



SUOJARELEET

AGENDA – KESKIJÄNNITEVERKON SUOJARELEET

- Mikä on suojariele?
- Yleisimmät suojarieleet
- Suojarieleiden jako kohteen mukaan
- Suojarieleen toiminnot (muut, kun suojauskset)
- Mittamuuntajat (lyhyesti)
- 20/110 kV tärkeimmät suojausfunktiot
- Case: Inkeröisen sähköasema

MIKÄ ON SUOJARELE?

SUOJARELE

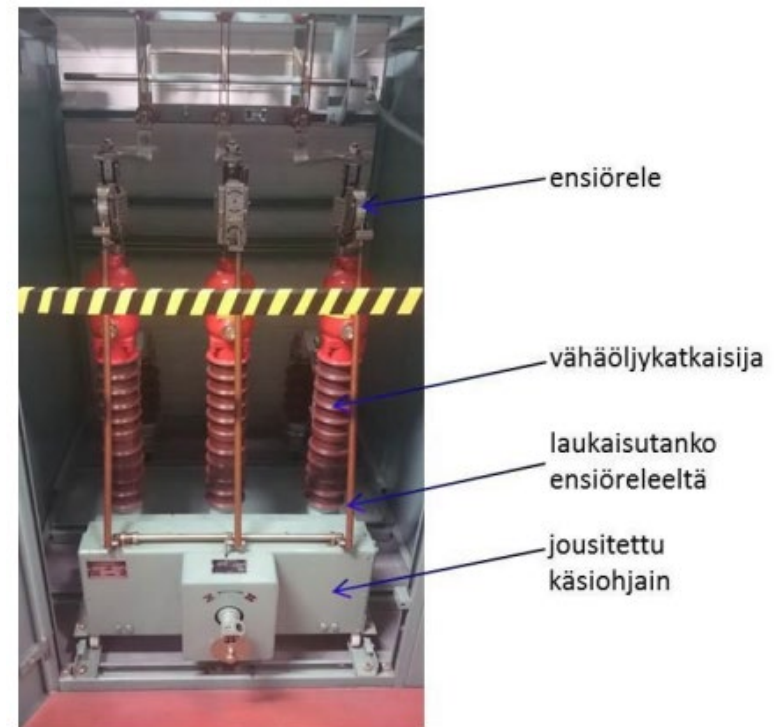
- Verkon “aivot” ja “poliisi”
- Valvoo verkkoa taukoamatta, erottaa viat, mittaa haluttuja suureita, kommunikoi väylän kautta haluttavat tiedot eteenpäin
- Selektiivisyys
- Liian monimutkaista suojausfilosofiaa tulisi välttää



SUOJARELETYPIT

1. Ensiö- eli primäärireleet

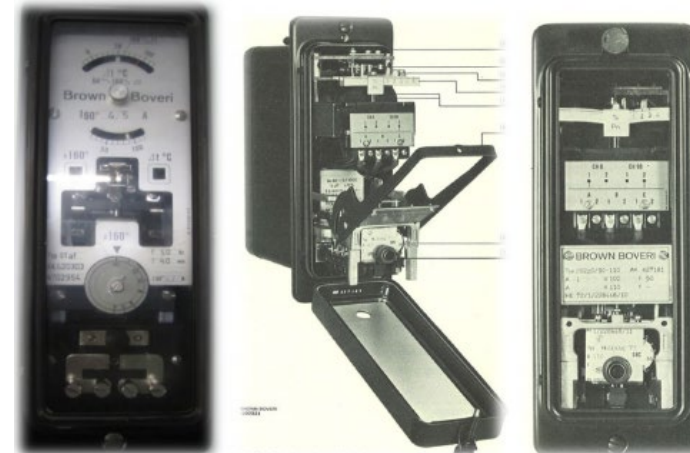
- Toiminta perustuu releen läpi kulkevan virran aiheuttamaan smg-muutokseen
- Mekaanisesti jäykkiä -> epätarkka -> lähinnä varasuojana
- Ei tarvitse apuenergiaa



Lähde: Suojareleen käyttöönotto, Niklas Vierämö

2. Sähkömekaaniset toisioreleet

- Toiminta perustuu releen läpi kulkevan virran aiheuttamaan smg-muutokseen -> kosketintointa aktivoituu -> sähköinen katkasijalaukaisu
- Myös melko jäykkiä -> epätarkkuus
- Osa vaatii apujännitteen, laukaisupiiri lähes tosin aina



Lähde: ABB

SUOJARELETTYYPIT

3. Staattiset releet (elektroniset)

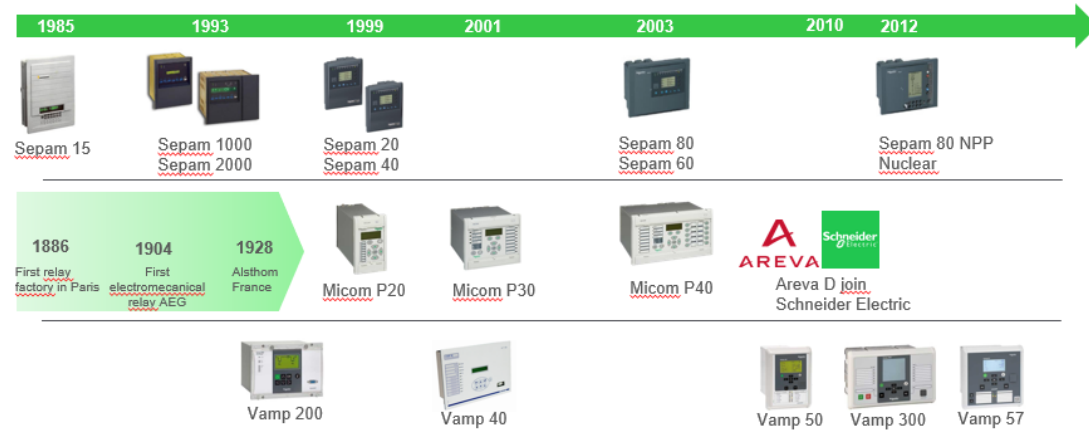
- Toiminta perustuu elektroniikan käyttöön (mittaussignaalit -> muokkaus)
- Melko tarkkoja
- Nopeita



Lähde: ABB

4. Mikroprosessori-/Numeeriset releet

- Suojaustoimintojen lisäksi paljon erilaisia ohjelmitavuutta ja tukitoimintaa (logit, häiriötallennin, itsevalvonta...)
- Kommunikointia (eri protokollat, useita väyliä ja kieliä)
- PC-ohjelmitava, etäkäyttö, wifi/bluetooth (Huom! Dataverkon suojaus)
- Eri kielituet, jne..



