TYPY PRÚDOVÝCH CHRÁNIČOV A OVERENIE ICH FUNKCIE MERANÍM PRI REVÍZIÁCH ELEKTRICKÝCH INŠTALÁCIÍ

Ing. Leoš KOUPÝ, ILLKO, s. r. o. Masarykova 2226, 678 01 Blansko ČR, www.illko.cz, l.koupy@illko.cz

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 jistící 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 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.*

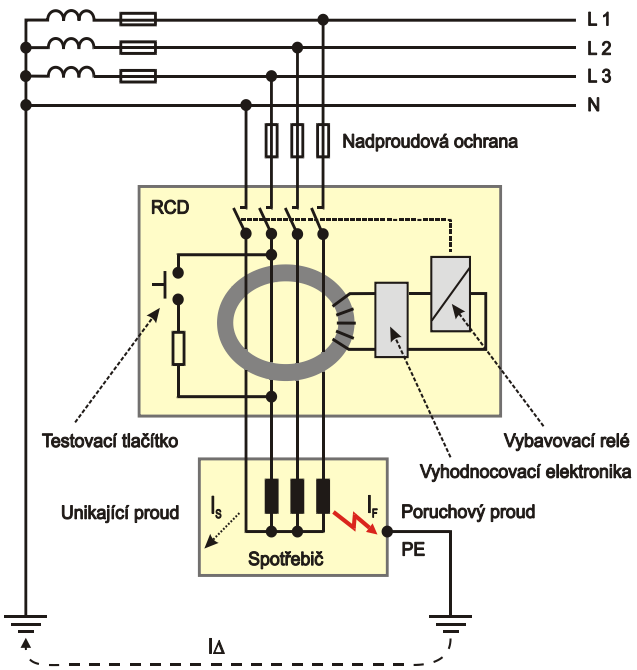
2. RCD JAKO OCHRANNÝ PRVEK

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 vracejících, roven nule nebo menší, než je vybavovací proud chrániče. Kotva relé spínacího mechanizmu 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 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.



Obr. 1 Obvod elektrické instalace s RCD

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 jistícího prvku je pak určena zkratová odolnost chrániče.

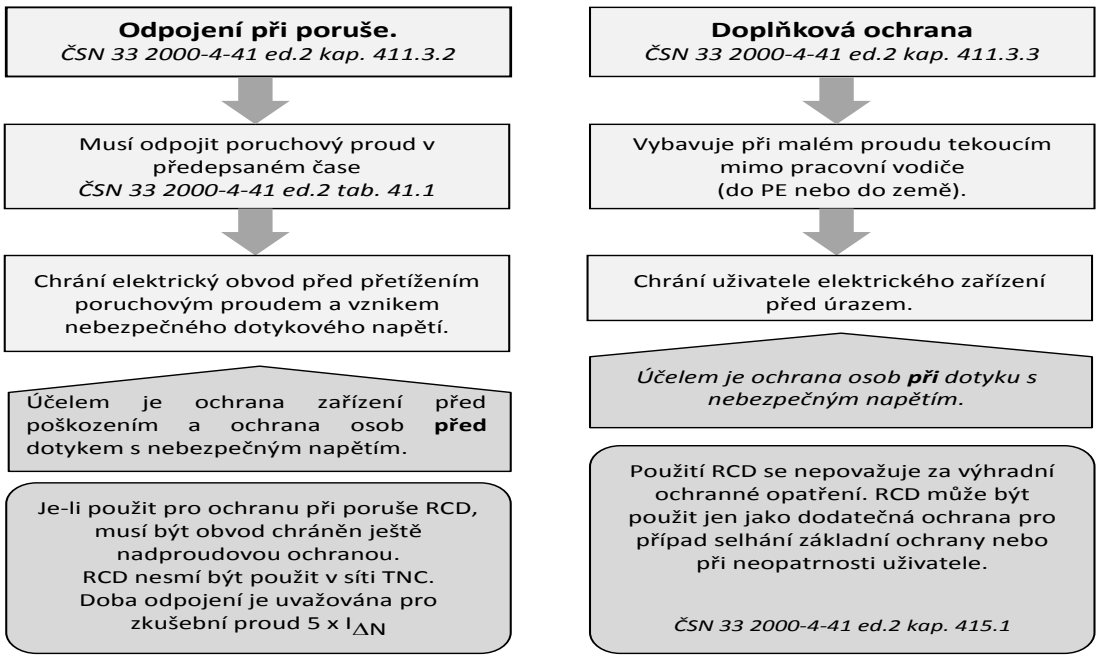
2.2 POUŽITÍ RCD JAKO OCHRANNÉHO PRVKU V INSTALACI

