

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Sähkövoimatekniikka

Tutkintotyö

Kalle Siivonen

SÄHKÖASEMAN APUSÄHKÖJÄRJESTELMÄT

Työn ohjaaja
Työn teettäjä
Tampere 2007

Eerik Mäkinen
Tampereen Sähköverkko Oy, valvojana Pekka Vanhatalo

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Sähkötekniikka

Sähkövoimatekniikka

Siivonen, Kalle

Tutkintotyö

Työn ohjaaja

Työn teettäjä

Toukokuu 2007

Hakusanat

Sähköaseman apusähköjärjestelmät

39 sivua + 19 liitesivua

DI Eerik Mäkinen

Tampereen Sähköverkko Oy, valvojana Pekka Vanhatalo

apusähköjärjestelmä, omakäyttöjärjestelmä, tasasähköjärjestelmä

TIIVISTELMÄ

Sähköaseman apusähköjärjestelmä on aseman toimivuutta ja turvallisuutta ylläpitävä järjestelmä. Apusähköjärjestelmä voidaan jakaa kahteen osioon, vaihtosähköjärjestelmään eli omakäyttöjärjestelmään ja tasasähköjärjestelmään. Omakäyttöjärjestelmään kuuluu pääasiassa kiinteistön perussähköjä, esimerkiksi lämmitys ja valaistus. Omakäyttöjärjestelmän oleellisimpia komponentteja ovat omakäyttökojeisto, omakäyttömuuntaja ja omakäyttökeskus.

Tasasähköjärjestelmään kuuluvia laitteita asemalla on muun muassa ohjaus-, suojaus- ja kaukokäyttöjärjestelmät. Sähköaseman jäädessä vaille tasasähköä siitä tulee hengenvaarallinen ja riski suurille tuhoille kasvaa. Tämän vuoksi tasasähköjärjestelmä varmennetaan akuilla käyttövarmuuden turvaamiseksi. Usein tasasähköjärjestelmä vielä kahdennetaan kahdella samanlaisella järjestelmällä. Tasasähkö tuotetaan asemalla tasasuuntaajalla tai tasasuuntaajilla. Tasasuuntaaja saa syöttönsä aseman omakäyttöjärjestelmästä, joka on myös varmennettu aseman ulkopuolelta tulevalla varasyötöillä. Tasasuuntaaja syöttää aseman tasasähkökeskusta tai tasasähkökeskuksia joihin on yleensä kytketty 110 V:n tai 220 V:n akusto. Akustot rakennetaan yleensä kytkemällä tarvittava määrä lyijyakkuja sarjaan. Akkujen määrä riippuu asemalla käytettävästä tasasähkön jännitteestä. Akustojen huolto ja kunnossapito ovat tärkeitä asioita toimivan ja luotettavan sähköaseman kokonaisuudessa.

Tampereen Sähköverkko Oy:n 110/20 kV:n sähköasema Tampereen Kalevassa on 1950-luvulla rakennettu sähköasema, joka tullaan saneeraamaan 20 kV:n kojeiston osalta kesällä 2008. Tasasähkön tarve sähköasemalla on vuosien aikana muuttunut ja tulee muuttumaan uudistukseen myötä vielä enemmän. Aseman nykyisiä häiriöttömän tilan tasasähkökuormia laskettiin komponenttikohtaisesti ja saatuja tuloksia verrattiin tasasuuntaajien kuormituksiin.

TAMPERE POLYTECHNIC

Electrical Engineering

Electrical Power Engineering

Siivonen, Kalle

The auxiliary electric system of substation

Engineering Thesis

39 pages + 19 appendices

Thesis Supervisor

Eerik Mäkinen (MSc)

Commissioning Company Tampereen Sähköverkko Ltd. Supervisor Pekka Vanhatalo

May 2007

Keywords

The auxiliary electric system, AC-system, DC-system

ABSTRACT

The auxiliary electric system of substation is a system that supports functionality and safety of the station. The auxiliary electric system can be divided into two sections; AC-system also known as internal consumption and DC-system. AC-system includes mainly the basic electrical needs such as lightning and heating. The essential components of AC-system are internal consumption apparatus, internal consumption transformer and internal consumption switchboard.

DC-system of a station consists of appliances such as control devices, protection devices and remote drive system. When a substation is cut-off of DC-power it becomes life-threateningly dangerous and the risk of major damages increases. Therefore DC-system is backed up with batteries to ensure operational reliability. Usually the whole system is reduplicated to ensure even higher reliability. DC-power is generated with an rectifier or rectifiers. The rectifier is powered by the AC-system and is also backed-up with external reserve feeds. Station's DC-switchboard or DC-switchboards are fed by rectifier which is usually connected to 110 V or 220 V accumulator. Accumulators are assembled by serial connecting required number of (lead)batteries. Number of batteries needed depends on the level of DC-voltage used in the station. Upkeep and maintenance of the accumulators are key factors of a functional and reliable substation.

Tampereen Sähköverkko Ltd. owns a 110/20 kV substation in Kaleva Tampere. This station's 20kV apparatus will be renewed during the summer of 2008. The station's demand of DC-power has changed during the years and will be changed furthermore during the renewal. Current dc-loads in undisturbed state of the station as measured(/calculated) to each component and the results were compared to the loads of the rectifiers.

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on Tampereen Sähköverkko Oy:lle. Aiheen kehittäminen sai alkunsa tarpeesta selvittää ja dokumentoida yhtiön jokaisen sähköaseman omakäyttöjen varasyöttöjen, 20 kV:n sekä 0,4 kV:n, tulosuunnat ja tarvittaessa korjata niihin tulleet mahdolliset muutokset.

Aluksi oli tarkoitus kirjoittaa koko tutkintotyö sähköaseman omakäytöistä, mutta nälkä kasvoi syödessä ja aihetta laajennettiin kattamaan koko sähköaseman apusähköjärjestelmät. Sähköaseman apusähköjärjestelmät aiheena on laajuudessaan niin suuri että työn paisumisen vaara liian laajaksi oli olemassa. Valmistuneessa työssä ei ole pystytty joka aiheeseen pureutumaan perinpohjaisesti, vaan aiheita on käsitelty lähinnä pintapuolisesti ja oleellisimpia asioita käsitellen. Tämä helpottaa mielestäni lukijaa saamaan aiheesta kokonaisvaltaisemman käsityksen. Työhön on otettu osioita kirjallisista lähteistä ja alan muista julkaisuista. Kirjallisten lähteiden mukaan tehtyjä mitoituksia verrattiin olemassa olevaan järjestelmään ja tällä tavalla työhön saatiin myös tutkinnallinen osio.

