Swedish Neutral

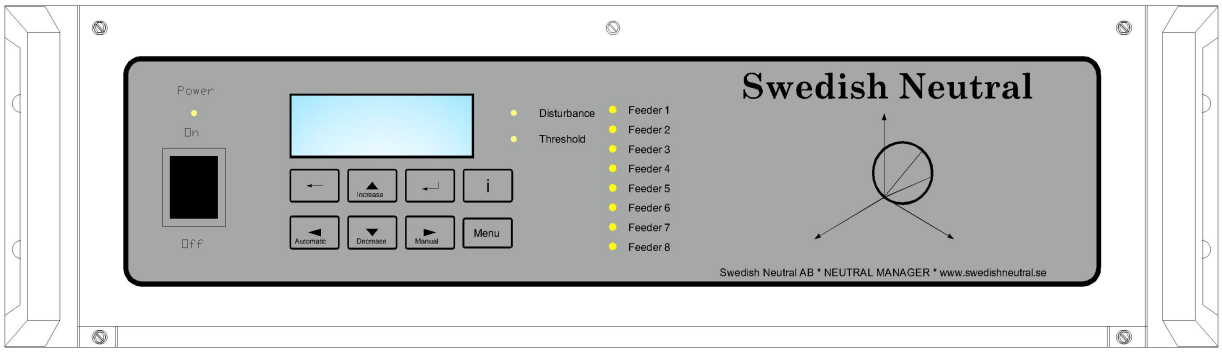
Premium Power Protection

Maaühenduse asukoha määraja

koos

Kaarekustutuspooli automaathäälestusega

SN-NM-A1



Sissejuhatus

Swedish Neutral'i **maaühenduse asukoha määraja** koos kaarekustutuspooli automaathäälestusega on mõeldud tööks resonantsmaandusega võrkudes.

Resonantsmaandus Peterseni poolidega (kaarekustutuspoolidega) on Skandinaavias ja teistes Euroopa maades olnud kasutusel umbes kaheksakümmend aastat. Selle maandusviisi suurepärased omadused kajastuvad väga väikeses elektrikatkestuste arvus.

Kaarekustutuspooli kasutatakse rikkekohta läbiva mahtuvusliku maaühendusvoolu minimeerimiseks. Et kaarekustutuspool saaks teha oma tööd täpselt (minimeerida maaühendusvoolu), on pool vaja võrgule häälestada. Kaarekustutuspooli ja kaarekustutuspooli automaathäälestuse koostöö tagab, et kaarekustutuspool on vaatamata võrgus toimuvatele muutustele kogu aeg korrektselt häälestatud.

Maaühenduse tekkimisel on vaja määrata selle asukoht. Swedish Neutral'i **maaühenduse asukoha määraja** leiab toiteliini rikkekoha äärmise täpsusega, vajamata selleks neutraalimaandustakistit (mis suurendab maaühendusvoolu), vähendades niimoodi rikkest tingitud ohtu.

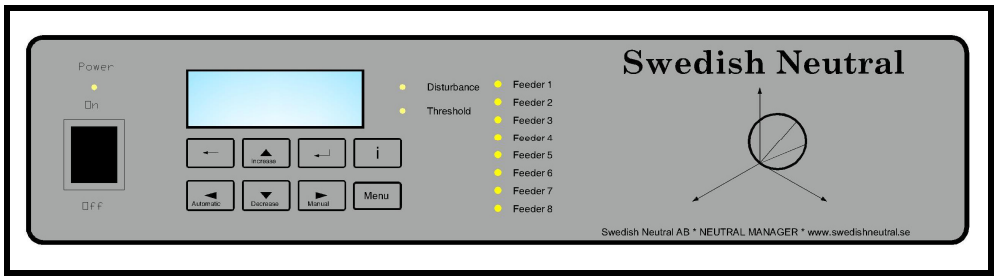
Maaühenduse asukoha määraja

Swedish Neutral'i **maaühenduse asukoha määraja** pakub Teile järgmisi eeliseid:

- Kiire, töökindel ja tundlik maaühenduse asukoha määramine.
- Töötab ilma neutraalimaandustakistita – *maaühendusvool on minimaalne!*
- Integreeritud kaarekustutuspooli automaathäälestus suudab häälestada kõiki kaarekustutuspoolide tüüpe.
- Maaühenduse avastamine 8 fiidri jaoks ning kaarekustutuspooli automaathäälestus ühes 19-tollises püstikus.
- Fiidreid saab lisada abipüstikutega (14 fiidrit abipüstiku kohta).
- Kaugus maaühenduseni.
- Fiidri äranäitamine koos võimalusega lühises fiidri väljalülitamiseks.
- Maaühenduse asukoha määramine koos suure impedantsiga maaühenduste avastamisega.
- Kaugühendus protokolli või modemi abil.

