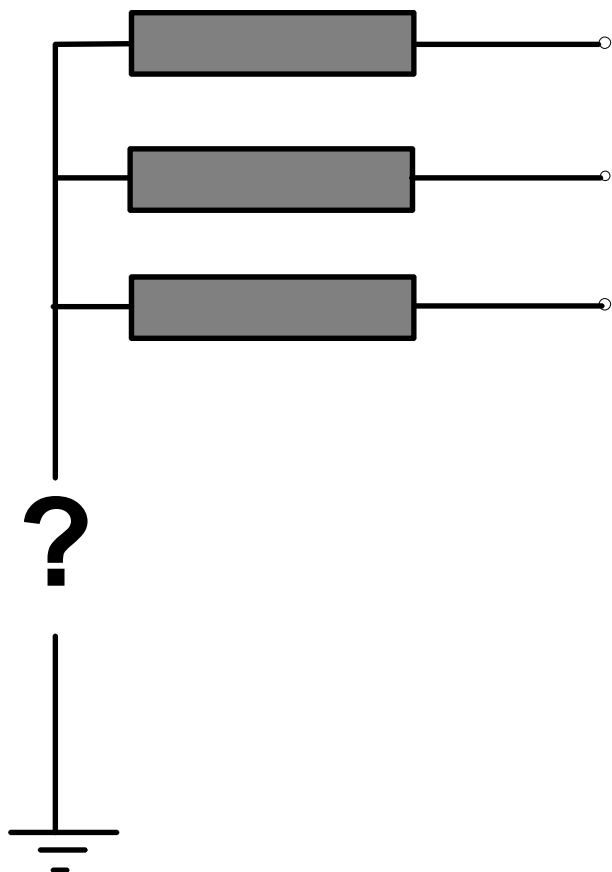


Pogon distribucijske mreže s gledišta uzemljenja neutralne točke

Goran Šagovac

KAKO TRETIRATI NEUTRALNU TOČKU U SN MREŽAMA?



Što se želi postići?

- Smanjenje unutarnjih prenapona?
- Povećanje sigurnosti pogona?
- Povećanje kvalitete električne energije?
- Pridržavanje regulative?

PRAVILNIK
O TEHNIČKIM ZAHTJEVIMA ZA ELEKTROENERGETSKA POSTROJENJA
NAZIVNIH IZMJENIČNIH NAPONA IZNAD 1 kV
iz 2010. god.

