

MĚŘENÍ PŘI REVIZÍCH ELEKTRICKÝCH INSTALACÍ

PROUDOVÉ CHRÁNIČE - RCD

ČSN 33 2000-6 ED.2

The logo for ILLKO s.r.o. features the word "ILLKO" in a bold, black, sans-serif font. The letter "I" is stylized with a red vertical bar on its left side. Below "ILLKO", the text "ILLKO s.r.o." is written in a smaller, black, sans-serif font.

ILLKO
ILLKO s.r.o.

1 ÚVOD

Jedním z nejdůležitějších způsobů ochrany před nepříznivými účinky elektrického proudu je samočinné odpojení elektrického obvodu od zdroje v případě, kdy se vlivem poruchy izolace dostane nebezpečné napětí na neživé části obvodu. Tím dojde ke změně v síti, obvykle k průtoku poruchového proudu jinou cestou, než pracovními vodiči, což uvede v činnost jisticí prvek, který odpojí elektrický obvod od zdroje.

Pro účely automatického odpojení místa poruchy od zdroje lze použít jističe, pojistky nebo také proudové chrániče známé pod zkratkou RCD (*residual current device*, tj. diferenciální proudová ochrana). Proudový chránič je také jediným ochranným prvkem, který lze použít pro ochranu osob, pokud dojde k jejich kontaktu s nebezpečným napětím.

Jako jedny z důležitých ochranných prvků je třeba při revizi elektrické instalace prověřit i proudové chrániče. Postup při ověřování a měření parametrů RCD stanovuje norma ČSN EN 33 2000–6 ed.2 v příloze NA. Cílem tohoto textu je porovnat rozdíly mezi jednotlivými druhy chráničů a popsat způsoby ověření při revizi měřením jejich parametrů tak, jak požaduje zmíněná norma.

2 RCD JAKO OCHRANNÝ PRVEK

2.1 PRINCIP FUNKCE PROUDOVÉHO CHRÁNIČE

Princip funkce proudového chrániče lze zjednodušeně popsat takto:

Součtový (diferenciální) proudový měřicí transformátor v proudovém chrániči porovnává součet proudů tekoucích do obvodu za transformátor s proudem, který se z obvodu vrací zpět ke zdroji. Pokud tyto proudy nejsou stejné (část proudu za RCD uniká mimo pracovní vodiče sítě) a tento unikající proud překročí vybavovací proud chrániče, potom elektronický obvod chrániče vyhodnotí takový stav jako poruchu izolace instalace za chráničem a odpojí obvod s poruchou izolace od zdroje.

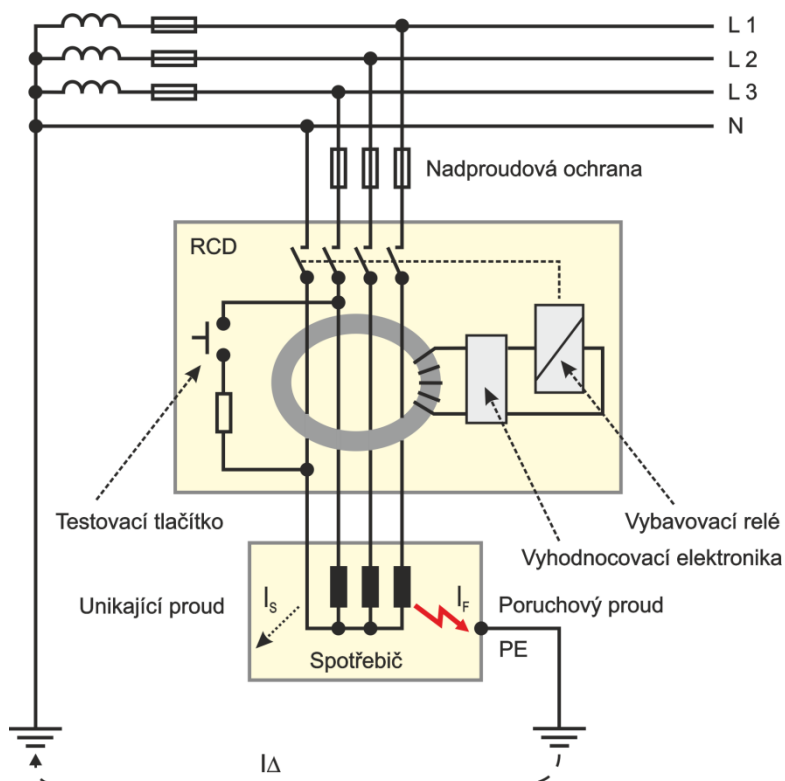
Na obr. 1 je nakreslen obvod elektrické instalace chráněné proudovým chráničem. V klidovém stavu je vektorový součet okamžitých hodnot proudů I_{Δ} tekoucích součtovým transformátorem, tedy proudů tekoucích do instalace a z ní se vracějících, roven nule nebo menší, než je vybavovací proud chrániče. Kotva relé spínacího mechanismu je působením trvalého magnetu sepnuta a instalace je připojena ke zdroji. Mimo obvod pracovních vodičů může odtékat unikající proud, a pokud je menší, než vybavovací proud chrániče, nedojde k jeho vybavení.

Pokud proud, který odtéká, mimo obvod pracovních vodičů překročí vybavovací proud chrániče, indukuje se ve vinutí součtového transformátoru proud, kterým se vybudí proud v cívce relé. Jeho magnetické pole působí proti poli trvalého magnetu, kotva odpadne a rozpojí kontakty RCD.

Každý chránič obsahuje testovací tlačítko. Po jeho stisku je obvodem s odporem přemostěn součtový transformátor, kterým proteče simulovaný poruchový proud, a ten musí vybavit proudový chránič. Je zřejmé, že tento test prokáže pouze mechanickou funkci chrániče, ale nelze jím prověřit správné parametry vybavení, především dostatečně krátký vybavovací čas, což je nejdůležitější ochranná vlastnost chrániče.

Z principu funkce proudového chrániče je zřejmé, že proudový chránič neomezuje poruchové proudy a nereaguje na poruchy izolace a tím i na vysoké poruchové proudy, které mohou vzniknout mezi pracovními vodiči instalace. Proto musí být před chráničem nainstalována tzv. nadproudová ochrana, která odpojí instalaci od zdroje v případě vzniku takovéto poruchy. Ochrana před nadproudy se musí zajistit předřazením pojistky nebo jističe, jejíž hodnota je předepsána výrobcem. Velikostí předřazeného jisticího prvku je pak určena zkratová odolnost chrániče.





Obr. 1 – Obvod elektrické instalace s RCD

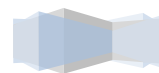
2.2 POUŽITÍ RCD JAKO OCHRANNÉHO PRVKU V INSTALACI

Pro vybavení jističů nebo pojistek je třeba, aby poruchový proud dosáhl dostatečné velikosti – desítek nebo i stovek ampérů. Zcela jistě nestačí náhodné uzemnění živé části, např. dotykem člověka, ale je nutno, aby se poruchový proud uzavřel obvodem s daleko menším odporem přes PE obvod (TN), uzemnění (TT) nebo mezi pracovními vodiči. Proto prvotním úkolem jističů a pojistek v systému ochrany je zabránění vzniku škod na elektrickém zařízení.

Proudový chránič naproti tomu reaguje na podstatně menší proudy velikosti desítek nebo stovek miliampérů, které ovšem musí odtékat mimo živou část elektrického zařízení. Je tedy možné jej použít jak k ochraně elektrického zařízení před poškozením při vzniku poruchy, tak i k ochraně osob, které se dostanou do styku s živou částí elektrického zařízení. Pro ochranu elektrického zařízení při vzniku poruchy v síťové části (zkrat mezi L a N) musí být chránič doplněn nadproudovou ochranou. Díky malému vybavovacímu proudu ovšem chránič na vznik poruchy zareaguje, i když impedance poruchové smyčky bude značná.

Pozn.: Impedance by v obvodech s chrániči mohla být teoreticky tak vysoká, aby při průchodu poruchového (unikajícího) proudu, který ještě nezpůsobí vybavení chrániče, nevzniklo na částech spojených s PE obvodem nebezpečné dotykové napětí. Pro instalaci v normálním prostoru, kde je stanoveno bezpečné napětí 50 V a je použit proudový chránič s reziduálním proudem 30 mA, by tedy impedance mohla dosahovat hodnoty až $Z = 50 \text{ V} / 0,03 \text{ A} = 1667 \Omega$, aniž by v instalaci za chráničem vzniklo nebezpečí úrazu elektrickým proudem.

Proudový chránič v elektrické instalaci tedy může být použit jednak jako ochrana elektrického zařízení při poruše (s následnou ochranou osob před nebezpečným napětím, které by mohlo proniknout na chráněné části) nebo také jako ochrana osob před nebezpečnými účinky elektrického napětí při přímém dotyku s živou částí. Potom rozlišujeme jeho použití jako ochranu při poruše nebo jako doplňkovou ochranu. Základní rozdíly při těchto využitích RCD jsou uvedeny v následujícím srovnání.