NUMEERINEN- SUOJARELE



YLEISIMMÄT SUOJARELEET

YLEISIMMÄT SUOJARELEET

- Releitä on monenlaisia ja ne voidaan jakaa eri ryhmiin, mitattavan suureen perusteella:
 - Ylivirta
 - Alijännite
 - Ylijännite
 - Taajuus
 - Suunta ja teho
 - Epäsymmetria
 - Etäisyys

SUOJARLEIDEN JAKO KOHTEEN MUKAAN

SUOJARELEIDEN JAKO KOHTEEN MUKAAN

- Karkeasti voidaan jakaa keski- ja korkeajänniteryhmiin
- Johtuu lähinnä vaatimuksista (nopeus) ja raudan (optiot) tarpeesta -> differointi
- Lisäksi on pieniä yksinkertaisia suojarkeitä, joita käytetään esim. pienjännitekoeistoissa, tai projektit, joissa pienet vaatimukset (hinta, volyyymi, speksaus)



SUOJARELEIDEN JAKO KOHTEEN MUKAAN

Kennotermiinali (one to all) perussovellukseen



I & U

P3U10/20/30

- Johtolähtö
- Moottori
- Jännite
- Taajuus
- Kondensaattori

Dedikoidut suojaukset vaativammat sovellukset



I & U

P3F30 = Johtolähtö

P3M30 = Moottori

P3G30 = Generaattori

P3L30 = Linjadifferentiaali ja distanssi

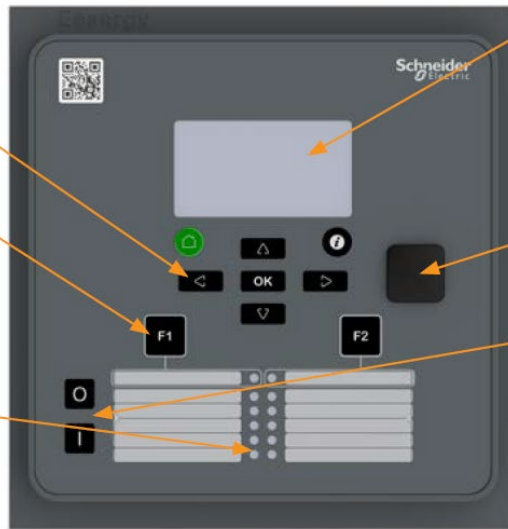
P3T32 = Muuntajadifferentiaali

P3M32 = Moottoridifferentiaali

P3G32 = Generaattoridifferentiaali

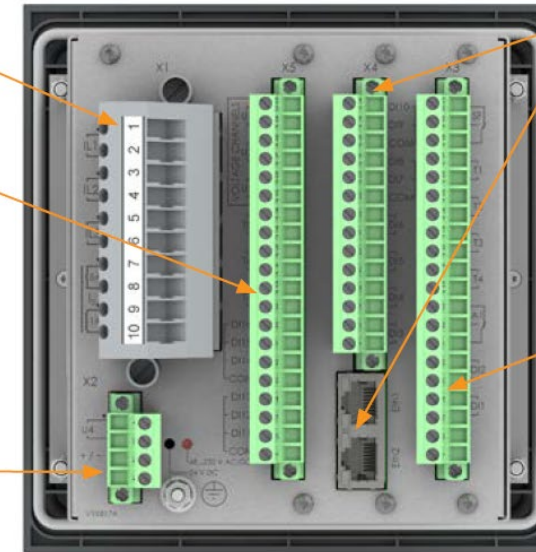
SUOJARELEIDEN JAKO KOHTEEN MUKAAN

- Navigation push buttons**
- Function buttons with:**
- User configurable legend texts
 - Object control
 - Protection setting group selection
 - Freely programmable
- Programmable LEDs**
- User configurable legend texts
 - 12 LEDs, 2 fixed (power, self-diagnostic) and 8 freely programmable (2 for push buttons)



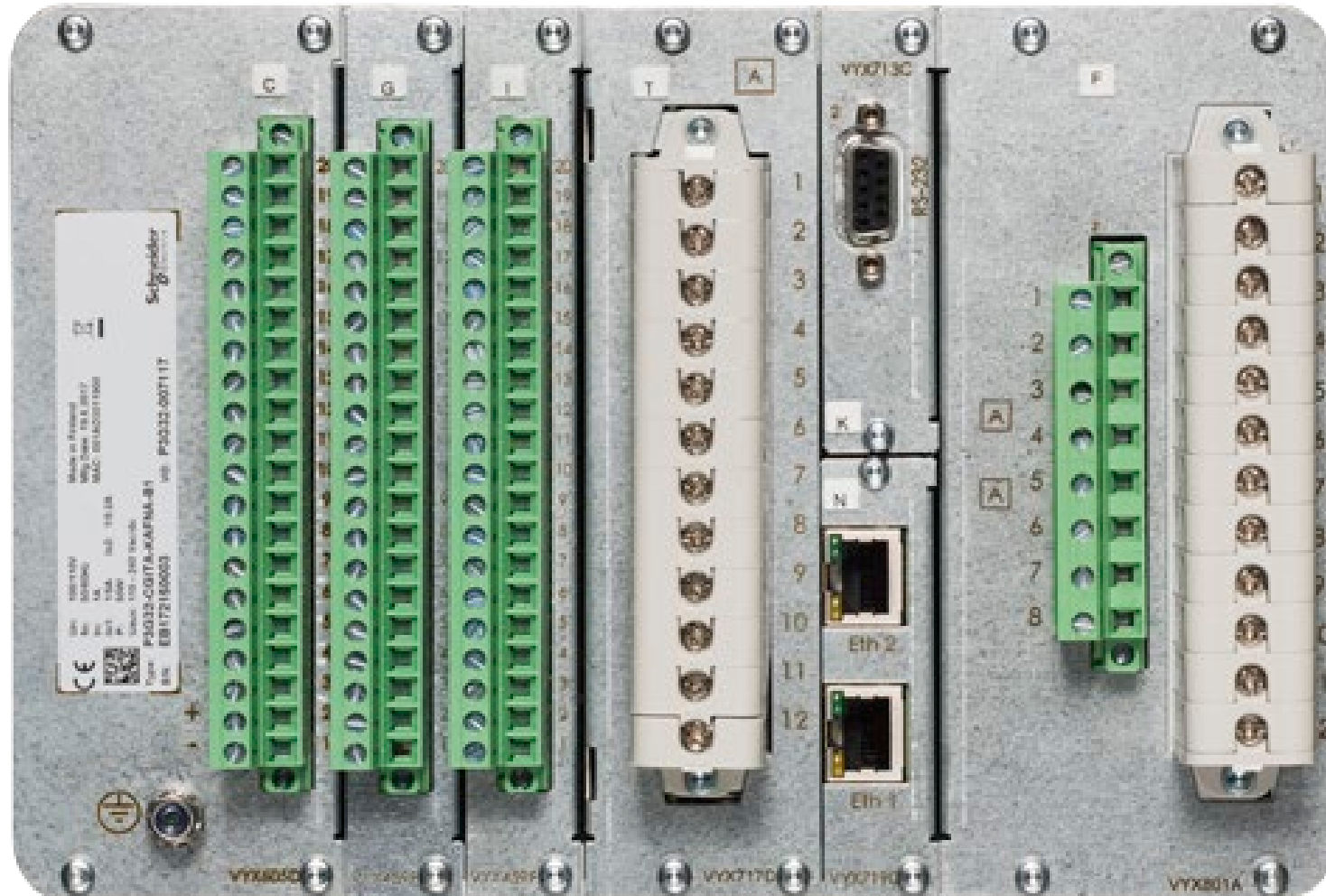
- 128 x 64 LCD dot matrix display**
- Single line diagram and freely assignable analogue values
 - Unicode language support
- Local port**
- USB interface
- Control buttons**
- Direct or select-execute CB control
 - Possibility for password protection