Maaühenduse asukoha määraja HMI

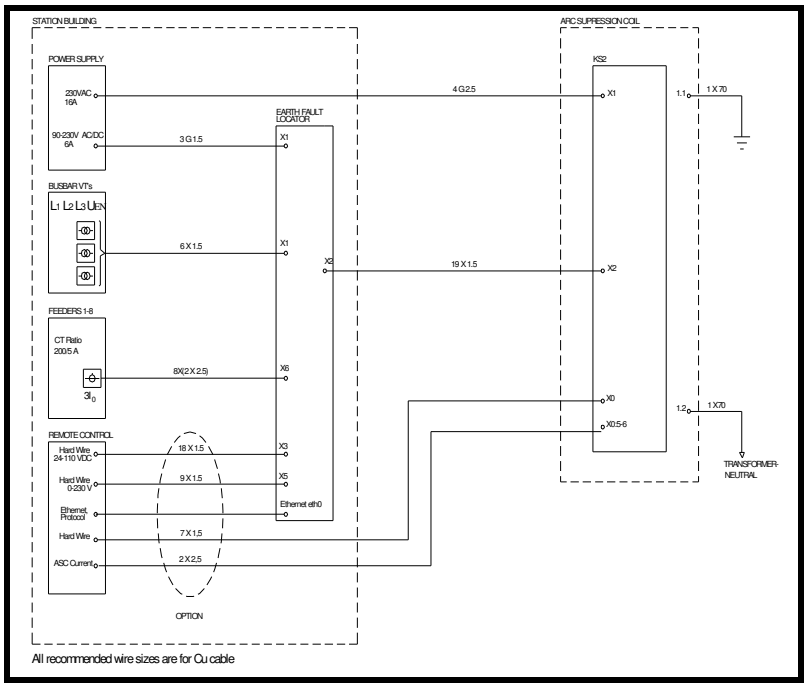
Maaühenduse asukoha määrajal on kohapealne juhtpaneel. Inimene-masin liides (HMI) teeb võimalikuks **maaühenduse asukoha määraja** kohapealse juhtimise ja jälgimise.



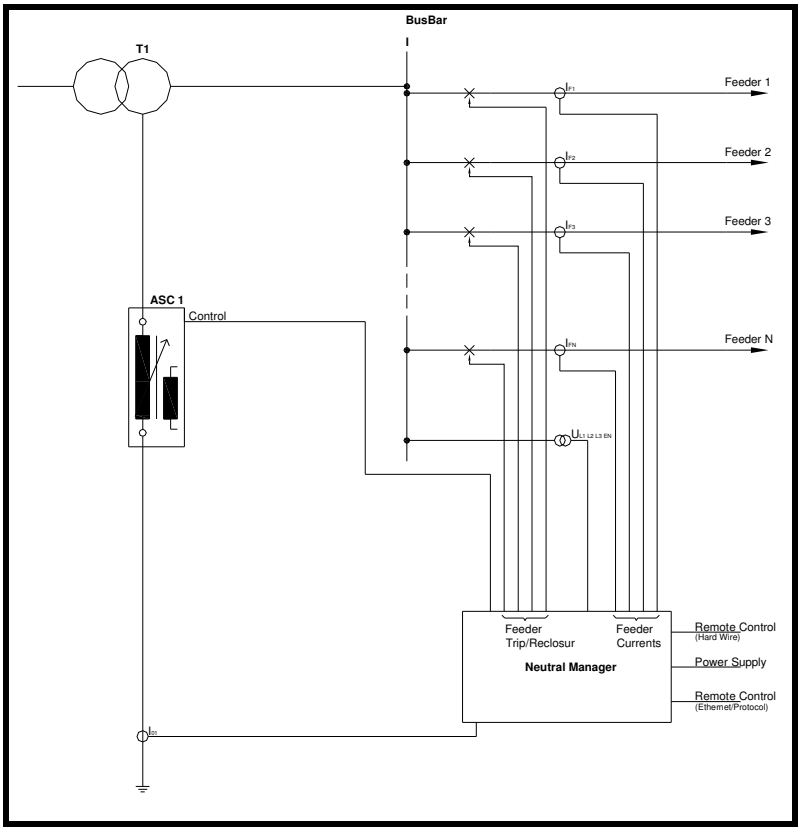
Kohapealse juhtpaneeliga on võimalik:

- ✓ Valida *käsitsi-* ja *automaatjuhtimise* vahel
- ✓ Liigutada kaarekustutuspooli üles ja alla, kasutades Suurenda / Vähenda nuppe
- ✓ **Jälgida / kinnitada häireteateid ja vaadata võrguparameetreid, sealhulgas:**
- ✓ LED-indikaatorid maaühendusega fiidri näitamiseks
- ✓ Kaks eraldi LED-indikaatorit grupihäirete jaoks
- ✓ Häire puhul näidatakse LCD-näidikul teadet *"X häire(t)"* . Häire kohta saab lisainfot teabenupu vajutamisel.
- ✓ Häireteated on rühmitatud kaheks: "Läviväärtus" ja "Häiritus"
- ✓ Häireteadete kinnitamine juhtpaneeli kaudu

Maaühenduse asukoha määraja kaabeldusskeem



Maaühenduse asukoha määraja ühejooneline skeem



Maaühenduse asukoha määraja

Maaühenduse avastamise ja asukoha määramise algoritmid

Swedish Neutral'i maaühenduse asukoha määraja kasutab maaühenduste avastamiseks kiireid, töökindlaid ja väga tundlikke algoritme. Algoritmide juures on ühine neutraalipinge (U_{EN}) ja fiidrivoolude summeerimise kasutamine avastamiskriteeriumidena.