Odpojení při poruše.

ČSN 33 2000-4-41 ed.3 kap.411.3.2



Musí odpojit poruchový proud v předepsaném čase.

ČSN 33 2000-4-41 ed.3 tab. 41.1



Chrání elektrický obvod před přetížením poruchovým proudem a vznikem nebezpečného dotykového napětí.

Účelem je ochrana zařízení před poškozením a ochrana osob před dotykem s nebezpečným napětím.

Je-li použit pro ochranu při poruše RCD, musí být obvod chráněn ještě nadproudovou ochranou.
RCD nesmí být použit v síti TNC.
Doba odpojení je uvažována pro zkušební proud $5 \times I_{\Delta N}$

Doplňková ochrana.

ČSN 33 2000-4-41 ed.3 kap.411.3.3 a 3.4



Vybavuje při malém proudu tekoucím mimo pracovní vodiče (do PE nebo do země).



Chrání uživatele elektrického zařízení před úrazem.

Účelem je ochrana osob při dotyku s nebezpečným napětím.

Použití RCD se nepovažuje za výhradní ochranné opatření.
RCD může být použit jen jako dodatečná ochrana pro případ selhání základní ochrany nebo při neopatrnosti uživatele.

ČSN 33 2000-4-41 ed.3 kap. 415.1

Pozn.: Při uvažovaném odporu lidského těla cca 2 k Ω , by po dotyku osoby s živou částí elektrického zařízení s napětím 230 V proti zemi protékal tělem člověka proud okolo 115 mA. Experimentálně pak bylo zjištěno, že proudy s hodnotami nad 30 mA mohou být smrtelné, pokud nedojde k jejich rychlému odpojení [5]. Z toho důvodu se pro ochranu osob před úrazem při přímém dotyku s živou částí se mohou používat chrániče o vybavovacím proudu maximálně 30 mA.

Z výše popsané funkce proudového chrániče jako ochranného opatření v elektrické instalaci vyplývá, že chránič nemůže být použit jako jediný ochranný prvek. Často se lze setkat s názorem, že pokud je v elektrickém zařízení instalován jako ochrana proudový chránič, není nutno měřit při revizi impedanci poruchové smyčky. Tento omyl vyplývá z nepochopení poznámky v ČSN 33 2000 – 6 ed.2 NP11 [1], kde je uvedeno, že měření impedance smyčky sice není nutno provádět z důvodu ověření podmínky samočinného odpojení od zdroje chráničem, ovšem je nutno tímto měřením ověřit, zda k samočinnému odpojení dojde i při poruše před chráničem a zda je zajištěna spojitost vodičů obvodu. Tato norma pro výchozí revize také doporučuje, aby se měřením impedance navíc ověřila i spojitost obvodu pracovních vodičů L - N. Odhalí se tím například možné velké odpory uvolněných svorek a kontaktů v instalaci, které by při průchodu většího proudu svým zahříváním zvyšovaly



riziko vzniku požáru. Dostatečně nízká impedance sítě (L - N) navíc zajistí odpojení elektrického zařízení při zkratu mezi L a N a zabrání tak poškození instalace v případě vzniku takovéto poruchy.

3 ZÁKLADNÍ VLASTNOSTI RCD

3.1 VYBAVOVACÍ ČAS

Nejdůležitějším parametrem proudového chrániče je jeho vybavovací čas. Úkolem chrániče není omezit poruchový proud nebo nebezpečné napětí na chráněných částech, ale odpojit místo poruch od zdroje dříve, než dojde ke škodě na zařízení nebo k úrazu elektrickým proudem. Na druhou stranu ovšem může být příliš rychlé vybavení chrániče v některých případech nežádoucí, protože chrániče mohou náhodně vybavit při rušení v síti nebo při vzniku krátkých proudových pulzů od elektronických zařízení.

Z toho důvodu se vyrábí chrániče s definovanými různě dlouhými časy vybavení. Přehledně je shrnuje tabulka Tab. 1.

Typ chrániče / označení	Vypínací čas (s) při jmenovitém rozdílovém proudu			
	$I_{\Delta} = I_{\Delta N}$	$I_{\Delta} = 2 I_{\Delta N}$	$I_{\Delta} = 5 I_{\Delta N}$	$I_{\Delta} = 500 \text{ A}$
Pro obecné použití bez zpoždění	< 0,3	< 0,15	< 0,04	< 0,04
G Se zpožděním minimálně 10 ms	0,01 ÷ 0,3	0,01 ÷ 0,15	0,01 ÷ 0,04	0,01 ÷ 0,04
S Selektivní, zpoždění minimálně 40 ms	0,13 ÷ 0,5	0,06 ÷ 0,2	0,05 ÷ 0,15	0,04 ÷ 0,15

Tab. 1 – Meze vypínacích časů proudových chráničů podle ČSN EN 61008-1 ed. 3 [3]

Z tabulky je zřejmé, že čím větší je vybavovací proud, tím kratší je doba vypnutí chrániče a doba vypnutí pro $5 \times I_{\Delta N}$ je víceméně totožná s vybavovacím časem pro poruchový proud 500 A. Měření chrániče proudem $5 \times I_{\Delta N}$, tedy simuluje stav, který vznikne průtokem skutečného poruchového proudu chráničem. Toho se využívá při ověření selektivity kaskády RCD nebo pro ověření minimální doby zpoždění u chráničů typu G a S.

U chráničů pro běžné použití není spodní hranice doby vypnutí omezena. Chrániče typu G mají minimální dobu zpoždění 10 ms, horní mez je potom totožná s parametry chráničů pro obecné použití. Jsou určeny pro použití v zařízeních, kde se mohou vyskytnout krátké pulsní proudy vznikající například při zapínání elektrických či elektronických zařízení vybavených odrušovacími filtry. Chrániče selektivní se potom převážně používají jako hlavní nadproudová ochrana objektů a doplňují je chrániče pro obecné použití instalované v jednotlivých koncových obvodech elektrické instalace. Doba jejich zpoždění je poměrně velká, aby v případě poruchy v některém z koncových obvodů instalace vybavil nejprve chránič v tomto obvodu a selektivní chránič zareagoval až teprve pokud by průtok poruchového proudu trval i nadále. Vzhledem k dlouhé době odpojení se ovšem nevyužívají jako přímá ochrana osob při dotyku s nebezpečným napětím.

3.2 VYBAVOVACÍ PROUD

Jak bylo popsáno v kapitole 2.1. dojde k vybavení chrániče vznikem rozdílu proudů v pracovních vodičích. Při jaké velikosti tohoto rozdílové proudu musí dojít k vybavení, to udává tzv. vybavovací proud chrániče I_{Δ} . Vlivem výrobních tolerancí se samozřejmě může skutečný vybavovací proud jednotlivých chráničů lišit. Proto výrobci u

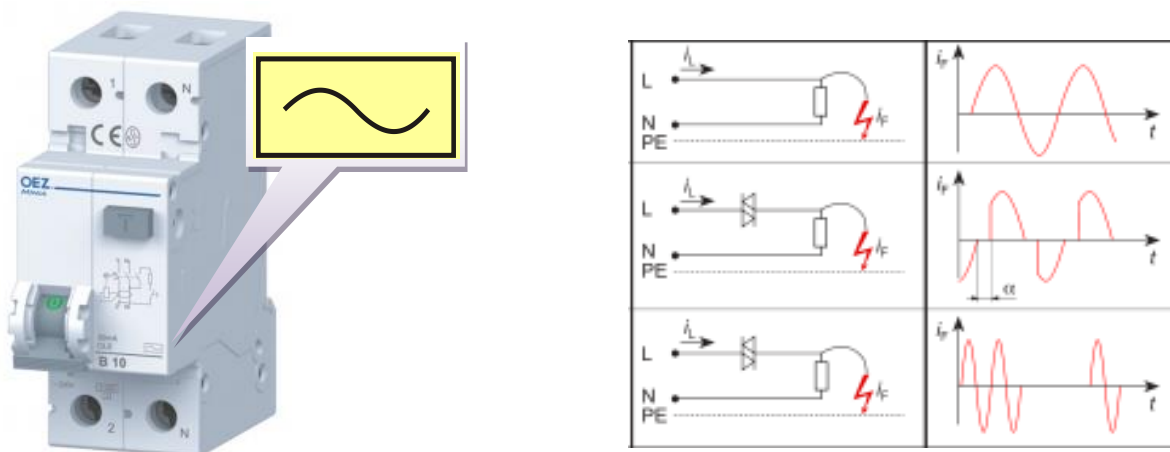


chráničů udávají tzv. jmenovitý vybavovací proud $I_{\Delta N}$, při kterém nejpozději musí chránič vybavit. Aby chránič nevybavil při jakkoliv malém rozdílovém proudu, je normou stanoveno rozmezí, ve kterém se musí pohybovat skutečný vybavovací proud konkrétního chrániče a to od $0,5 \times I_{\Delta N}$ do $1 \times I_{\Delta N}$.

