

Aapo Haikala

T620SA

12 kV:n kytkinlaitoksen kennon modernisointi

Opinnäytetyö
Sähkötekniikka koulutusohjelma


Toukokuu 2013




MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU

Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>	<p>Opinnäytetyön päivämäärä</p> <p>28.5.2013</p>	
<p>Tekijä(t) Aapo Haikala</p>	<p>Koulutusohjelma ja suuntautuminen Sähkötekniikka</p>	
<p>Nimeke 12 kV:n kytkinlaitoksen kennon modernisointi</p>		
<p>Tiivistelmä Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia Finnsementti Oy:n Lappeenrannan tehtaalla tehtävää kytkinlaitoksen kennon modernisointia. Työn tarkoituksena oli kertoa uusittavista laitteista, niiden toiminnasta ja merkityksestä sähköjakeluverkossa.</p> <p>Opinnäytetyön kohteena oli 12 kV:n sisäkytkinlaitoksessa sijaitseva katkaisija kenno, joka syöttää sementtimyllyn oikosulkumoottoria. Opinnäytetyössä selvitettiin virtamuuntajan, erottimen, katkaisijan sekä suojaareleen toimintaa ja tehtävää sähköjakeluverkossa. Lisäksi työssä perehdyttiin vähäjännitys-, SF6- ja tyhjäkatkaisijan katkaisutapahtumaan, sekä selvitettiin katkaisijan vaatimuksia ja ominaisuuksia.</p> <p>Sähköjakelu tekniikan uusinta tarve on jatkuvaa. Osa tekniikasta on saavuttanut teknisen käyttöikänsä tai ei suojaustasoltaan vastaa nykyistä tasoa. Katkaisijan valinnalla on olennainen merkitys sähköjakeluverkon toiminnan kannalta yhdessä oikeanlaisen suojaareleistyksen kanssa. Järkevällä suunnittelulla ja oikeilla laitevalinnoilla saadaan toteutettua toimintavarmempi ja suojaustasoltaan nykyaikainen sähköjakeluverkko.</p>		
<p>Asiasanat (avainsanat)</p> <p>Sähköjakelu, sähkömoottori, sähkölaitostekniikka</p>		
<p>Sivumäärä 25 + 3 liitettä</p>	<p>Kieli Suomi</p>	<p>URN</p>
<p>Huomautus (huomautukset liitteistä)</p>		
<p>Ohjaavan opettajan nimi Juha Korpijärvi</p>	<p>Opinnäytetyön toimeksiantaja Finnsementti Oy Lappeenrannan tehdas</p>	

DESCRIPTION

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Date of the bachelor's thesis 28.5.2013
Author(s) Aapo Haikala	Degree programme and option Electrical engineering	
Name of the bachelor's thesis Renewal for cell of medium voltage switchgear		
Abstract The purpose of this thesis was to examine the renewal project of a cell of medium voltage switchgear in Finnsementti's Lappeenranta cement plant. This thesis includes information about the operation and purpose of medium voltage devices such as circuit breakers, current transformers, insulators and protection relays. The main focus of this thesis was a cell of 12 kV switchgear which takes care of the distribution of power to the electric motor of the refiners. Thesis gives information about features and requirements of cell devices. There is also in-depth information about how arc is extinguished inside the circuit breakers pole. Grid devices are being renewed all the time. The right choice of the devices is the key to build working and well protected medium voltage grid. It needs also good planning and knowledge of phenomena of electricity.		
Subject headings, (keywords) switchgear, medium voltage grid, circuit breaker		
Pages 25 + 3 enclosure	Language Finnish	URN
Remarks, notes on appendices		
Tutor Mr. Juha Korpijärvi	Bachelor's thesis assigned by Finnsementti Oy, Lappeenranta cement plant	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	1
2	FINNSEMENTTI.....	1
2.1	Lappeenrannan tehtaot	2
2.2	Sementtimylly 5	2
3	SÄHKÖPÄÄKESKUS 01.....	2
3.1	Kenno K7 sementtimylly 5	2
3.1.1	OSAN 12A1.....	3
3.1.2	Virtamuuntajat KOFA 12 D2	3
3.1.3	Erotin OJON 3-10/630.....	5
3.1.4	Moottorin suojarile SPAJ 3R5 J6.....	5
3.1.5	Taajuusrele SPAF 1G50 J3.....	6
4	KATKAISIJA.....	7
4.1	Katkaisijan tehtävä	7
4.2	Kytkenäylijännitteet	9
4.3	Vähäljykatkaisija.....	9
4.4	SF6-katkaisija.....	10
4.4.1	SF6-kaasu	10
4.4.2	SF6-katkaisija	11
4.4.3	SF6-katkaisijan avaustapahtuma	12
4.5	Tyhjökatkaisija.....	13
4.5.1	Tyhjökatkaisijan ominaisuuksia	13
4.5.2	Tyhjökatkaisijan avaustapahtuma.....	14
5	VIRTAMUUNTAJA.....	15
5.1	Virtamuuntaja TPU 40.12	16
5.2	Kaapelivirtamuuntaja KOLMA 06D1.....	16
6	EROTIN	17
7	SUOJARELE	17
7.1	Suojareleiden toimintaperiaate.....	17
7.2	Moottorin suojarile REM 610	18
8	MODERNISOINNIN TOTEUTUS	19
8.1	Päävirtapiiri	19

8.1.1	Katkaisija	20
8.1.2	Virtamuuntajat	22
8.2	Suojaus-, ohjaus ja mittauspiirit	22
9	LOPPUPÄÄTELMÄT	23
	LÄHTEET	24
	LIITTEET	
	1 Katkaisijan tarkastuspöytäkirja	
	2 Asennustarkastuspöytäkirja	
	3 Relekoestuspöytäkirja	

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan keskijännitekytkinlaitoksen kennon uusintaa. Tarkastelussa kiinnitetään huomiota erityisesti katkaisijan tyyppien käytännön eroihin. Opinnäytetyössä käsitellään kolmen erityyppisen katkaisijan eroja, jotka ovat hyvin yleisesti käytössä.

Toimeksiantaja on Finnsementti Oy Lappeenrannan tehtaat. Kytkinlaitoksen kennon modernisoinnin yhteydessä uusitaan vanha vähäöljykatkaisija SF6-katkaisijaksi. Tällöin käytössä olevan katkaisijan käyttövarmuus paranee, huoltovälit pitenevät ja uusin suojarleiden edut saadaan paremmin hyödynnettyä. Opinnäytetyössä tarkastellaan myös tyhjökatkaisijan käytön mahdollisuutta. Katkaisijakennon toimintavarmuus on tehtaan tuotannon kannalta kriittisessä asemassa.

Vähäöljykatkaisija on tyypiltään erittäin yleinen katkaisijatyyppe. Vähäöljykatkaisijoiden tekninen käyttöikä on loppunut tai loppumassa lähivuosina. Opinnäytetyössä pyritään tarjoamaan apua tulevaisuudessa tehtäville uusinoille, jotta mahdollisilta ongelmilta voitaisiin välttyä.

2 FINNSEMENTTI

Finnsementti Oy toimii Suomessa ainoana suomalaisena sementin valmistajana. Finnsementti Oy:llä on lähes sadan vuoden kokemus sementin valmistamisesta. Lappeenrannan ja Paraisten tehtaat tuottavat valtaosan Suomen sementintarjonnasta. Erilaiset betonien seos- ja lisäaineet sekä kivirouhe kuuluvat Finnsementti Oy:n tuotevalikoimaan /11/. Finnsementti Oy:n visiona on olla markkina-alueidensa halutuim sideainetoimittaja /12/.

Finnsementti Oy:n liikevaihto vuonna 2012 oli 122,6 miljoonaa euroa, henkilökuntaa oli 210 henkilöä ja sementin raaka-aineiden kotimaisuus aste oli 80 - 90 %. Sementin kulutus Suomessa oli vuonna 2012 noin 1 800 000 tuhatta kiloa. /13./

2.1 Lappeenrannan tehtaat

Finnsementti Oy:n toiminta alkoi 1900-luvun alussa kahdessa eri sementtitehtaassa. Vuonna 1938 Finnsementti Oy:n Lappeenrannan tehtaat aloitti toimintansa /14/. Lappeenranna tehtaiden sementintuotannosta vastaa moderni vuonna 2007 käyttöön otettu sementintuotantoyksikkö. Tehtaan alkuperäinen vuodelta 1938 oleva tuotantoyksikkö on yhä käytössä tehtaan toisena tuotantoyksikkönä. /15./

2.2 Sementtimylly 5

Sementtimylly 5:tä käyttää 1850 kW:n liukurengasmoottori. Myllyn moottorin staatorin nimellisjännite on 6300 V, nimellisvirta 248 A, taajuus 50 Hz, kierrosnopeus 495 rpm. Myllyn moottorin roottorin jännite on 2553 V ja virta 449 A. Moottorin sähköjakelu on rakennettu sähköpääkeskus 01:n kenno K7 kautta.

3 SÄHKÖPÄÄKESKUS 01

Sähköpääkeskus 01:n kautta on järjestetty osa tehtaan sähköjakelusta. Sähköpääkeskus on MEKA 12 GJ tyyppin kojeisto, jonka nimellisjännite on 12 kV. Sähköpääkeskus on metallikuorinen, ilmaeristeinen ja kennokoteloitu kojeisto, jossa on kiinteä kalustus. Kiinteäkalusteinen tarkoittaa sitä, että katkaisijat ovat kiinteästi asennettu kojeiston päävirtapiiriin.

3.1 Kenno K7 sementtimylly 5

Kenno K7 päävirtapiirissä sijaitsee vähäöljykatkaisija OSAN 12A1, kolme kappaletta virtamuuntajia KOFA 12 D2 ja erotin OJON 3-10/630. Mittauspiirin suojarahkeina on SPAJ 3R5 J6 ja SPAF 1G50 J3. Modernisoinnissa uusitaan katkaisija, virtamuuntajat ja mittauspiiri.

3.1.1 OSAN 12A1

Katkaisija on Oy Strömberg Ab:n valmistama vähäöljykatkaisija OSAN 12A1, jonka eristeaineena on mineraaliöljy /2, s.5/. Katkaisijan valmistajan oppaan sisäänasennettavat vähäöljykatkaisijat 12 ja 24 kV:n taulukosta käy ilmi mitä katkaisijan tyyppi-merkintä tarkoittaa. Merkintä:

- OSAN ilmoittaa sen että katkaisija on nimellisvirraltaan 1250 A,
- 12 ilmoittaa nimellisjännitteeksi 12 kV,
- A1 ilmoittaa katkaisijan olevan kiinteästi asennettava malli. /2s /

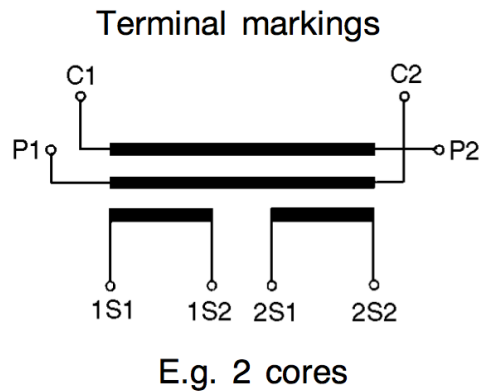
Katkaisijan tiedot ovat luettavissa tyyppikilvestä.