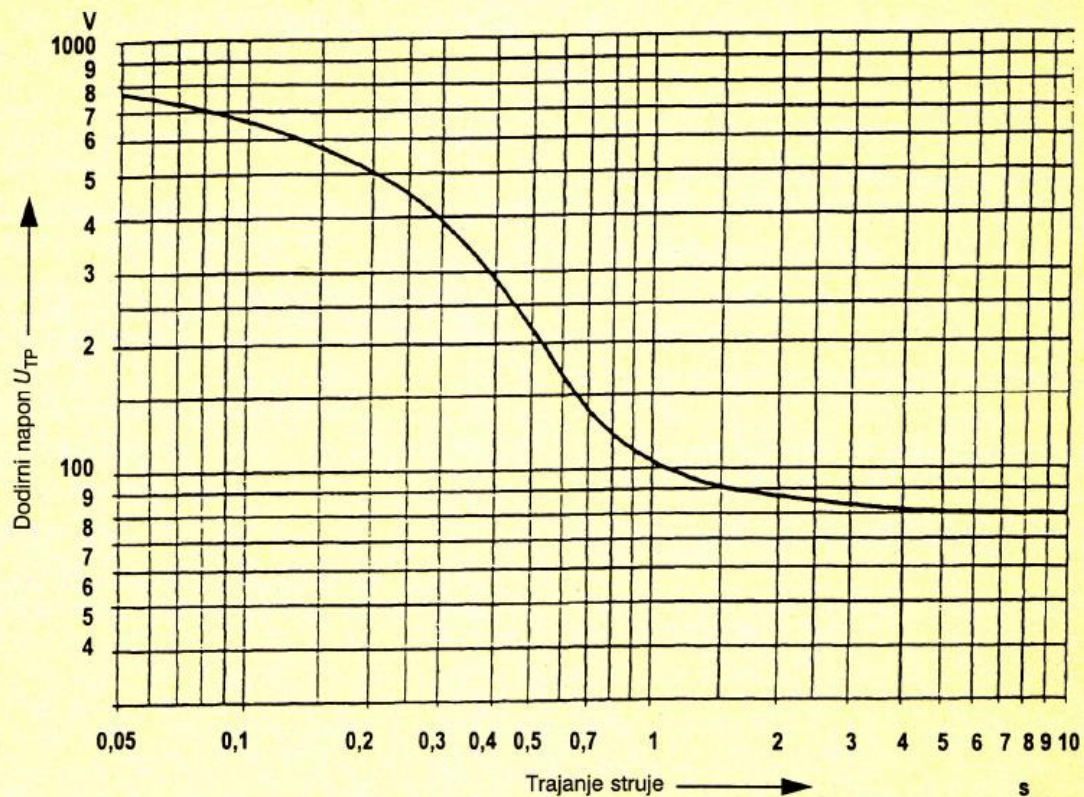
Električni zahtjevi

Načini postupanja s neutralnom točkom

Članak 10.

- (1) Elektroenergetsko postrojenje može se projektirati, izvoditi, biti u pogonu i održavati kao:
 - sustav s neuzemljenom (izoliranom) neutralnom točkom,
 - **sustav s rezonantno uzemljenom neutralnom točkom,**
 - sustav s neutralnom točkom uzemljenom preko **velikog** otpora,
 - sustav s kruto uzemljenom neutralnom točkom ili neutralnom točkom uzemljenom preko male impedancije.

- (2) **Metoda uzemljivanja neutralne točke elektroenergetskog postrojenja odnosno sustava mora biti sukladna odredbama norme HRN HD 637 S1.**

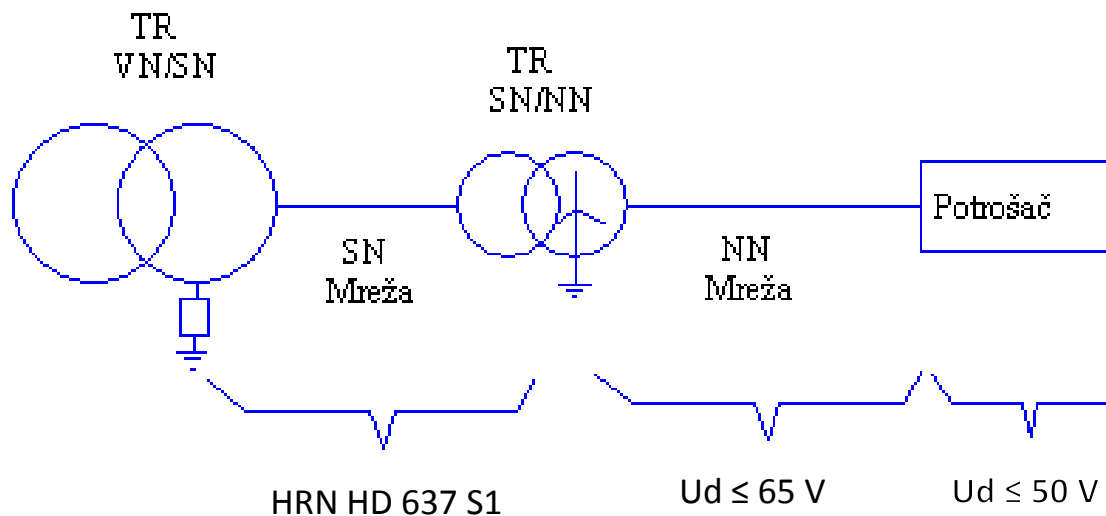


NAPOMENA 1: Krivulja se odnosi na zemljospojeve u visokonaponskim sustavima.

NAPOMENA 2: Ako je trajanje struje mnogo dulje od vremena obuhvaćenoga dijagramom, može se za U_{TP} primijeniti vrijednost 75 V.

Slika 9.1: Dopušteni naponi dodira U_{TP} u ovisnosti o trajanju struje

DOZVOLJENI NAPONI DODIRA ZA ELEKTROENERGETSKA POSTROJENJA NAZIVNIH IZMJENIČNIH NAPONA IZNAD 1 KV



PRIJAŠNJI „KRITERIJI” ZA UZEMLJENJE NEUTRALNE TOČKE

DOZVOLJENE VRIJEDNOSTI KAPACITIVNIH STRUJA

10 kV mreža	$I_c = 20 \text{ A}$
20 kV mreža	$I_c = 15 \text{ A}$
35 kV mreža	$I_c = 10 \text{ A}$

- o Kad vrijednost I_c prijeđe navedene vrijednosti, trebalo bi uzemljiti neutralnu točku ili razdvojiti mrežu!!!
- o Uzemljivači trebaju biti tako dimenzionirani da pojava napona na njima uslijed jednopolnog kvar bude u propisanim granicama.

