

Relejna zaštita-Laboratorijske vežbe

Program: DigSILENT

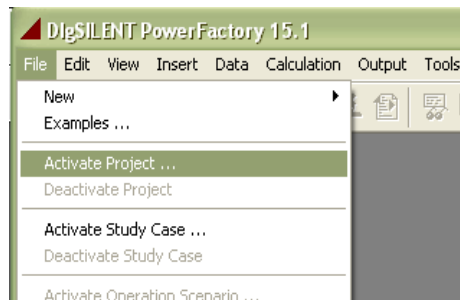
Program se pokreće dvostrukim klikom na ikonicu DigSilent Power Factory. Ikonica je prikazana na Slici 1.



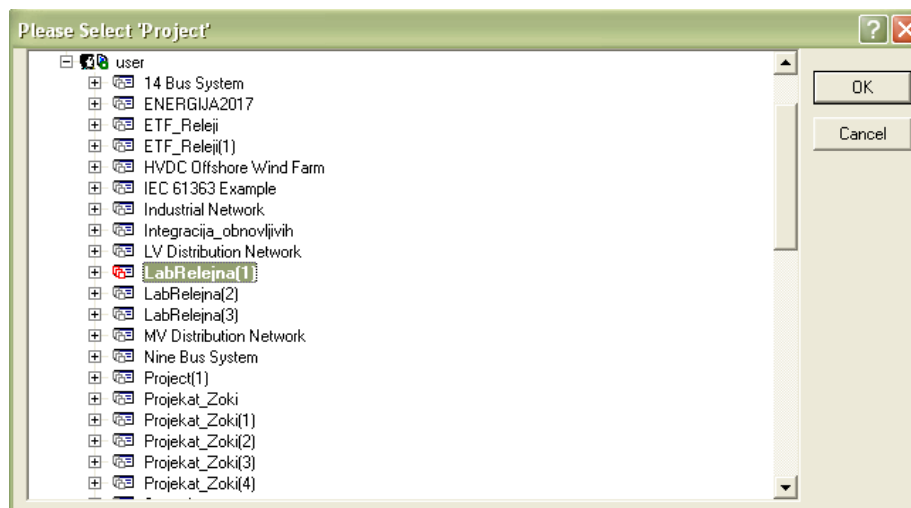
Slika 1: Ikonica programa na ekranu.

Isključe se svi dodatni prozori (Backup Workspace i Power Factory Examples) i dobije se siva pozadina. Prvi korak u svakoj vežbi jeste da se pokrene već kreiran projekat. Projekti se nalaze na sledećoj adresi:

File / Activate Project...