Kiireim tee maaühenduse avastamiseks on **algsiirde avastamise algoritm.** Rikkega fiidri saab maaühenduse tekkides tuvastada viivitamatult. Avastusalgoritm on madala impedantsiga lühiste korral väga töökindel, kuid tema kasutamine kõrge impedantsi puhul on väikese siirdeamplituudi tõttu piiratud.

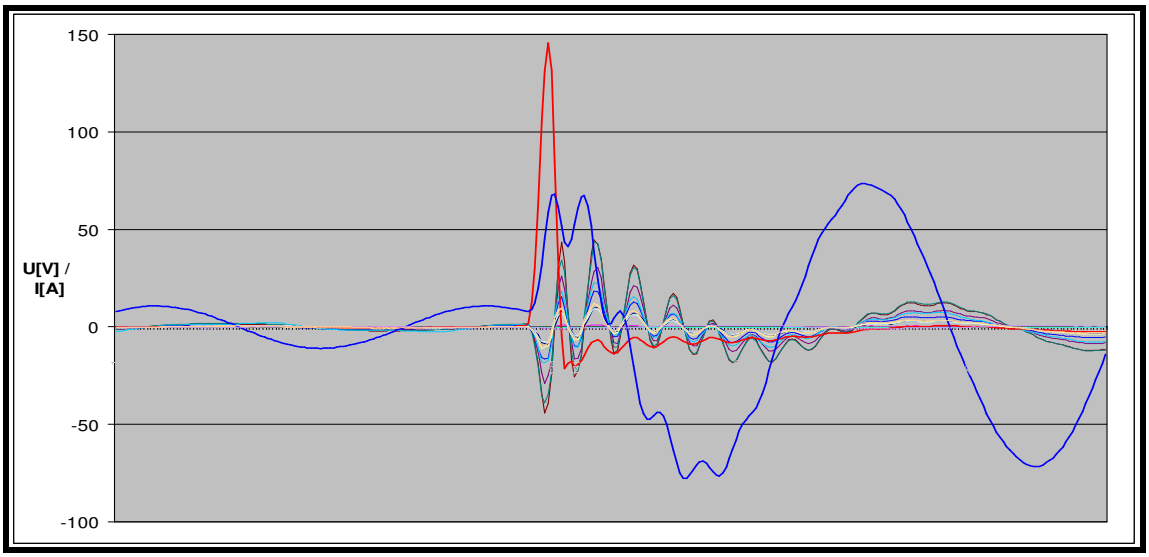
Adaptiivset nulljärgnevusega näivjuhtivuse algoritmi võib kasutada kõigi maaühenduste puhul sõltumata impedantsist. Mõõtmised tehakse enne ja pärast kaarekustutuspooli mahtuvusliku elemendi lülitamist. Kuna algoritm kasutab diferentsiaalmeetodit, elimineeritakse voolu- ja pingetrafode vead. Algoritmis kasutatakse suure tundlikkusega mõõtmist, mis suudab suure impedantsiga lühised avastada ka siis, kui traditsioonilised polariseeritud mõõtmismeetodid ei tööta.

Algsiirde avastamise algoritm

Maaühenduse tekkimisel kõrgepingeliinis tekitab mahtuvuslike vooludega ümberlaadimine algsiirde. Algsiire on kaheosaline: *tühjenemissiirdele* järgneb *laadimissiire*.

Tühjenemissiirde sagedus kõigub 10 – 100 kHz vahel ning seda ei saa mõõta standardsete voolutrafodega. *Laadimissiirde* sagedus on 100Hz – 2kHz ning see on standardsete voolutrafodega mõõdetav.

Swedish Neutral'i algsiirde algoritm mõõdab ja hindab *laadimissiiret*. Mõõdetakse U_{EN} (neutraali ja maa vaheline pinge) ning summeeritakse väljuvate fiidrite voolud. Polariseeritud mõõtmisega saab rikkega fiidrit kergesti eristada (vt allpool).



Alglaadimissiire

Lühises fiidri siirdevool ja U_{EN} on rikketa fiidritega võrreldes 180 kraadi vastandfaasis. Lühises fiidri vool on kõigi rikketa fiidrite voolude summa, mistõttu amplituud on suur. Ülaloleval joonisel kujutab lühises fiidri voolu **punane** kõver, U_{EN} on **sinisel** kõveral.