KAKO TRETIRATI NEUTRALNU TOČKU?

U HEP-u (za sada) nema tipskog rješenja za uzemljenje neutralne točke.

Za postojeće SN mreže:

- Izolirana neutralna točka – „visoki” unutarnji prenaponi.
- Uzemljiti preko otpornika – velika struja 1pKS, „mali” unutarnji prenaponi”.
- Uzemljiti preko prigušnice – mala struja 1pKS, „srednji” unutarnji prenaponi.
- Neko drugo rješenje – neke druge vrijednosti.

Za buduće planirane (projektirane) SN mreže:

- Ograničiti veličinu mreže.
- Istaknuti zahtjev za kvalitetu električne energije.
- Primijeniti jednu od metoda za uzemljenje neutralne točke.

UZEMLJENJE NEUTRALNE TOČKE PREKO MALOG OTPORNIKA

Kriterij:

- $I_R \geq 3I_c$

Ograničenje I_R na 150, 300 ili 1000A

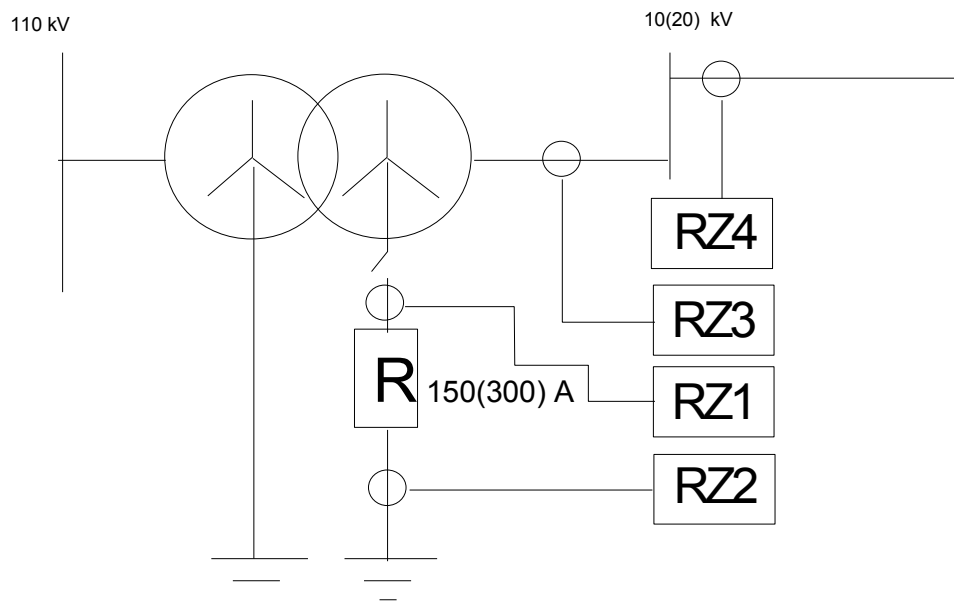
- 150 A za ruralne mreže
- 300 A za gradske kabelske mreže
- 1000 A za velike 30 kV kabelske mreže (Zagreb)

- $I_R \geq 1,5I_c$

Ograničenje I_R do 150 A

- za područja s lošim specifičnim otporom tla

UZEMLJENJE NEUTRALNE TOČKE PREKO MALOG OTPORA



Prema studijama: $3IC \leq IR$

- RZ1 – Rezervna zaštita voda
- RZ2 – Zaštita od visokoomskih kvarova
- RZ3 – Zaštita od premoštenja otpornika
- RZ4 – Zaštita od 1pKS