- Analog interface**
- 4 x CT
 - Auxiliary power supply
- Analog interface and DI / DO**
- Presence of this module is order code dependent
 - 3 x U
 - 3 x trip relay
 - 6 x DI
- Auxiliary voltage and Analog interface**
- 1 x U
 - Auxiliary Supply



- Combined DI and communication interface card**
- 8 x DI
 - Remote port: RS485 or Ethernet (RJ-45 redundant)
- Inputs and outputs**
- 2 x DI
 - 4 x trip relay
 - 1 x alarm relay

SUOJARELEIDEN JAKO KOHTEEN MUKAAN



SUOJARELEEN TOIMINNOT (MUUT, KUIN SUOJAUKSET)

SUOJARELEEN TOIMINNOT (MUUT, KUIN SUOJAJUKSET)

- Mimiikka

The screenshot shows a software interface for configuring and simulating a protection relay. The main workspace is divided into three sections:

- Toolbar:** Contains various electrical symbols for components like resistors, capacitors, inductors, and relays.
- Control Panel:**
 - Sublocation: Bay
 - Remote/Local:
 - Auto reclosing:
 - Virtual Input 1-10: A grid of checkboxes for configuring virtual inputs.
 - Memory usage: 16%
- Main Workspace:**
 - Circuit Diagram:** Shows a vertical busbar with a switch (labeled '1') and a ground connection (labeled '4').
 - Bay Label:** A large 'Bay' text label.
 - Relay Symbol:** A square symbol with 'R' inside.
 - Measurements:** A vertical list of 14 measurement points, each with a dropdown menu. The first few are: 1 IC, 2 IN-1, 3 P, 4 Q.
 - Display Values:** A digital display showing values: 0A, 0.00A, 0kW, 0kvar.

SUOJARELEEN TOIMINNOT (MUUT, KUIN SUOJAUKSET)

- Häiriötallennin

Disturbance recording:

Sampling	Max. Record length
32/cycle	6.66 s
16/cycle	13.33 s
8/cycle	26.66 s
1/10 ms	80 s
1/20 ms	2 min
1/200 ms	27 min
1/1 s	133 min
1/5 s	11 h
1/1 min	5.5 days!

RECORDER CHANNELS

Ch: IA,IB,IC,IN-1,IN-2,VAB,VBC,VN,DI,DO

Recording mode: Overflow

Sample rate: 32/cycle

Recording length:

 6.82 s

Pre trig time:

 50 %

Disturbance recording event:

Recorder memory events:

SUOJARELEEN TOIMINNOT (MUUT, KUIN SUOJAJUKSET)

- Kellonsynkronointi (kiinteä, pulssi, väylän kautta)
- Kesä- ja talviaika

Clock synchronizing

SNTP sync alarm event:

Minute sync pulse DI:

Synch correction: s

Auto adjust interval: s

Average drift:

SUOJARELEEN TOIMINNOT (MUUT, KUIN SUOJAJUKSET)

- Energiamittaukset
- Jännitekuopat, ym.
- Digitaalitulot ja –lähdöt
- Virtuaalitulot ja –lähdöt
- Analogiamittaukset ja lämpötilaanturit
- Ledit
- Objektit (ohaus ja tila)
- Logiikka

Energy

Voltage sag & swell

Energy

Energy calculation mode: Fundam

Energy sign conversion: Exp_Pos

Exported energy:

MWh

Exp. reactive energy:

Mvarh

Imported energy:

MWh

Imp. reactive energy:

Mvarh

ENERGY DOSE COUNTER

Etrip counting time: min

The diagram illustrates a logic configuration with the following components and connections:

- Inputs:** 4% (Total: 4)
 - 50/51-1 start
 - Digital input 2
- Logic gates:** 3% (Total: 3)
 - AND gate
- Logic outputs:** 5% (Total: 5)
 - Logic output 1
- Outputs:** (Total: 2)
 - Signal relay 1
 - Disturbance rec. trig

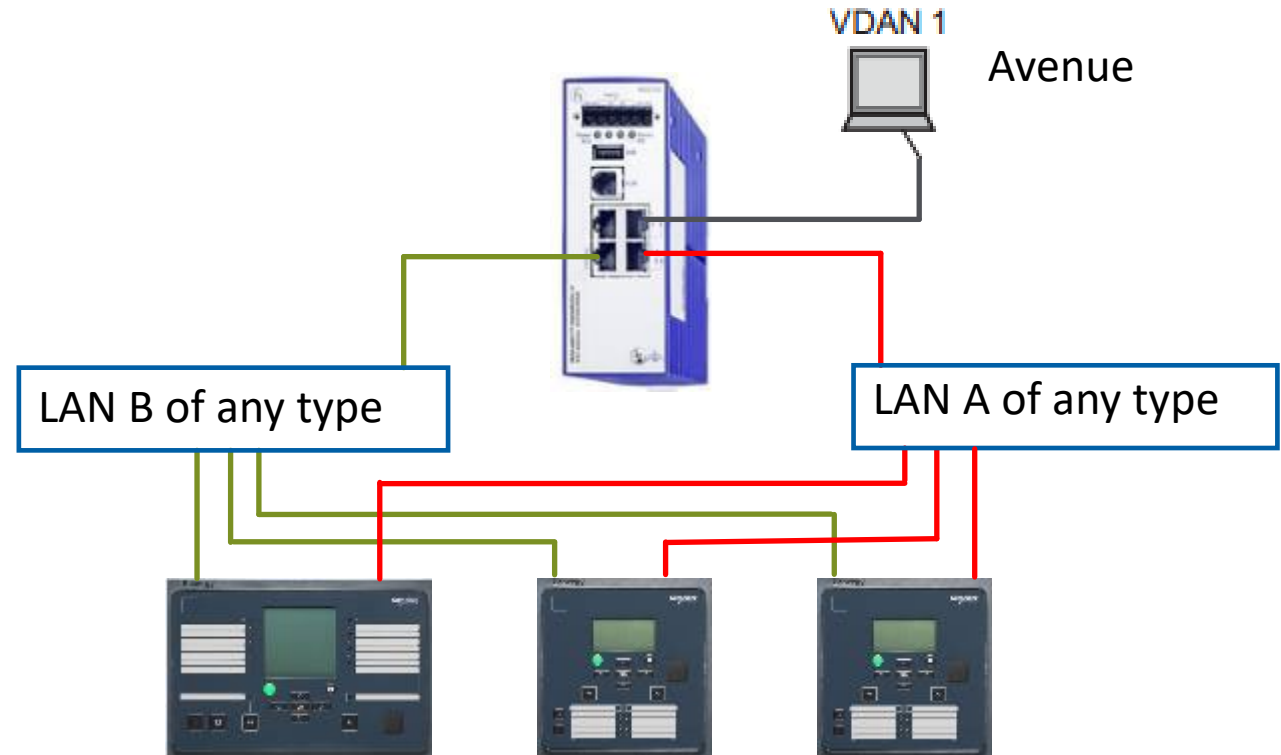
Connections: The two input boxes are connected to the inputs of the AND gate. The output of the AND gate is connected to Logic output 1. Logic output 1 is then connected to both Signal relay 1 and Disturbance rec. trig.

