

Matej Kolarik, mag. ing. el.  
HEP ODS d.o.o. Elektroistra Pula  
[matej.kolarik@hep.hr](mailto:matej.kolarik@hep.hr)

dr. sc. Alen Pavlinić, mag. ing. el.  
HEP ODS d.o.o. Elektroistra Pula  
[alen.pavlinic@hep.hr](mailto:alen.pavlinic@hep.hr)

## KOORDINACIJA RELEJNE ZAŠTITE SAMONAPAJAJUĆIH RELEJA DISTRIBUTIVNIH TRANSFORMATORA

### SAŽETAK

Zaštita distribucijskog sustava važan je dio vođenja pogona distribucijske mreže kojom se može utjecati na smanjenje broja prekida i povećanje sigurnosti pogona. U stručnim radovima naglasak relejne zaštite pretežito se stavlja na zaštitu vodnih polja u  $x/10(20)$  kV transformatorskim stanicama i rasklopnim postrojenjima. Transformatorske stanice  $x/0,4$  kV štice su srednjonaponskim osiguračima i sve učestalije pomoću samonapajajućih releja. Rad prikazuje univerzalno podešenje relejne zaštite distributivnih transformatorskih polja od preopterećenja i kratkog spoja. Podešenje zaštite je selektivno sa zaštitom nadređenog vodnog polja i taljenjem osigurača na niskonaponskoj strani. Rad prikazuje preporuke i prednosti podešenja samonapajajućih releja te su prikazane cjelovite tablice podešenja pri različitim naponskim razinama i nazivnim snagama transformatora. Preporuka podešenja je izuzetno korisna pri prelasku sa 10 kV na 20 kV naponsku razinu i puštanju u pogon novih stanica. Rad pojednostavljuje problematiku zaštite distributivnih transformatora za stručnjake relejne zaštite te značajno skraćuje vrijeme pripreme i računanja potrebnih parametara zaštite.

**Ključne riječi:** samonapajajući relej, zaštita distributivnih transformatora, univerzalno podešenje

## COORDINATON OF SELF-POWERED PROTECTION RELAYS FOR DISTRIBUTION TRANSFORMER PROTECTION

### SUMMARY

Distribution system protection is an important part of running a distribution grid that can help reduce interruptions and increase power availability. In professional papers, the emphasis on relay protection is mainly placed on the feeder protection in  $x/10(20)$  kV transformer stations. The distribution  $10(20)/0,4$  kV transformer stations are protected by medium voltage fuses and more frequently by self-powered relays. The paper presents the universal setting of the protection relay of the distribution transformers from overload and short circuits. The protection setting is selective with the protection of the supply feeder and the fuses on the low voltage side. The paper presents the recommendations and benefits of adjusting self-powered relays and presents complete tables of settings at different voltage levels and rated power of the transformer. The setting recommendation is extremely useful when switching from 10 kV to 20 kV voltage level and commissioning of new substations. The paper simplifies the problem of distribution transformer protection for all relay protection professionals and significantly shortens the preparation and calculation time of the required protection parameters.

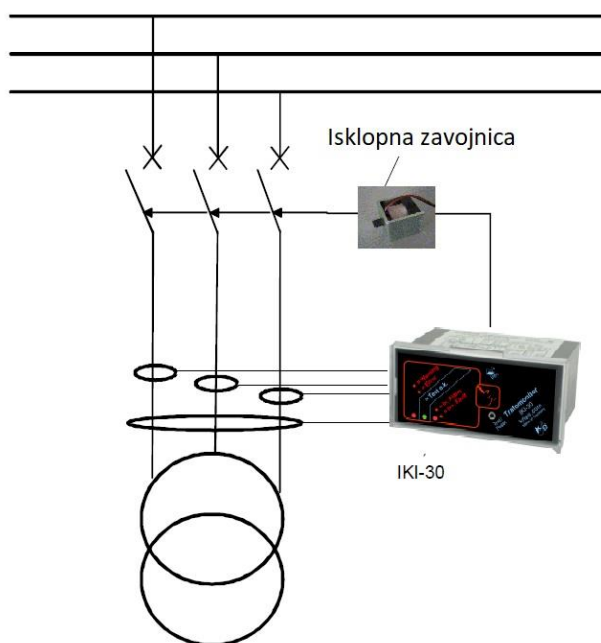
**Key words:** self-powered relay, distribution transformer protection, universal protection setting

## 1. UVOD

Relejna zaštita u distribucijskom sustavu predstavlja važan dio vođenja pogona mreže. Ugradnjom odgovarajuće sekundarne opreme i pravilnim parametriranjem uređaja relejne zaštite postiže se značajna pouzdanost pogona i osigurava sigurnost ljudi i životinja pri pojavi kvarova u mreži. Veliki udio kvarova u mreži selekcionira se korištenjem relejne zaštite u vodnim poljima 10, 20 ili 35 kV naponske razine dok se rijetko spominje zaštita po dubini mreže. Uobičajen način šticećenja distributivnih transformatora je pomoću SN osigurača ugrađenih u SN blok te se za veće snage transformatora nastoje ugrađivati SN blokovi sa samonapajajućim relejom i prekidačem. Rad prikazuje zaštitu distributivnih 10(20)/0,4 kV transformatora koristeći samonapajajuće releje za šticećenje od preopterećenja i kvarova.

## 2. SAMONAPAJAJUĆI RELEJI

Samonapajajući releji su zaštitni uređaji koji mjere struju u energetskim kabelima te prema zadanom podešenju zatvaraju unutarjni kontakt koji djeluje na isklon prekidača. Protokom struje kroz energetske kabele uređaj se samostalno napaja te nije potrebno spajati pomoćno napajanje uređaja. Na slici 1 je prikazan pojednostavljeni blok dijagram rada samonapajajućeg releja.