Työ oli tekijälleen hyvin opettavainen ja auttoi saamaan käsitystä sähköaseman koko tekniikasta, toimivuudesta ja käytettävyydestä eri tilanteissa. Vaikka aikaa työn valmistumiseen menikin verrattain reilusti, oppimisprosessi aiheesta ei katkennut niinäkään hetkinä jolloin rivejä paperille ei muodostunutkaan. Sähköasematekniikan opetuksesta annakin suurimmat kiitokseni tutkintotyöni valvojalle sähkömestari Pekka Vanhatalolle, joka omista työkiireistään huolimatta jaksoi auttaa ja neuvoa aiheeseen liittyvissä kysymyksissä.

Tampereella 3.5.2007
Kalle Siivonen

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ	
ABSTRACT	
ALKUSANAT	
SISÄLLYSLUETTELO	5
1.0 APUSÄHKÖJÄRJESTELMÄN KUVAUS.....	7
2.0 VAIHTOSÄHKÖJÄRJESTELMÄ (OMAKÄYTTÖ).....	8
2.1 Sähköaseman omakäyttöjärjestelmä	8
2.2 Omakäyttökojeisto	9
2.3 Omakäyttömuuntaja.....	10
2.4 Omakäyttökeskus	11
3.0 TASASÄHKÖJÄRJESTELMÄ	13
3.1 Relesuojaus	13
3.2 Tavoitteet, periaatteet ja rakenneosat.....	16
3.3 Apujännitteet.....	17
3.4 Jännitetasot	18
3.5 Tasasähkön jakelu sähköasemalla	20
3.5.1 Tasasähkökeskus.....	20
3.6 Akustot.....	21
3.6.1 Kennojen lukumäärä	21
3.6.2 Ominaisuuksia.....	21
3.6.3 Akuston huolto ja kunnossapito.....	22
3.6.4 Kapasiteetti.....	24
3.7 Tasasähkökuormitus sähköasemalla	26
3.7.1 Häiriötöntila	26
3.7.2 Häiriötila	27
3.7.3 Lyhytkestoiset kuormitukset sähköasemalla häiriöttömän tilan ja häiriötilan aikana.....	27
3.8 Tasasuuntaajan kapasiteetti	28
3.9 Tasasuuntaajan tuottama sähkön laatu ja sen vaatimukset.....	30
3.10 Tampereen Kalevan 110/20 kV sähköasema	31
3.11 Kalevan 110 kV:n ohjaus- ja suojusjärjestelmän tasasähkökuormitukset.	33
3.12 Tasasähkön tarve Kalevassa saneerauksen jälkeen	34
3.13 Apusähkösuojus.....	36

LÄHDELUETTELO 39

LIITTEET

- 1 Suunnitelma Kalevan sähköaseman varasyötöistä
- 2 Omakäyttökeskuksen kokoonpanokuva
- 3 Omakäyttökeskuksen keskuskaavio
- 4 Omakäyttökeskuksen keskuskaavio
- 5 Omakäyttökeskuksen keskuskaavio
- 6 Valaistuspiirustus
- 7 Lämmityspiirustus
- 8 Varavalaistuspiirustus
- 9 Energian mittauspiirustus
- 10 Tasasähköjakelun periaatekaavio
- 11 Tasasähkökeskuksen kokoonpano
- 12 Tasasähkökeskuksen kokoonpano
- 13 Tasasähköjärjestelmän pääkaavio
- 14 Tasasähköjakelu
- 15 Tasasähköjakelu
- 16 Hälytykset
- 17 Hälytykset
- 18 Johdotus
- 19 Lyijyakuston purkausominaiskäyrä

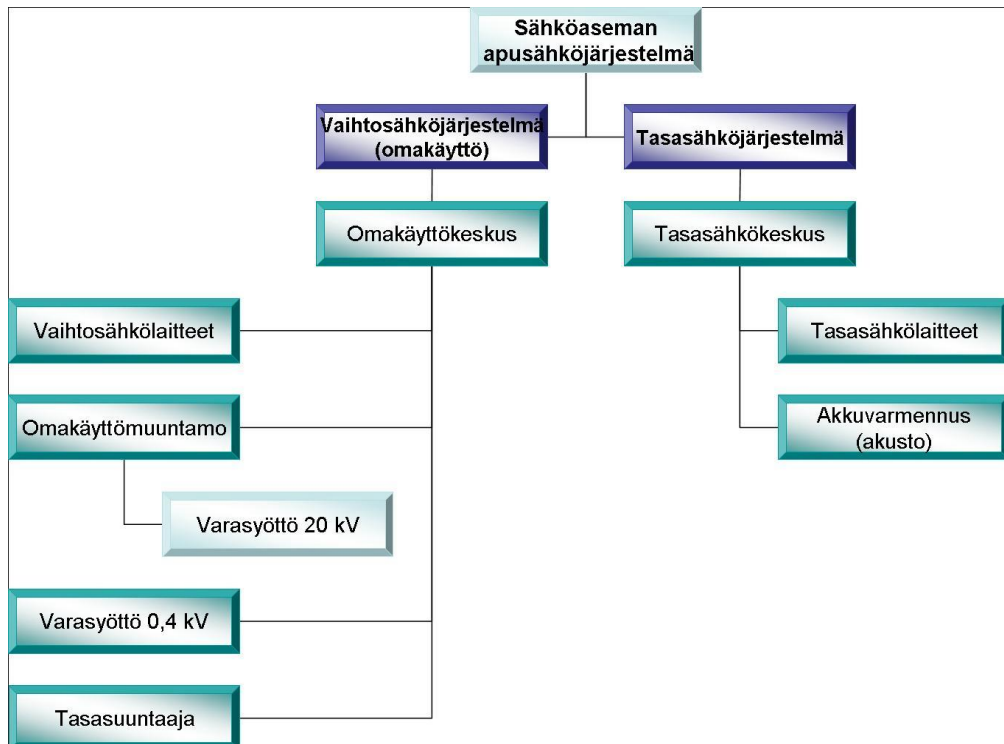
1.0 APUSÄHKÖJÄRJESTELMÄN KUVAUS

Sähköaseman apusähköjärjestelmät voidaan jakaa kahteen osioon, vaihtosähköjärjestelmään, eli sähköaseman omakäyttöjärjestelmä, sekä tasasähköjärjestelmään.