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.

Poznámka: *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* $Z = \frac{50}{0{,}03} = 1{,}66\ k\Omega$, *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 přehledně popsány níže.



Poznámka: *Při uvažovaném odporu lidského těla cca 2 kΩ, by po dotyku osoby s živou částí elektrického zařízení s napětím 230 V proti zemi protékal tělem člověka proud okolo 115 mA. 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 ustanovení v ČSN 33 2000 - 6, 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 vybavovat 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 1.

Tab. 1 – Meze vypínacích časů proudových chráničů podle ČSN EN 61008-1 ed. 2

Typ chrániče / označení	**Vypínací čas (s) při jmenovitém rozdílovém proudu**			
	$I_{\Delta N} = I_{\Delta N}$	$I_{\Delta N} = 2\ I_{\Delta N}$	$I_{\Delta N} = 5\ I_{\Delta N}$	$I_{\Delta} = 500\ A$
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

Z tab. 1 je zřejmé, že čím větší je vybavovací proud, tím kratší je doba vypnutí chrániče a doba vypnutí pro $5xI_{\Delta N}$ je totožná s vybavovacím časem pro poruchový proud 500 A. Měření chrániče proudem $5xI_{\Delta N}$, 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.

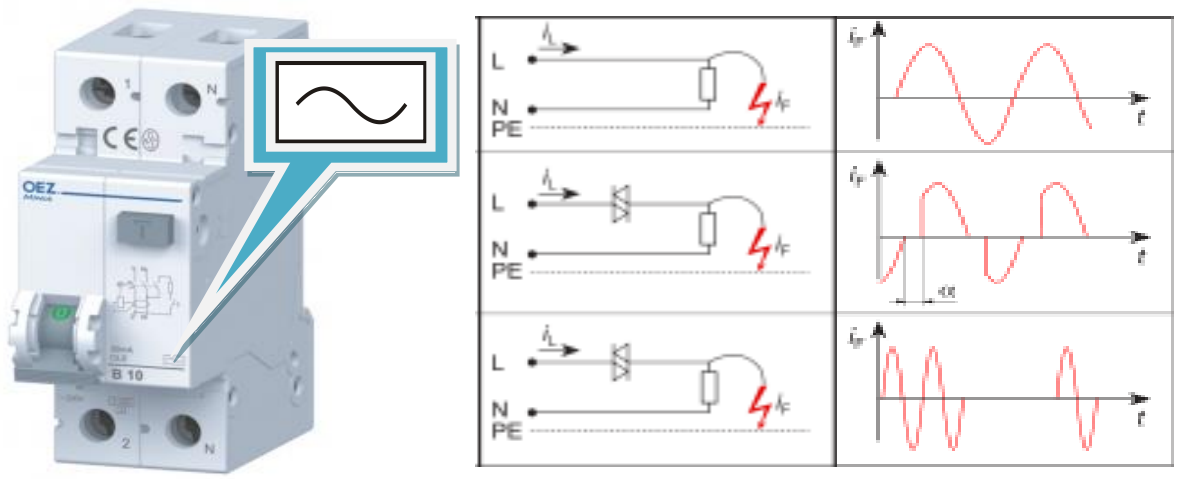
3.2 VYBAVOVACÍ PROUD

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 $0{,}5xI_{\Delta N}$ do $1xI_{\Delta N}$.

