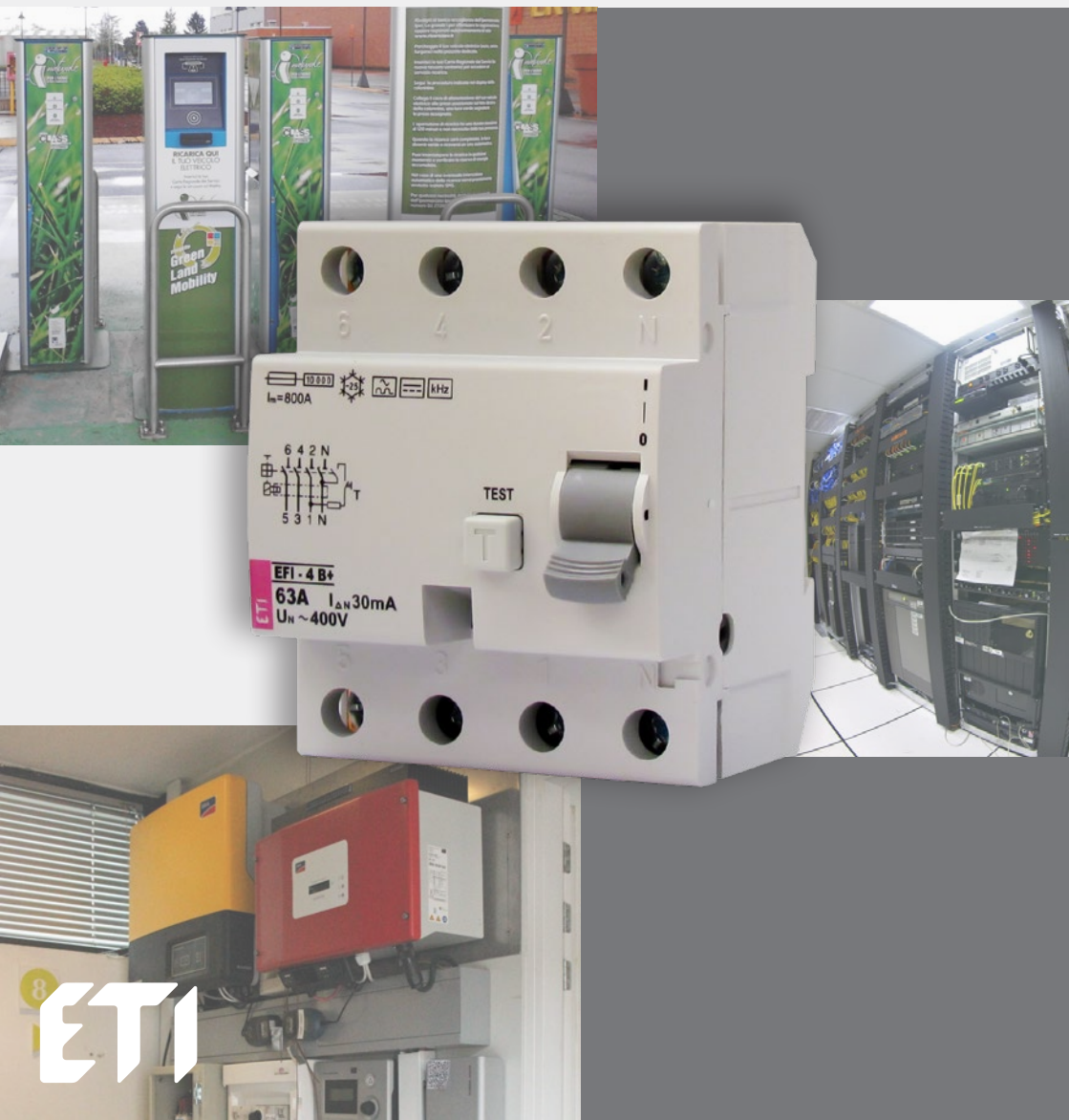


Priročnik

Zaščitna stikala na diferenčni tok



ETI

Zaščitna stikala na diferenčni tok (RCCB stikala)

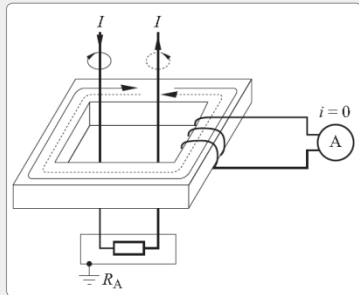
Uvod

Ker je varnost vse pomembnejša, se zaradi boljše zaščite ljudi, živali ter večje požarne varnosti vedno bolj razvija in izpopolnjuje dodatna zaščita. Gre za uporabo zaščitnih stikal na diferenčni tok.

Uporaba zaščitnih stikal na diferenčni tok je priporočljiva tam, kjer obstaja povečana nevarnost električnega udara (kopalnice, drugi vlažni in mokri prostori, otroške sobe, delavnice, ...) Zaščitna stikala na diferenčni tok se lahko uporabljajo v vseh sistemih električnih inštalacij, kjer sta ničelni vodnik (N vodnik) in zaščitni vodnik (PE vodnik) ločena. Pri starih inštalacijah v nekaterih državah, kjer je še uporabljeno t.i. ničenje, kjer sta N in PE vodnika združena, takih zaščitnih stikal ne moremo uporabljati.

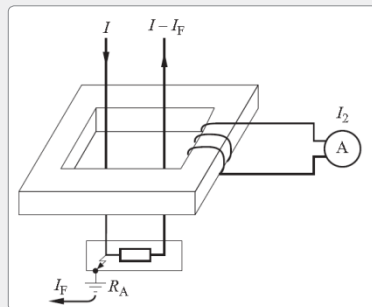
Zaščitna stikala oz. naprave na diferenčni tok so v praksi zelo uveljavljen način zaščite pri posrednem dotiku delov pod napetostjo, požarom in neposrednem dotiku delov pod napetostjo, in sicer v različnih tipih in izvedbah inštalacij. Izvedbe se nanašajo predvsem na sistem ozemljitve, torej TT, TN in IT sistem.

Princip delovanja RCCB stikala



V primeru, ko je vsota pritekajočih in odtekajočih tokov skozi primarno navitje enaka 0, se na sekundarni strani transformatorja ne inducira tok in aparat se ne izklopi.

V primeru, ko pa vsota pritekajočih in odtekajočih tokov skozi primarno navitje ni enaka 0 in se razlikuje za tok napake I_F , pa se v sekundarnem navitju inducira tok I_2 , ki preko releja sproži aparat.



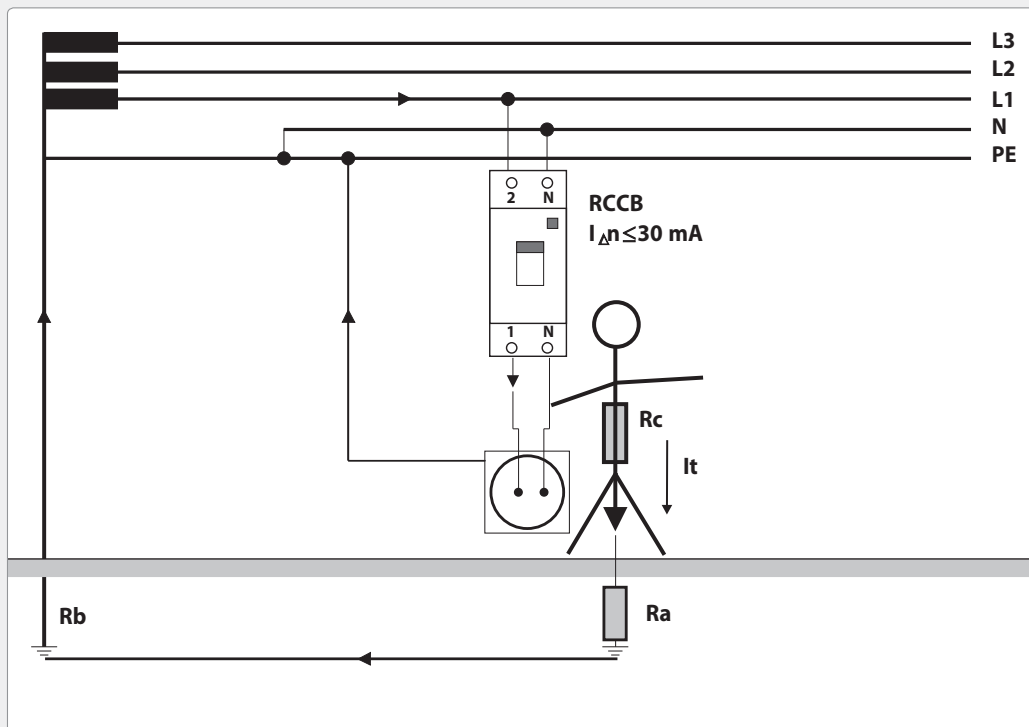
Glede na občutljivost ločimo več tipov aparatov za različne zaščite, in sicer:

