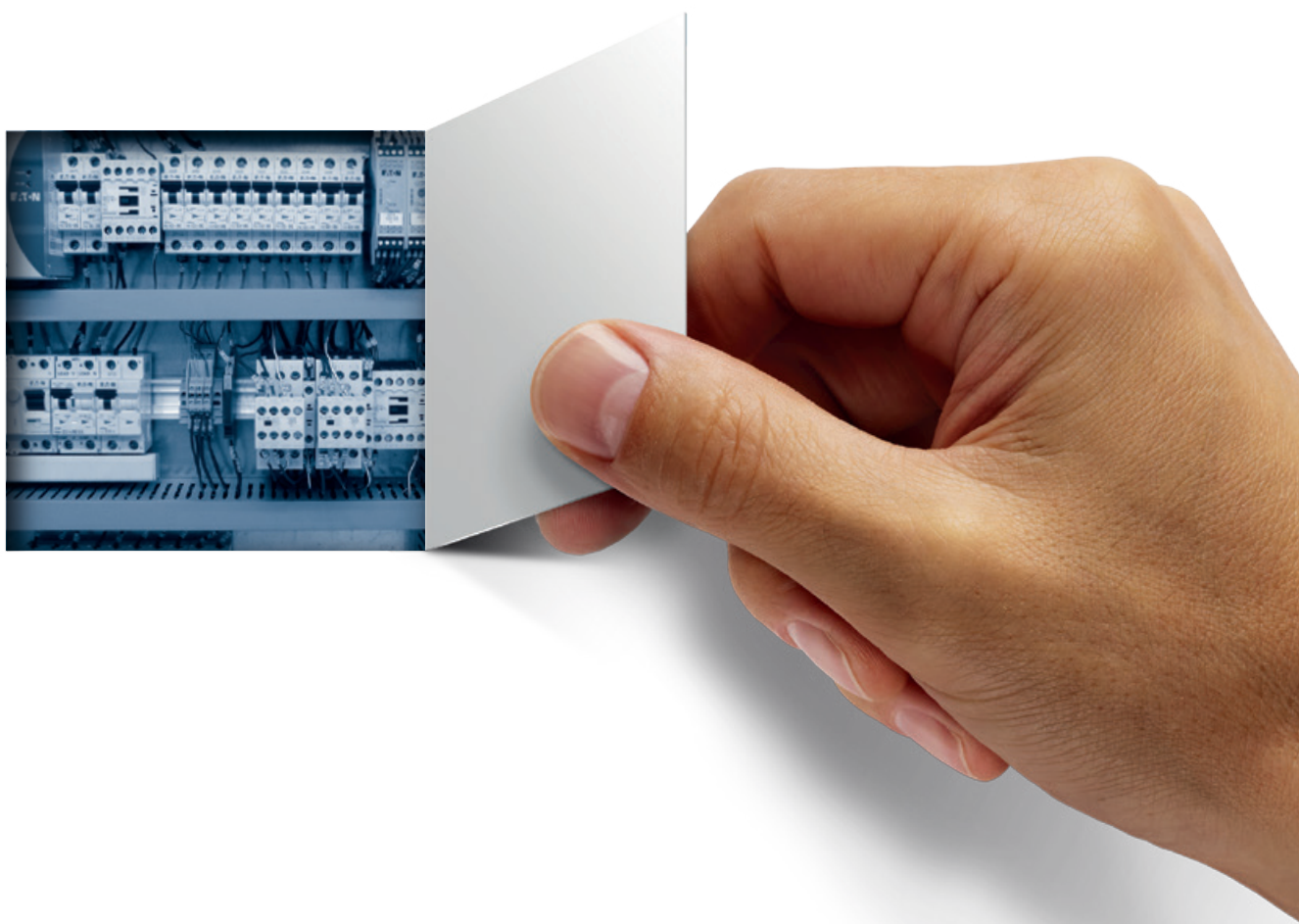


Ochrana člověka a strojů před škodlivými reziduálními proudy

Build it in.



Peter-Lukas Genowitz
1. vydání

EATON

Powering Business Worldwide



Ochrana osob a strojů před škodlivými reziduálními proudy

S tím, jak se technické hranice na měnícím se trhu stále posouvají, hledají výrobci strojů řešení, která by jim a jejich zákazníkům vyrábějícím stroje pomohla vyrábět rychleji, efektivněji a s nižšími náklady. Koncoví zákazníci z řad výrobců strojů se střetávají s kratšími životními cykly výrobků, a to klade na výrobce strojů a zařízení požadavky navrhovat a vyvíjet vysoce uživatelsky přizpůsobené stroje, které poskytují zákazníkům to, co potřebují, tedy výkon, energetickou účinnost a spolehlivost.

Výrobci strojů čelí zvýšenému tlaku nejen na plnění těchto cílů, ale také na vývoj zařízení, které je mimořádně spolehlivé a přitom zajišťuje vysokou úroveň bezpečnosti pro obsluhu. Dále je důležité, aby tito výrobci poznali význam řádného pochopení elektrických poruch, které mohou ohrozit stroje a výrobní procesy. Reziduální a svodové proudy mohou vznikat jako důsledek poruch, ke kterým dochází v elektrickém obvodu. Mohou mít devastující účinky na lidské tělo, mohou způsobit srdeční zástavu či něco horšího a vést k selhání stroje, což ovlivní jeho efektivitu. Mohou také vést k požárům.

Vyvážení různých požadavků na ochranu obvodů je složité zejména z důvodu, že interní odborné znalosti v oblasti ochrany obvodů jsou vlivem snižování velikosti inženýrských týmů stále méně časté. Koncoví uživatelé i výrobci strojů hledají větší podporu a pomoc od svých dodavatelů a je patrný trend spolupracovat s dodavateli, kteří mají kompletní odborné znalosti systémů a jejichž konzultanti jsou přítomni po celém světě.

Navíc s tím, jak výrobci strojů vyvíjejí a dodávají zařízení do celého světa, potřebují mít jistotu, že jejich stroje a součásti splňují různé

mezinárodní normy a předpisy. Spolupracovat s partnerem, který chápe globální požadavky a dodává výrobek splňující příslušné normy, znamená, že i stroje budou vhodné pro tento účel.