Vaihtosähköjärjestelmään kuuluvat lähinnä sähköaseman omakäyttölaitteet ja järjestelmät, joita ovat esimerkiksi aseman valaistus, lämmitys ja pistorasiakuormat. Omakäyttöä varten sähköasemalla on erillinen muuntaja, omakäyttökojeisto ja -keskus. Asemalla ei siis tarvitse olla jännitettä kiskostossa, jotta siellä pysytään työskentelemään esimerkiksi rakentamis-, huolto- ja saneeraustilanteissa.

Tasasähköjärjestelmään kuuluu aseman suojausjärjestelmän ja kaukokäytön komponentteja sekä laitteita. Järjestelmä on siis äärimmäisen tärkeä, koska suojauksen tulee toimia joka hetkellä. Tasasähköjärjestelmä saa syöttönsä omakäyttökeskukseen kytketystä vakiojännitetasasuuntaajasta, mutta se on kuitenkin toimintavarmuuden parantamiseksi akkuvarmennettu.

Tässä tutkintotyössä tullaan käsittelemään apusähköjärjestelmää kahdessa eri osiossa, vaihtosähköosiossa sekä tasasähköosiossa.



Kaavio 1. Sähköaseman apusähköjärjestelmä

2.0 VAIHTOSÄHKÖJÄRJESTELMÄ (OMAKÄYTTÖ)

2.1 Sähköaseman omakäyttöjärjestelmä

Tässä osiossa tullaan keskittymään sähköaseman omakäyttöjärjestelmään, ja selvittämään mitä komponentteja siihen kuuluu ja mitä toimintoja se ohjaa. Tärkeää on myös huomioida, miten ne liittyvät toisiinsa, koska tasasähköjärjestelmä on riippuvainen toimivasta vaihtosähköjärjestelmästä.

Omakäyttöjärjestelmä on toimivalle ja turvalliselle sähköasemalle välttämättömyys. Omakäyttöjärjestelmä on pieni osa sähköasemaa, mutta sen vikaantuminen voi lamauttaa aseman sähkönjakelun, tai sen vaurioituminen voi pahimmassa tapauksessa tuhota aseman korjauskelvottomaksi ja aiheuttaa hengenvaaraa ihmisille. Omakäyttöjärjestelmää voitaisiinkin kutsua sähköaseman hermostoksi, jota ilman asema ei voi toimia.

Omakäyttöjärjestelmään kuuluu oikeastaan kaikki asemalla tarvittava 230/400 V:n vaihtosähkö. Normaalisissa sähkönjakelutilanteissa ilman häiriöitä aseman yleisvalaistus, lämmitys ja muut normaalit kiinteistön yleissähköt tulevat aseman omakäytöstä. Näin taataan normaalit työskentelyolosuhteet sähköasemalla.

Asemalla on, yleensä omassa erillisessä tilassaan 20/0,4 kV:n omakäyttömuuntaja, joka syöttää 0,4 kV:n omakäyttökeskusta, syöttää suuremmilla asemilla erillisiä alakeskuksia. Esimerkiksi valaistukselle voi olla oma erillinen valaistuskeskuksensa.

2.2 Omakäyttökojeisto

Omakäyttömuuntaja saa 20 kV:n syöttönsä aseman omakäyttökojeistosta.

Sähköaseman omakäyttökojeisto on normaali keskijännitteen tehdasvalmisteinen, nykyään yleensä kaasueristeinen kojeisto. Kojeeisto sisältää yhtä lähtöä kohden kuormaerottimen sekä maadoituserottimen. Nykyisin omakäyttökojeistot ovat pääsääntöisesti kauko-ohjattavia. Kauko-ohjattavuus parantaa käyttövarmuutta ja nopeuttaa varasyötön kytkemistä päälle vikatilanteessa.

Omakäyttökojeisto saa syöttönsä aseman 20kV kiskostosta. Omakäytölle on varattu joko kokonaan oma lähtönsä, tai se voi olla samassa lähdössä jonkin muun aseman 20 kV:n lähdön kanssa.

Omakäyttökojeistoon tulee aina 20 kV:n varasyöttö johtolähdöstä, jota syöttää toinen sähköasema. Varasyötön tulee siis olla riippumaton sen aseman tilasta, josta omakäyttökojeisto normaalisti saa syöttönsä. Tällä tavalla pystytään saamaan työskentelyolosuhteet asemalle häiriötilan, tai kiskoston ollessa jännitteettömänä saneerauksen tai huollon aikana. Varasyöttöä asemalle pidetään kojeistoon saakka jännitteisenä aina, mutta varasyötön erotin pidetään auki asennossa. Tällä tavalla saadaan varasyöttö käyttöön mahdollisimman nopeasti sitä tarvittaessa. Liitteessä 1 on esitetty suunnitelma Tampereen Sähköverkon Kalevan 110/20 kV:n sähköaseman 20 kV:n ja 0,4 kV:n omakäyttöjen varasyötöistä.



Kuva 1. Kauko-ohjattu omakäyttökojeisto

2.3 Omakäyttömuuntaja

Sähköaseman omakäyttömuuntajina käytetään yleensä tavallisia 20/0,4 kV:n jakelumuuntajia. Uudemmissa asemilla käytetään yleisesti omakäyttömuuntajina kuivamuuntajia. Niiden etuna öljyristeiseen muuntajaan verrattuna on sen pienempi palokuorma, joka tekee siitä paloturvallisemman. Toinen selkeä etu kuivamuuntajalla on sen huoltovapaus.

Haittapuolena voidaan pitää sitä, että kuivamuuntajalle joudutaan rakentamaan suoja-aita kosketussuojaukseksi.

Muuntajan teho vaihtelee luonnollisesti aseman koon ja omakäyttötehon mukaan, mutta keskimäärin ne ovat teholtaan 100-315kVA:n luokkaa.



Kuva 2. Omakäyttömuuntaja (kuiva)

2.4 Omakäyttökeskus

Omakäyttömuuntaja syöttää sähköaseman 400/230 V:n omakäyttökeskusta, joka taas syöttää sähköaseman omakäyttökuormaa. Kuormituksia ovat esimerkiksi aseman valaistus, ilmastointi, lämmitys, muuntajien tuuletuselementit ja pistorasiakuormat. Liitteissä 2-8 esitetty sähköaseman omakäyttökeskuksen keskuskuva sekä keskuskaavio.

Omakäyttökeskuksen kuormitusten suojausten tulee olla oikein mitoitettuja, jotta selektiivisyys suojuissa toteutuu.

Häiriötilan aikana aseman jäädessä vaille omakäyttösähköä, katoaa asemalta luonnollisesti myös yleisvalaistus. Turvavalistus on toteutettu erillisellä turvavalistuskeskuksella, joka on eriytetty muusta akkuvarmennetusta tasasähköjärjestelmästä. Turvavalistukselle on siis olemassa oma 24 V:n akkuvarmennus. Turvavalistuskeskuksen akut ovat huoltovapaita geeliakkuja. Turvavalaja ei tule sekoittaa aseman varsinaiseen varavalaistukseen. Varavalaistusta syöttää häiriön aikana 110V:n akusto.