© Tampereen Aikuiskoulutuskeskus | www.takk.fi

27

SUOJARELEEN TOIMINNOT (MUUT, KUIN SUOJAUKSET)

- Tapahtumalogi (events)
- CBFP
- IRF (WD = watchdog)
- Katkaisijan kunnonvalvonta
- Kommunikaatio (jopa 4 eri protokollaa samaan aikaan)
- Trippipiirin valvonta



Main functions

- Protection As per Application requirements
- Control Up to 6 objects with mimic + 2 monitored mimic Matrix and logic equations
- Measurement Current, Voltage, Frequency
- Condition monitoring and maintenance Trip circuit supervision (ANSI 74)
Circuit breaker monitoring
Relay monitoring
- Operational recorders
- Communication protocols
IEC61850 Ed.1 & Ed.2
DNP3.0, DNP3oe
Modbus RTU, Modbus TCP
IEC60870-5-101 / 103
Ethernet IP
DeviceNet, Profibus, SPA-bus
Redundancy RSTP, PRP

Main hardware characteristics

- CT/VT inputs 4/5CT + 1/4VT
- Digital I/Os P3Ux : up to 16I / 8O+wd
P3x3x : up to 36I / 21O+wd
- Comm. ports Serial or extension port with IRIG-B
2nd serial port or line diff. com port (P3x3x)
Dual Ethernet port with RSTP & PRP
2 simultaneous active protocols
(if 2 x RJ45 or 2 x LC connectors selected)
- Analog I/O 4 inputs / 4 outputs (external module)
- Temperature sensors 12 RTDs (external module)
- Arc Flash 0 to 4 point sensors (P3x3x with arc option)
- Other USB type B connector
Detachable HMI (P3x3x)

SUOJARELEEN TOIMINNOT (MUUT, KUIN SUOJAUKSET)

Jälleenkytkennät:

- Valtaosa jakeluverkon vioista ohimeneviä
- PJK (pikajälleenkytkentä)
- AJK (aikajälleenkytkentä)
- Jälleenkytkentäsekvenssiä mietittäessä otettava huomioon:
 - Vikavirran aiheuttama johtimien lämpeneminen
 - Kuorman puuttumisen aikana tapahtuva jäähtyminen
 - Komponenttien terminen vikavirtakesto varmistettava

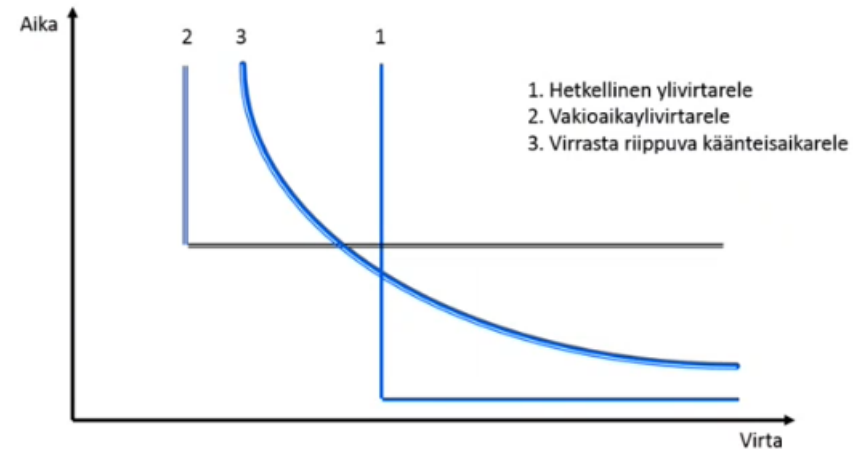
MITTAMUUNTAJAT

SÄHKÖASEMAN KOMPONENTIT (MITTAMUUNTAJAT)

- Mittamuuntajat ovat erikoisrakenteisia muuntajia, jotka ovat tarkoitettu jännitteen tai virran mittaukseen
- Mittamuuntajien on toistettava mittaamansa jännite tai virta mahdollisimman virheettömästi normaalilla kuormitusalueella
- Suurin osa mittamuuntajista perustuu sähkömagneettisen induktion käyttöön
- Mittamuuntajan tehtävät:
 - Päävirtapiirin galvaaninen erottaminen suurjännitteisestä päävirtapiiristä
 - Mitta-alaa muuttamalla mahdollistaa mitta- ja suojalaitteiden standardoiminen tiettyihin mitoitusarvoihin
 - Mittareiden suojeleminen ylikuormitukselta
 - Mahdollistaa mittareiden ja releiden sijoitus etäälle varsinaisesta mittauspaikasta

20/110 KV TÄRKEIMMÄT SUOJAUSFUNKTIOT

YLIVIRTA (ANSI 50/51)



- Ylikuorimitus- ja oikosulkusuojaus
- Perustaajuisten vaihevirtojen mittaus ja niiden vertailu asteltuihin portaisiin (yleensä kolme $I >$, $I >>$, $I >>>$)
- Laukaisu- ja havahtumisvirrat, toiminta-ajan hidastus
- Ylikuorma ja oikosulku aiheuttavat tyypillisemmin ylivirran
- Myös ilmastolliset syyt voivat aiheuttaa, esim. ukkonen
- Oikosulussa ylivirta huomattavan suuri (valokaari myös mahdollinen)

YLI- JA ALIJÄNNITE SEKÄ NOLLAJÄNNITE (ANSI 59,27,59N)

- Perustuu verkon perjustaajuisten pääjännitteiden mittaukseen
- Varmistetaan verkon pysyminen oikeassa jännitetasossa
- Normaalissa tilanteessa muuntajan käämikytkin huolehtii jännitteestä
- Käämikytkimen mekaanisesta toiminta-ajasta johtuen $U>$ ja $U<$ suojiin toiminta-aikaa syytä hidastaa
- $U>>$ ja $U<<$ syytä myös hidastaa, mutta huomattavasti vähemmän, koska käämikytkin ehtii korjaamaan norm. käyttötilanteen jo $U>/U<$ portaiden havahtumisen aikana -> syy jossain muualla tyypillisesti (kuormituksen muutos, indusointi toisista siirtolinjoista, ukkonen..)