Siirdesagedus ja –amplituud muutuvad sõltuvalt impedantsist ja vahemaast rikkekohani. Mõningase impedantsiga maaühenduse korral muutub eristamine raskemaks. U_{EN} ning siirdevoolu läviväärtused on määratavad tarkvaraliselt.

Algsiirdel põhinev lühise asukoha määramise algoritm avastab väikese impedantsiga maaühendused kiiresti ja usaldusväärselt.

Algsiirde avastamise algoritmi head omadused:

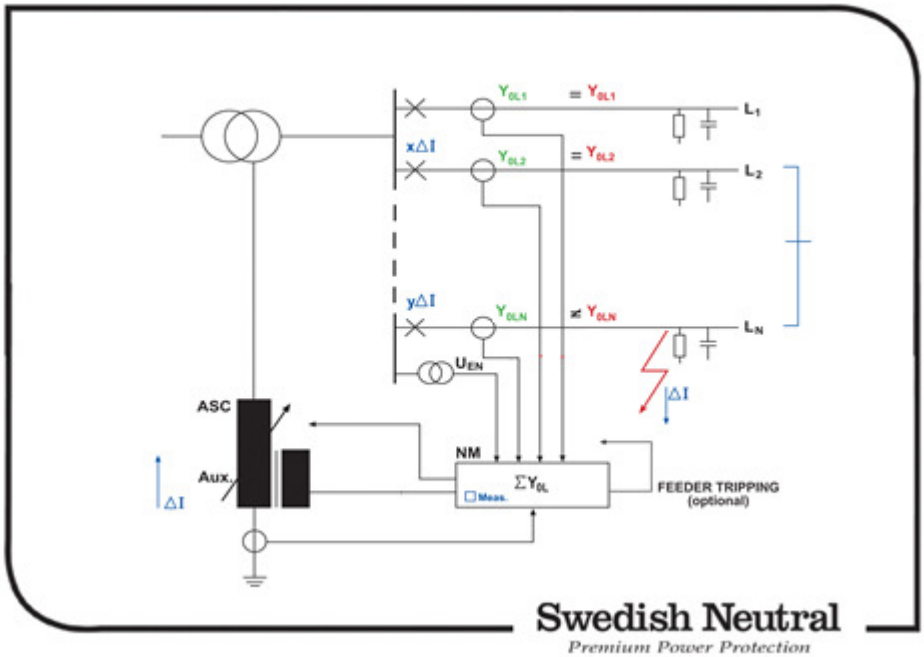
- Läbilöögisiirdega fiidrite hetkeline (kiire) tuvastamine
- Pole vaja neutraalimaandustakistit *(maaühendusvool on minimaalne!)*
- Lühisega fiidri selge ja usaldusväärne eristamine

Adaptiivne nulljärgnevusega näivjuhtivuse algoritm

Lühisega fiidri tuvastamine **adaptiivse nulljärgnevusega näivjuhtivuse algoritmiga** põhineb üksiku fiidri nulljärgnevusega näivjuhtivuse (3Io / 3Uo) kahel järjestikusel mõõtmisel.

Mõõtmised tehakse enne ja pärast lühisele reageerimist või enne ja pärast kaarekustutuspooli ühe mahtuvusliku elemendi lülitamist.

Lühisega fiidri korral saab kaarekustutuspooli mahtuvusliku elemendi lülitamisega mõõta näivjuhtivuse *muutust*. *Rikketa fiidrite* näivjuhtivus jääb lülitamise ajal *muutumatuks*. Meetod töötab lühise impedantsist sõltumatult.



Adaptiivne nulljärgnevusega näivjuhtivuse algoritm

Adaptiivne nulljärgnevusega näivjuhtivuse algoritm pakub traditsioonilise polariseeritud mõõtmisega võrreldes järgmisi eeliseid:

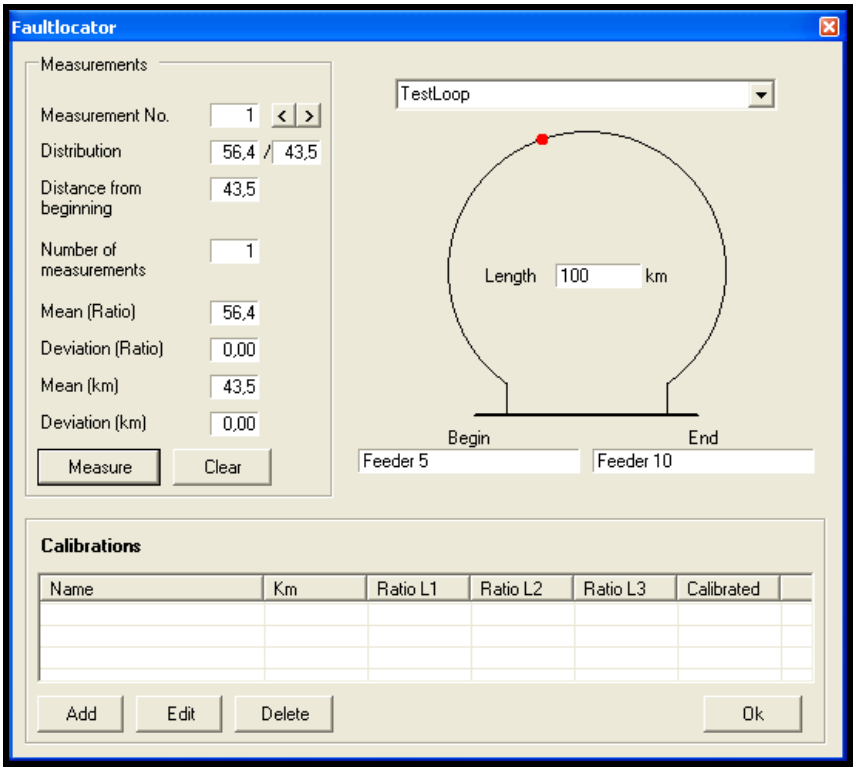
- Töötab sõltumatult kaarekustutuspooli häälestusest
- Pole vaja neutraalimaandustakistit (*maaühendusvool on minimaalne!*)
- Diferentsiaalmeetod – elimineerib voolu- ja pingetrafo vead
- Töötab nii radiaal- kui ka silmusvõrkudes
- Sobib täielikult koostööks GFN-iga ja/või voolu katkestamiseks (varuna)
- Vahemaa mõõtmise lühiseni suletud võrgus
- Väga tundlik lühise avastamine

Maaühenduse kauguse mõõtmine

Püsiva maaühenduse korral näitab rikkega fiidrit kohapealne juhtpaneel, SCADA, NMTerm (tarnega kaasnev terminalitarkvara) ning digitaalväljundid.

Kui võrgu struktuur lubab fiidrid ühendada suletud kontuurina, siis on **adaptiivse nullijärgnevusega näivjuhtivuse** algoritmi abil võimalik määrata *kaugus lühiseni.* Näivjuhtivuse mõõtmine näitab kontuuris olevate lühisega fiidrite jaotust.

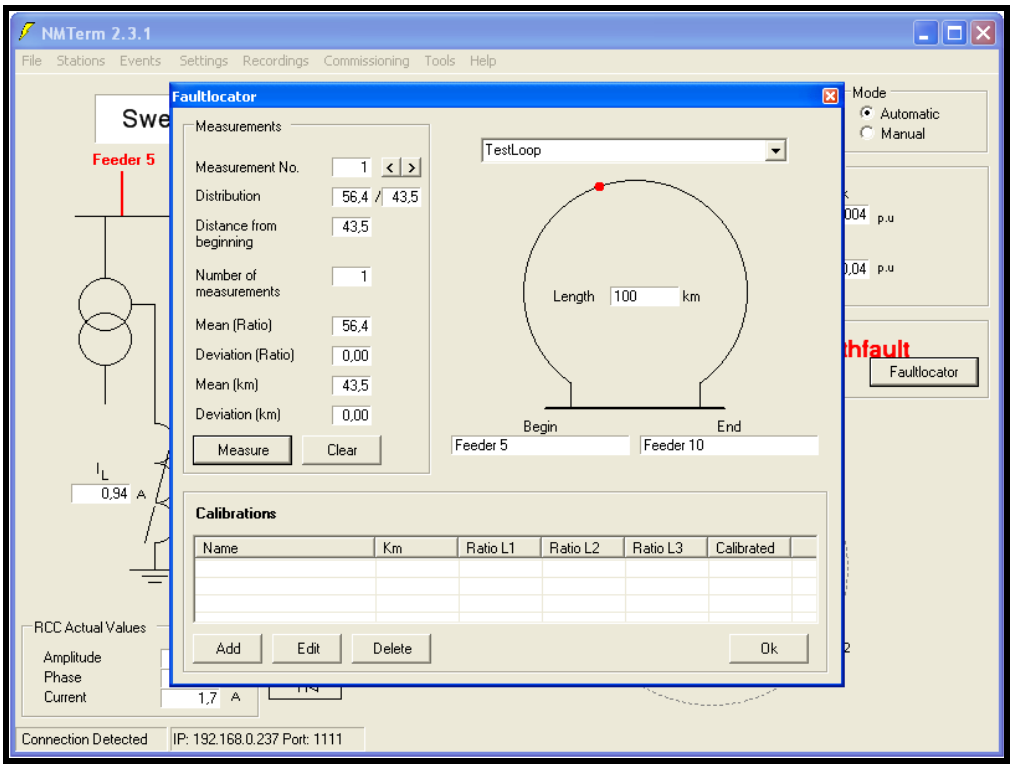
Vajutades NMTermis nupule "Lühise asukoht", ilmub allolev aken.



Maaühenduse asukoha määramine – terminalitarkvara juhtpaneeli aken.

