

Ako je čovjek izložen izmjeničnom naponu većem od 50V uz frekvenciju napona od 50 Hz, onda se u smislu zaštite čovjeka, trajanje struje kroz čovjeka uz izmjenični napon od 230V, 50 Hz ne smije biti dulje do 170ms, a u izrazito lošim, vlažnim uvjetima, ne smije biti dulje od 50ms! RCD sklopke nam tako služe i kao zaštita čovjeka od udara električne struje, ali i u sprječavanju nastanka požara uzrokovanog električnom strujom. Zaštitni prekidač – popularni automatski osigurač- curenje struje ne može primijetiti

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

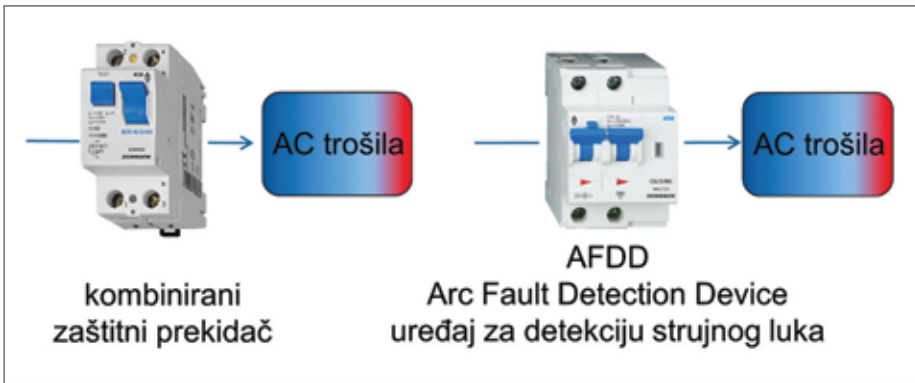


AFDD ZAŠTITNA SKLOPKA

Pri osmišljavanju fotonaponskog sustava za napajanje brodskih trošila u prethodna 4 nastavka smo upoznali zaštitne uređaje izmjenične električne instalacije na brodu i dotaknuli osnovne principe djelovanja. Naučili smo da nas u obalnom priključku očekuje i zaštitni prekidač i RCD sklopka ili

pak kombinirani zaštitni prekidač kao izvedba zaštitnog prekidača i RCD sklopke u jednom kućištu. Na plovilu kod primjene RCD sklopke s autonomnim izmjenjivačem situacija je slična kućnim instalacijama, dok pri korištenju bidirekcijskih pretvarača postoje dvije situacije bitne za djelovanje RCD sklopke, a koje smo

obje razmotrili. Komentirali smo i primjenu zaštitnih uređaja uz prisustvo galvanskog izolatora ili izolacijskog transformatora za sprečavanje galvanske korozije. U posljednjem nastavku smo zaokružili ono osnovno što je potrebno znati pri izboru tipa RCD sklopki kada razmišljamo o njihovoj primjeni na plovilima.