Katkaisijan jousiohjaimen varusteisiin kuuluu viritysmoottorin, kiinni- ja aukiohjausmagneettien lisäksi alijännitelaukaisumagneetti. Katkaisijan käyttökertoja on kertynyt vuosina 2009 - 2012 keskimäärin yli 280 kappaletta vuodessa. Verrattaessa tarkastuspöytäkirjojen (liite 1) mittausarvoja valmistajan Oy Strömberg Ab, 1973, Sisäänasennettavat vähäöljykatkaisijat 12 ja 24 kV:ssa julkaistun taulukon (taulukko 1) arvoihin, voidaan havaita katkaisijan toiminta-aikojen olevan valmistajan vaatimusten mukaiset. Tarkastuspöytäkirjojen (liite 1) perusteella vähäöljykatkaisijan kosketinpuikkojen ja kiinteidenkoskettimien pinnoilla on valokaaren aiheuttamia vaurioita. Lisäksi vuosittain tarkastuspöytäkirjoissa (liite 1) mainitut eristysaineena olevan mineraaliöljyn mustuminen ja toimintakertalaskijan lukema kertovat katkaisijaan kohdistuvasta vaativasta käytöstä. OSAN-tyypin vähäöljykatkaisijoiden varaosien valmistus on lopetettu 1990-luvulla. Kunnostettuja varaosia, kuten viritysmoottoreita ja ohjausmagneetteja on vielä saatavilla. Mekaaniselle kulumiselle alttiiden osien, kuten päävirtapiirin koskettimien ja jousiohjaimen, osien saatavuudessa voi ilmetä ongelmia. Uusittavassa katkaisijassa yksilössä havaittiin vuoden 2009 tarkastuksessa (liite1) jousiohjaimen osassa murtuma. Vaurioitunut osa vaihdettiin tarkastuksen yhteydessä.

3.1.2 Virtamuuntajat KOFA 12 D2

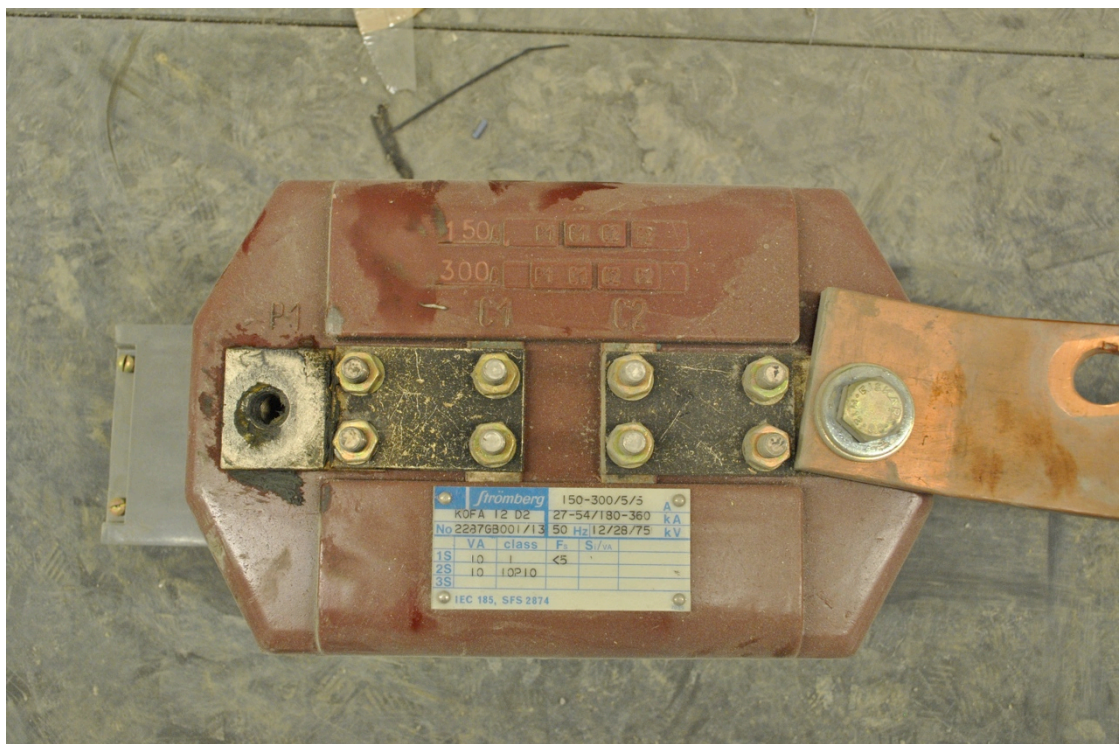
Virtamuuntajat ovat Oy Strömberg Ab:n valmistamia. Virtamuuntaja on tukieristin malli eli sitä voidaan käyttää kiskoston tukieristeenä. Ensiöpuolen nimellisvirta on valittavissa joko 150 A tai 300 A. Toisiokäämien nimellisvirta on molemilla ensiövir-

roilla 5 A. Virtamuuntajassa on kaksi ensiö- ja toisiokäämiä. Kuvassa 1 näkyy virtamuuntajan käämitykset ja kytkentänavat.



KUVA 1. KOFA 12 D2 virtamuuntaajan ensiökäämit napojen välillä P1-C2 ja toisiokäämit napojen välillä 1S1-2S2 /22, s.8/

Käytössä olleet virtamuuntajat olivat kytketty 300 A:n nimellisvirralle. Kytkettäessä kuvan 2 mukaisesti kytkentäpaloilla ensiökäämit rinnan on ensiökäämityksen nimellisvirta 300 A. Kytkettäessä ensiökäämit sarjaan ensiökäämityksen nimellisvirta on 150 A.



KUVA 2. Virtamuuntajien KOFA 12 D2 kannessa on kytkentäpalat, sekä näkyvissä kytkentävaihtoehdot ensiökäämeille

3.1.3 Erotin OJON 3-10/630

Erotin on Oy Strömberg Ab:n valmistama OJON 3-10/630. Tyypikilvestä on ilmoitettu seuraavat nimellisarvot:

- nimellisjännite 10 kV,
- nimellisvirta 630 A,
- yhden sekunnin oikosulkukestoisuus on 30 kA
- hetkellinen oikosulkukestoisuus on 75 kA.

ABB Oy valmistaa nykyisin kyseisiä erottimia samalla tyyppi merkinnällä. Uusien erottimien nimellisarvot poikkeavat hieman Oy Strömberg Ab:n valmistamista erottimista. /21./

3.1.4 Moottorin suojarele SPAJ 3R5 J6

Moottorinsuojarele on Oy Strömberg Ab:n valmistama moottorinsuojarele SPAJ 3R5 J6. Releen mallimerkintä SPAJ tarkoittaa staattista virtarelettä. 3R5 tarkoittaa kolmivaiheista relettä, jonka nimellisvirta on 5 ampeeria. J6-merkintä kertoo releen rakenteen leveydestä. Releen nimellisvirran täytyy olla sama kuin virtamuuntajien toisiokäämin nimellisvirta.

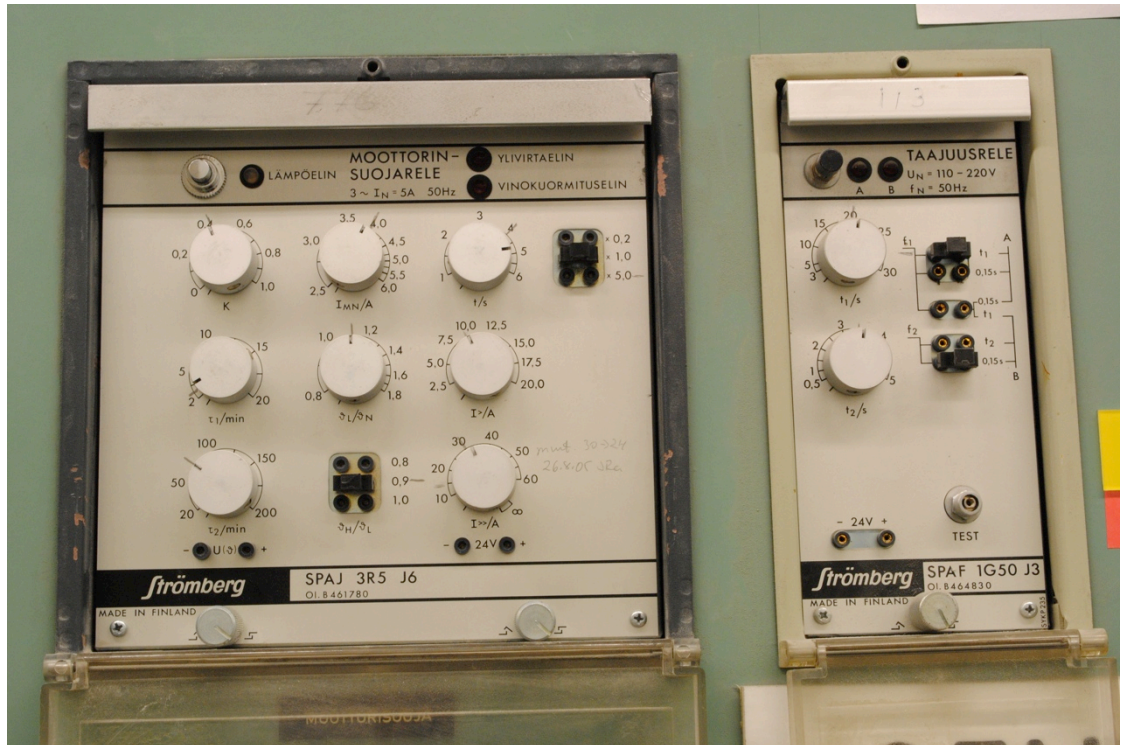
Moottorinsuojarele on tarkoitettu ensisijaisesti moottoreiden ja generaattoreiden suojaukseen. Moottorisuojauksessa releellä voidaan toteuttaa oikosulku, ylikuormitus, vinokuormitus ja jumisuojaus sekä käynnistyksen valvonta. /19, s.1-8 Jumisuojausporras suojaa moottoria pitkitetyiltä käynnistyksiltä. Pitkitetyn käynnistyksen voi aiheuttaa esimerkiksi jumiutunut roottori. /26, s.52./ Releen asettelut tehdään sen etupaneelissa olevien potentiometrien ja alueen valintapistikkeiden avulla. Etupaneelissa on lisäksi toimintamerkkivalot eri toimintoelimille ja kuittauspainike merkkivaloille. Toimintamerkkivalo syttyy punaiseksi, kun kyseessä olevan toimintaelimen laukaisukosketin toimii. Toimintamerkkivalon vihreä väri kertoo asetellun rajan ylittymisestä.

