



# VRSTE RCD SKLOPKI

## (4. dio)

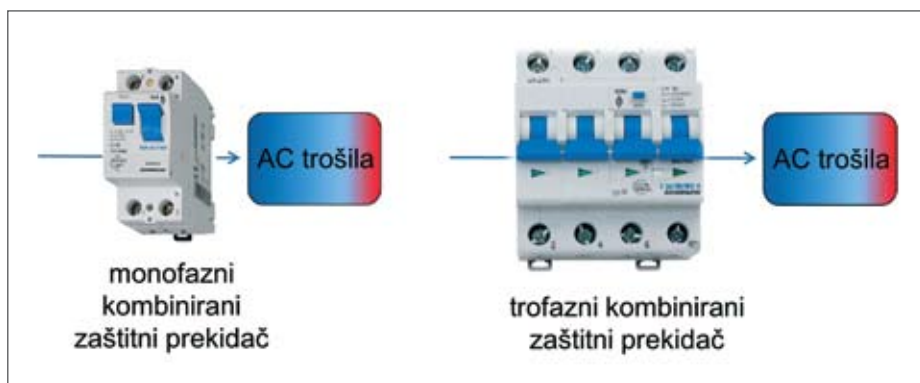
**P**ri osmišljavanju fotonaponskog sustava za napajanje brodskih trošila u prethodna 3 nastavka smo promišljali o zaštitnim uređajima izmjenične električne instalacije na brodu i dotaknuli osnovne principe djelovanja. Naučili smo da nas u korektno izvedenom obalnom priključku očekuje i zaštitni prekidač i RCD sklopka. Upoznali smo se da je moguća integrirana izvedba zaštitnog prekidača i RCD sklopke u jednom kućištu. Tada takav uređaj nazivamo kombinirani zaštitni prekidač.

Posebno smo ukazali na situacije koje mogu nastati, a da RCD sklopka na plovilu može zadržati svoje zaštitno djelovanje. Ako je kod primjene RCD sklopke s autonomnim izmjenjivačem na plovilu slika još slična kućnim instalacijama, pri korištenju bidirekcijskih pretvarača postoje dvije situacije bitne za djelovanje RCD sklopke, a koje smo obje razmotrili.

U posljednjem nastavku smo komentirali izvedbe instalacije plovila vezane na zaštitu od djelovanja električne struje, a pri korištenju galvanskog

***RCD sklopke se mogu koristiti samo u sustavima gdje su nul vodič i zaštitni vodič odvojeni vodiči. Važno je ponoviti da RCD sklopka ne može detektirati struju kratkog spoja u trošilu. Za to pak služe već opisani zaštitni prekidači. RCD sklopka reagira samo kada struja „bježi“ kamo ne bi trebala!***

