

Sovellusohje

Suojausasettelut ja
toisiokoestus katkeilevan
maasulun suojaukselle

Revision	1.0
Status	Julkinen
Date	25.4.2014
Last saved By	TV
Checked By	JV 14.4.2014

SISÄLLYSLUETTELO

1	YLEISTÄ	3
2	SUOJAUSASETTELUT JA KOORDINAATIO MUIDEN SUOJIENTEN KANSSA	4
3	TOISIOKOESTUS	6
3.1	Koesarjojen sisältö	11
3.2	Pienen ja keskisuuren verkon (< 60A) releen koestus	12
3.3	Ison verkon (~100A) releen koestus	18
3.4	Tulosten raportointi	24

1 YLEISTÄ

Tässä dokumentissa esitetty ohjeistus katkeilevan maasulun käyttöönotto- tai kausikoestukseen on yleispätevä kaikkien valmistajien suojaruleitten koestamiseen, joissa on katkeilevalle maasululle suojausfunktio olemassa.

Koestuksessa on tarkistettava, että aseteltu suoja havahtuu ja laukaisee vain viallisen lähdön jännitteettömäksi sille asetellussa toiminta-ajassa, eikä havahdu väärin taustalähdön vikoihin. Koestuksessa on myös varmistuttava siitä, että katkeilevan maasulun suojaus ei häiritse normaalin suunnatun tai suuntaamattoman maasulkusuojausajan toimintaa verkossa esiintyvissä ei katkeilevissa maasulkuvioissa ja sille annettu toiminta-aika ei ylitä kiskon nollajännitteelle annettua toiminta-aikaa. Lisäksi koordinaatio muiden suojausajainten sekä erityisesti mainitun kiskon nollajännitesuojausajan kanssa on varmistettava.

Tähän koestusohjeeseen kuuluu kaksi tiedostokansiota, joissa on simuloituja transienttivikoja pienelle ja keskisuurelle verkolle (PKVerkko) sekä suurelle verkolle (Isoverkko).

2 SUOJAUSASETTELUT JA KOORDINAATIO MUIDEN SUOJIIEN KANSSA

Katkeilevan maasulkusuojauksen asettelut tulisi koordinoita kiskon nollajännitesuojauksen kanssa siten, että katkeilevassa maasulussa vikälähtö ehditään aina laukaista ennen nollajännitesuojauksen toimintaa riittävällä marginaalilla. Toisaalta koska katkeileva maasulkuvika rasittaa suuresti sähköverkkoa, tulisi laukaisun tapahtua nopeasti.

Lähellä resonanssia tapahtuvan katkeilevan maasulkuvian läpilyöntitiheys asettaa rajoitteen minimi toiminta-aika asetukselle. Suojauksen oikeintoiminnan varmistamiseksi on katkeilevan maasulkuportaan havahtuminen aseteltava verkon mukaisesti päästämään vasta siinä vaiheessa kun voidaan olla varmoja, että vika on poistunut eikä uutta läpilyöntiä ole odotettavissa.

Verkon koko on tässä määräävässä asemassa siinä suhteessa että mitä isompi on verkon koko ampeereina mitattuna sitä harvemmin läpilyönnin voi olettaa tapahtuvan. Nyrkkisääntönä voitaisiin pitää pienessä / keskisuuressa verkossa ($<60\text{A}$) n. 250 - 350 ms pulssiväliä ja suuressa verkossa ($\sim 100\text{A}$) n. 500 ms pulssiväliä. Suosituksena releen havahtumisen päästö verkosta riippumattomaksi aseteltuna ei saisi alittaa 450 ms asettelua. Tällöin voidaan olla varmoja että rele ei ehdi päästää havahtumista täysin kompensoidussakaan verkossa.

Toiminta-aika asetuksen maksimin määrää normaalisti kiskon nollajännitesuoja. Mikäli nollajännitesuoja on aseteltu hyvin nopeaksi saattaa olla että sen toiminta-aikaa on syytä pidentää. Suosituksena katkeilevan suojauksen laukaisun toiminta-ajaksi on 500 ms ensimmäisestä pulssista laskettuna. Tällöin suojan laukaisu vaatii minimissään kaksi läpilyöntipulssia myös lähes täysin kompensoidussa verkossa, jossa vikapulssit tulevat harvoin. Mikäli nollajännitesuojaus on aseteltu hyvin nopeaksi ($< 1\text{s}$) sen havahtumisen päästöaika on syytä tarkistaa. Missään tapauksessa nollajännitesuojan toiminta-aika ei saa alittaa katkeilevan maasulun suojaukselle aseteltua toiminta-aikaa lisättynä katkaisijan toiminta-ajalla sekä nollajännitesuojan päästöajalla.

Mikäli normaalit suunnatut maasulkusuojat halutaan lukita, kun katkeileva maasulku on havaittu, tulisi lukitseminen tehdä sekä taustaverkon että vikaantuneen lähdön releissä. Yleisesti, jos katkeilevan maasulun suojausta ei haluta käyttää lukitsemaan suunnattua maasulkusuojausta, tulisi varmistaa, että suunnattujen maasulkusuojiin toiminta-aika asettelu on pidempi kuin katkeilevan maasulun suojaukselle aseteltu aika. Suunnatun maasulkusuojan lukitseminen katkeilevasta viasta muutoinkin tulisi tehdä vain mikäli suunnatusta suojasta ei haluta havahtumistapahtumia katkeilevan vian aikana tai jos suunnatun maasulkusuojausten asettelu normaaliviassa alittaa katkeilevalle maasulun suojalle asetetun toiminta-aika asettelun.

3 TOISIOKOESTUS

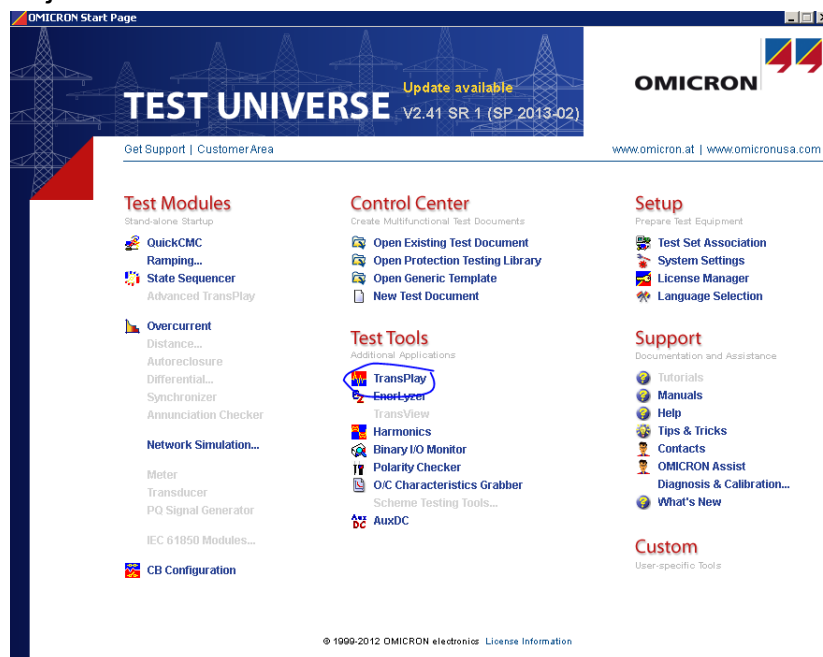
Tarvittava laitteisto ja esitiedot:

- Testattavan releen I0 virtamuuntajan ja U0 jännitemuuntajan muuntosuhteet
- Verkon koko ampeereissa mitattuna (vaikuttaa testitiedostojen valintaan)
- Vähintään yhtä virta- ja jännitekanavaa 20 kHz näytteistyksellä tallennettua transienttitiedostoa toistamaan kykenevä testilaitteisto esim. Omicron tai Ponovo.
- Katkeilevan maasulun transienttitallenteet vika ja taustalähdölle lähellä resonanssia olevassa verkossa sekä runsaasti ali- ja ylikompensoituna.
- Normaali maasulkutallenne (tai testilaitteen simulaatio) transienttimaasulusta (ei katkeilevasta maasulusta)

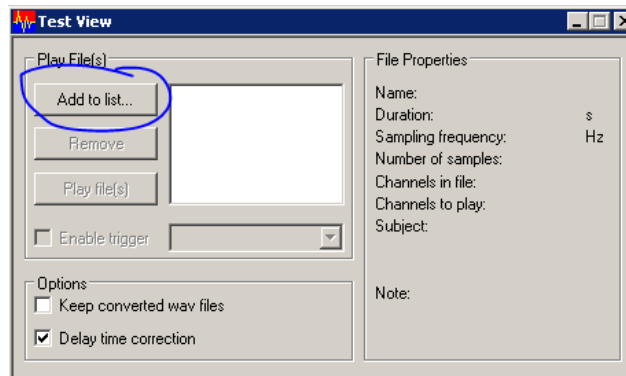
Koestus tulisi tehdä vähintään kolmella eri tallennuksella sekä johdolla olevalle vialle että taustaverkon vialle. Testiajoja relettä kohden tulisi näinollen kuusi katkeilevan maasulun vioista sekä yksi lisääjo, jolla varmistutaan, ettei katkeilevan maasulun suoja reagoi normaaliin maasulkuviikaan. Tallenne normaalista maasulkuviasta ei sisälly tämän dokumentin mukana tulevaan testipakettiin.

Transienttivikojen toisto tapahtuu seuraavasti (Omicron):

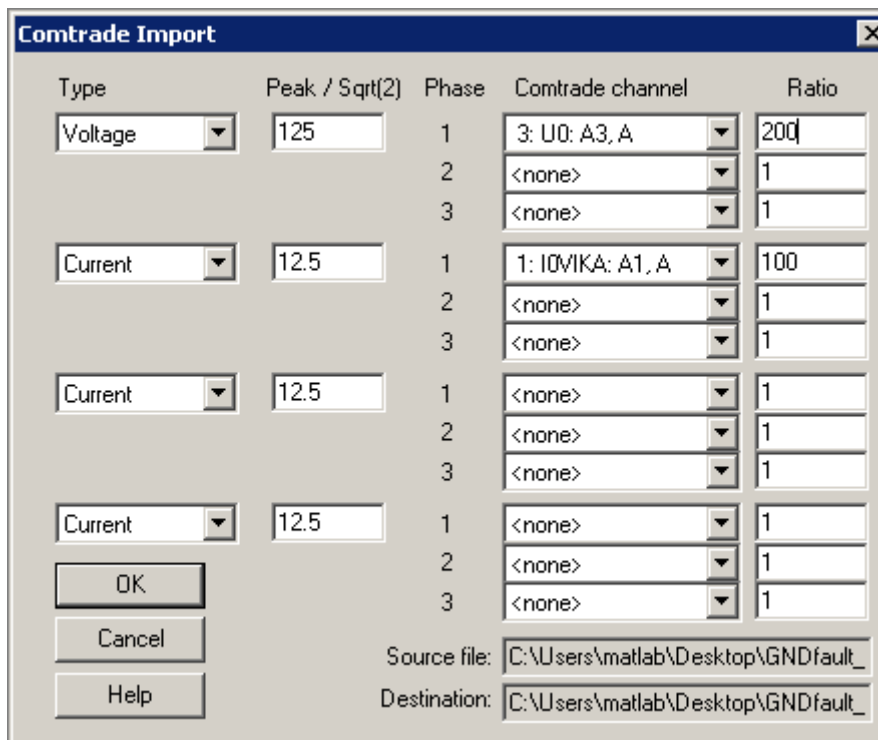
Avaa Transplay ohjelmisto:



Lisää tiedostot listalle:

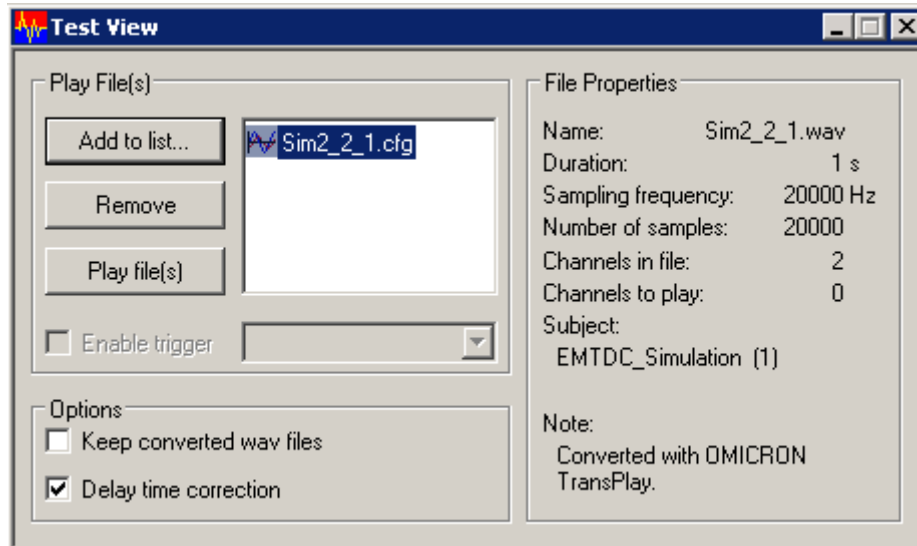


Kun tiedosto on avattu, avautuu skaalausikkuna. Tässä kohdassa valitaan mihin kanavaan Omicronin halutaan syöttävän I0 sekä U0 signaalit. Tallenteet ovat primääriskaalauksessa, joten tässä kohdassa tarvitsee syöttää virta ja jännitemuuntajien skaalaukset. Esimerkkinä jännitemuuntajan muuntosuhde on 20 kV / 100 V, skaalauskerroimeksi tulee 200 ja virtamuuntajan 100 / 1, skaalauskerroimeksi tulee 100. Lisäksi syötettävä signaali (VIKA tai TAUSTA) pitää valita tässä kohdassa. U0 signaali ei vaihdu testitapausten välillä.