Dalším důležitým parametrem vybavovacího proudu chrániče je pak tvar jeho průběhu. V závislosti na elektrických a elektronických zařízeních, která jsou do sítě připojena, může mít rozdílový proud čistý sinusový tvar, nebo může být různým způsobem zkreslen, usměrněn, případně může mít i větší či menší stejnosměrnou složku. Zrovna tak může obsahovat i jiné kmitočty, než síťových 50 Hz. Základní typy chráničů obvykle reagují pouze na vybavovací proud střídavého průběhu o kmitočtu 50 Hz. Pro použití v obvodech, kde se mohou vyskytnout rozdílové proudy jiných tvarů a kmitočtů jsou pak určeny speciální proudové chrániče. Jednotlivé typy chráničů podle jejich citlivosti na tvar vybavovacího proudu jsou uvedeny dále:

TYP AC

Chrániče typu AC jsou – jak již jejich označení napovídá – citlivé na střídavý průběh vybavovacího proudu (obr. 2). Pokud poruchový reziduální proud obsahuje usměrněné nebo stejnosměrné složky, může vlivem použitého materiálu jádra součtového transformátoru dojít ke snížení citlivosti nebo i zablokování vypínací funkce RCD.



Obr. 2 – RCD typu AC – označení; příklady AC průběhu poruchového proudu

Chránič typu AC reaguje na poruchový reziduální proud

- *střídavého průběhu, který vznikne náhle nebo postupně narůstá*

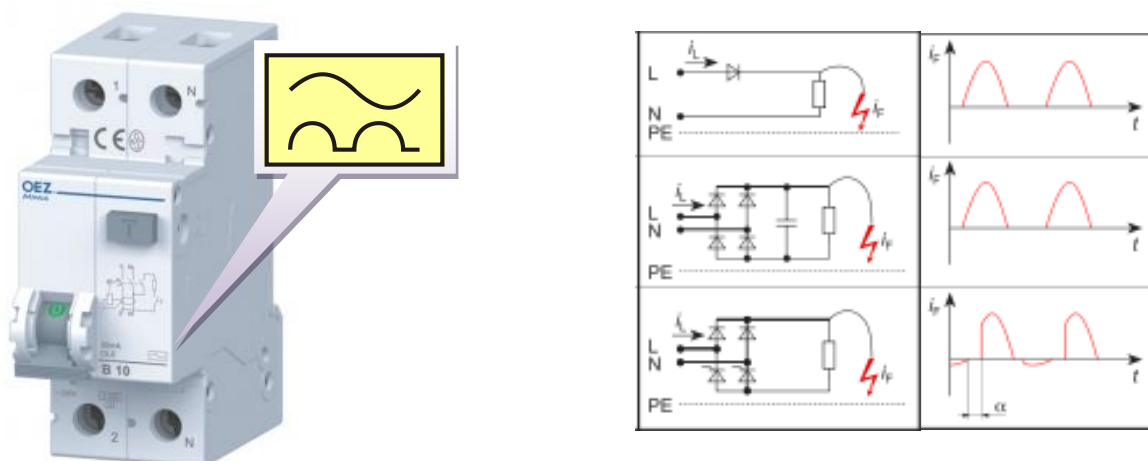
RCD - AC jsou použitelné v instalacích, kde se vyskytují pouze pasivní prvky (odpory, indukčnosti, kapacity).

RCD - AC se nesmí použít v instalacích, ke kterým jsou připojena zařízení s výkonovými polovodičovými prvky, které mohou generovat reziduální proudy s usměrněnými nebo stejnosměrnými složkami.

Typ A

Pokud je poruchový proud tvořen usměrněnými pulzy, nebo obsahuje stejnosměrnou složku, může dojít ke snížení citlivosti (zvýšení reziduálního proudu nutného k vybavení RCD) nebo i k nefunkčnosti chrániče typu AC. V obvodech, kde se mohou takové průběhy poruchového proudu vyskytnout, je třeba instalovat chrániče typu A, které tento tvar poruchového proudu dokáže vybavit (obr. 3).

Za pulzující stejnosměrný proud lze považovat takový průběh proudu, který prochází nulou, ale neobsahuje obě polarity.



Obr. 3 – RCD typu A – označení; příklady DC pulzního průběhu poruchového proudu

Chránič typu A reaguje na poruchový reziduální proud

- stejně jako typ AC na střídavé průběhy proudu
- na reziduální pulzující stejnosměrné proudy
- na reziduální pulzující stejnosměrné proudy, které jsou superponovány na hladký stejnosměrný proud o velikosti do 0,006 A

RCD - A jsou použitelné v instalacích, kde se mohou vyskytnout zařízení s polovodičovými prvky, které mohou generovat usměrněné poruchové proudy, kdy proud prochází nebo se téměř dotýká nuly (DC max 6 mA).

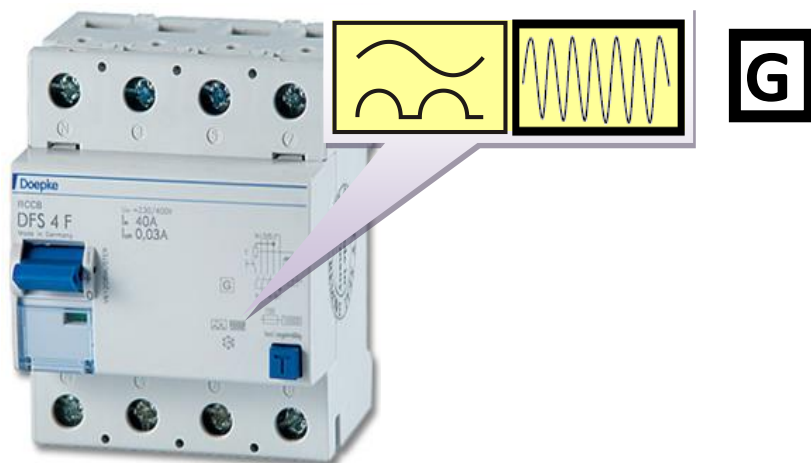
RCD - A se nesmí použít v instalacích, ke kterým jsou připojena zařízení s výkonovými polovodičovými prvky, které mohou generovat reziduální proudy se stejnosměrnými složkami většími než 6 mA.

Typ F

RCD typu F jsou upravenou variantou typu A, citlivou na poruchové proudy obsahující vyšší kmitočty než 50 Hz (obr. 4). V sítích, do kterých se mohou připojovat jednofázové frekvenční měniče, např. používané pro regulaci otáček motoru, se kromě střídavých nebo pulzujících stejnosměrných reziduálních proudů může vyskytnout také složený reziduální proud zahrnující síťový kmitočet, kmitočet motoru a taktovací kmitočet pulzního měniče z měniče kmitočtu. Takové jednofázové frekvenční měniče zapojené mezi fází a nulový nebo uzemněný střední vodič mohou obsahovat například pračky, čerpadla a podobné spotřebiče s asynchronními motory.

Z hlediska vypínacího času je chránič F konstruován jako typ G, protože musí být odolný vůči nežádoucímu vybavení v důsledku vzniku:

- proudových rázů v instalaci vzniklých na kapacitě instalace nebo při přeskočení napětí v instalaci
- zapínacích reziduálních proudů s maximální dobou trvání 10 ms, které se mohou vyskytnout v případě zapnutí elektronických zařízení nebo filtrů EMC