Tekst i foto: **Josip Zdenković, SCHRACKTECHNIK d.o.o.**

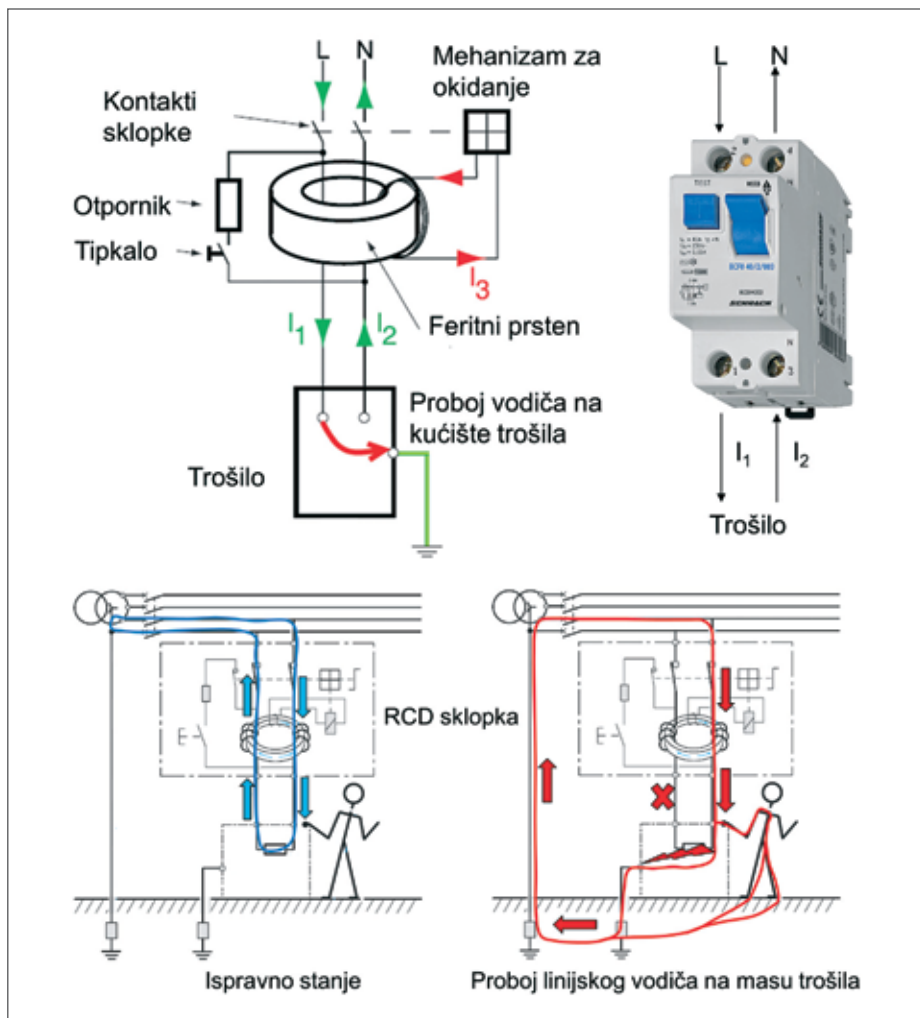


Slika 1. RCD sklopka ili kombinirani zaštitni prekidač kao neizostavni dio elektroinstalacije plovila

izolatora i izolacijskog transformatora za sprečavanje galvanske korozije. Ako smo se složili da je RCD sklopka, odnosno kombinirani zaštitni prekidač (slika 1), neizostavan dio instalacije na plovilu, ostaje nam odgovoriti kako se snaći u „šumi“ postojećih tipova. Zato moramo upoznati specifičnosti po kojima se RCD sklopke razlikuju.

Ponovit ćemo princip djelovanja RCD sklopke, slika 2. Temelji se na prvom Kirchofovom zakonu koji kaže da je suma struja koje ulaze u čvorište jednaka sumi struja koje izlaze iz čvorišta.

Pojednostavljeno: RCD sklopka mjeri struju koja preko faznog vodiča ulazi u nju i struju koja preko nul vodiča izlazi iz nje. Ključna komponenta RCD



Slika 2. Princip djelovanja RCD sklopke



**SCHRACK STORE**

Tisuće artikala na raspolaganju spremnih za preuzimanje



**INTERNET TRGOVINA**

Mobilnost sa Live Phone aplikacijom

[www.schrack.hr](http://www.schrack.hr)

Get Ready. Get Schrack.