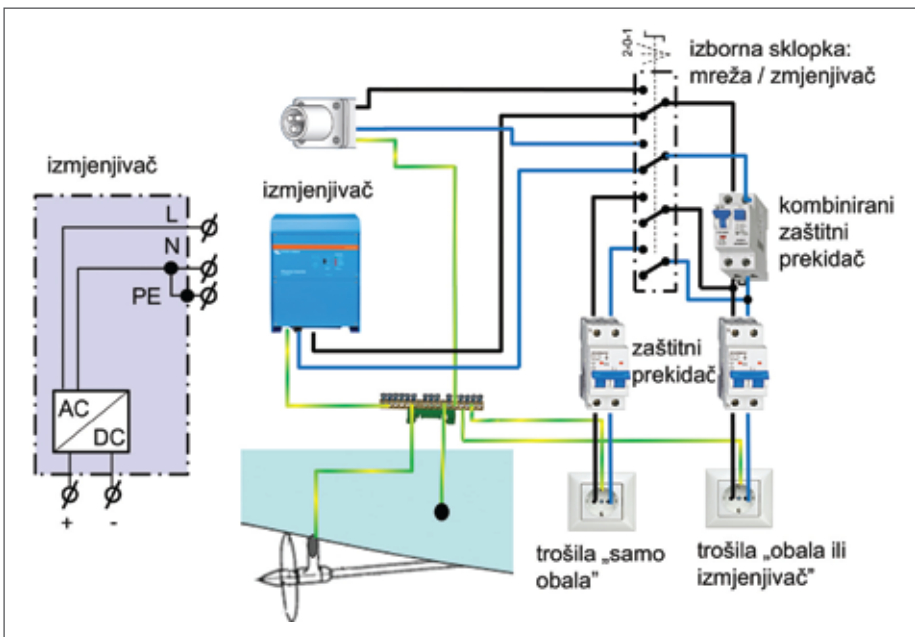


Slika 1. Kombinirani zaštitni prekidač odnosno AFDD kao sastavni dio elektroinstalacije plovila

Ako u električnoj instalaciji dođe do trajnog strujnog luka intuitivno osjećamo koliko malo treba plovilu u kojemu je sve skućeno i prostorno sabijeno da se samozapali. Strujni luk ne prepoznaje niti jedan do sada opisani zaštitni uređaj. U ovom nastavku ćemo stoga objasniti primjenu uređaja za detekciju strujnog luka u izmjeničnoj instalaciji - AFDD (engl. Arc Fault Detection Device), slika desno i slika 1a.

Spomenuli smo osnovne razlike tipova AC, A i B što proizlaze iz mogućnosti detekcije različitih tipova struja kvara koje mogu nastati u modernim trošilima s poluvodičima. Upoznali smo da postoji standardna izvedba bez kašnjenja u reakciji i dvije izvedbe s kašnjenjem u reakciji; S i G.

Na slici 2. je prikazana tipična izmjenična instalacija koja se pojavljuje na manjim plovilima. Obalni priključak ima mogućnost napojiti sva zahtjevnija trošila dok je plovilo priključeno na obalu. No kada se jednom zaplovi, izvor izmjenične energije je autonomni izmjenjivač. U pravilu na plovilu ćemo



Slika 2. Tipična izmjenična instalacija na plovilu



SCHRACK STORE
Tisuće artikala na raspolaganju spremnih za preuzimanje



INTERNET TRGOVINA
Mobilnost sa Live Phone aplikacijom

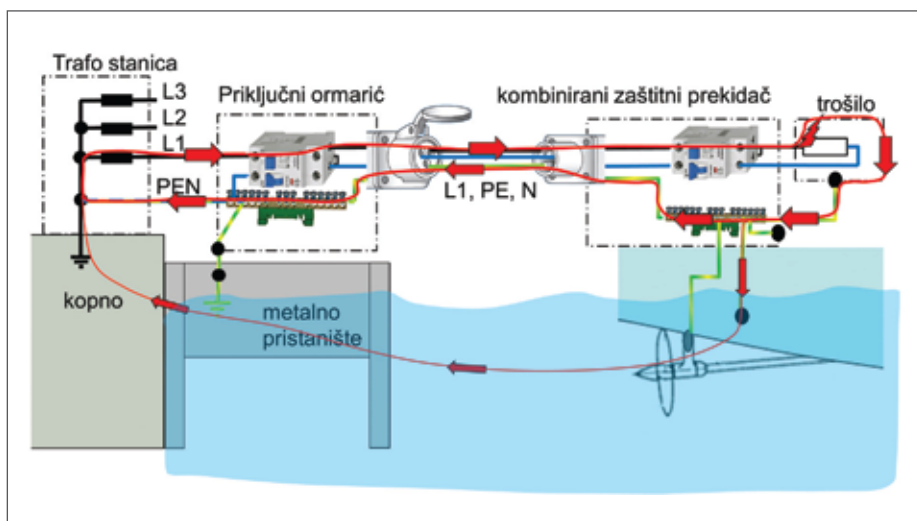
www.schrack.hr **Get Ready. Get Schrack.**

naći i ručnu ili automatsku izbornu preklopku koja dovodi energiju trošilima uvijek samo iz jednog od dva spomenuta izvora.