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. Často bývají konstruovány tak, že reagují jen na jednu určitou polaritu poruchového proudu. Proto poruchový proud musí obsahovat jak kladnou, tak i zápornou půlvlnu, aby bylo jejich vybavení zaručeno.



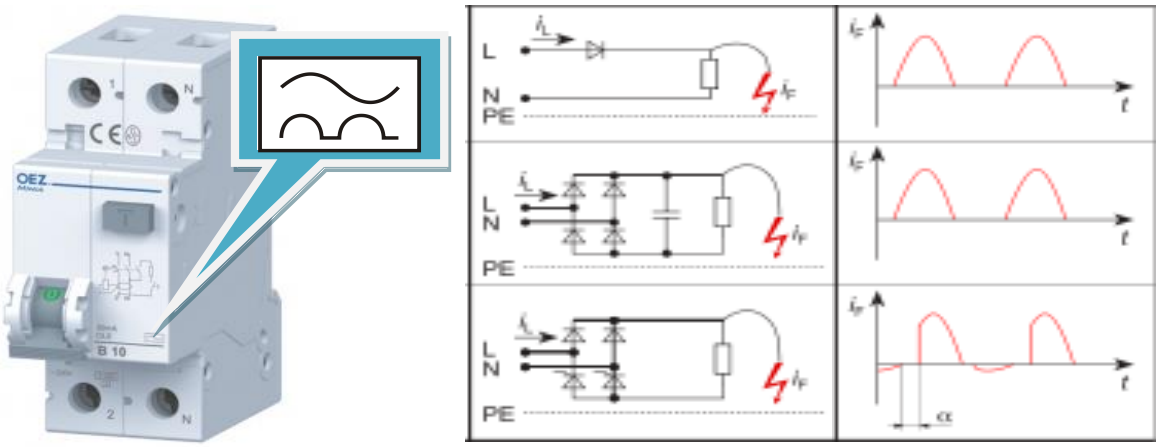
Obr. 2 RCD typu AC – označení; příklady AC průběhu poruchového proudu

Chránič typu AC reaguje na poruchový reziduální proud

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

TYP A

Pokud je poruchový proud tvořen usměrněnými pulzy, jeho průběh tedy obsahuje tedy jen jednu polaritu a chránič typu AC na něj nemusí reagovat. V obvodech, kde se mohou takové průběhy poruchového proudu vyskytnout, je třeba instalovat chrániče typu A, které tento tvar poruchového proudu dokáže vybavit. 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

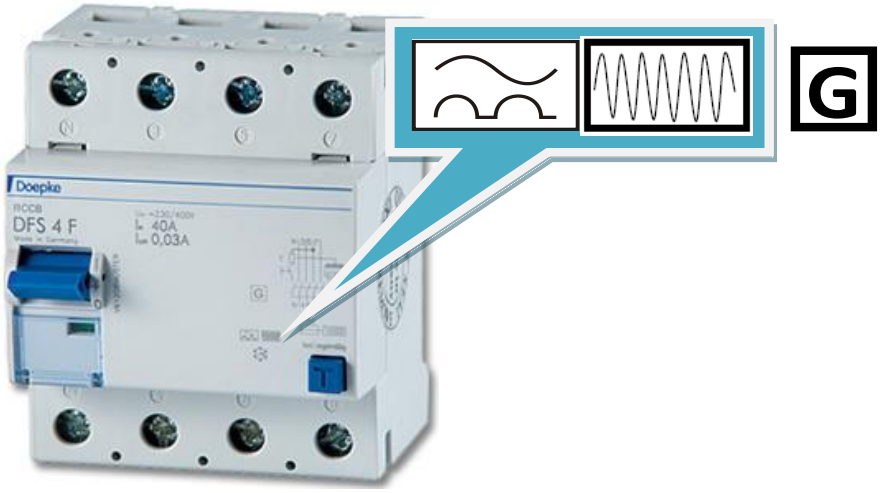
- *stejně jako typ AC na střídavé průběhy proudu,*
- *na reziduální pulzující stejnosměrné proudy,*
- *na reziduální pulzující stejnosměrné proudy, které jsou superponovány na hladký stejnosměrný proud o velikosti do 0,006 A.*