Slika 1. Blok dijagram samonapajajućeg releja IKI30[1]

Princip rada releja je jednostavan, strujni mjerni transformatori koji su postavljeni na energetskom kabelu prenose iznos struje te napajaju relej. Za ispravno napajanje releja potrebna je primarna struja iznad 1A ili 5A. Releji je povezan sa isklonnom zavojnicom koja aktivira isklon prekidača. U relej je potrebno unijeti podešenja koja ovise o nazivnoj snazi transformatora, nazivnome naponu, prijenosnom omjeru strujnog mjernog transformatora i proračunskim vrijednostima nadležnog vodnog polja kako bi zaštita bila selektivna. Podešenja zaštite na samonapajajućim relejima pretežitno se podešavaju određenom kombinacijom DIP sklopki. Za selektivnost zaštite važno je ispravno podesiti samonapajajući relej. Najčešće se u samonapajajućim relejima mogu uključiti sljedeće zaštite:

- 3I> - trofazna nadstrujna zaštita,
- 3I>> - trofazna kratkospojna zaštita (drugi stupanj nadstrujne zaštite) i ,
- I0> - neusmjerena zemljospojna zaštita.

### 2.1. Podešenje nadstrujne zaštite

Nadstrujna zaštita I> koristi se za zaštitu transformatora od preopterećenja i kao rezervna zaštita od kratkih spojeva na srednjem i niskom naponu. Kvarovi na niskom naponu mogu iznositi od 15 do 25 kA te ih je potrebno uzeti u obzir pri podešavanju. Releji drugih proizvođača imaju različite načine

podešavanja nadstrujne zaštite te je uvijek potrebno imati tehnički priručnik za podešavanje vrijednosti zaštite na releju. Za podešenje nadstrujne zaštite potrebno je odrediti baznu struju releja  $I_s$  koja iznosi približno nazivnoj struji transformatora. Umnoškom bazne struje i željenog faktora dobiva željena proradna vrijednost. Preporuka autora za podešenje starta nadstrujne zaštite iznosi 140% nazivne struje transformatora  $I_n$ . Pojedini proizvođači preporučuju iznos od 150% nazivne struje transformatora  $I_n$  [2]. Na releju je moguće odabrati vremensko zatezanje u željenom iznosu sekundi ili koristeći inverzne karakteristike. Za pravilno šticećenja transformatora od preopterećenja preporuča se upotreba inverznih karakteristika koje su kvalitetnije rješenje za šticećenje od preopterećenja transformatora. Upotrebom inverznih karakteristika vrijeme isklopa je promjenjivo te je ovisno o iznosu struje opterećenja i odabranog tipa i nagiba inverzne krivulje. Pretežito se upotrebljava ekstremno inverzna krivulja(1) i veoma inverzna karakteristike(2) čija ovisnost je prikazana u sljedećim formulama:

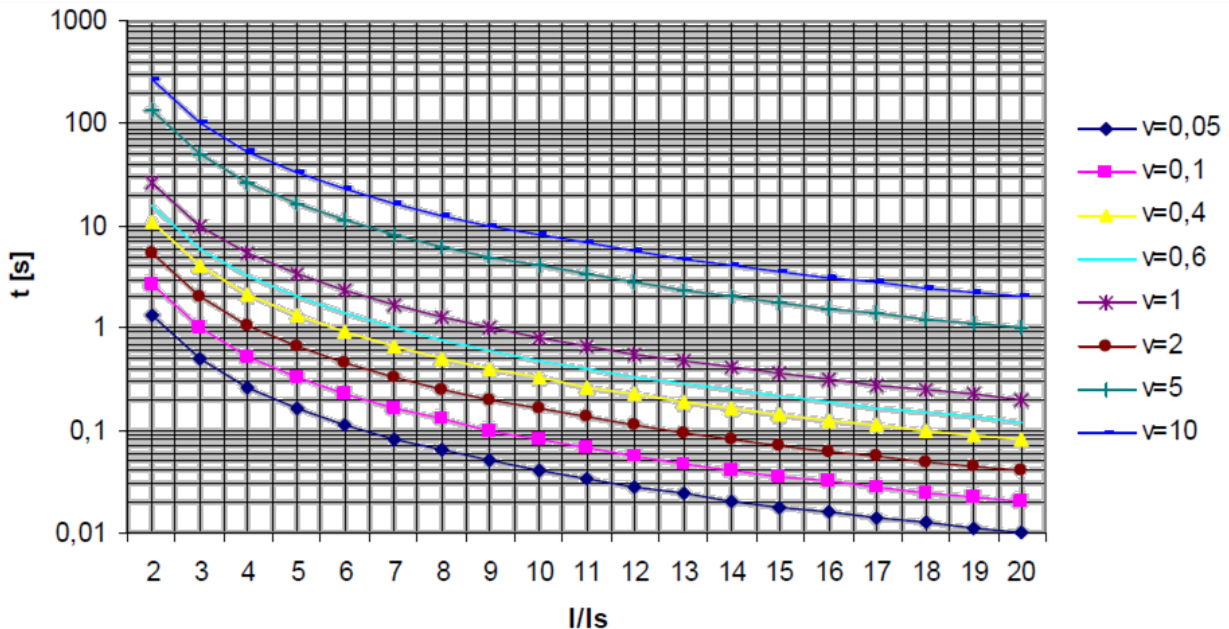
$$t = \frac{80 * v}{\left(\frac{I}{I_p}\right)^2 - 1} \quad (1)$$

$$t = \frac{13,5 * v}{\left(\frac{I}{I_p}\right) - 1} \quad (2)$$

Gdje su:

- I - struja koju relej mjeri [A],
- $I_p$  – podešena struja starta [A],
- t – vrijeme prorade zaštite [s] i
- v – koeficijent nagiba karakteristike.