Kuva 3. Turvavalistuskeskus

Omakäyttökeskus syöttää kiinteistön kuormien lisäksi normaalissa käyttötilanteessa aseman vakiojännitetasasuuntaajaa tai vakiojännitetasasuuntaajia. Täten omakäyttökeskus syöttää myös aseman tasasähkökuormituksia, jotka ovat äärimmäisen tärkeitä sähköaseman ja johtolähtöjen suojauksen kannalta. Relesuojauksesta ja muista tasasähköasioista kerrotaan enemmän erillisessä luvussa.

Omakäyttökeskukselle on aiheellista rakentaa oma erillinen 0,4 kV:n varasyöttönsä aseman ulkopuolelta. Tällä tavalla turvataan omakäyttökeskuksen sähkön saanti omakäyttömuuntajan vaurioituessa tai huollon yhteydessä. Pienjännite varasyöttöä pidetään myös jännitteisenä omakäyttökeskukselle, mutta pj-kytkintä pidetään aseman puolelta Auki-asennossa.



Kuva 4. Sähköaseman omakäyttökeskus

3.0 TASASÄHKÖJÄRJESTELMÄ

3.1 Relesuojaus

Sähköverkon rakentamisessa ja käytössä on käyttöjännitteen ja/tai –virran alaisena olevien komponenttien ohella keskeinen merkitys sähköverkon automaatioon kuuluvalla relesuojatekniikalla. Relesuojaus edustaa generaattorien jännitteen ja taajuuden säädön ohella automaation vanhimpia sovelluksia. Releitä on valmistettu ja käytetty vuosisadan alusta alkaen. /1/

Releet ovat mittalaitteiden kaltaisia laitteita, jotka tarkkailevat verkon sähköisiä suureita ja pystyvät havaitsemaan verkon epänormaalit tilat kuten, ylikuormituksen tai eristyksen pettämisen. Releiden asetteluarvojen ylitys tai alitus tulkitaan epänormaaliksi tilaksi, jolloin rele koskettimiensa välityksellä antaa ohjaukaskäskyn tavallisimmin katkaisijalle viallisen osan irrottamiseksi terveestä sähköverkosta. /1/

Relesuojatekniikalla ei varsinaisesti pyritä ehkäisemään vikoja tai häiriöitä, vaan niiden olemassaolo pyritään tunnistamaan mahdollisimman nopeasti. Yhden poikkeuksen säännöstä muodostaa sähköverkon stabiilin toiminnan ylläpito, jolloin relesuojatekniikkaa käytetään laajan sähköhäiriön ennalta ehkäisyyn. /1/

Releiden ja verkon valvontajärjestelmien tulee olla sekä luotettavia ja varmatoimisia. Vian havaitsemattomuus tai releen aiheeton toiminta voi johtaa vakaviin seurauksiin: sähkön laatu huononee, omaisuusvahinkoja tai laitevaurioita syntyy tai ihmisiä ja eläimiä joutuu vaaralle alttiiksi. /1/

Ensimmäiset elektroniset suojareleet ilmestyivät markkinoille 1960-luvun loppupuolella. Alkuvaiheessa ne olivat puhtaasti analogiatekniikkaan perustuvia, mutta digitalisoituivat melko nopeasti. Näillä releillä saavutettiin sähkömekaanisiin releisiin verrattuna seuraavat edut:

1. Lyhyet toiminta-ajat (kykenevät seuraamaan ja reagoimaan sähkösuureiden hetkellisarvoihin)
2. Pieni tehonkulutus, jopa alle 1 VA, mikä pienentää virtamuuntaja kustannuksia
3. Pieni koko
4. Hyvä tärinänkestävyys (tärkeää etenkin laivoissa ja esim. vesivoimalaitoksilla)
5. Monipuolinen informaation käsittely



Kuva 5. Staattisia releitä

Ongelmia tuottavat muun muassa elektronisten releiden suurempi herkkyys ylijännitteille ja sähkömagneettisille häiriöille, jatkuva apusähkön tarve sekä toiminnan epähavainnollisuus. /2/

Uusinta relesukupolvea edustavat 1980-luvun loppupuolella käyttöön tulleet mikroprosessoripohjaiset releet. Nämä tarjoavat perinteellisiin elektronisiin releisiin verrattuna seuraavat uudet ominaisuudet:

1. Releissä on jatkuva itsediagnostiikka, joka antaa hälytyksen releen sisäisistä vioista.
2. Releissä on muisti, johon automaattisesti tallentuvat vianaikaiset tapahtumat, kuten ylivirtojen suuruudet ja esiintymisajankohdat. Vikatiedot voidaan näin jälkikäteen lukea releeltä, mikä helpottaa vikojen syiden selvittämistä. Myös oikosulun paikallistaminen on mahdollista, kun oikosulkuvirran arvosta lähtien voidaan laskea vikapaikan etäisyys sähköasemasta.
3. Releet voidaan liittää ulkomaailmaan optisen sarjaväylän avulla. Väylän välityksellä releet voivat kommunikoida keskenään tai esimerkiksi keskusvalvomon kanssa.

Sarjaväylän avulla releen mittaustietoja tai tallentuneita vikatietoja voidaan kaukolukea tai releasetteluja voidaan lukea ja muuttaa kauko-ohjatusti. /2/



Kuva 6. Monitoimisuoja (Siemens Siprotec)

3.2 Tavoitteet, periaatteet ja rakenneosat

Sähköverkkojen vikatilanteita, kuten oikosulkuja, maasulkuja, ylikuormituksia, ylijännitteitä, alijännitteitä ja johdinkatkoksia varten voimalaitokset, sähköasemat ja kytkinlaitokset varustetaan suojalaitteilla, joista osan muodostavat releet. Releet tarkkailevat sähköverkon tilaa ja tarpeen vaatiessa suorittavat kytkentöjä automaattisesti luotettavasti ja nopeasti. /1/

Releet eivät yksin pysty suoriutumaan suojaustehtävistä, vaan ne tarvitsevat avukseen muitakin komponentteja. Tällaisia komponentteja ovat mittamuuntajat, katkaisijat, apuenergiälähteet, hälytys- ja raportointikeskukset sekä mittaus-, laukaisu- ja tiedonsiirtoyhteydet. /1/