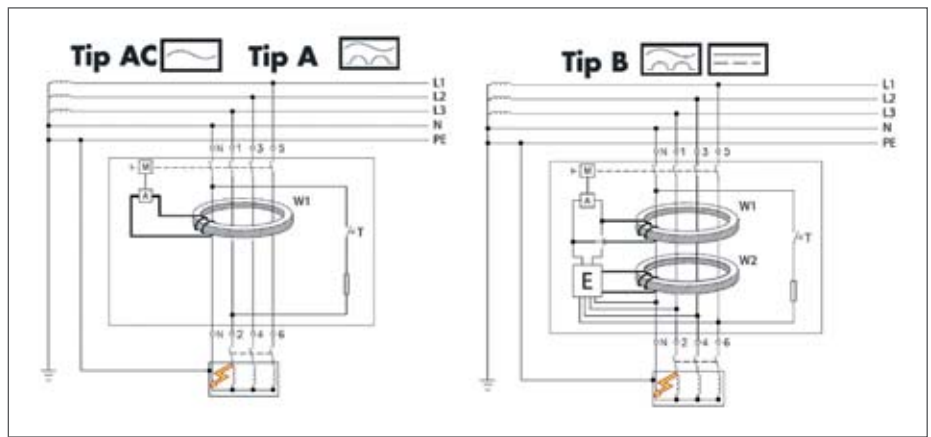


sklopke je feritni prsten (toroidni trafo). Kada na trošilu nema kvara suma struja koje prolaze kroz feritni prsten je jednaka nuli tako da se u namotajima na prstenu ne inducira struja. U slučaju kvara, kroz zaštitni vodič PE (uzemljenje) poteče struja kvara. Time je narušena ravnoteža, tj. suma struja koje prolaze kroz feritni prsten više nije jednaka nuli. U namotajima na feritnom prstenu inducira se struja koja teče kroz elektromagnet koji privuče kotvu i isključi prekidač. Radi testiranja RCD sklopke postavlja se ispitno tipkalo i otpornik. Kada pritisnemo tipkalo sklopka mora isključiti napajanje. RCD sklopke se mogu koristiti samo u sustavima gdje su nul vodič i zaštitni vodič odvojeni vodiči. Važno je ponoviti da RCD sklopka ne može detektirati struju kratkog spoja u trošilu. Za to pak služe već opisani zaštitni prekidači. RCD sklopka reagira samo kada struja „bježi“ kamo ne bi trebala! Kamo sve može i kako „bježati“ struja na plovilu pokazali smo u prethodnim nastavcima.

Najvažniji podaci RCD sklopke su: nazivna struja  $I_n$  i nazivna struja greške  $I_{\Delta n}$ .

Prema normama izvode se RCD sklopki sa slijedećim nazivnim strujama:  $I_n = 10-13-16-20-25-32-40-63-80-100-125$  A. Nazivna struja je ona struja koju RCD sklopka može trajno provoditi i za koju su joj predviđeni kontakti za procese uklopa i isklopa. Isto tako, propisane su i nazivne struje greške:  $I_{\Delta n} = 0,01 - 0,03 - 0,1 - 0,3$  A. U zgradarstvu se najčešće koriste i preferiraju RCD sklopke s 30 i 100 mA strujom greške. Na plovilima je logično koristiti RCD sklopku s 30 mA strujom greške jer je to struja utvrđena kao granična struja koja nije opasna za ljudski život (u zgradarstvu je koristimo za vlažne prostore – kupaone, bazeni itd. ..). Koja je logika onda postojanja RCD sklopke sa strujom greške 300 mA, kada je to već opasna - letalna struja za čovjeka? U zgrade se ne smiju ugrađivati RCD sklopke kod kojih je produkt struje kvara i mrežnog napona veći od 100W ( $0,3 \text{ A} \times 230 \text{ V} = 69 \text{ W}$ ), a kako bi se ograničila snaga pri događaju kvara koja je potencijalni uzrok zapaljenja i stvaranja požara. RCD sklopke nam tako služe i kao zaštita u sprječavanju od nastanka požara uzrokovanog električnom strujom. Istraživanja navode da struja uzrokuje 40% od ukupnog broja požara.

Normama je utvrđeno da RCD sklopka NE SMIJE „izbaciti“ dok se struja greške



Slika 3. RCD sklopke tipa AC, A i B

nalazi ispod 50% nazivne struje greške. Ako je struja greške iznad polovice nazivne struje greške tada RCD sklopka može otvoriti strujni krug! To konkretno znači da RCD sklopka s nazivnom strujom greške od 30mA uz stvarnu struju greške od 10mA još neće otvoriti strujni krug no curenje od 15-30 mA mora pouzdano i u predviđenom vremenu otvoriti strujni krug.

RCD sklopke se izvode kao monofazne (2 pola: faza i nula) i kao trofazne sklopke (4 pola: 3 faze i nula). U manjim plovilima za očekivati je da se projektira monofazno izmjenično napajanje, za složenija plovila sa složenijim i zahtjevnijim trošilima projektirat će se trofazno napajanje trošila.

#### PODJELA RCD SKLOPKI

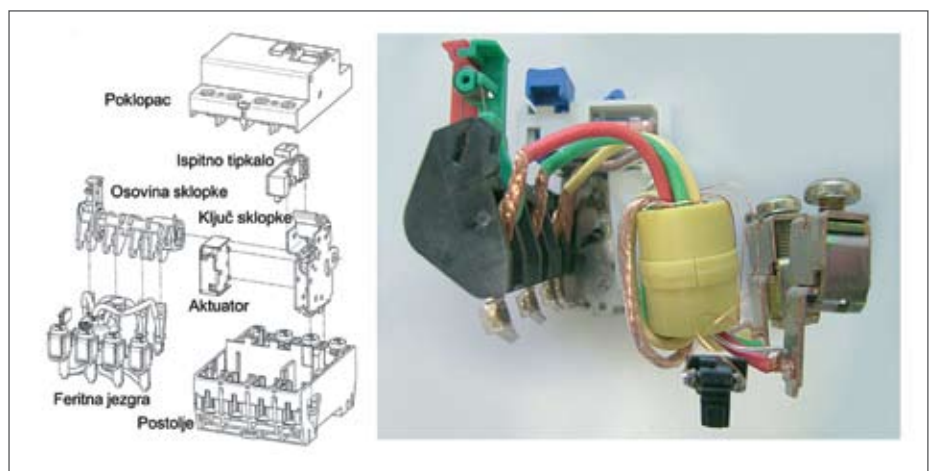
RCD sklopke dijelimo i prema tipu struje greške na koju mogu reagirati. Što to znači? Različita trošila mogu imati