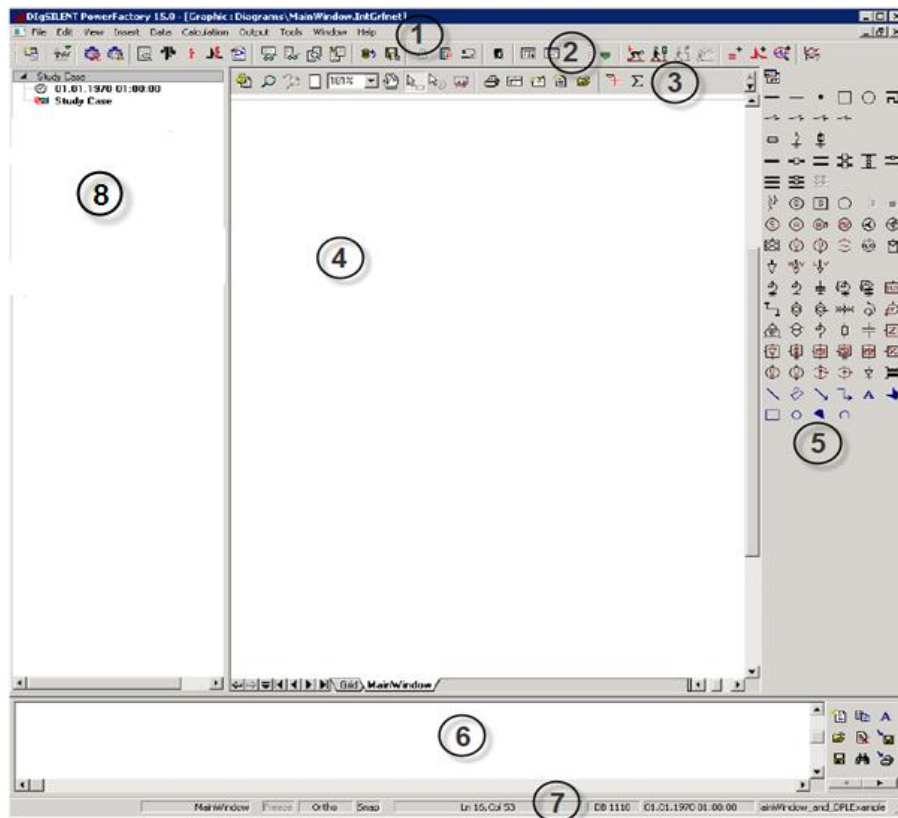


Slika 2: Aktiviranje projekta



Slika 3: Izbor projekta

Izabere se projekat pod nazivom LabRelejna(broj grupe). Na primer: Ako je student u trećoj grupi aktiviraće projekat pod nazivom LabRelejna (3). Klikne se na OK. Nakon pokretanja projekta, okruženje ima strukturu prikazanu na Slici 4.

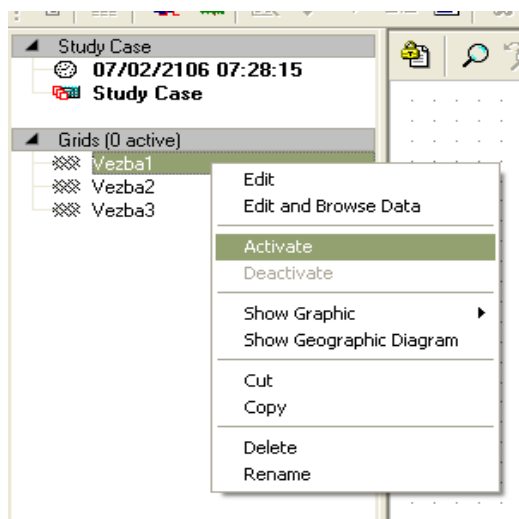


Slika 4: Radni prozor na ekranu nakon pokretanja projekta.

Brojevi na Slici 4 označavaju posebne delove radnog prostora:

1. Linija sa glavnim komandama
2. Linija sa najčešće korišćenim komandama
3. Linija komandi vezanih za grafik
4. Grafički prostor (**ovde je već nacrtana monofazna šema mreže od interesa za svaku vežbu**)
5. Skup elemenata za crtanje
6. Izlazni prozor u kome se korisniku ispisuje šta je program odradio i da li postoji greška
7. Statusna linija
8. Prikaz sadržaja projekta.

Svaki projekat sadrži tri vežbe. One se mogu uočiti u prozoru za prikaz sadržaja projekta (označeno brojem 8 na Slici 4). Vežba se aktivira desnim klikom na naziv vežbe (Vezba1, Vezba2 ili Vezba3) i izborom komande *Activate*. Aktiviranje prve vežbe prikazano je na Slici 5.



Slika 5: Način aktiviranja Vežbe 1.

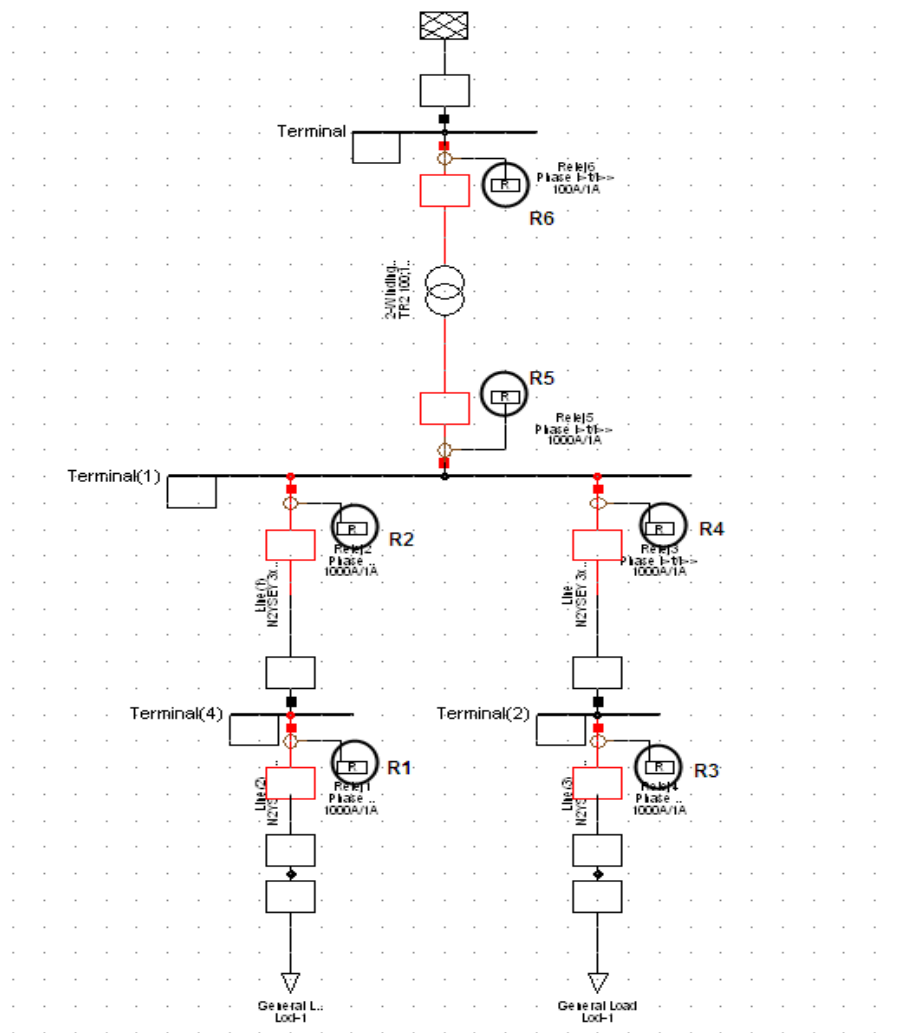
Kada se vežba aktivira, na grafičkom prostoru odmah se prikazuje mreža od interesa.