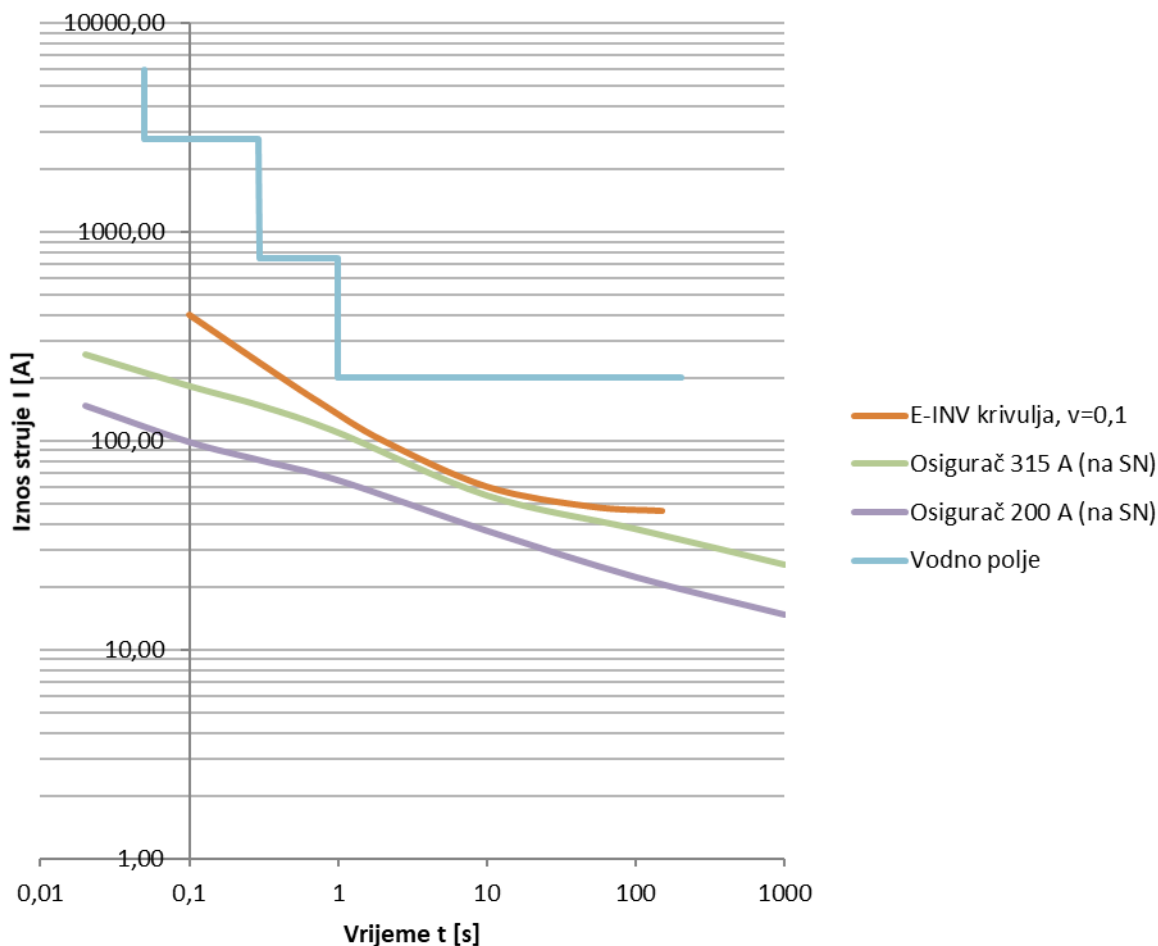
Koeficijent „v“ direktno utječe na nagib krivulje odnosno na vrijeme prorade. Prema slici 2 , odabir manjeg koeficijenta skraćuje vrijeme prorade zaštite. Ukoliko se za baznu struju od 45 A i preopterećenje od 100 A odabere koeficijent 0,4, vrijeme prorade zaštite iznosi približno 8 sekundi. Ukoliko se odabere sljedeći manji koeficijent iznosa 0,1, vrijeme prorade zaštite iznosi približno 2 sekunde. Korištenje ispravnih karakteristika dovodi do pravilnog šticećenja od pregrijavanja transformatora te ne dolazi do isklopa vodnog polja koje se pretežito podešava između 200-400 A.



Slika 2. Nagibi ekstremno inverzne karakteristike prema formuli (1) za relej IKI30[1]

Na primjeru transformatora nazivne snage 630 kVA i nazivnog napona 10 kV, nazivna struja iznosi 36,4 A te se prema ponuđenim vrijednostima odabire približna vrijednost što za relej IKI30 iznosi 45 A. Za start nadstrujne zaštite koristi se faktor 1,1 te relej starta pri vrijednosti od 49,5 A što je 136% nazivne struje transformatora. Ovisno o podešenju zaštite vodnog polja potrebno je iscrtati različite nagibe i tipove inverznih krivulje kako bi prorade zaštite bila selektivna sa vodnim poljem i niskonaponskim osiguračima. Za primjer transformatora odabire se „Extremely inverse“ karakteristika sa faktorom nagiba a koji iznosi

0,1. Prema slici 3 grafički je prikazana selektivnost zaštite koja prikazuje brzinu prorade samonapajajućeg releja „E-INV krivulja, a=0,1“ prije prorade vodnog polja te nakon prorade niskonaponskog osigurača preračunatog na 10 kV stranu. Pri pojavi dvostrukog opterećenja transformatora u iznosu od 70 A, prorada relejne zaštite približno iznosi 6 sekundi. Za promatrano vodno polje i transformator snage 630 kVA relejna zaštita je relativno brza te zasigurno neće doći do pregrijavanja transformatora.



Slika 3. Prikaz selektivnosti zaštitnih elemenata u 10 kV mreži za transformator snage 630 kVA

## 2.2. Podešenje kratkospojne zaštite

Kratkospojna zaštita  $I_{>>}$  koristi se za isključivanje kvarova na srednjem naponu odnosno za isključivanje dvopolnih i trolpolnih kvarova u SN bloku, izolatorima transformatora i namotajima transformatora. Kratkospojna zaštita se također koristi za šticeenje od kratkih spojeva na niskome naponu. Iznosi trolpolnog kratkog spoja na niskonaponskim sabirnicama mogu iznositi 15-25 kA što preračunato na srednjonaponsku stranu može iznositi do 1000A. U distributivnim stanicama koje su električki loše povezane sa napojnom stanicom iznosi kratkih spojeva na srednjem naponu mogu iznositi manje od 500 A. Pri izradi univerzalnog prijedloga podešenja potrebno je uzeti manje iznose kako bi relejna zaštita bila osjetljivija na detekciju kvarova. Stručnjaci zaštite distribucijskog sustava nisu uvijek upoznati sa topologijom mreže i iznosima kratkih spojeva za svaku stanicu te se preporuča korištenje minimalnih iznosa uz zadržavanje selektivnosti sa niskonaponskim osiguračima i vodnim poljem.