različiti tip struje greške. Tako imamo sklopke tip AC, A i B.

RCD sklopka tipa AC reagira samo kod pojave struje kvara sinusnog oblika.

RCD sklopka tipa A osim na sinusni oblik struje kvara (isto kao i tip AC) reagira i na pojavu pulsirajućih istosmjernih struja kvara koje nastupaju iznenada ili polaganim rastom. Sklopka tipa A je osjetljivija pa je stoga i skuplja. Dobro je pročitati kakav tip RCD sklopke zahtijevaju trošila, npr. kod uputstava za moderne perilice rublja piše da treba koristiti RCD sklopke tip-A jer perilice imaju puno elektronike i uslijed kvara se može dogoditi da je struja kvara pulsirajuća i onda obična RCD sklopka tipa AC ne bi odreagirala. U Njemačkoj, Belgiji ili Švicarskoj se mora koristiti RCD sklopka isključivo A tipa!

RCD sklopka tipa B je osjetljiva na AC struje, na pulsirajuće DC struje i na DC struje kvara konstantne razine.



Slika 4. RCD sklopka iznutra

| RCD Tip   | Schema spoja   | Normalna struja u mreži | Struja pri kvaru |
|-----------|--|-------------------------|------------------|
| <b>A</b>  | Jednofazna<br>L<br>N<br>PE   |                         |                  |
| <b>B</b>  | Jednofazna nevalovita (glatka)<br>L<br>N<br>PE                                       |                         |                  |
| <b>B</b>  | Trofazna u zvijezdu<br>L <sub>1</sub><br>L <sub>2</sub><br>L <sub>3</sub><br>N<br>PE |                         |                  |
| <b>A</b>  | Mosna<br>L<br>N<br>PE  |                         |                  |
| <b>A</b>  | Mosna, polu-upravljana<br>L<br>N<br>PE   |                         |                  |
| <b>B</b>  | Mosna, međufazna<br>L <sub>1</sub><br>L <sub>2</sub><br>N<br>PE                      |                         |                  |
| <b>B</b>  | Mosna, trofazna<br>L <sub>1</sub><br>L <sub>2</sub><br>L <sub>3</sub><br>PE          |                         |                  |
| <b>AC</b> | Tiristorska<br>L<br>N<br>PE  |                         |                  |
| <b>AC</b> | Frekvencijski upravljana<br>L<br>N<br>PE   |                         |                  |

Slika 5. Tip RCD sklopke koja može prepoznati struju kvara za karakteristična trošila s poluvodičima

Rješenje okidanja RCD sklopke tipa B prilagođeno je svim mogućim oblicima struje kvara, no zato je ova sklopka i najskuplja. Sve ove navedene struje kvara mogu se pojaviti iznenada ili s nekim polaganim porastom, a RCD sklopka tipa B će odreagirati.

Ponovimo: RCD sklopka tip AC reagira samo na sinusne struje kvara dok tip A reagira na sinusne, ali i na pulsne istosmjerne struje. Razlika između sklopki tipa AC i A je samo u materijalu od kojeg je izrađena jezgra internog trafoa (feritni

materijali s različitim magnetskom histerezom).

RCD sklopke tipa AC i A su naponski neovisne sklopke. To znači da za mehanizam okidanja nije potrebno nikakvo posebno napajanje, slika 3 lijevo. Kod ovih RCD sklopki energija inducirane struje na sekundaru trafoa je dovoljna da pokrene mehanizam otvaranja sklopke.

RCD sklopke tip B su univerzalno osjetljive sklopke osjetljive na sve tipove struje greške (sinusne, pulsne DC i konstantne DC struje). Razlika u izvedbi



SCHRACK POSLOVNICE I  
PRODAJNO - SKLADIŠNI PROSTORI U:  
ZAGREBU - OSIJEKU - RIJECI - SPLITU.