TYP F

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 fázi 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 přeskoku 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

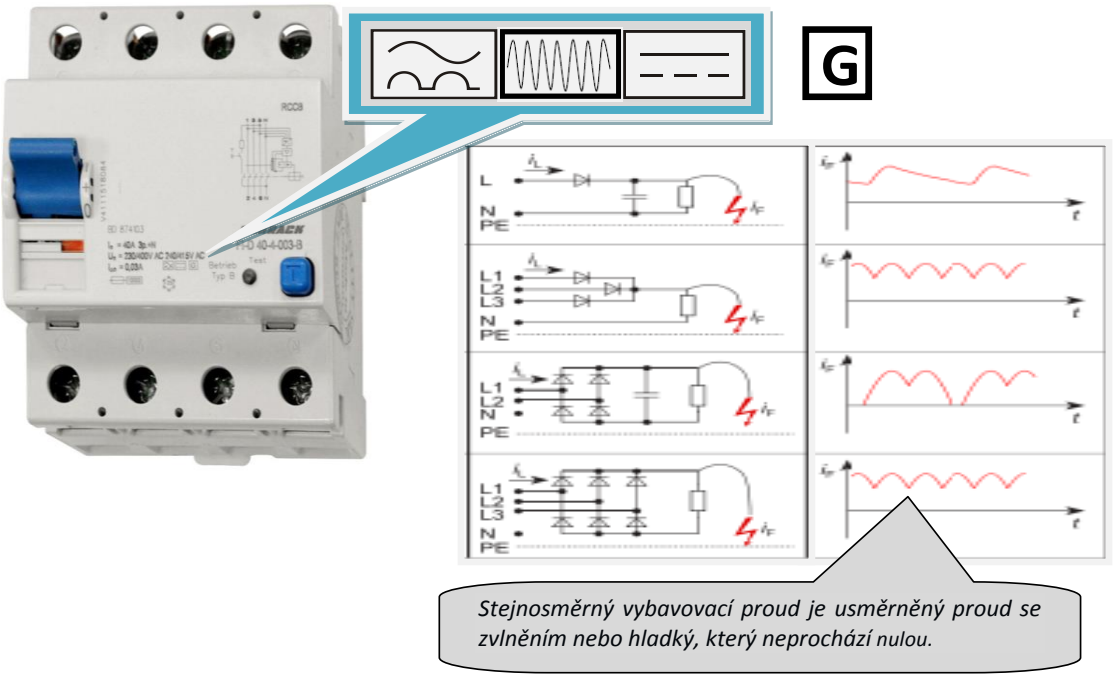
- *stejně jako typ AC a A (střídavé a pulzující stejnosměrné proudy),*
- *reziduální proudy složené z více kmitočtů (do 1 kHz) v obvodech napájených mezi L-N,*
- *reziduální střídavé nebo pulzující stejnosměrné proudy superponované na hladký stejnosměrný proud o velikosti do 0,01 A.*

TYP B

Použití:

- *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.*

Pokud se v síti může vyskytnout i stejnosměrný unikající proud, je třeba jako ochranný prvek použít proudový chránič typu B. Stejnosměrný vybavovací proud chrániče je definován jako usměrněný proud se zvlněním nebo vyhlazený, 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 konstruované jako typ G.