Selektivnost zaštite je važno očuvati, ali pri niskom podešenju kratkospojne zaštite potrebno je iznos zaštite prilagoditi uklopnoj struji magnetiziranja struje (engl. Inrush current). Uklopna struja transformatora za snage transformatora od 250 kVA do 1000 kVA iznosi od 12 do 10 puta nazivne struje transformatora  $I_n$ [3]. Pojedini uređaji imaju mogućnost detektiranja uklopa transformatora te pri tome relej privremeno ne dopušta proradu zaštite. Potrebno je dobro proučiti tehničke upute iz razloga što pojedini uređaji imaju aktivnu blokadu pri uklopu ukoliko je struja deset puta manja od bazne struje releje ( $10 \cdot I_s$ ) dok pojedini uređaji detektiraju pojavu 2. harmonika te blokiraju proradu zaštite. Mogućnost detekcije drugog harmonika je kvalitetnije rješenje za blokadu prorade zaštite pri uklopu transformatora te je

moгуće sniziti proradu kratkospojne zaštite na iznose manje od deset puta nazivne vrijednosti transformatora.

Na primjeru transformatora nazivne snage 630 kVA i nazivnog napona 10 kV, preporučeno podešenje kratkospojne zaštite iznosi  $10 \cdot I_s$  što primarno čini 450 A. Proradu kratkospojne zaštite moguće je vremenski zategnuti, ali poradi selektivnosti sa vodnim poljem preporuča se trenutna prorada zbog sprečavanja isključivanja cijelog vodnog polja.

### 2.3. Podešenje zemljospojne zaštite

Zemljospojna zaštita  $I_{0>}$  koristiti se za detekciju jednofaznih kvarova. U distribucijskim mrežama neutralna točka x/10(20) kV transformatora pretežito je izolirana ili uzemljena pomoću maloomskog otpornika što ograničava struju kvara na iznose od 1 do 300 A. Zemljospojna zaštita za samonapajajuće releje je neusmjerena, a potrebna je velika osjetljivost i relativno brzo prorada za isključivanje kvara. Zbog iskustava iz prakse neusmjerena zemljospojna zaštita se deaktivira na relejima kako bi se pojednostavila zaštita od zemljospoja zbog tretiranja neutralne točke te kako bi se spriječilo slučajne iskllope uslijed lošeg izvođenja kablskih plašteva.

### 2.4. Ispitivanje samonapajajućih releja

Za ispravan rad samonapajajućeg releja nakon određivanja pojedinih parametara zaštite potrebno je izvršiti ispitivanje. Samonapajajuće releje nije dovoljno jednostavno podesiti i uključiti distributivni transformator u pogon. Prije uključjenja transformatora potrebno je provjeriti ispravnost ožičenja strujnih mjernih transformatora na namijenjene kontakte releja te povezanost isklonog kruga. Za ispravno podešenje parametara relejne zaštite potrebno je uvažiti prijenosni omjer strujnih mjernih transformatora. Proizvođači samonapajajućih releja kao što su ABB, Woodward i Končar zahtijevaju različite strujne mjerne transformatore u ovisnosti o nazivnim strujama transformatora. Pozitivni primjer univerzalnosti samonapajajućih releja je uređaj IK130 proizvođača Kries-Energietechnik sa strujnim mjernim transformatorima koji pokrivaju široki raspon nazivnih struja.

Nakon provjere ispravnosti ožičenja i podešenih parametara relejne zaštite potrebno je ispitati proradne vrijednosti. Ispitivanje proradnih vrijednosti ispituje se primarno utiskivanjem struje kroz obuhvatne strujne mjerne transformatore. Za ispitivanje zaštite potrebno je utiskivati struje iznosa između 100 do 800 A što se postiže višestrukim namatanjem vodiča kroz strujne mjerne transformatore. Ukoliko se koriste inverzne karakteristike za zaštitu od preopterećenja, preporuča se tablična priprema ispitivanja u više točaka. U poglavlju 3 nalaze se tablice podešenja relejne zaštite i ispitne vrijednosti struja te očekivano vrijeme prorade releja.

## 3. PARAMETRI PODEŠENJA I ISPITIVANJA RELEJNE ZAŠTITE

Za učinkovito i jednoznačno podešenje relejne zaštite prikazane su tablice koje sadrže sve parametre podešenja releja te ispitne vrijednosti za provjeru ispravnosti prorade prema načelima iz poglavlja 2. U tablicama su prikazani parametri za snage transformatora od 250 do 1000 kVA te 10 i 20 KV nazivnih napona. Tablice su specificirane za releje različitih proizvođača te za korištenje različitih strujnih mjernih transformatora.

### 3.1. Parametri podešenja i ispitivanja za relej IK30 proizvođača Kries-Energietechnik

Prema opcijama samonapajajućeg releja IK130 preporučena su podešenja autora u tablici I. Tablične vrijednosti prethodno je potrebno uskladiti sa podešenjima zaštite vodnog polja kako bi se očuvala selektivnost zaštite.

Tablica I. Preporuka podešenja samonapajajućeg releja IK130

$S_n$	$U_n$	$I_s$	$I_{>>}/I_s$	$t_{>>}/s$	$I_{>>}$	Char.	$I_{>}/I_s$	$v/s^*$
<b>250 kVA</b>	10 kV	20 A	10	trenutno	10	1	1,1	2
<b>400 kVA</b>	10 kV	30 A	10	trenutno	10	1	1,1	0,4
<b>630 kVA</b>	10 kV	45 A	10	trenutno	10	1	1,1	0,1
<b>1000 kVA</b>	10 kV	75 A	10	trenutno	10	1	1,1	0,05
<b>250 kVA</b>	20 kV	10 A	12	trenutno	12	1	1,1	2
<b>400 kVA</b>	20 kV	15 A	10	trenutno	10	1	1,1	0,4
<b>630 kVA</b>	20 kV	25 A	10	trenutno	10	1	1,1	0,1
<b>1000 kVA</b>	20 kV	40 A	10	trenutno	10	1	1,1	0,05

Za navedena podešenja releja u tablici II prikazane su ispitne vrijednosti struje utiskivanja i očekivana vremena prorade releja odnosno prekidača distributivnog transformatora.