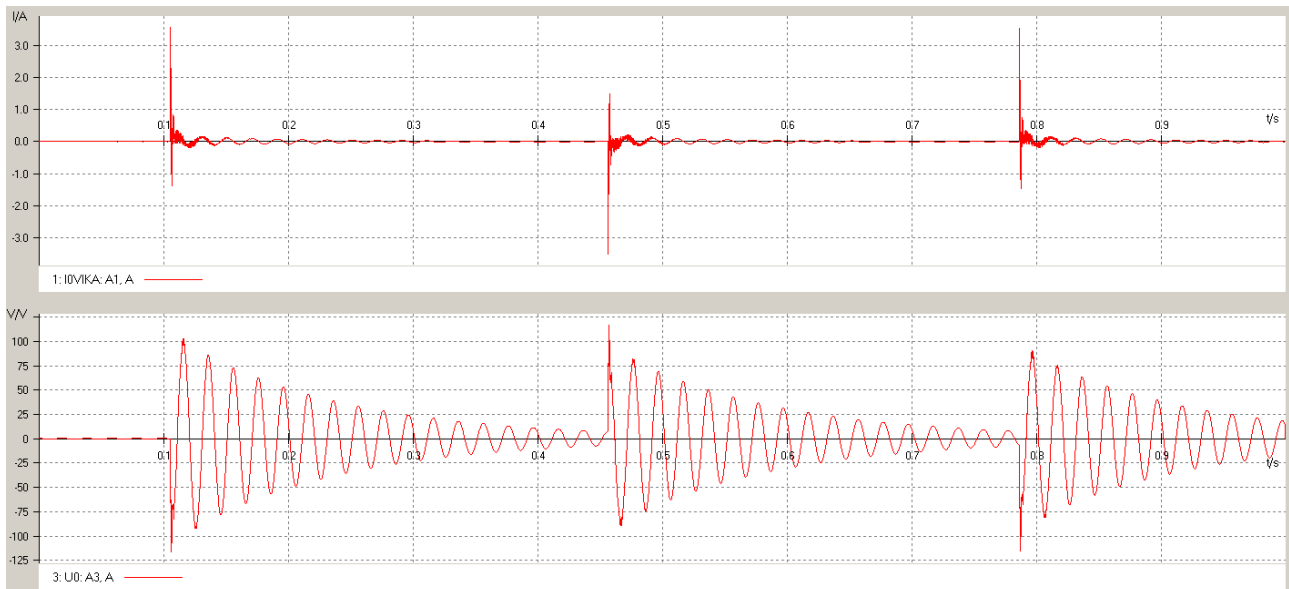


Kun signaalit on valittu ja skaalattu paina ok.

Test view kohdassa näkyy nyt ladattu transienttietiedosto.



kaksoisklikkaamalla tiedostoa avautuu käyrämuotonäkymä.



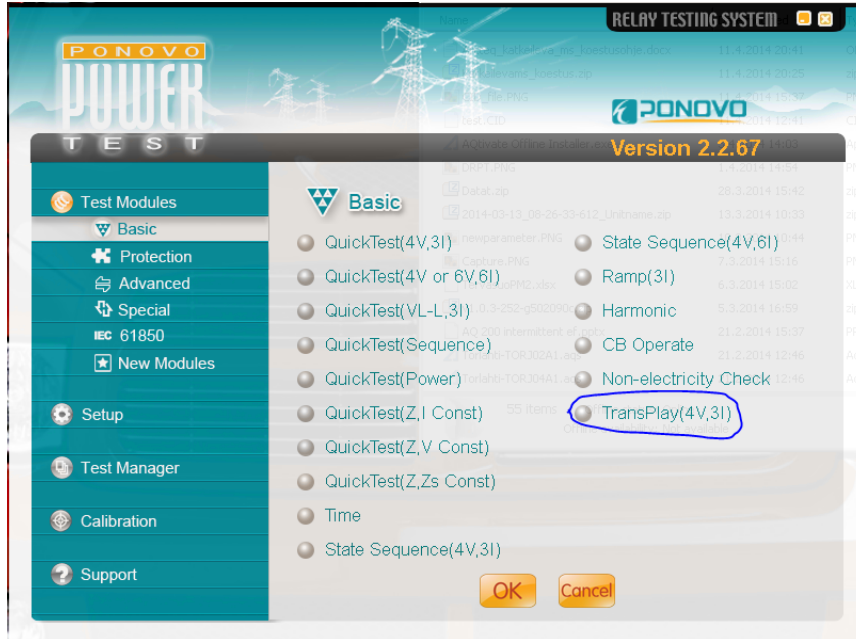
Käyrämuotonäkymästä tulee tarkistaa että syötettävä signaali on laitteiston rajoissa eikä maksimi-arvo leikkaannu.

Yleisesti tästä graafista voidaan myös tarkistaa, onko kyseessä viallisen lähdön vai terveen taustalähdön tallenne. Tässä yllä olevassa graafissa virran ja jännitteen transienttipiikit ovat vastakkaissuuntaiset, joten kyseessä on siis viallisen lähdön tallenne. Mikäli U_0 ja I_0 transientit olisivat samansuuntaiset olisi avattuna taustaverkon tallenne. (Tämä on myös hyvä pitää mielessä tutkittaessa releen tallenteita oikeissa vikatilanteissa.)

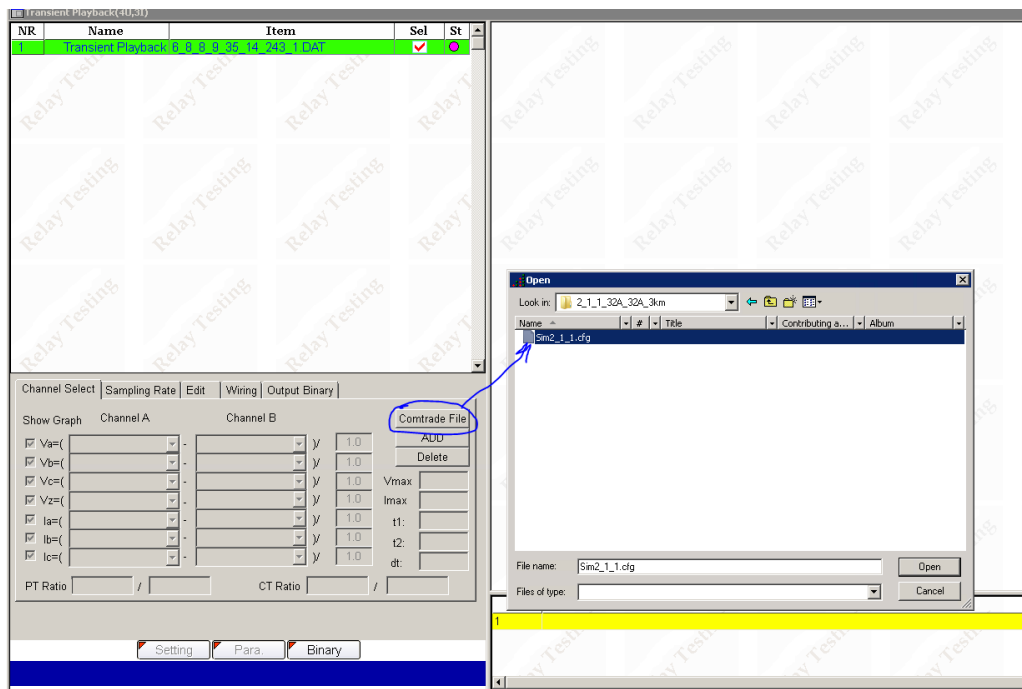
Testiajojen aikana olisi hyvä ottaa häiriötallenteita releestä ja verrata releen tallennuksia syötettäviin signaaleihin, jotta voidaan olla varmoja myös johdotuksen oikeellisuudesta.)

Ponovo Power test ohjelmalla tiedoston luku ja skaalaus tapahtuu vastaavasti.

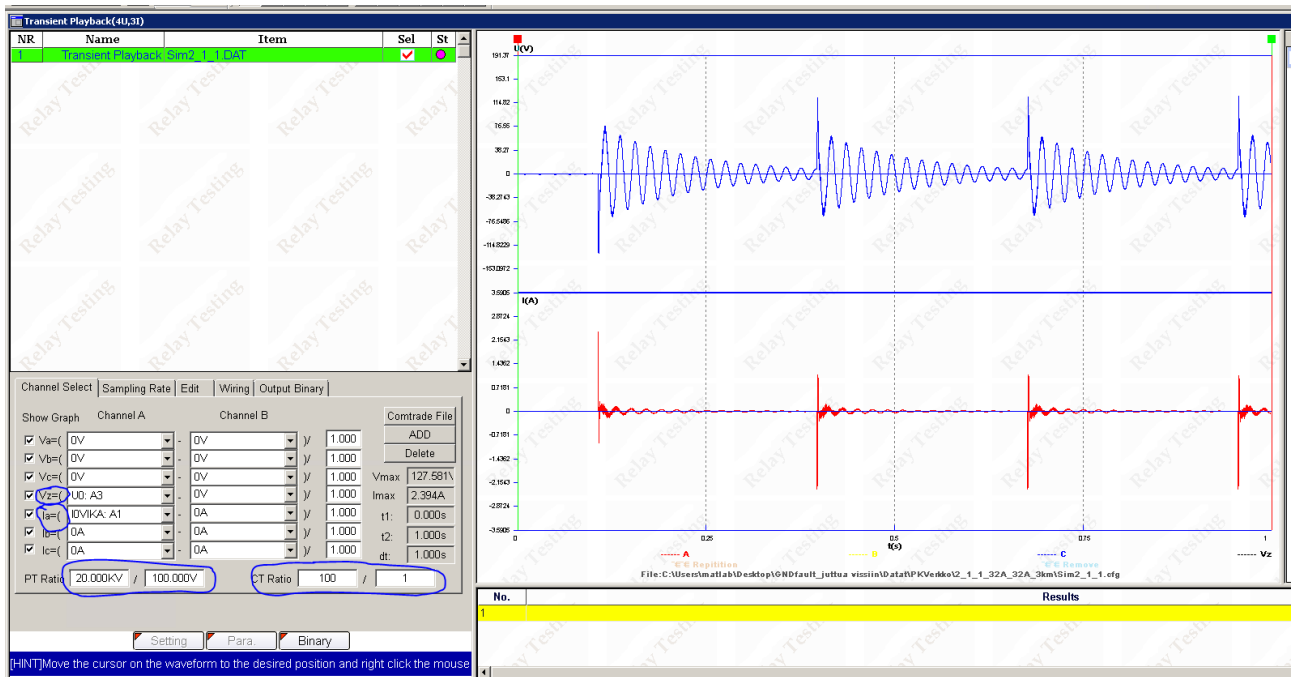
Avataan TransPlay(4V,3I) Power test ohjelmistosta



Valitaan toistettava tiedosto listaan



Valitaan kytkennän mukaiset kanavat toistamaan U0 ja I0 tallenteet. Skaalataan kanavat virta- ja jännitemuuntajien mukaisiksi (samoin kuin testattavassa releessä on aseteltu).



Molemmissa testilaitteissa tässä vaiheessa tiedosto on valmis toistettavaksi.