Rele sisältää lämpöelimen, ylivirtaelimen ja vinokuormituselimen. Lämpöelimen avulla järjestetään ylikuormitussuojaus. Ylikuormitussuojan toiminta määritellään kahden aikavakion, kertoimen ja virran avulla. Ylivirtaelimen pikalaukaisu toimii oikosulkusuojana ja hidastettua laukaisua voidaan käyttää moottorikäytöissä käynnistuksen valvojana. Käynnistuksen valvojan avulla ylivirtaelimen toiminta-ajat saadaan pidettyä lyhyempinä moottorin käynnistuksen aikana. Vinokuormituselin tarkkailee suojattavan kohteen vinokuormitusta. Moottorin käynnistystilanteissa nimellisvirran ylittyessä vinokuormaelin sallii suuremman vinokuorman kuin nimellisvirralla tai sitä alhaisemmilla virroilla. /19, s.1-8./

3.1.5 Taajuusrele SPAF 1G50 J3

Suojareleinä ovat Oy Strömberg Ab:n valmistamat moottorinsuojarele SPAJ 3R5 J6 ja taajuusrele SPAF 1G50 J3. Moottorinsuojareleen merkintä SPAF tarkoittaa staattista taajuusrelettä. Merkintä 3R5 tarkoittaa, että rele on 3-vaiherele, jonka nimellisvirta on 5A ja J3 kertoo releen rakenteen leveydestä. Releen ensisijainen käyttötarkoitus on generaattoreiden ali- ja ylitaajuussuoja.

Releen etupaneelissa (kuva 3)olevat toimintamerkkivalot ilmaisevat releeseen aseteltujen rajojen ylityksistä ja laukaisukoskettimen toiminnasta. Toimintamerkkivalojen vieressä merkkivalojen kuittauspainike. Releen asetellut tehdään sen etupaneelissa olevien potentiometriä ja alueen valintapistikkeiden avulla sekä komponenttilevyllä olevilla asettelukytkimillä. Asettelukytkimillä asetetaan ala- ja ylätaajuuden rajat eli taajuusportaat. Etupaneelissa olevien potentiometriä ja valintapistikkeiden avulla määritellään toiminta-aikojen hidastukset eri taajuusportaille. /20, s. 1- 8./



KUVA 3 Moottorin suojareleen ja taajuusreleen etupaneelit.

4 KATKAISIJA

4.1 Katkaisijan tehtävä

Katkaisijoita käytetään virtapiiriin avaamiseen ja sulkemiseen. Katkaisijan ohjaus voidaan suorittaa käsin tai automaattisesti. Automaattisesti tapahtuva katkaisijan aukiohjaus tapahtuu tavallisesti vikatilanteen vaikutuksesta. Tällaisissa tapauksissa avautumiskäsky tulee virtapiiriin kytketyltä suojareleeltä. Katkaisijan sulkeutuminenkin voidaan ohjata automaattisesti esimerkiksi jälleenkytkentäreleen tai tahdistusreleen avulla. Katkaisijan on kyettävä avaamaan ja sulkemaan vaurioitumatta virtapiirissä esiintyvä suurin mahdollinen oikosulkuvirta.

Erityyppisten katkaisijoiden virran katkaisulle on tyypillistä virran nollakohdan ja valokaaren ominaisuuksien hyödyntäminen sekä se, että virran katkaisu pyritään tekemään nopeasti mutta virran muutokseen nähden joustavasti. Virran katkaiseminen tapahtuu katkaisijan katkaisupilarissa kiinteän koskettimen ja liikkuvan koskettimen välillä.

Jakamalla valokaari katkaisuhetkellä useaan osaan ja venyttämällä jakautunutta valokaarta helpotetaan katkaisutyötä. Katkaisupilareissa olevan väliaineen ominaisuudet vaikuttavat osaltaan valokaaren sammumiseen ja valokaaren jälleen syttymiseen palaavan jännitteen vaikutuksesta. Valokaaren sammumista parantaa väliaineen ionisointuminen, joka deionisoi ja jäädyttää itse valokaarta. Tällä tavoin valokaari sammuu joustavasti virran nollakohdassa, jolloin vältetään virran liian nopeasta katkaisusta aiheutuvia ylijännitteitä. Valokaaren venymistä voidaan edesauttaa koskettimien muotoilulla. Edellä mainitun koskettimien muotoilun avulla pystytään hyödyntämään katkaistavan virran itsensä aiheuttaman magneettikentän voimaa. Valokaaren venymisestä on etua valokaaren sammumisen jälkeisen jännitelujuuden saavuttamisessa, jolloin koskettimien etäisyys toisistaan on pystyttävä kasvattamaan mahdollisimman suureksi. Tällä pyritään välttämään palaavan jännitteen aiheuttama valokaaren uudelleen syttyminen. Katkaisijan koskettimien välistä jännitettä valokaaren sammumisen jälkeisellä hetkellä kutsutaan palaavaksi jännitteeksi. Kyseisellä hetkellä koskettimien välinen jännitelujuus on vasta palautumassa normaaliin arvoonsa.

Katkaisijaan kohdistuvat rasitukset katkaisun aikana ovat riippuvaisia katkaistavan virran suuruudesta, vaihesiirrosta ja palaavan jännitteen ominaisuuksista. /1, s.245-250./

Katkaisijan ominaisuuksia kuvaavista arvoista keskeisimpiä ovat nimellisjännite $[U_n]$, nimellisvirta $[I_n]$, oikosulkuvirran katkaisu- ja sulkemiskyky. Nimellisjännite $[U_n]$ on sama kuin katkaisijan suurin sallittu käyttöjännite $[U_m]$. Nimellisvirta $[I_n]$ on virta, jonka jatkuvan kuormituksen katkaisija kestää kiinni ollessaan. Oikosulkuvirran katkaisukyky tarkoittaa suurinta virtaa, jonka katkaisija pystyy katkaisemaan napaoikosulussa nimellisjännitteellä. Oikosulkuvirran sulkemiskyky tarkoittaa suurinta oikosulku virtaa, jonka katkaisija pystyy kytkemään oikosulkuun ilman, että sen koskettimet hitsautuvat. Sulkemiskyvyn täytyy olla nimellisjännitteellä 2,5-kertainen oikosulkuvirran katkaisukykyyn verrattuna taulukko 1. Näiden ominaisuuksien lisäksi katkaisijan tulee kestää yhden sekunnin ajan virta $[I_{term}]$ sekä epäsymmetrisen oikosulkuvirran aiheuttamat dynaamiset voimavaikutukset $[i_{dyn}]$. /1, s.262./ Taulukoissa 1 ja 2 on kerrottu IEC-standardin määrittelemät virta-arvot. /1, s. 237./

TAULUKKO 1. IEC:n määrittelemät nimellisvirrat tehollisarvona /1 s.237/

I_{term} [kA]	5	6,3	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	100
i_{dyn} [kA]	13	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250

TAULUKKO 2. IEC:n määrittelemät virtakestoisuudet. I_{term} on ilmoitettu tehollisarvona ja i_{dyn} on ilmoitettu huippuarvona /1 s.237/

I_n [A]	400	630	800	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300
-----------	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	------

Katkaisijan valintaan muita oleellisesti vaikuttavia tekijöitä ovat käyttötaajuus, asennustapa, asennusolosuhteet, ohjaimen varusteet, apusähköjärjestelmien jännitteet sekä hankinta- ja huoltokustannukset. /1, s.245-263./

4.2 KytKentäylijännitteet

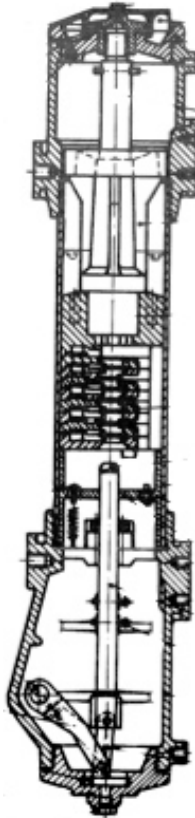
Virtapiirin avaaminen ja sulkeminen aiheuttaa käyttötaajuisia ylijännitteitä ja kytkentäylijännitteitä. Ylijännitteiden muodot ovat riippuvaisia verkon ja katkaisijan ominaisuuksista. Katkaisijan eri puolilla olevat induktanssit ja kapasitanssit määräävät kytkentäylijännitteen taajuuden. KytKentäylijännitteen amplitudi määräytyy kytkentähetkellä jännitteen ja virran hetkellisarvon, verkon vaimennusominaisuuksien sekä katkaisijan ominaisuuksien mukaan. /1, s.168-183./

4.3 Vähöljykatkaisija

Vähöljykatkaisijassa virtapiirin katkaisu tapahtuu katkaisupilarin (kuva 4) sammutuskammiossa. Valokaaren sammuminen perustuu sen aiheuttamaan öljyn höyrystymiseen sekä öljyn virtaukseen, joka johtuu katkaisupilarin osien liikkeestä ja öljyn paineen kasvamisesta. Valokaaren sammuminen tapahtuu sammutuskammiossa. Sammutuskammio koostuu useasta osasta, joiden avulla öljyvirtaus suunnataan kohti valokaarta. Sammutuskammion avulla toteutettu tehostettu öljynvirtaus on tarpeen pienivirtoja katkaistaessa. Sammutuskammion rakenne tehostaa myös öljyn jäähdytysvaikutusta. /1, s.254-255./

Vähöljykatkaisijan katkaisupilarin ohjaaminen tapahtuu jousiohjaimen avulla. Jousi-

ohjaimessa on kiinniohjausjousi ja aukiohjausjousi, joista kosketinpuikon liike saa käyttövoimansa. Jousiohjaimen kiinniohjausjousi voidaan virittää käsin tai viritysmoottorin avulla. Aukiohjausjousi virittyy samalla, kun kiinniohjausjousi vapautetaan eli katkaisijan kiinniohjauksen yhteydessä. Tämä mahdollistaa kiinniohjauksen jälkeen välittömän aukiohjauksen./9./



KUVA 4. OSAN-katkaisijan katkaisupilari /9/

4.4 SF6-katkaisija

4.4.1 SF6-kaasu

SF6-kaasu eli rikkiheksafluoridi kuuluu fluorikaasuihin, joita kutsutaan myös f-kaasuiksi. F-kaasut ovat usean kemiallisen yhdisteen muodostamia kasvihuonekaasuja. Euroopan parlamentti ja neuvosto on antanut asetuksen numero 842/2006 17. päivänä toukokuuta vuonna 2006. F-kaasuasetuksen tavoitteena on vähentää fluorattujen kaasujen päästöjä. F-kaasuasetus määrittelee yhteiset säännöt EU-alueella muun muassa kaasujen käsittelyn ja talteenoton osalta. Woikoski Oy:n rikkiheksafluoridin käyt-

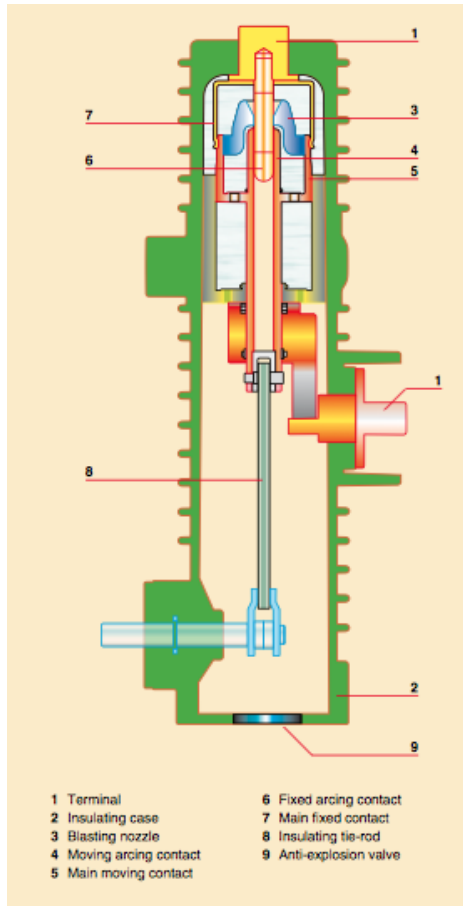
töturvallisuustiedotteessa kerrotaan, että SF6-kaasulla ei ole tiettävästi ympäristölle vaarallisia ominaisuuksia, eikä sen myrkyllisyydestä ei ole tietoa /7./ SF6-kaasu on lisäksi väritön, hajuton, 5 kertaa ilmaa raskaampaa ja kemiallisesti neutraali. /6./