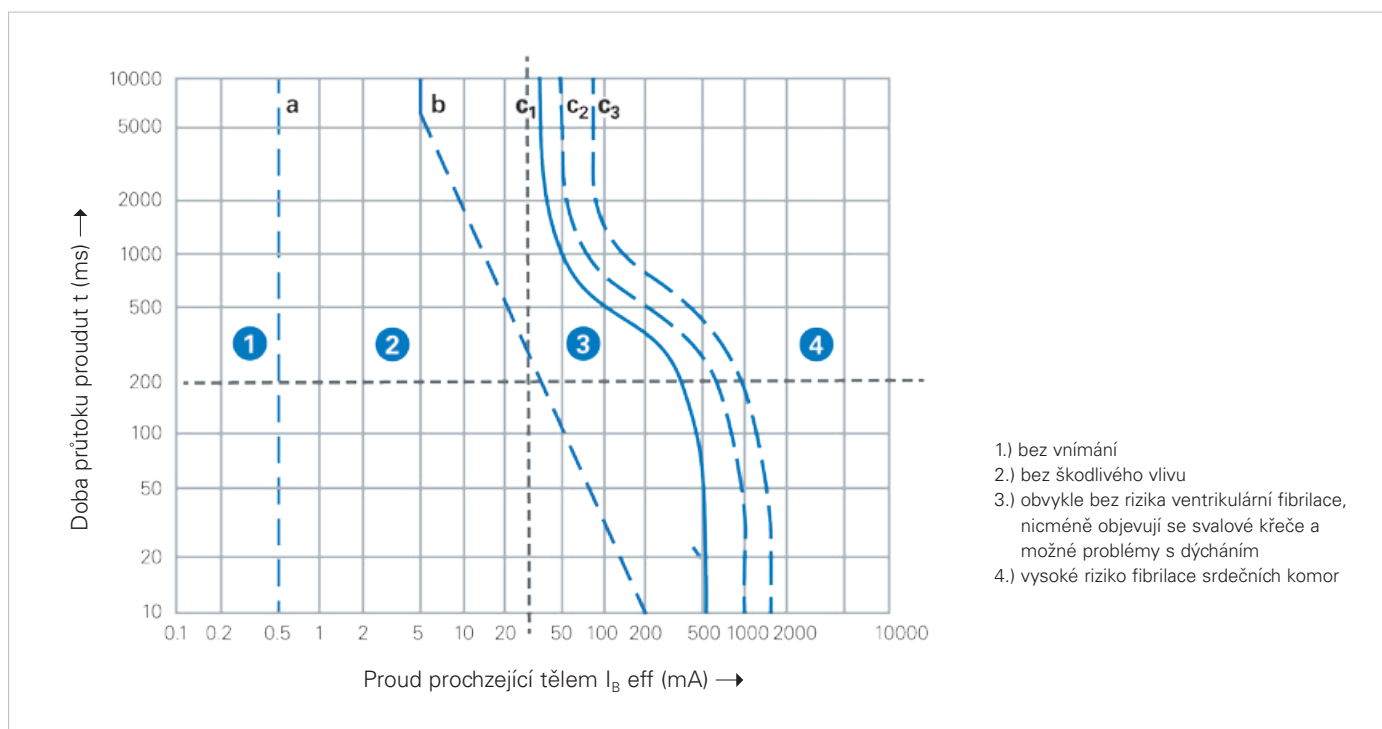
V tomto dokumentu se Peter-Lukas Genowitz, produktový manažer RCCB ve společnosti Eaton, podrobně zabývá devastujícími účinky elektrického proudu na lidské tělo, fungováním proudových chráničů (RCD), jejich instalací a úloze v celkové strategii ochrany. Jde o první ze tří dokumentů, který se zabývá tématem reziduálního proudu.

Úvod

Reziduální nebo svodové proudy mohou vznikat z mnoha důvodů a mohou nabývat mnoha forem. Z hlediska projektování stroje je největší výzvou stanovit možné formy reziduálních proudů, které mohou vznikat za provozu nebo v případě poruchy. Zaručení bezpečného odpojení napájení v případě poruchy je absolutně nezbytné pro ochranu obsluhy a majetku před nebezpečím úrazu elektrickým proudem nebo požáru; současně je ovšem nutno zamezit nežádoucím vypínáním souvisejícím s uzemňovacími svodovými proudy způsobenými systémem, aby nedocházelo ke zbytečným prostojům. Řešením je rozpoznat různé formy svodového proudu, k nimž může docházet, a navrhnout zařízení na ochranu před reziduálními proudy (RCD).

Účinky elektrického proudu na lidské tělo

Elektrický proud může být vysoce škodlivý pro lidské tělo a způsobené poškození souvisí zejména s jeho intenzitou a trváním. Obr. 1 ukazuje smluvené zóny čas/proud účinků střídavých proudů na lidské tělo.



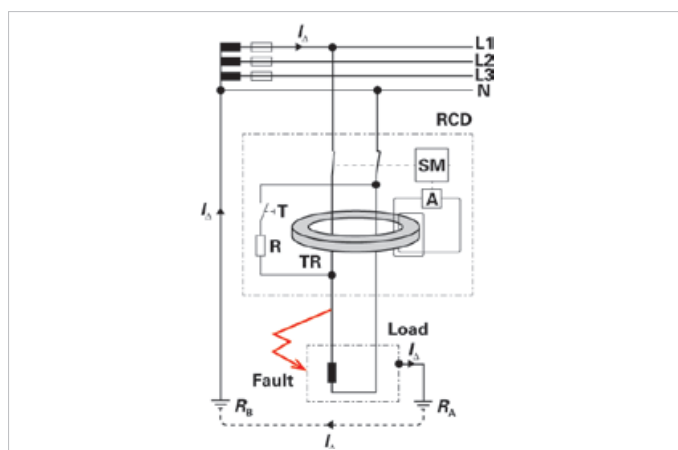
Obr. 1: Fibrilace srdečních komor v závislosti na hodnotě a trvání proudu

I když se fibrilace srdečních komor považuje za hlavní příčinu usmrcení při zásahu elektrickým proudem, existují také další případy zástavy dechu nebo srdce. Patofyziologické účinky, jako jsou stahy svalů, dýchací potíže, zvýšený krevní tlak, narušení vytváření a přenášení impulsů v srdci včetně fibrilace srdečních předsíní a přechodné zástavy srdce se mohou objevit i bez fibrilace srdečních komor. Tyto účinky nejsou smrtelné a jsou obecně vratné, i když může dojít k jizvám způsobeným elektrickým proudem. Proudy od několika ampérů v trvání od několika sekund mohou způsobit vážné popáleniny, jiné vnitřní zranění a dokonce usmrcení.

Princip funkce proudového chrániče RCD

Úlohou RCD je chránit osoby před úrazem elektrickým proudem při současné ochraně zařízení před poškozením způsobeným reziduálními proudy (například požáry). Jde o ochranná zařízení rozpoznávající reziduální proudy v elektrických systémech, které mohou být způsobeny buď poruchami, nebo jsou vytvářeny součástmi systému, například frekvenčními měniči.

RCD se v zásadě skládá ze sčítacího proudového transformátoru, vybavovacího relé, spínacího mechanismu a zkušební obvodu.



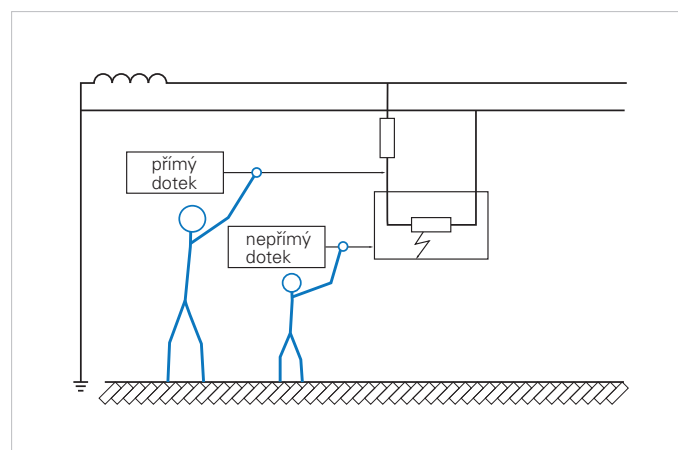
Obr. 2: Princip funkce RCD

Sčítací transformátor proudu porovnává proudy, které protékají fázovými vodiči za ním a nulovým vodičem zpět před něj. Pokud existuje rozdíl v součtu proudů tekoucích za a před transformátorem, vzniká magnetické pole, které vytváří napětí v sekundárním vinutí. Proud protékající primárním vinutím zeslabuje magnetické pole ve vybavovacím relé. To vede k odklopení kotvy relé a odpojení obvodu, když se spínací kontakty rozpojí.