Apuenergiälähde, yleensä tasasuuntaajalla syötetty akusto, tarvitaan tyydyttämään sähköverkon vikatilanteiden aikana tiettyjen laitteiden tarvitsema jännite, mm. katkaisijoiden ohjaaminen auki ja kiinni. Apuenergiälähde on keskeinen osa apusähköjärjestelmää, jonka tärkein tehtävä on täydentää relesuojauksen muodostama kokonaisuus. /1/

Hälytys- ja raportointikeskuksia tarvitaan, jotta vikatilanteista saataisiin mahdollisimman nopeasti ja luotettavasti oikea kuva. Releitä on usein suuriakin määriä tarkasteltavissa kohteissa eri puolille sijoiteltuna, jolloin releiden toimintatietojen keskitetty kerääminen on tarpeellista. Tapahtumien jälkianalyysissä selkeästä ja oikea-aikaisesta raportoinnista saattaa olla suurtakin hyötyä. /1/

Relesuojaustekniikka on kehittynyt voimakkaasti vuosien varrella ja erityisesti parina viime vuosikymmenenä. Tämä merkitsee sitä, että relesuojauksen parissa toimivien on jatkuvasti seurattava teknistä kehitystä pystyäkseen soveltamaan uutta tekniikkaa. Tekniikan kehittyminen ei kuitenkaan merkitse sitä, etteikö vanhaakin tekniikkaa olisi ymmärrettävä, koska sitä on laajalti käytössä vielä useidenkin vuosien kuluttua.

3.3 Apujännitteet

Pelkkä toisiojärjestelmän suojaus ei pysty ilman apujännitettä avaamaan katkaisijaa, jonka ohjaaminen on sen tehtävänä. Apujännite saadaan tavallisesti vakiojännitetasasuuntaajalla syötetystä akustosta.

Akkujen rajallisen kestoisuuden takia käytetään usein akuston ja tasasuuntaajan kahdennusta, jolloin toisen toimintavalmius riittää relesuojauksen toiminnan takaamiseen. /1/

Akustojen kahdennusta ei siis pääasiallisesti tehdä ainoastaan pidentämään aikaa, jolloin järjestelmä on vailla varsinaista sähkönsyöttöä, vaan kahdennus tehdään sähköaseman suojaus- ja ohjausjärjestelmien käyttövarmuuden parantamiseksi.

Kahdennetun tasasähköjärjestelmän toisen osajärjestelmän vikaantumisenkaan ei vielä saata asemaan täysin suojauksettomaan ja ohjauksettomaan tilaan, koska aseman suojaus- ja ohjausjärjestelmien tarvitsemat apusähkösyötöt on ryhmitelty suojauksen porrastuksen (pää- ja varasuojaus) mukaisesti eri osajärjestelmille. /3/

Kahdennetussa tasasähköjärjestelmässä ovat lisäksi akustojen ja tasasuuntaajien kunnossapitotoimenpiteet helpommin ja turvallisemmin tehtävissä kuin yhden akuston järjestelmässä. Kahdennetussa järjestelmässä voidaan tarvittaessa kytkeä akusto ja tasasuuntaaja irti kuormituksista. Esimerkiksi akuston pikavaraus ja purkauskoe voidaan suorittaa aiheuttamatta yli- tai alijännitevaaraa kuormituksille. Myös akuston uusiminen ei vaadi tällöin ylimääräisiä kytkentöjä.

3.4 Jännitetasot

Sähköasemien tasasähköjärjestelmien nimellisjännitteenä käytetään seuraavia jännitteitä: 24 V, 48 V, 60 V, 110 V, 220 V:n jännitteitä. Edellä mainituista jännitteistä 24 V ja 48 V ovat käytössä lähinnä kaukokäyttöjärjestelmän apujännitteenä, automaatiojärjestelmissä sekä merkinanto- ja hälytysjärjestelmissä.

Nykyään jännitteet 48 V ja 24 V saadaan aikaan sähköasemilla tavallisesti DC/DC-muuntajilla 110 V:n tasajännitteestä, eikä näille järjestelmille nykyään rakenneta erillistä omaa akustoa. Vikatilanteessa 48 V:n kaukokäyttöjärjestelmä jää siis 110 V:n akuston varaan.

Varsinaisia sähköaseman suojaukseen ja ohjaukseen käytettyjä tasajännitteitä ovat 60 V, 110 V sekä 220 V. Näistä 60 V on kuitenkin jo jäänyt pois uusia asemia rakennettaessa, mutta vanhemmilla asemilla saattaa tätäkin jännitetasoa vielä olla käytössä. 220 V on käytössä pääsääntöisesti suurimmilla sähköasemilla, joilla ohjausetäisyydet ovat pitkät. 110/20 kV:n sähköasemalla etäisyydet ovat yleensä sen verran pieniä että, 110 V:n tasasähköjärjestelmä on riittävä, kun katsotaan asiaa jännitehäviöiden kannalta.

Esimerkiksi poikkipinta-alaltaan $2,5 \text{ mm}^2$ kuparijohdolla päästään alle 5%:n jännitehäviöllä yli 75 m:n ohjausetäisyyteen kuormitusvirran ollessa 5 A. /2/

Jännitteen alenema saadaan laskettua likiarvoisesti 1-vaiheiselle virtapiirille kaavalla 1. /4/

$$\Delta u = 200 \cdot \frac{\rho \cdot P \cdot s}{A \cdot U_v^2} \quad (1)$$

Δu = jännitteenalenema [%]

ρ = johdinaineen resistiivisyys. Kuparille 70°C lämpötilassa 0,021Ωmm²/m

P = kuormituksen teho [kW]

s = kuormituksen etäisyys [km]

U_v = vaihejännite [kV]

A = johdinpoikkipinta [mm²]

Lasketaan esimerkki kaavalla 1 edellä mainituilla kuormitus, jännite, etäisyys ja johdin tiedoilla.

$$\Delta u = 200 \cdot \frac{0,021 \cdot 0,55 \text{ kW} \cdot 0,075 \text{ km}}{2,5 \text{ mm}^2 \cdot 0,11^2 \text{ V}} = 5,73\% \quad (1)$$

Havaitaan, että saatu tulos on yli sallitun 5%:n, mutta tilanne ei ole täysin esimerkkiin verrattavissa. Laskuerimerkissä käytetty nimellinen vaihejännite 110 VDC ylittyy käytännössä selvästi, jolloin jännitteenalenema jää alle sallitun 5% rajan.