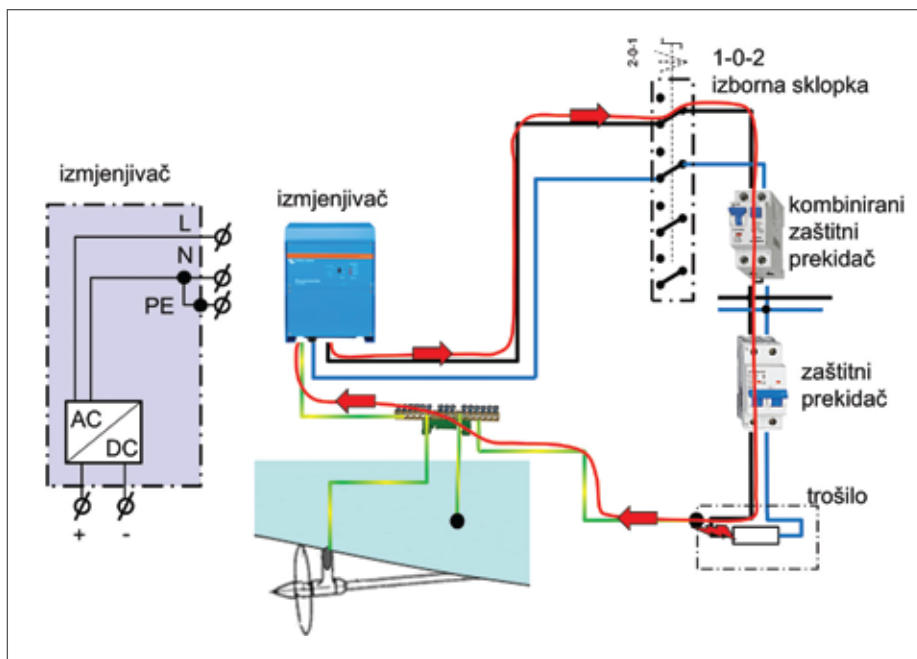
Što se događa kada fazni vodič probije na masu trošila, a dok je plovilo priključeno na obali u instalaciji sa slike 2. vidljivo je na slici 3. Na slici 3. je izbačeno iz slike 2. sve ono što „zamućuje“ sliku 2. Prikazano je kuda se zatvara struja kvara, a pri čemu se stvaraju uvjeti za proradu kombiniranog zaštitnog prekidača uz posljedično otvaranje strujnog kruga.

Što se pak događa kada fazni vodič probije na masu trošila, a dok je plovilo odspojeno od obale i napajano iz izmjenjivača, vidljivo je na slici 4. Na slici 4. je opet izbačeno iz slike 2. sve ono što „zamućuje“ sliku 2. Prikazano je kuda se zatvara struja kvara, pri čemu se opet stvaraju uvjeti za proradu kombiniranog zaštitnog prekidača uz posljedično otvaranje strujnog kruga.

I na slici 3. i na slici 4. vidimo da dolazi do „bijega struje“ tj struja se ne vraća u cijelosti više kroz nul vodič već jednim dijelom prolazi i kroz zaštitni vodič. Tu razliku-diferenciju polazne i povratne struje-struju greške primjećuje RCD sklopka, odnosno RCD dio u kombiniranom zaštitnom prekidaču. RCD sklopku se ranije nazivalo i zaštitnim uređajem diferencijalne struje (ZUDS). RCD sklopka kako smo već ranije opisali primjećuje curenje struje, ovisno o tipu, već od 15 mA i otvara strujni krug ispod 100ms. Dakle ako takva struja „procuri“ kroz čovjeka ona ne ostavlja posljedice, sve kako smo ranije već objasnili. Nadalje, struja od 15 mA pri 230V mrežnog napona predstavlja snagu od $0,015 \text{ A} \times 230 \text{ V} = 3,5 \text{ W}$, a to je snaga koja zaista još ne može izazvati požar. RCD sklopke nam tako služe i kao zaštita čovjeka od udara električne struje, ali i u sprječavanju