Obr. 4 RCD typu B – označení; příklady DC průběhu poruchového proudu

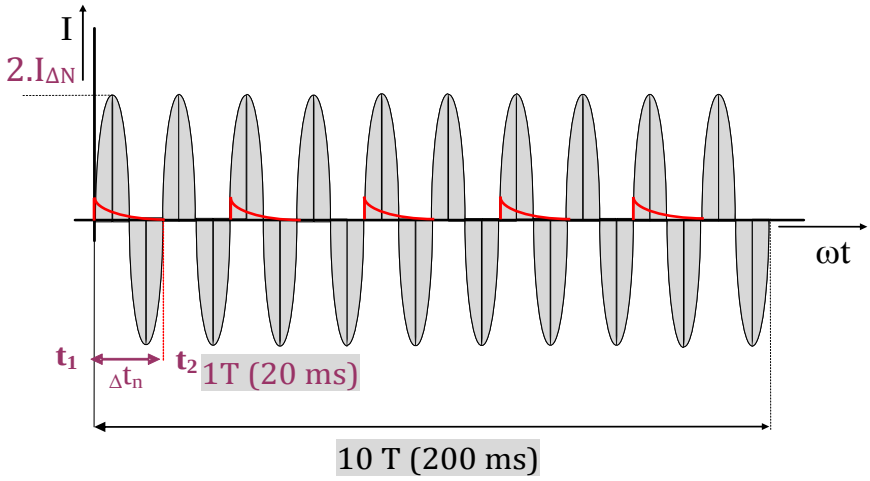
Chránič typu B reaguje na poruchový reziduální proud

- *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.*

4. MĚŘICÍ METODY PRO OVĚŘOVÁNÍ PARAMETRŮ RCD

4.1 MĚŘENÍ VYBAVOVACÍHO ČASU

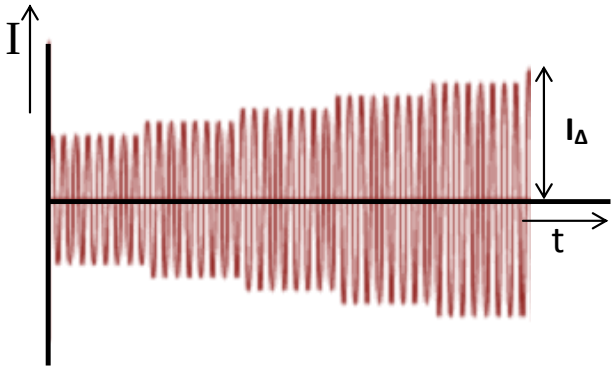
Měřením vybavovacího času chrániče se ověří, zda RCD vybavuje v předepsaném čase (viz tab. 1). Měřicí přístroj se připojí mezi ochranný obvod instalace a fázový vodič za chráničem. Po zahájení měření přístroj generuje proudový impuls tekoucí z L do PE o velikosti jmenovitého vybavovacího proudu RCD a měří čas od začátku impulsu do okamžiku vybavení RCD.



Obr. 5 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.



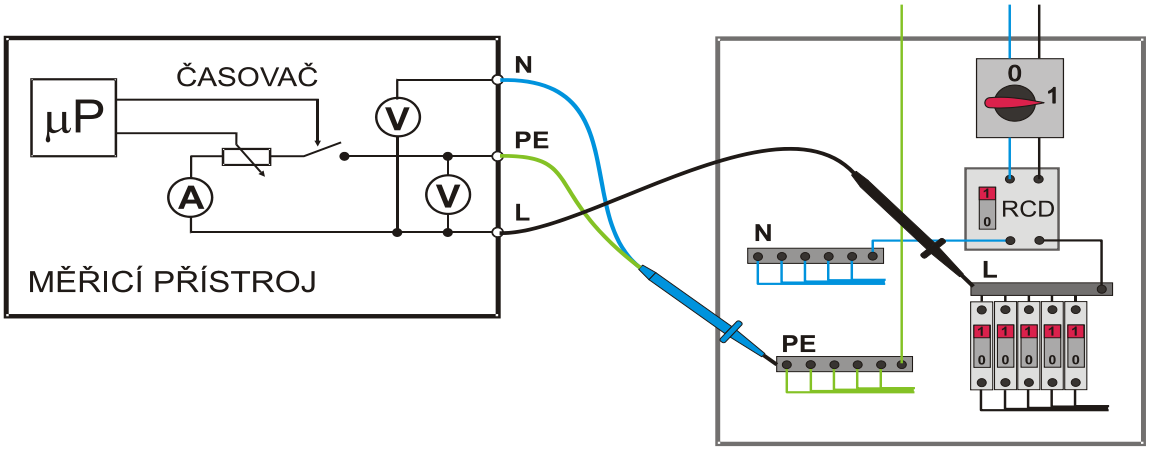
Obr. 6 Měření vybavovacího proudu RCD – průběh měřicího proudu