Obr. 4 – RCD typu F – označení

Chránič typu F reaguje na poruchový reziduální proud

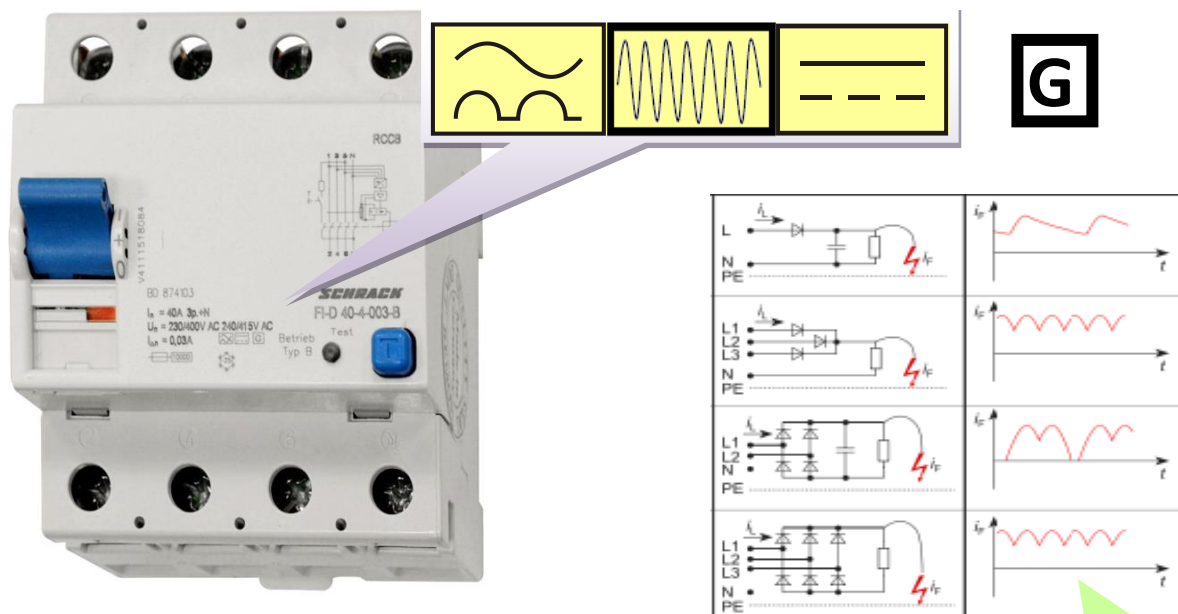
- stejně jako typ AC a A (střídavé a pulzující stejnosměrné proudy)
- reziduální proudy složené z více kmitočtů (do 1 kHz) v obvodech napájených mezi L-N
- reziduální střídavé nebo pulzující stejnosměrné proudy superponované na hladký stejnosměrný proud o velikosti do 0,01 A

RCD – F se použijí v sítích, kde se mohou vyskytnout jednofázové měniče kmitočtu, např. používané pro regulaci otáček motoru, které jsou napájeny mezi fází a nulovým vodičem. Kromě střídavých nebo pulzujících stejnosměrných reziduálních proudů se může vyskytnout složený reziduální proud zahrnující síťový kmitočet, kmitočet motoru a taktovací kmitočet pulzního měniče z měniče kmitočtu. DC složka může dosáhnout hodnoty až 10 mA.

Typ B

Pokud se v síti může vyskytnout i stejnosměrný unikající proud, je třeba jako ochranný prvek použít proudový chránič typu B (obr. 5). Stejnosměrný vybavovací proud chrániče je definován jako usměrněný proud se zvlněním nebo vyhlazením, který neprochází nulou. RCD typu B navíc reagují i na všechny ostatní průběhy poruchových proudů jako chrániče A, AC a F a podobně jako typ F musí být odolné vůči krátkým proudovým rázům. Z hlediska vybavovacího času jsou tedy konstruovány jako typ G.





Obr. 5 – RCD typu B – označení; příklady DC průběhu poruchového proudu

Stejnoseměrný vybavovací proud je usměrněný proud se zvlněním nebo hladký, který neprochází nulou.

Chránič typu B reaguje na poruchový reziduální proud

- stejně jako typ AC, A a F (střídavé, pulzující stejnosměrné proudy, složené proudy)
- reziduální střídavé proudy až do 1 000 Hz
- reziduální střídavé nebo pulzující stejnosměrné proudy superponované na hladký stejnosměrný proud o velikosti do 0,4 násobku $I_{\Delta N}$
- reziduální stejnosměrné proudy, které mohou vznikat v obvodech s usměrňovači napájenými ze dvou nebo tří fází
- reziduální stejnosměrné vyhlazené proudy

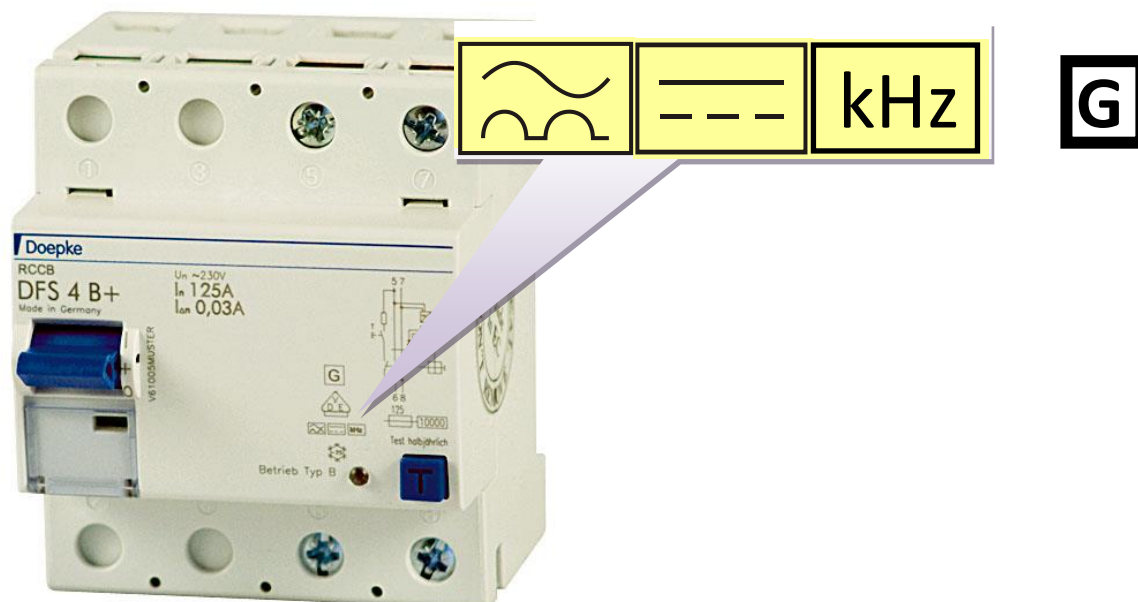
RCD – B se použijí:

- u zařízení obsahujících vyhlazovací kondenzátory, u nichž poruchový proud může obsahovat DC složku vyšší, než 10 mA
- u pohonů a invertorů pro napájení motorů čerpadel, výtahů, textilních a obráběcích strojů atd., poněvadž reagují na trvalý proud zemní poruchy s nízkou úrovní zvlnění.
- u zařízení obsahujících usměrňovací obvody napájené z více fází
- výkonné frekvenční měniče, větší záložní zdroje UPS, fotovoltaické elektrárny

Typ B+

Chrániče typu B+ (obr. 6) jsou variantou typu B, která má upravenou vypínací charakteristiku podle požadavků na ochranu před požárem vzniklým od plazivých proudů a s nižší citlivostí na reziduální proudy vyšších frekvencí (420 mA pro frekvence do 20 kHz) [5]. V praxi to znamená, že vybavovací proud od $0,5 \times I_{\Delta N}$ do $1 \times I_{\Delta N}$ platí pro frekvence do cca 100 Hz a vybavovací proud chrániče se s vyššími frekvencemi reziduálního proudu zvyšuje.

RCD typu B+ poskytuje jednak ochranu před vznikem požáru od plazivých proudů tekoucích přes zhoršenou izolaci chráněného elektrického zařízení a zároveň má vysokou odolnost vůči nechtěnému vybavování chrániče v obvodech obsahujících zdroje značného rušivého proudu o vysokých frekvencích, jako jsou odrušovací obvody výkonových frekvenčních měničů, fotovoltaických elektráren apod.



Obr. 6 – RCD typu B+; označení

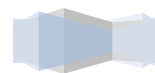
Chránič typu B+ reaguje na poruchový reziduální proud

- stejně jako typ AC, A, F a B
- **Upravená vypínací charakteristika pro ochranu před vznikem požáru od plazivých proudů s vypínacím reziduálním proudem do 420 mA pro kmitočty do 20 kHz.**

RCD – B+ se použijí:

- u obvodů s frekvenčními měniči tam, kde je požadavek na protipožární ochranu.
- Fotovoltaické elektrárny

Pozn.: Plazivé proudy jsou elektrické proudy, které mohou téci po povrchu izolací mezi částmi s rozdílným potenciálem, např. mezi svorkami svorkovnice, rozpojenými kontakty spínacích přístrojů nebo po povrchu izolací vodičů. Vznikají vlivem znečištění prachem, zvýšené vlhkosti atd. kdy může dojít ke snížení povrchového odporu (zvýšení vodivosti) izolace a tím průchodu proudu po jejím povrchu. Lokální výkonové ztráty již o velikosti 70 W mohou být příčinou tak velkého místního oteplení, že může dojít ke vznícení hořlavých látek. V případech, kdy plazivé proudy tečou po povrchu izolantů mezi živými a neživými částmi spojenými s ochranným vodičem či zemí, lze jejich nárůstu nad bezpečnou mez zabránit proudovým chráničem, který reaguje na zvýšení tohoto unikajícího (plazivého) proudu. Vybavovací proud RCD pro ochranu před vznikem požáru v důsledku plazivých proudů je stanovena právě s ohledem na výše uvedené ztráty: $70 \text{ W} / 230 \text{ V} = 0,3 \text{ A}$, tedy přibližně 300 mA; pro vyšší kmitočty u RCD B+ pak asi 400 mA.