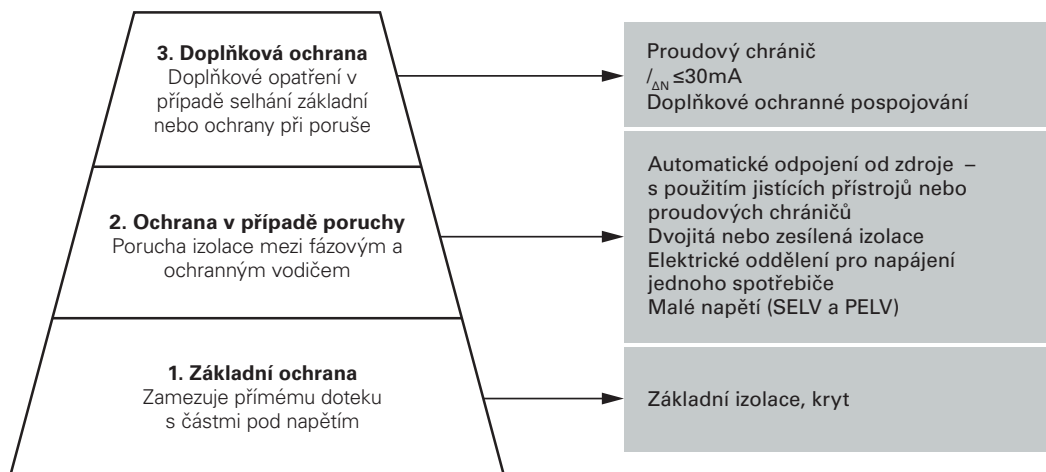
Ochrana pomocí přístroje RCD

Je jasné, že stroje potřebují ochranu obsluhy a techniků před nebezpečími elektrického proudu jak během normálního používání, tak při poruchách. Při přímém nebo nepřímém dotyku může dojít k nehodě. Přímý dotek znamená, že se osoba dotkne elektrické součásti pod napětím, tj. vodiče nebo vodivé součásti, která je pod napětím za běžného provozu.

Nepřímý dotek je poruchou, kdy se vodivá součást, která je vodivá a za normálních okolností není pod napětím a lze se jí dotknout, dostane pod napětí vlivem poruchy. Tyto součásti jsou označovány jako neizolované vodivé části.



Obr. 3: Rizika přímého a nepřímého doteku



Obr. 4: Filozofie třístupňové ochrany

K ochraně osob před zásahem elektrickým proudem je definována filozofie třístupňové ochrany zobrazená na obr. 4. Spojuje v sobě maximální bezpečnost pro osoby s maximální ochranou systémů a zařízení. Tato ochranná strategie zahrnuje různé způsoby ochrany, jako je použití RCD, pro různé úrovně ochrany. Kromě toho se RCD používají i ke snížení rizika požáru.

Základní ochrana: Základní ochrana spočívá v zamezení přímého kontaktu s částmi pod napětím pomocí izolace a krytů. Typickým příkladem je izolace vodiče nebo kryt sběrnice; tyto by měly být kryty tak, aby se jich nikdo nemohl po otevření dveří skříně rozváděče náhodně dotknout.

Ochrana při poruše: Pokud se někdo přesto dotkne neizolované vodivé části (v bezporuchovém stavu není pod napětím), která se dostala pod napětí vlivem poruchy izolace a pokud může následkem poruchy vzniknout nebezpečí delšího a intenzivnějšího napětí na součásti, je úlohou RCD automaticky odpojit napájení.

Doplnková ochrana: Tato strategie zahrnuje také další ochranu, která působí, pokud selže základní ochrana nebo ochrana při poruše a obsluha se dostane do přímého kontaktu s částí pod napětím, například když je uživatel neopatrný při používání chráněného stroje nebo zařízení. V této roli se osvědčila RCD s jmenovitým reziduálním proudem do 30 mA.

Požární ochrana: Zařízení RCD jsou také důležitá pro místa vystavená nebezpečí požáru, jak je popsáno v normě ČSN 332000-4-482. Tyto normy vyžadují opatření pro zamezení požárů, které mohou být způsobeny poruchami izolace. Tato norma vyžaduje, aby kabely a trasy v sítích TT a TN byly chráněny přístroji RCD s jmenovitým reziduálním proudem maximálně 300 mA.

Typy RCD

Přístroje RCD jsou charakterizovány průběhy reziduálního proudu, které mohou rozpoznat a na něž mohou reagovat, a dále tím, zda jsou závislé nebo nezávislé na napětí a zda je jejich působení okamžité nebo zpožděné.

Schopnost RCD reagovat na různé průběhy proudu je důležitá, jelikož několik elektrických spotřebičů používaných v našich elektronických obvodech může vytvářet reziduální proudy různých průběhů a frekvencí. Tyto průběhy jsou shrnuty v tabulce 1, která ukazuje typy RCD a jejich vhodnost pro každý druh reziduálního proudu. Dále je velmi důležité vzít do úvahy různé vypínací proudy pro různé průběhy.

Forma proudu proud	Profil proudu	Správné použití / rozsah použití druhů RCCB				Vypínací
		AC	A (U)	F	B/Bfq/B+	
Střídavý		•	•	•	•	0.5 až 1.0 $I_{\Delta N}$
Pulzující stejnosměrný reziduální proud (klad. nebo záp. půlvlna)		–	•	•	•	0.35 až 1.4 $I_{\Delta N}$
Úříznutá půlvlna Úhel náběhu 90° Úhel náběhu 135°		–	•	•	•	Úhel náběhu 90° 0.25 až 1.4 $I_{\Delta N}$ Úhel náběhu 135° 0.11 až 1.4 $I_{\Delta N}$
Proudová půlvlna s hladkým stejnoseměrným proudem 6 mA		–	•	•	•	max. 1.4 $I_{\Delta N}$ + 6 mA
Proudová půlvlna s hladkým stejnoseměrným proudem 10 mA		–	–	•	•	max. 1.4 $I_{\Delta N}$ + 10 mA
Hladký stejnosměrný proud		–	–	–	•	0.5 až 2.0 $I_{\Delta N}$

Tabulka 1: Různé formy reziduálního proudu a příslušné RCCB

Tabulka 2 možné průběhy reziduálních proudů v obvodech s polovodiči, včetně vhodných RCD.

Vhodný typ RCD		Zapojení	Proud zátěží	Poruchový proud
B A AC U F B+ kHz Bfq	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			

Tabulka 2: Možné průběhy reziduálních proudů v obvodech s polovodiči

Výše uvedené tabulky jsou srozumitelné samy o sobě, ale pro každý typ RCD je nutno uvést ještě další informace:

Střídavý (AC) typ

RCD typu AC jsou vhodné pro rozpoznání sinusových střídavých (AC) proudů při poruše. V některých státech jako například v Belgii, Dánsku, Finsku, Německu, Irsku, Lucembursku, Nizozemí, Norsku, Švédsku a Švýcarsku není tento typ RCD pro ochranná opatření přípustný.

Typ A

RCD typu A rozpoznávají střídavé (AC) a pulzující stejnosměrné (DC) reziduální proudy. Také mohou pracovat s průběhy reziduálních proudů, které jsou často vytvářeny v modulech napájení jednofázových zátěží s elektronickými prvky. RCD typu A jsou také dostupná jako digitální zařízení (podrobnější informace jsou uvedeny v dokumentu Digitální RCD).

Typ F

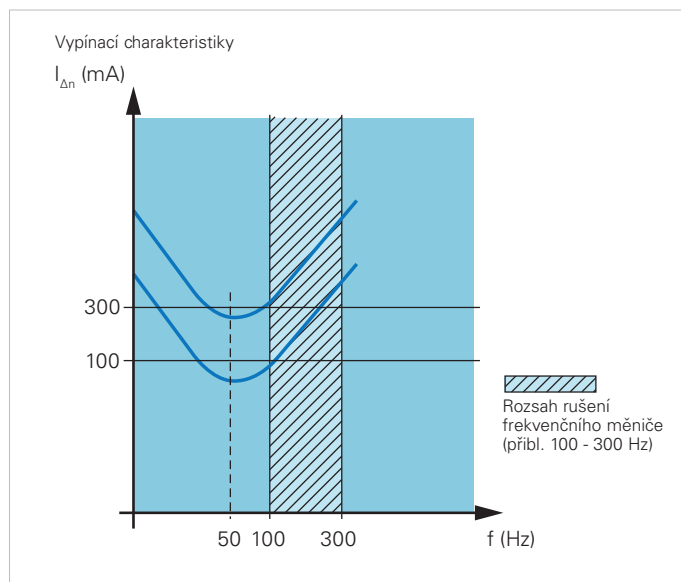
RCD typu F jsou určeny pro aplikace s jednofázovými frekvenčními měniči k zajištění přiměřené úrovně ochrany v případě poruchy související s vyššími harmonickými generovanými měničem a poskytují současně zvýšenou odolnost vůči nežádoucímu vypínání.