YLI- JA ALIJÄNNITE SEKÄ NOLLAJÄNNITE (ANSI 59,27,59N)

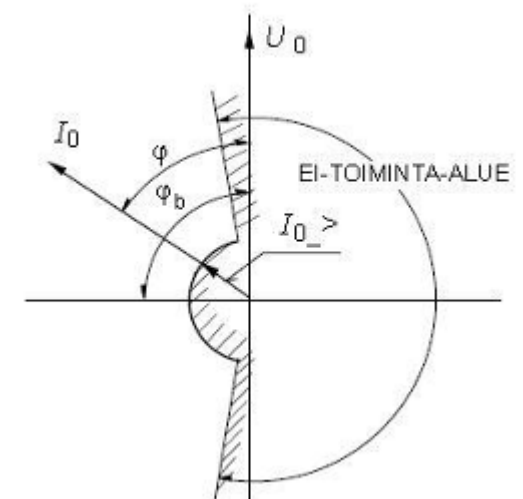
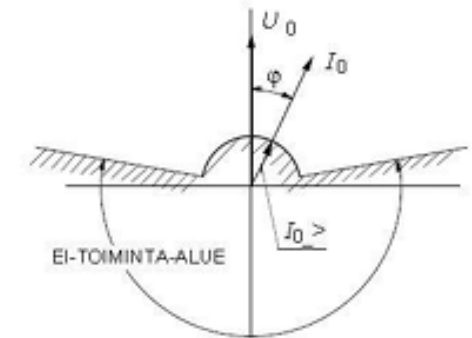
- Maasulkuviassa aiheutuu jännite-epäsymmetria -> verkon tähtipiste jännite muuttuu ja ei vastaa maan potentiaalia
- Seurauksena nolla-/maasulkujännite U_0
- Nollajännitettä voidaan mitata kiskostosta avokolmiokäämillä

MAASULKUSUOJAUS (ANSI 50N/51N/67N)

- Suojataan verkon virtajohtimen ja maan välisiltä eristysvioilta
- Maasta erotetussa ja sammutetussa verkossa kaikki vaiheet maata vasten symmetrisiä terveessä tilassa -> summa 0
- Vikatilanteessa tämä rikkoutuu ja verkon tähtipiste alkaa nousemaan kohti vaihejännitettä
- Sammutetussa verkossa päämuuntajan tähtipisteeseen (alajännite) on kytketty kuristin tai sitten käytetään maadoistusmuuntajaa, johon kuristin kytketään

MAASULKUSUOJAUS (ANSI 50N/51N/67N)

- Voi olla suunnattu ($I_0 \rightarrow$) tai suuntaamaton (I_0)
- Suuntaamaton perustuu terveiden johtojen kautta palaavaan nollavirran mittaukseen
- Suunnattu perustuu nollavirran ja –jännitteen suuruuksien ja suunnan mittaukseen
- Suunnattu toimii, kun virta ja jännite kasvaa riittävän suureksi ja niiden välinen vaihe-ero on toiminta-alueen sisällä
- 0-180 astetta erotettu verkko ja 270-90 astetta sammutetussa verkossa
- Katkeileva (intermittent) nollajännitepulssit mukaan



VAIHEKATKO JA -VINOKUORMASUOJAUS (ANSI 46BC, 46)

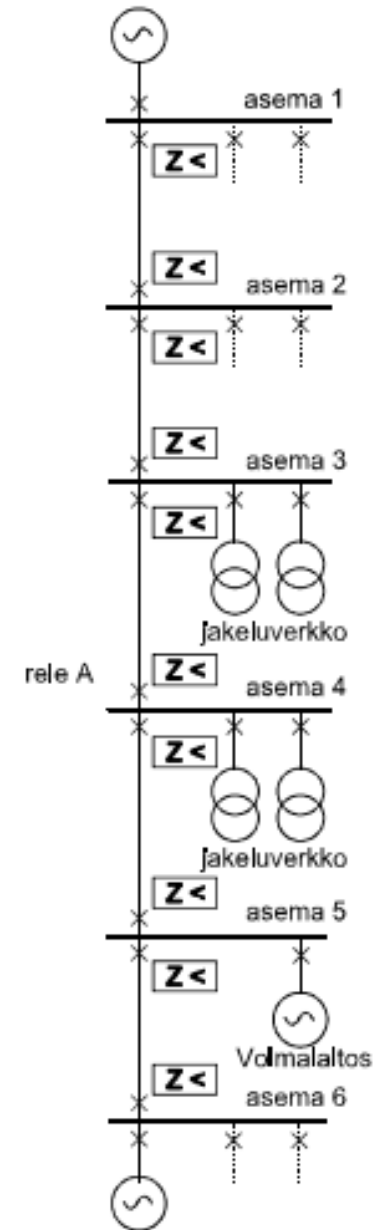
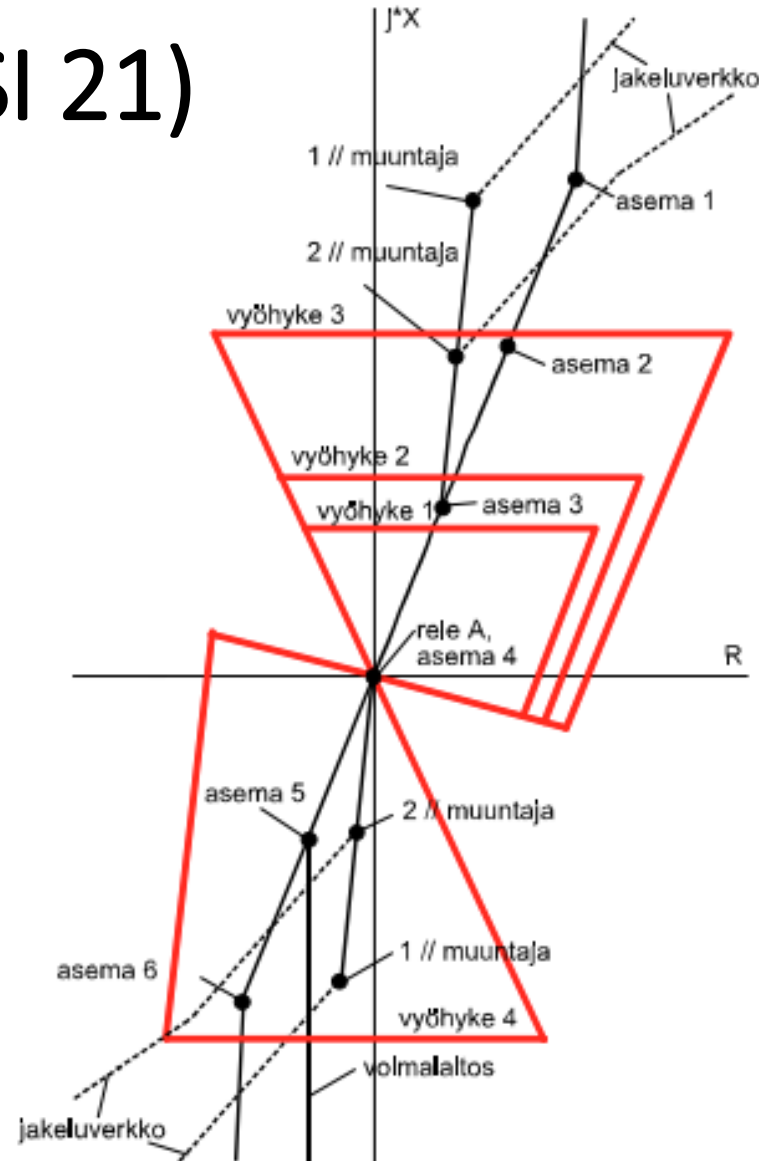
- Perustuu vaihevirtojen suuruuksien mittaamiseen
- Molemmat laskevat onko vaiheiden välillä epäsymmetriaa
- Käytetään täydentämään maasulkusuojausta
- Ilmajohdon katketessa ja pudotessa maahan voi syntyä niin pieni maasulkuvirta, että normaali maasulkusuojaus ei kykene sitä havaitsemaan