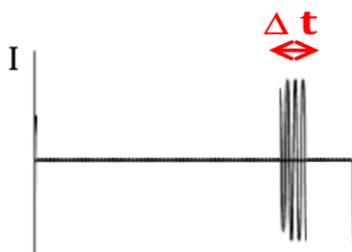


4 MĚŘICÍ METODY PRO OVĚŘOVÁNÍ PARAMETRŮ RCD

4.1 MĚŘENÍ VYBAVOVACÍHO ČASU

Měřením vybavovacího času chrániče se ověří, zda RCD vybavuje v předepsaném čase (viz tab. 1).

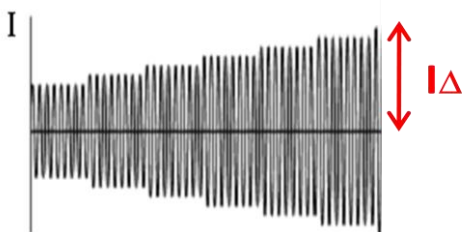
Měřicí přístroj se připojí mezi ochranný obvod instalace a fázový vodič za chráničem. Po zahájení měření přístroj generuje proudový impuls tekoucí z L do PE o velikosti jmenovitého vybavovacího proudu RCD a měří čas od začátku impulsu do okamžiku vybavení RCD (obr.7).



Obr. 7 – Měření vybavovacího času RCD – měřicí proudový impuls

4.2 MĚŘENÍ VYBAVOVACÍHO PROUDU RCD

Měřením skutečného vybavovacího proudu chrániče se ověří, zda RCD vybavuje v rozmezí mezi polovinou a jednonásobkem svého jmenovitého vybavovacího proudu. Měřicí přístroj se připojí mezi ochranný obvod instalace a fázový vodič za chráničem. Po zahájení měření přístroj generuje postupně narůstající proud tekoucí z L do PE od $0.2 \times I_{\Delta N}$ až do okamžiku vybavení RCD (obr. 8).



Obr. 8 – Měření vybavovacího proudu RCD – průběh měřicího proudu

4.3 MĚŘENÍ DOTYKOVÉHO NAPĚTÍ V OBVODU S RCD

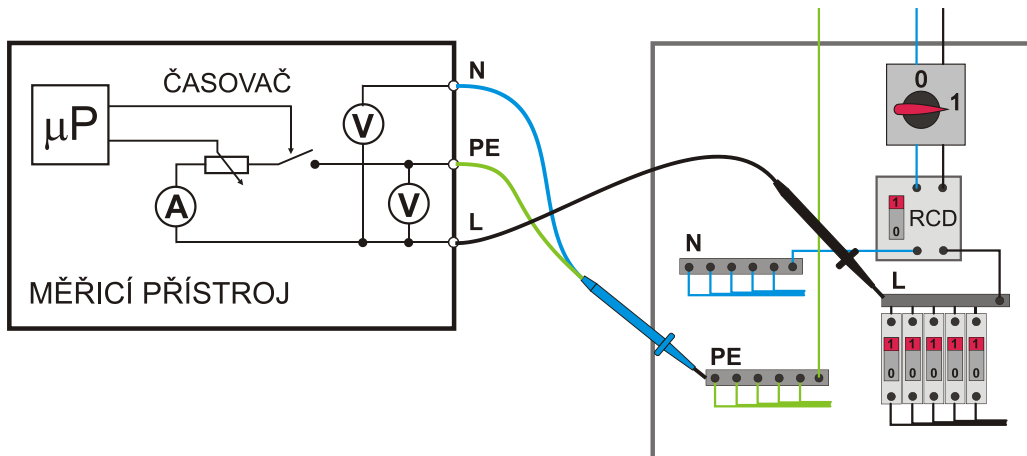
Měření dotykového napětí nesouvisí sice přímo s vybavovacími parametry chrániče, ale je důležitou součástí posouzení ochrany realizované pomocí RCD a samozřejmě také se zachováním bezpečnosti při měření parametrů RCD. Měřením dotykového napětí se ověřuje, zda průtok proudu, při kterém chránič ještě nevybaví, nezpůsobí na impedanci poruchové smyčky vznik nebezpečného napětí. Toto je třeba ověřit nejen z hlediska možného budoucího průchodu unikajících a svodových proudů PE vodičem, ale také zda během měření parametrů RCD při revizi, kdy z L do PE teče měřicí proud, nemůže dojít ke vzniku nebezpečného napětí na částech spojených s PE.

Měření dotykového napětí probíhá v následujících krocích:

- Přístroj se připojí mezi L a PE do obvodu za chránič (obr. 9).



- Po zahájení měření je změřeno napětí U_1 mezi L – PE.
- Mezi L – PE se připojí zatěžovací odpor, kterým protéká proud o velikosti $< 0,5 \times I_{\Delta N}$. Tento proud je měřen ampérmetrem a zároveň je měřeno napětí U_2 mezi L – PE při zatížení měřicím proudem.
- Z naměřeného rozdílu napětí $U_1 - U_2$ a měřicího proudu je vypočten odpor smyčky L – PE.
- Z odporu smyčky je vypočteno napětí, které by se na tomto odporu vyskytlo při průchodu proudem o velikosti $I_{\Delta N}$.



Obr. 9 – Princip měření parametrů proudového chrániče

Měření dotykového napětí je prováděno sinusovým proudem o velikosti $I_{\Delta} \leq 0,5 \times I_{\Delta N}$ a výsledek měření je zobrazen jako přepočtená hodnota napětí, které by se na PE obvodu vyskytlo při průchodu jmenovitého vybavovacího proudu příslušného průběhu vybavovacího proudu testovaného typu chrániče. Pokud je například měřen RCD typu A. Je výsledek měření vynásoben $1,4 \times 1,05 \times I_{\Delta N}$, kde koeficient 1,4 je násobek pro přepočet efektivní hodnoty AC měřicího proudu na stejnou efektivní hodnotu usměrněného pulzního proudu a 1,05 je bezpečnostní koeficient zohledňující možnou nepřesnost měření. Pro RCD typu B platí přepočítací vztah $2 \times 1,05 \times I_{\Delta N}$ [6].



5 POSTUP PŘI OVĚŘOVÁNÍ PARAMETRŮ RCD

Podrobný popis a postup při ověřování parametrů RCD a funkčnosti ochrany, která pomocí RCD v instalaci realizována, je uveden v ČSN EN 33 2000 – 6 ed.2 v příloze NA [2]. Vzhledem k tomu, že tento postup vychází z evropských norem, lze říci, že všechny měřicí přístroje, které deklarují měření parametrů chráničů podle EN 61557–6 ed.2, měří parametry proudových chráničů víceméně shodným způsobem. Odlišnost přístrojů může být pouze v typech chráničů z hlediska jejich vybavovacího proudu, které konkrétní přístroj dokáže měřit. Typy AC, A, a tedy i F, lze měřit prakticky všemi přístroji určenými pro měření při revizích instalací, typy B, B+, popřípadě přenosné PRCD umí měřit pouze některé modernější přístroje.

5.1 PŘEHLED ZKOUŠEK PARAMETRŮ RCD

Abychom lépe porozuměli následujícímu podrobnému výkladu o průběhu jednotlivých zkoušek, shrňme si nejprve, které zkoušky, a v jakém pořadí se v instalacích, kde je realizována ochrana pomocí RCD, provádějí. Přehledně je uvádí tabulka Tab. 2.

Z tabulky je zřejmé, že u všech typů RCD se nejprve provádí zkoušky 1. až 4. střídavým, tedy sinusovým průběhem zkušebního proudu v pořadí, v jakém jsou uvedeny v tabulce. U typů A, F a B se následně podle bodu 5. provedou zkoušky příslušným průběhem proudu, na který je zkoušený typ RCD citlivý, a nakonec se provede test vybavení pomocí testovacího tlačítka. **Pořadí zkoušek je nutno dodržet!**

	Ověřuje se	Způsob zkoušky	Výsledek
1	Nevypnutí.	Generuje se proud $I_{\Delta} \leq 0,5 \times I_{\Delta N}$	RCD nesmí vypnout
2	Doba vypnutí. Dotykové napětí na PE obvodu.	Generuje se proud $I_{\Delta N}$ a $5 \times I_{\Delta N}$ (u zpožděných RCD)	$t \leq 0,3$ s G: $10 \text{ ms} \leq t \leq 0,3$ s S: $130 \text{ ms} \leq t \leq 0,5$ s
3	Vypnutí.	Generuje se postupně rostoucí vybavovací proud $0,2 - 1,1 \times I_{\Delta N}$	RCD musí vypnout do $I_{\Delta N}$, měří se vypínací proud
4	Selektivita.	Generuje se proud $5 \times I_{\Delta N}$ nezpožděného RCD	Selektivní RCD nesmí vypnout.
5	Reakce RCD-A,F,B na nesinusové proudy. Doba vypnutí.	Generuje se: - pulzující DC proud $1,4 \times I_{\Delta N}$ - vyhlazený DC proud $2 \times I_{\Delta N}$	$t \leq 0,3$ s G: $10 \text{ ms} \leq t \leq 0,3$ s S: $130 \text{ ms} \leq t \leq 0,5$ s
6	Vypnutí.	Stisk testovacího tlačítka	RCD musí vypnout

Tab. 2 – Přehled zkoušek RCD podle ČSN EN 33 2000 – 6 ed.2 příloha NA, tab. NA.1 [2]

5.2 MĚŘENÍ DOTYKOVÉHO NAPĚTÍ

Cíl testu:

- Ověřit, zda při průtoku svodových proudů menších než $I_{\Delta N}$ nevzniká na odporu PE obvodu nebezpečné dotykové napětí.
- Zabezpečit, aby při testování parametrů RCD nevzniklo na PE obvodu nebezpečné dotykové napětí.