Simuloitujen tallenteiden käyttö koestuksessa on perustellumpaa kuin kenttäkoedatan käyttö sen suhteen, että ainut skaalaus signaaleille tapahtuu testilaitteistossa.

Kenttäkoedataa voidaan myös käyttää, mutta tilanne vaikeutuu sen suhteen ettei täyttä varmuutta datasta ole kuin sen tehneellä. Epävarmuutta aiheuttaa tallennustapa, tallennuslaitteisto ja mistä verkkotilanteesta tallennus on tehty, onko kyseessä vikälähdön vai taustalähdön tallenne yms. (etenkin olettaen että tallennusta ei koestaja ole itse ollut tekemässä). Yleiseen toiminnallisuuden testaukseen tarkasti dokumentoitu simulointidata taas on yleispätevää ja immuunია esim. tallennuksessa tulille mittausrvirheille, analogia digitaalikonversioille jne.

Toki on suositeltavaa tehdä kenttäkokeet suojuille, mutta yleisesti ajatellen suojuuksen pitäisi suoriutua simuloitusta testitapauksesta ennen kuin kalliita kenttäkokeita kannattaa

sille suorittaa. Toinen syy simulointidatan käyttöön varsinkin käyttöönotossa on se, että normaalisti kenttäkokeissa ei ole mahdollista tehdä kaikilla verkon käyttötilanteilla täyttä koesarjaa.

3.1 KOESARJOJEN SISÄLTÖ

Molemmille verkkotyypeille simuloinnit on tehty 20 kV nimellisjännitteiseen sähköverkkoon. Tallenteissa on nollajännite sekä viallisen lähdön I0 virta että taustaverkossa olevan releen I0 virta.

Pienen ja keskisuuren verkon tiedostot

Tiedostonimi	Verkon koko	Verkon kompensointiaste	Vikaetäisyys asemasta
Sim2_1_1.DAT	32A	98 %	3 km
Sim2_2_2.DAT	32A	130 %	1 km
Sim2_3_3.DAT	32A	72 %	50 m

Ison verkon tiedostot

Tiedostonimi	Verkon koko	Verkon kompensointiaste	Vikaetäisyys asemasta
Sim1_1_1.DAT	100A	98 %	3 km
Sim1_2_2.DAT	100A	130 %	1 km
Sim1_3_3.DAT	100A	72 %	50 m

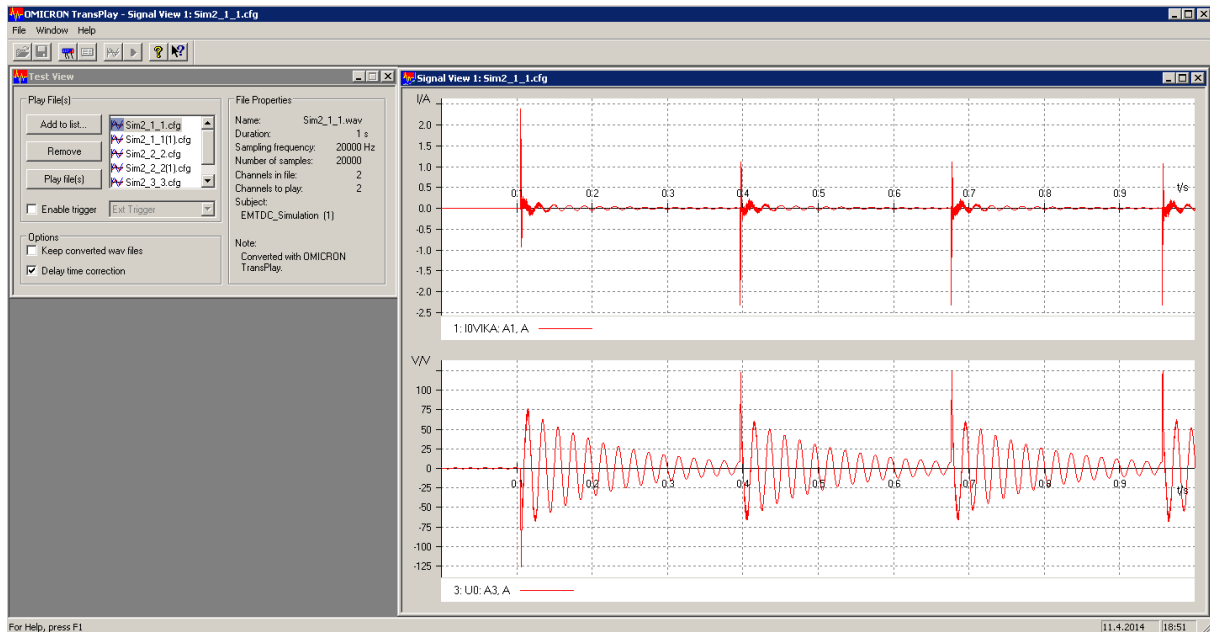
3.2 PIENEN JA KESKISUUREN VERKON (< 60A) RELEEN KOESTUS

Tarvittavat tiedostot:

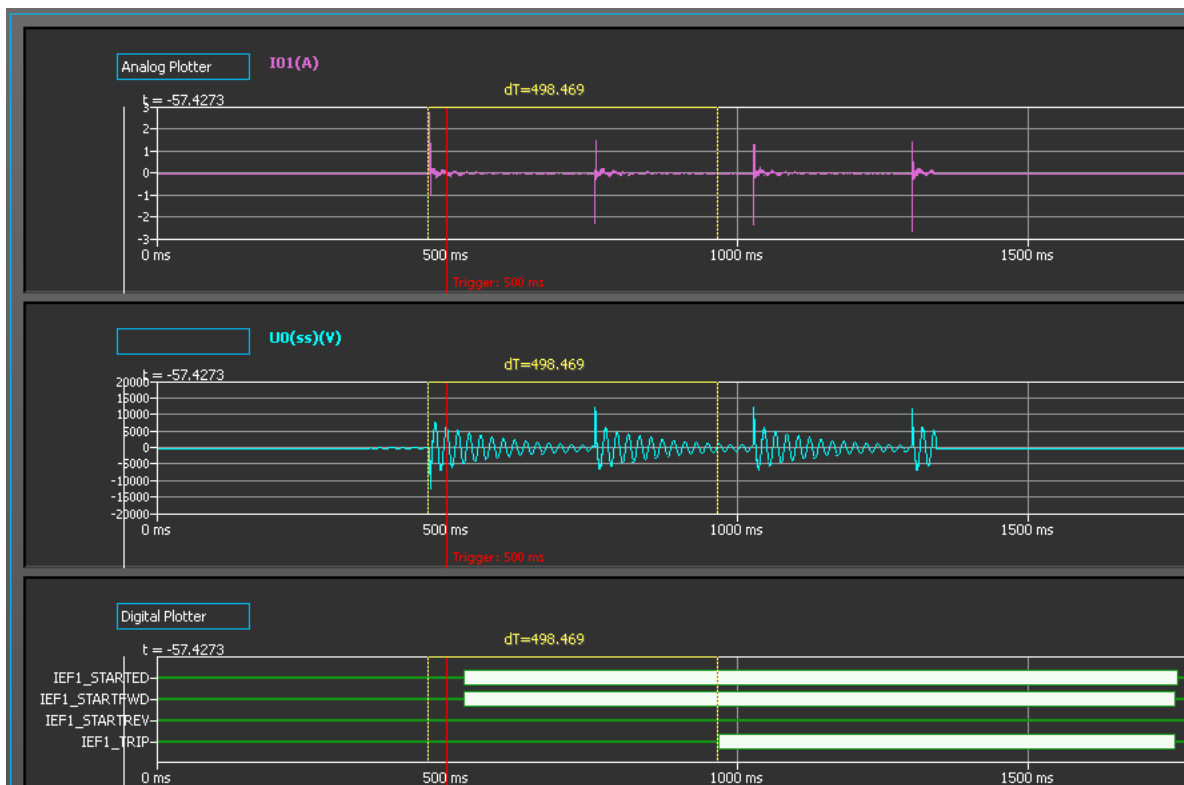
PKVerkko kansiossa.

Ensimmäinen testiajo Sim2_1_1.DAT:

Verkko lähes resonanssissa, vikalähtö IOVIKA, vika 3km asemasta.



Releen toimintaa ajon jälkeen voidaan seurata häiriötallenteesta joka liipaistaan esim. U0 havahtumisesta. Todetaan laukaisun toiminta-aika.

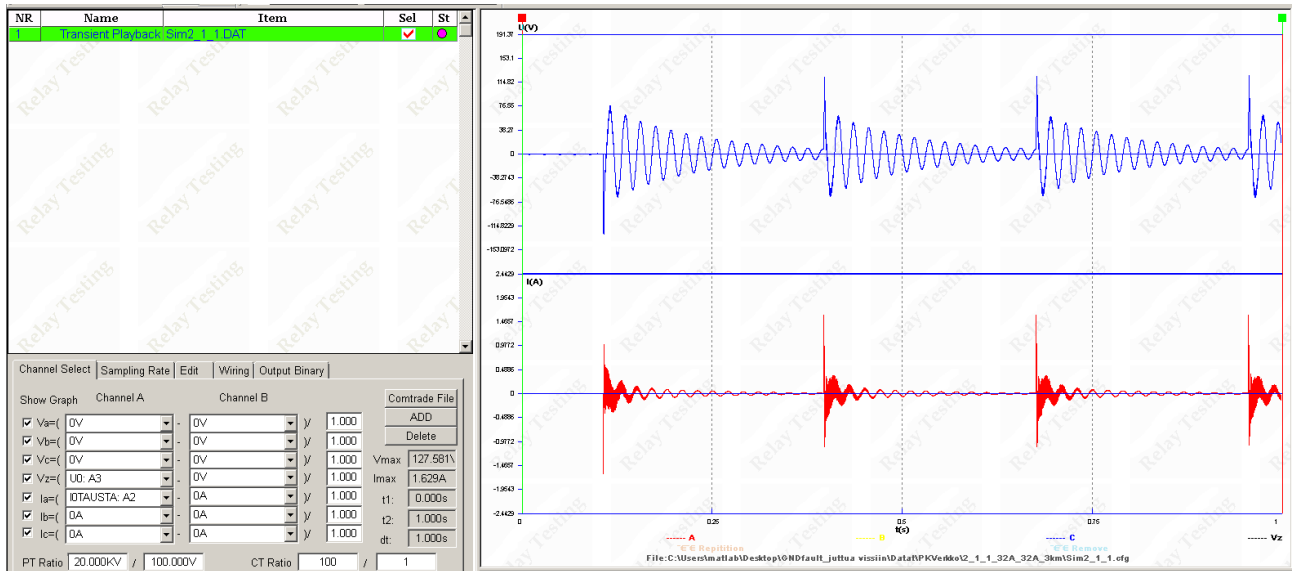


Tarvittavat tiedostot:

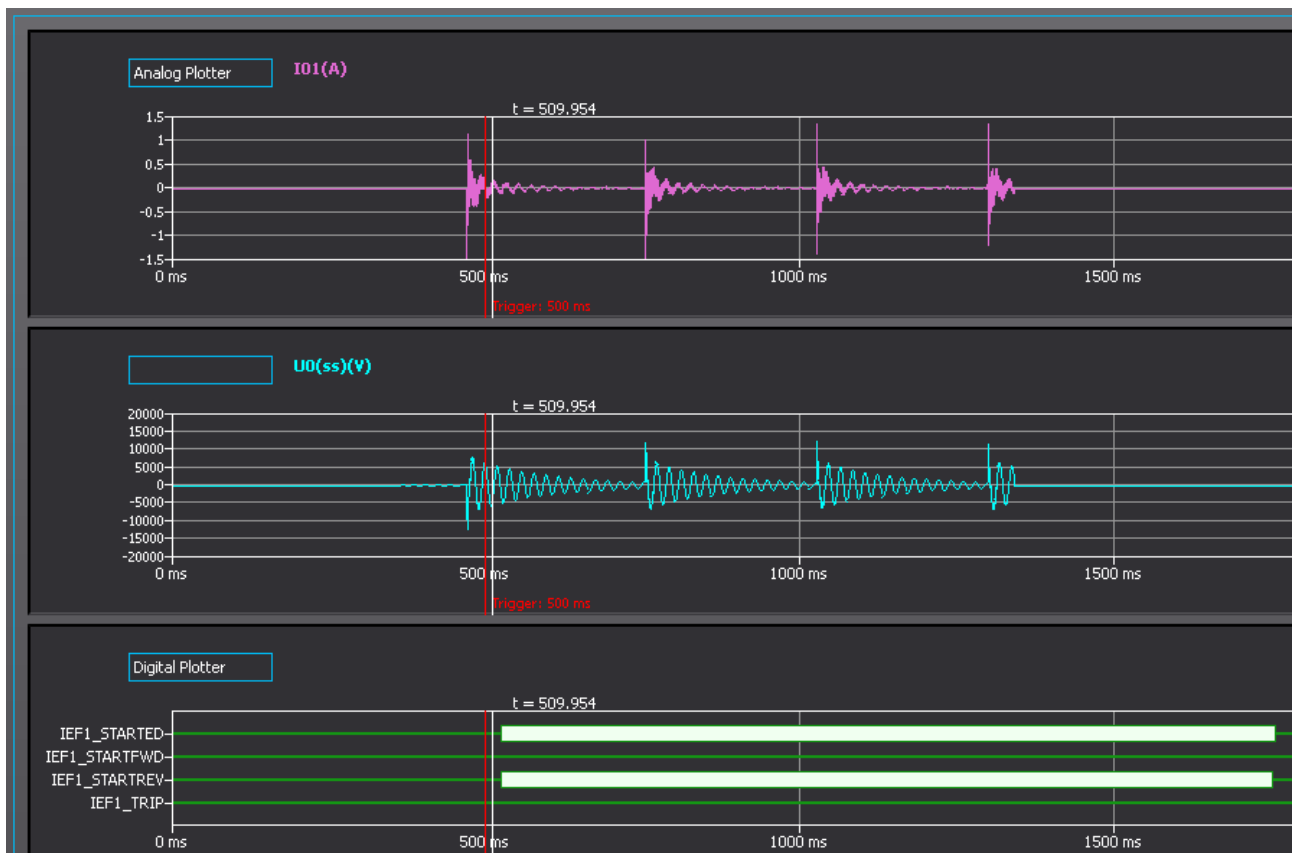
PKVerkko kansiossa.