Mikäli kuitenkin 110 V:n jännitettä käytettäessä jännitehäviö kasvaa liian suureksi, eli yli 5%:n tai johdotuksessa joudutaan käyttämään ylisuuria poikkipintoja, pitää harkita käytettäväksi 220 V:n nimellisjännitteistä tasasähköjärjestelmää. /2/

Jännitehäviötä on syytä tarkastella suunniteltaessa sähköaseman tasasähköjärjestelmää, jotta suurin hetkellinen virtarasitus tai useat samanaikaiset toiminnot eivät alenna syöttöjännitettä liikaa. Näitä tapahtumia ovat esimerkiksi katkaisijan viritysmoottorin käynnistyminen tai kuormitusten irtikytkemiset.

3.5 Tasasähkön jakelu sähköasemalla

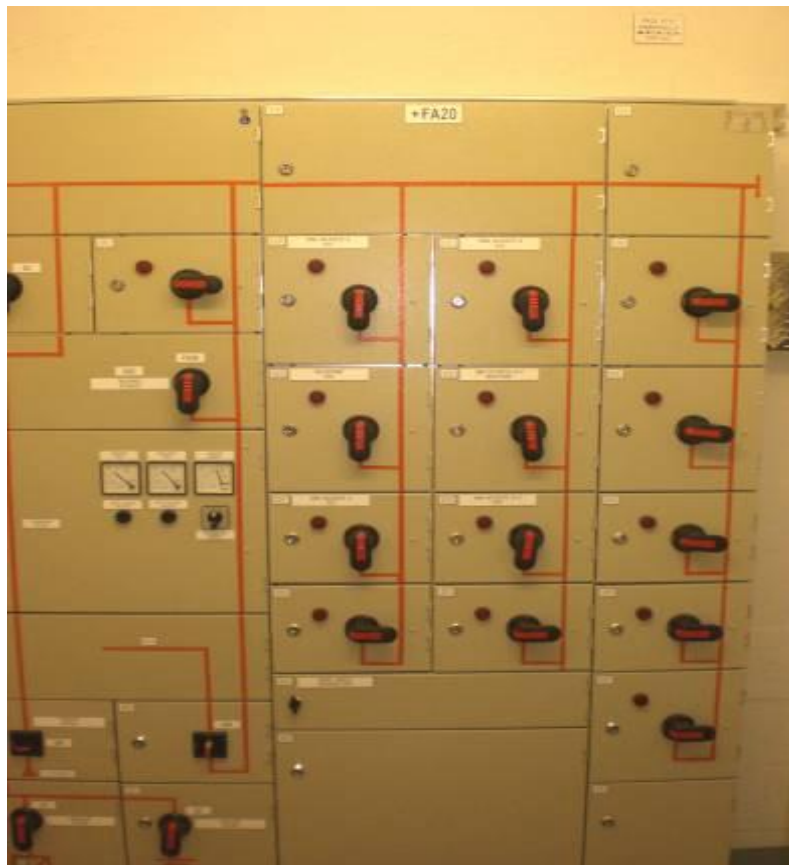
3.5.1 Tasasähkökeskus

Tasasähkön jakelu sähköasemalla toteutetaan tasasähkökeskuksen kautta.

Tasasähkökeskus syöttää alakeskuksia, jotka sijaitsevat lähellä kulutuspisteitä eripuolilla sähköasemaa. Tasasähkökeskuksen lähdöt suojataan nykyään suurimmaksi osaksi sulakkeen palamisesta hälytyksen antavilla kytkinvarokkeilla.

Tasasähkökeskusten määrään vaikuttaa se, onko tasasähköjärjestelmä asemalla kahdennettu vai ei. Sähköaseman omakäyttökeskus syöttää omina syöttöinä vakiöjännitetasasuuntaajia, jotka taas syöttävät kukin omaa tasasähkökeskustaan. Tasasähkökeskuksen sähkönjakelua varmistaa siihen liitetty akkuvarmennus, siten että jokaista tasasähkökeskusta kohden on olemassa oma akustonsa.

Tasasähkönjakelun periaatekaavio liitteessä 9. Liitteissä 10 ja 11 tasasähkökeskuksen kokoonpanokuvat. Liitteissä 12-17 tasasähköjärjestelmän sähköpiirrustuksia.



Kuva 7. Tasasähkökeskus

3.6 Akustot

Tavallisimmin sähköasemien tasasähkön varastointiin käytetään yksittäisiä sarjaan kytkettyjä lyijyakkuja. Akuston jännite määräytyy kuinka montako akkua järjestelmään on kytketty. Yhden kennon jännite on noin 2 V, joten esimerkiksi 53:lla kennolla päästään lähelle haluttua 110 V:n tasasähköjännitettä. Lyijyakussa nestekosketuksissa olevat lyijyelektrodit muodostavat keskenään parin, jossa vapautuu tai sitoutuu elektroneja. Akku siis muuntaa kemiallista energiaa sähköenergiaksi. Prosessia kutsutaan reversiibeliksi, mikä tarkoittaa sitä, että elementtiä voidaan ladata tai purkaa. /5/

3.6.1 Kennojen lukumäärä

Tasasähköjärjestelmän jännite vaihtelee kuormituksesta johtuen normaalisti välillä $0,85-1,1 \cdot U_N$. Akuston kennojen lukumäärää määritettäessä huomioon on otettava tasasuuntaajan toleranssien lisäksi jänniteasettelun vaihtelu sekä sykkeisyys, jännitteenalenema kuormalla. Kennojen lukumäärä voidaan laskea seuraavasti. /3/

$$\frac{1,1 \cdot U_N + U_H}{1,03 \cdot U_1} \quad (2)$$

jossa U_H on jännitehäviö lähimmän kuormituksen luona ja U_1 on akuston kestovarausjännite/kenno. Kestovarausjännite on tyypillisesti 2,22–2,23V.

3.6.2 Ominaisuuksia

Lyijyakuu muodostaa sitä varattaessa vetykaasua, joka muodostaa ilman kanssa 4-96 %:n pitoisuudella räjähtävän seoksen. Tästä syystä akutilassa tulee olla aina hyvä, ja tarvittaessa koneellisesti tehostettu ilmanvaihto. /6/

Vetykaasun muodostumisprosessissa katoaa kennosta vettä.

Joissakin akkutyypeissä pitää vettä kennoon lisätä manuaalisesti, mutta on myös olemassa akkutyyppisiä joiden rakenteeseen kuuluu venttiilit minkä kautta haihtuva vesi johdetaan suoraa takasin kennoon.