SF6-kaasu on elektronegatiivinen kaasu ja sen hyvinä sähköisinä ominaisuuksina on kaasun palamattomuus ja suuri valokaaren jäähdytyskyky. Näistä ominaisuuksista johtuen yhdellä katkaisijan katkaisuyksiköllä saavutetaan suurempi palaavan jännitteen kestokyky, joka mahdollistaa suuremman katkaisutehon kuin kilpailevilla periaatteilla. Korkean lämpötilan vaikutuksesta valokaareissa tai osittaispurkauksessa SF6-kaasu voi hajota synnyttäen myrkyllisiä yhdisteitä. /1, s.211-212, 259-260./

4.4.2 SF6-katkaisija

Keskijännitekatkaisijoissa SF6-katkaisijan hyvinä ominaisuuksina on väliaineen palamattomuus, pienet katkaisuylijännitteet ja SF6-katkaisijan vähäinen huollon tarve. SF6-katkaisija pystyy katkaisemaan nimellisvirran tuhansia kertoja ilman huoltoa. Lisäksi SF6-katkaisijan jälleensyttymättömyys ja sysäysvirtakestoisuus ovat ominaisuuksia, joiden vuoksi katkaisija sopii esimerkiksi kompensointilaitteistojen katkaisijaksi. SF6-katkaisijan katkaisupilarit voidaan valmistaa valuhartsista, jolloin katkaisijan katkaisupilareiden vaihevälit jäävät pieniksi. /1, s.250-260./ Tämä mahdollistaa vanhojen katkaisijoiden korvaamisen SF6-katkaisijalla. Markkinoilla on muutostöitä helpottavia ratkaisuita, esimerkkinä ABB Oy tarjoaa valmiita katkaisijasovitteita muutostyötä varten.

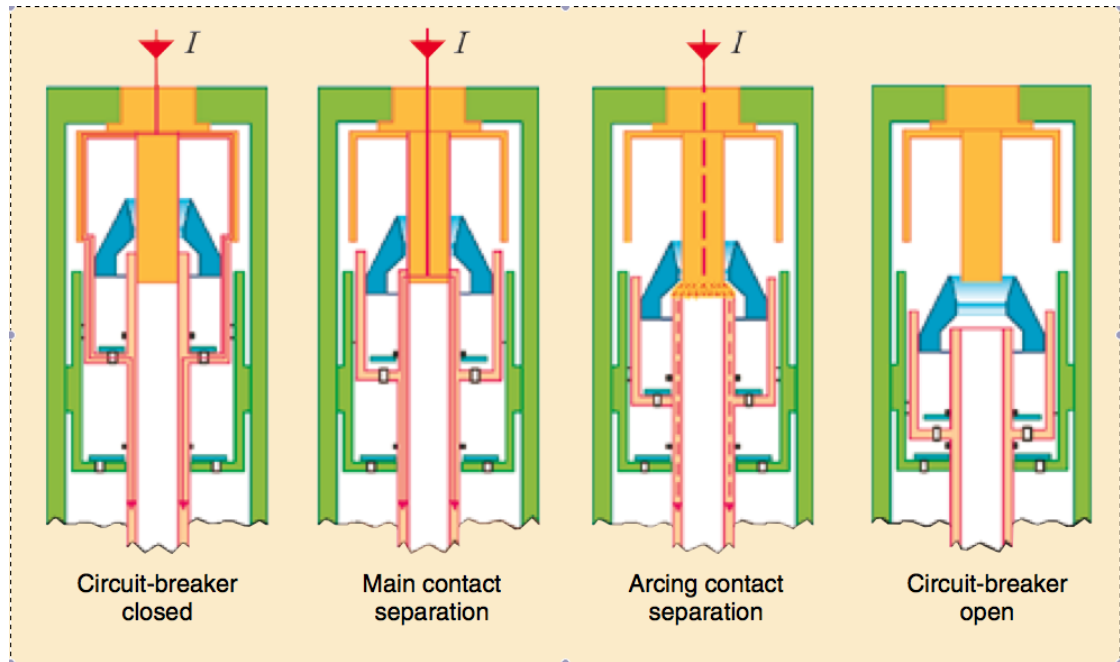
ABB Oy:n valmistamille HD4 12.16.40 katkaisijoille valmistaja lupaa mekaaniseksi eliniäksi 10 000 toimintakertaa 2500 A katkaisuvirralla ja noin 15 toimintakertaa 40 kA katkaisuvirralla. /4, s.7./



KUVA 4. HD4-katkaisijan katkaisupilari /5/

4.4.3 SF6-katkaisijan avaustapahtuma

SF6-katkaisijan katkaisupilarin rakenne kuvassa 4. SF6-katkaisijoiden katkaisupilarissa käytetään hyödyksi avaus tilanteissa pufferi-periaatetta. /5./10./ Pufferi-periaate perustuu pilarissa olevaan mäntään ja sylinteriin, joiden avulla kaasun painetta kasvatetaan ja kaasun virtausta ohjataan kohti valokaarta katkaisu tapahtuman aikana. Pufferi-periaatteen lisäksi SF6-katkaisijoissa hyödynnetään valokaaren aiheuttamaa kaasun paineen nousua ja sen aikaan saamaa kaasun virtausta valokaaren jäähdyttämisessä. Tätä kutsutaan self-blast -periaatteeksi./1, s. 250-260./ Kuvasta 5 käy ilmi SF6-katkaisijan katkaisupilarin periaatteellinen toiminta. Pufferi- ja self-blast-periaatteiden avulla saadaan katkaisuenergia pieneksi. Katkaisuenergian tarve vaikuttaa katkaisijan jousiohjaimen rakenteeseen ja jousiohjaimen sisäisen jousienergian tarpeeseen. /1, s. 250-260./



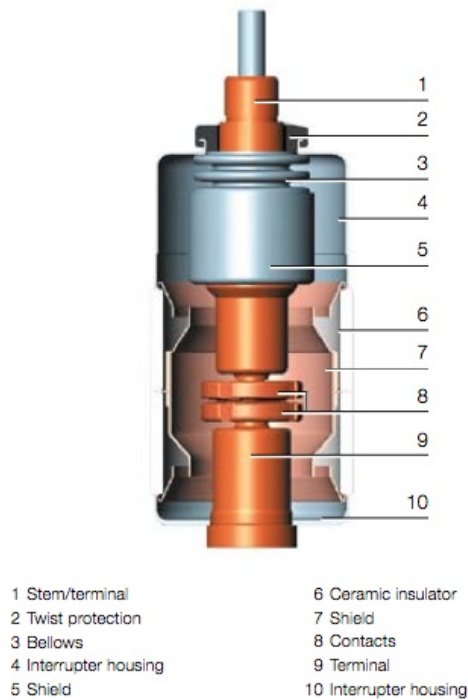
KUVA 5. ABB:n valmistaman HD4-katkaisijan pufferi-toiminto. Kuvan punainen viiva kuvaa virran kulkua avaustapahtuman eri hetkillä

4.5 Tyhjökatkaisija

4.5.1 Tyhjökatkaisijan ominaisuuksia

Tyhjökatkaisijan katkaisijapilari on rakenteeltaan hyvin yksinkertainen ja eroaa selvästi rakenteeltaan vähäöljykatkaisijan sekä SF₆-katkaisijan katkaisupilareista. Tyhjökatkaisijan katkaisupilarissa olevat kiinteä ja liikkuva kosketin on sijoitettu tyhjösäiliöön. Tyhjökatkaisijan katkaisupilarin kuvassa 6 näkyy sen yksinkertainen rakenne. Koskettimet tarvitsevat jatkuvan ulkoisen puristusvoiman kyetäkseen johtamaan vaadittavat virrat jotta koskettimet eivät lämpenisi liikaa. Katkaisutilanteissa koskettimiin syntyvä lämpö johdetaan virtateitä pitkin pois katkaisukammioista. Kuorirakenteen on oltava erittäin tiivis. Tiiveyden varmistamiseksi keraamiset eristimet liitetään metallisiin osiin kovajuottamalla, jolloin erityisiä tiivisteitä ei tarvitse käyttää. Tyhjökatkaisijan hyvänä puolena on:

- tyhjän erinomainen jännitelujuus,
- katkaisupilarin yksinkertainen rakenne,
- mekaaninen käyttöikä. /1, s. 260-262./



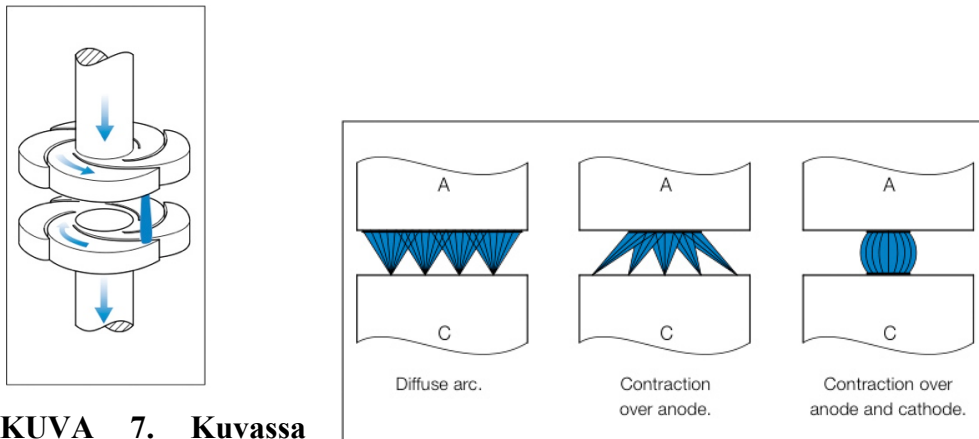
KUVA 6 Kuvassa VD4-katkaisijan katkaisupilari /17/.