Způsob ověření:



- Výpočtem ze změřeného odporu poruchové smyčky a příslušného násobku $I_{\Delta N}$ (dle průběhu měřicího proudu).
- Test velikosti dotykového napětí proběhne před započítím jakéhokoliv měření parametrů RCD.

Parametry ověřovacího proudu:

Sinusový střídavý průběh o velikosti $I_{\Delta} \leq 0,5 \times I_{\Delta N}$

Pozn.: U selektivních chráničů se měření skutečného vybavovacího proudu neprovádí. RCD typu S obsahují zpoždovací obvod, který znemožňuje měření postupně narůstajícím měřicím proudem.

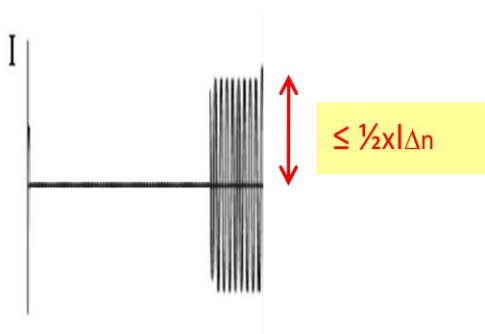
5.3 OVĚŘENÍ NEVYBAVOVACÍHO PROUDU RCD

Cíl testu:

- Ověřit, zda RCD nevypne do úrovně tzv. nevybavovacího reziduálního proudu
- Nevybavovací reziduální proud má velikost $0 \div 50 \% I_{\Delta N}$
- RCD nesmí během testu vypnout

Způsob ověření:

- Generováním reziduálního proudu $I_{\Delta} \leq 0,5 \times I_{\Delta N}$ (obr. 10)



Obr. 10 – Měření nevybavovacího proudu RCD – průběh měřicího proudu

Parametry ověřovacího proudu:

Sinusový střídavý průběh o velikosti $20 \% \div 50 \% I_{\Delta N}$

5.4 OVĚŘENÍ VYBAVOVACÍHO ČASU RCD

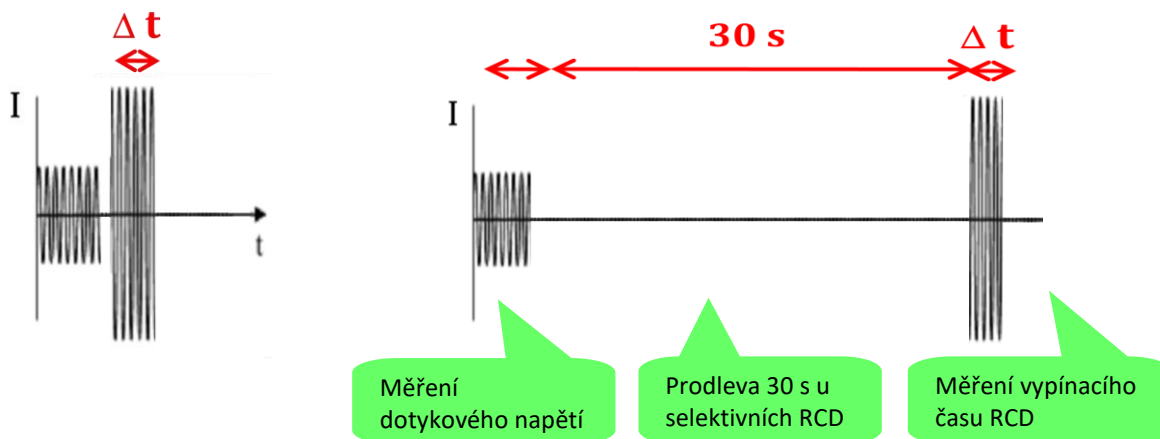
Cíl testu:

- Změřit skutečný čas, za který RCD vypne
- Skutečný vybavovací čas musí být v mezích předepsaných pro měřený typ RCD (viz tab. 3)

Způsob ověření:

- Generováním jmenovitého reziduálního proudu s měřením času od počátku pulzu do okamžiku vybavení

- Měření probíhá proudem $I_{\Delta N}$, u zpožděných RCD (G a S) pak i proudem $5 \times I_{\Delta N}$
- Ověřuje se vybavovací čas při obou polaritách počáteční půlvlny
- Při testování selektivních RCD je mezi měření dotykového napětí a vypínacího času zařazena prodleva 30 s během které se musí zpoždovací obvod RCD vybit, aby nebylo měření času ovlivněno jeho předchozím nabitím při měření dotykového napětí (obr. 11).



Obr. 11 – Časová osa průběhu testovacího proudu pro neselektivní a selektivní RCD

Pozn.: Vybavovací čas RCD je třeba měřit při jmenovitém vybavovacím proudu. Pokud některé měřicí přístroje zobrazí i čas při měření skutečného vybavovacího proudu, nelze tuto hodnotu považovat z hlediska normy za průkaznou pro vyhodnocení zkoušky měření času.

Typ chrániče / označení	Vypínací čas (s) při jmenovitém rozdílovém proudu	
	$I_{\Delta} = I_{\Delta N}$	$I_{\Delta} = 5 I_{\Delta N}$
Pro obecné použití bez zpoždění	< 0,3	
G Se zpožděním minimálně 10 ms	0,01 ÷ 0,3	0,01 ÷ 0,04
S Selektivní, zpoždění minimálně 40 ms	0,13 ÷ 0,5	0,05 ÷ 0,15

Měří se jen u zpožděných RCD

Tab. 3 – Vybavovací čas jednotlivých typů RCD při zkoušce podle ČSN EN 33 2000 – 6 ed.2 příloha NA, tab. NA.1

Parametry ověřovacího proudu:

Sinusový střídavý průběh o velikosti $I_{\Delta N}$ s možností volby polarity počáteční půlvlny. U RCD typu A, F a B se měření doplňuje i jinými průběhy ověřovacího proudu

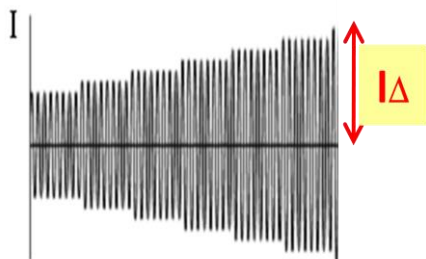
5.5 OVĚŘENÍ VYBAVOVACÍHO PROUDU RCD

Cíl testu:

- Změřit skutečný vybavovací proud RCD.
- RCD musí vybavit nejpozději při hodnotě proudu $I_{\Delta N}$.

Způsob ověření:

- Generováním postupně rostoucího reziduálního proudu (obr. 12).
- Skutečný vybavovací reziduální proud RCD musí být v rozmezí $50 \div 100 \% I_{\Delta N}$.



Obr. 12 – Průběh testovacího proudu pro ověření vybavovacího proudu RCD

Parametry ověřovacího proudu:

Sinusový střídací průběh o velikosti $0,2 \div 1,1 \times I_{\Delta N}$

Pozn.: U selektivních chráničů se měření skutečného vybavovacího proudu neprovádí. RCD typu S obsahují zpoždovací obvod, který znemožňuje měření postupně narůstajícím měřicím proudem.

5.6 OVĚŘENÍ SELEKTIVITY KASKÁDY RCD

Pokud elektrická instalace zahrnuje více okruhů, z nichž některé, nebo všechny, jsou jištěny proudovými chrániči, bývá jim obvykle předřazen selektivní proudový chránič jistící celou instalaci. Je ovšem nutno zabezpečit, aby v případě poruchy v některém okruhu byl od napětí odpojen pouze tento okruh a nikoliv celá instalace. To zajistí tzv. selektivita kaskády chráničů, kterou je nutno při revizi instalace prověřit.

Cíl testu:

- Ověřit, zda při vybavení koncových chráničů v jednotlivých okruzích instalace nevypne i předřazený selektivní chránič.