Lyijyakun hyviä puolia:

1. Vakaa napajännite eri kuormituksilla
2. Vähäinen huoltotarve
3. Korkea hyötysuhde
4. Ei tulenarka

Lyijyakun huonoja puolia:

1. Korkea paino
2. Syövyttävä rikkihappo
3. Räjähdysvaara yliladattaessa
4. Ympäristölle vaarallinen ongelmajäte

3.6.3 Akuston huolto ja kunnossapito

Huollolla ja olosuhteilla on merkittävä vaikutus akuston käyttöikään.

Hyvin huollettu akusto toimii luonnollisesti pidempään kuin huoltamaton.

Akkujen sijoituspaikan lämpötila on ehkä kuitenkin merkittävin käyttöikään vaikuttava tekijä. Optimaalisin lämpötila akkuhuoneelle on mahdollisimman tasainen 20°C lämpötila. 10°C lämpötilan nousu vaikuttaa akuston käyttöikään dramaattisesti, se lyhenee puoleen. Alhaisempi lämpötila vastaavasti vaikuttaa akustoon siten, että siitä ei saada täyttä kapasiteettia käyttöön. Suljetuin lyijyakuin toteutetun akuston laskennallinen käyttöikä on vähintään 10 vuotta.

Akustoille tehdään määräajoin purkauskokeita eli kapasiteettikokeita. Purkauskoe tehdään akkuvaraajasta irroitettulle täysin varatulle akustolle kytkemällä siihen vakiokuorma 5 h ajaksi, eli koe on 50 %:inen kapasiteettikoe. Kuormitusvirta määrittyy akustokohtaisesti. Määrä saadaan tietää valmistajan purkausvirtataulukosta. Akuston jännitettä mitataan kokeen aikana useasti kennokohtaisesti, jolloin havaitaan mahdolliset vioittuneet kennot.

Koetta jatketaan täydet 5 tuntia, ellei jonkin kennon jännite ole laskenut ennenaikaisesti 1,90 V:iin.

Uuden avoimen lyijyakun kestovarausvirta on 0,15-0,30 mA/Ah. Akusto voidaan todeta täysin palvelleeksi ja syytä akuston uusimiselle on, kun sen kestovarausvirta nousee lähelle 2 mA/Ah. /7/

Akuosto sijoitetaan omaan huonetilaansa, jonka lattia on elektrolyytin kestävä. Huoneessa tulee olla riittävä tuuletus akkuja varattaessa syntyvän vetykaasun syntymisen johdosta. Kahdennetun järjestelmän akustot voidaan sijoittaa mahdollisuuksien mukaan omiin erillisiin huoneisiin toisistaan riippumattomina parantamaan käyttövarmuutta. Eri huoneisiin sijoittamalla ulkoinen vaara, räjähdys tai palo, ei lamaannuta sähköaseman tasasähköjärjestelmää. Palokuorman pienentämiseksi akustohuonetta ei myöskään tule käyttää kaapeleiden läpikulkureittinä. /2/

Huoltotöiden helpottamiseksi akut tulee sijoittaa mieluiten yhteen tasoon sopivalle korkeudelle. Niiden sijoittelussa tulee ottaa myös huomioon, että suuren jännite-eron omaavat navat ovat mahdollisimman kaukana toisistaan. Esimerkiksi standardi säätelee jännitteisten napojen minimietäisyyden jännitteen suuruuden perusteella.

Tasasähkökeskus ja tasasuuntaaja sijoitetaan akkuhuoneen läheisyyteen, mieluiten myös omaan tilaansa. Sähköasemilla käytettävät vaihtosuuntaajat ovat yleensä tehoiltaan niin pieniä, että ne voidaan sijoittaa lähelle kuormituksia. Vaihtosuuntaajia käytetään sähköasemalla lähinnä tietoliikenneyhteyslaitteiden yhteydessä.



Kuva 8. Akkuhuone

3.6.4 Kapasiteetti

Sähköaseman akuston kapasiteetti määräytyy sen ajan mukaan, jonka akuston on pystyttävä yksin syöttämään aseman tasasähkökuormituksia.

Lähdettäessä suunnittelemaan uutta 110/20 kV:n sähköasemaa, on akuston kapasiteetiksi suunniteltava vähintään 10 tuntia yksinään kestävä akusto. Tarvittava Ah-määrä saadaan laskettua kaavalla 3. /3/

$$Ah = \frac{E_{10h}}{U_N} \quad (3)$$

Mitoituksen apuna käytetään myös erilaisia kertoimia ($k_1 - k_5$).

Energiamäärän laskemista varten tasasähkökuormitukset voidaan jakaa häiriöttömän tilan, häiriötilan ja lyhytaikaisiin kuormituksiin. Häiriöttömän tilan kuormituksia ovat muun muassa merkkivalot, asennonosoitukset, tasajännitteen valvontareleet sekä, nykyään ehkä merkittävimpana kuluttajana, apusähköä tarvitsevat omalla tehollähteellä varustetut suojarleet.

Häiriön aikaisia lisäkuormituksia ovat esimerkiksi varavalaistus, hälytykset ja suojarleiden toiminta. /3/

Lyhytaikaisiin kuormituksiin voidaan lukea katkaisijoiden ja erottimien ohjauksia, katkaisijan jousen virityksiä sekä lukituksia. /3/ (SLY)

Akuston kapasiteettia laskettaessa käytettävät kertoimet k_1 , k_2 , k_3 , k_4 ja k_5 määräytyvät seuraavasti:

k_1 on mahdollisen vajaavaruksen huomioon ottava kerroin, jonka arvo on 1,2.

k_2 on kerroin, joka huolehtii siitä, ettei tiettyä kennojännitettä aliteta vaaditulla purkausajalla. Liitteessä 18 on akuston purkausominaiskäyrästä, josta k_2 voidaan määrätä. Jos alimmaksi jännitteeksi valitaan 1,87 V, nähdään käyrästä, että esimerkiksi 10 h:n käyrällä $1/k_2 = 0,90$ eli $k_2 \approx 1,11$ kun akusto on tätä tyyppiä.

k_3 on lämpötilakerroin, joka voidaan laskea kaavasta: $k_3 = 1 - 0,01 \cdot (T - 20^\circ)$, missä T on pienin mahdollinen akkuhuoneen lämpötila.

k_4 on vanhenemiskerroin, jonka arvo on 1,25 silloin, kun akuston kapasiteetista saadaan käyttöön enää 80 % ja akusto voidaan todeta vanhentuneen. ($1/0,80 = 1,25$)

k_5 on varmuuskerroin, jonka avulla otetaan tapauskohtaisesti huomioon arviointiepätarkkuudet ja kuormituksen myöhempi kasvu; $k_5 \geq 1,2$

/3/

3.7 Tasasähkökuormitus sähköasemalla

3.7.1 Häiriötöntila

Tasasähkön tehotarve sähköasemalla häiriöttömän tilan aikana koostuu pääasiallisesti erilaisten releiden teholahteiden kuormista. Muita pienempiä kuormituksia ovat muiden muassa erilaiset asennonosoittimet, vetävänä olevat releet, merkkilamput sekä viestiyhteyksjärjestelmä (kaukokäyttö) ja hälytyskeskus.