- 150 A – Ruralne mreže
- 300 A – Gradske mreže

UZEMLJENJE NEUTRALNE TOČKE PREKO PRIGUŠNICE

Izvedba:

djelomična kompenzacija

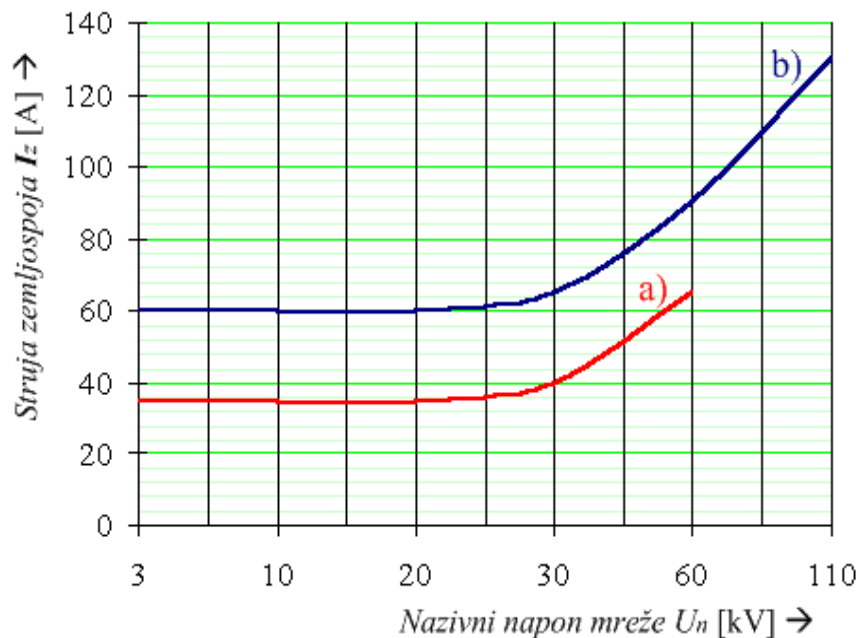
- fiksna prigušnica
- skokovito podesiva prigušnica (korak oko 40 A)

potpuna kompenzacija

- kontinuirano podesiva prigušnica

SAMOGAŠENJE KVARA

- Prema DIN VDE 028 vrijednost je oko 50 – 60 A



Maksimalne vrijednosti struja zemljospoja gdje je još moguće samogašenje

- a) izolirana mreža
- b) kompenzirana mreža

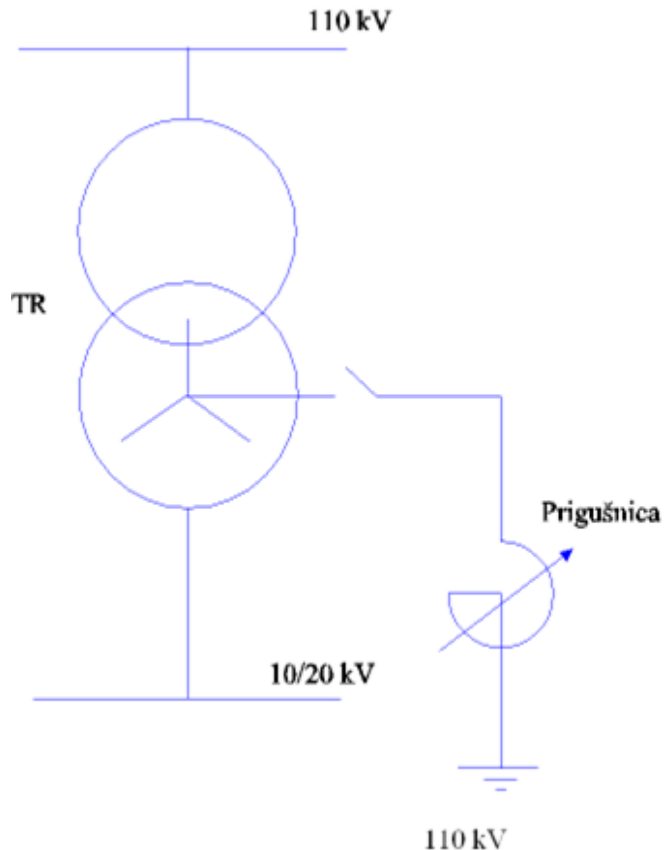
- Prema istraživanjima u Finskoj 0,9 – 9,5 A za neuzemljene mreže, a 5,7 – 23,8 A za kompenzirane mreže. Ovi rezultati odgovaraju vrijednostima dobivenim kod nas.

ISPITIVANJA PRORADA ZAŠTITA I INDIKATORA KVAROVA PRI 1pKS U MREŽI UZEMLJENOJ PREKO REZONANTNE PRIGUŠNICE



Pri našim testiranjima električni luk se nije gasio pri iznosima struja kvara od oko 35 A!!!