Toinen testiajo Sim2_1_1.DAT:

Verkko lähes resonanssissa, taustalähtö I0TAUSTA, vika 3km asemasta.



Häiriötallenteesta todetaan että rele ei laukaise eikä havahdu taustalähdölle.

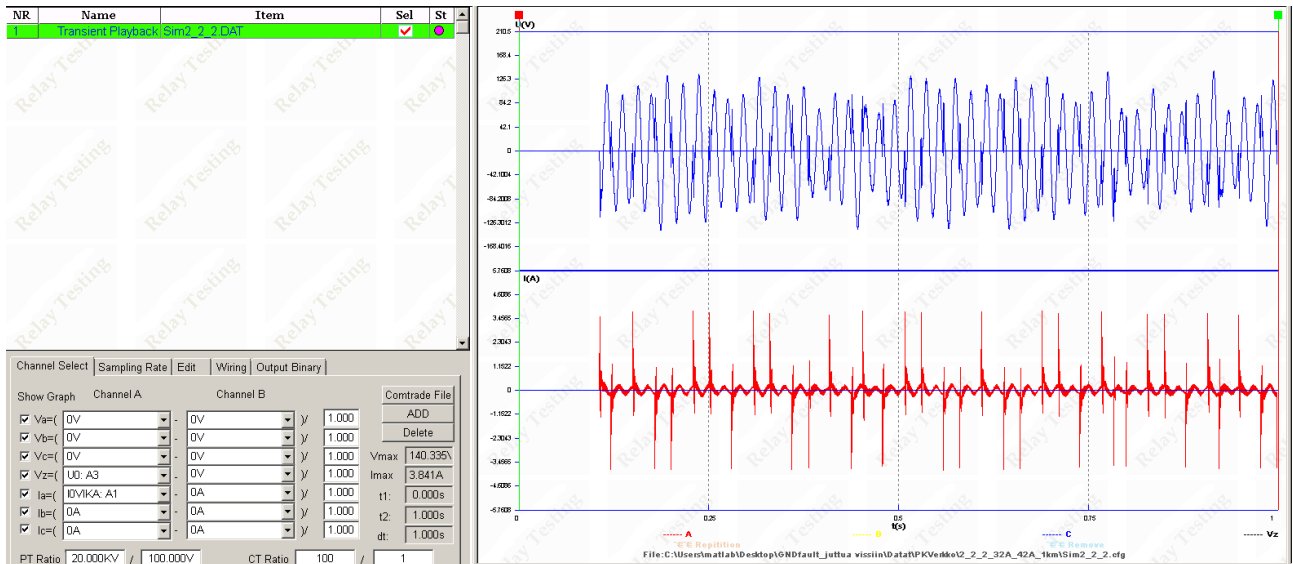


Tarvittavat tiedostot:

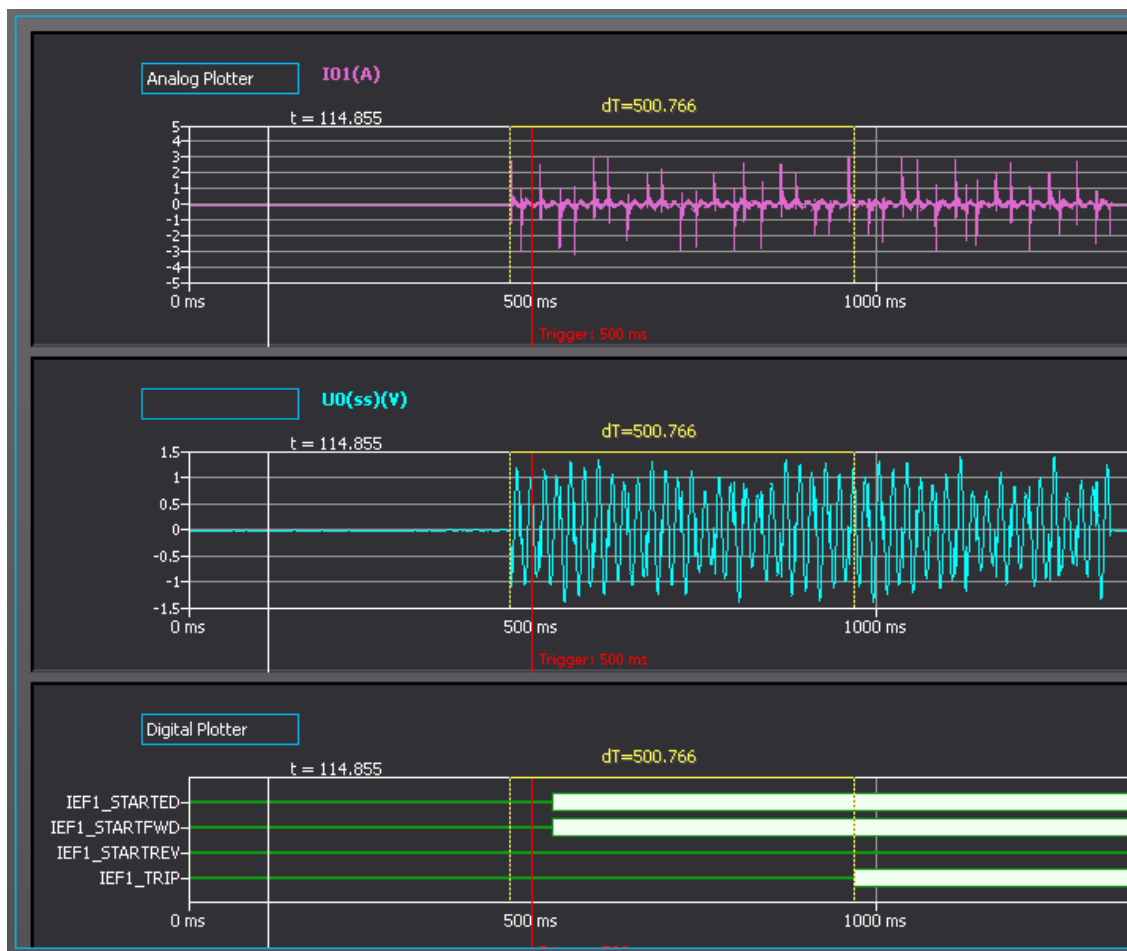
PKVerkko kansiossa.

Kolmas testiajo Sim2_2_2.DAT:

Verkko vahvasti ylikompensoitu , vikälähtö I0VIKA, vika 1km asemasta.



Todetaan laukaisun toiminta-aika.

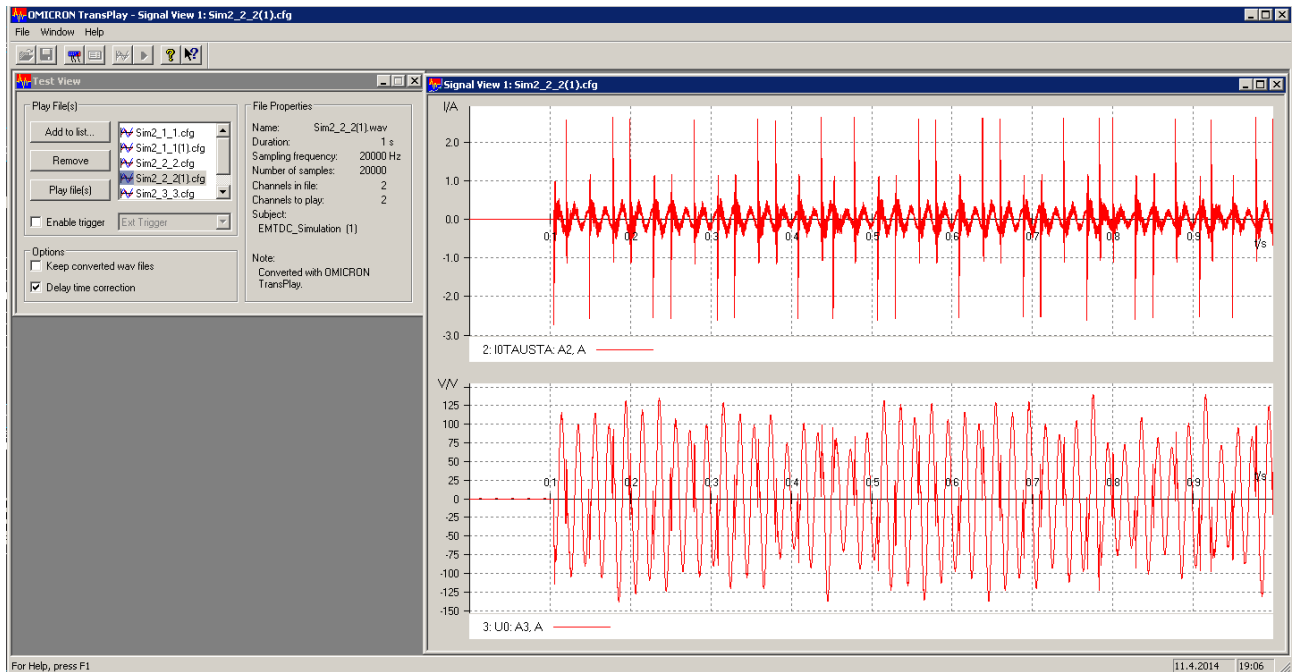


Tarvittavat tiedostot:

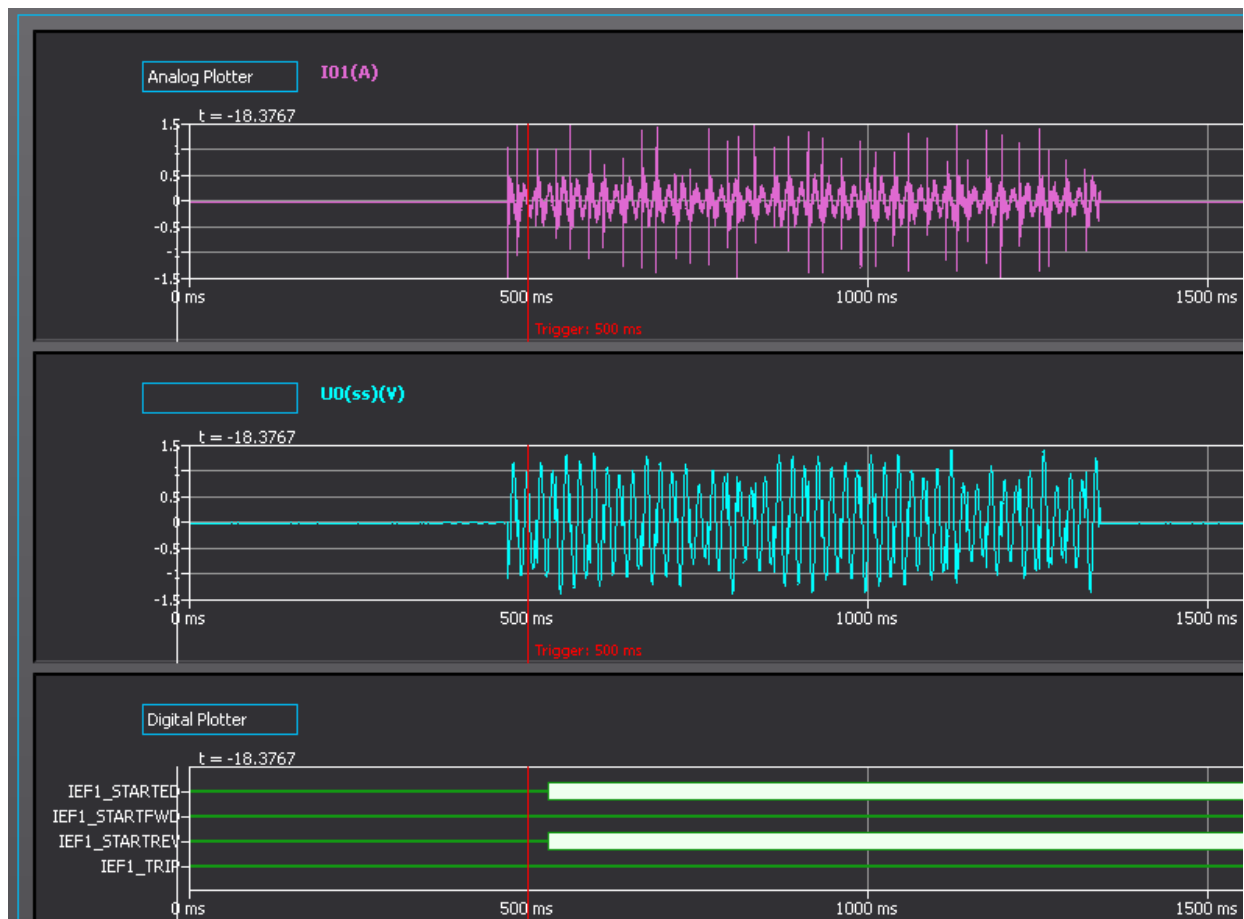
PKVerkko kansiossa.

Neljäs testiajo Sim2_2_2.DAT:

Verkko vahvasti ylikompensoitu, taustalähtö I0TAUSTA, vika 1km asemasta.



Häiriötallenteesta todetaan että rele ei laukaise eikä havahdu taustalähdölle.

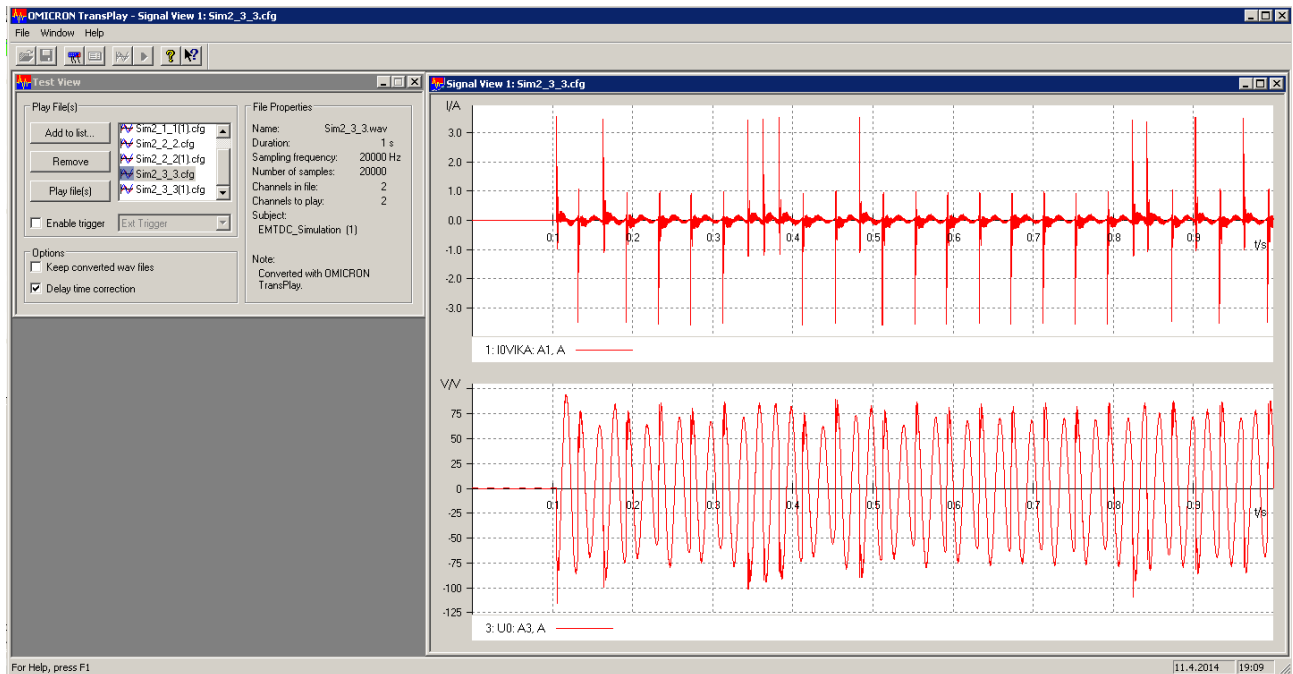


Tarvittavat tiedostot:

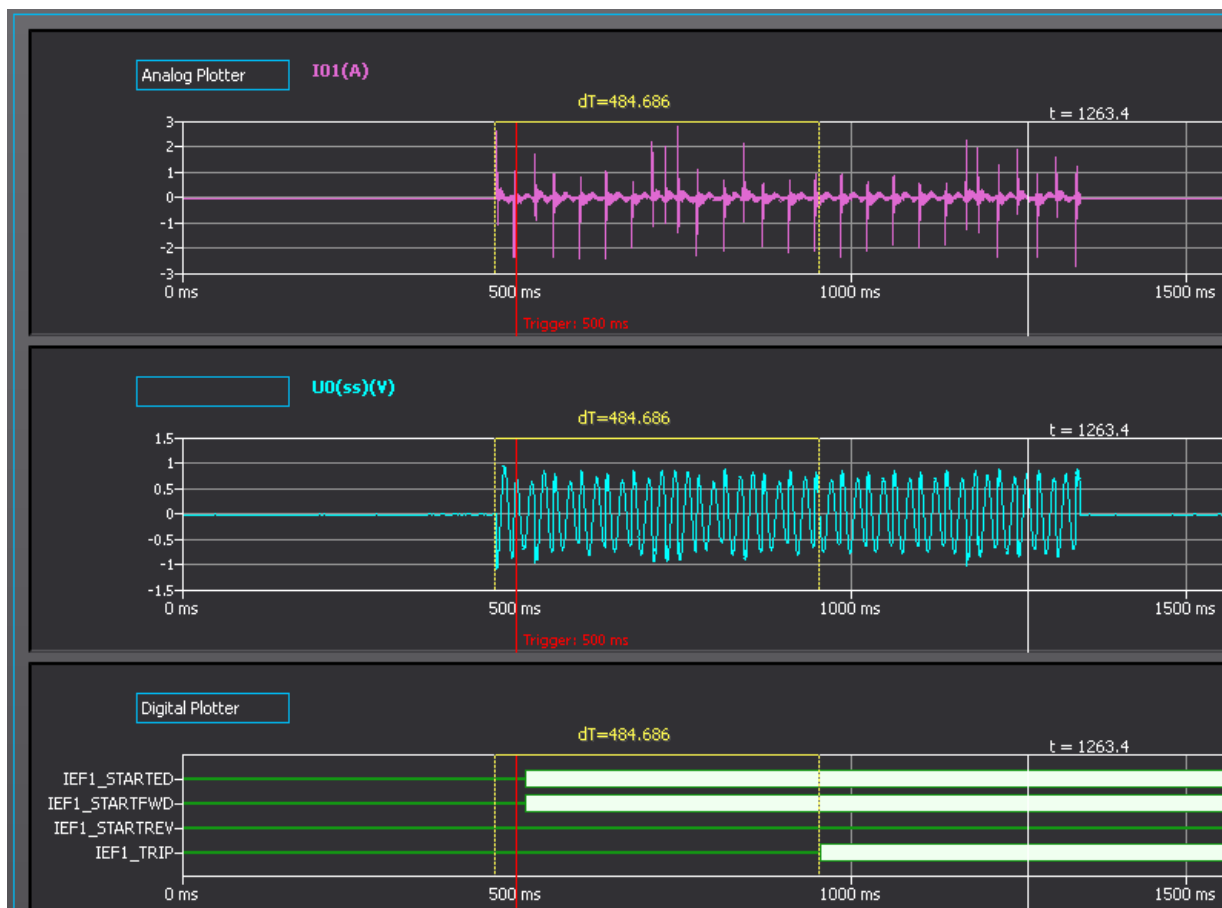
PKVerkko kansiossa.

Viides testiajo Sim2_3_3.DAT:

Verkko vahvasti alikompensoitu, vikalähtö I0VIKA, vika 50 m asemasta.



Todetaan laukaisun toiminta-aika.

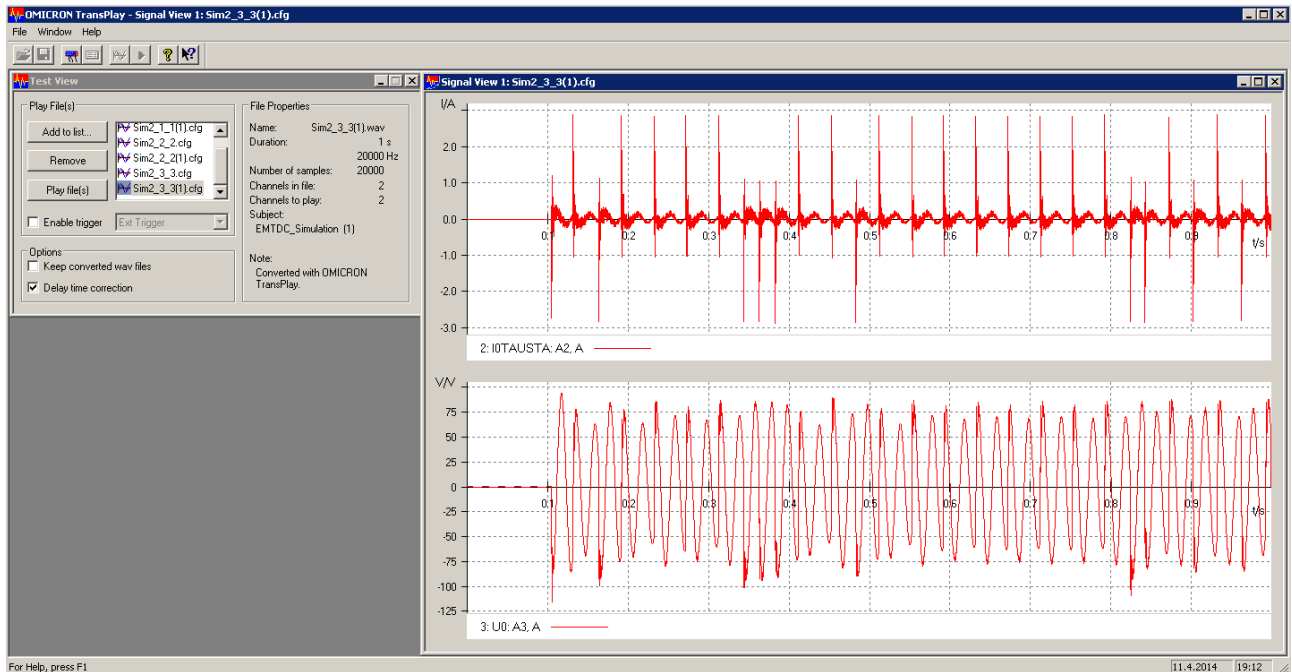


Tarvittavat tiedostot:

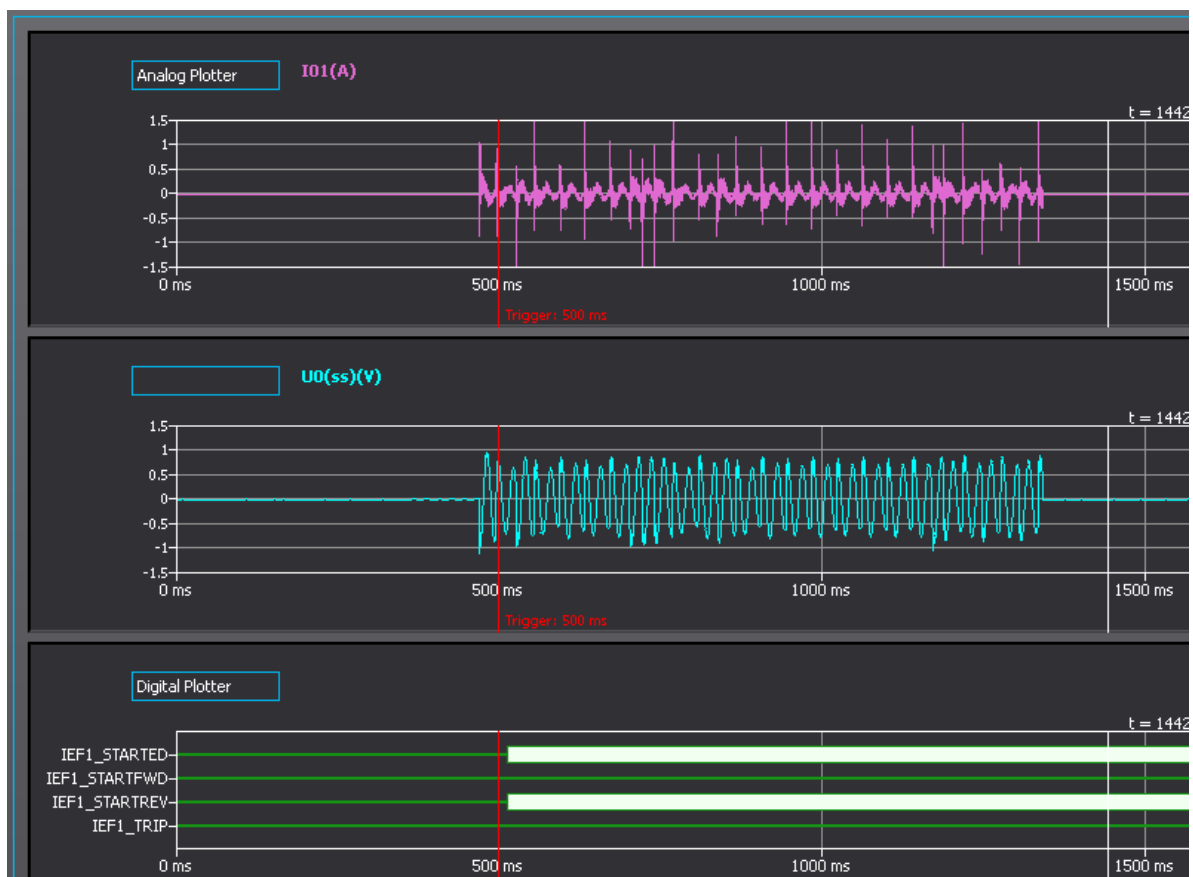
PKVerkko kansiossa.

Kuudes testiajo Sim2_3_3.DAT:

Verkko vahvasti alikompensoitu, taustalähtö I0TAUSTA, vika 50 m asemasta.



Häiriötallenteesta todetaan että rele ei laukaise eikä havahdu taustalähdölle.



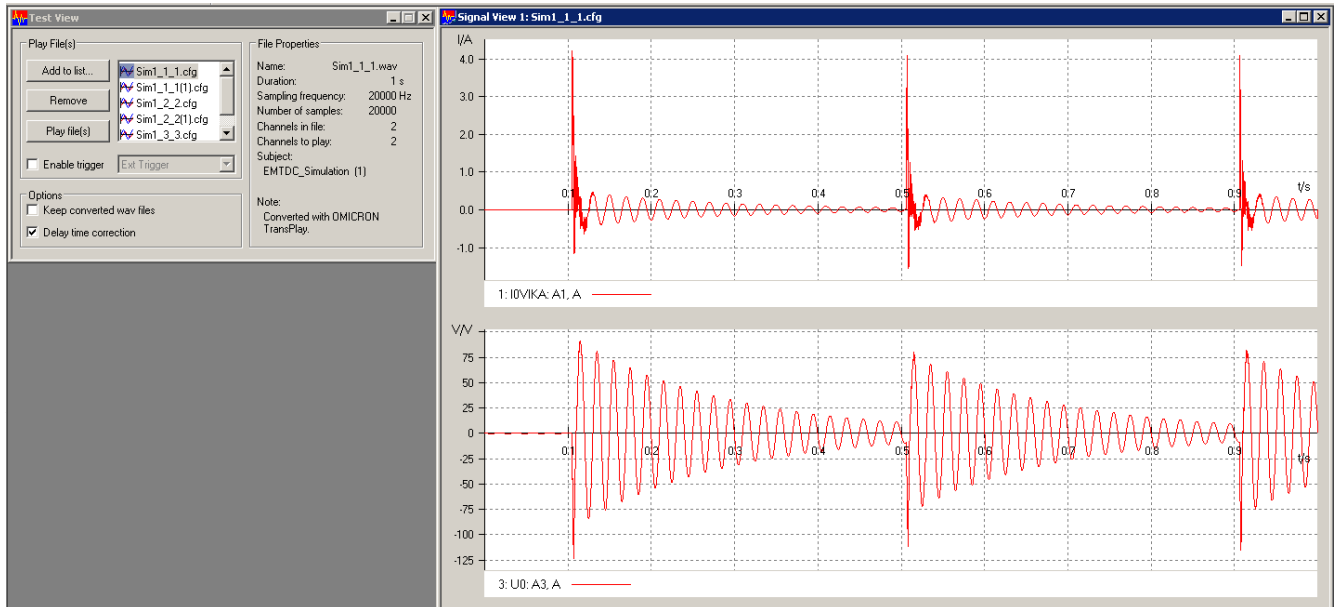
3.3 ISON VERKON (~100A) RELEEN KOESTUS

Tarvittavat tiedostot:

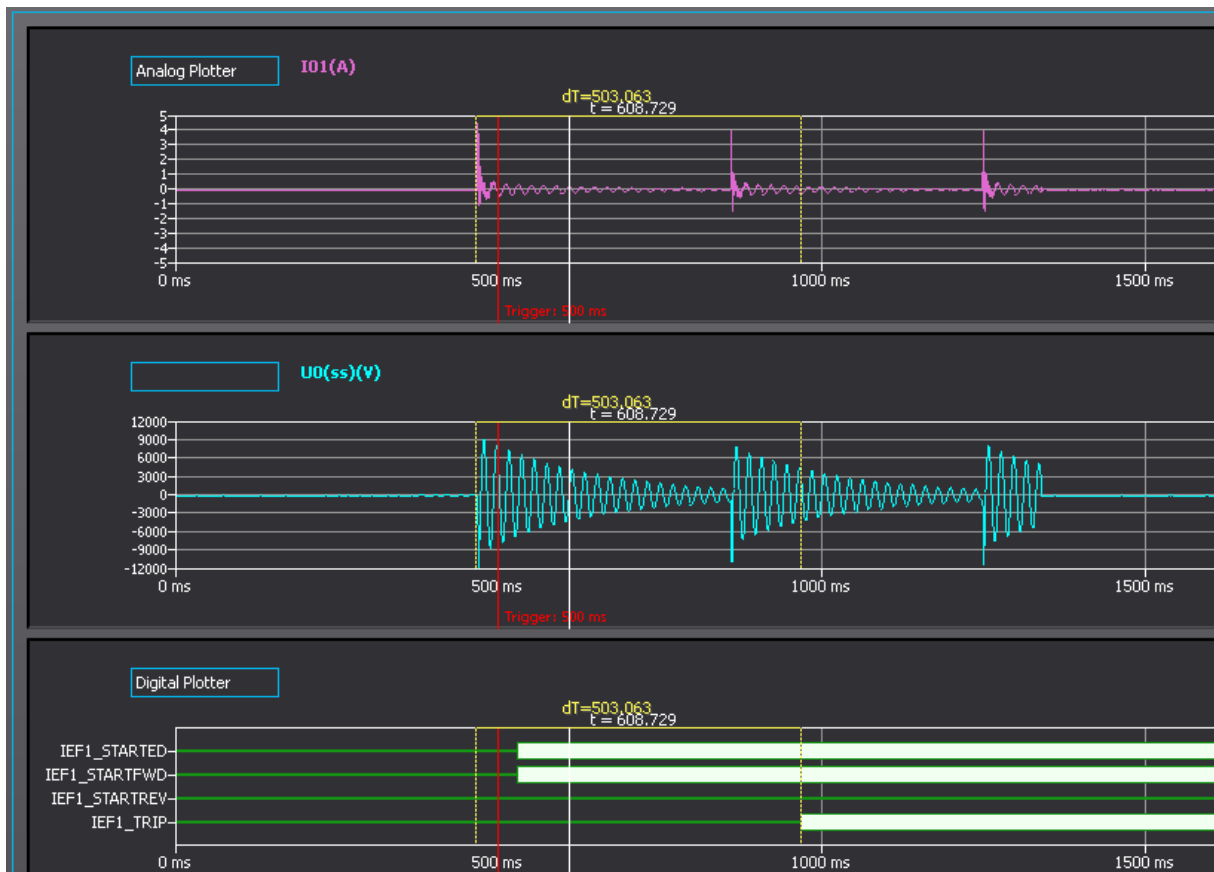
Isoverkko kansiossa.

Ensimmäinen testiajo Sim1_1_1.DAT:

Verkko lähes resonanssissa, vikalähtö I0VIKA, vika 3km asemasta.



Todetaan laukaisun toiminta-aika.

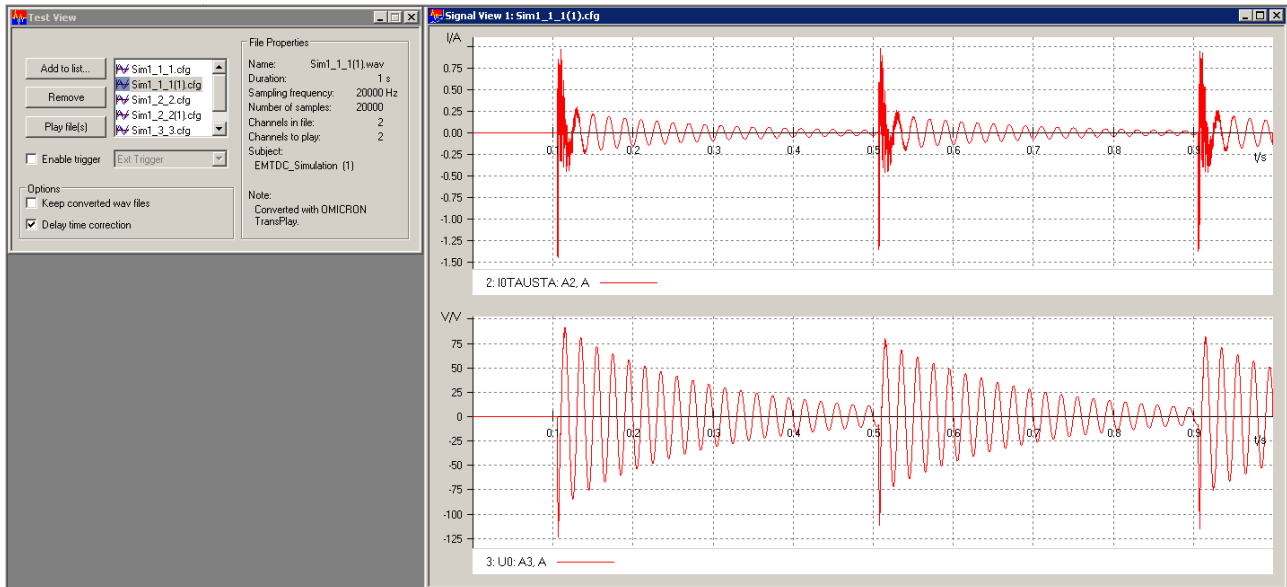


Tarvittavat tiedostot:

Isoverkko kansiossa.

Toinen testiajo Sim1_1_1.DAT:

Verkko lähes resonanssissa, taustalähtö I0TAUSTA, vika 3km asemasta.



Häiriötallenteesta todetaan että rele ei laukaise eikä havahdu taustalähdölle.