ABB Oy:n valmistamille VD4 high current-tyypin katkaisijalle valmistaja lupaa mekaaniseksi eliniäksi 10 300 toimintakertaa 1500 A katkaisuvirralla ja noin 5 toimintakertaa 40 kA katkaisuvirralla./18, s.64./

4.5.2 Tyhjökatkaisijan avaustapahtuma

Tyhjökatkaisijan pääkoskettimien erkaneminen toisistaan aiheuttaa valokaaren kosketin pintojen välille. Valokaari palaa höyrystyneessä metallipilvessä, joka alkaa muodostua heti valokaaren syttyessä. Virran lähestyessä nollakohtaa valokaari sammuu, kun metallihöyryn ionisaatio katoaa. Valokaaren sammuesssa metallihöyryn lämpötila laskee ja metallihöyry tiivistyy takaisin kosketinpinnoille. Tyhjökatkaisijassa katkaisutapahtuma tapahtuu hyvin nopeasti. Tästä syystä tyhjökatkaisijan katkaisukyky ei ole riippuvainen juurikaan palaavan jännitteen muodosta ja jyrkkyydestä. Tyhjän hyvästä jännitelujuudesta johtuen hyvin pieni avausväli takaa riittävän jännitelujuuden koskettimien avausväliin. Riittävä avausväli saavutetaan 5-15 mm välillä. Valokaaren syttymiseen, palamiseen ja sammumiseen vaikuttavat eniten kosketinpinnoilla käytettävien elektrodiaineiden höyrystymispiste ja terminen johtavuus. /1, s.260./ Kosketinpintojen muotoilulla voidaan vaikuttaa valokaaren muotoon ja sen liikkumiseen kos-

ketinpinnoilla. Tyhjökatkaisijan koskettimet muotoillaan niin, että katkaistava virta aiheuttaa magneettikentän, jonka voima kohdistuu valokaareen. Elektromagneettinen voima pakottaa valokaareen liikkumaan koskettimien välillä työntäen valokaarta kohti koskettimien kehää. Elektromagneettinen voima pakottaa valokaarta myös jakautumaan mahdollisimman laajalle alueelle. Valokaaren liikkuminen ja laajalle leviäminen aiheuttaa koskettimille vähemmän termistä rasitusta ja kulumista ja lisäksi katkaisutapahtuma kestää paremmin hallinnassa suuremmilla katkaisuvirroilla. Kuvassa 7 on havainnollistettu koskettimien muotoilua ja sen vaikutusta valokaaren liikkeeseen. /17, s.6./



KUVA 7. Kuvassa vasemmalla näkyy VD4-katkaisijan koskettimen muotoilu ja vasemmalla kolme eri esimerkkiä valokaaren muodosta, joista vasemman puoleinen on toivottavin valokaarenmuoto /17 s.6-7./

5 VIRTAMUUNTAJA

Virtamuuntajien pääasiallisina tehtävinä on:

- eristää mittauspiiri suurjännitteisestä päävirtapiiristä,
- muuttaa mitta-alaa eli muuttaa mitattava suure toisiopuolen kojeille sopivaan arvoon,
- suojella mittareita ylikuormitukselta,
- tehdä mahdolliseksi mittareiden ja releiden sijoitus kauaksi varsinaisesta mitauspaikasta.

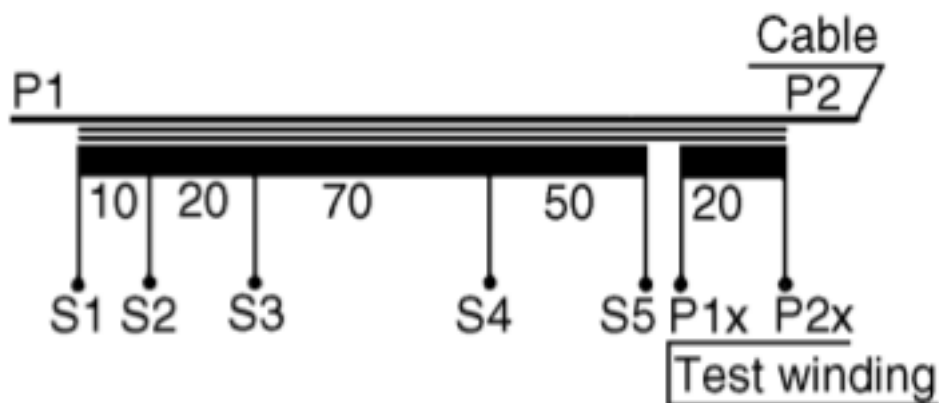
Virtamuuntajien on toistettava mitattavaa virtaa normaalilla kuormitusalueella mahdollisimman virheettömästi. Virtamuuntajien toiminta perustuu pääosin sähkömagneettiseen induktioon. /1, s.271./

5.1 Virtamuuntaja TPU 40.12

TPU 40.12 on ABB Oy:n valmistama valuhartsieristetty virtamuuntaja jossa on kaksi ensiö- ja toisiokäämiä /25 s11/. Se vastaa käämitykseltään KOFA 12 D2 virtamuuntajaa ja on myös tukieristinmalli.

5.2 Kaapelivirtamuuntaja KOLMA 06D1

ABB Oy:n valmistama kaapelivirtamuuntaja KOLMA 06D1 sopii kolmivaihevirran mittaamiseen kolminapaisesta kaapelista. Normaali käyttötilanteessa kolmen vaiheen virtojen summa on nolla. Maasulkutilanteessa kolmen vaiheen virtojen summa on sama kuin maasulkuvirta. Tällaista kaapelivirtamuuntajaa käytetään yhdessä staattisen maasulkureleen kanssa. Kuvassa 8 näkyy kaapelivirtamuuntajan rakenne jossa ensiökääminä toimii mitattava kaapeli. /24, s.3./



KUVA 8 Toisiokäämissä on useampi piste, josta voidaan siirtää toisiovirta mittaukseen

6 EROTIN

Erottimen tehtävänä on sähköverkossa muodostaa turvallinen avausväli erotettavan virtapiirin ja muun laitoksen välillä ja saada laitoksen osa jännitteettömäksi turvallista työskentelyä varten. Näiden sähköturvallisuusmääräysten pykälissä määriteltyjen tehtävien perusteella erottimen avausvälin on oltava erittäin luotettava. Luotettavuuden varmistamiseksi avausvälin on oltava näkyvä tai asennonosoituksen on oltava riittävän luotettava. Erottimen jännitelujuuden avausvälissä on oltava ympäröivää eristystä suurempi. Erottimelta vaaditaan kykyä johtaa moitteetta kuormitus- ja oikosulkuvirrat sen ollessa kiinniasennossa. Erottimen vaatimuksiin eivät kuulu katkaisu- tai sulkemiskyky kuormitettuna tai vikatilanteissa. /1, s.263./

7 SUOJARELE

Sähköverkon vikojen varalta sähkö- ja kytkinasemat varustetaan katkaisijoilla, joilla erotetaan vioittunut sähköverkon osa muusta sähköverkosta. Katkaisijoiden ohjaamiseen tarvitaan suojarkeitä, jotka tarkkailevat sähköverkon tilaa. Suojareleisiin asetellaan arvot joiden ylittyttyä ne antavat laukaisusignaalin tai hälytyksen. Relesuojauksen yleiset vaatimukset ovat:

- Toiminnan selektiivisyydestä, joka tarkoittaa sitä, että vian sattuessa vain mahdollisimman pieni osa sähköverkosta kytkeytyy pois käytöstä.
- Toiminnan nopeudesta ja herkkydestä niin, että vaarat, vauriot, häiriöt ja haitat jäävät kohtuullisiksi sekä sähköverkon stabiilisuus tulee säilyä kaikissa olosuhteissa.
- Suojauksen tulee kattaa koko suojattava järjestelmä.
- Suojauksen tulee olla käyttövarma ja mahdollisimman yksinkertainen.
- Käytettävyyden tulee olla hyvä.
- Suojaus on oltava koestettavissa käyttöpaikalla. /23, 5.6./

7.1 Suojareleiden toimintaperiaate

Suojareleet tarkkailevat yleisimmin mittamuuntajan välityksellä sähköjakeluverkon suureita, tällaisia releitä kutsutaan toisioreleiksi. Suureen muuttuessa releeseen asetel-

tujen arvon suhteen riittävästi suojariele havahtuu. Määritellyn toiminta-aikansa kuluttua havahtumisesta suojariele lähettää katkaisijalle ohjaussignaalin. /1, s.389-391./ Nykyiset mikroprosessoritekniikalla varustetut suojarieleet ovat toisioreleitä. Mikroprosessoritekniikan etuna on, että erilaiset suojaukset voidaan toimittaa yhdessä releyksikössä, eikä erillisiä esimerkiksi moottorin suojarieleitä tai taajuusreleitä ei enää tarvita. /23, 5.6./

7.2 Moottorin suojariele REM 610

Moottorin suojariele REM 610 on ABB Oy:n valmistama sisälle asennettavien syöttölaitteiden suojaukseen tarkoitettu moottorin suojariele. Rele on mikroprosessoripohjainen. Releessä on itsevalvontajärjestelmä, joka valvoo releen toimintaa. Releen ohjaus tapahtuu sarjaväylän kautta ohjaus- ja valvontajärjestelmän avulla. Relettä voidaan ohjata myös paikallisesti tietokoneen avulla, joka voidaan liittää etupaneelin sarjalii- kenneporttiin. Releen mikroprosessoripohjainen toiminta tuo lukuisan määrän ominaisuuksia joita voidaan halutessa hyödyntää erilaisissa moottoripiireissä. Releen suo- jausominaisuudet ovat:

- kolmivaiheheinen moottorin käynnistyksen valvonta,
- kolmivaiheinen ylivirtasuojaus,
- oikosulkusuojaus,
- alivirtasuojaus,
- suuntaamaton maasulkusuojaus,
- terminen ylikuormitussuojaus,
- kolmivaiheinen virran epäsymmetriasuojaus,
- käynnistysaikalaskuri ja uudelleen käynnistyksen estotoiminto,
- vaihejärjestyksen valvonta,
- katkaisijavikasuojaus,
- lämpötilanvalvontaportaat,
- hätäkäynnistystoiminto.

Lisävarusteiden avulla releen tiedon keruuta saadaan laajennettua. Releen muistiin kertyy tietoa havahtumis- ja laukaisu tapahtumista. /16 s.13-15./

8 MODERNISOINNIN TOTEUTUS

8.1 Päävirtapiiri

Kennon erottimen ja mylly 5 moottorin syöttökaapelin välistä kiskoitusta muutettiin. Muutoksen syynä oli:

- katkaisijan virtateiden sijainnin muuttuminen,
- uusien TPU 40.12 virtamuuntajien kokoero suhteessa vanhoihin KOFA 12 D2 virtamuuntajiin,
- maadoituspisteiden eli niin sanottujen maadoituspallojen asentaminen.

Kuvassa 9 näkyy maadoituspallojen sijainti ja katkaisijan ylävirtateiden sijainti.

Päävirtapiirille suoritettiin käyttöönottotarkastus SFS 6001:den mukaisesti. Käyttöönottotarkastuspöytäkirjasta (liite 2) käy ilmi tarkastuksen laajuus, sekä mahdolliset puutteet asennuksessa. Puutteita ei ollut ylös kirjattavaksi.



KUVA 9. Kiskomuutokset virtamuuntajien yläpuolisella osalla.