Tablica II. Ispitne vrijednosti za samonapajajući relej IKI30

U <sub>n</sub>	S <sub>n</sub>	I <sub>isp</sub>	t	I <sub>isp</sub>	t	I <sub>isp</sub>	t
10 kV	250 kVA	I<22 A	∞ s	100 A	6,66 s	>200 A	trenutno
10 kV	400 kVA	I<33 A	∞ s	100 A	3,16 s	>300 A	trenutno
10 kV	630 kVA	I<50 A	∞ s	100 A	2,03 s	>450 A	trenutno
10 kV	1000 kVA	I<83 A	∞ s	120 A	5,14 s	>750 A	trenutno
20 kV	250 kVA	I<11 A	∞ s	100 A	1,61 s	>120 A	trenutno
20 kV	400 kVA	I<17 A	∞ s	100 A	0,73 s	>150 A	trenutno
20 kV	630 kVA	I<28 A	∞ s	100 A	0,53 s	>250 A	trenutno
20 kV	1000 kVA	I<44 A	∞ s	100 A	0,76 s	>400 A	trenutno

Prema navedenim vrijednostima iz tablice II ispituje se stabilnost releja utiskivanjem struje u kojem relej ne treba odraditi. Utiskivanjem struje 100 A očekuje se vrijeme prorade unutar 10 sekundi što potvrđuje ispravno djelovanje podešene karakteristike. Za ispitivanje ispravnosti kratkospojne zaštite utiskuju se struje iznad 200 A kako bi se provjerilo trenutno djelovanje isklopa releja.

### 3.2. Parametri podešenja i ispitivanja za relej REJ603 proizvođača ABB

Prema opcijama samonapajajućeg releja REJ603 i ugrađenih strujnih mjernih transformatora preporučena su podešenja autora u tablici III. Tablične vrijednosti prethodno je potrebno uskladiti sa podešenjima zaštite vodnog polja kako bi se očuvala selektivnost relejne zaštite.

Tablica III. Preporuka podešenja samonapajajućeg releja REJ603

S <sub>n</sub>	Tip SMT	U <sub>n</sub>	I <sub>s</sub>	k(t>)	I>/ I <sub>s</sub>	CI	t>>	I>>/ I <sub>s</sub>
250 kVA	CT1 i CT2	10 kV	16 A	1,4	1,3	EI	trenutno	12
400 kVA	CT1 i CT2	10 kV	20 A	0,4	1,5	EI	trenutno	14
400 kVA	CT3	10 kV	32 A	0,4	0,95	EI	trenutno	9
630 kVA	CT1	10 kV	22 A	0,1	2	EI	trenutno	20
630 kVA	CT2 i CT3	10 kV	40 A	0,1	1,15	EI	trenutno	10
1000 kVA	CT2 i CT3	10 kV	40 A	0,05	1,9	EI	trenutno	20
250 kVA	CT1	20 kV	8 A	1,4	1,3	EI	trenutno	16
400 kVA	CT1 i CT2	20 kV	16 A	0,4	0,95	EI	trenutno	9
630 kVA	CT1 i CT2	20 kV	20 A	0,1	1,25	EI	trenutno	20
1000 kVA	CT1	20 kV	20 A	0,05	2	EI	trenutno	20
1000 kVA	CT2 i CT3	20 kV	40 A	0,05	1	EI	trenutno	12

Za navedena podešenja releja u tablici IV prikazane su ispitne vrijednosti struje utiskivanja i očekivana vremena prorade releja odnosno prekidača distributivnog transformatora.

Tablica IV. Ispitne vrijednosti za samonapajajući relej REJ603

S <sub>n</sub>	Tip SMT	I <sub>isp</sub>	t	I <sub>isp</sub>	t	I <sub>isp</sub>	t
250 kVA	CT1 i CT2	I<20,8 A	∞ s	100 A	4,7 s	>192 A	trenutno
400 kVA	CT1 i CT2	I<30 A	∞ s	100 A	3,16 s	>280 A	trenutno
400 kVA	CT3	I<30,4 A	∞ s	100 A	3,25	>288 A	trenutno
630 kVA	CT1	I<44 A	∞ s	100 A	2,14 s	>440 A	trenutno
630 kVA	CT2 i CT3	I<46 A	∞ s	100 A	2,14 s	>400 A	trenutno
1000 kVA	CT2 i CT3	I<76 A	∞ s	100 A	5,46 s	>800 A	trenutno
250 kVA	CT1	I<10,4 A	∞ s	100 A	0,721 s	>128 A	trenutno
400 kVA	CT1 i CT2	I<15,2 A	∞ s	100 A	0,75 s	>144 A	trenutno
630 kVA	CT1 i CT2	I<25 A	∞ s	100 A	0,53 s	>400 A	trenutno
1000 kVA	CT1	I<40 A	∞ s	100 A	0,75 s	>400 A	trenutno
1000 kVA	CT2 i CT3	I<40 A	∞ s	100 A	0,75 s	>480 A	trenutno



Prema navedenim vrijednostima iz tablice IV ispituje se stabilnost releja utiskivanjem struje u kojem relej ne treba odraditi. Utiskivanjem struje 100 A očekuje se vrijeme prorade prema tablici što potvrđuje ispravno djelovanje podešene karakteristike. Za ispitivanje ispravnosti kratkospojne zaštite utiskuju se struje iznad 200 A kako bi se provjerilo trenutno djelovanje isklopa releja.

### 3.3. Parametri podešenja i ispitivanja za relej WIC1 proizvođača Woodward

Prema opcijama samonapajajućeg releja WIC1 i ugrađenih strujnih mjernih transformatora preporučena su podešenja autora u tablici V. Tablične vrijednosti prethodno je potrebno uskladiti sa podešenjima zaštite vodnog polja kako bi se očuvala selektivnost relejne zaštite.