VEŽBA 1: Selektivnost prekostrujne zaštite u radijalnim mrežama.

Zadatak vežbe jeste da se podesi fazna kratkospojna zaštita tako da bude zadovoljen kriterijum selektivnosti.

Potrebno je aktivirati Vežbu 1 prema uputstvu prikazanom na Slici 5 (Znak ispred imena se zacrveni, a ime vežbe se ispiše **Bold** slovima).

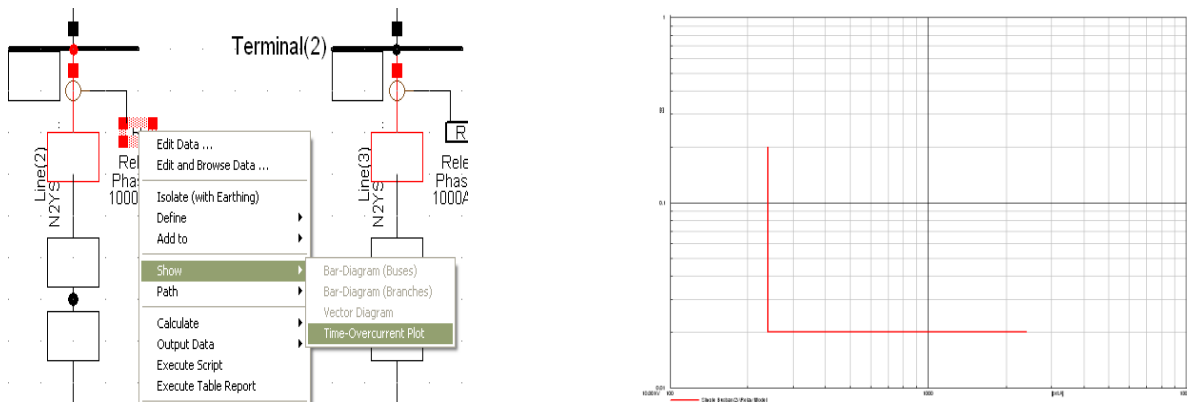
Na ekranu se pojavljuje mreža prikazana na Slici 6. Mreža se sastoji od dva potrošača ($P=5$ MW), četiri kabla (10 kV) i jednog transformatora (110/10 kV/kV). Na početku svakog kabla nalaze se releji koji imaju funkciju prekostrujne zaštite ($I>t/I>>$) pri čemu će biti korišćen samo kratkospojni (brzi) član ($I>>$). Isti tip releja koristi se na niskonaponskoj i visokonaponskoj strani transformatora. Pozicije releja i njihova numeracija naznačeni su na slici. Prenosni odnos strujnih transformatora je 1000/1 A/A sa sekundarne strane energetskog transformatora a 100/1 A/A kod releja 6, sa primarne strane energetskog transformatora.