VAŠ PARTNER U  
ELEKTROTEHNIKI

**SCHRACK**  
TECHNIK

www.schrack.hr

Get Ready. Get Schrack.

između tipa A i tipa B je u tome što tip B ima još jedan dodatni trafo. Dakle, jedan dio RCD sklopke tipa B je građen isto kao i tip A, plus to što tip B ima još jedan dodatni trafo W2 i elektroniku E – slika 3 desno. W1 trafo detektira AC i pulsne DC diferencijalne struje dok W2 detektira konstantne DC diferencijalne struje. Tip B je sastavljen od naponski nezavisnog mehanizma okidanja kao i sklopka tipa A, ali naponski zavisnog dijela jer se mora napojiti elektronika. Tip B ima i LED indicaciju koja nam javlja da li je elektronika u funkciji. Na slici 3 prikazani su i simboli kojima se označava tip RCD sklopke na njenom kućištu. Na slici 4 prikazana je RCD sklopka iznutra.

Na slici 5 prikazane su razne moguće struje kvara u zavisnosti od vrste trošila uz napomenu za tip RCD sklopke koja može reagirati na tu struju kvara. Dobro je ne podcijeniti današnju raznolikost trošila i lakomisleno uzeti najjeftiniju RCD sklopku tipa AC koja možda neće reagirati upravo onda kada je najpotrebnije! Gotovo da bi razmišljanje trebalo ići samo u smjeru izbora između A i B tipa RCD sklopke.

Prema vremenu reakcije RCD sklopke dijelimo na standardne, tip S i tip G:

Standardni – opći tip – bez kašnjenja isklapa,

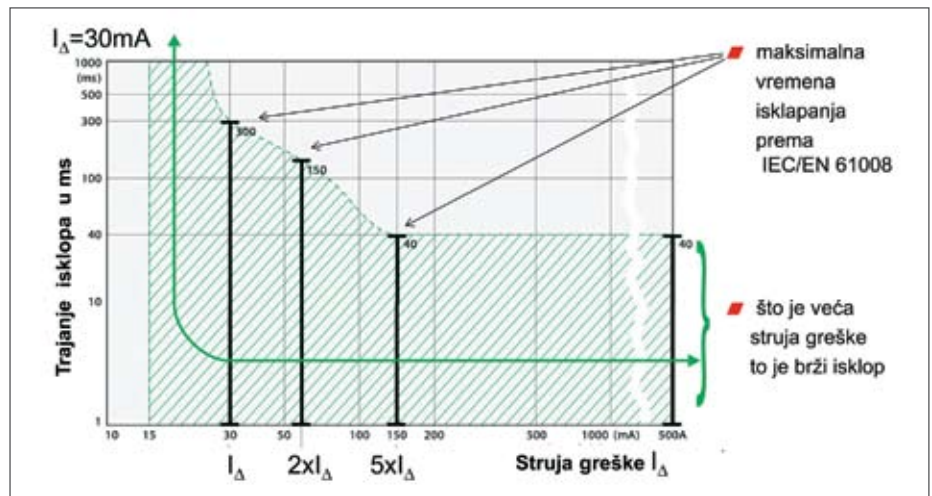
G tip – s kašnjenjem isklapa minimalno 10 ms,

S tip – selektivna RCD sklopka s povećanim kašnjenjima.

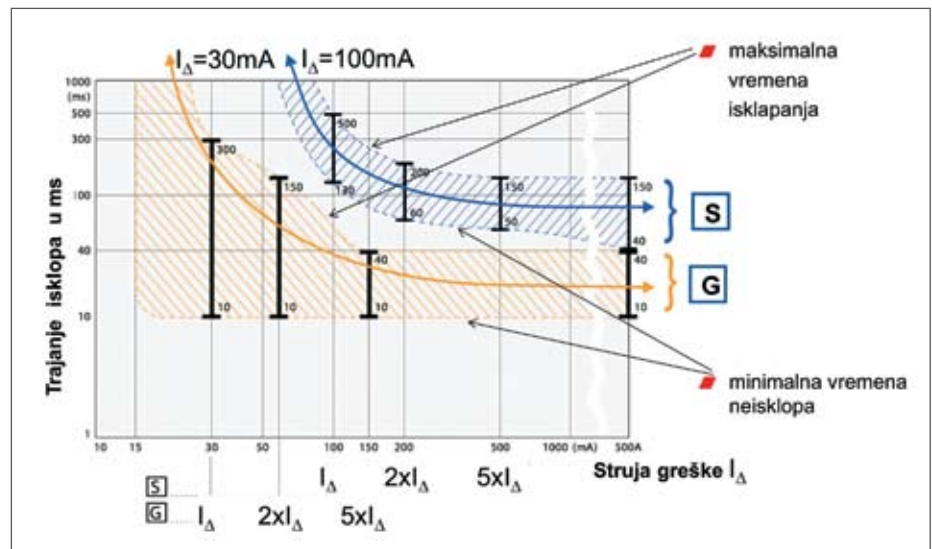
## ZAŠTO I KADA JE BITNO KAŠNJENJE DJELOVANJA?