Tablica V. Preporuka podešenja samonapajajućeg releja WIC1

$S_n$	Tip SMT	$U_n$	$I_s$	$a$	$I > / I_s$	CI	$t >>$	$I >> / I_s$
250 kVA	W2	10 kV	18 A	2	1,1	E-INV	0,04	10
400 kVA	W2	10 kV	28 A	0,4	1,1	E-INV	0,04	10
630 kVA	W2 i W3	10 kV	40 A	0,1	1,1	E-INV	0,04	10
1000 kVA	W2	10 kV	56 A	0,05	1,4	E-INV	0,04	14
1000 kVA	W3	10 kV	72 A	0,05	1,1	E-INV	0,04	10
250 kVA	W2	20 kV	16 A	2	0,9	E-INV	0,04	7
400 kVA	W2	20 kV	16 A	0,4	0,9	E-INV	0,04	8
630 kVA	W2	20 kV	22 A	0,1	1,1	E-INV	0,04	10
1000 kVA	W2 i W3	20 kV	36 A	0,05	1,1	E-INV	0,04	10

Za navedena podešenja releja u tablici VI prikazane su ispitne vrijednosti struje utiskivanja i očekivana vremena prorade releja odnosno prekidača distributivnog transformatora.

Tablica VI. Ispitne vrijednosti za samonapajajući relej WIC1

$U_n$	$S_n$	$I_{isp}$	$t$	$I_{isp}$	$t$	$I_{isp}$	$t$
10 kV	250 kVA	$I < 22$ A	$\infty$ s	100 A	6,66 s	$> 200$ A	trenutno
10 kV	400 kVA	$I < 33$ A	$\infty$ s	100 A	3,16 s	$> 300$ A	trenutno
10 kV	630 kVA	$I < 50$ A	$\infty$ s	100 A	2,03 s	$> 450$ A	trenutno
10 kV	1000 kVA	$I < 83$ A	$\infty$ s	120 A	5,14 s	$> 750$ A	trenutno
20 kV	250 kVA	$I < 11$ A	$\infty$ s	100 A	1,61 s	$> 120$ A	trenutno
20 kV	400 kVA	$I < 17$ A	$\infty$ s	100 A	0,73 s	$> 150$ A	trenutno
20 kV	630 kVA	$I < 28$ A	$\infty$ s	100 A	0,53 s	$> 250$ A	trenutno
20 kV	1000 kVA	$I < 44$ A	$\infty$ s	100 A	0,76 s	$> 400$ A	trenutno

Prema navedenim vrijednostima iz tablice VI ispituje se stabilnost releja utiskivanjem struje u kojem relej ne treba odraditi. Utiskivanjem struje 100 A očekuje se vrijeme prorade prema tablici što potvrđuje ispravno djelovanje podešene karakteristike. Za ispitivanje ispravnosti kratkospojne zaštite utiskuju se struje iznad 200 A kako bi se provjerilo trenutno djelovanje isklopa releja.

### 3.4. Parametri podešenja i ispitivanja za relej SIGMA XS proizvođača Končar

Prema opcijama samonapajajućeg releja Sigma XS i ugrađenih strujnih mjernih transformatora preporučena su podešenja autora u tablici VII. Tablične vrijednosti prethodno je potrebno uskladiti sa podešenjima zaštite vodnog polja kako bi se očuvala selektivnost relejne zaštite.

Tablica VII. Preporuka podešenja samonapajajućeg releja Sigma XS

$S_n$	Tip SMT	$U_n$	$I_s (I >)$	$a$	CI	$t >>$	$I >> / I_s$
250 kVA	ST3A	10 kV	18,40	0,8	E-INV	0,05	9
400 kVA	ST4A	10 kV	30,00	0,2	E-INV	0,05	8
630 kVA	ST4A	10 kV	46,00	0,1	E-INV	0,05	9
<del>1000 kVA</del>	<del>ST4A</del>	<del>10 kV</del>	<del>46,00</del>	<del>0,1</del>	<del>E-INV</del>	<del>0,05</del>	<del>10</del>
250 kVA	ST3A	20 kV	9,60	0,8	E-INV	0,05	10
400 kVA	ST4A	20 kV	18,00	0,1	E-INV	0,05	7
630 kVA	ST4A	20 kV	24,00	0,1	E-INV	0,05	9
1000 kVA	ST4A	20 kV	40,00	0,1	E-INV	0,05	9

Transformator snage 1000 kVA na 10 kV naponu nije moguće ispravno štititi uređajem Sigma XS zbog visokih iznosa struja. Za navedena podešenja releja u tablici VIII prikazane su ispitne vrijednosti struje utiskivanja i očekivana vremena prorade releja odnosno prekidača distributivnog transformatora.

Tablica VIII. Ispitne vrijednosti za samonapajajući relej Sigma XS

$S_n$	$U_n$	Tip SMT	$I_{isp}$	$t$	$I_{isp}$	$t$	$I_{isp}$	$t$
250 kVA	10 kV	ST3A	$I < 18,4$	$\infty$ s	100 A	2,243	$> 165$	0,05
400 kVA	10 kV	ST4A	$I < 30$	$\infty$ s	100 A	1,582	$> 240$	0,05
630 kVA	10 kV	ST4A	$I < 46$	$\infty$ s	100 A	2,147	$> 414$	0,05
<del>1000 kVA</del>	<del>10 kV</del>	<del>ST4A</del>	<del><math>I &lt; 46</math></del>	<del><math>\infty</math> s</del>	<del>100 A</del>	<del>2,147</del>	<del><math>&gt; 460</math></del>	<del>0,05</del>
250 kVA	20 kV	ST4A	$I < 9,6$	$\infty$ s	100 A	0,595	$> 96$	0,05
400 kVA	20 kV	ST4A	$I < 12,8$	$\infty$ s	100 A	0,268	$> 126$	0,05
630 kVA	20 kV	ST4A	$I < 24$	$\infty$ s	100 A	0,489	$> 216$	0,05
1000 kVA	20 kV	ST4A	$I < 40$	$\infty$ s	100 A	1,524	$> 360$	0,05

Prema navedenim vrijednostima iz tablice VIII ispituje se stabilnost releja utiskivanjem struje u kojem relej ne treba odraditi. Utiskivanjem struje 100 A očekuje se vrijeme prorade prema tablici što potvrđuje ispravno djelovanje podešene karakteristike. Za ispitivanje ispravnosti kratkospojne zaštite utiskuju se struje iznad 200 A kako bi se provjerilo trenutno djelovanje isklopa releja.