Kui kontuur on suletud, saab NMTermi kasutades teha mõõtmised. NMTermi sisestatakse ja salvestatakse enne maaühendust eelnevalt määratletud suletud kontuurid. Samuti on võimalik kontuurid sisestada maaühenduse esinemise ajal.

Adaptiivne nulljärgnevusega näivjuhtivuse algoritm leiab kahes fiidris voolu jaotumise proportsiooni. *"Keskmine (km)"* annab lühise kauguse kontuuris oleva esimese fiidri algusest.



Maaühenduse asukoha määraja

Kauguse mõõtmiseks valitud kontuur on näidatud akna paremal küljel. Kontuur koosneb mitmest varem defineeritud võrdluspunktist. Võrdluspunktiks võib olla näiteks sektsioonilahklüliti, alajaam või mõni oluline sõlmpunkt. Võrgu andmed on toodud akna vasakul küljel olevas tabelis.

Lühisvool jaotub kahe fiidri vahel pöördvõrdeliselt nende pikkusest tingitud impedantsiga. Voolujaotus ja maaühenduse kaugus on omavahel seoses.

On soovitatav, et iga andmebaasis oleva võrgukontuuri jaoks oleks kaugusarvutuse vajaliku täpsuse saavutamiseks vähemalt kaks kuni kolm võrdluspunkti.

Kui maaühenduse koht on fiidrisektsiooni täpsusega leitud, saab täpse asukoha määrata maamikrofoniga, mille abil tuvastatakse korduvate mõõtmiste tekitatavad akustilised signaalid.

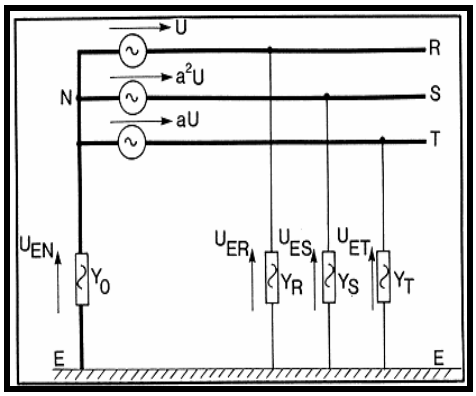
Maaühenduste registreerimine

Maaühenduse asukoha määraja registreerib ja salvestab kõik maaühendused. NMTermi kasutades saab registris olevaid andmeid välja võtta ja hinnata.

Teooria põhialused

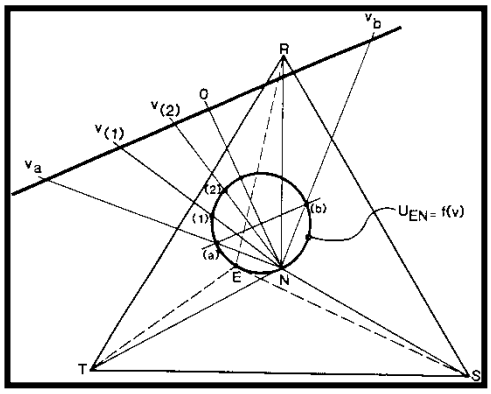
Kaarekustutuspooli automaathäälestus

Mahtuvusliku lühisvoolu efektiivseks vähendamiseks on maaühenduse ajal vaja kaarekustutuspool häälestada võrgu mahtuvuslikule lekkevoolule. Maasse suunduva mahtuvusliku lekkevoolu määrab elektrivõrgu ulatus, mis omakorda on määratud fiidrite ning õhuliinide/kaablite arvuga, fiidrite pikkusega ning teiste teguritega.



Kolmefaasiline süsteem ja tema ekvivalentühendused maaga

Mahtuvuslikud lekkevoolud võrgus võivad muutuda mitmel põhjusel. Üheks näiteks on fiidri lahutamine (võrgu mahtuvuslike lekkevoolude summa väheneb); teiseks näiteks on lisafiidri ühendamine võrku (mahtuvuslike lekkevoolude summa suureneb). Sellisel juhul on vaja kaarekustutuspool seada uude asendisse, et kompenseerida võrgu uut summaarset mahtuvuslikku lekkevoolu.