Slika 6: Mreža za vežbu broj 1

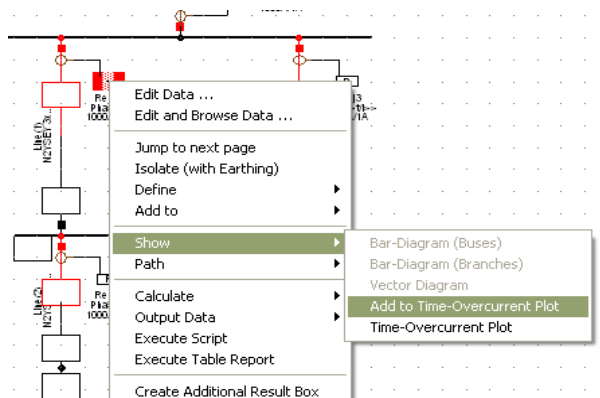
Crtanje karakteristika releja

Izgled karakteristika releja može se dobiti desnim klikom na relej i izborom opcije Show Time-Overcurrent plot. Pojaviće se novi list, pod nazivom „Time Overcurrent plot“, na kome je prikazana strujno-vremenska karakteristika željenog releja. Primer karakteristike releja 1 prikazana je na Slici 7.



Slika 7: Inačin crtanja i zglend karakteristike releja 1.

Svaku sledeću karakteristiku drugih releja treba dodati na već postojeću sliku (desni klik/ Show/ Add ti Time Overcurrent Plot) kako bi se videle sve karakteristike na jednom grafiku. Slika 8 pokazuju način dobijanja drugih karakteristike releja u mreži. Na jednom grafiku treba iscrtati karakteristike releja 1, 2, 5 i 6.

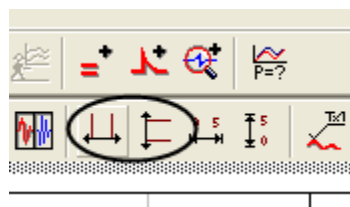


Slika 8: Iscrtavanje karakteristike drugog i svakog sledećeg releja na istom grafiku

Uočiti da su ose prikazane u logaritamskoj razmeri.

Karakteristika releja može se zadati i numerički duplim klikom na istu (*Pickup Current* i *Time Settings*). *Total time* je ukupno vreme reagovanja koje se sastoji iz podešenog vremena i sopstvenog vremena reagovanja releja.

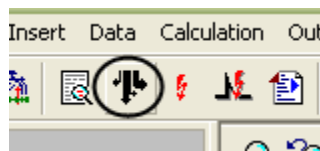
Uz pomoć dve opcije koje su naznačene na Slici 9 grafik se zumira po *x* odnosno po *y* osi.



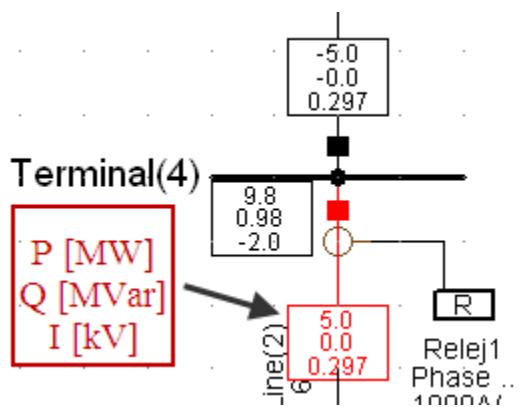
Slika 9: Zumiranje grafika po *x* ili po *y* osi.

Proračun radnih struja

Prvo se treba vratiti na karticu na kojoj je nacrtana monofazna šema mreže („Vezba1“). Informacija o vrednostima radnih struja može se dobiti proračunom tokova snaga. Ovaj proračun se vrši izborom opcije koja je prikazana na Slici 10. Klikom na dugme i pritiskom na *Execute* izvršava se proračun, a rezultati se smeštaju u polja na dijagramu, baš kako je prikazano na Slici 11.



Slika 10: Dugme za proračun tokova snaga



Slika 11: Rezultati proračuna tokova snaga (Struja koju meri relej ima vrednost $I=0.297$ kA – sa primarne strane strujnih transformatora)