Slika 3. Zatvaranje struje kvara uz plovilo priključeno na obalu



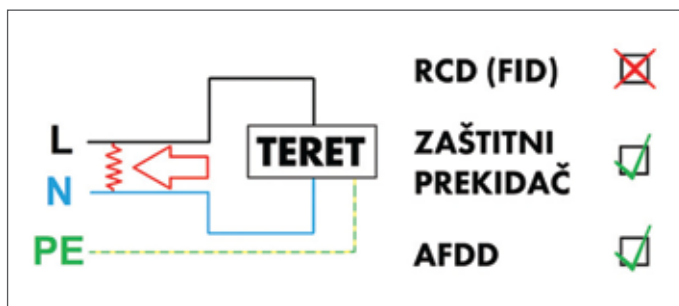
Slika 4. Zatvaranje struje kvara uz plovilo u plovidbi, dakle odspojeno od obalnog priključka

nastanka požara uzrokovanog električnom strujom. Zaštitni prekidač – popularni automatski osigurač- curenje struje ne može primijetiti.

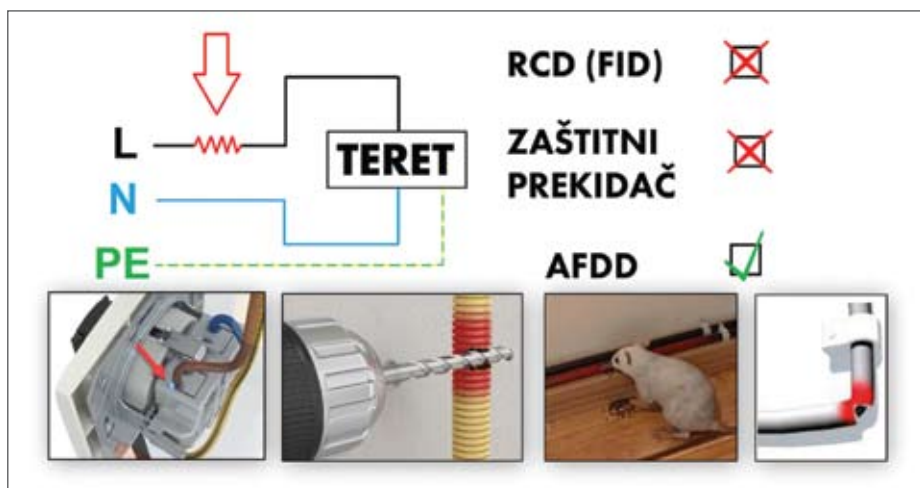
Na slici 5 je sve gore rečeno još jednom i prikazano. Za naglasiti i zamijetiti je da AFDD- uređaj za detekciju strujnog luka koji ovdje



Slika 5. Curenje struje može uočiti RCD sklopka i AFDD



Slika 6. Kratki spoj može uočiti zaštitni prekidač i AFDD



Slika 7. Serijsko iskrenje- strujni luk- može uočiti samo AFDD!

opisujemo i uvodimo, prepoznaje struju kvara jer u sebi ima RCD dio!