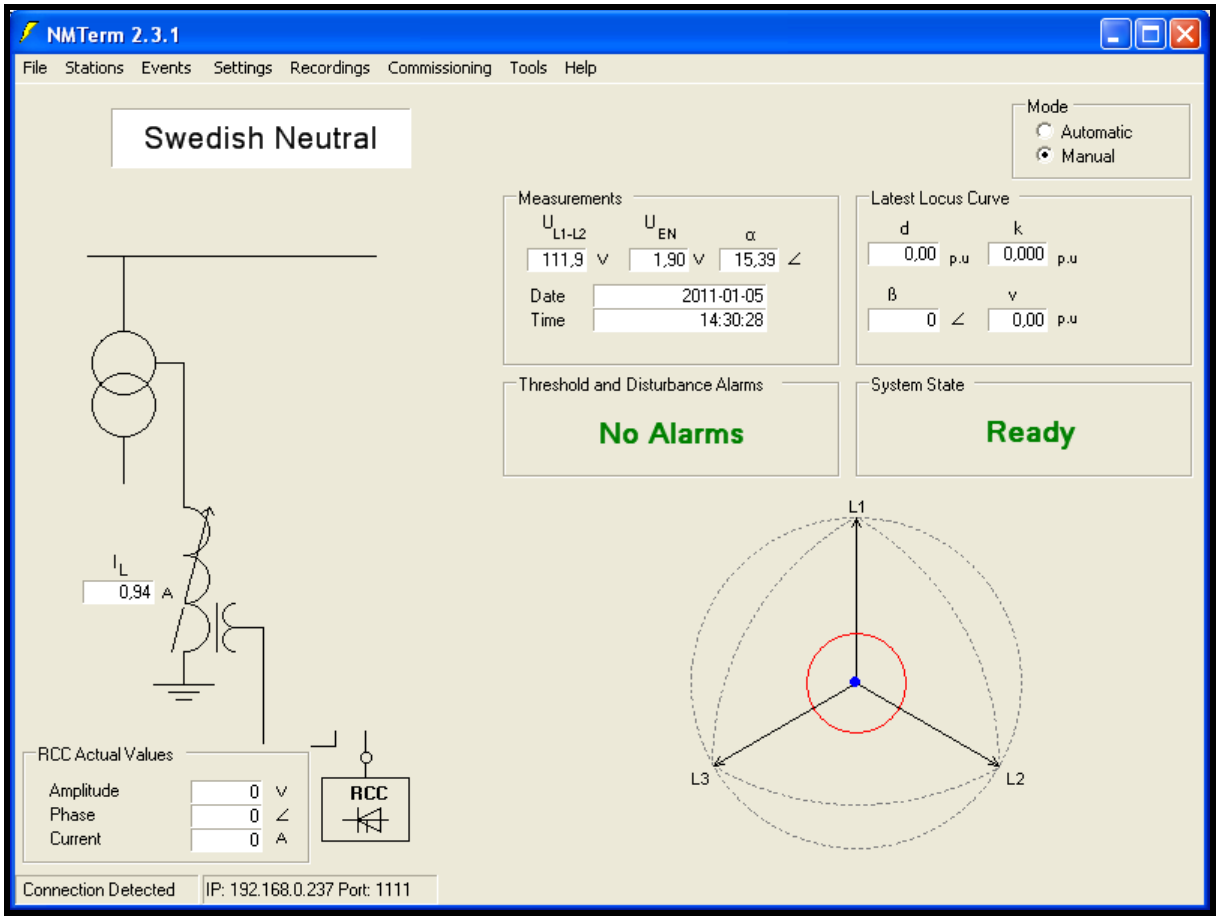
Funktsiooni U (EN) = f (v) kõver

Seda tehakse **kaarekustutuspooli automaathäälestusega**, mis pidevalt jälgib võrku ja viib kaarekustutuspooli vajalikule väärtusele. Swedish Neutral'i **kaarekustutuspooli automaathäälestus** kasutab funktsioonikõvera mõõtmist, mis võimaldab kaarekustutuspooli kiiret ja täpset ümberhäälestamist.

Kaarekustutuspooli automaathäälestus

Käsitsijuhtimisel saab kaarekustutuspooli süsteemi juhtpaneeli kaudu seadistada käsitsi. Kaarekustutuspooli saab käsitsi juhtida ka standardsest arvutist, kasutades seadmega koos tarnitud terminalitarkvara (NMTerm). Kaarekustutuspooli kaugjuhtimiseks saab kasutada kas ühendusprotokolli (jadaühendus või võrk), modemit või digitaalseid sisendeid.

Automaatrežiimil häälestab süsteem kaarekustutuspooli automaatselt resonantspunktile.



NMTerm võimaldab kerget juurdepääsu **maaühenduse asukoha määraja** paljudele funktsioonidele. NMTermi saab paigaldada mistahes Windows operatsioonisüsteemi kasutavale arvutile.

MÄRKUS: Kaarekustutuspooli automaathäälestuse kohta täiendava teabe saamiseks tutvuge palun allalaetava PDF-dokumendiga *"Automaatse häälestusseadme tehniline spetsifikatsioon" veebilehel* www.swedishneutral.se

Maaühenduse asukoha määraja digitaal- ja analoogmoodulite spetsifikatsioon

Analoogsisendmoodul (AI)

Voolusisendid

Sisendvool	1; 2; 5 A
Tööpiirkond	Valitakse tellimisel
Koormus	< 0,1 VA (0,1 Ω) 1 A juures
	< 0,2 VA (0,05 Ω) 2 A juures
	< 0,5 VA (0,02 Ω) 5 A juures
Voolutaluvuse piir	1 s 20 x nimivoolul
	2 s 10 x nimivoolul
	Pidevalt 2 x nimivoolul
Isolatsioonitase	>1 kV 1s (IEC 60204-1:1997)