- ✎ $\leq 30\text{mA}$: zaščita pri neposrednem dotiku delov pod napetostjo - »**dodatna zaščita**«,
- ✎ $\leq 100\text{mA}$: zaščita pri posrednem dotiku delov pod napetostjo - »**osnovna zaščita**«,
- ✎ $\leq 300\text{mA}$: **protipožarna zaščita**.

Tehnične zahteve za zaščitna stikala na residualni tok so zapisane v mednarodnem standardu IEC 61008 in v evropskem standardu EN 61008. Glavni kriteriji za izbiro so naslednji:

- ✎ - število polov: 4-polni, 2-polni,
- ✎ - nazivni tok: 16A, 25A, 40A, 63A, 80A, 100A, 125A,
- ✎ - nazivni diferenčni tok: 10mA, 30mA, 100mA, 300mA, 500mA,
- ✎ - čas izklopa: trenutno proženje, kratkotrajno zakasneni, selektivni,
- ✎ - tip diferenčnega toka:
 - izmenični tok sinusne oblike 50Hz: AC-tip,
 - izmenični tok sinusne oblike 50Hz in enosmerni pulzirajoči tok: A-tip.

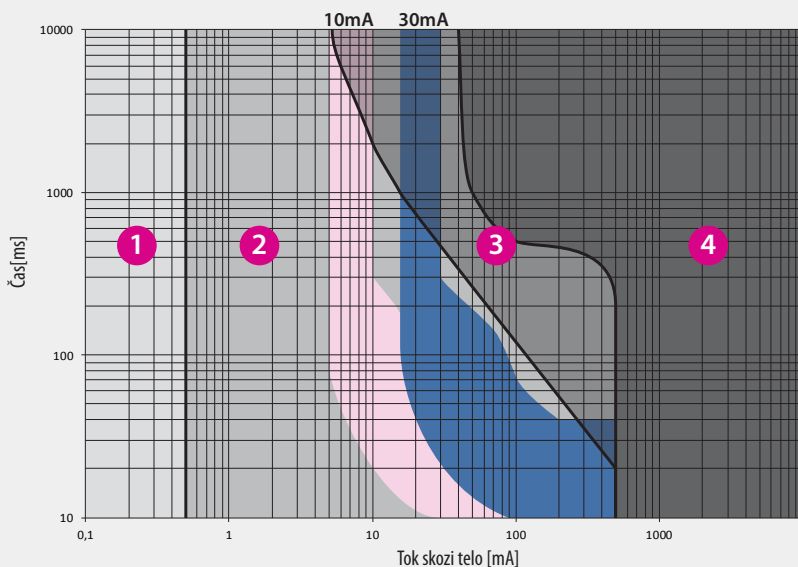
Zaščita pri neposrednem dotiku delov pod napetostjo - »**dodatna zaščita**«



Do neposrednega dotika pride, ko se človeško telo direktno dotakne tokovodečih delov. Če predpostavimo, da je upornost človeškega telesa približno $1\text{ k}\Omega$, kar je seveda odvisno od prevodnosti kože, v primeru dotika napetosti 230V steče skozi telo tok velikosti 230mA , kar pa je lahko že smrtno nevarno.

Vpliv toka na človeško telo.

RCCB stikalo



1: Področje, kjer so učinki nezaznavni.

2: Področje, kjer ni zaznati škodljivih učinkov in krčenja mišic.

3: Področje, kjer se lahko pojavijo krčenja mišic, vendar še ni nevarnosti za srce.

4: Področje, kjer se že lahko pojavijo nevarnosti za srce.

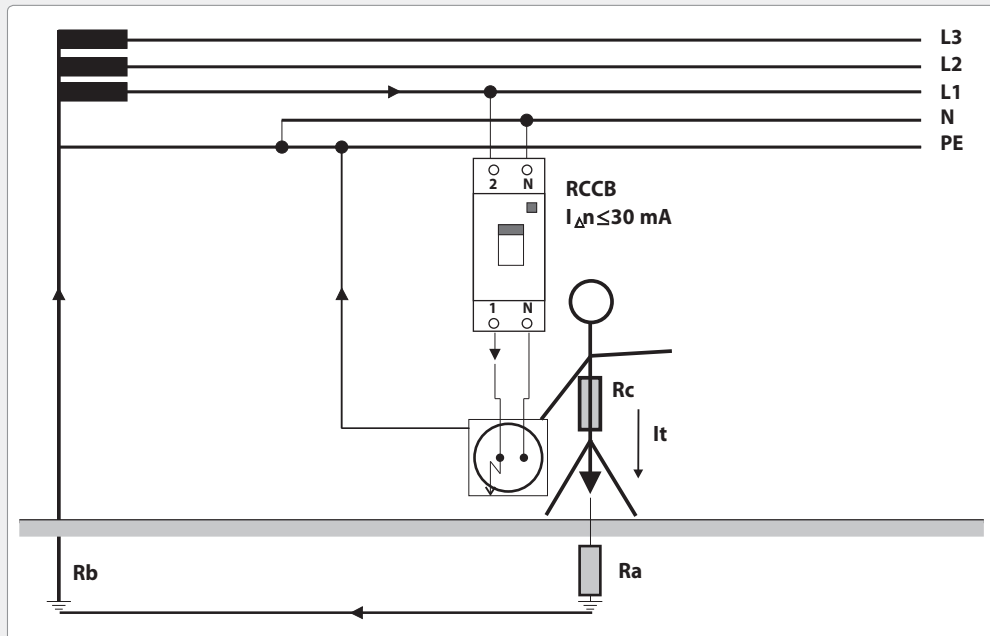
Kot lahko vidimo, so aparati z nazivnim diferenčni tokom 10mA in manj pod mejo, nad katero se lahko pojavijo učinki, ki lahko vplivajo na zdravje človeka. Takšni aparati so zato še posebej priporočljivi za vgradnjo v kopalnice, otroške sobe, vrtce, šole, bolnišnice...

Aparati z nazivnim diferenčnim tokom 30mA in manj pa ustrezajo pogojem za dodatno zaščito proti električnim sunkom.

Zaščita pri posrednem dotiku delov pod napetostjo - »osnovna zaščita«

Do posrednega dotika pride, ko se človeško telo ne dotakne direktno tokovodečih delov, vendar se dotakne prevodnih delov. V tem primeru mora aparat izklopiti napajanje, ko napaka lahko povzroči tveganje za človeka zaradi velikosti in trajanja toka napake.

V to kategorijo zaščite sodijo tudi vsi aparati, katerih nazivni diferenčni tok presega 30mA.












Protipožarna zaščita

Glede na standard IEC 60364-4-482 ali HD 60364.4.482 morajo biti vsi tokokrogi v TN in TT sistemu ščiteni z aparati na diferenčni tok, katerih nazivna vrednost znaša $I_{\Delta n} \leq 300 \text{ mA}$. Izjeme so zbiralke.