RCD typu F nabízí stejný rozsah ochrany a funkcí jako RCD typu A; rozpoznávají tedy také sinusové střídavé proudy i pulzující stejnosměrné proudy.

Navíc rozpoznávají multifrekvenční reziduální proudy do 1 kHz podle požadavků normy ČSN EN 62423. RCD typu F mají schopnost odolávat rázovým nadproudům 3 kA a pracovat se stejnosměrnými pulzujícími reziduálními proudy s DC složkou do 10 mA bez vlivu na jejich ochrannou funkci.

Typ U

RCD typu U jsou speciálním typem, který dodává společnost Eaton. Podobají se RCD typu F a jsou určeny pro použití v aplikacích s měniči frekvence. RCD typu U jsou citlivé na sinusové střídavé proudy, a stejně tak i na pulzující stejnosměrné proudy.



Obr. 5: Vypínací charakteristika RCD typu U

Obr. 5 ukazuje vypínací charakteristiku RCD typu U 100 mA a 300 mA. Ve frekvenčním rozsahu kolem 50 Hz tyto RCD působí podle požadavků normy (50 až 100 % uvedeného $I_{\Delta n}$). V rozsahu vyznačeném na obrázku šrafovaně, tedy přibližně od 100 do 300 Hz, dochází často k nežádoucímu působení vlivem používání frekvenčních měničů. RCD odolné vůči frekvenčním měničům jsou mnohem méně citlivé na tento frekvenční rozsah, než v rozsahu 50 až 60 Hz, což vede k podstatnému zvýšení spolehlivosti systému.

RCD typu U jsou také k dispozici jako digitální RCD. Podrobnější informace jsou uvedeny v dokumentu Digitální RCD.

Typy B, Bfq a B+

Proudové chrániče typu B umí rozpoznat střídavý reziduální proud a pulzující stejnosměrný proud, stejně jako hladké stejnosměrné reziduální proudy, proto jsou vhodné pro všechny druhy aplikací a formy proudů podle normy ČSN EN 62423. RCD tohoto typu jsou určeny pro použití v třífázových systémech 50/60 Hz. Pro proudové chrániče typu B jsou definovány vypínací charakteristiky pro proudy vznikající při poruchách s různými frekvencemi 50 Hz až 1 kHz.

RCD typu Bfq splňují požadavky typu B (ČSN EN 62423) a jsou určeny pro obvody, které zahrnují měniče frekvence pro pohony s regulovanými otáčkami. Mají zvláště uzpůsobené vypínací charakteristiky definované do 50 kHz a jsou určeny pro zamezení nežádoucím vybavením. Tyto charakteristiky vykazují sníženou citlivost na svodové proudy vyšších frekvencí.

RCD typu B+ splňují požadavky normy VDE 0664-400 a vyznačují se frekvenční charakteristikou definovanou až do 20 kHz. Jejich maximální vypínací proud při vyšších frekvencích je omezen na 420 mA. Poskytuje tedy vynikající ochranu před rizikem požáru způsobeným poruchou v aplikacích s elektronickými pohony.

Nezapomeňte, že pokud RCD prochází složitý tvar vlny proudu, RCD vypne i v případě, že pouze jediná frekvence dosáhne vypínací charakteristiky. Tento účinek může vést k vyšším středním (RMS) hodnotám, než je jmenovitý vypínací proud RCD, což je hodnota pro vypnutí při 50 Hz.

RCD typu B, Bfq a B+ (do 63 A) jsou standardně vybaveny funkcemi digitálních RCD. Podrobnější informace jsou uvedeny v dokumentu pojednávajícím o digitálním RCD.

RCD typu G, „Li“ a S

Zatímco typy A, B atd. se používají pro definování citlivosti na druh reziduálního proudu, existují také jiné definice typů G, Li a S, které určují, zda má RCD zpoždění vypnutí nebo zvýšenou odolnost vůči rázovým proudům.

Typ G a Li mají zpoždění vypnutí nejméně 10 ms, což poskytuje čas pro odstranění přechodné poruchy a zamezení nežádoucího vypnutí. Typ G společnosti Eaton nabízí další zdokonalení zabezpečení proti nežádoucímu vypnutí tím, že je odolné vůči rázovým proudům nejméně 3 kA.

Selektivní typy, neboli přístroje typu S, mají dobu nepůsobení nejméně 40 ms a poskytují selektivitu pro následná RCD a vysoké zabezpečení proti nežádoucímu vypnutí.

Selektivní RCD se tak nazývají proto, že mohou být používány pro výběr RCD v řadě G nebo RCD typu S okamžitým působením připojeným za prvkem v rámci systému rozvodu napájení. Přiřazené zařízení vždy zapůsobí první, což minimalizuje počet odpojených zařízení a ztráty výrobního času během poruchy způsobené reziduálním proudem. Jmenovitý reziduální proud hlavního RCD typu S musí být vždy nejméně trojnásobkem jmenovitého reziduálního proudu přiřazeného RCD, například typ S 100 mA je selektivní vůči 30 mA.

RCD typu S společnosti Eaton nabízí odolnost proti rázovému proudu nejméně 5 kA opět pro minimalizaci nežádoucího vypnutí, což splňuje požadavky norem ČSN EN 61008 a ČSN EN 61009, které vyžadují, aby selektivní RCD prošly zkouškou nadproudu s rázovým proudem 3 kA s tvarem vlny 8/20 μ s.

Zařízení závislá na napětí a nezávislá na napětí

Zařízení RCD mohou být klasifikována také podle toho, zda jsou závislá nebo nezávislá na napětí.

Zařízení závislá na napětí se tak nazývají proto, že využívají elektronické řízení, které k provozu potřebuje určitou úroveň napětí; oproti tomu zařízení nezávislá na napětí využívají mechanické a magnetické součásti, které nepotřebují určitou úroveň napětí. Někteří výrobci namítají, že technologie závislá na

napětí není bezpečná, ovšem ve skutečnosti tato zařízení prokázala, že poskytují stejnou ochranu jako typy nezávislé na napětí, a navíc mají mnoho výhod.

RCD závislé na napětí i RCD nezávislé na napětí fungují v elektrických instalacích v Evropě i mimo ni déle než 20 let a chrání osoby před nebezpečím úrazu vznikajícím při poruchách. Norma ČSN 33 2000 považuje oba typy za vhodné pro takovou ochranu. Tato zařízení nyní mohou, díky zavedení elektronických prvků, rozpoznávat sinusové a pulzující stejnosměrné proudy, jako i proudy s různými frekvencemi a stejnosměrnými složkami.

Jedním z často předkládaných argumentů je, že pokud dojde na nulovém vodiči k přerušení, pak následná ztráta napětí napájení vyřadí zařízení závislé na napětí. Ovšem pravděpodobnost přerušení nulového vodiče v instalaci je zanedbatelně nízká, zejména u nízkonapětových systémů. Kromě toho jsou k dispozici robustní konstrukce, které mohou využívat poklesu napětí mezi RCD a místem poruchy. A navíc RCD nefunguje odděleně, například POP zařízení rozpoznávají přechodné změny v úrovni napětí z přerušení nulového vodiče a odpojují obvod napájení.