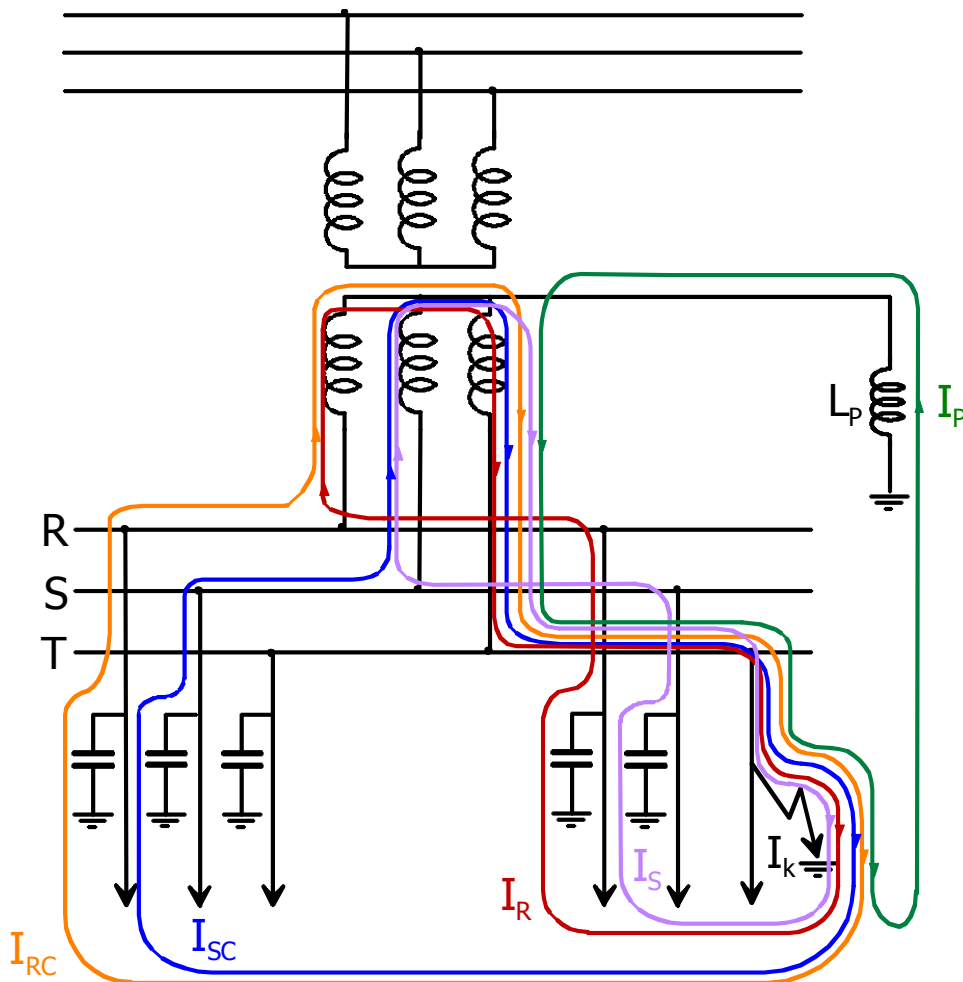
UZEMLJENJE NEUTRALNE TOČKE PREKO PRIGUŠNICE



Povećanjem kapacitivnih struja u Europi je postao trend uzemljenja neutralne točke prigušnicama.

Prednjače Njemačka, Austrija, Češka, Francuska, Italija.