Zaščitna stikala na diferenčni tok - RCCB

Zaščitna stikala se med seboj razlikujejo glede na tipe zaznavanja diferenčnih tokov ter glede na čase proženja.

Nivoji izklopnih tokov v primerjavi z nazivnim diferenčnim tokom.:

Vrsta diferenčnega toka		Oblika toka	AC tip RCCB 	A tip RCCB 	B, B+ tip RCCB   kHz	Izklopni tok
Izmenični diferenčni tok			✓	✓	✓	$0,5 \dots 1,0 I_{\Delta n}$
Pulzirajoči enosmerni diferenčni tok			✗	✓	✓	$0,35 \dots 1,4 I_{\Delta n}$
Kot prirezovanja polvalov	90°		✗	✓	✓	$0,25 \dots 1,4 I_{\Delta n}$
	135°		✗	✓	✓	$0,11 \dots 1,4 I_{\Delta n}$
Pulzirajoči enosmerni z gladkim enosmernim diferenčnim tokom 6mA			✗	✓	✓	$\max 1,4 I_{\Delta n} + 6\text{mA}$
Gladek enosmerni diferenčni tok			✗	✗	✓	$0,5 \dots 2,0 I_{\Delta n}$

V zgornji tabeli se nahajajo podatki o nivojih izklopnih tokov v primerjavi z nazivnim diferenčnim tokom in v povezavi z različnimi tipi RCCB stikal. Zelo jasno je razvidno, da B in B+ tip delujeta v vseh možnih oblikah toka.

Vsi prevodni deli ščitenih naprav morajo biti ozemljeni. Glede na dovoljeno napetost dotika U_L in nazivni diferenčni tok napake $I_{\Delta n}$ so lahko maksimalne vrednosti ozemljitvenih upornosti:

$R_{E\max}$									
UL	50 V ~				25 V ~				
$I_{\Delta n}$	0,03	0,1	0,3	0,5	0,03	0,1	0,3	0,5	A
$R_{E\max}$	1660	500	166	100	830	250	83	50	Ω




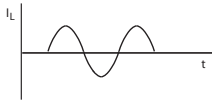
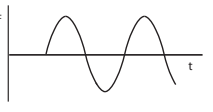
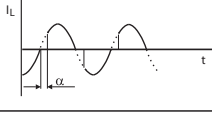
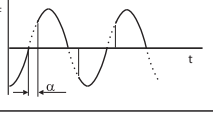
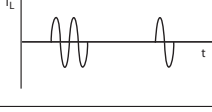
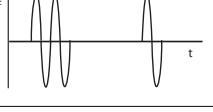
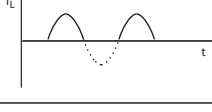
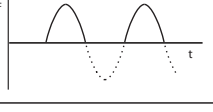
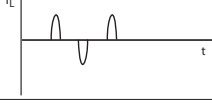
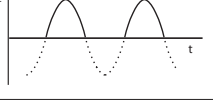
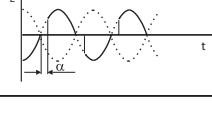
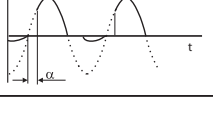
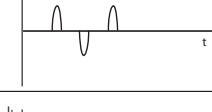
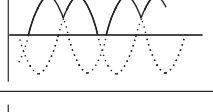
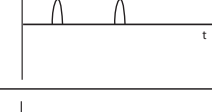

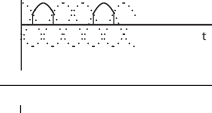
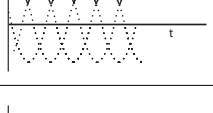
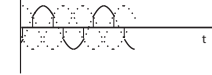
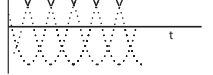
pri čemer mora biti čas izklopa krajši od 0,04 sekunde.

Tipi zaščitnih stikal na diferenčni tok glede na obliko diferenčnega toka

Glede na to, da se lahko v tokokrogih pojavijo različni diferenčni tokovi, in glede na to, kakšno usmerniško vezje se uporablja, je potrebno izbrati ustrezen tip RCCB stikala.

Pregled vseh možnih napak v usmerniških vezjih in ustreznost izbora RCCB stikala glede na tip napake:

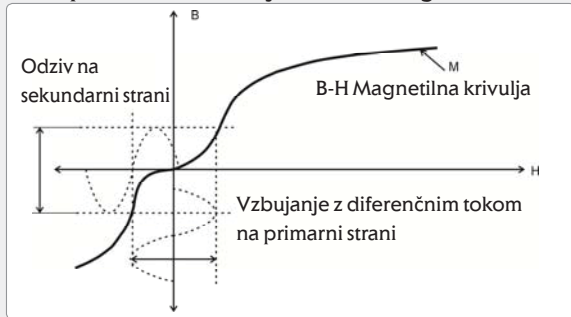
AC A B, B+

	Priključitev	Omrežni tok	Diferenčni tok			
1	Enofazni sistem L N PE			✓	✓	✓
2	Nadzor faznega kota L N PE			✓	✓	✓
3	Rafalno krmiljenje L N PE			✓	✓	✓
4	Polvalni usmernik L N PE				✓	✓
5	Dvo-pulzno mostično vezje L N PE				✓	✓
6	Dvo-pulzno mostično vezje, polvalno krmiljenje L N PE				✓	✓
7	Dvo-pulzno mostično vezje med fazama L1 L2 N PE				✓	✓
8	Polvalno usmerjanje z glajenjem L N PE					✓
9	Trofazni sistem - vezava zvezda L1 L2 L3 N PE					✓
10	Šest-pulzno mostično vezje med fazami L1 L2 L3 N PE					✓

AC-tip

Zaščitna stikala na diferenčni tok, ki so občutljiva samo na sinusne oblike toka, so v bistvu najenostavnejša.

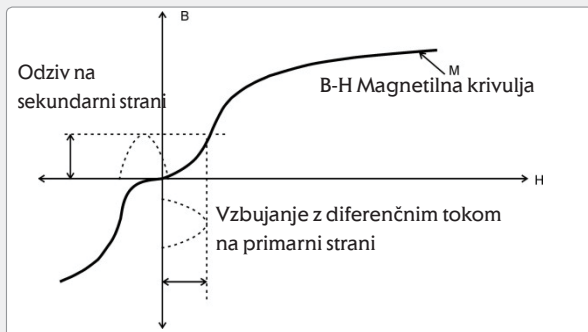
Princip režima delovanja diferenčnega transformatorja:



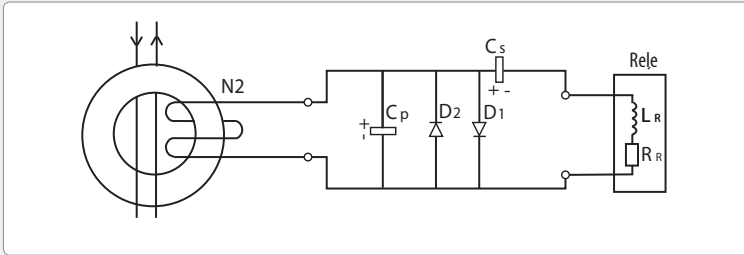
Zgoraj je prikazana B-H magnetilna krivulja diferenčnega transformatorja. Magnetna poljska jakost je odvisna od vzbujanja z diferenčnim tokom, v jedru transformatorja se pojavi magnetni pretok B, v skladu s potekom B-H krivulje. Zaradi dovolj velikega magnetnega pretoka B se inducira napetost na sekundarni strani in le-ta požene tok proženja v prožilnem releju.

A-tip

Režim delovanja v primeru diferenčnega toka, ki nastane kot posledica polvalno usmerjenega toka:



Vidimo, da je odziv na sekundarni strani dvakrat manjši, kar pomeni, da moramo ta signal na nek način povečati. To naredimo s posebnim vezjem v sekundarnem krogu diferenčnega transformatorja, kar je prikazano na naslednji strani.