Klasifikace		$I_{\Delta N}$	$2xI_{\Delta N}$	$5xI_{\Delta N}$	500A
Standardní RCD – podmíněná odolnost vůči rázovému proudu 250 A	Max. akivační doba (s)	0,3	0,15	0,04	0,04
RCCB typu Li (krátkodobé zpoždění) podmíněná odolnost vůči nadproudu 250 A rázovému proudu 250 A	Min. neaktivační doba (s) Max. akivační doba (s)	0,01 0,3	0,01 0,15	0,01 0,04	0,01 0,04
RCCB typu G (krátkodobé zpoždění) podmíněná odolnost vůči nadproudu 250 A rázovému proudu 250 A	Min. neaktivační doba (s) Max. akivační doba (s)	0,01 0,3	0,01 0,15	0,01 0,04	0,01 0,04
RCCB typu S (selektivní) – odolnost vůči rázovému proudu 5 kA	Min. neaktivační doba (s) Max. akivační doba (s)	0,13 0,3	0,06 0,2	0,05 0,15	0,04 0,15

Tabulka 3: Klasifikace standardních a časově zpožděných RCD

Pohled, ve kterém nepovažujeme RCD za samostatně fungující zařízení, se ještě rozšíří, pokud vezmeme do úvahy použitý systém uzemnění. V TN systémech není za ochranu nikdy odpovědné pouze zařízení RCD. Obecně řečeno, skupina součástí použitých pro elektronické zařízení závislé na napětí se považuje za stejně spolehlivou, jako jsou mechanické a elektrické součásti zařízení nezávislého na napětí.

Klasifikace zařízení RCD

RCD je obecný pojem pro všechny typy zařízení chránících před reziduálními proudy. Standardní proudový chránič se označuje RCCB a existují také další druhy RCD, tyto jsou popsány v této kapitole.

1. RCD relé

RCD relé jsou zařízení s odděleným transformátorem proudu a stykačem pro řešení proudů vyšších rozsahů do 400 A. Jsou k dispozici i externí relé pro reziduální proud pro výkonové jističe (MCCB) s proudem až 1 800 A. Tato zařízení vyžadují externí pomocné napětí.

2. RCBO

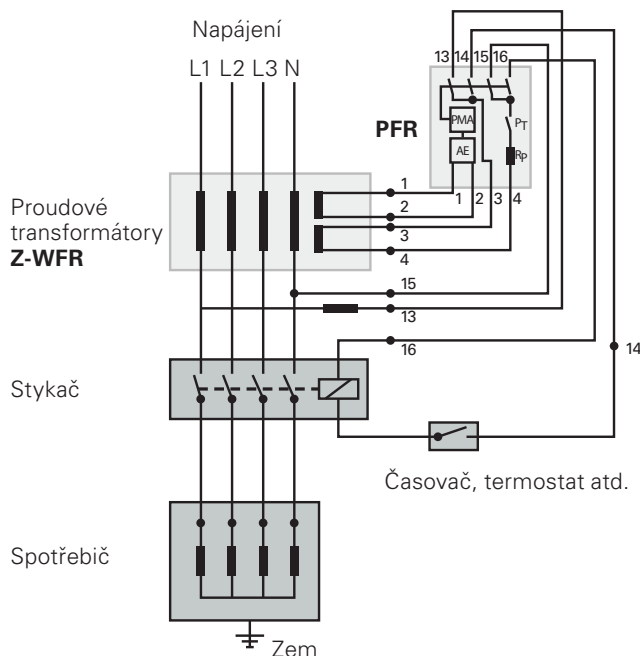
Proudový chránič s nadproudovou ochranou (RCBO) je kombinací RCCB a instalačního jističe (MCB). Poskytuje ochranu proti přetížení, zkratu a úrazu elektrickým proudem a požární ochranu, a to jediným zařízením.

Použití RCBO poskytuje mnoho výhod. RCBO chrání samo sebe před přetížením. Výhodou je zvýšená bezpečnost provozu a dostupnost zařízení díky rozdělení obvodů (jedno RCBO na každý vývod v porovnání s jedním RCCB pro několik vývodů). V důsledku toho nedosahují svodové proudy způsobené systémem a vytvářené elektronickými spotřebiči nepřipustných úrovní a nepřesahují jmenovitý vybavovací proud.

3. Moduly RCD pro dodatečnou montáž

Jednotky RCD lze kombinovat s vhodnými MCB tak, aby bylo dosaženo stejných funkcí jako předem sestavené RCBO.

Nepřetržitá kontrola kontaktů



Dva možné příklady spínání.

Pozor:

- Připojte svorky 1-4 relé ke svorkám 1-4 transformátoru.
1+2: sekundární vinutí; 3+4 zkušební vinutí
- Napájecí svorky 13 a 15 dle zobrazení, aby mohl zkušební obvod fungovat správně.

Obr. 6: Digitální RCD upozorňují personál údržby na problémy před tím, než dojde k výpadku napájení

Z dostupných modulů RCD pro dodatečnou montáž a MCB lze vytvořit mnoho různých kombinací bez nutnosti mít na skladě velké množství produktů. To poskytuje velký stupeň pružnosti při použití a usnadňuje uživatelské přizpůsobení kombinací RCD a MCB přístrojů.

K dispozici jsou i moduly pro kombinování s výkonovými jističi, včetně NZM1 a NZM2, do jmenovitého proudu až 250 A.

4. Digitální RCD

Digitální RCD obsahují funkce ochrany se skupinou digitálních funkcí (což je na trhu s přístroji pro ochranu obvodů jedinečné), které spolupracují při poskytnutí maximálního počtu informací o stavu obvodu a pro zvýšení provozuschopnosti chráněného systému nebo stroje. Digitální technologie se používá v RCCB i v RCBO. Tato zařízení nepřetržitě měří hodnotu reziduálního proudu v reálném čase a výsledky zobrazují LED kontrolkami předběžného varování a využívají je pro vzdálené bezpotenciálové výstupy předběžného varování. Tato předběžná varování umožňují pracovníkům údržby vyřešit problémy svodových proudů ještě před tím, než dojde k následnému přerušení provozu nebo poruše. Stav systému je vždy přehledně k dispozici a dochází k úsporám

nákladů snížením neplánovaných prostojů. Další úspory vznikají možným prodloužením intervalů testování jednou za rok.

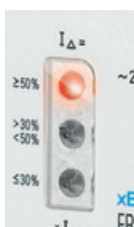
Kromě toho dochází ke zvýšení provozuschopnosti systému, protože digitální ochranná zařízení mají zpoždění vybavení a optimalizované tolerance pro vybavení, aby bylo zajištěno, že poruchy krátkého trvání nezpůsobí nežádoucí vypnutí a prostoje.

5. Digitální RCCB

Digitální RCCB je vybaven ochranou nezávislou na napětí a digitálními funkcemi závislými na napětí. Digitální RCCB jsou dodávány jako typ A, U, B, Bf a B+.

6. Digitální RCBO

Oproti tomu digitální RCBO je zařízení RCD závislé na napětí. To znamená, že ochranná funkce a doplňkové digitální funkce jsou závislé na napětí a musí být napájeny určitou úrovní napětí. Digitální RCBO jsou dodávány jako typ A.



Červená

Když svítí červená LED kontrolka, reziduální proud je již vyšší, než 50 % jmenovitého reziduálního proudu. Proto je systém v kritickém stavu – digitální RCCB zapůsobí pouze v případě, když se reziduální proud dále zvyšuje.



Žlutá

Žlutá LED kontrolka zobrazuje reziduální proud v rozsahu 30 až 50 % jmenovitého reziduálního proudu. Před odstavením systému lze učinit odborná protipatření.



Zelená

Pokud je proud protékající v systému do země v rozsahu 0 až 30 % jmenovitého reziduálního proudu, pak zelená LED kontrolka signalizuje správný stav.