RASPODJELA STRUJE KVARA PRI JEDNOPOLNOM KVARU



◆ struja kvara

$$I_k = I_{RC} + I_{SC} + I_R + I_S + I_P$$

Neko drugo rješenje

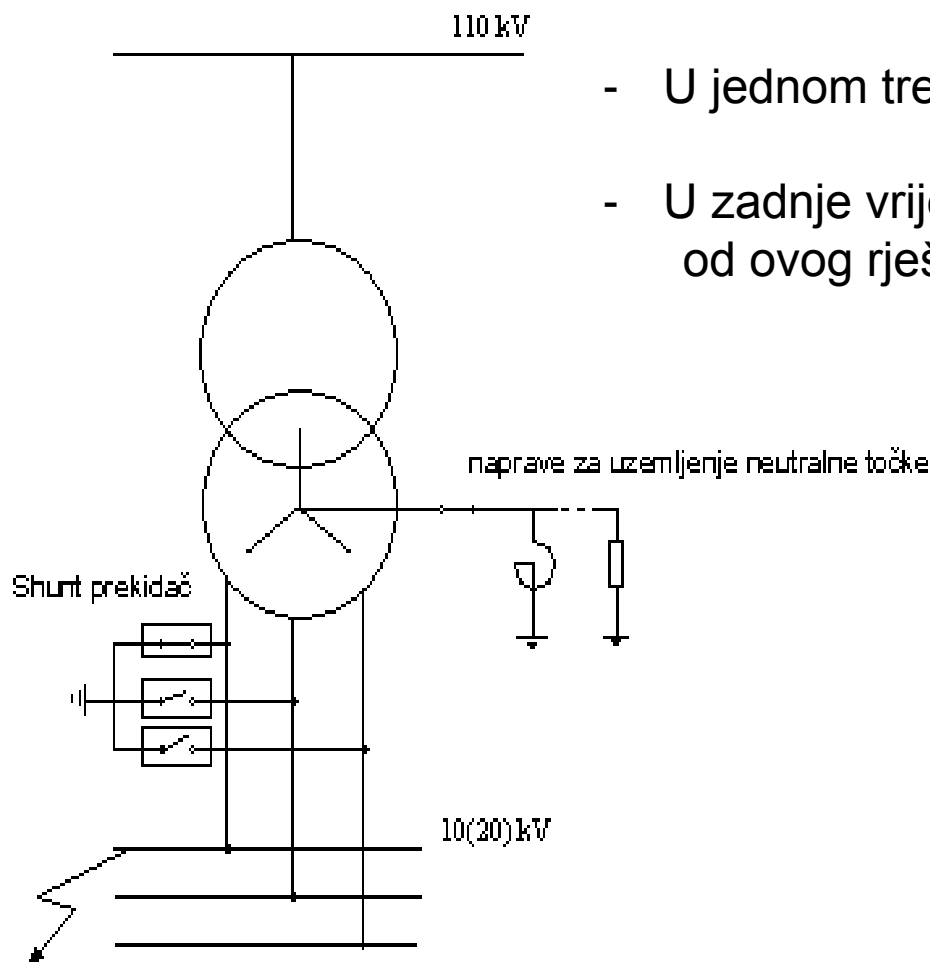
UZEMLJENJE NEUTRALNE TOČKE PRIMJENOM SHUNT PREKIDAČA

Osnovni kriteriji za upotrebu u SN mreži trebali bi biti:

- Prisutnost prolaznih jednopolnih kvarova vodova spojenih na SN sabirnice.
- U slučaju mješovite mreže izolacijska razina kablenskog dijela mora biti zadovoljavajuća.
- Neutralna točka 10(20)kV mreže uzemljena pomoću otpornika ili djelomično kompenzirana.
- Zahtjevi za kvalitetom opskrbe električnom energijom.