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:

- Po zahájení měření je změřeno napětí U1 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 U2 mezi L-PE při zatížení měřicím proudem.
- Z naměřeného rozdílu napětí U1 - U2 a proudu je vypočten odpor smyčky L-PE.
- Z odporu smyčky je vypočteno napětí, které by se na tomto odporu vyskytlo při průchodu $I_{\Delta N}$.



Obr. 7 Princip měření parametrů proudového chrániče

Měření dotykového napětí je prováděno sinusovým proudem o velikosti $I_{\Delta N} \leq 0,5 \times I_{\Delta N}$ 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 B. Je výsledek měření vynásoben $2 \times 1,05 \times I_{\Delta N}$, kde koeficient 2 je hodnota pro přepočet AC měřicího proudu na DC hodnotu a 1,05 je bezpečnostní koeficient zohledňují možnou nepřesnost měření.

5. POSTUP PŘI OVEROVÁNÍ 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 v příloze NA. 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, 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 lze měřit prakticky všemi přístroji určenými pro měření při revizích instalací, typy F a 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 č. 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!

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

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

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 započetím jakéhokoliv měření parametrů RCD.

Parametry ověřovacího proudu: *Sinusový střídavý průběh o velikosti* $I_{\Delta N} \leq 0{,}5 x I_{\Delta N}$

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

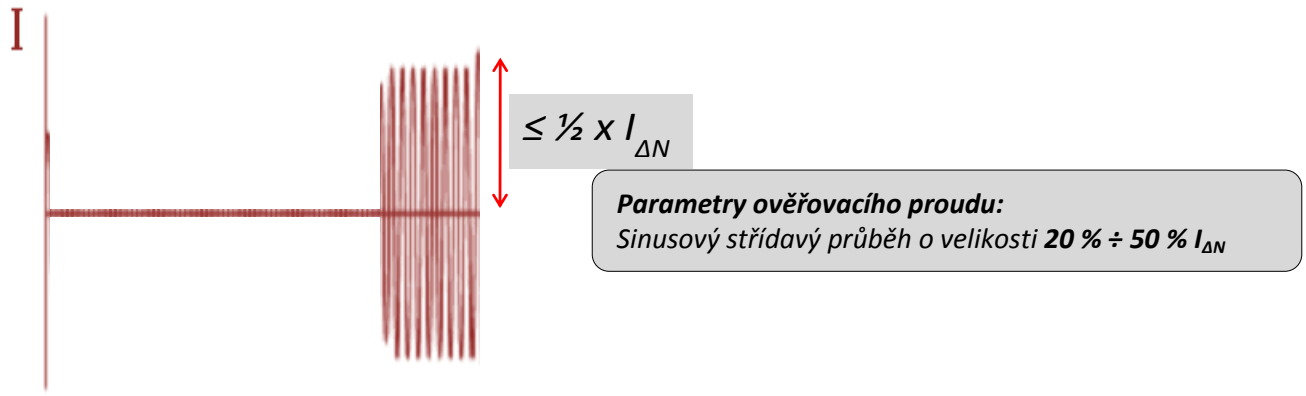
5.3 OVĚŘENÍ NEVYBAVOVACÍHO PROUDU RCD

Cíl testu:

- Ověřit, zda RCD nevypne do úrovně tzv. nevybavovacího reziduálního proudu.
- RCD nesmí během testu vypnout.

Způsob ověření:

- Generováním reziduálního proudu $I_{\Delta N} \leq 0{,}5 \times I_{\Delta N}$.
- Nevybavovací reziduální proud má velikost $0 \div 50\ \%\ I_{\Delta N}$.