Slijedeća vrsta kvara je pravi paralelni kratki spoj, dakle spoj između linije i nul vodiča. Takav kratki spoj (ili već i samo preopterećenje tj prekoračenje preko neke nazivne struje) zbog principa djelovanja ne može prepoznati RCD sklopka već samo zaštitni prekidač. Zaštitni prekidač posjeduje termomagnetski okidač osjetljiv i na preopterećenje (niske razine nadstruje) i na kratki spoj (velike razine nadstruje). Uz niske razine nadstruje, zaštitni prekidač će otvoriti strujni krug nakon nešto duljeg vremena, štiteći tako primarno vodiče i kabele od pregrijavanja. Uz visoke razine nadstruje, dakle uz izravne kratke spojeve, trajanje isklopa će biti značajno kraće. Ako je čovjek izložen izmjeničnom naponu većem od 50V uz frekvenciju napona od 50 Hz, onda se u smislu zaštite čovjeka, trajanje struje kroz čovjeka uz izmjenični napon od 230V, 50 Hz ne smije biti dulje do 170ms, a u izrazito lošim, vlažnim uvjetima, ne smije biti dulje od 50ms! Projektom se uvijek provjerava da u slučaju kratkog spoja kroz zaštitni prekidač može poteći dovoljno velika struja kratkog spoja koja može pobuditi-pokrenuti magnetski okidač zaštitnog prekidača i isključiti ga prema karakteristikama u zadovoljavajuće kratko vrijeme. Sve dok je plovilo priključeno na obalu gotovo, gotovo sigurno je moguće pri izravnom kratkom spoju na plovilu dostići potrebne visoke razine struje kratkog spoja koje će isključiti zaštitni

prekidač u vremenima ispod 100ms. Zamislite to ovako: brod je spojen na obalu, obalni ormarić je spojen na neku trafostanicu. Kratki spoj na vašem plovilu će izazvati praktički kratki spoj transformatora, struje će biti dovoljno velike za pobuđivanje magnetskog okidača zaštitnog prekidača i isključenje u dovoljno kratkom vremenu! No kada je brod u plovidbi, nema više „snažnog“ transformatora da protjera potrebnu razinu nadstruje, već je prisutan tek mali izmjenjivač 1 do 2 kW. Uz tako slabašan izvor, uređaji nadstrujne zaštite vjerojatno neće moći prekinuti struju kratkog spoja ispod 100 ms, dakle čovjek je gotovo sigurno u opasnosti, a snaga izvora u smislu zapaljenja je zapravo snaga samog izmjenjivača, sve dok magnetski okidač zaštitnog prekidača ne otvori strujni krug.

Za naglasiti je da paralelni kratki spoj osim zaštitnog prekidača primjećuje i AFDD – uređaj za detekciju strujnog luka - jer u sebi ima u stvari integriran zaštitni prekidač.

Do sada smo uočili da AFDD može prepoznati sve što i kombinirani zaštitni prekidač, baš stoga jer AFDD u sebi ima i RCD okidač iz RCD sklopke i termomagnetski okidač iz zaštitnog prekidača. No ono što AFDD čini jedinstvenim je mogućnost prepoznavanja strujnog luka. To je kvar koji ne prepoznaje niti jedan drugi zaštitni uređaj. Strujni luk može stvoriti jedan trajni loši spoj, nedovoljno pritegnut vijak. Strujni luk može biti uzrokovan i oštećenim presjekom vodiča uslijed mehaničkog oštećenja recimo bušilicom ili čak djelovanjem



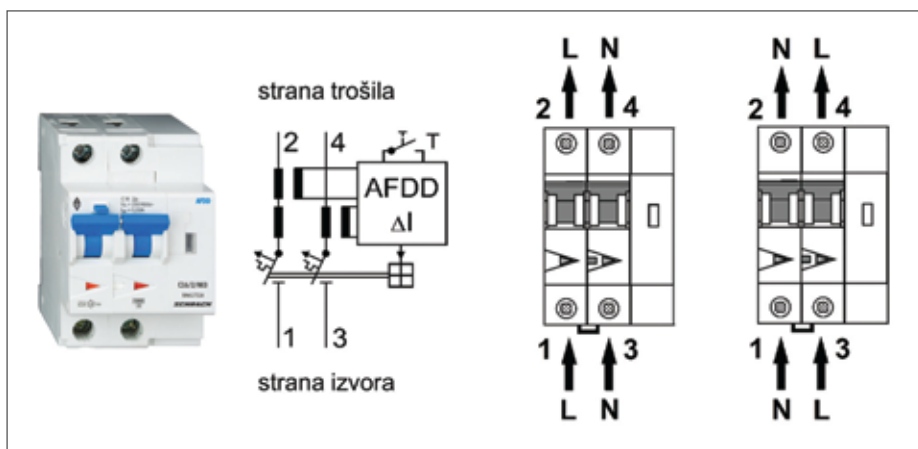
SCHRACK POSLOVNICE I
PRODAJNO - SKLADIŠNI PROSTORI U:
ZAGREBU - OSIJEKU - RIJEČI - SPLITU.