U zgradarstvu pri atmosferskim pražnjenjima struja luka u uređajima prenaponske zaštite može dovesti do nepotrebne prorade standardne RCD sklopke. Trajanje struje luka u uređajima prenaponske zaštite je do 10 ms (jedna poluperioda mrežnog napona). RCD sklopka tipa G stoga ima kašnjenje isklapa od 10 ms. Ovo vremensko kašnjenje ničime ne ugrožava konačno maksimalno dozvoljeno vrijeme isklapanja RCD sklopke. Na plovilima je u tom smislu moguće primijeniti i G tip i standardni tip.

RCD sklopka tipa S u pravilu ima veća kašnjenja. U primjenama u zgradarstvu to je potrebno zbog principa selektivnosti. Želimo da „ispadne“ s napajanja samo kupaona, a ne i cijeli stan! Samo prva sklopka u nizu od izvora-mreže mora biti RCD sklopka tipa S, s kašnjenjem isklapa



Slika 6. Vrijeme isklapanja standardne RCD sklopke s  $I_{\Delta}=30\text{mA}$



Slika 7. Vremena prorade za tip G primjer s  $I_{\Delta}=30\text{mA}$ , tip S primjer s  $I_{\Delta}=100\text{mA}$

minimalno 40ms. Dodatno, nazivna struja greške  $I_{\Delta}$  prve RCD sklopke u nizu od izvora mora biti minimalno 3 x  $I_{\Delta}$  slijedne RCD sklopke. Dakle prvo postavljamo RCD sklopku tipa S sa 100 mA struje greške, a onda RCD sklopke 30 mA. Ako je riječ o jednostavnim plovilima onda nećemo o ovome razmišljati, ali ako je riječ o ozbiljnijim plovilima onda će nam primjena principa selektivnosti biti bitna.

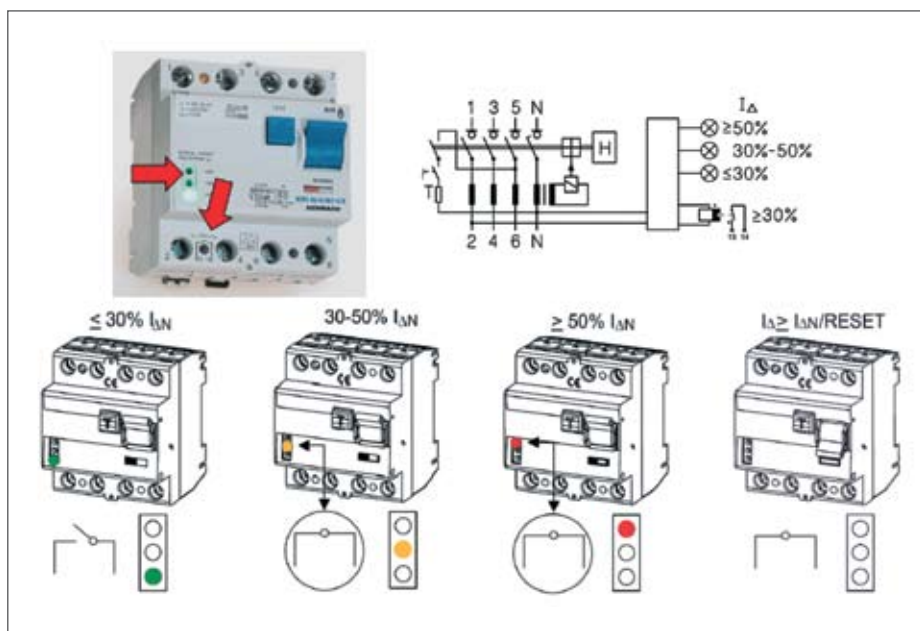
Pogledajmo nekoliko primjera koji će ovo pojasniti. Na slici 6 za uočiti je da su maksimalna vremena isklapanja definirana normom i da su to kraća što je stvarna struja greške veća u odnosu na nazivnu struju greške potrebnu za proradu. Tako se pri standardnoj izvedbi RCD sklopke s nazivnom strujom greške od 30 mA isklapanje uz nazivnu struju