Neko drugo rješenje

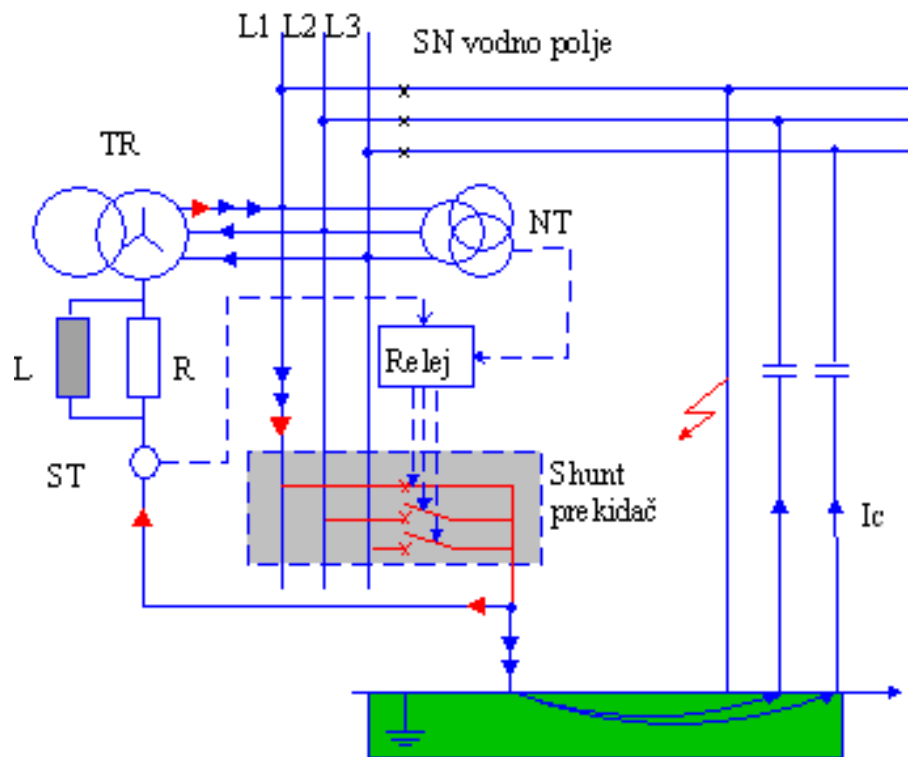
UZEMLJENJE NEUTRALNE TOČKE PRIMJENOM SHUNT PREKIDAČA



- U jednom trenutku vrlo popularno rješenje
- U zadnje vrijeme većina elektroprivreda odustaje od ovog rješenja (pravi razlog se ne zna!?)

Neko drugo rješenje

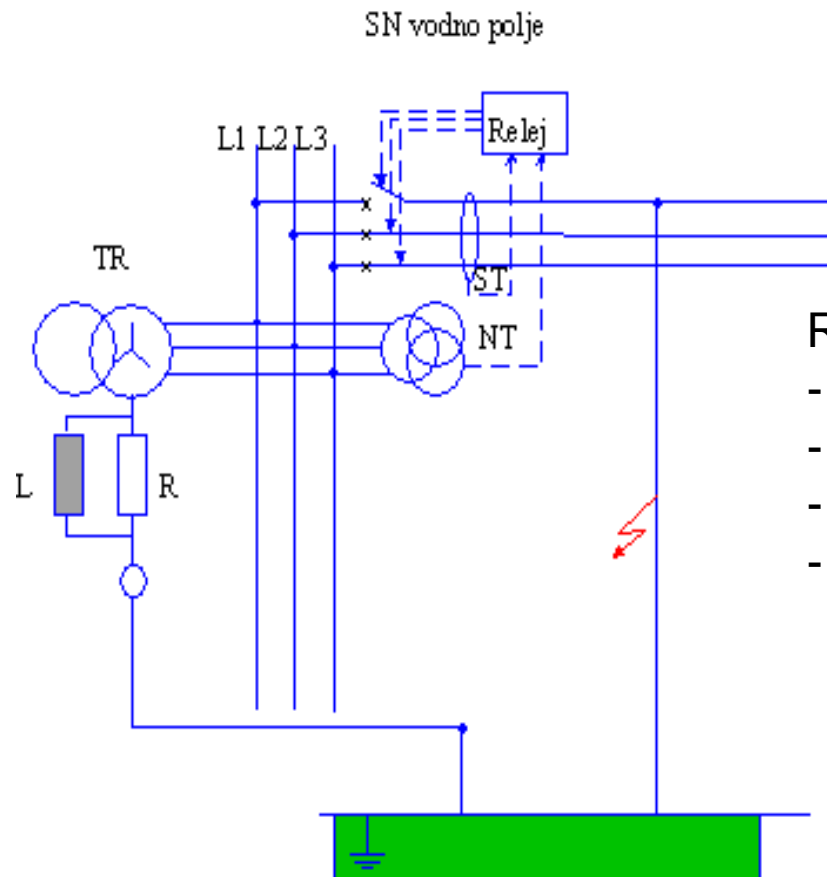
STANJE PRI UKLJUČENJU SHUNT PREKIDAČA



- Osigurani optimalni uvjeti za samogašenje kvara – napon na mjestu kvara je ≈ 0 V.
- Napon kod potrošača je u redu.
- Mogući problemi kod „Cross-Country Faults”
- Uspješnost 56 % pri gašenju prolaznih kvarova – podaci za Sloveniju.

Neko drugo rješenje

JEDNOPOLNI APU !?



Rješenje za razmišljanje:

- Tehnološki izvedivo
- Osigurava pune uvjete za samogašenje.
- Nema naponskih naprezanja.
- Potrošači pogođenog SN voda na NN trpe naponske nesimetrije.