Lokální předběžná výstraha

Vzdálená předběžná výstraha



Lokální předběžná výstraha + servisní režim

Obr. 7: Proudové chrániče v různých druzích sítí

Mezinárodní normy pro RCD a export do celého světa

Společným cílem výrobců součástí, plánovačů, pracovníků provádějících instalaci a obsluhy je ochrana a bezporuchový provoz moderních elektrických instalací. Dosažení tohoto cíle závisí na splnění veškerých příslušných norem a směrnic při zohlednění různých faktorů a příslušných fyzikálních podmínek. Při zvažování různých typů RCD je důležité respektovat i aktuální normy:

- IEC 60364-1:2005: Elektrické instalace nízkého napětí – část 1: Základní hlediska, stanovení základních charakteristik, definice
- IEC/EN 61008-1: Proudové chrániče bez vestavěné nadproudové ochrany pro domovní a podobné použití (RCCB) – Část 1: Všeobecná pravidla
- IEC/EN 61009: Proudové chrániče s vestavěnou nadproudovou ochranou pro domovní a podobné použití (RCBO) – Část 1: Všeobecná pravidla
- IEC 62423 – Proudové chrániče s vestavěnou nadproudovou ochranou a bez vestavěné nadproudové ochrany pro domovní a podobné použití typu B (RCCB typu B a RCBO typu B)
- VDE 0664-400 – Proudové chrániče typu B bez vestavěné nadproudové ochrany pro působení při střídavých a stejnosměrných reziduálních proudech pro pokročilou preventivní ochranu proti požáru – část 400: RCCB typ B+
- IEC/EN 60947-2 Spínací a řídicí přístroje nízkého napětí – Část 2: Jističe
- UL 1053 Norma pro zařízení snímající ztrátu uzemnění a reléová zařízení
- UL 943 Přerušovače obvodu ztráty uzemnění (GFCI)

Standardní RCD lze používat po celém světě, kromě USA a Kanady. Na severoamerickém trhu se namísto norem IEC používají normy UL, a proto pro vývoz do těchto oblastí musí být k dispozici RCD ve zvláštních verzích schválených podle UL.

V několika dalších zemích, včetně Argentiny, Číny, Ruska, Jihoafrické republiky a Ukrajiny, jsou nutná také schválení podle předpisů příslušné země. Pro tyto země je značení částečně závazné, ale jako v jiných evropských zemích jsou zde akceptovány stupně krytí dle normy IEC.

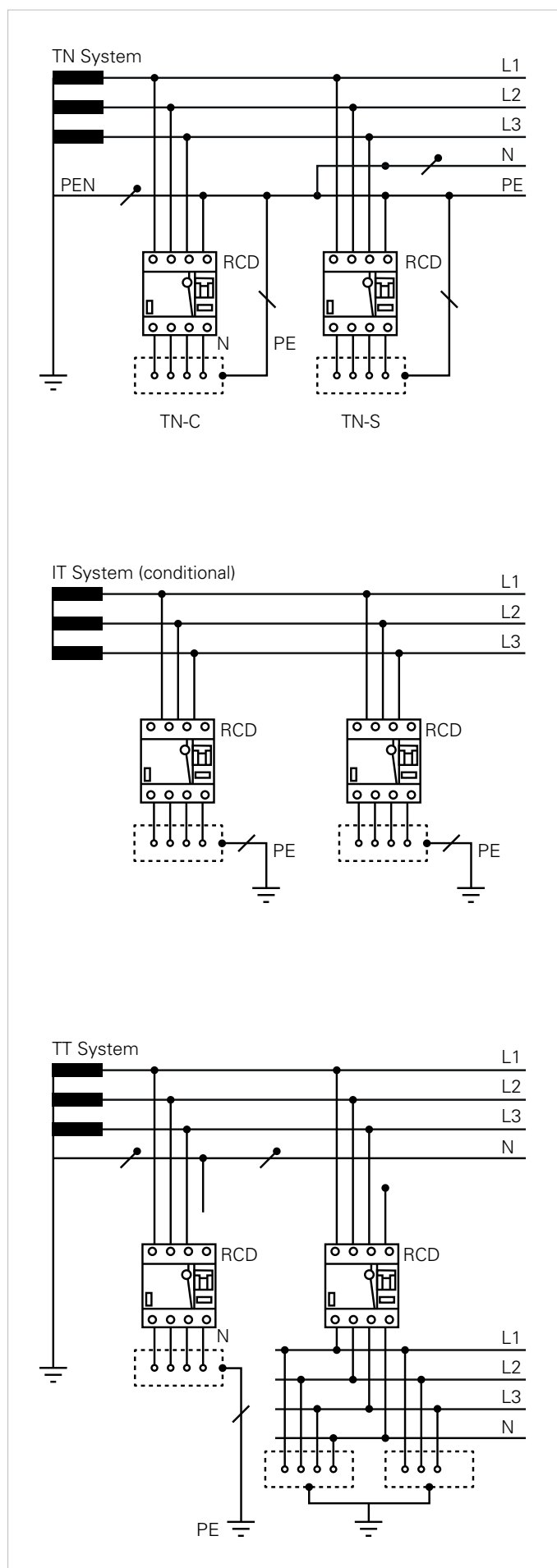
Pro zaručení bezpečnosti je důležité zajistit, aby RCD odpovídaly mezinárodním normám, jako jsou IEC/EN 61008 nebo UL1053, a aby byly označeny příslušnými značkami tak, jak to dělá společnost Eaton. Použitím jednoho výrobku, který je prodáván po celém světě, a jenž může být i celosvětově použit, zcela jistě ušetříte čas a související náklady při vývozu.

Instalace a použití přístroje RCD

Druhy sítí a ochranných zařízení

Při instalaci RCD je důležité vědět, pro jaký druh sítě má být použit. Existují tři různé typy sítí definovaných normou IEC 60364 (ČSN 33 2000) – TT, TN a IT. TN systémy lze dále rozdělit na TN-C, TN-S a TN-C-S, kde C znamená kombinované a S oddělené vodiče N a PE.

RCD mohou být použity pro všechny tři typy systémů uzemnění – TN, TT a IT – pro střídavý nebo třífázový systém, jak je zobrazeno na obr. 7 (s výjimkou uspořádání TN-C). RCD poskytují lepší ochranu v porovnání s jinými schválenými zařízeními, protože navíc k ochraně v případě nepřímého doteku, kdy se používají RCD $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$, zajišťují také ochranu, pokud dojde k přímému doteku, a s proudem $I_{\Delta n} \leq 300 \text{ mA}$ hrají významnou úlohu v preventivní ochraně proti požárům, jejichž příčinou je porucha izolačního stavu.