greške od 30 mA događa do 300 ms, a pri dvostrukoj struji greške isklapanje se događa za maksimalno 150ms, odnosno pri peterostrukoju struji greške isklapanje se događa za maksimalno 40ms. Što je veća stvarna struja greške to se isklapanje događa brže.

Na slici 7. su prikazana dva primjera RCD sklopki, jedna tipa G i jedna tipa S. Uz maksimalno dozvoljena vremena isklapanja pojedine RCD sklopke, norma je definirala i minimalno vrijeme kada RCD sklopka još ne smije reagirati i uz prisutnu struju kvara. Tek ako struja kvara traje dulje od vremena zatega, tada sklopka mora odreagirati.

RCD sklopka se može obogatiti LED indicijom razine struje kvara i pomoćnim kontaktom. Ako je struja kvara manja od 30% nazivne struje





**Slika 8. RCD sklopka Priori – sklopka s indikacijom razine struje kvara i pomoćnim kontaktom za predojavu**

kvara, tada je indikacija zelena i pomoćni kontakt je otvoren. Ako je razina struje kvara od 30 do 50% tada je pomoćni kontakt zatvoren i tako dojavljuje mogući skoriji kvar, a LED indikacija je pri tome žuta. Ako je struja kvara preko 50%, tada je LED indikacija crvena, a pomoćni kontakt je zatvoren. Komercijalni naziv za ovu sklopku je PRIORI.

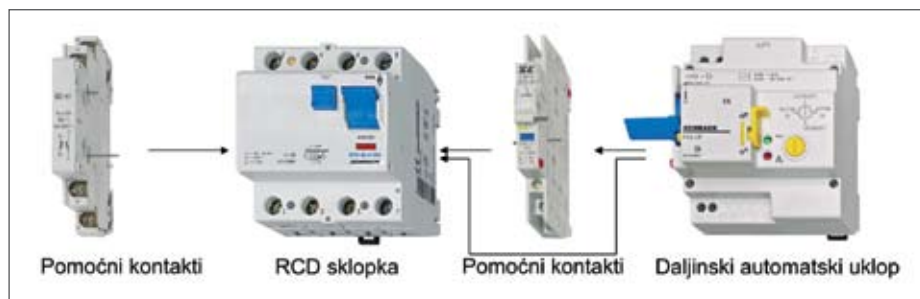
Ovisno o konkretnom tipu i izvedbi RCD sklopke moguće ju je dodatno opremiti i pomoćnim kontaktima za dojavu stanja glavnih kontakata, ali i uređajem za automatski daljinski uklop.

**ZAKLJUČAK**

U ovom nastavku smo zaokružili ono osnovno što je potrebno znati pri izboru RCD sklopki kada razmišljamo o njihovoj primjeni na plovilima. Spomenuli smo osnovne razlike tipova AC, A i B s osnova

mogućnosti detekcije struja kvara koje mogu nastati u modernim trošilima. Upoznali smo da postoji standardna izvedba bez kašnjenja u reakciji i dvije izvedbe s kašnjenjem u reakciji; S i G. U slijedećem nastavku objasnit ćemo već najavljivani uređaj za detekciju iskrenja u izmjeničnoj instalaciji. Iskrenje ne prepoznaje niti jedan do sada opisani zaštitni uređaj. A znamo kako se plovilo lagano zapali i koliko mu dugo treba da izgori.

Na ovih nekoliko stranica nismo rekli sve što smo željeli i nismo sigurni da smo to rekli za sve na dovoljno jasan i precizan način. Ne zaboravite da instalacije koriste ljudi i zato nakon vlastitog proučavanja uvijek potražite savjet ovlaštenog projektanta ili tvrtke koja se bavi instalacijama i za to ima osvjedočene, obučene i ovlaštene djelatnike.



**Slika 9. Osnovni pribor uz RCD sklopku**