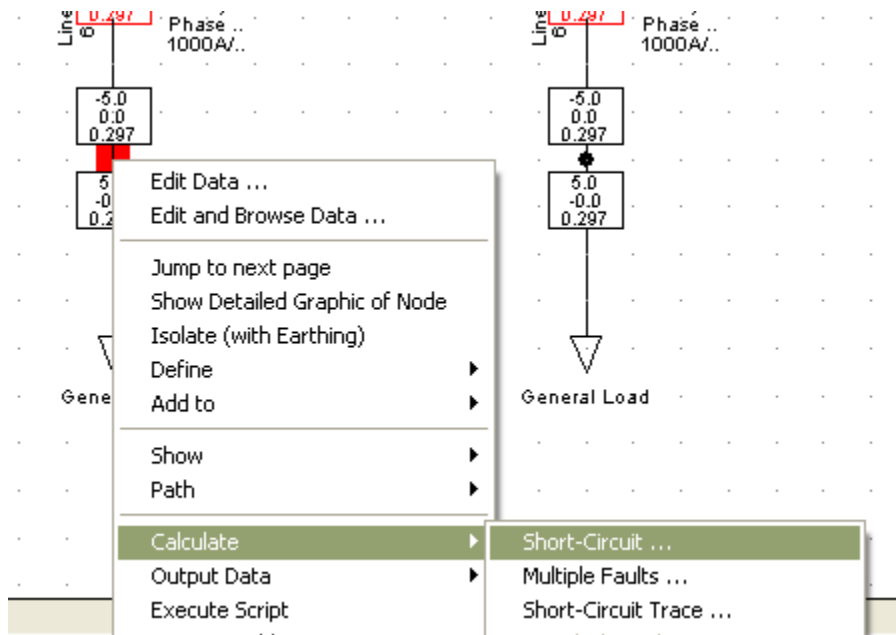
Prelaskom na karticu „Time Overcurrent plot“ mogu se uočiti vertikalne linije koje pokazuju vrednosti radnih struja koje mere pojedini releji, ali sa **primarne strane strujnih transformatora**.

Ukoliko se ove linije seku sa karakteristikama releja, u tački njihovog preseka biće ispisano vreme reagovanja releja.

Proračun struja kvara

Proračun kratkih spojeva vrši se na drugačiji način. Najpre se izabere mesto kvara. Desnim klikom na mesto kvara izabere se opcija *Calculate/Short-Circuit* baš kako je i prikazano na Slici 12. U novootvorenom prozoru za opciju *Method* treba izabrati *complete* (da bi se proračun izvršio metodom superpozicije). Opcijom *Fault type* bira se tip kvara, a faze pogođene kvarom biraju se opcijom *Phase*. Ostale stavke ne treba menjati. Pritiskom na *Execut* izvršava se proračun, a rezultati struja tokom kvara ispisuju se za sve tri faze.

Prelaskom na karticu „Time Overcurrent plot“ mogu se uočiti vrednosti struja u fazi koja je pogođena kvarom. Sve rečeno u prethodnom poglavlju vezano za prikaz struja važi i ovde.



Slika 12: Proračun struje kvara

ZADACI:

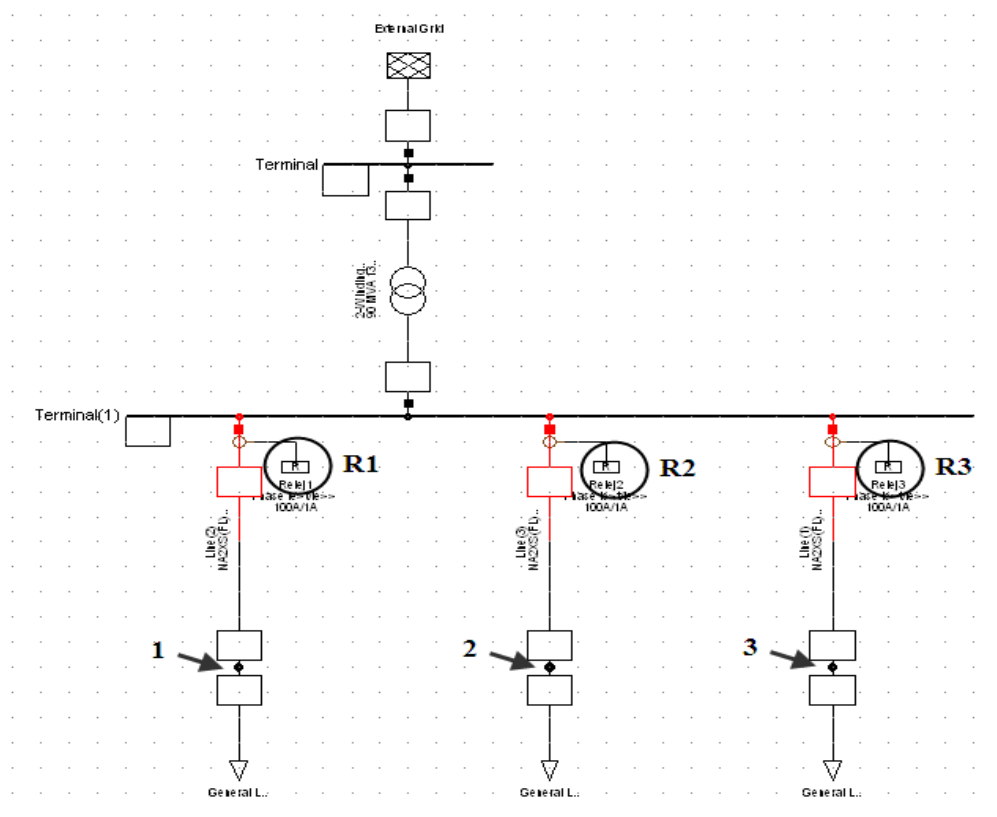
1. Na osnovu radnih struja, podesiti struje reagovanja releja 1, 2, 5 i 6. Za koeficijent rezerve usvojiti vrednost 1,2.
2. Podesiti vremena reagovanja prethodno pomenutih releja tako da bude zadovoljen kriterijum selektivnosti.
3. Simulirati dvofazni kratak spoj faza A i B u tački priključenja levog potrošača. Za koje vreme će reagovati svaki od ova četiri releja (ovim se proverava podešenje iz tačke 3).
4. Simulirati trofazni kvar na sabirnicama sa sekundarne strane energetskog transformatora (Terminal (1)). Za koje vreme će reagovati svaki od ova četiri releja?
5. Kako treba podesiti releje 3 i 4 (releji na desnom izvodu)?
6. Koji je nedostatak ovakvog podešavanja zaštite? Kako se to prevazilazi?