#### 4. TABLIČNA PODEŠENJA SAMONAPAJAJUĆIH RELEJA POMOĆU DIP SKLOPKI

Podešenje samonapajajućih releja je složeno zbog upotrebe kombinacije binarnih DIP sklopki. Određena kombinacija DIP sklopki predstavlja željenu vrijednost te je bez upotrebe tehničkog priručnika i dobrog poznavanja rada uređaja nemoguće kvalitetno podesiti relej. U poglavlju 6 nalaze se detaljno prikazane tablice sa položajem svake DIP sklopke za četiri tipa samonapajajućeg releja.

#### 5. ZAKLJUČAK

Relejni zaštite potrebno je unapređivati te je jedan način upotrebom samonapajajućih releja koji smanjuju broj isklopa vodnih polja uslijed preopterećenja distributivnih transformatora ili kratkih spojeva u blizini šticećenih distributivnih transformatora. Prednost samonapajajućih releja je pristupačna cijena i jednostavna ugradnja u sredjonaponske blokove sa prekidačem. Podešenje samonapajajućih releja je složeno zbog nedostatka grafičkog sučelja te ograničenosti opcija podešavanja pomoću binarne kombinacije DIP sklopki. Upotrebom samonapajajućih releja moguće je aktivirati dva stupnja nadstrujne zaštite i neusmjerenu zemljospojnu zaštitu. Za 1. stupanj nadstrujne zaštite uvedena je inverzna karakteristika koje štiti transformator od preopterećenja kao funkcija  $t=f(I)$  gdje vrijeme isklopa direktno ovisi o iznosu struje. Uvođenjem inverzne karakteristike za zaštitu distributivnih transformatora se odmaknulo od uobičajenog načina podešenja releja u kojem se određuje fiksni prag struje i fiksno vrijeme zatezanja isklopa.

Rad prikazuje praktičnu preporuku podešenja relejne zaštite ostalim stručnjacima relejne zaštite s ciljem značajnog pojednostavljenja i ubrzanog podešenja samonapajajućih releja te njihovog ispravnog ispitivanja. Korištenje zajedničkih načina podešenja unapređuje se i unificira rad distribucijskog sustava na području Republike Hrvatske te se sustav unapređuje sa svjetskom praksom. Detaljnim tabličnim prikazom u poglavlju 3 i 4 prikazana su podešenja za većinu slučajeva s kojima se stručnjaci relejne zaštite susreću. Provjerom osnovne usklađenosti selektivnosti zaštite vodnog polja sa tabličnim vrijednostima, tablice je moguće primjenjivati u svim distribucijskim područjima za 10 i 20 kV naponsku razinu.



6. DODATAK

Tablica IX. Položaj DIP sklopki za relej IKI30

	Sn (CT)	250 kVA		400 kVA		630 kVA		1000 kVA	
	Un	10	20	10	20	10	20	10	20
	DIP								
Parametar									
Skala Is	A-1	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
	A-2	OFF	OFF	ON	OFF	ON	ON	ON	ON
Nazivna struja Is	A-3	ON	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	ON	OFF
	A-4	ON	ON	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF
	A-5	ON	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	ON	ON
	A-6	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	ON
Vrijednost parametra	20A	10A	30A	15A	45A	25A	75A	40A	
I>>/Is	A-7	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
	A-8	ON	OFF	ON	ON	ON	ON	ON	ON
	A-9	ON	OFF	ON	ON	ON	ON	ON	ON
Vrijednost parametra	10	12	10	10	10	10	10	10	
t>>	A-10	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
	A-11	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
	A-12	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
Vrijednost parametra	0*	0*	0*	0*	0*	0*	0*	0*	
Uključenje I>>	B-1	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON
Odabir krivulje	B-2	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON
I>/Is	B-3	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
	B-4	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
	B-5	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
Vrijednost parametra	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	
Faktor krivulje "v" (AMZ2)	C-1	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON
	C-2	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
	C-3	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF
	C-4	ON	ON	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF
Vrijednost parametra	2	2	0,4	0,4	0,1	0,1	0,05	0,05	
Io>;	C-5	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON
	C-6	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON
	C-7	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON
Vrijednost parametra	2	2	2	2	2	2	2	2	
to>	C-8	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON
	C-9	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON
	C-10	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON
Vrijednost parametra	5	5	5	5	5	5	5	5	

Tablica X. Položaj DIP sklopki za relej Sigma XS

	Sn (CT)	250 kVA		400 kVA		630 kVA		1000 kVA	
	Un	10	20	10	20	10	20	10	20
	DIP							x	
Parametar								x	
Tip krivulje	1-1	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	x	OFF
	1-2	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	x	OFF
Vrijednost parametra	E-INV	E-INV	E-INV	E-INV	E-INV	E-INV	E-INV	x	E-INV
Struja I>	1-3								
	1-4								
	1-5								
	1-6								
Vrijednost parametra	18,4A	9,6A	30A	18A	46A	24A	x	40A	
Faktor krivulje "a"	1-7	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	x	ON
	1-8	OFF	OFF	ON	ON	ON	ON	x	ON
	2-1	ON	ON	ON	ON	ON	ON	x	ON
Vrijednost parametra	0,8	0,8	0,2	0,1	0,1	0,1	x	0,1	
I>>/I>	2-2	ON	OFF	OFF	ON	ON	ON	x	ON
	2-3	ON	ON	OFF	OFF	ON	ON	x	ON
	2-4	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF	x	OFF
	2-5	ON	ON	ON	ON	ON	ON	x	ON
Vrijednost parametra	9	10	8	7	9	9	x	9	
t>>	2-6	ON	ON	ON	ON	ON	ON	x	ON
	2-7	ON	ON	ON	ON	ON	ON	x	ON
	2-8	ON	ON	ON	ON	ON	ON	x	ON
Vrijednost parametra	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	x	0,05	