Způsob ověření:

- Kontrolou údajů proudu $I_{\Delta N}$ jednotlivých RCD
 - Zkontrolují se hodnoty $I_{\Delta N}$ na štítcích chráničů řazených za sebou
 - Hodnota $I_{\Delta N}$ selektivního RCD musí být alespoň 3x vyšší než hodnoty $I_{\Delta N}$ neselektivních RCD
- Měřením selektivity u ochrany s koncovými RCD, jejichž $I_{\Delta N}$ je 100 mA a méně
 - Do obvodu se generuje reziduální proud $5 \times I_{\Delta N}$ koncového chrániče obvodu v obou polaritách.
 - Musí vybavit pouze koncový chránič obvodu, selektivní RCD nesmí vybavit.



Parametry ověřovacího proudu:

Sinusový střídavý průběh o velikosti $5 \times I_{\Delta N}$

5.7 OVĚŘENÍ PARAMETRŮ RCD TYPU A, F, B NESINUSOVÝMI PROUDY

U chráničů reagujících i na jiný, než střídavý průběh proudu, tedy u RCD typu A, F a B se nejprve testují jejich parametry stejným způsobem a stejnými postupy jako u chráničů typu AC **za použití střídavého reziduálního proudu**:

- ✓ Ověření nevybavovacího proudu
- ✓ Měření dotykového napětí
- ✓ Měření vybavovacího času RCD
- ✓ Měření skutečného vybavovacího proudu RCD
- ✓ Selektivita kaskády RCD

Navíc se u těchto RCD provedou další zkoušky za použití průběhů proudů, na které měřený chránič reaguje.

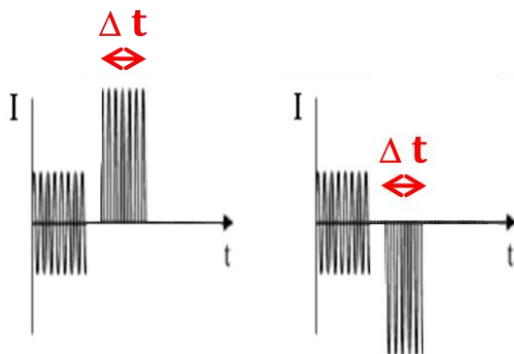
5.7.1 MĚŘENÍ VYBAVOVACÍHO ČASU STEJNOSMĚRNÝM PULZNÍM PROUDEM U RCD TYPU A, F, B

Cíl testu:

- Ověřit funkci vybavení RCD a změřit jeho vybavovací čas při působení stejnosměrného pulzního proudu.
- Skutečný vybavovací čas musí být v mezích předepsaných pro měřený typ RCD (viz tab. 3).

Způsob ověření:

- Generováním jmenovitého reziduálního proudu s měřením času od začátku pulzu do okamžiku vybavení.
- Ověřuje se vybavovací čas při obou polaritách usměrněného pulzního proudu (obr. 13).



Obr. 13 – Průběh testovacího stejnosměrného pulzního proudu v obou polaritách

Parametry ověřovacího proudu:

Usměrněný pulzní proud o velikosti $1 \times I_{\Delta N}$



Cíl testu:

- Ověřit reakci RCD – B na narůstající vyhlazený stejnosměrný proud.
- Změřit vybavovací čas RCD - B při působení stejnosměrného vyhlazeného proudu.
- Skutečný vybavovací čas musí být v mezích předepsaných pro měřený typ RCD (viz tab. 3).

Způsob ověření:

- Generováním jmenovitého reziduálního proudu s měřením času od začátku pulzu do okamžiku vybavení.
- Generováním postupně rostoucího reziduálního DC proudu se ověří, zda chránič vybaví při $I_{\Delta} \leq 2 \times I_{\Delta N}$
- Generováním DC proudu $2 \times I_{\Delta N}$ se změří vybavovací čas RCD.
- Ověřuje se vybavovací čas při obou polaritách vyhlazeného DC proudu


Parametry ověřovacího proudu:

Vyhlazený DC proud rostoucí v mezích $0,2 \div 2,2 \times I_{\Delta N}$

Vyhlazený DC proud o velikosti $2 \times I_{\Delta N}$



5.8 PŘEHLED ZKOUŠEK PROVÁDĚNÝCH NA JEDNOTLIVÝCH TYPECH RCD

Požadovaná zkouška dle ČSN 33 2000 – 6 ed.2 příl. NA	Tvar proudu	AC			A			F		B	
		nežpožděný	G	S	nežpožděný	G	S	G	S	G	S
		Nevybavovací proud při $0,5 \times I_{\Delta N}$		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Dotykové napětí		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Vypínací čas při $1 \times I_{\Delta N}$		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Vypínací čas při $5 \times I_{\Delta N}$		✗	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Vybavovací proud		✓	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✗
Vypínací čas při $1,4 \times I_{\Delta N}$		✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Vypínací čas při $2 \times I_{\Delta N}$		✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓
Zkouška vypnutí při $2 \times I_{\Delta N}$ nárůstem proudu		✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗
Selektivita		✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✓
Testovací tlačítko		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

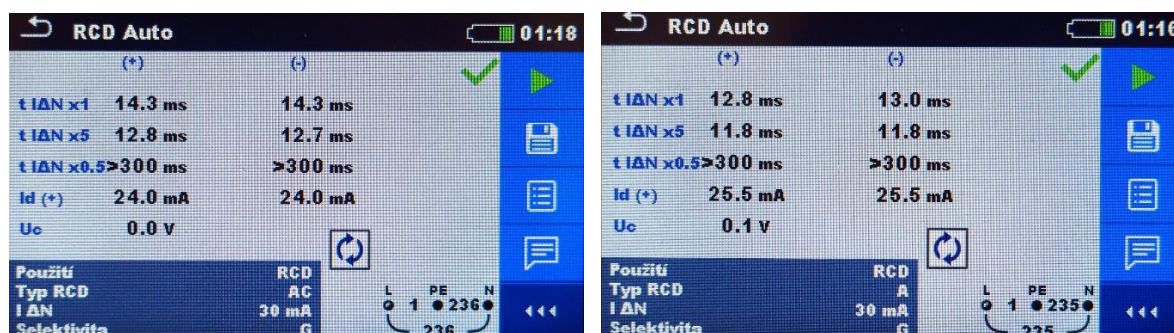
Tab. 4 – Přehled zkoušek prováděných na jednotlivých typech RCD



6 PŘÍKLAD OVĚŘENÍ PARAMETRŮ RCD TYPU A PŘÍSTROJEM EUROTTEST XD

Měření parametrů RCD při revizi lze provést přímo v rozváděči za chráničem s připojením přístroje mezi L a PE (obr. 9), nebo v kterékoliv zásuvce zapojené v elektrické instalaci za zkoumaný RCD. Měření stačí provést na jednom místě elektrického rozvodu. Pokud je test RCD vyhovující a je zajištěna spojitost PE vodiče, což lze prověřit například měřením impedance poruchové smyčky, lze považovat funkci ochrany pomocí RCD za prověřenou. U trojfázového chrániče pak stačí jeho parametry změřit v kterékoliv fázi. Součtový transformátor je pro všechny fáze společný, takže není třeba opakovat měření pro každou fázi zvlášť.

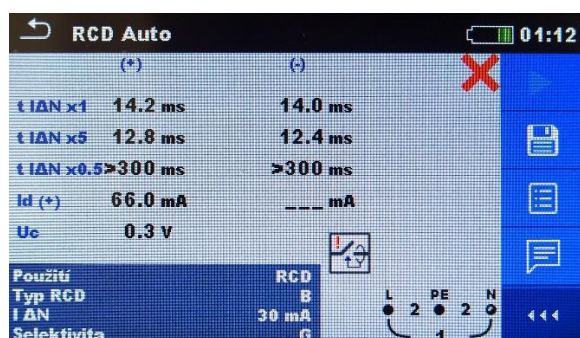
Na obr. 14 jsou znázorněny výsledky měření chrániče typu A provedeného pomocí přístroje Eurotest XD. Pro měření byla využita funkce automatického testu. Protože RCD typu A je citlivý na střídavé i usměrněné pulzní proudy, je nutno autotest na chrániči aplikovat dvakrát. Jednou s nastavením typu chrániče AC a podruhé s nastavením A. Výsledky jsou pro měřený chránič vyhovující.



Obr. 14 – Výsledky měření RCD typu A provedené střídavým a usměrněným pulzním proudem

Pokud bychom stejný RCD (typ A) testovali vyhlazeným DC proudem, tedy s nastavením přístroje pro typ B (obr. 15), jsou výsledky měření vybavovacího času proudem $1 \times I_{\Delta N}$ a $5 \times I_{\Delta N}$ také vyhovující, protože proudový impuls je na chránič přiveden skokově a dokáže jej tedy vybavit. Postupně se zvyšující vyhlazený DC proud ovšem funkci chrániče typu A zablokuje a výsledek zkoušky vybavovacího proudu postupným nárůstem je pak nevyhovující.