DISTANSSISUOJA (ANSI 21)

- Käytetään harvoin 20kV, mutta yleinen >110kV johtojen suojauksessa
- Perustuu suojattavan johdon impedanssin mittaukseen
- Kykenee havaitsemaan vian suunnan, eli onko johdolla, vai sen takana
- Rele tarkastelee virran ja jännitteen vaihesiirtoa
- Suojaus toteutetaan jakamalla suojattava johto vyövykkeisiin (zone)
- Jokainen vyöhyke edustaa tiettyä etäisyyttä suojattavassa kohteessa

DISTANSSISUOJA (ANSI 21)

- Esim.
 - 4-portaiset vyöhykkeet
 - Vyöhykkeet 2 ja 3 toimii aikaselektiivisesti myötäsuntaan. Ovat yliulottuvia, eli ulottuu seuraavien suojiin suojausalueelle (varasuojaus luonnostaan)
 - Vyöhyke 4 aikaselektiivisesti vastasuuntaan, tässä yliulottuva varasuoja
 - Vyöhyke 1 aliulottuva, eli ei mene muiden suojausten päälle -> ei aikaviivettä



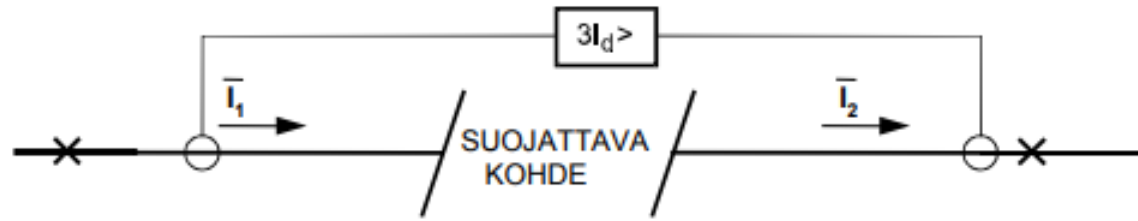
DIFFERENTIAALISUOJA (ANSI 87)

- Voidaan käyttää kaikkien yksittäisten osien suojaukseen (muuntaja, kiskosto, generaattori, johtolähtö..)
- Vertailee kohteeseen tulevien ja lähtevien virtojen vaihteita ja suuruuksia (KOFF 1)
- Voidaan helposti toteuttaa selektiivinen suojaus, koska suoja-alue rajoittuu mittamuuntajien väliseen alueeseen
- Perustuu erovirran I_d mittaamiseen. Onko I_d nolla normaalitilanteessa?

DIFFERENTIAALISUOJA (ANSI 87)

- Erovirtaa Id aiheuttaa mm.:
 - **Virtamuuntajien mittausvirheet**
 - Muuntajan tyhjäkäyntivirta
 - Käämikytkimen asento
 - Muuntajan kytkentäsäysvirta
- Suoja on sopivasti vakavoitava, jotta virheelliseltä toiminnalta vältytään -> vakavointivirta I_b

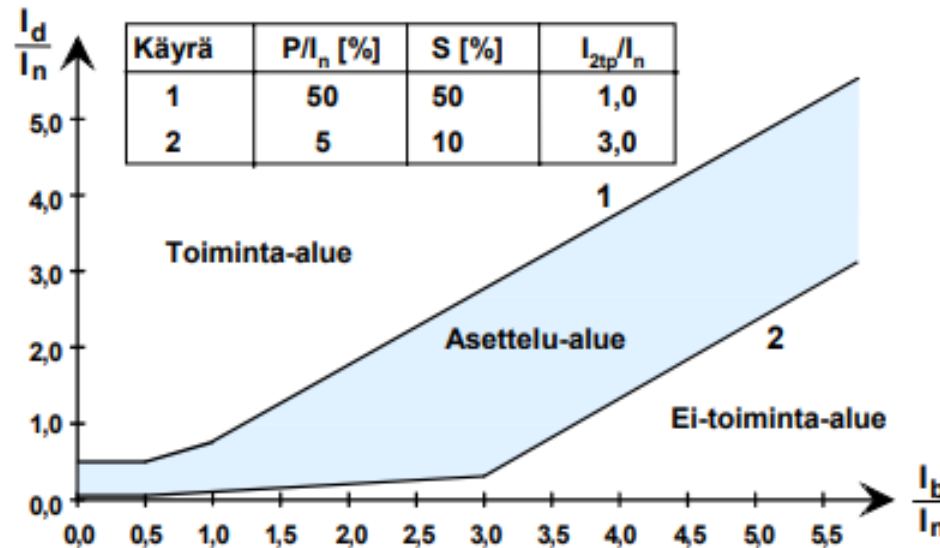
DIFFERENTIAALISUOJA (ANSI 87)



$$I_d = |\bar{I}_1 - \bar{I}_2|$$

$$I_b = \frac{|\bar{I}_1 + \bar{I}_2|}{2}$$

- $I_{1,2}$ Suojattavan kohteen eri puolilta mitatut vaihevirrat
- I_n Nimellisvirta
- I_d Erovirta
- I_b Stabilointivirta
- P/I_n Perusasettelu
5 — 50 %
- S Havahtumissuhde
10 — 50 %
- I_{2tp}/I_n Toinen käänneaste
1,0 — 3,0