VAŠ PARTNER U
ELEKTROTEHNIKI

SCHRACK
TECHNIK

www.schrack.hr

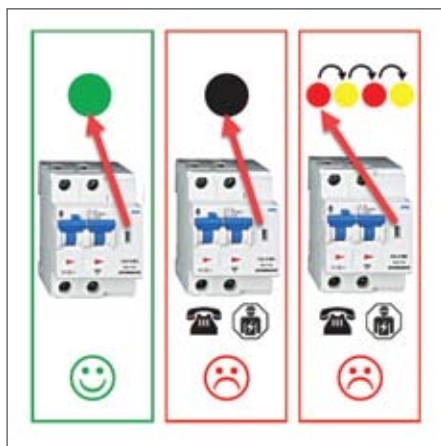
Get Ready. Get Schrack.



Slika 8. AFDD-električni simbol, strane i raspored priključenja vodiča

glodavaca. Mehanički oštećen presjek kabela će provoditi struju, ali će se grijati i u jednom trenutku početi iskriti, to iskrenje može trajati. Pri tome struja ne curi prema masi, ne može se aktivirati RCD dio, ali niti nije povećanog iznosa što znači da neće reagirati niti termomagnetski okidač karakterističan za zaštitni prekidač. No AFDD ima u sebi posebnu elektroniku kojom mjeri u stvari karakteristične visoke frekvencije koje nastaju pri iskrenju bilo da je iskrenje u serijskom smislu- dakle u jednom vodiču ili da čak lagano iskri između nule i linije. Ako iskrenje-strujni luk- dovoljno dugo traje otvara se strujni krug. Mogućnost detekcije strujnog luka, kao potencijalnog izvora požara na plovilu je značajan iskoraku u zaštiti od djelovanja struje, slika 7.

Na slici 8. je prikazan električni simbol za AFDD zaštitni uređaj. Na slici je za uočiti da je donja strana AFDDa strana na koju se priključuje izvor, a gornja strana je strana na koju se



Slika 9. LED indikacija na AFDD-u

priključuje trošilo. Zamjena strana može dovesti do nepravilnog rada AFDD sklopke. Za uočiti je da nije potrebno paziti da li su priključci 1/3 povezani s L/N ili N/L vodičima.

Na samom kućištu AFDD-a nalazi se mali prozorčić s LED indikacijom. Ako je indikacija zelene boje, AFDD je ispravan i u pogonu. Ako je indikacija bez LED svjetla tada ili nemate ulaznog napajanja ili nešto s uređajem nije u redu i morate pozvati električara ili sami zamijeniti AFDD. Isto ćete morati napraviti ako LED indikacija titra izmjenjujući žutu i crvenu boju.

Ako ste došli do AFDD uređaja i zatekli spuštenu ručicu zaključujete da je do spuštanja ručice došlo zbog neke greške u instalaciji. Odmah ispod ručice nalazi se i mali prozorčić koji može biti bijeli ili plavi.

Taj prozorčić će biti bijeli ako je AFDD izbacio zbog nadstruje ili pak ako smo sami mehanički spustili ručicu. Ako je prozorčić plavi onda podignite ručicu.