Obr. 8: Přípustné a nepřípustné scénáře RCD typu A a typu B

Normy pro elektrické instalace s RCCB

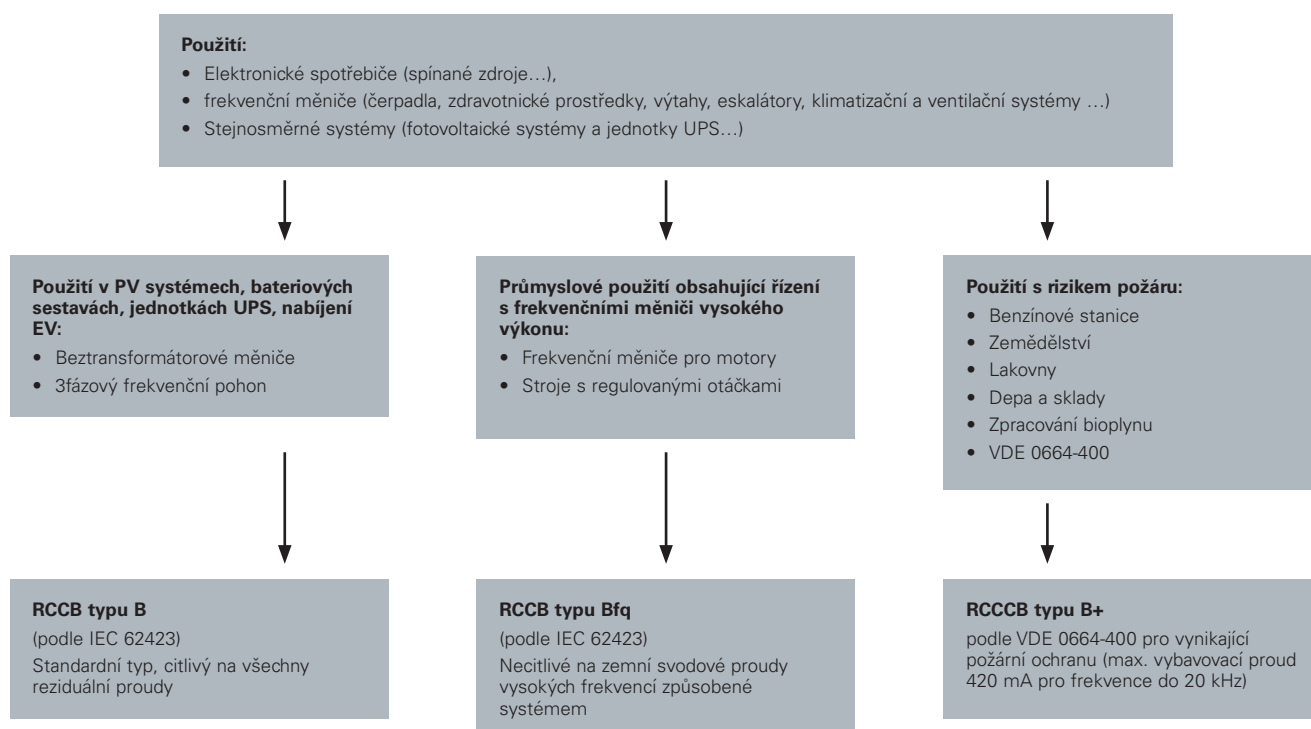
Norma	Aplikace	Použití	Požadovaný I_{Dn} (mA)	Doporučený RCD
IEC 60364-4-41	Ochrana před úrazem el. proudem	Ochrana při poruše	30...500	Typ A nebo Typ B
	Zásuvkové obvody do 20 A, venkovní obvody	Doplňková ochrana	10...30	Typ A
IEC 60364-4-482	Ochrana před teplem	Ochrana před požárem	30 a 300	Typ A nebo Typ B
IEC 60364-5-551	Nízkonapěťová zdrojová zařízení	Doplňková ochrana	10...30	Typ A
IEC 60364-7-701	Prostory s vanou nebo sprchou, zásuvky v zóně 3	Doplňková ochrana	10...30	Typ A
IEC 60364-7-702	Bazény a jiné nádrže	Doplňková ochrana	10...30	Typ A
IEC 60364-7-703	Místnosti se saunou	Doplňková ochrana	10...30	Typ A
IEC 60364-7-704	Staveniště a demolice	Doplňková ochrana	≤ 30	Typ A nebo Typ B
	B zásuvkové obvody $\leq 32A$			
	zásuvkové obvody $> 32A$	Ochrana při poruše	≤ 500	Typ A nebo Typ B
IEC 60364-7-705	Zemědělství a zahradnictví	Ochrana při poruše	≤ 300	Typ A
	Zásuvkové obvody	Doplňková ochrana	10...30	Typ A
IEC 60364-7-706	Omezené vodivé prostory	Doplňková ochrana	10...30	Typ A
IEC 60364-7-708	Parkoviště karavanů apod.	Doplňková ochrana	10...30	Typ A
IEC 60364-7-712	PV napájecí systémy	Ochrana při poruše	≤ 300	Typ B
EN 50178	Elektornická zařízení ve výkonových instalacích (1fázové)	Ochrana při poruše	≤ 300	Typ F (U)
	Elektornická zařízení ve výkonových instalacích (3fázové)	Ochrana při poruše	≤ 500	Typ Bfq
OVE E 8001-1:2010	Napájení elektrických vozidel	Doplňková ochrana	≤ 30	Typ A nebo Typ B
OVE E 8001-4-95	Výtahy	Doplňková ochrana	≤ 30	Typ F (U) nebo Typ B
B VDS 3501	Ochrana izolace v instalacích s elektronickými obvody	Ochrana před požárem	≤ 300	B+

Tabulka 4: normy pro elektrické instalace s RCCB

Použití	Požadovaný I_{Dn} (mA)	Doporučený RCD
Ochrana před úrazem elektrickým proudem	< 6	RCD dle UL 943
Ochrana zařízení	30 a 300	RCD dle UL 1053

Tabulka 5: severoamerické normy pro elektrické instalace s prvky RCCB

Normy pro elektrické instalace s RCCB



Správná instalace RCCB typu B s typem A

RCD typu A a typu B mohou být použity společně v elektroinstalaci při dodržení omezení pro typ A. Zařízení typu A nejsou schopna rozpoznat hladké stejnosměrné reziduální proudy a nadměrný

odběr stejnosměrných proudů narušuje i jejich schopnost reagovat na střídavé reziduální proudy. Proto nesmí být za přístrojem typu A nikdy instalován vývod vyžadující ochranu typu B nebo související RCD typu B. Obr. 8 ukazuje přípustné a nepřípustné zapojení pro RCD typu A a B pracující společně.

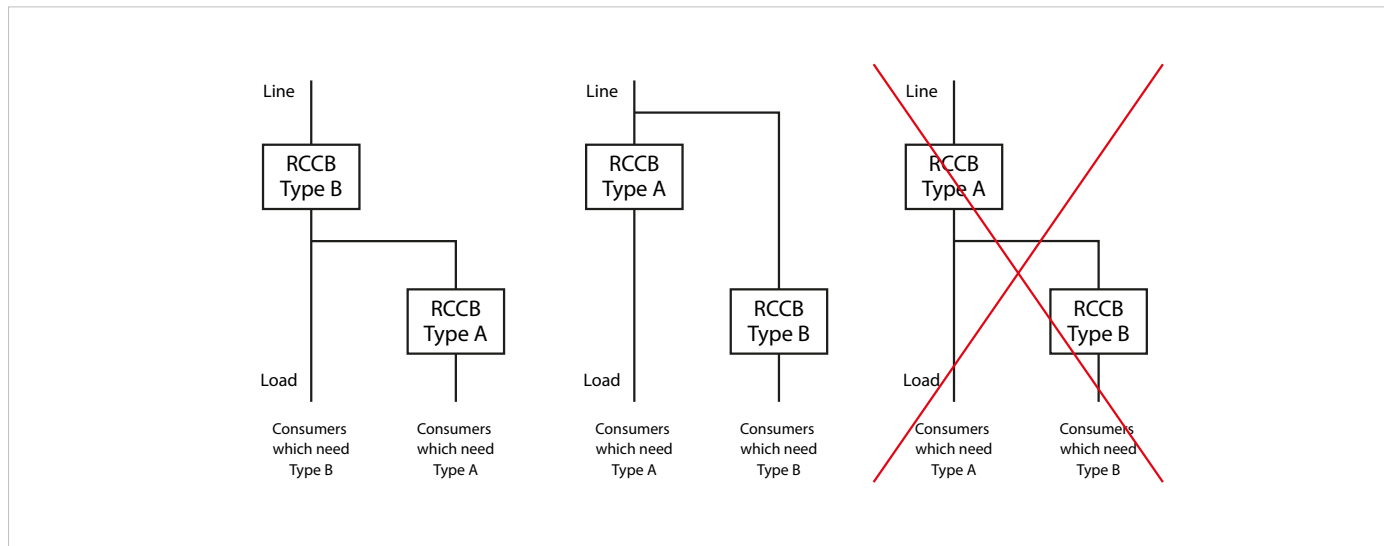


Fig. 9: Přípustné a nepřípustné zapojení RCD typu A a typu B

Elektrické rušení a jeho řešení

Existují různé problémy s elektrickým rušením a výrobci strojů je musí při volbě proudových chráničů brát v úvahu.