8.1.1 Katkaisija

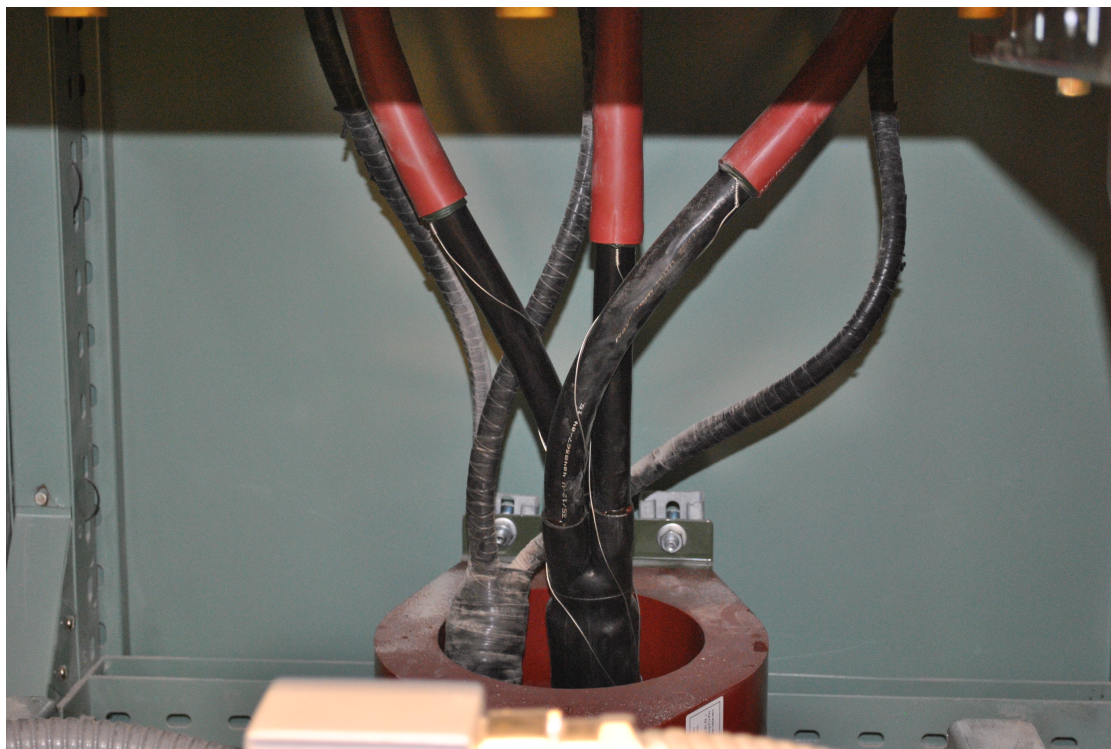
Katkaisijaksi valittiin ABB Oy:n valmistama SF6-kaasu eristeinen katkaisija HD4.12.16.40, joka on yhteensopiva entisen OSAN 12A1:n kanssa. HD4-katkaisija asennettiin valmista katkaisijavaunusovitetta käyttäen. Katkaisijavaunusovite on tehty MEKA-kojeiston alkuperäistä vaunua vastaavaksi. HD4-katkaisija asennettuna kojeistoon sovitevaunun avulla on kuvassa 10.



KUVA 10. HD4-katkaisija sovitevaunussa MEKA-kojeistoon asennettuna.

8.1.2 Virtamuuntajat

Virtamuuntajia asennettiin yhteensä neljä kappaletta. Kolme kappaletta TPU 40.12, 2x300/5/5 A tukieristin malleja ja yksi kappale kaapelivirtamuuntajia KOLMA 06D1. Kaapelivirtamuuntaja asennettiin jotta maasulkusuojaus voitiin ottaa käyttöön. Kaapelivirtamuuntajan asennuksesta tarkemmin kuvassa 11.



KUVA 11. Kojelistosta lähtevien moottorin syöttökaapeleiden vaihejohtimet asennettuna kaapelivirtamuuntajan läpi.

8.2 Suojaus-, ohjaus ja mittauspiirit

Suojareleeksi asennettiin moottorin suojarele REM 610, josta koestettiin liitteen 3 mukaan käynnistyksen valvonta, ylivirta- ja maasulkusuojaukset. Suojareleen liittämiseksi kenttäväylään asennettiin liitännämoduuli SPA-ZC 302 SPA/profibus-gateway. Työturvallisuutta parantamaan asennettiin hätä-seis -painike ja turvarele. Kennoon asennettiin myös uusi mittari, josta näkee kuormitusjännitteen, virran ja tehon syöttökennon osalta. Laitteasennusten lisäksi asennustyöhön kuului johdotusten ja riviliittimien uusinta.

Apujänniteriviliittimien vaihtaminen jouduttiin tekemään jännitetyönä, jotta tuotannon keskeytyksiltä voitiin välttyä. Apujännite on ketjutettu kennolta toiselle ja sen jakelun keskeytyminen aiheuttaa katkaisijan avautumisen. Tästä syystä apujännitteen jakelu oli saatava jatkumaan keskeytymättömänä.

9 LOPPUPÄÄTELMÄT

Kennon kiskostoon asennettiin maadoituspallo, jotka parantavat sähkötyöturvallisuutta tulevissa kennoon liittyvissä huolto- ja korjaustöissä. Tämä on hyvä esimerkki siitä, kuinka pienillä hyvin tehdyillä ratkaisuilla voidaan parantaa turvallisuutta.

Katkaisijan valinnassa tulisi kiinnittää huomiota katkaisijan valokaaren katkaisuominaisuuteen, mekaaniseen käyttöikään ja huoltotarpeeseen. SF6-kaasun erinomaiset elektronegatiiviset ominaisuudet ovat hyödynnettävissä erityisesti sähkönjakeluteknikassa. F-kaasuihin kuuluvana sillä on myös erittäin haitallisia ominaisuuksia. Haitallisten ominaisuuksiensa vuoksi on ennakoitavissa F-kaasusetuksen tiukkeneminen. SF6-katkaisijan aiheuttamat katkaisuylijännitteet ovat alhaisia ja katkaisijan sysäysvirtakestoisuusominaisuudet ovat hyvät. Näiden asioiden valossa SF6-katkaisijan käyttö vastaavanlaisissa suurivirtaisissa moottorikäytöissä on erittäin perusteltua. Tyhjökatkaisijan käyttöä tulisi kuitenkin suosia siellä minne se ominaisuuksiensa puolesta parhaiten sopii.

Väylätekniiikan ja moottorin suojarele REM 610 yhdistelmällä saavutetaan selkeitä etuja lähtötilanteeseen nähden. Maasulkusuojauksen käyttöönotto laajentaa suojausta ja uuden moottorin suojareleen ominaisuudet mahdollistavat releen reaaliaikaisen valvonnan ja käytön sementtitehtaan ohjausjärjestelmään liitetyltä työpisteeltä valvomossa.

Riviliittimien vaihtamista jännitteisinä tulisi välttää, jotta ennakoimattomilta sähkönjakelun keskeytyksiltä voidaan välttyä. Apujänniteriviliittimien vaihtaminen tulisi tehdä laajemman sähkönjakelukeskeytyksen yhteydessä.

LÄHTEET

1. Elovaara Jarmo, Laiho Yrjö. 2005. Sähkölaitostekniikan perusteet, 5.painos. Helsinki: Otatieto Oy
2. Oy Strömberg Ab, 1973, Sisäänasennettavat vähäöljykatkaisijat 12 ja 24 kV. Vaasa: Vaasan Uusi kirjapaino
3. ABB Oy, 2000, Teknisiä tietoja ja taulukoita, 9. painos. Vaasa
4. ABB Oy, data sheet HD4 12-17.5kV up to 50 kA. Verkkodokumentti. [[http://www05.abb.com/global/scot/scot235.nsf/veritydisplay/3b92fc7cfb2a367fc1257646003ac31a/\\$file/DS_HD4-17-50\(EN\).pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot235.nsf/veritydisplay/3b92fc7cfb2a367fc1257646003ac31a/$file/DS_HD4-17-50(EN).pdf)] viitattu 18.3.2013
5. ABB Oy, HD4 gas insulated MV circuit-breakers. (www-dokumentti) [[http://www05.abb.com/global/scot/scot235.nsf/veritydisplay/c46439d920f9817cc12575680050cc97/\\$file/CA_HD4\(EN\)M_1VCP000004-0901a.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot235.nsf/veritydisplay/c46439d920f9817cc12575680050cc97/$file/CA_HD4(EN)M_1VCP000004-0901a.pdf)] viitattu 18.3.2013
6. Siemens Oy, SF6-kaasu sähkökojeistoissa. Verkkodokumentti. [http://www.siemens.fi/pool/cc/events/keskijannitesuunnittelijat2012/03_sf6-kaasu_sahkokojeistoissa.pdf] viitattu 18.3.2013
7. Woikoski Oy, Käyttöturvallisuustiedote rikkiheksafluoridi SF6. (www-sivulta) [<http://www.woikoski.fi/default.asp?viewID=268>], viitattu 18.3.2013
8. Suomen ympäristäkeskus, [<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=226071&lan=fi&clan=fi>] päivitetty 31.1.2012. viitattu 18.3.2013
9. Oy Strömber AB, 1982. OSAM,OSAN JA OSAO katkaisijoiden käsikirja.
10. Schneider Electric Industries SAS, SF circuit breakers up to 40.5kV fixed and withdrawable versions. (www-dokumentti) [[http://www.global-download.schneider-electric.com/852575A6007E5FD3/all/E314F156C1F71C7D8525772D006B369F/\\$File/amted304010en%20\(web\).pdf](http://www.global-download.schneider-electric.com/852575A6007E5FD3/all/E314F156C1F71C7D8525772D006B369F/$File/amted304010en%20(web).pdf)] viitattu 10.4.2013
11. Finnsementti 2013. Yritys. Verkkodokumentti. [<http://www.finnsementti.fi/yritys>], viitattu 04.05.2013
12. Finnsementti 2013. Yritys, visio ja menestys tekijät. Verkkodokumentti. [<http://www.finnsementti.fi/yritys/visio-ja-menestystekijat>], viitattu 04.05.2013
13. Finnsementti 2013. Yritys, lukuja. Verkkodokumentti. [<http://www.finnsementti.fi/yritys/lukuja>], viitattu 04.05.2013
14. Finnsementti 2013. Yritys, historia. Verkkodokumentti. [<http://www.finnsementti.fi/yritys/historia>], viitattu 04.05.2013
15. Finnsementti 2013. Toimipaikat. Verkkodokumentti. [<http://www.finnsementti.fi/yritys/toimipaikat>], viitattu 04.05.2013
16. ABB Oy, Moottorisuojarele REM610 käyttöohje. Verkkodokumentti [[http://www05.abb.com/global/scot/scot229.nsf/veritydisplay/cf77a2068faadc50c1257607002c6284/\\$file/REM610_OM_755357_FIb_IEC.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot229.nsf/veritydisplay/cf77a2068faadc50c1257607002c6284/$file/REM610_OM_755357_FIb_IEC.pdf)], viitattu 4.5.2013
17. ABB Oy, VD4 Medium voltage vacuum circuit-breakers. Verkkodokumentti [[http://www05.abb.com/global/scot/scot235.nsf/veritydisplay/74e4be2d506d3bf7c1257a7c004c8a66/\\$file/CA_VD4-50kA\(EN\)T_1VCP000001-1206b.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot235.nsf/veritydisplay/74e4be2d506d3bf7c1257a7c004c8a66/$file/CA_VD4-50kA(EN)T_1VCP000001-1206b.pdf)], viitattu 4.5.2013
18. ABB Oy, VD4 Installation and service instructions. Verkkodokumentti [<http://www05.abb.com/global/scot/scot235.nsf/veritydisplay/ff8aba08836e63>]