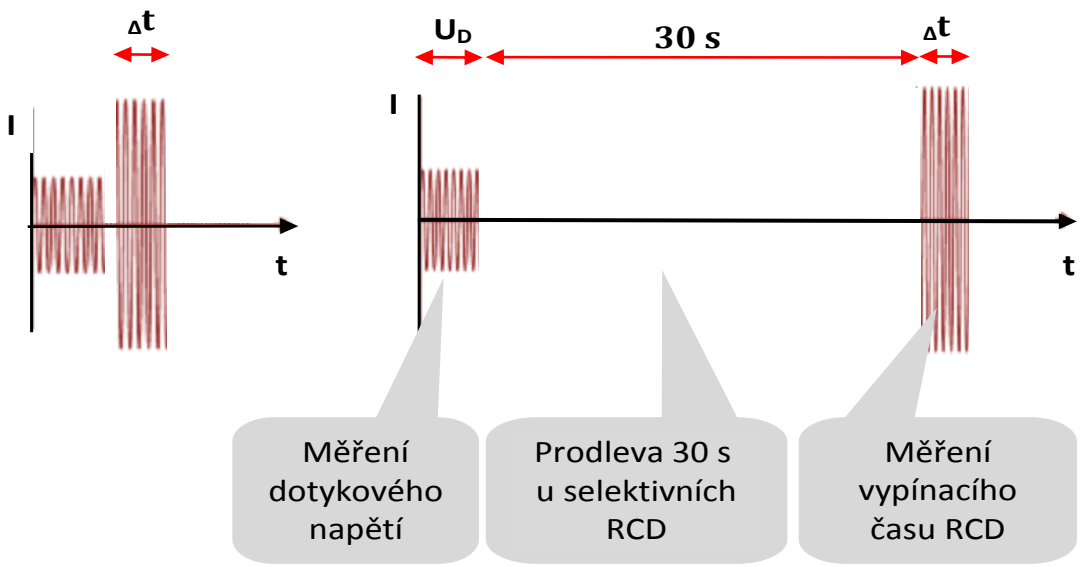
5.4 OVĚŘENÍ VYBAVOVACÍHO ČASU RCD

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 $5 x I_{\Delta N}$.
- 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 zpožďovací obvod RCD vybít, aby nebylo měření času ovlivněno jeho předchozím nabitím při měření dotykového napětí.



Obr. 8 Časová osa průběhu testovacího proudu pro neselektivní a selektivní RCD

Poznámka: *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.*

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

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

Měří se jen u zpožděných RCD

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.

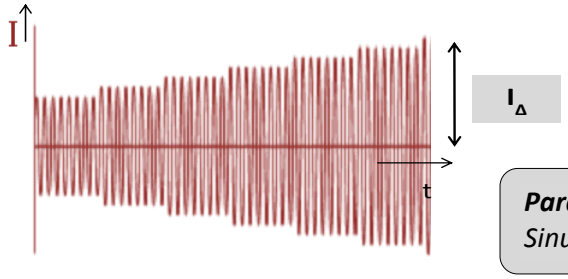
5.5 OVĚŘENÍ VYBAVOVACÍHO PROUDU RCD

Cíl testu:

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

Způsob ověření:

- Generováním postupně rostoucího reziduálního proudu.
- Skutečný vybavovací reziduální proud RCD musí být v rozmezí ***50 ÷ 100 %*** $I_{\Delta N}$.



Parametry ověřovacího proudu:
*Sinusový střídavý průběh o velikosti **0,2 ÷ 1,1** x $I_{\Delta N}$*

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

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:

a) 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.

b) Měřením selektivity u ochrany s koncovými RCD, jejichž $I_{\Delta N}$ je 100 mA a méně
- Do obvodu se generuje reziduální proud $5xI_{\Delta N}$ koncového chrániče obvodu v obou polaritách.
- Musí vybavit pouze koncový chránič obvodu, selektivní RCD nesmí vybavit.