Krog je z ustreznim vezjem uglasen na takšno frekvenco, da dobimo maksimalni režim delovanja in najboljši izkoristek izhodnega signala na sekundarni strani in s tem optimalno delovanje prožilnega releja pri nazivni frekvenci. V splošnem lahko rečemo, da A tip RCCB stikala odlično deluje pri sinusnih in polvalno usmerjenih pulzirajočih diferenčnih tokovih pri frekvencah 50Hz in še tja nekje do tretje harmonske frekvence, medtem ko pri višjih frekvencah do 1kHz in več občutljivost A-tip zaščitnih stikal pada.

Naj še enkrat poudarimo, da je to delovanje zaščitnih stikal AC- in A-tipa imenovano kot »napetostno neodvisno«, torej za svoje delovanje ne potrebuje napajalne napetosti. Če to povemo še bolj enostavno, v primeru prekinitve nevtralnega vodnika stikalo še vedno deluje pravilno in v skladu z vsemi svojimi predpisanimi tehničnimi lastnostmi. To je še posebej pomembno pri zagotavljanju zaščitnega ukrepa pred posrednim dotikom, ali kot bi lahko enostavno rekli, pri zagotavljanju »glavnega« zaščitnega ukrepa.

V povezavi z mednarodnimi produktnimi standardi za RCCB-je oz. za zaščitna stikala na diferenčni tok je situacija naslednja :

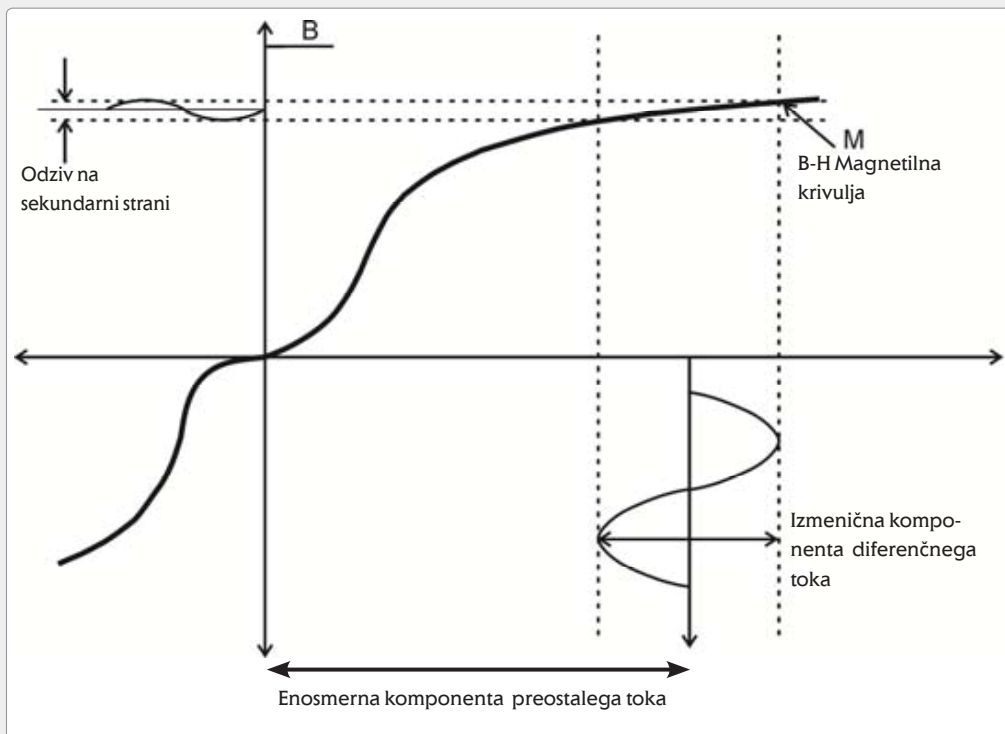
- ✦ IEC 61008, upoštevana A- in AC-tip, poleg napetostno neodvisnih stikal so predvidene tudi napetostno odvisne izvedbe,
- ✦ EN 61008, enako kot IEC sta predvideni AC- in A-tip, napetostno odvisna stikala niso predvidena.

Dejanska situacija na trgu kaže, da se praktično vsa RCCB stikala tako znotraj Evropske unije kot tudi drugje po svetu napetostno neodvisna, torej, da se v teh stikalih ne uporablja aktivnih elektronskih vezij, ki potrebujejo za svoje delovanje napajalno napetost.

B-tip

B- oz B+-tip delujeta tudi v primeru pojava čiste enosmerne komponente diferenčnega toka. To se lahko pojavi predvsem v primeru klasičnih usmernikov raznovrstnih variant, druga možnost so razsmerniki, na primer v fotonapetostnih elektrarnah, nadalje v primeru frekvenčnih pretvornikov za regulacijo hitrosti vrtenja asinhronskih elektromotorjev, pa še bi lahko naštevali. Skratka, že v gospodinjstvih aparatih dandanes obstajajo elektronska krmilja, ki lahko poleg pulzirajočih enosmernih tokov v primeru napake povzročijo čisto gladko enosmerno komponento električnega toka. Ta pojav je še bolj pogost v zadnjem času v primeru malih fotonapetostnih elektrarn na strehah družinskih hiš, kjer se čedalje pogosteje uporablja PV tehnologija za lastno rabo. Razsmerniki v PV sistemih so običajno brez ločilnih transformatorjev in je v primeru napake v samem elektronskem vezju pojav enosmerne komponente toka še kako možen.

Kaj se zgodi v klasičnem AC- ali A-tipu zaščitnega stikala na diferenčni tok v primeru pojava enosmerne toka:



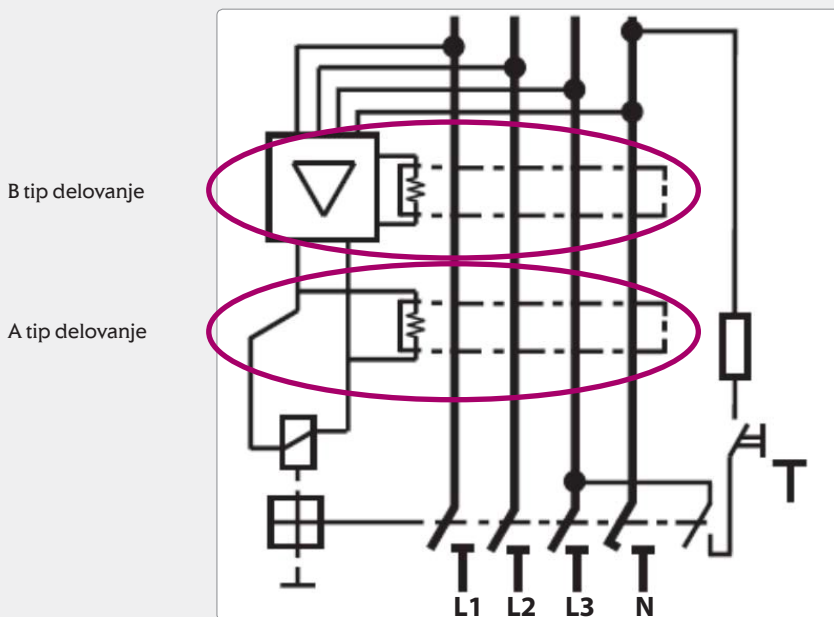
Povsem jasno je, da diferenčni transformator sploh ne zaznava čistega enosmernega toka, torej AC- ali A-tip zaščitnega stikala ni občutljiv na čisti enosmerni diferenčni tok. Še večji problem kaže slika na prejšnji strani, kjer so prikazane razmere v primeru pojava izmeničnega diferenčnega toka, ki je superponiran na čisti gladki enosmerni komponenti toka. V takšnem primeru gre jedro diferenčnega transformatorja v nasičenje in kljub primerni velikosti izmenične komponente diferenčnega toka je odziv na sekundarni strani odločno premajhen, da bi povzročil proženje prožilnega releja. Torej v primeru nasičenja jedra zaradi enosmernega toka stikalo ne deluje v izmeničnem režimu in v takšnem primeru uporabimo izraz, da je stikalo »zaslepljeno«.