- 07c1257a5400326fc9/\$file/MA_VD4-36kV-50KA(EN)X_647654021-1206a.pdf], viitattu 4.5.2013
19. Oy Strömberg Ab, 1981. Moottorinsuojarile SPAJ 3R5 J6 käyttöohje.
 20. Oy Strömberg Ab, 1981. Taajuusrele SPAF 1G50 J3 käyttöohje.
 21. ABB Oy, OJON sisään asennettavat erottimet, tuoteluettelo. Verkkodokumentti
[[http://www05.abb.com/global/scot/scot235.nsf/veritydisplay/d0bc095f887b5bc0c2256b48003cad63/\\$file/OJON4GB.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot235.nsf/veritydisplay/d0bc095f887b5bc0c2256b48003cad63/$file/OJON4GB.pdf)], viitattu 17.5.2013
 22. ABB Oy, Sisälle asennettavat virtamuuntajat tukieristintyyppi, KOFA. Verkkodokumentti
[[http://www05.abb.com/global/scot/scot235.nsf/veritydisplay/ad39ba5641388dbbc1257873003dd1e4/\\$file/KOFA%20en_a.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot235.nsf/veritydisplay/ad39ba5641388dbbc1257873003dd1e4/$file/KOFA%20en_a.pdf)] viitattu 19.5.2013
 23. Korpinen Leena. SVT-opus, sähköverkon automaatio ja suojaus. Verkkodokumentti
[http://www.leenakorpinen.fi/archive/svt_opus/5sahkoverkon_automaatio_ja_suojaus.pdf], viitattu 19.5.2013
 24. ABB Oy, KOLMA ja IHDA sisälle asennettavat mallit, Kaapelivirtamuuntajat, tuoteluettelo. Verkkodokumentti.
[[http://www05.abb.com/global/scot/scot235.nsf/veritydisplay/9c00f37d86df59fbc12572df0050cef7/\\$file/tr%20kolma_ihda%201gb.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot235.nsf/veritydisplay/9c00f37d86df59fbc12572df0050cef7/$file/tr%20kolma_ihda%201gb.pdf)] viitattu 19.5.2013
 25. ABB Oy, Virtamuuntaja mallit TPO, TPU, IBZ, IPZ, ISZ, KOHU, KOKU, KODI ja IMT IP 24, asennus- käyttö- ja huolto-ohje. Verkkodokumentti.
[[http://www05.abb.com/global/scot/scot235.nsf/veritydisplay/cb9b52d0823be866c125798400459d13/\\$file/ABB-DTR%20current%20transformers%20EN%2011-01a.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot235.nsf/veritydisplay/cb9b52d0823be866c125798400459d13/$file/ABB-DTR%20current%20transformers%20EN%2011-01a.pdf)] viitattu 21.5.2013
 26. Vaasa electronics group, VAMP 40 johtolähdön ja moottorisuojarele, käyttö- ja konfiguraatio-ohjeet. Verkkodokumentti. (<http://www-fi.vamp.fi/Manuals/Finnish/VM40.FI006.pdf>) viitattu 27.5.2013



ABB Oy, Service

PSS, Ylläpito- ja asiantuntijapalvelut

Työ n:o

Pöytäkirja n:o 1

Vähäjytkkaisija
keskijännite

Asiakas	Finnsementti Oy	Sähkötila	Sähköpääkeskus 01
		Kenno	K7 Sementtimyly 5
Osoite	Poikkitie 105 53500 Lappeenranta	Laitteen laji/merkki	OSAN 12 A 1
		Valm.n:o/vuosi	C 617666 GG
Yhteyshenkilö	Toni Tiainen	Ohjaimen laji/merkki	
		Valm.n:o/vuosi	
Puh.	0407003083	Valmistaja	Strömberg
Toimenpide	Ohjainhuolto <input checked="" type="checkbox"/>	Perushuolto <input checked="" type="checkbox"/>	Modifiointi <input type="checkbox"/>
	Mittaus <input checked="" type="checkbox"/>	Korjaus <input checked="" type="checkbox"/>	Täyshuolto <input type="checkbox"/>

Ohjain vivustoineen:

	Tehty	Huom!
-toiminnan tarkistus	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-tyyppikohtaisten säätömittojen tarkastus	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-vaimenninpalojen tarkastus	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-iskunvaimentimen tarkastus	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
-puhdistus ja voitelu	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-laskijalaitteen lukema = 3668		

Katkaisupilarit:

-katkaisupilarin avaus	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-sammutusammioiden tarkastus	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-katkaisijaöljyn vaihto Nynäs 3X	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-kuluneiden osien vaihto (tarpeen mukaan)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-tiivisteiden vaihto (tarpeen mukaan)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-ulkoinen tarkastus (eristimet, liitännät, merkkiläsit)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-ulkoinen puhdistus (tarpeen mukaan)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

MITTAUKSET:

		L1	L2	L3
-sähköiset mittaukset	Ylimenovastus:	ennen = 46 $\mu\Omega$	= 67 $\mu\Omega$	= 57 $\mu\Omega$
		jälkeen = 45 $\mu\Omega$	= 55 $\mu\Omega$	= 49 $\mu\Omega$
	Toiminta-ajat:	kiinni = 83,9 ms	= 82,4 ms	= 84,5 ms
		auki = 36,6 ms	= 37,6 ms	= 35,6 ms
	eroaika = 2,0 ms			

-magneettien toiminta:	1 magneetti	Un= 110 VDC	toimii = VDC
	1 0-magneetti	Un= 110 VDC	toimii = VDC
	Alijännitemagneetti	Un= 110 VDC	toimii = 44 VDC

-kiinnilyöntijousien virtysmoottori	Un= 110 VDC	I= A
-------------------------------------	--------------------	------

-asennon osoitus paikallis- ja kaukotaso	<input checked="" type="checkbox"/>
-hälytykset paikallistasolla	<input checked="" type="checkbox"/>

MUUTA:	<p><i>Oljyt mustat, pilareita huuhdeltu OK.</i></p> <p><i>Koskettimissa hieman rokotumaa, hopeointi hieman kulunut--> puhdistettu OK.</i></p> <p><i>Ohjain voideltu, ja säädöt tarkastettu. Ohjaimen vaimenninpalat tarkastettu OK.</i></p> <p><i>Riviliittimien kireys tarkastettu OK.</i></p> <p><i>Iskunvaimentimen liuku murtunut, vaihdettu OK. (Kuvat)</i></p> <p><i>Katkaisija pölyinen, puhdistettu OK.</i></p> <p><i>Toiminta-ajat ja ylimenovastukset mitattu, ylimenovastuksissa kiskoliitos mukana.</i></p> <p><i>Alijännitekelan toiminta testattu laskevalla jännitteellä OK.</i></p>
Kuntoluokitus:	Hyväkuntoinen <input checked="" type="checkbox"/> Pieniä puutteita/alkavia vikoja <input type="checkbox"/> Vaatii jatkotoimenpiteitä <input type="checkbox"/>

Suorittaja: **Jani Laamanen**Pvm. **13.3.2009**

ABB OY Service Ylläpito- ja asiantuntijapalvelut Puh. 010 2211

etunimi.sukunimi@fi.abb.com



Vähäjännitekeskijännite

ABB Oy, Service

PSS, Ylläpito- ja asiantuntijapalvelut

Työ n:o 70025206

Pöytäkirja n:o 1

Asiakas	Finnsementti Oy	Sähkötila	Sähköpääkeskus 01
		Kenno	K7 Sementtimylly 5
Osoite	Poikkitie 105 53500 Lappeenranta	Laitteen laji/merkki	OSAN 12 A 1
		Valm.n:o/vuosi	C 617666 GG
Yhteyshenkilö	Toni Tiainen	Ohjaimen laji/merkki	
		Valm.n:o/vuosi	
Puh.	0407003083	Valmistaja	Strömberg
Toimenpide	Ohjainhuolto <input checked="" type="checkbox"/> Mittaus <input checked="" type="checkbox"/>	Perushuolto <input checked="" type="checkbox"/> Korjaus <input type="checkbox"/>	Modifiointi <input type="checkbox"/> Täyshuolto <input type="checkbox"/>

Ohjain vivustoineen:

	Tehty	Huomi!
-toiminnan tarkistus	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-tyyppikohtaisten säätömittojen tarkastus	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-vaimenninpalojen tarkastus	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-iskunvaimentimen tarkastus	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-puhdistus ja voitelu	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-laskijalaitteen lukema = 3946		
Katkaisupilarit:		
-katkaisupilarin avaus	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-sammutuskammioiden tarkastus	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-katkaisijaöljyn vaihto Nynäs 3X	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-kuluneiden osien vaihto (tarpeen mukaan)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-tiivisteiden vaihto (tarpeen mukaan)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-ulkoinen tarkastus (eristimet, liitännät, merkkiläsit)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-ulkoinen puhdistus (tarpeen mukaan)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

MITTAUKSET:

		L1	L2	L3
-sähköiset mittaukset	Ylimenovastus:	ennen = 61 $\mu\Omega$	= 78 $\mu\Omega$	= 65 $\mu\Omega$
		jälkeen = 49 $\mu\Omega$	= 60 $\mu\Omega$	= 54 $\mu\Omega$
	Toiminta-ajat:	kiinni = 84,0 ms	= 82,2 ms	= 84,3 ms
		auki = 36,3 ms	= 37,8 ms	= 35,6 ms
	eroaika = 2,2 ms			

-magneettien toiminta:	1-magneetti	Un= 110 VDC	toimii = VDC
	1-0-magneetti	Un= 110 VDC	toimii = VDC
	Alijännitemagneetti	Un= 110 VDC	toimii = 46 VDC

-kiinnilyöntijousien viritysmoottori	Un= 110 VDC	I= A
--------------------------------------	--------------------	------

-asennon osoitus paikallis- ja kaukotaso	<input checked="" type="checkbox"/>
-hälytykset paikallistasolla	<input checked="" type="checkbox"/>

MUUTA:	<p>Öljyt mustat, pilareita huuhdeltu OK. Pilarin vaimennin tarkastettu L3- vaiheesta OK.</p> <p>Koskettimissa hieman rokotumaa, hopeointi hieman kulunut -> puhdistettu ja kiristetty OK.</p> <p>Ohjain voideltu, ja säädöt tarkastettu. Ohjaimen vaimenninpalat tarkastettu OK.</p> <p>Riviliittimien kireys tarkastettu OK.</p> <p>Katkaisija polyinen, puhdistettu OK.</p> <p>Toiminta-ajat ja ylimenovastukset mitattu, ylimenovastuksissa kiskoliitos mukana.</p> <p>Alijännitekelan toiminta testattu laskevalla jännitteellä OK.</p>
Kuntoluokitus:	Hyväkuntoinen <input checked="" type="checkbox"/> Pieniä puutteita/alkavia vikoja <input type="checkbox"/> Vaatii jatkotoimenpiteitä <input type="checkbox"/>