Pingesisendid

Pingesisend	**0 – 110 V vahelduvpinge**
Koormus	**< 0,x VA (0,x Ω)**
Isolatsioonitase	**>1 kV 1s (IEC 60204-1:1997)**

Analoogväljundmoodul (AO)

Vooluväljund 1	**0 – 20 mA alalisvool, vastab kaarekustutuspooli asendile 0-100%**
Vooluväljund 2	**0 – 16 – 20 mA alalisvool, vastab neutraalipingele 0-10-100%**
Isolatsioonitase	**>1 kV 1s (IEC 60204-1:1997)**

Digitaalsisendmoodul (DI)

24-110 V mudel

Sisendpinge	**Sisend 1-8: 19-40 (min-maks.) V alalispinge**
	Sisend 9-16: 20-140 (min-maks.) V alalispinge
Koormus	**Sisend 1-8: 0,32 VA (1,8 kΩ) 24 V alalispingel**
	Sisend 9-16: 0,59 VA (20,4 kΩ) 110 V vahelduvpingel
Isolatsioonitase	**>1 kV 1s (IEC 60204-1:1997)**

110-220 V mudel

Sisendpinge	**Sisend 1-8: 19-40 (min-maks.) V alalispinge**
	Sisend 9-16: 72-250 (min-maks.) V alalispinge
Koormus	**Sisend 1-8: 0,32 VA (1,8 kΩ) 24 V alalispingel**
	Sisend 9-16: 0,53 VA (91 kΩ) 220 V alalispingel
Isolatsioonitase	**>1 kV 1s (IEC 60204-1:1997)**

Digitaalsisendmoodul (DO)

Lülituspinge	**0-250 V alalis/vahelduvpinge**
Maks. pidev voolukoormus	**6 A**
Isolatsioonitase	**>1 kV 1s (IEC 60204-1:1997)**

Standardprotokollide koostalitlusvõime

Protokollid

Maaühenduse asukoha määrajat saab protokolle kasutades juhtida ja jälgida. Allpool on toodud **maaühenduse asukoha määraja** toetatavad protokollid:

IEC103

Nr.	Klientsüsteem		Märkus
	Väljatöötaja	Tüüp	
1	Siemens	SINAUT	
2	Siemens	SICAM PAS	
3	Areva		
4	Cybectec	SMP	Testitud SN laboris
5	ABB		
6	Foxboro	C 50	
7	Foxboro	SCD 5200	

IEC61850

Nr.	Klientsüsteem		Märkus
	Väljatöötaja	Tüüp	
1	Siemens	SICAM PAS V5.11	2007
2	Siemens	SICAM PAS V6.0	2009
3	Areva	C264C	2009
4	ABB	RTU 560	2010

IEC104

Nr.	Klientsüsteem		Märkus
	Väljatöötaja	Tüüp	
1	Cybectec	SMP	Testitud SN laboris
2	ABB	800xA OPC serveriga: Matrikon 1.0.4.0	Mai 2010

DNP 3

Märkus: Iec103/DNP3 välise protokollikonverteriga

Nr.	Klientsüsteem		Märkus
	Väljatöötaja	Tüüp	
1	Cybectec	SMP	Testitud SN laboris
2	Abbey Systems		

SPA

Nr.	Klientsüsteem		Märkus
	Väljatöötaja	Tüüp	
1	Cybectec	SMP	Testitud SN laboris
2	ABB		

Swedish Neutral

Premium Power Protection

Võtke ühendust ja külastage meid:

Swedish Neutral AB

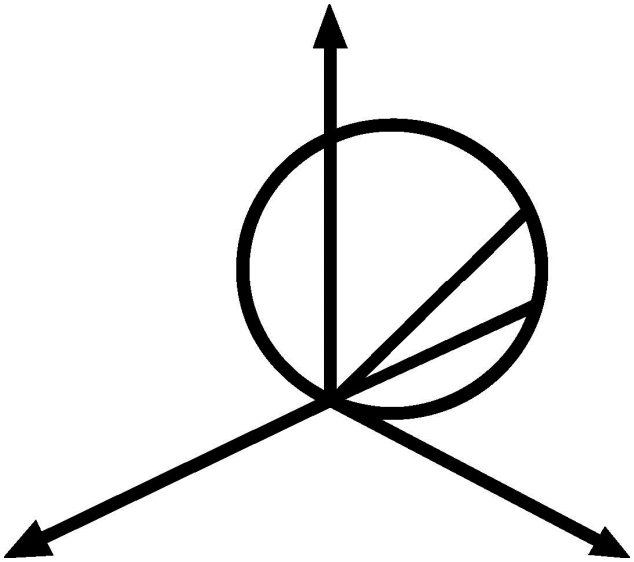
Västra Rydsvägen 122

19631 Kungsängen

Rootsi

Telefon +46 8 581 71344

Faks: +46 8 581 713 44

E-post: mail@swedishneutral.se

www.swedishneutral.se