Parametry ověřovacího proudu: *Sinusový střídavý průběh o velikosti* $5xI_{\Delta N}$

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

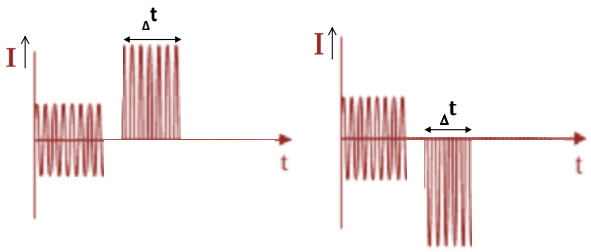
U chráničů reagujících i na jiný, než střídavý průběh proudu, tedy u RCD typu A, F a B se nejprve testují jejich parametry stejným způsobem a stejnými postupy jako u chráničů typu AC **za použití střídavého reziduálního proudu**:
- ✓ Ověření nevybavovacího proudu
- ✓ Měření dotykového napětí
- ✓ Měření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

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.



Parametry ověřovacího proudu:
Usměrněný pulzní proud o velikosti $1xI_{\Delta N}$

Obr. 9 Průběh testovacího stejnosměrného pulzního proudu v obou polaritách

OVĚŘENÍ RCD – B STEJNOSMĚRNÝM VYHLAZENÝM PROUDEM

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 $I_{\Delta} \leq 2xI_{\Delta N}$
- Generováním DC proudu $2xI_{\Delta N}$ se změří vybavovací čas RCD.
- Ověřuje se vybavovací čas při obou polaritách vyhlazeného DC proudu.

Parametry ověřovacího proudu:
Vyhlazený DC proud rostoucí v mezích $0{,}2 \div 2{,}2xI_{\Delta N}$*; Vyhlazený DC proud o velikosti* $2xI_{\Delta N}$*;*

5.8 PŘEHLED ZKOUŠEK PROVÁDĚNÝCH NA JEDNOTLIVÝCH TYPECH RCD

Požadovaná zkouška (ČSN 33 2000 – 6 příloha NA.)	Tvar proudu	AC			A			F		B	
		nespožděný	G	S	nespožděný	G	S	G	S	G	S
Nevybavovací proud při *0,5 x* $I_{\Delta N}$	~	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Dotykové napětí	~	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Vypínací čas při *1 x* $I_{\Delta N}$	~	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Vypínací čas při *5 x* $I_{\Delta N}$	~	X	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Vybavovací proud	~	✓	✓	X	✓	✓	X	✓	X	✓	X
Vypínací čas při *1,4 x* $I_{\Delta N}$	⌒	X	X	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Vypínací čas při *2 x* $I_{\Delta N}$	⎓	X	X	X	X	X	X	X	X	✓	✓
Zkouška vypnutí při *2 x* $I_{\Delta N}$ nárůstem proudu	⎓ ↗	X	X	X	X	X	X	X	X	✓	X
Selektivita	~	X	X	✓	X	X	✓	X	✓	X	✓
Testovací tlačítko	~	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

6. MĚŘICÍ PŘÍSTROJE PRO MĚŘENÍ PROUDOVÝCH CHRÁNIČŮ

6.1 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 EUROTEST 61557 (výrobce METREL).

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

Typy univerzálních přístrojů EUROTEST již dokáží testovat i nové typy RCD, jako jsou například stejnosměrné nebo i přenosné RCD. Takovým přístrojem je například EUROTEST XE.

- **Typy měřených RCD**: AC, A, F, B, B+ (G, S)
- **Typy přenosných PRCD**: AC, K, 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

6.2 JEDNOÚČELOVÉ PŘÍSTROJE

Jednoúčelové 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 jednoúčelových měřičů impedance si představme přístroj FITESTpro. 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 jím lze provést všechna nezbytné měření požadovaná příslušnými normami.

Vybrané technické parametry:

- **Typy měřených RCD**: AC, A (G, S)
- **Velikost $I_{\Delta N}$**: 10, 30, 100, 3000, 500 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}

7. ZÁVĚR

Jak zkoušky, tak i měřicí metody pro měření RCD jsou poměrně přesně definovány v příslušných normách, především v ČSN 33 2000 – 6 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.

ILLKO s.r.o.