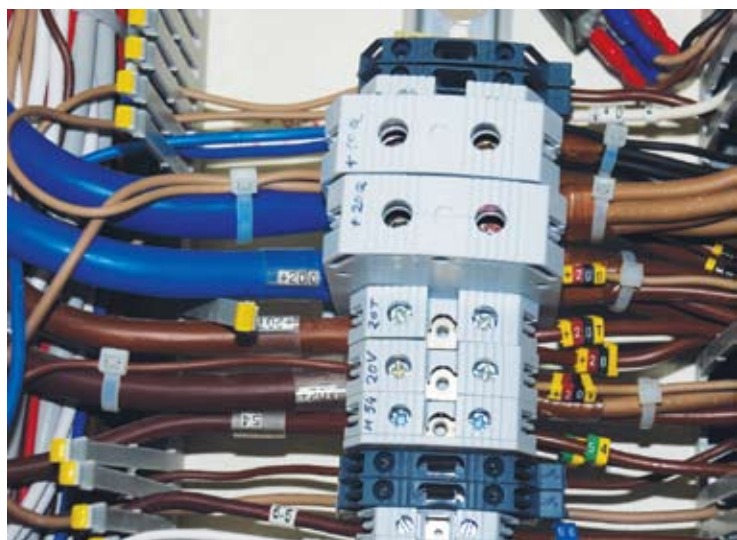
Nakon što ste podigli ručicu promatrajte LED indikaciju i ona će precizno ukazati na izvor kvara brojem žutog bljeskanja. Tako je moguće utvrditi čak 9 uzroka otvaranja strujnog kruga. To bi moralo značajno pomoći u otklanjanju kvara.

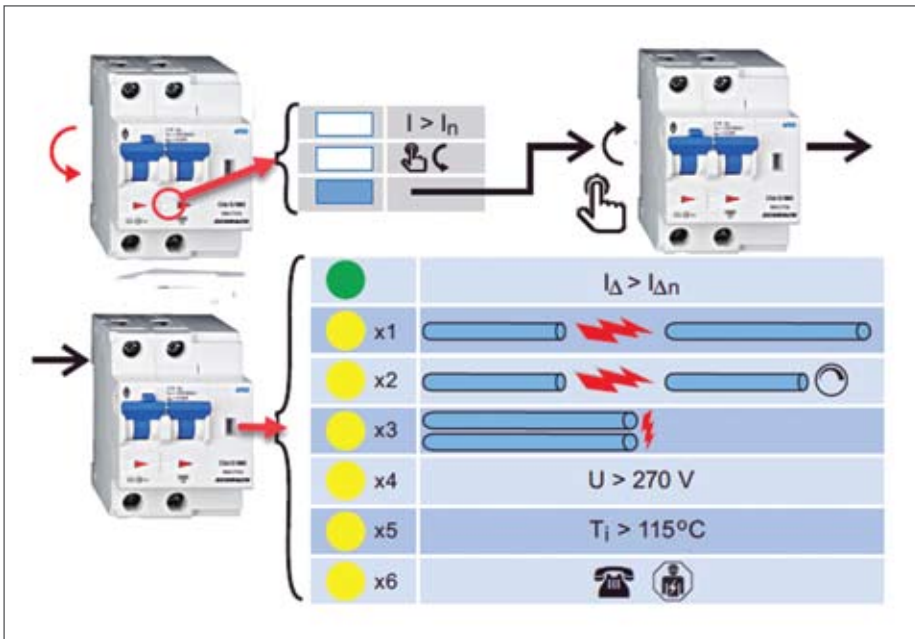
Na samom AFDDu, kao i na RCD sklopki se nalazi tipkalo za testiranje koje je

potrebno svakih 6 mjeseci pritisnuti i utvrditi da RCD dio AFDD uređaja ispravan djeluje. AFDD se može opremiti pomoćnim kontaktom koji nam služi za dojavu stanja sklopke. Širina samog uređaja je 3M, dakle kao 3 jednopolna zaštitna prekidača. Uz AFDD se kao pribor može dobiti i sabirnička šina. Svi ovi detalji prikazani su na slici 11.

AFDD je moguće dobiti u jednofaznoj izvedbi, za struje od 10 do 40A nazivno, uz karakteristiku zaštitnog prekidača B i C, uz nazivnu struju greške za RCD dio od 30 mA, u izvedbi RCD dijela kao tip AC i A, uz standardnu izvedbu bez vremenskog zatezanja RCD dijela i uz vremensko zatezanje RCD dijela i uz nazivne prekidne moći od 6, odnosno 10 kA.