Podobně by se chránič zachoval i v reálném provozu, pokud by jeho součtovým obvodem protékal trvalý malý, nebo postupně se zvyšující DC proud od nějakého elektronického zařízení. Funkce chrániče by byla zablokována a RCD by pravděpodobně v případě poruchy v instalaci nevybavil.



Obr. 15 – Výsledky měření RCD typu A provedené stejnosměrným vyhlazeným proudem

7 MĚŘÍCÍ PŘÍSTROJE PRO MĚŘENÍ PROUDOVÝCH CHRÁNIČŮ

7.1 UNIVERZÁLNÍ PŘÍSTROJE

Ověření parametrů proudových chráničů je nedílnou součástí každé revize elektrické instalace. Proto je funkcí měření vlastností RCD vybaven každý univerzální měřicí přístroj, určený k revizím instalací.

Většina univerzálních měřicích přístrojů obsahuje základní funkce měření RCD typu AC a A tak, jak je požadují evropské normy. Jako zástupce těchto přístrojů lze jmenovat typově starší univerzální přístroj EUROTTEST 61557 výrobce METREL (obr. 16).



Vybrané technické parametry pro funkci měření RCD:

- **Typy měřených RCD:** AC, A (G, S)
- **Velikost $I_{\Delta N}$:** 10, 30, 100, 3000, 500, 1000 mA
- **Tvar $I_{\Delta N}$:** AC, DC pulz (volba polarity)
- **Násobky $I_{\Delta N}$:** 0,5x, 1x, 2x, 5x
- **Měřicí funkce:** Uc, t, I_{Δ} , AUTO test

Obr. 16 – Eurotest 61557

Nové typy univerzálních přístrojů EUROTTEST již dokáží testovat i nové typy RCD, jako jsou například stejnosměrné nebo i přenosné RCD. Takovým přístrojem je například EUROTTEST XC výrobce METREL (obr. 17).



Obr. 17 – Eurotest XC

- **Typy měřených RCD:** AC, A, F, B, B+, EV RCD, MI RCD (G, S)
- **Typy přenosných RCD:** PRCD, PRCD-K, PRCD-S
- **Velikost $I_{\Delta N}$:** 10, 30, 100, 3000, 500, 1000 mA
- **Tvar $I_{\Delta N}$:** AC, DC pulz, DC (volba polarity)
- **Násobky $I_{\Delta N}$:** 0,5x, 1x, 2x, 5x
- **Měřicí funkce:** Uc, t, I_{Δ} , AUTO test

Pozn.: ČSN EN 33 2000-6 ed.2 v příloze NA, ani jiné normy zabývající se zkouškami RCD při revizích nestanovují testování jiných vlastností a parametrů, než je uvedeno v tab. 2. Nejsou například požadovány zkoušky reakce RCD na vybavovací proudy vyšších kmitočtů. Pokud tedy výrobce měřicího přístroje deklaruje jeho použitelnost pro měření RCD typu AC a A, lze s ním testovat i RCD typu F, protože předepsané zkoušky pro typ F jsou shodné, jako pro typ A. Podobně typy B+, Bf, apod. se testují stejným postupem jako chrániče B (viz přehled zkoušek v tab. 4). Jestliže přístroj obsahuje předvolby RCD typu F nebo B+, nemá jejich aktivace vliv na průběh zkoušek, ale jen na záznam typu měřeného chrániče při přenosu dat z paměti přístroje do protokolu o revizi, pokud se k tomu využívá SW dodávaný k přístroji.

7.2 JEDNOÚČELOVÉ PŘÍSTROJE

Jednoučelové měřiče RCD jsou oblíbené, především pokud mají tvar rozměrově nevelkého přístroje drženého v ruce. S výhodou se pak využívají jak pro měření RCD při revizích na obtížně přístupných místech tak i pro rychlé orientační měření a hledání závad. Tyto přístroje bývají často kombinované s měřiči impedance poruchové smyčky, což ovšem vede k větším rozměrům měřicího přístroje.

Jako zástupce jednoučelových měřičů impedance si představme přístroj FITESTpro výrobce ILLKO (obr. 18). Přístroj má pouze základní nutné funkce pro měření RCD typu AC a A, které tvoří naprostou většinu měření při revizích v běžných objektech. Díky tomu byla zachována jeho výhoda malých kompaktních rozměrů tvaru zkoušečky, ovšem na chráničích typu AC a A, případně i F, jím lze provést všechna nezbytné měření požadovaná příslušnými normami.



Obr. 18 – FITESTpro

Vybrané technické parametry:

- **Typy měření RCD:** AC, A (G, S)
- **Velikost $I_{\Delta N}$:** 10, 30, 100, 300, 500 mA
- **Tvar $I_{\Delta N}$:** AC, DC pulz (volba polarity)
- **Násobky $I_{\Delta N}$:** 0,5x, 1x, 2x, 5x
- **Měřicí funkce:** U_c , t, I_{Δ}

8 ZÁVĚR

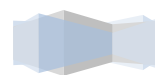
Jak zkoušky, tak i měřicí metody pro měření RCD jsou poměrně přesně definovány v příslušných normách, především v ČSN 33 2000–6 ed.2 v příloze NA. Prostor pro invenci výrobců měřicích přístrojů je tedy v této oblasti poměrně úzký, a proto se jednotlivé měřicí přístroje v postupech měření u nejrozšířenějších proudových chráničů typu AC a A od sebe prakticky neliší.

S rychlým rozvojem elektrotechniky a elektroniky ovšem vyvstávají nové požadavky na výrobce proudových chráničů, kteří vyvíjejí nové typy RCD pro ochranu v nestandardně se chovajících sítích. Na tento vývoj reagují konstruktéři měřicích přístrojů tím, že do nových typů přístrojů doplňují funkce měření i jiných, než běžně používaných chráničů a tím své výrobky odlišují od starších nebo jednodušších a levnějších přístrojů.

Protože není snadné orientovat se ve zkouškách RCD požadovaných příslušnými normami, bylo cílem článku shrnout problematiku měření parametrů proudových chráničů a popsat měřicí metody, které měřicí přístroje pro tyto zkoušky používají. Souhrn požadovaných zkoušek pro jednotlivé druhy proudových chráničů je přehledně uveden v tabulce v kapitole 5.8 a může se stát dobrou pomůckou pro techniky, kteří budou postaveni před problém prověřit ochranu realizovanou proudovými chrániči.

POUŽITÁ LITERATURA:

- [1] ČSN 33 2000 – 6 ed.2
(Elektrické instalace nízkého napětí – Část 6: Revize)
- [2] ČSN EN 33 2000–6 ed.2 příloha NA
(Elektrické instalace nízkého napětí – Část 6: Revize)
- [3] ČSN EN 61008–1 ed.3
(Proudové chrániče bez vestavěné nadproudové ochrany pro domovní a podobné použití RCCB – část 1: Obecná pravidla)
- [4] ČSN EN 33 2000–4–41 ed.3
(Elektrické instalace nízkého napětí – Část 4–41: Ochrana před úrazem elektrickým proudem)
- [5] EATON Proudové chrániče
(aplikační příručka 2017)
- [6] Eurotest XD
(návod k použití 2017)



9 OBSAH

Ing. Leoš Koupý	0
1 Úvod	1
2 RCD jako ochranný prvek	1
2.1 Princip funkce proudového chrániče	1
2.2 Použití RCD jako ochranného prvku v instalaci	2
3 Základní vlastnosti RCD	4
3.1 Vybavovací čas	4
3.2 Vybavovací proud	4
4 Měřicí metody pro ověřování parametrů RCD	10
4.1 Měření Vybavovacího času	10
4.2 Měření vybavovacího proudu RCD	10
4.3 Měření dotykového napětí v obvodu s RCD	10
5 Postup při ověřování parametrů RCD	12
5.1 Přehled zkoušek parametrů RCD	12
5.2 Měření dotykového napětí	12
5.3 Ověření nevybavovacího proudu RCD	13
5.4 Ověření vybavovacího času RCD	13
5.5 Ověření vybavovacího proudu RCD	15
5.6 Ověření selektivity kaskády RCD	15
5.7 Ověření parametrů RCD typu A, F, B nesinusovými proudy	16
5.7.1 Měření vybavovacího času stejnosměrným pulzním proudem u RCD typu A,F,B	16
5.7.2 Ověření RCD – B stejnosměrným vyhlazeným proudem	17
5.8 Přehled zkoušek prováděných na jednotlivých typech RCD	18
6 Příklad ověření parametrů RCD typu A přístrojem Eurotest XD	19
7 Měřicí přístroje pro měření proudových chráničů	20
7.1 Univerzální přístroje	20
7.2 Jednoúčelové přístroje	21
8 Závěr	21