VEŽBA 2: Zemljospojna zaštita u radijalnim mrežama sa izolovanom neutralnom tačkom

Zadatak vežbe jeste da se uoči problem neselektivnosti neusmerene zemljospojne zaštite u distributivnim mrežama sa izolovanom neutralnom tačkom.

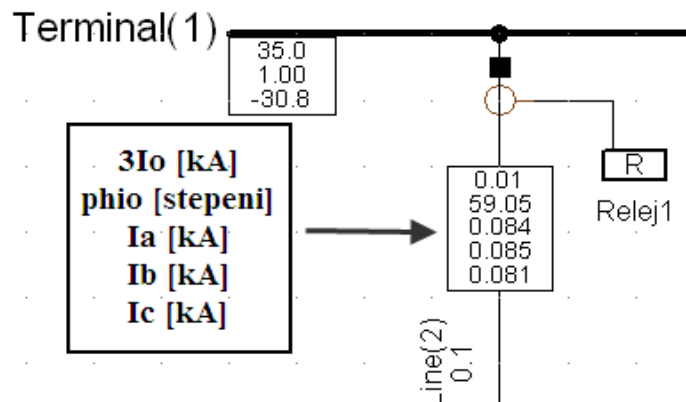
Potrebno je izbrisati karticu „Time Overcurrent plot“ i deaktivirati Vežbu 1 (desni klik na Vezba1 i izbor opcije *Deactivate*). Aktivirati Vezba2.

Na ekranu se pojavljuje mreža prikazana na Slici 13. Mreža se sastoji od tri identična potrošača i kabela. Releji 1, 2 i 3 označeni su crnim kružićima, dok su tačke priključenja potrošnji obeležene strelicama i crnim ciframa. Energetski transformator je prenosnog odnosa 110/35 kV i sprege YNd. Strujni transformatori su prenosnog odnosa 100/1 A/A.



Slika 13: Mreža za vežbu broj 2

Prilikom proračuna kratkog spoja u poljima za ispisivanje rezultata prikazuju se: trostruka nulta struja, argument nulte struje i sve tri fazne struje. Primer jednog polja prikazan je na Slici 14.



Slika 14: Rezultati primera proračuna kratkog spoja (Struja koju meri relej ima vrednost $I=0.01$ kA – sa primarne strane strujnog transformatora)

ZADACI:

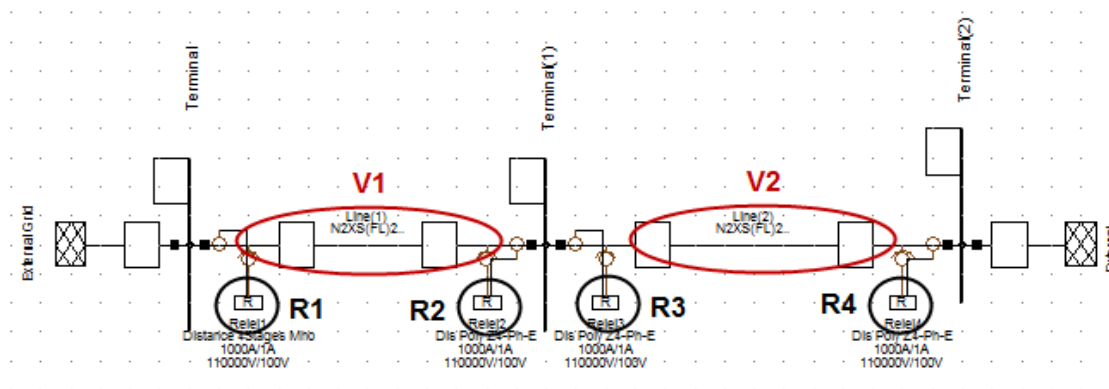
1. Nacrtati karakteristike sva tri releja (formirati Time Overcurrent Plot).
2. Simulirati zemljospoj faze A u tački 1 (obeležena na Slici 13). Na grafiku će biti prikazane struje koje mere svi releji. Kolike struje mere ova tri releja?
3. Podesiti zemljospojnu zaštitu samo na osnovu merenja nulte struje i nacrtati karakteristike releja.
4. Sa jednopolne šeme izbrisati treći izvod (prve dve grane ostaju). Simulirati zemljospoj fazi B u tački 2 (obeležena na Slici 13). Na grafiku će biti prikazane struje koje mere prva dva releja. Kolike struje mere ova dva releja? Nacrtati fazorski dijagram ove dve trostruke nulte struje.
5. Da li se u ovom slučaju može selektivno podesiti zemljospojna zaštita? Zašto? Kako se navedeni problem rešava?

VEŽBA 3: Selektivnost distantne zaštite

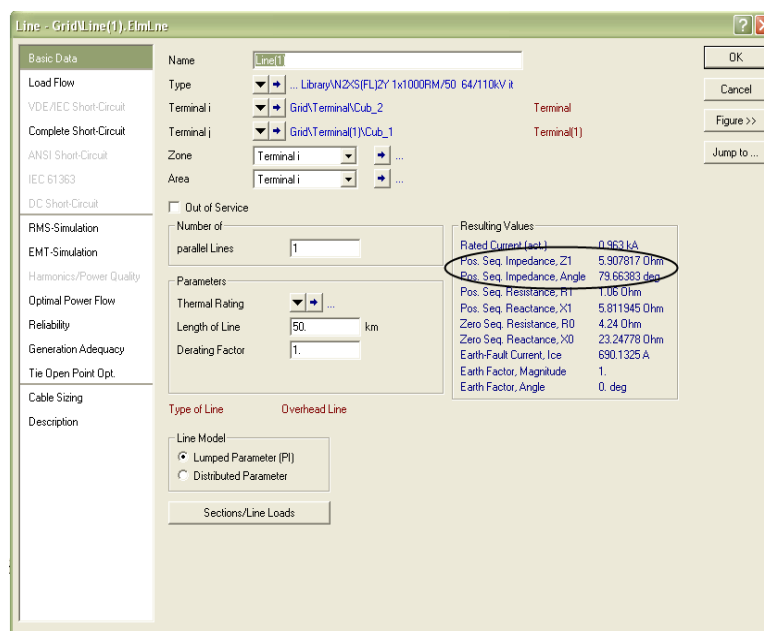
Zadatak vežbe jeste da se selektivno podesi distantna zaštita.

Potrebno je izbrisati karticu „Time Overcurrent plot“ i deaktivirati Vežbu 2 (desni klik na Vezba1 i izbor opcije *Deactivate*). Aktivirati Vezba3.

Na ekranu se pojavljuje sistem prikazan na Slici 15. Sistem se sastoji od dva redno vezana voda (V1 i V2) koji se mogu dvostrano napajati. Na slici su obeležena i 4 releja. Svi releji imaju ugaono admitansne (mho) karakteristike u svim zonama zaštite. Dvostrukim levim klikom na jedan od vod ponaosob dobija se prozor za dijalog kao na Slici 16. Na Slici 16 treba uočiti i zapisati koliko iznose ukupna direktna impedansa voda (Pos. Seq. Impedance Z1) i ugao voda (Pos. Seq. Impedance Angle).