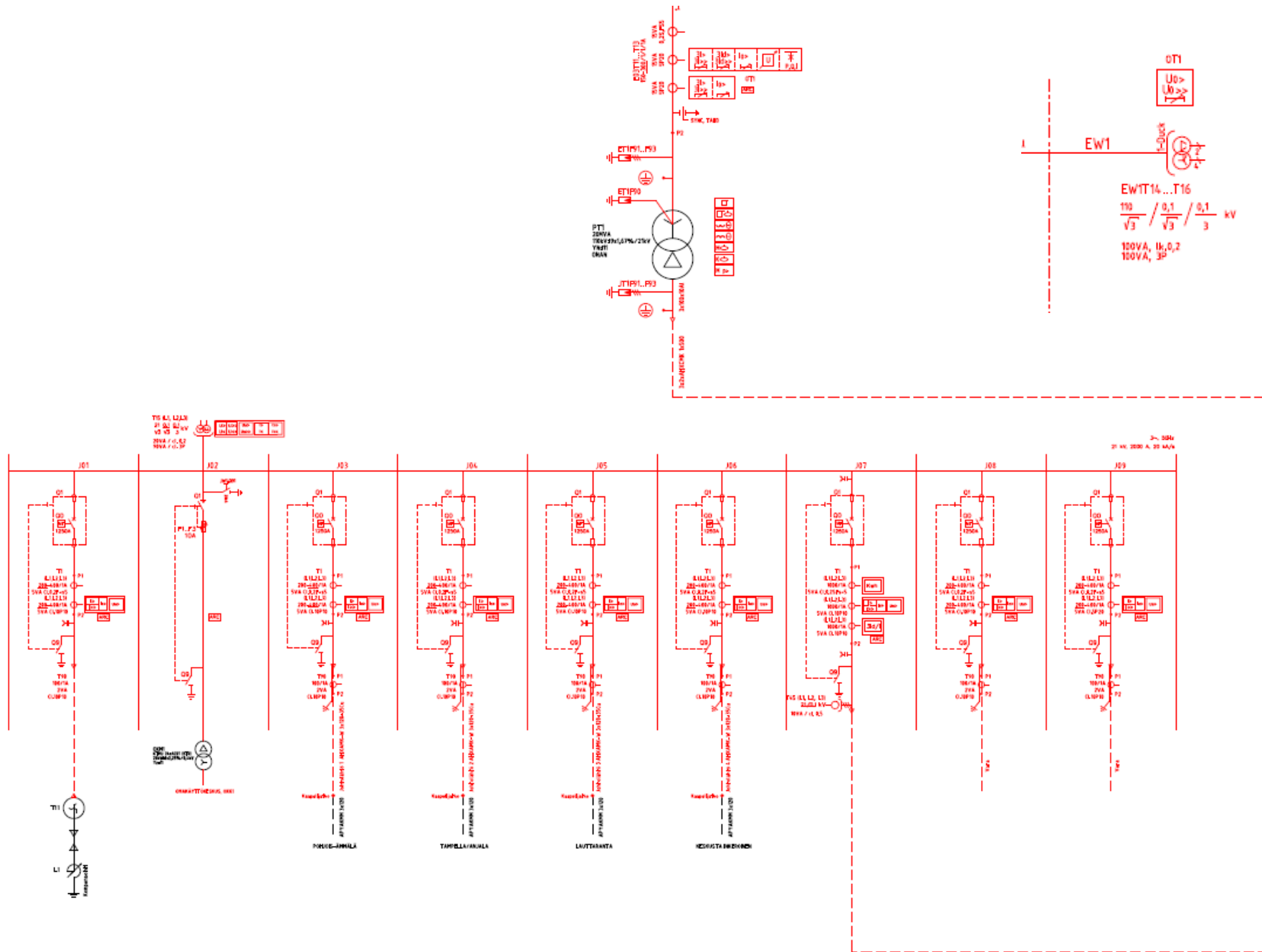


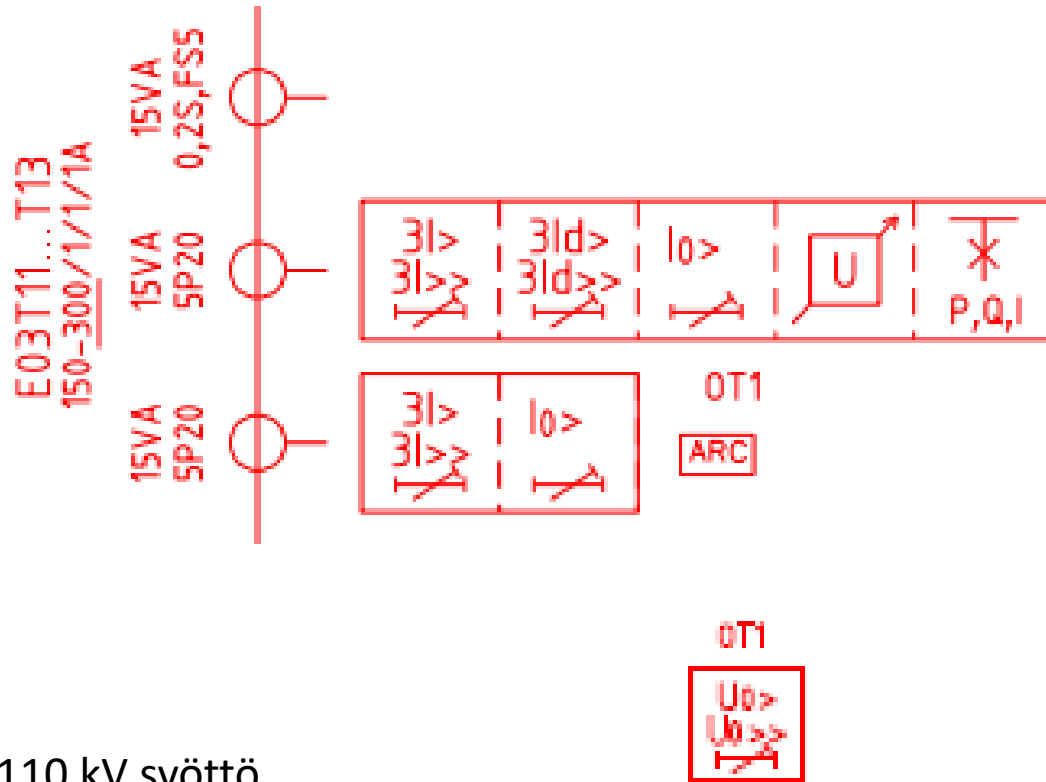
Perusasettelu: perusherkkyyden ollessa tyhjäkäynnissä. Oltava suurempi, kuin esim. magnetointivirta, johdon varausvirta suurimmalla jännitteellä

Havahtumissuhde: määrittää yhdessä toisen käänneasteen kanssa toimintaherkkyden sisäisissä vioissa niiden ollessa kuormitettuina

Toinen käänneaste: ulkoa tapahtuvien vikojen huomaaminen, eli ei toimi näistä. Mitä pienempi arvo sen stabiilimpi, toisaalta saattaa heikentää toimintaherkkyttä sisäisissä vioissa.