USPOREDBA UZEMLJENJA NEUTRALNE TOČKE PREKO MALOG OTPORA I REZONANTNOG SUSTAVA

MALI OTPORNIK

- Visoka struja kvara
- Smanjen nivo prenapona
- Slabo samogašenje luka
- Jednostavna manipulacija
- Jednostavna relejna zaštita

Posljedica:

- Velik broj isklopa
- Značajna neisporuka el. energije. (smanjenje PQ)

REZONANTNI SUSTAV

- Mala struja kvara
- Dobro samogašenje kvara
- Produženje vremena oporavka napona
- Minimiziranje struja 1pKS
- Povećanje sigurnosti ljudi i reduciranje štete
- Smanjeno naprezanje uzemljivača

Posljedica:

- Značajno povećanje PQ

JEDAN OD KRITERIJA ZA ODABIR NAČINA UZEMLJENJA NEUTRALNE TOČKE

NAČIN UZEMLJENJA NEUTRALNE TOČKE	KAPACITIVNE STRUJE SN MREŽE U (A)	
	10 kV	20 kV
MALI OTPOR	0 – 45	0 – 60
FIKSNA PRIGUŠNICA	45 – 150	60 – 200
PODESIVA PRIGUŠNICA	75 – 225	100 – 300
PODESIVA + FIKSNA PRIGUŠNICA	> 225	> 300

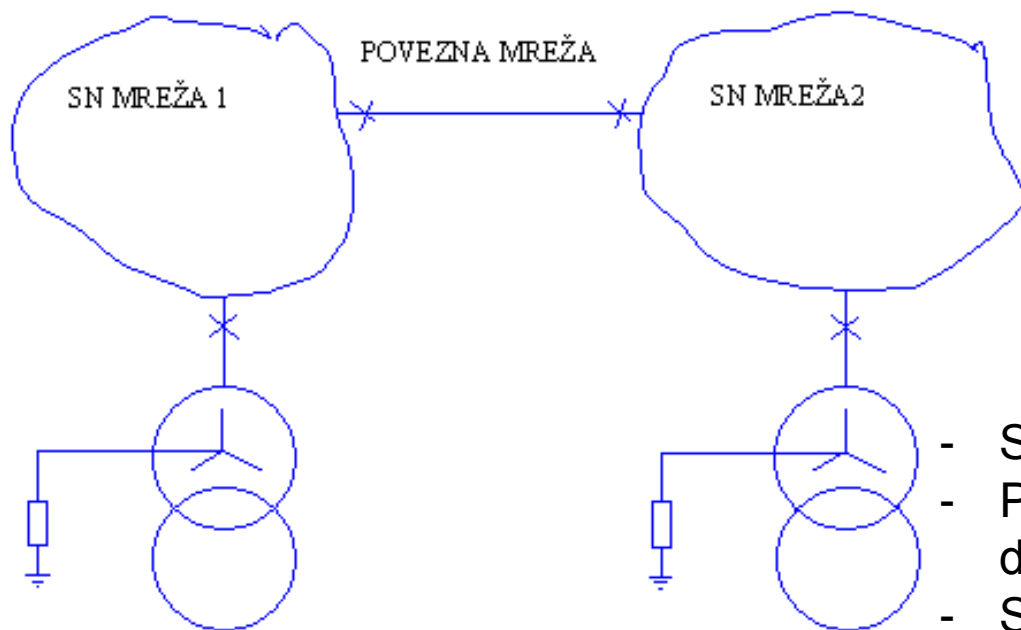
Kriterij prema ENEL-u

KRITERIJA ZA ODABIR NAČINA UZEMLJENJA NEUTRALNE TOČKE prema autoru

NAČIN UZEMLJENJA NEUTRALNE TOČKE	KAPACITIVNE STRUJE SN MREŽE U (A)	
	10 kV	20 kV
MALI OTPOR	0 – 30	0 – 60
FIKSNA PRIGUŠNICA + MALI OTPOR	30 – 100	60 – 200
PODESIVA PRIGUŠNICA	75 – 150	120 – 250
PODESIVA + FIKSNA PRIGUŠNICA	> 150	> 250

- Sve gore navedeno je u skladnosti odredbama norme HRN HD 637 S1.
- Uz sve kriterije primjena shunt prekidača (ili jednopolni APU)* ukoliko postoji zahtjev za povećanom kvalitetom opskrbe.
- * *Potrebno je provesti stručnu raspravu.*

POGON DISTRIBUCIJSKE MREŽE ZA SLUČAJ PROMIJENE TOČKE NAPAJANJA



- Svaka SN mreža „vozi” otočno.
- Paralelan pogon u principu nije dozvoljen (osim kratkotrajno radi....).
- Svaki drugi slučaj potrebno je posebno obraditi kroz UPUTE ZA VOĐENJE POGONA za konkretnu TS.

PITANJA

HVALA NA PAŽNJI