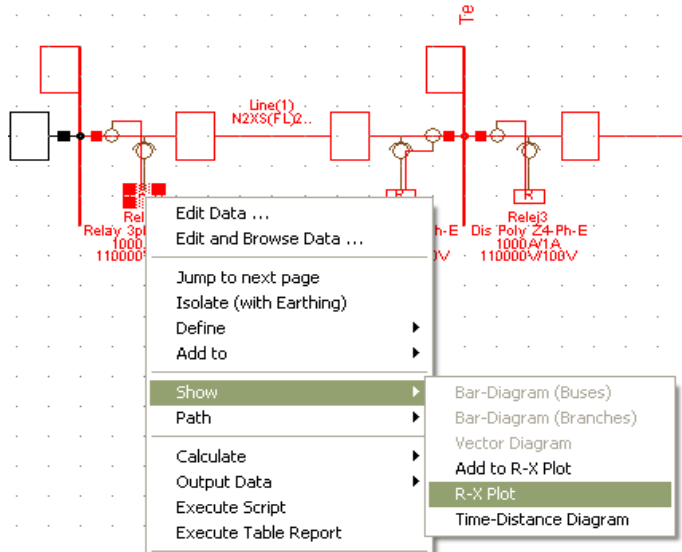


Slika 15: Mreža za vežbu broj 3

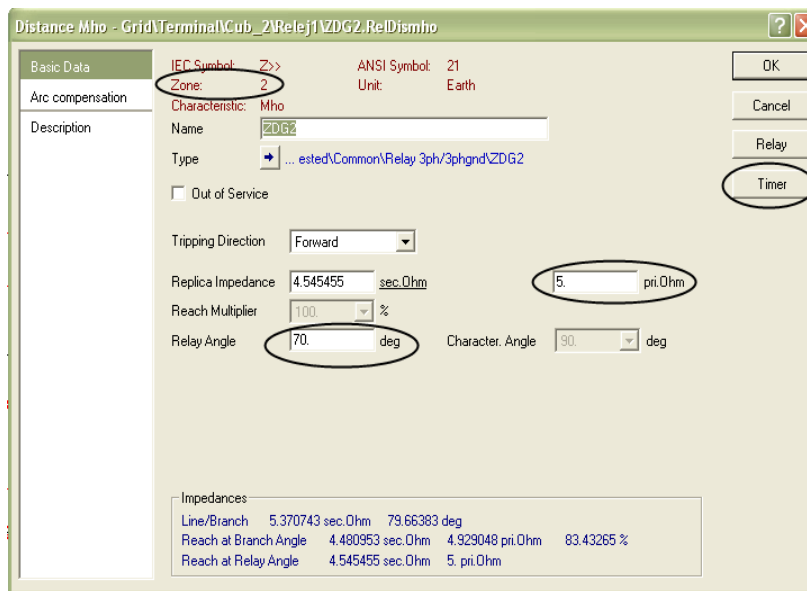


Slika 16: Prikaz parametara voda

Grafički se mogu prikazati dve vrste karakteristika distantnih releja. Jedan prikaz je zona zaštite u kompleksnoj (R-X) ravni, a drugi je prikaz vremena reagovanja releja u funkciji merene impedanse (Z-t grafik). Crtanje R-X grafika za svaki relej nalazi se na istoj adresi (desni klik na oznaku releja/Show/R-X), kao što je prikazano na Slici 17. Dvostrukim levim klikom na neku od karakteristika releja dobija se prozor kao na Slici 18. Na slici su označeni relevantni podaci koje treba podesiti prema zadatku. Treba podesiti sledeće podatke: doseg, ugao i vreme reagovanja releja u zavisnosti od zone zaštite). Pritiskom na dugme *Timer*, podešava se vreme reagovanja datog stepena.



Slika 17: Prikaz karakteristike releja u R-X ravni



Slika 18: Promena relevantnih parametara za određeni stepen zaštite.

ZADACI:

1. Nacrtati R-X karakteristike sva četiri releja na istom grafiku. Kako su releji usmereni? Koliko stepena svaki od releja ima?
2. Podesiti da svaki relej u svojoj prvoj zoni štiti 85% voda. Podesiti da relej ima doseg u drugoj zoni do 85% sledećeg voda u smeru reagovanja i da ima doseg treće zone (ako postoji za dati relej) do 85% trećeg voda (pretpostaviti da postoji i treći vod). Stepene međusobno vremenski zategnuti za 0,3 s. Podesiti karakteristike tako da linije vodova prolaze kroz centre kružnica.
3. Simulirati jednofazni kratak spoj faze A na vodu 1 (desni klik na vod/Calculate/Short Circuit/Execute). Za koja vremena reaguju svi releji?
4. Ponoviti postupak kao u prethodnoj tački ali u prozoru za zadavanje kvara pod stavkom "Fault Impedance" podesiti za $R_f=3 \text{ Ohm}$. Time se podešava da se kvar desio preko impedanse od 3Ω .
5. Uočiti vremena reagovanja Releja 1 u tačkama 3 i 4. Kako impedansa kvara utiče na impedansu koju meri relej?