Problem »zaslepljenosti« AC- in A-tipa stikal je sicer deloma že prepoznan v veljavnem standardu 61008, in sicer tako, da je predviden preskus z enosmernim tokom 6mA, pri katerem mora stikalo še vedno pravilno delovati. Seveda pa takšen preskus ne rešuje težave pri višjih vrednostih enosmernih tokov.

Prava rešitev za to težavo je uporaba zaščitnih stikal na diferenčni tok B-tipa. Dodatno moramo poudariti, da je pri B-tipu poleg občutljivosti na enosmerni tok zagotovljena tudi občutljivost na višje frekvence, do 1 kHz in več.

Na prvi pogled se B-tip stikala v ničemer ne razlikuje od AC- ali A-tipa, vendar pogled v notranjost izdelka pokaže bistvo tehnične razlike med A- in B-tipom. Osnovna ideja je v dejstvu, da mora B-tip najprej izpolnjevati vse lastnosti A-tipa po 61008. Zaradi tega osnovna konstrukcija izhaja iz A-tipa. Le-temu pa je dodan še en tokovni transformator in kompleksno elektronsko vezje, ki zagotavlja občutljivost na enosmerni diferenčni tok.

Shematski prikaz vezave znotraj zaščitnega stikala:



Kot rečeno, je delovanje v A-tip režimu izvedeno kot pri klasičnem A-tipu stikala in je poleg ostalih tehničnih lastnosti po standardu 61008 napetostno neodvisno. Delovanje v B-tip režimu, torej pri enosmernih diferenčnih tokovih in pri višjih frekvencah do 1 kHz, je zagotovljeno z dodatnim tokovnim transformatorjem, kot prikazuje slika 12. Vidne so tudi povezave med elektronskim vezjem B-tipa in posameznimi faznimi vodniki. Te povezave služijo za napajanje elektronskega vezja. Tržno sprejemljive so variante, ki zagotavljajo delovanje pri minimalni fazni napetosti 50V. V splošnem velja, da mora v primeru popolnega izpada napetosti RCCB stikalo B-tipa še vedno delovati kot A-tip stikala.

Standardi:

- ✓ IEC / EN 61008-1 osnovni standard za RCCB AC-tip in A-tip
- ✓ IEC / EN 62423 dodatne zahteve za B-tip (do 1 kHz)

B+-tip   

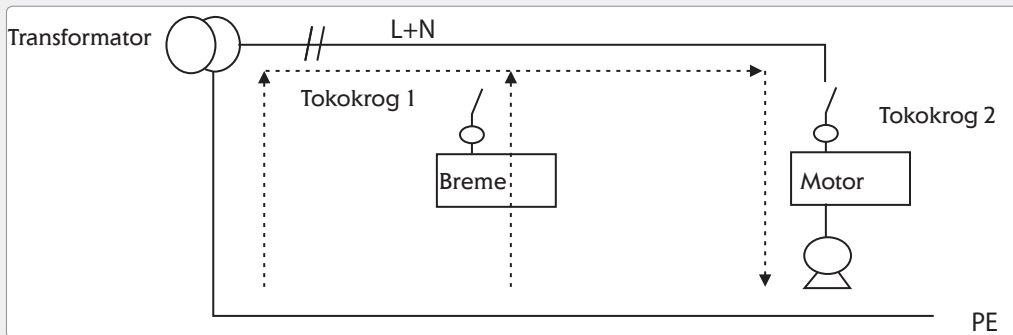
Tako kot pri B-tipu stikala tudi pri B+-tipu stikala delovanje v A-tipu režima izvedeno kot pri klasičnem A-tipu stikala zaradi česar povsem ustreza standardu 61008. Za razliko od klasičnega B-tipa pa deluje B+-tip do frekvenc 20kHz, pri čemer mora biti prag proženja vedno nižji od 420 mA.

Standardi:

- ✓ IEC/EN 61008-1 osnovni standard za RCCB AC-tip in A-tip,
- ✓ IEC / EN 62423 dodatne zahteve za B-tip (do 1 kHz),
- ✓ VDE 0664-400 dodatne zahteve po nemškem standardu za B+-tip (do 20kHz).

Delovanje zaščitnih stikal na diferenčni tok pri visokih frekvencah

Pojav visokofrekvenčnih diferenčnih tokov se širi s povečevanjem uporabe močnostne elektronike in frekvenčnih pretvornikov za motorske pogone. Ugotovljeno je, da lahko pri pojavu visokofrekvenčnih diferenčnih tokov pride do t.i. »zaslepitve« ali pa do neželenega proženja.



Zgoraj je enostaven primer dveh tokokrogov. V tokokrogu 1 je vključen porabnik, ki ne povzroča visokofrekvenčnih motenj, v tokokrogu 2 z motorskim pogonom pa je vključen frekvenčni konverter, ki povzroča visokofrekvenčne motnje. Zaradi kapacitivnosti med porabniki, kabli in vodnikom PE prihaja do visokofrekvenčnih tokov, ki tečejo skozi vodnik PE in se superponirajo s tokom napajanja.

Pojavita se lahko dva problema:

- ✘ V tokokrogu 1 se lahko pojavi tok, ki ima superponirane komponente, katerih nivo, oblika in frekvenca nista definirani. Ob napaki lahko takšen tok povzroči t.i. »zaslepitev« RCCB-ja, ali pa na drugi strani povzroči neželeno proženje.
- ✘ V tokokrogu 2 pa se v normalni situaciji (brez napake) pojavi stalen tok skozi vodnik PE, katerega frekvenca, oblika in nivo niso znani oz. definirani. Ob napaki, najsi bo na elektromotorju, konverterju ali filtru, pa se pojavi tok napake, ki ima lahko bistveno višjo frekvenco. RCCB, ki je vgrajen v ta tokokrog, mora zagotavljati zaščito tudi pri frekvencah, ki so različne od 50/60Hz.
- ✘ V tokokrogu 2 se lahko pojavi AC diferenčni tok visokih frekvenc ali pa čisti DC diferenčni tok, kot je to prikazano v tabeli na strani 7.

V primeru, da se pričakujejo visokofrekvenčni diferenčni tokovi, je zaradi zgoraj opisanih možnih problemov obvezna uporaba B- oz. B+-tipa stikala na diferenčni tok.

Tipi zaščitnih stikal na diferenčni tok glede na čas proženja

Glede na čase proženja ločimo 3 vrste stikal na diferenčni tok, in sicer:

- ✗ nezakasjen tip,
- ✗ kratkotrajno zakasjen tip,
- ✗ selektivni tip.

V spodnji tabeli so prikazane razlike v času proženja med posameznimi tipi aparatov.

Odklopni tok	Tip RCCB	Odklopni čas t_a
$I_{\Delta n}$	Nezakasjen	$t_a \leq 300\text{ms}$
	Kratkotrajno zakasjen - K	$10\text{ms} \leq t_a \leq 300\text{ms}$
	Selektivni - S	$130\text{ms} \leq t_a \leq 500\text{ms}$
$2 \times I_{\Delta n}$	Nezakasjen	$t_a \leq 150\text{ms}$
	Kratkotrajno zakasjen - K	$10\text{ms} \leq t_a \leq 150\text{ms}$
	Selektivni - S	$60\text{ms} \leq t_a \leq 200\text{ms}$
$5 \times I_{\Delta n}$	Nezakasjen	$t_a \leq 40\text{ms}$
	Kratkotrajno zakasjen - K	$10\text{ms} \leq t_a \leq 40\text{ms}$
	Selektivni - S	$50\text{ms} \leq t_a \leq 150\text{ms}$

Nezakasjen tip

Ta tip v nekaterih državah poimenujejo tudi kot splošni tip (general type). Že samo ime pove, da ta aparat proži sočasno s pojavom diferenčnega toka. Zaradi tega se lahko pojavi neželeno proženje aparata ob pojavu strele, ob prehodnem pojavu stikalnega manevra, ob zagonskem toku...