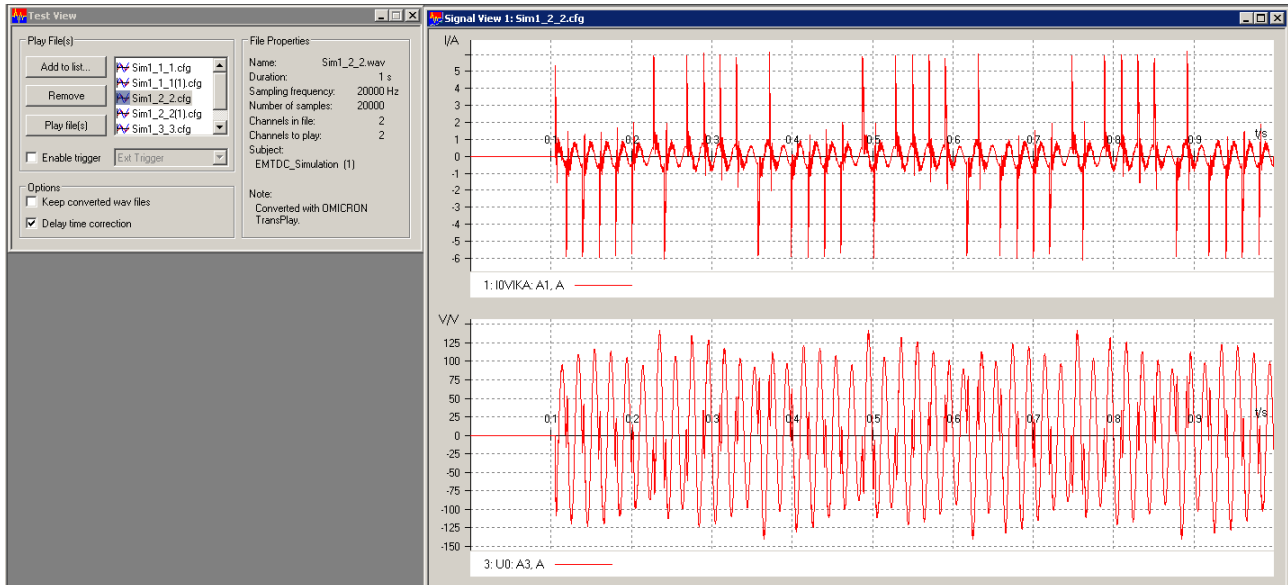


Tarvittavat tiedostot:

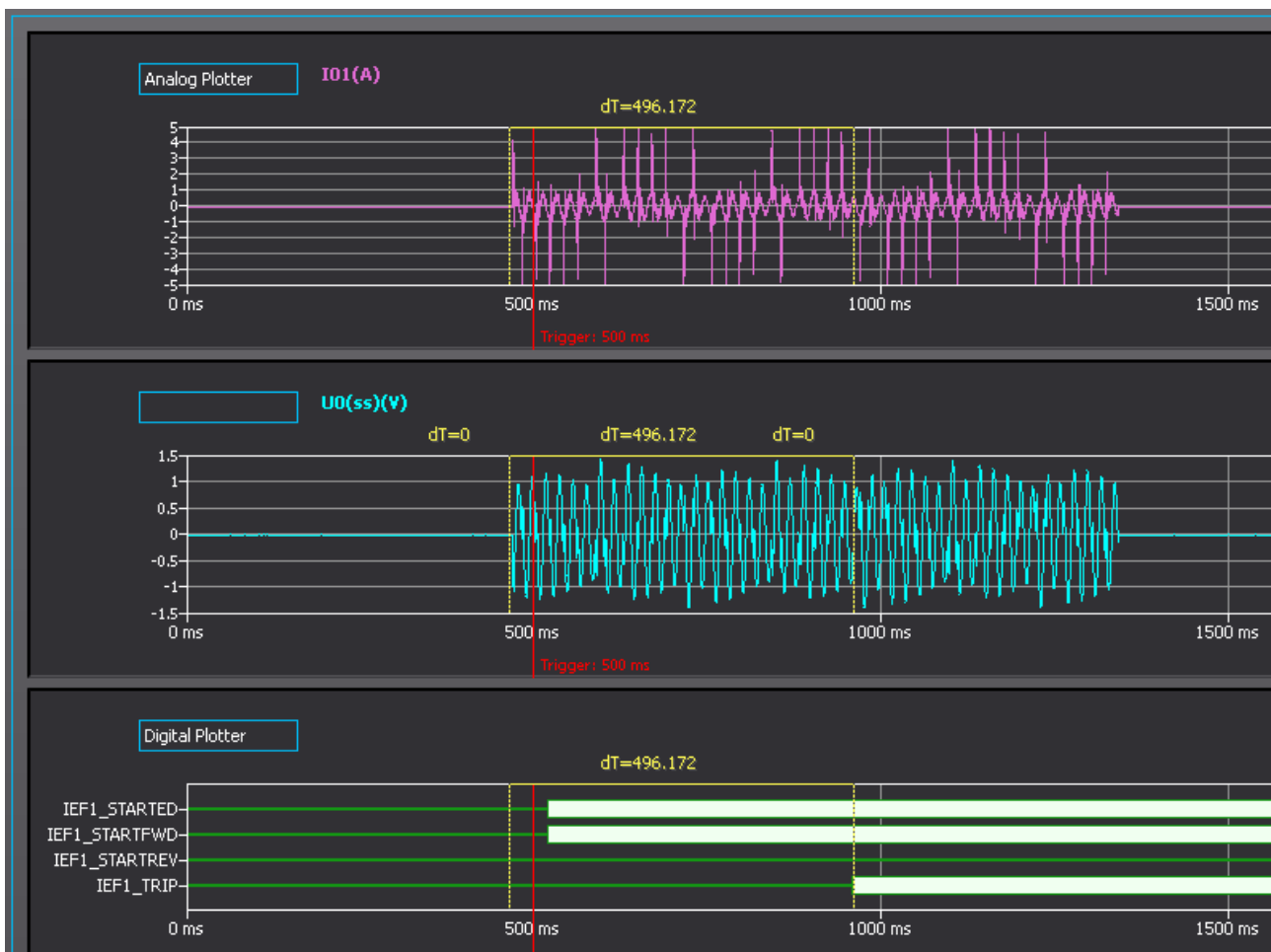
Isoverkko kansiossa.

Kolmas testiajo Sim1_2_2.DAT:

Verkko vahvasti ylikompensoitu , vikälähtö I0VIKA, vika 1km asemasta.



Todetaan laukaisun toiminta-aika.

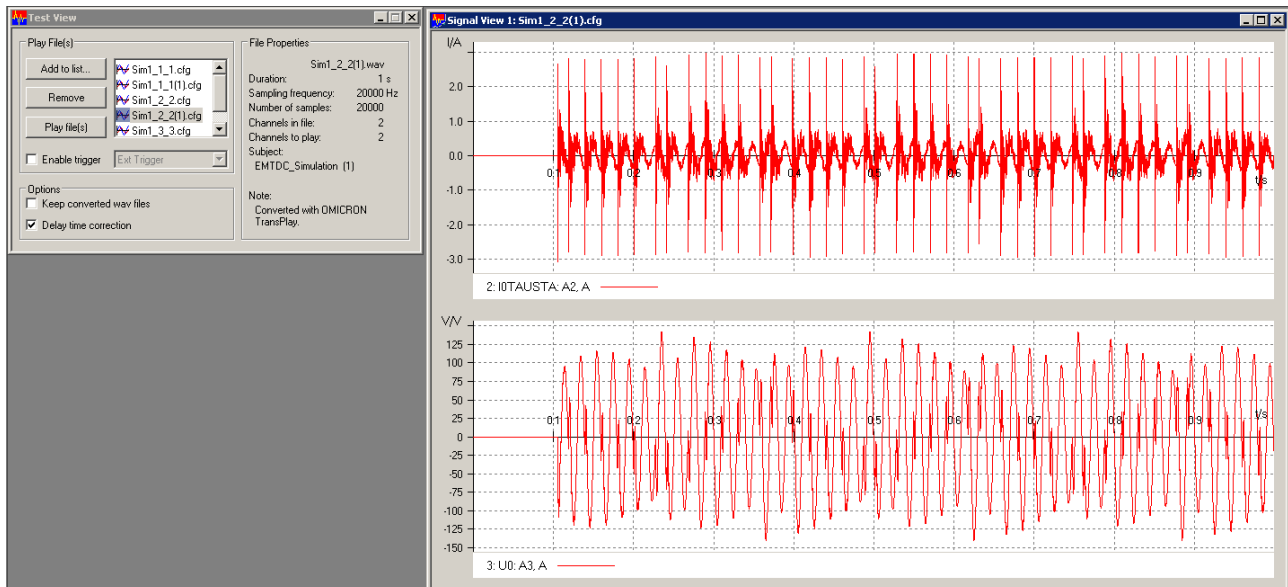


Tarvittavat tiedostot:

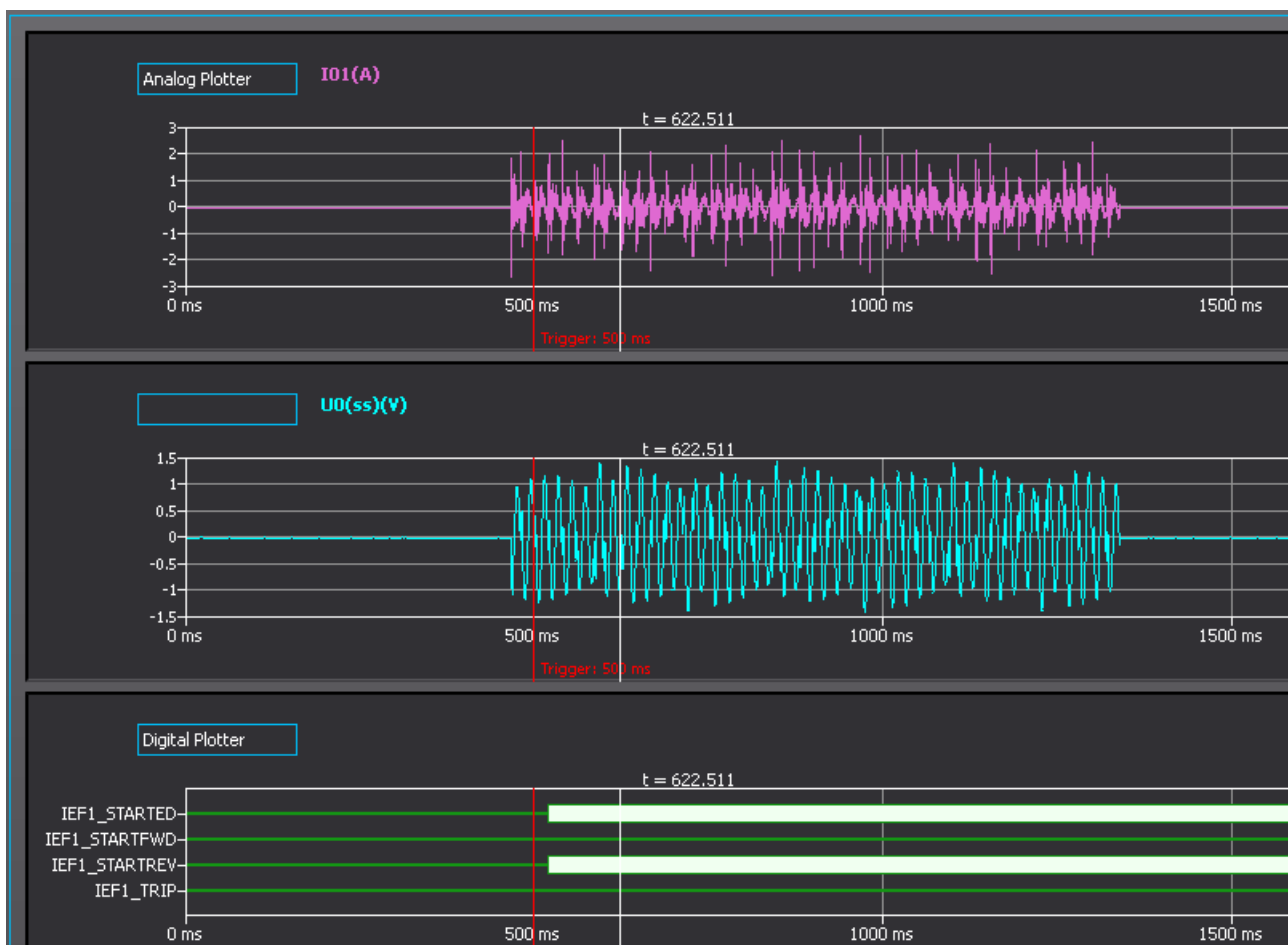
Isoverkko kansiossa.

Neljäs testiajo Sim1_2_2.DAT:

Verkko vahvasti ylikompensoitu, taustalähtö I0TAUSTA, vika 1km asemasta.