Sada kada smo naučili da AFDD može jedini prepoznati strujni luk, možemo zamisliti gdje će ovaj uređaj naći svoju redovnu primjenu i izvan plovila i marina. Svugdje gdje ljudi koriste prenočište (hoteli, hosteli...), gdje je ljude teško brzo evakuirati u slučaju požara (bolnice, starački domovi, vrtići), svugdje gdje je u zgradi visoka vrijednost (muzeji, biblioteke...), svugdje gdje je visoko požarno opterećenje (skladišta, pilane, drvavnice, energane, drvene zgrade, papirna i tekstilna industrija...). Primjena AFDD je od 2014 prema IEC 60364-4-42 izrazito preporučena, Europske zemlje slijede HD 60364-4-42 CENELEC harmonizacijski dokument, a Njemačka je primjerice za pojedine vrste zgrada definirala obaveznu primjenu AFDD kroz nacionalni standard VDE 0100-420:2016-02.



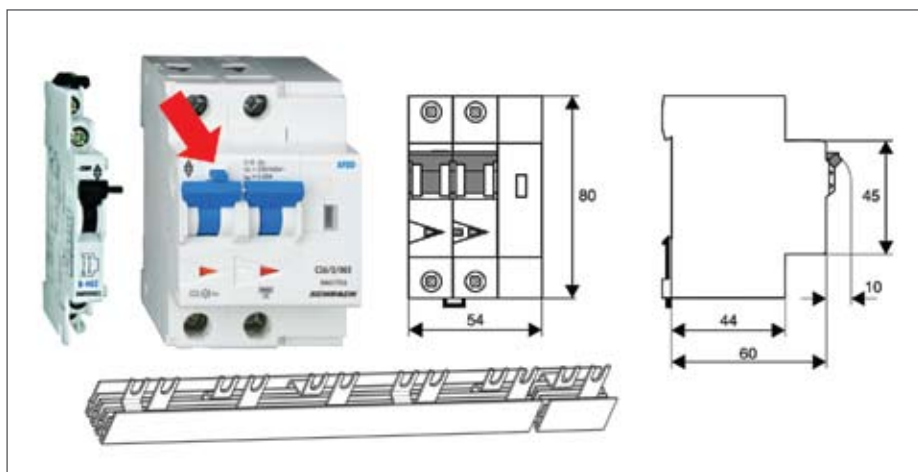


Slika 10. Hodogram određivanja kvara koji je doveo do otvaranja strujnog kruga preko AFDD uređaja

ZAKLJUČAK

U ovom nastavku smo upoznali uređaj za detekciju strujnog luka u izmjeničnoj instalaciji, AFDD. Strujni luk ne prepoznaje niti jedan do sada opisani zaštitni uređaj, pri čemu osim strujnog luka AFDD u sebi obuhvaća i funkcionalnost zaštitnog prekidača i funkcionalnost RCD sklopke. Time je AFDD sigurno najcjelovitiji zaštitni uređaj izmjenične instalacije danas i stoga neizbježan i u primjenama u plovilima. Investiciju u primjenu AFDD na plovilima možete shvatiti i kao policu osiguranja, s time da od osiguranja izvlačite novac kada se dogodi osigurani događaj, a AFDD učinkovito sprečava nastajanje požara uslijed kvara na izmjeničnim električnim instalacijama na plovilu.

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. U ovom konkretnom slučaju mnogi neće niti znati o čemu govorite kada ih pitate o primjeni i korištenju AFDD-a, toliko je AFDD tehnološki nov uređaj. No Vi ste kroz ovaj članak dobili informacije i stoga hrabro potražite pratnju u Vašim projektima od onih koji imaju potrebna znanja!



Slika 11. Detalji i oprema uz AFDD: pomoćni kontakt, test tipka, dimenzije, sabirnica

OBNOVLJIVI IZVORI

SUSTAVI

ZGRADARSTVO

KABELI

RASVJETA

ENERGIJA

INDUSTRIJA

VAŠ PARTNER U ELEKTROTEHNICI

SCHRACK
TECHNIK

www.schrack.hr

Get Ready. Get Schrack.