Tablica XI. Položaj DIP sklopki za relej REJ603

Parametar	Sn Un DIP (CT)	250 kVA						400 kVA						630 kVA						1000 kVA					
		10		20		10		20		10		10		20		10		20		10		20			
		CT1	CT2	CT1	CT2	CT1	CT2	CT1	CT2	CT3	CT1	CT2	CT3	CT1	CT2	CT2	CT3	CT2	CT3	CT2	CT3	CT1			
Nazivna struja Is	1-1	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON		
	1-2	OFF	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON		
	1-3	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF		
	1-4	ON	OFF	OFF	ON	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF		
Vrijednost parametra	16A	16A	8A	20A	20A	16A	16A	32A	22A	40A	40A	20A	20A	40A	40A	40A	40A	40A	40A	40A	20A	20A			
Io (mjerjenje Io)	1-5	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF		
	1-6	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF		
	1-7	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF		
	1-8	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	
Faktor krivulje t>/k	2-1	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF		
	2-2	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON		
	2-3	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF		
	2-4	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF		
Vrijednost parametra	1,4	1,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05			
t0>/k	2-5	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON		
	2-6	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON		
	2-7	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON		
	2-8	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON		
Vrijednost parametra	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
I>	3-1	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	OFF	ON	ON	OFF	ON	ON	ON	OFF	ON	ON	OFF	ON	ON	OFF	ON	ON		
	3-2	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON	ON	OFF	ON	ON	OFF	ON	ON	OFF	ON	ON		
	3-3	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON		
	3-4	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF		
	3-5	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON	ON	OFF	ON	ON	OFF	ON	ON	OFF	ON	ON		
Vrijednost parametra	1,3	1,3	1,5	0,95	0,95	2	1,15	1,25	1,9	1	2	1,9	1	2	1,9	1	2	1,9	1	2	1,9	1			
CI Tip krivulje za I>	3-6	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF		
	3-7	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON		
	3-8	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF		
Vrijednost parametra	E-INV	E-INV	E-INV	E-INV	E-INV	E-INV	E-INV	E-INV	E-INV	E-INV	E-INV	E-INV	E-INV	E-INV	E-INV	E-INV	E-INV	E-INV	E-INV	E-INV	E-INV	E-INV			
Io>	4-1	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON		
	4-2	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON		
	4-3	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON		
	4-4	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON		
	4-5	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON		
Vrijednost parametra	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E			
CE Tip krivulje za Io>	4-6	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF		
	4-7	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON		
	4-8	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF		
Vrijednost parametra	E-INV	E-INV	E-INV	E-INV	E-INV	E-INV	E-INV	E-INV	E-INV	E-INV	E-INV	E-INV	E-INV	E-INV	E-INV	E-INV	E-INV	E-INV	E-INV	E-INV	E-INV	E-INV			
I>>	5-1	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	OFF	ON	ON	OFF	ON	ON	OFF	ON	ON		
	5-2	ON	OFF	ON	ON	OFF	OFF	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON		
	5-3	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON		
	5-4	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON		
Vrijednost parametra	12	16	14	9	9	20	10	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20			
t>>	5-5	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF		
	5-6	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF		
	5-7	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF		
	5-8	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF		
Vrijednost parametra	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04			
Io>>	6-1	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON		
	6-2	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON		
	6-3	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON		
	6-4	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON		
Vrijednost parametra	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E			
tO>>	6-5	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON		
	6-6	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON		
	6-7	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON		
	6-8	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON		
Vrijednost parametra	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			

Tablica XII. Položaj DIP sklopki za relej WIC1

	Sn (CT)	250 kVA(W2)		400 kVA(W2)		630 kVA(W2)		630 kVA(W3)		1000 kVA(W2)		1000 kVA(W3)	
	Un	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20
	DIP	OK	NOT	OK	OK	OK	OK	OK	NOT	OK	OK	OK	OK
Parametar													
Nazivna struja Is	1-1	ON	OFF	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	ON
	1-2	OFF	OFF	ON	OFF	ON	ON	ON	OFF	ON	ON	ON	OFF
	1-3	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF
	1-4	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	OFF
Vrijednost parametra	18	16	28	16	40	22	40	32	56	36	72	36	
Isklopna krivulja	1-5	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON
	1-6	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON
	1-7	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
	1-8	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
Vrijednost parametra	E-INV	E-INV	E-INV	E-INV	E-INV	E-INV	E-INV	E-INV	E-INV	E-INV	E-INV	E-INV	
I>	2-1	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
	2-2	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
	2-3	ON	OFF	ON	OFF	ON	ON	ON	OFF	OFF	ON	ON	ON
	2-4	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF
Vrijednost parametra	1,1	0,9	1,1	0,9	1,1	1,1	1,1	0,9	1,4	1,1	1,1	1,1	
Faktor krivulje "a"	2-5	ON	ON	OFF	OFF	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF
	2-6	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
	2-7	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
	2-8	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
Vrijednost parametra	2	2	0,4	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,05	0,05	0,05	0,05	
I>>	3-1	ON	OFF	ON	ON	ON	ON	ON	OFF	ON	ON	ON	ON
	3-2	OFF	ON	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF	OFF
	3-3	OFF	ON	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF
	3-4	ON	OFF	ON	OFF	ON	ON	ON	OFF	ON	ON	ON	ON
Vrijednost parametra	10x	7x	10x	8x	10x	10x	10x	7x	14x	10x	10x	10x	
t>>	3-5	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
	3-6	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
	3-7	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
	3-8	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
Vrijednost parametra	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
Io>;	4-1	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON
	4-2	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON
	4-3	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON
	4-4	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON
Vrijednost parametra	EXIT	EXIT	EXIT	EXIT	EXIT	EXIT	EXIT	EXIT	EXIT	EXIT	EXIT	EXIT	
to>	4-5	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON
	4-6	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON
	4-7	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON
	4-8	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON
Vrijednost parametra	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	

## 7. LITERATURA

- [1] Kries - Energietechnik, „File Manual IKI30“, izdanje 2.11.2009.
- [2] ABB, „Self-Powered feeder protection REJ603“, Application Manual, revizija E, 1MDU072016-YN, izdano 24.6.2012.
- [3] D.Fulchiron, „Protection of MV/LV substation transformers“, Cahier technique no. 192, France, 1998.