Ta tip povsem ustreza standardoma IEC 61008-1 ter EN 61008-1.

Kratkotrajno zakasjen tip – K-tip

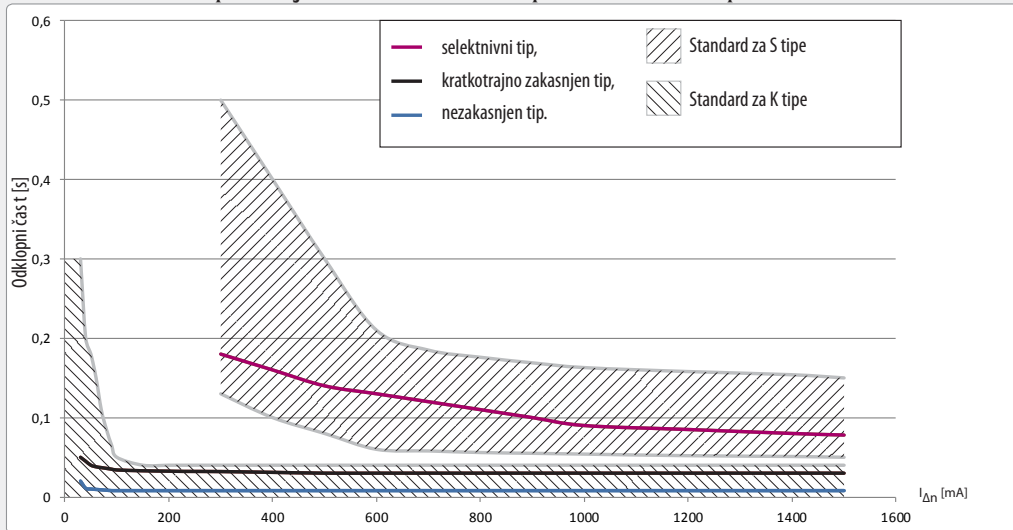
Če se želimo izogniti neželenim izklopom pri pojavu diferenčnega toka, se uporabi kratkotrajno zakasjeni tip stikala oz. K-tip stikala, ki ga ponekod imenujejo tudi visoko imunsko stikalo. Ker v standardu 61008-1 ni posebej opisanega K-tipa, to stikalo po izklopnih časih spada med nezakasjeni tip glede na omenjeni standard.

Selektivni tip – S-tip

Za doseganje selektivnosti izklopa v primeru zaporedno vezanih stikal na diferenčni tok je potrebno na začetku instalacije vgraditi S-tip stikala na diferenčni tok, ki ima predpisano zakasnitev proženja v tolikšni meri, da pred njim izklopijo vsa nezakasjena stikala na diferenčni tok.

Selektivna stikala na diferenčni tok so tudi bolj odporna na tokovne sunke (8/20), pri čemer ta vrednost po standardu 61008 ne sme biti nižja od 3kA.

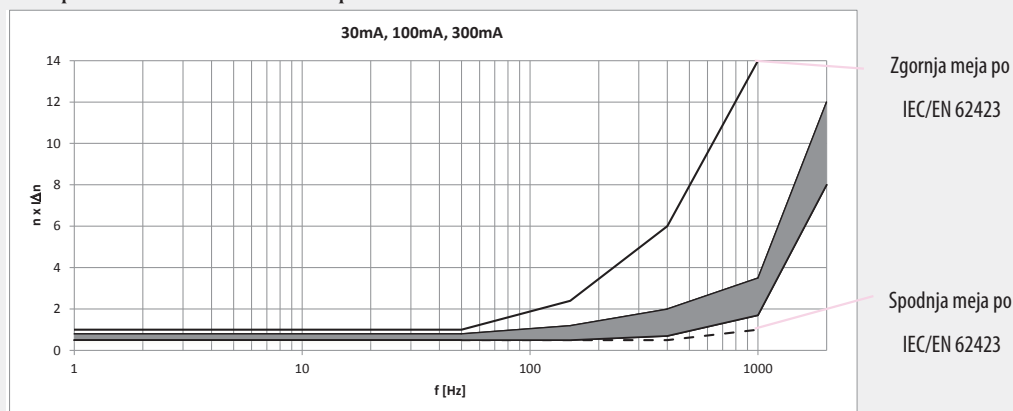
Časovna odvisnost proženja od velikosti toka napake za različne tipe stikal na diferenčni tok:



Izklopna karakteristika B- in B+-tipa

Pri definiranju izklopne karakteristike se B- in B+-tip razlikujeta, ker je izklopna karakteristika pri B-tipu definirana kot mnogokratnik nazivnega diferenčnega toka v odvisnosti od frekvence, pri B+-tipu pa je določen maksimalni diferenčni tok pri različnih frekvencah in je neodvisen od nazivnega diferenčnega toka aparata. Maksimalna frekvenca za B-tip, kjer so še določene izklopne vrednosti diferenčnega toka, je 1 kHz.

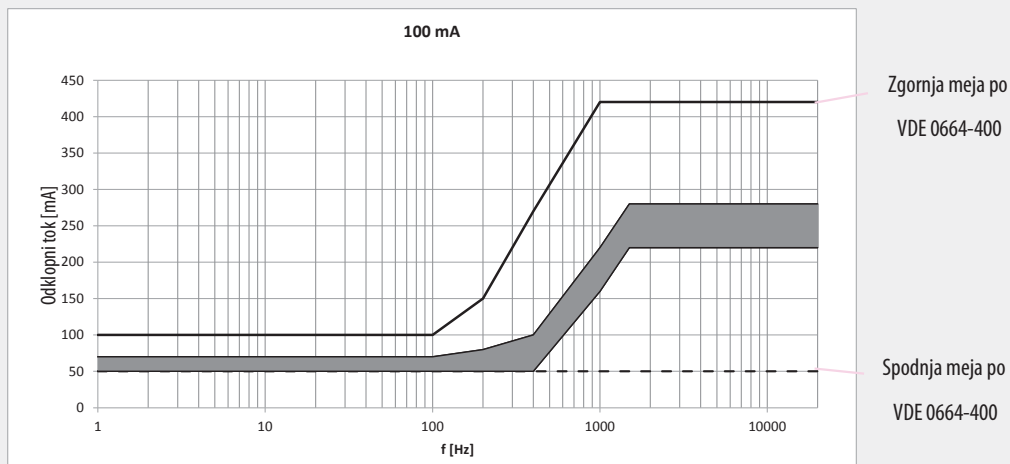
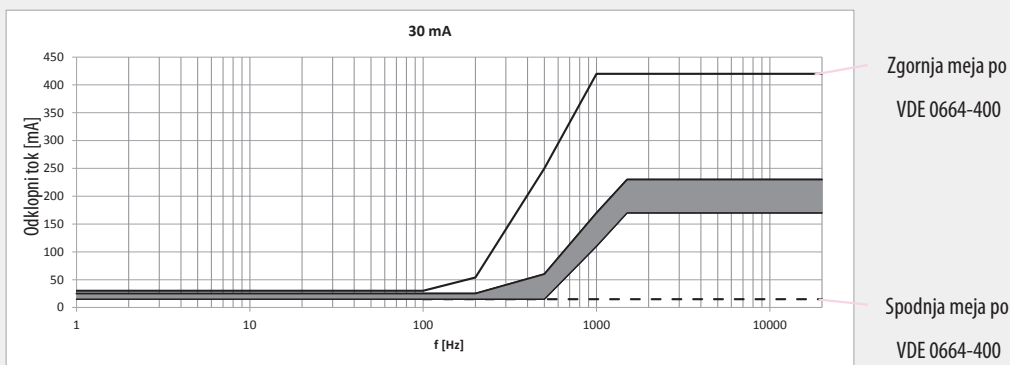
Izklopna karakteristika za B-tip:

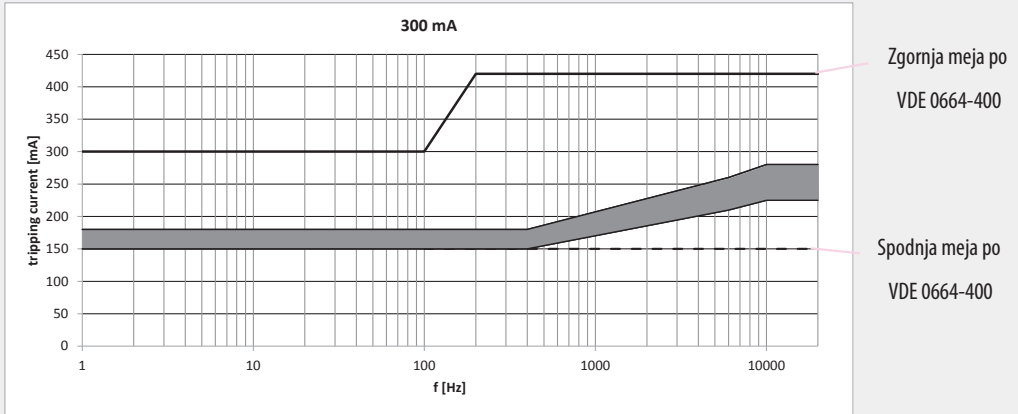


Po standardu IEC/EN 62423 je določeno področje izklopa pri frekvenci 50Hz med 0,5-kratnikom in 1-kratnikom nazivnega diferenčnega toka. Pri frekvenci 1kHz pa je področje izklopa omejeno med 1-kratnikom in 14-kratnikom nazivnega diferenčnega toka. Kot lahko vidimo naš B-tip dosega izklopni diferenčni tok pod 14-kratnikom nazivnega diferenčnega toka tudi pri frekvenci 2kHz, kar prikazuje osenčeno področje v grafu.

B+-tip pa je narejen po standardu VDE 0664-400. Tu je predpisano, da mora biti pri katerikoli frekvenci izklopna vrednost diferenčnega toka višja od 0,5-kratnika nazivnega toka, zgornja meja izklopa pa je omejena na 420mA.

Odvisnost velikosti diferenčnega toka izklopa od frekvence toka napake:



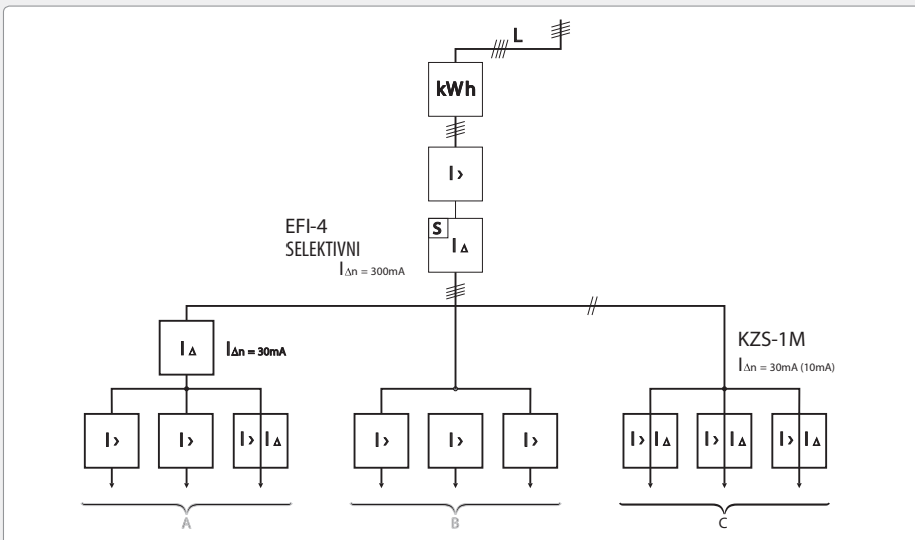


5.) Primeri uporabe RCCB stikala

Uporaba RCCB stikala v inštalacijah

Klasična inštalacija v stanovanjskih in podobnih pogojih upošteva vgradnjo samo enega zaščitnega stikala RCCB, in to takoj za glavnimi varovalkami. Ta RCCB zagotavlja v tem primeru le glavni zaščitni ukrep. Problem takšne inštalacije je, da ob napaki oz. pojavu toka napake na eni od vej inštalacije pomeni izklop celotne inštalacije. To pa je s stališča modernega življenja in zahtev po razpoložljivosti električne energije nedopustno.

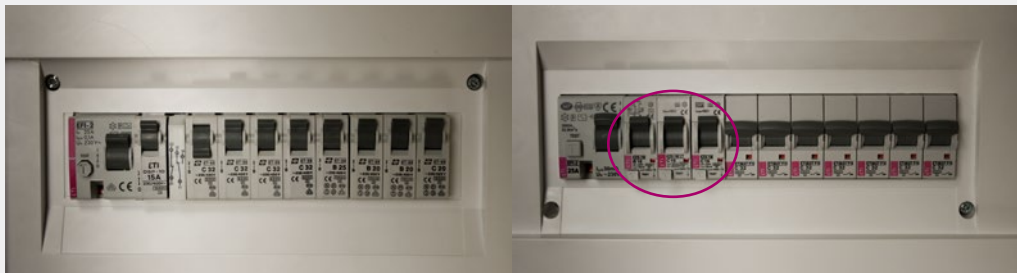
Danes moderna inštalacija zahteva uporabo več različnih naprav na diferenčni tok, kot je to prikazano spodaj. Porabniki v inštalaciji so razdeljeni v več skupin.



skupina A: porabniki, ki zahtevajo visoko stopnjo zaščite (30mA): kuhinja, dnevne sobe..., skupina B: porabniki, kjer je možnost dotika delov pod napetostjo manjša: razsvetljava, skupina C: porabniki, ki zahtevajo visoko stopnjo zaščite in razpoložljivost električne energije: otroške sobe, kopalnice, domače delavnice... V tem primeru se v vsaki veji predvideva dodatna zaščita 30mA ali celo 10mA.

Kot lahko vidimo, je optimalna izbira, da za glavno diferenčno stikalo izberemo selektivni tip RCCB-ja, vse posamezne veje pa ščitimo bodisi z RCCB-jem oz RCBO-jem.

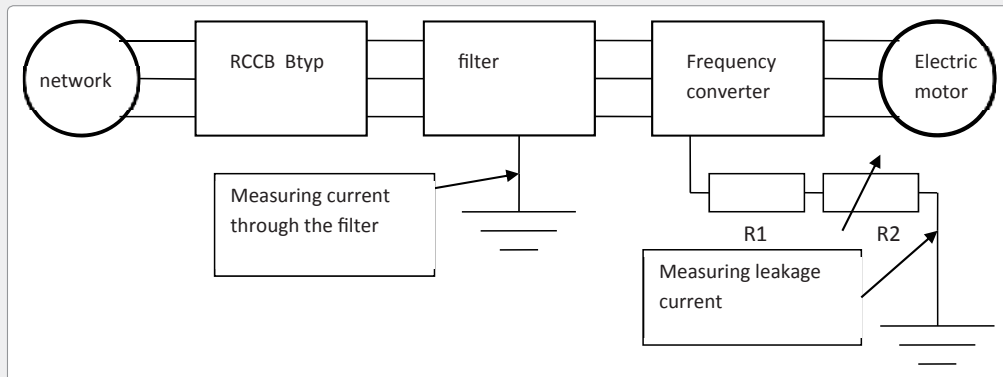
Klasičen primer renovacije stare razdelilne omarice:



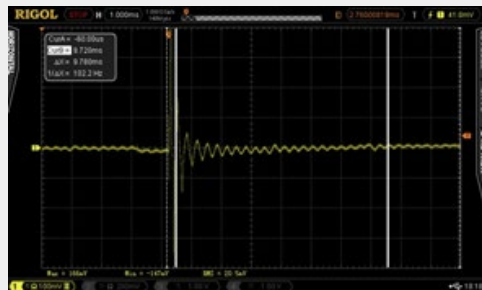
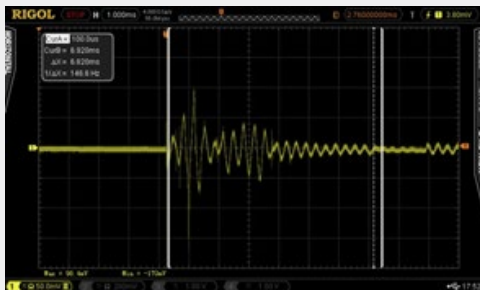
Na levi strani je prikazana star stanovanjski razdelilnik, v katerem se nahaja klasični RCCB s trenutnim proženjem ter 8 inštalacijskih odklopnikov MCB-jev. Na desni strani pa je prikazan nov tip stanovanjskega razdelilnika, ki pa ima poleg selektivnega RCCB-ja vgrajeno še dodatno zaščito, saj so vgrajeni 3x ZS-1M, ki nudijo dodatno zaščito. Z uporabo teh stikal smo pridobili dodatno zaščito v istih dimenzijah razdelilne omarice.

Primer uporabe RCCB B tipa

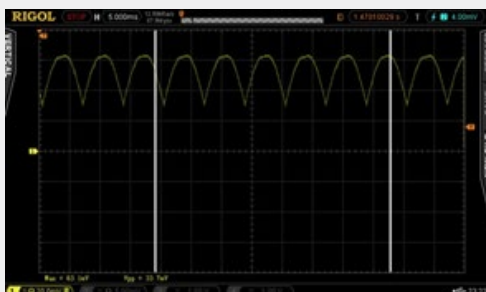
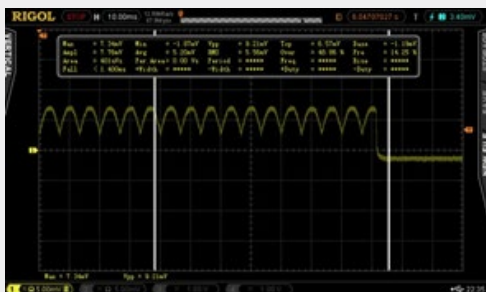
V tem delu bomo prikazali uporabo B-tipa stikala na diferenčni tok v vezavi s frekvenčnim pretvornikom in asinhronskim motorjem. Slika 20 prikazuje shemo vezave, s katero je bilo izvedeno nekaj meritev možnega pojava odvodnih tokov in preostalih tokov z enosmerno komponento.



Prvi sklop meritev je bil izveden z namenom izmeriti dejansko obliko in vrednost toka ozemljenega filtra pri vklopu celotne vezave. Ob vklopu lahko pride zaradi polnjenja kondenzatorjev v filtru do »zagonnega« toka (oz. odvodnega toka), ki bi lahko povzročil neželene izklopa RCCB stikala B-tip. Prva slika prikazuje dejansko izmerjen odvodni tok v trenutku vklopa. Izvedeni sta bili dve meritvi z različnima filtroma.



Drugi sklop meritev je bil izveden na podlagi simulacije napake na frekvenčnem pretvorniku. Iz njegovega DC-linka smo izvedli povezavo na ozemljitev preko spreminjajočih uporov in na ta način nastavili tok napake. Merili smo obliko in vrednost toka, ki je prikazana na spodnji sliki. Zelo jasno se vidi enosmerna komponenta, ki ji je superponiran izmenični del. To pa je ravno tisti preostali tok, na katerega lahko reagira samo B-tip RCCB-ja.



Takšne in podobne rezultati bomo dobili, če bomo obravnavali ostala tipična področja uporabe B-tipa. To so poleg frekvenčnih pretvornikov še: fotonapetostni sistemi, polnilci električnih vozil, skratka vsi sistemi, ki vsebujejo pretvarjanje izmenične napetosti v enosmerno in nazaj.

ETI koncern



www.etigroup.eu

MATIČNO PODJETJE

ETI d.d.
Obrezija 5, 1411 Izlake, Slovenija
Tel: +386 3 5657 570
E-mail: eti@eti.si
<http://www.etigroup.eu>
<http://www.eti.si>

POVEZANE DRUŽBE

ITALWEBER S.p.A.
Via Risorgimento 84, 20017 Rho, Milano, Italy
Tel: +39 02 939 771
E-mail: info@italweber.it
<http://www.italweber.it>

ČERINSKA PODJETJA

ETI Proplast d.o.o.
Obrezija 5, 1411 Izlake, Slovenija
Tel: +386 3 56 57 590
E-mail: eti@proplast@eti.si
<http://www.etiproplast.si>

ETI DE GmbH
Dorfwiesenweg 13, 63828 Kleinkahl, Nemčija
Tel: +49 6024 6397-0
E-mail: contact@eti-de.de
<http://www.eti-de.de>

ETI POLAM Sp. z o.o.
Ul. Jana Pawla II 18, 06100 Pułusk, Poljska
Tel: +48 23 691 93 00
E-mail: etipolam@etipolam.com.pl
<http://www.etipolam.com.pl>

ETI SARA JEVO d.o.o.
Hifi Bjeleeva 13, 71 000 Sarajevo, BiH
Tel: +387 33 77 52 50
E-mail: etisa@bih.net.ba
<http://www.eti.ba>

ETI ELB s.r.o.
Potočná 42, 90084 Báhoň, Slovaška
Tel: +421-33645 52 92
E-mail: etielb@etielb.sk
<http://www.etielb.sk>

ETI UKRAINE, LTD
Ul. Akademika Tupoleva 19a, of. 216,
04128 Kiev, Ukrajina
Tel: +380 44 494 21 80
E-mail: office@eti.ua
<http://www.eti.ua>

ETIBALTUS, UAB
Tilzes 41a, 47187 Kaunas, Litva
Tel: +370 37 261 582
E-mail: info@etibaltus.lt
<http://www.etibaltus.lt>

ETI B
Zvečanska 56/17, 11000 Beograd, Srbija
Phone: +381 11 3691 092
E-mail: miodrag.stojkovic@etib.rs
<http://www.etib.rs>

ETI HU Elektrotechnikai, Kft.
Rokolya utca 25, 1131 Budapest, Madžarska
Tel: +36 1 238 0784
E-mail: eti@eti-hu.hu
<http://www.eti-hu.hu>

ETI ROMANIA S.R.L.
Str. Doina, Nr. 17, Sector 5, Bucharest, Romunija
Tel: +40 (0)21 317 1743
E-mail: eti.electrice@gmail.com
<http://www.etigroup.ro>

ETI Elektroelement d.o.o.
For technical engineering and store
of electrotechnical products
Ulica grada Vukovara 235/V, 10000 Zagreb, Hrvaska
<http://www.eti.si/hr>

ETI Russia
Rublevskoe shose 36/2, Of. 321,
121609 Moscow, Russia
Tel: +7 (4)95 415 42 29
E-mail: info.eti@col.ru
<http://www.etimoskva.ru>

ETI Prostik d.o.o.
Production, sales, designing and consulting
Gabrsko 12, 1410 Trbovlje, Slovenia
Tel: +386 3 5657 570
E-mail: eti@prostik@eti.si
<http://www.etigroup.eu>

ETI Elektroelement CZ s.r.o.
P3 Logistics Parks, Budova F
Paceřická 2773/1
19300 Praha - Horní Počernice, Czech Republic
Tel: 00420 777 950 203
E-mail: jan.tichy@etielektroelement.cz