Svodové proudy

Svodové proudy jsou statické nebo dynamické proudy, které unikají do země bez jakékoliv poruchy izolace. RCD ovšem nedokáže rozlišovat mezi svodovými proudy a proudy vznikajícími při poruchách vypnout, když souhrnný proud překročí jejich hodnotu pro vybavení. V souladu s tím je nutné svodové proudy zohlednit při stanovení jmenovitého reziduálního proudu $I_{\Delta n}$ přístroje RCD. V případě nutnosti je třeba i tyto proudy minimalizovat, aby RCD fungoval správně.

Statické svodové proudy protékají za běžného provozu trvale do země nebo do PE vodiče bez jakékoliv poruchy izolace. Obvykle pochází z liniových a filtračních kondenzátorů. RCD typu U nebo Bf_q mají vypínací charakteristiky, které jsou nastaveny tak, aby byly necitlivé na uzemňovací svodové proudy vyvolané systémem při vyšších frekvencích. Tím se zamezuje nežádoucím vypnutím v průmyslové výrobě s výkonnými frekvenčními měniči, aniž by byla omezena ochrana osob.

Dynamické svodové proudy jsou přechodové proudy v uzemňovacím nebo PE vodiči. Protože trvají až několik milisekund a mohou dosáhnout až několika ampérů, jsou náchylné k vybavení okamžitě působících RCD. Aby se zamezilo tomuto nežádoucímu přepnutí, doporučuje se použít RCD typu G nebo Li s krátkodobým zpožděním.

Vysokozátěžové proudy

Nežádoucí vypnutí RCD může být způsobeno také vysokými hodnotami proudu. Zdrojem těchto proudů mohou být přímo spouštěné motory, náhlé rozsvícení osvětlení, topná tělesa, kapacitní zátěže a zdravotnické přístroje. Aby se zajistila odolnost vůči nežádoucímu vypnutí, musí standardní RCD tolerovat až šestinásobek jejich jmenovitého proudu.

Přepětí a špičkové proudové zatížení

Atmosférická přepětí vytvářená blesky mohou vstupovat do instalace přes systém napájení a mohou vést k nežádoucímu vypnutí RCD. Pro zamezení tomuto problému nabízí společnost Eaton RCD typu G podle normy ČSN E 8601. RCD Eaton mají níže definované schopnosti odolávat rázovým proudům:

- Okamžité působící: Podmíněně odolné proti nárazovému proudu 250 A
- Typ Li: Podmíněně odolné proti rázovým proudům 250 A
- Typ G: Odolné proti rázovým proudům ≥ 3 kA
- Typ S: Odolné proti rázovým proudům ≥ 5 kA

Zkratová vypínací schopnost a podmíněný zkratový proud

Proudové chrániče Eaton s příslušnou pojistkou mají podmíněnou odolnost vůči zkratovým proudům 10 kA. Hodnota pojistky se týká pojistek provozní třídy gG. Jmenovitá spínací schopnost I_m nebo jmenovitá reziduální spínací schopnost $I_{\Delta m}$ odpovídá platné normě pro přístroje IEC/EN 61008.

I_n	Zkrat	Jmenovitá spínací schopnost I_m nebo jmenovitá reziduální spínací schopnost $I_{\Delta m}$	
16A	63A gG/gI	$I_n = 16-40$ A	500 A
25A	63A gG/gI	$I_n = 63$ A	630 A
40A	63A gG/gI	$I_n = 80$ A	800 A
63A	63A gG/gI	$I_n = 100$ A	1,000 A
80A	80A gG/gI		
100A	100A gG/gI		

Tabulka 6: Maximální hodnota pojistky pro ochranu před zkratem a spínací schopnost

Tepelná ochrana RCD

Pro ochranu RCD proti tepelnému přetížení je důležité pečlivě naplánování následných obvodů. Aby se zamezilo poškození RCCB, je důležité zajistit, aby maximální možný provozní proud obvodu za ním nepřesahoval jmenovitý proud přístroje RCD. Alternativně lze použít předřadnou pojistku podle tabulky 7.

	RCCB xPole	RCCB xEffect
In	Přetížení	Přetížení
16A	10A gG/gI	16A gG/gI
25A	16A gG/gI	25A gG/gI
40A	25A gG/gI	40A gG/gI
63A	40A gG/gI	63A gG/gI
80A	50A gG/gI	80A gG/gI
100A	63A gG/gI	80A gG/gI

Tabulka 7: Jmenovité hodnoty předřadných pojistek pro ochranu proti přetížení kontaktů

Závěry

V tomto dokumentu byly uvedeny možné důsledky situace, kdy necháme elektrický proud téci nevhodnými trasami. Proti těmto rizikům je tedy nutné bojovat jak pro zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví, tak pro zajištění maximální efektivity a zamezení prostojů.

Přístroje RCD mohou chránit člověka i stroj, mohou omezit riziko požáru a snížit prostoje rozpoznáním a reakcí na reziduální proudy. Jelikož mohou tyto proudy vznikat z mnoha důvodů a mohou nabývat mnoha forem, je důležité vybrat RCD s takovými vypínacími charakteristikami, které zajišťují ochranu před skutečnými poruchami a přitom omezují prostoje kvůli nežádoucím vypnutím.

V návaznosti na to rozebírá tento dokument různé průběhy reziduálního proudu vytvářené různými elektronickými obvody, včetně typů RCD dostupných pro jejich řešení. Viděli jsme, jak jsou zařízení charakterizována nejen dle, ale také podle toho, zda jsou závislá nebo nezávislá na napětí, a zda působí okamžitě nebo s prodlevou. Různé RCD nabízí snadné zabudování dalších výhod a funkcí do koncepce ochrany.

Tento dokument dále shrnuje příslušnou mezinárodní legislativu a rozebírá podmínky instalace systémů ochrany napájení, která musí výrobci strojů zohledňovat, včetně druhu sítě, instalačních norem a problémů s elektrickým rušením a jejich řešení.

Cílem tohoto dokumentu je poskytnout informace užitečné pro výrobce strojů a systémů, kteří se snaží pochopit problémy související s volbou a instalací RCD. Součástí poslání společnosti Eaton je poskytovat řešení ochrany obvodů od prvotních kroků návrhu přes instalaci, údržbu až po dodávku náhradních dílů. Nadnárodní organizace společnosti Eaton a její sortiment mezinárodně schválených a inovačních přístrojů a technologií je doplněn výrobními závody, odbornými znalostmi a podporou ve všech částech světa.



Ve společnosti Eaton nás pohánějí vpřed nová řešení pro dodávku energie po celém světě, která jsou stále náročnější. Více než 100 let zkušeností v oblasti řízení spotřeby energie nás připravilo na budoucnost. Náročná průmyslová odvětví po celém světě důvěřují společnosti Eaton, našim produktům, kompletním řešením a inženýrským službám, které určují směr.

Posilujeme podniky spolehlivými, hospodárnými a bezpečnými řešeními pro dodávku a řízení energie. S naším osobním přístupem, podporou a otevřeným myšlením plníme potřeby zítřka již dnes. S energií do budoucnosti.
Navštivte **eaton.eu**.



Kontakt na prodejce firmy Eaton
nebo místního distributora / agenta získáte na
www.eaton.eu/electrical/customersupport