Suorittaja: **Jani Laamanen**

Pvm. **2.2.2010**

ABB OY Service Ylläpito- ja asiantuntijapalvelut Puh. 010 2211

etunimi.sukunimi@fi.abb.com


Vähäöljykatkaisija
 keskijännite

ABB Oy, Service

PSS, Ylläpito- ja asiantuntijapalvelut

Työ n:o 70045662

Pöytäkirja n:o 1

Asiakas	Finnsementti Oy	Sähkötila	Sähköpääkeskus 01
		Kenno	K7 Sementtimylly 5
Osoite	Poikkitie 105 53500 Lappeenranta	Laitteen laji/merkki	OSAN 12 A 1
		Valm.n:o/vuosi	C 617666 GG
Yhteyshenkilö	Toni Tiainen	Ohjaimen laji/merkki	
		Valm.n:o/vuosi	
Puh.	0407003083	Valmistaja	Strömberg
Toimenpide	Ohjainhuolto <input checked="" type="checkbox"/>	Perushuolto <input checked="" type="checkbox"/>	Modifiointi <input type="checkbox"/>
	Mittaus <input checked="" type="checkbox"/>	Korjaus <input type="checkbox"/>	Täyshuolto <input type="checkbox"/>

Ohjain vivustoineen:

	Tehty	Huom!
-toiminnan tarkistus	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-tyyppikohtaisten säätömittojen tarkastus	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-vaimenninpalojen tarkastus	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-iskunvaimentimen tarkastus	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-puhdistus ja voitelu	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-laskijalaitteen lukema = 4207		

Katkaisupilarit:

-katkaisupilarin avaus	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-sammutuskammioiden tarkastus	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-katkaisijaöljyn vaihto Nynäs 3X	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-kuluneiden osien vaihto (tarpeen mukaan)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-tiivisteiden vaihto (tarpeen mukaan)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-ulkoinen tarkastus (eristimet, liitännät, merkkiläsit)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-ulkoinen puhdistus (tarpeen mukaan)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

MITTAUKSET:

		L1	L2	L3
-sähköiset mittaukset	Ylimenovastus:	ennen = 55 µΩ	= 62 µΩ	= 57 µΩ
		jälkeen = 45 µΩ	= 53 µΩ	= 48 µΩ
	Toiminta-ajat:	kiinni = 84,1 ms	= 82,7 ms	= 84,2 ms
		auki = 35,6 ms	= 37,3 ms	= 35,0 ms
	eroaika = 2,3 ms			

-magneettien toiminta:	1-magneetti	Un= 110 VDC	toimii = VDC
	1-0-magneetti	Un= 110 VDC	toimii = VDC
	Alijännitemagneetti	Un= 110 VDC	toimii = 46 VDC

-kiinnilyöntijousien viritysmoottori	Un= 110 VDC	I= A
--------------------------------------	--------------------	------

-asennon osoitus paikallis- ja kaukotaso	<input checked="" type="checkbox"/>
-hälytykset paikallistasolla	<input checked="" type="checkbox"/>

MUUTA:	<p><i>Öljyt mustat, pilareita huuhdeltu OK.</i></p> <p><i>Koskettimissa hieman rokotuttamaa, hopeointi hieman kulunut-> puhdistettu ja kiristetty OK.</i></p> <p><i>Ohjain voideltu, ja säädöt tarkastettu. Ohjaimen vaimenninpalat tarkastettu OK.</i></p> <p><i>Riviliittimien kireys tarkastettu OK.</i></p> <p><i>Katkaisija pölyinen, puhdistettu OK.</i></p> <p><i>Toiminta-ajat ja ylimenovastukset mitattu, ylimenovastuksissa kiskoliitos mukana.</i></p> <p><i>Alijännitekelan toiminta testattu laskevalla jännitteellä OK.</i></p>
Kuntoluokitus:	Hyväkuntoinen <input checked="" type="checkbox"/> Pieniä puutteita/alkavia vikoja <input type="checkbox"/> Vaatii jatkotoimenpiteitä <input type="checkbox"/>

 Suorittaja: **Jani Laamanen**
 ABB OY Service Ylläpito- ja asiantuntijapalvelut Puh. 010 2211

 Pvm. **20.1.2011**
 etunimi.sukunimi@fi.abb.com



ABB Oy, Service

PSS, Laitekunnossapito

Työ n:o 70063541

Pöytäkirja n:o 1

Vähäjytkkaisija
keskijännite

Asiakas	Finnsementti Oy	Sähköasema	Sähköpääkeskus 01
Osoite	Poikkitie 105 53500 Lappeenranta	Sähkötila/kenno	Sementtimylly 5 / K7
Yhteyshenkilö	Toni Tiainen	Laitteen laji/merkki	OSAN
Puh.	0407003083	Valm.n:o/vuosi	C 617666 GG
Toimenpide	Ohjainhuolto <input checked="" type="checkbox"/> Mittaus <input checked="" type="checkbox"/>	Perushuolto <input checked="" type="checkbox"/> Korjaus <input type="checkbox"/>	Modifiointi <input type="checkbox"/> Täyshuolto <input type="checkbox"/>
		Valmistaja	Strömberg

Ohjain vivustoiheen:

	Tehty	Huom!
-toiminnan tarkistus	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-tyyppikohtaisten säätömittojen tarkastus	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-vaimenninpalojen tarkastus	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-iskunvaimentimen tarkastus	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-puhdistus ja voitelu	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-laskijalaitteen lukema = 4539		
Katkaisupilarit:		
-katkaisupilarin avaus	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-sammutuskammioiden tarkastus	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-katkaisijaöljyn vaihto <i>Mynäs 3X</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-kuluneiden osien vaihto (tarpeen mukaan)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-tiivisteiden vaihto (tarpeen mukaan)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-ulkoinen tarkastus (eristimet, liitännät, merkkilasit)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-ulkoinen puhdistus (tarpeen mukaan)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

MITTAUKSET:

		L1	L2	L3
-sähköiset mittaukset	Ylimenovastus:	ennen = 63 $\mu\Omega$	= 78 $\mu\Omega$	= 65 $\mu\Omega$
		jälkeen = 59 $\mu\Omega$	= 68 $\mu\Omega$	= 55 $\mu\Omega$
	Toiminta-ajat:	kiinni = 83,3 ms	= 81,2 ms	= 83,2 ms
		auki = 34,8 ms	= 36,8 ms	= 34,6 ms
		eroaika = 2,2 ms		
-magneettien toiminta:	1-magneetti	Un= 110 VDC	toimii = ok VDC	(80% Un)
	1-0-magneetti	Un= 110 VDC	toimii = ok VDC	(80% Un)
	Aljännitemagneetti	Un= 110 VDC	vetää = - VDC	päästää = 48 VDC
-kiinnilyöntijousien viritysmoottori	Un= 110 VDC	I= 1.1 A		

-asennon osoitus paikallis- ja kaukotaso -hälytykset paikallistasolla **MUUTA:** Koskettimissa hieman rokotumaa, hopeointi kulunut.
Ylimenovastuksissa kiskoliitos mukana.Kuntoluokitus: Hyväkuntoinen Pieniä puutteita/alkavia vikoja Vaatii jatkotoimenpiteitä

Suorittaja: Tuomas Juvonen

Pvm. 26.1.2012

ABB OY Service Ylläpito- ja asiantuntijapalvelut Puh. 010 2211

etunimi.sukunimi@fi.abb.com



PÖYTÄKIRJA

ASENNUSTARKASTUS

TILAAJA	Finnsementti Oy			
	Lappeenranta			
TYÖKOHDE	Kytinlaitos S1, kenno 7, sementtimylly 5.			
KÄYTTÖJÄNNITE	6,3 kV			
ABB TYÖNUMERO	70065257			
TOIMITTAJA	ABB Oy, Service. Lappeenranta, SPAKL			
TILAAJAN EDUSTAJA (-T)	Toni Tiainen			
TOIMITTAJAN EDUSTAJA (-T)	Teuvo Mikkola			
STANDARDI	SFS 6001	<input checked="" type="checkbox"/>		
	SFS 6000	<input type="checkbox"/>		
	SFS 6001; asennukset > 1 kV, SFS 6000; asennukset < 1 kV			
TARKASTUKSET	vertaus työpiirustuksiin	<input checked="" type="checkbox"/>	silvämääräinen tarkastus	<input checked="" type="checkbox"/>
	laitteiden nimellisarvot	<input checked="" type="checkbox"/>	etäisyydet; suojat ja jännitteiset osat	<input checked="" type="checkbox"/>
	laitteiden toimintakokeet	<input type="checkbox"/>	suojausten/mittausten asetusarvot	<input type="checkbox"/>
	turvallitteet ja kilvet	<input type="checkbox"/>	kaapeleiden jännitekokeet	<input type="checkbox"/>
	maadoitukset	<input checked="" type="checkbox"/>	käyttö- / huolto-ohjeet ja laitteet	<input checked="" type="checkbox"/>
ASENNUSTEN VALMIUSASTE	valmis	<input checked="" type="checkbox"/>	asennukseen jäi puutteita	<input type="checkbox"/>
	jännite kytketty	<input type="checkbox"/>	asennukseen jäi tilapäiskytkentöjä	<input type="checkbox"/>
LISÄTIEDOT JA TYÖSELOSTE	Sementtimylly 5 lähtökennon uudelleen kalustus: Katkaisija ABB HD4 12.16.40 SN 1VC1BC00010903 / 2012 Ohjain ESH9, -MC, -MO1, -MU, -MS 110VDC Virtamuuntajat 3 kpl TPU 40.12, 2X300 // 5 / 5 A Nr 1VLT5112046108, 1VTL5112046109, 1VTL5112046110. Eristysvastusmittaus 2,5 kV, ei kaapelia. L1 - PEN >20 GΩ L1 - L2 >20 GΩ L2 - PEN >20 GΩ L1 - L3 >20 GΩ L3 - PEN >20 GΩ L2 - L3 >20 GΩ Mittalaite: AVO Megger MJ 15, kalibrointi voimassa 23.08.2013			
PAIKKA JA AIKA	Lappeenranta, 25.02.2013			
ALLEKIRJOITUKSET			Teuvo Mikkola	
	Tilaaaja		Toimittaja	



RELEKOESTUSPÖYTÄKIRJA

Asiakas	Finnsementti		Työnumero	70065257							
Yhteyshenkilö	Toni Tiainen		Puhelin	040 7003083							
Osoite	Poikkitie 1, Lappeenranta										
Asiakkaan viite	Mylly 5		Pöytäkirja nro	201108003							
Osasto											
Käyttö											
Valmistaja	ABB										
Laji	REM 610										
Numero	PM142421										
Virtamuuntajat	300/5 + 70/1										
Releen asteikko	Volt:		Aika:	C°							
	Amp:			Amp:	Aika:						
RELE ASETETTU	I _o = 5% / I _o				Aika:	0.05s					
	I _s = 3xI _n				Aika:	1s					
	I _{>>} = 8xI _n				Aika:	0.05s					
ASETETTUARVO											
Rele nro	Vaihe	I _s xI _n	t. I _s	I _{>>} xI _n	t. >>	I _s A	t ms	I _{>>} A	t ms	Koe pvm.	Huomautuksia
	L1	3	1	8	0.05	10.50	1031	41	67	13.2.2013	I _s =startin terminen valvonta
	L2	3	1	8	0.05	10.50	1045	41	70		I _{>>} =momenttilaukaisu
	L3	3	1	8	0.05	10.50	1124	41	68		
		I _o / %	t/I _o			I _o /A	t/I _o				
	I _o	5	0.05			0.07	76				I _o =maasulku
Laukaisut testattu riviliittimille.											
Seuraava suositeltava huolto-/ tarkastusajankohta _____ / 02 . 2016											
Vantaa _____ 14 / 02 . 2013											
										Marko Timonen	
										puh 050 33 28851	