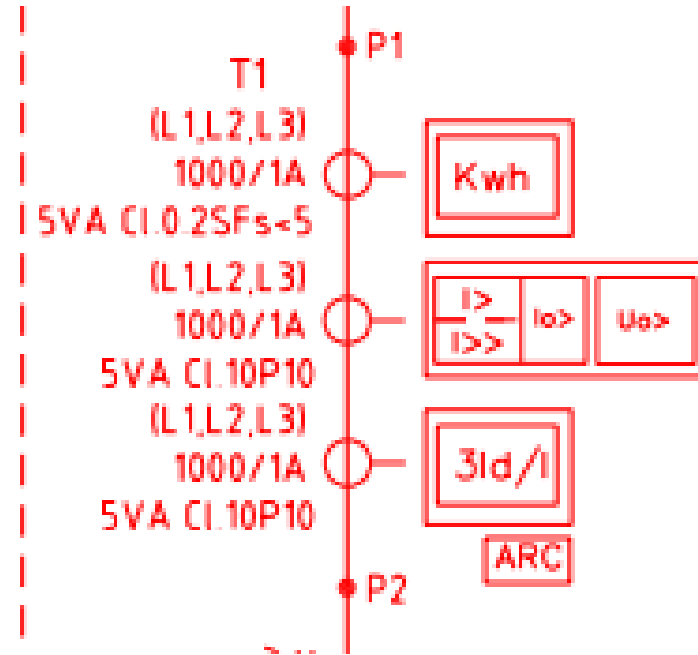
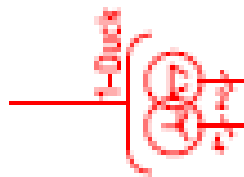
CASE: SÄHKÖASEMA 110KV / 20 KV





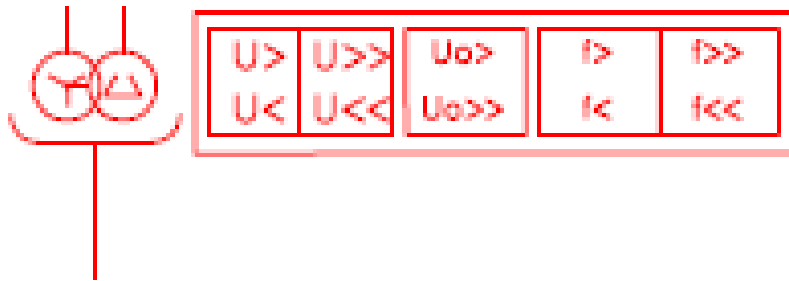
110 kV syöttö

Mitä symbolit tarkoittaa?

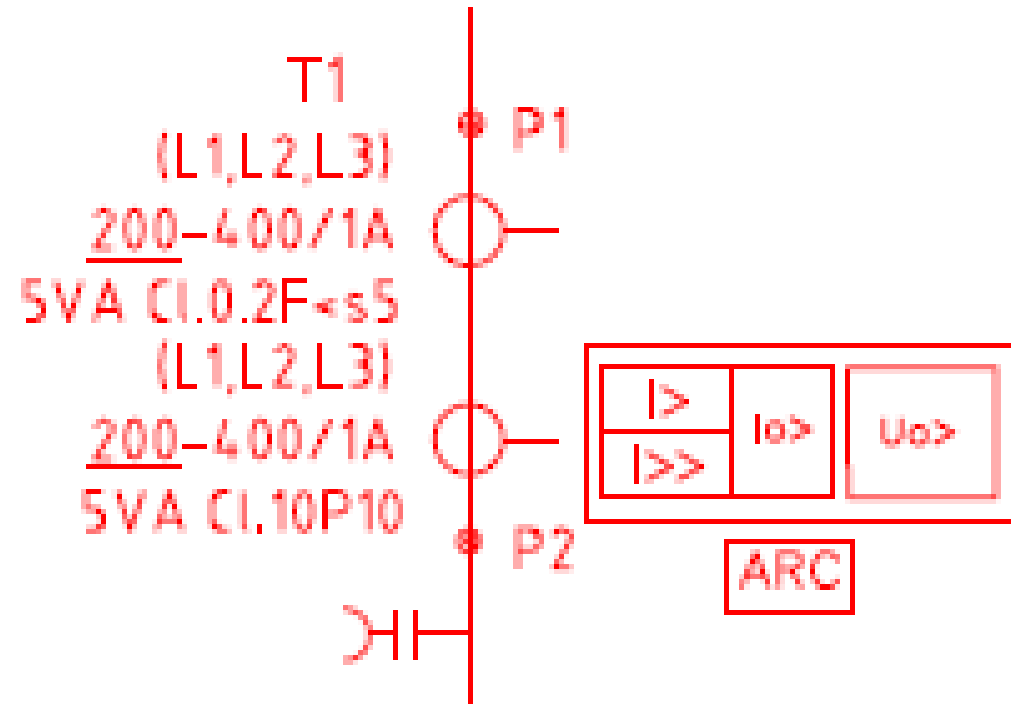


20 kV syöttö

T15 (L1, L2, L3)
 21 $\frac{0.1}{\sqrt{3}}$ $\frac{0.1}{\sqrt{3}}$ kV
 20VA / cl. 0.2
 90VA / cl. 3P



20 kV kisko



20 kV lähdöt, pl. omakäyttö

CASE: SÄHKÖASEMA 110KV / 20KV

- Releiden tarve 13 kpl (speksissä mainittu, että 20kV tuloon myös varasuoja)
- Mikä malli, ja miksi? -> speksit (tulisi olla mahdollisimman yksityiskohtainen -> vähemmän tilaa arvailuun yms. -> kysy)
- Yleensä lähtökohta on, että asiakas haluaa mahdollisimman vähän eri malleja (varaosat, helppous, asettelutiedostot, huolto, jne..)
- Speksin läpikäynti ->

CASE: SÄHKÖASEMA 110KV / 20 KV

- Koko BOM (bill of materials)

Materiaali	Kuvaus	Määrä
V321 - ABAAD - AAACA - B1	Keskusyksikkö	1
VAM10L	Anturikeskitin	3
VX001-5	Keskitinkaapeli	3
VA1DA-6	Valokaarianturi	27

Materiaali	Kuvaus	Määrä
P3F30 - CGGGG-AAFNA-BBAAA	Kennoterminaali	12
P3T32 - CGGTA-AAFNA-BBAAA	Muuntajasuoja	1



KIITOS!