Häiriötallenteesta todetaan että rele ei laukaise eikä havahdu taustalähdölle.

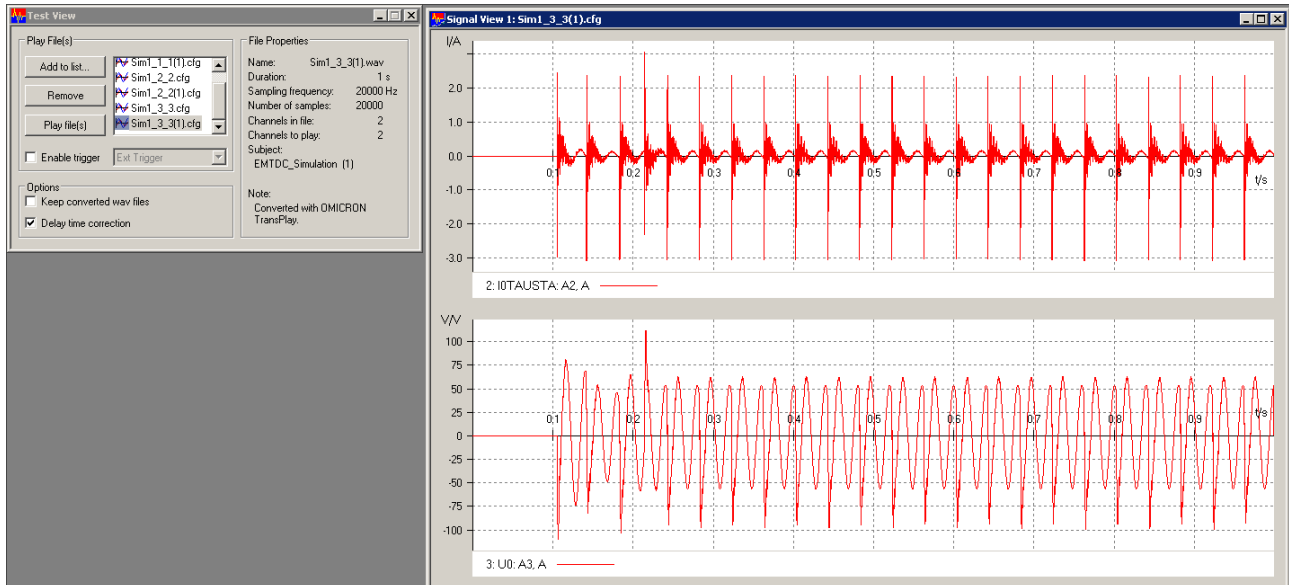


Tarvittavat tiedostot:

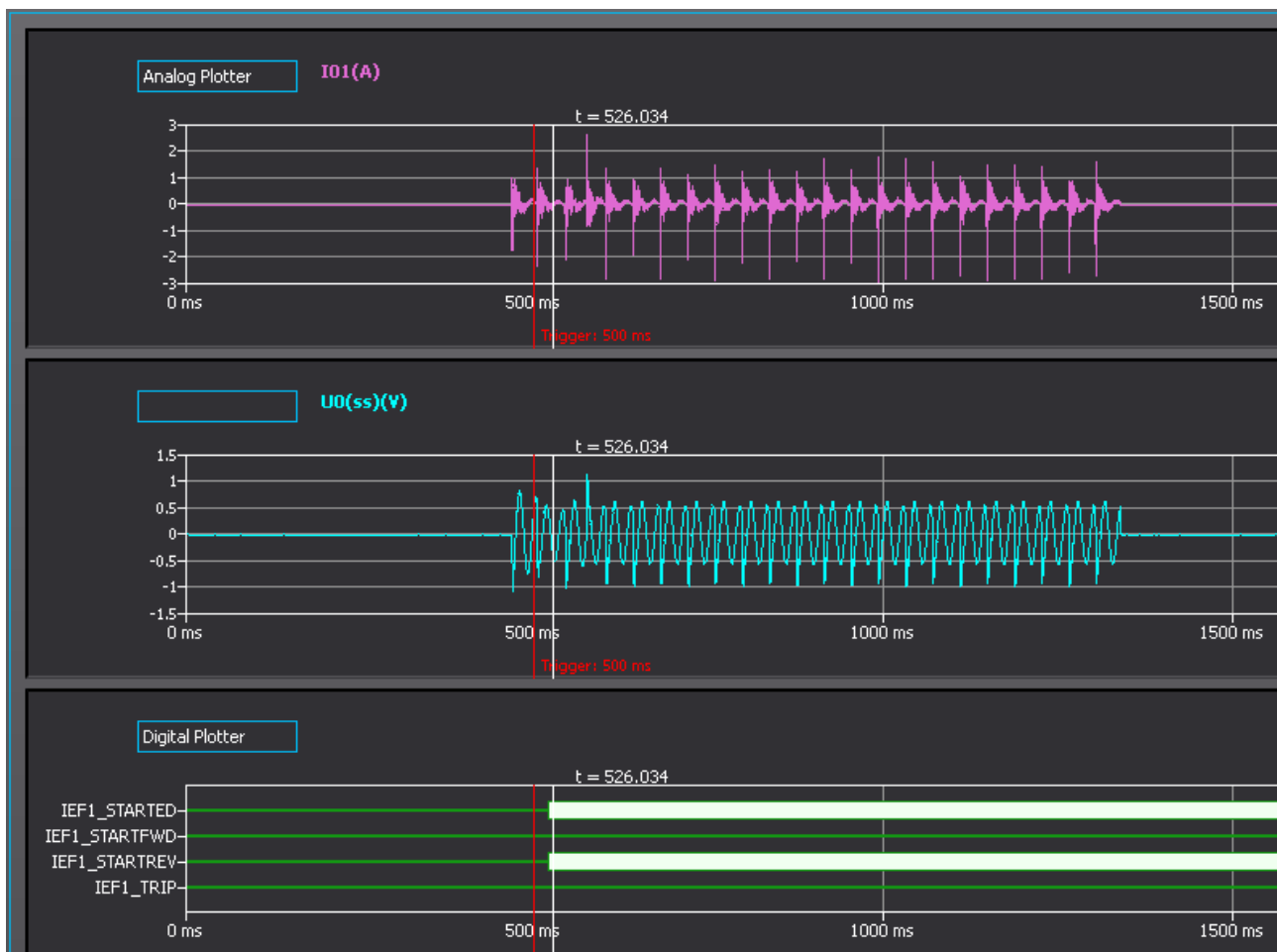
Isoverkko kansiossa.

Kuudes testiajo Sim1_3_3.DAT:

Verkko vahvasti alikompensoitu, vikälähtö I0TAUSTA, vika 50 m asemasta.



Häiriötallenteesta todetaan että rele ei laukaise eikä havahdu taustalähdölle.



3.4 TULOSTEN RAPORTOINTI

Esimerkki onnistuneesta koestuspöytäkirjasta

Testi no.	Koe	Asettelu	Komp.aste	Havahtui	Laukaisi
1.	Vikalähtö 3km	500 ms	98 %	X	498 ms
2.	Taustalähtö	500 ms	98 %	-	-
3.	Vikalähtö 1km	500 ms	130 %	X	501 ms
4.	Taustalähtö	500 ms	130 %	-	-
5.	Vikalähtö 50m	500 ms	72 %	X	484 ms
6.	Taustalähtö	500 ms	72 %	-	-

Koestuspöytäkirjasta tulisi selvitä ainakin että releen toiminta on koestettu eri vikaetäisyyksillä ja kompensointiasteilla. Tämän dokumentin mukana tulevalla tiedostopakettilla voidaan testata releen toiminta lähellä ja kaukana olevissa vikapaikoissa eri kompensointiasteilla.

Testitulosten tulkinnessa on hyvä katsoa häiriötallenteet joka testiajon jälkeen vaikka rele toimikin oikein. Lisäksi on syytä katsoa releen vikarekistereistä, että toiminta on ollut kuten odotettukin. Esimerkkinä Arcteq AQ-F215 releen vikarekisteristä katkeilevan maasulun testisarjasta. (Vuorotellen testattu vika- ja taustalähdön tallenteet).

I> [50/51] IODir> [67N] Transient IOInt> [67NT]									
Transient IOInt> 67NT [IEF1]									
INFO SETTINGS REGISTERS IO EVENTS									
REGISTERS: Transient IOInt>									
Operation event register General event register									
	Event	Time	Trip time remaining	Started fwd	Spikes fwd	Started rev	Spikes rev	Spikesto trip	Setting Group in use
1	Start REV ONIntermittent EF detected ON	11.04.2014 19:38:59.912	0.450	No	0	Yes	23	2	SG1
2	Trip ON	11.04.2014 19:38:53.060	0.000	Yes	13	No	0	0	SG1
3	Start REV ONIntermittent EF detected ON	11.04.2014 19:38:44.944	0.450	No	0	Yes	24	2	SG1
4	Trip ON	11.04.2014 19:38:38.430	0.000	Yes	12	No	0	0	SG1
5	Start REV ONIntermittent EF detected ON	11.04.2014 19:38:30.558	0.450	No	0	Yes	3	2	SG1
6	Trip ON	11.04.2014 19:38:23.753	0.000	Yes	2	No	0	0	SG1
7	Start REV ONIntermittent EF detected ON	11.04.2014 17:35:03.536	0.450	No	0	Yes	22	2	SG1
8	Trip ON	11.04.2014 17:34:57.072	0.000	Yes	10	No	0	0	SG1
9	Start REV ONIntermittent EF detected ON	11.04.2014 17:34:49.775	0.450	No	0	Yes	22	2	SG1
10	Trip ON	11.04.2014 17:34:43.373	0.000	Yes	12	No	0	0	SG1
11	Start REV ONIntermittent EF detected ON	11.04.2014 17:34:36.018	0.450	No	0	Yes	4	2	SG1
12	Trip ON	11.04.2014 17:34:29.614	0.000	Yes	2	No	0	0	SG1

Yleisanalyysi releen toiminnasta tulisi perustua seuraaviin tarkasteluihin:

Releen tulisi toimia oikein kolmessa eteen tulevassa tilanteessa. Ensimmäinen ja eniten yleensä huomiota saava tilanne on kun releen suojaamassa lähdössä on vika, niin releen tulisi laukaista asetellussa toiminta-ajassa. Toisessa tilanteessa rele on taustalähdössä eikä se saa laukaista eikä myöskään havahtua väärin. Kolmas tilanne on normaali ei-katkeileva maasulku. Tässä tilanteessa katkeilevan maasulun suoja ei saa tehdä mitään, etenkin silloin jos se on aseteltu katkeilevassa viassa lukitsemaan suunnatun maasulkusuojauksen toiminta.

Mikäli rele havahtuu taustalähdön vikaan väärin (myötäsuuntaan), muttei laukaise voidaan tulokseen merkitä havahtuminen, mutta se välttämättä ei vielä ole merkki toimimattomista asetteluista jos havahtuminen on verrattain lyhytaikainen. Mikäli rele ei onnistu laukaisemaan 1 sekunnin aikanaakaan (tallenteen pituus) vikalähdöllä olevaa vikaa on tuloksen oltava hylätty. Tilanteessa, jossa laukaisu viivästyy huomattavasti asetellusta toiminta-ajasta on merkittävä pöytäkirjaan suojauksessa vakava puute, etenkin jos toiminta-aika lähestyy kiskon nollajännitesuojaukselle aseteltua aikaa.

Jos laukaisu viivästyy niin että kiskon nollajännitesuojaus ehtisi laukaista on tuloksen oltava hylätty. Mikäli rele laukaisee taustalähdön mittaukseen on tulos oltava hylätty, koska tällöin on selkeästi terve verkonosa erotettu jännitteettömäksi turhaan.

Joitain toimimattomuustilanteita voidaan parantaa suhteellisen yksinkertaisilla asettelumuutoksilla. Mikäli rele ei toimi testeissä oikein, ota yhteys suojareleen valmistajaan ja varmistu releen oikeasta asettelusta. Yhteydenottoa varten on hyvä varata releestä häiriötallenne sekä asettelu/konfiguraatiotiedosto. Hyvänä lisätietona on mainita verkon koko ampeereina mitattuna ja kompensointiaste missä toimimattomuus on havaittu.

On syytä muistaa että mikäli asetteluja muutetaan yhtä testitilannetta varten on tarpeen toistaa koko testisarja, sillä kaikki liitteenä olevat tiedoston on pystyttävä toistamaan hyväksytysti muuttamatta releen asetteluja tiedostojen välillä.