Seuraavassa taulukossa on esitetty 110/20 kV sähköaseman suuntaa antava energia-arvio komponenttikohtaisesti häiriöttömän tilan aikana.

Energia on laskettu 10 h:n jaksolle. Tällä sähköasemalla on kaksi 110 kV muuntajakenttää ja näille välierotin. 20 kV:n puolella on 14 kpl kennoja oiko- ja maasulkusuojauksineen, lukituksineen sekä hälytyskeskuksineen.

Esimerkki

110 kV asennonosoitusten välirele:

$$(E = n \cdot P \cdot t) \quad (18 \text{ kpl} \cdot 5 \text{ W} \cdot 10 \text{ h} = 900 \text{ Wh}) \quad (4)$$

Taulukko 1. häiriöttömän tilan tehoja

komponentti	kappalemäärä [kpl]	yksikköteho [W]	energia [Wh]
110 kV asennonosoitusten välireleet	18	5	900
tasajännitteen valvontareleet	7	5	350
tasasähköjärjestelmän valvontareleet	2	6	120
suojareleet lepotilassa	36	4	1440
110 kV asennonosoittimet	9	2	180
20 kV asennonosoittimet	52	2	1040
hälytyskeskus	1	20	200
jälleenkytkentäreleet lepotilassa	10	3,5	350
Yhteensä			4580

3.7.2 Häiriötila

Sähköaseman häiriötilassa tasasähkökuormitukset lisääntyvät merkittävästi. Tähän syinä ovat muiden muassa varavalaistuksen tarve, releiden toiminta ja hälytykset. Seuraavassa taulukossa esitellään häiriötilan aikaisia tehoja ja energia määriä. Häiriön on laskettu kestävän viisi tuntia.

Häiriötilan energiat lasketaan kaavalla 4.

Taulukko 2. Häiriötilan tehoja

komponentti	kappalemäärä [kpl]	yksikköteho [W]	energia [Wh]
varavalot	8	60	2400
hälytykset	1	30	150
suojareleet (toiminta 1 h)	12	5	60
jälleenkytkentäreleet (toiminta 0,5 h)	10	1,5	7,5
tehonvajassuojaus (toiminta 15 sek.)	2	200	1,6
Yhteensä			2619

3.7.3 Lyhytkestoiset kuormitukset sähköasemalla häiriöttömän tilan ja häiriötilan aikana

Sähköasemalla tapahtuu häiriöttömän tilan sekä häiriö tilan aikana erinäisiä hetkellisiä kuormituspiikkejä aina kun asemalla tehdään ohjaustoimenpiteitä. Kuormitukset ovat kestollisesti lyhyitä, mutta ne pitää ottaa huomioon akustoa mitoitettaessa, koska sähköaseman tasasähkölähdettä, tasasuuntaajaa, ei mitoiteta kestävänsä suuria hetkellisiä tehopiikkejä, vaan tällaiset tehontarpeet tyydytetään akuston avulla. Seuraavassa taulukossa on esitetty lyhytkestoisten tehopiikkien aiheuttajia, tehoja sekä niiden kestoajoja.

Taulukko 3. Lyhytaikaisia tehoja

komponentti	kappalemäärä [kpl]	yksikköteho [W]	kesto aika [sek]	energia [Wh]
110 kV katkaisijan jousen viritys	1	2400	15	10
110 kV katkaisijan ohjaus	2	250	0,2	0,03
110 kV erottimen ohjaus	10	250	6	4,2
110 kV erottimen lukitusmagneetit	5	13	50	0,9
20 kv lukitusmagneetit	10	10	100	2,8
20 kV katkaisijan jousen viritys	20	150	10	8,3
moottoriohjatut katkaisijavaunut	4	150	10	2
Yhteensä				28

Yhteenlaskettu energiamäärä häiriöttömän tilan, häiriötilan ja lyhytaikaisille tehoille on 7227 Wh. Vastaukseksi saatu energiamäärä jaetaan nimellisellä käyttöjännitteellä, 110 VDC ja saadaan näin kapasiteetiksi noin 66 Ah.

Oletetaan, että akkuhuoneessa vallitsee lähes tasainen 20°C lämpötila.

Aseman laajeneminen on laskelmissa otettu riittävästi huomioon, eli jos asema kasvaa, ei tasasähköjärjestelmä jää alitehoiseksi. Yhden kennon jännitteeksi oletetaan alimmillaan 1,87 V. Näillä tiedoilla voidaan laskea sen kokonaiskorjauskerroin seuraavasti kaavalla 5. /3/

$$k_{\text{kok}} = k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 = 1,2 \cdot 1,11 \cdot 1,25 = 1,65 \quad (5)$$

jolloin akuston kokonaiskapasiteetiksi laskemalla saadaan:

$$k_{\text{kok}} \cdot 66 \text{ Ah} = 1,65 \cdot 66 \text{ Ah} = 109 \text{ Ah}$$

Akustoja valmistetaan tietyille nimelliskapasiteeteille valmistajasta riippuen, joista kapasiteetti on valittava. Järkevintä ei aina ole valita ensisijaisesti laskemalla saadusta kapasiteetista seuraavaksi suurinta, vaan tapauskohtaisesti harkita, tultaisiinko toimeen pienemmällä kapasiteetilla.

Akustovalmistajista esimerkiksi Vartalla on mallistossaan 100 Ah kapasiteetin akusto, joka soveltuisi mitä todennäköisimmin tällaiseen käyttöön.

3.8 Tasasuuntaajan kapasiteetti

Tasasuuntaaja syöttää normaalikäytössä sähköaseman jatkuvan tasasähkökuorman sekä akuston kestovarausvirran. Normaalikäytöllä tarkoitetaan häiriötöntä tilaa. Tasasuuntaaja ei yksin kykene syöttämään hetkellistä kuormitushuippua, kuten esimerkiksi viritysmoottorin käynnistymisiä. Tarvittava lisäteho otetaan tällöin akustosta.

Tasasuuntaajan nimellisvirran on oltava vähintään keskimääräinen kuormitusvirta lisättyä purkautuneen akuston varausvirralla. Kahdennetussa järjestelmässä kummankin osajärjestelmän tasasuuntaajan on kyettävä tarvittaessa syöttämään koko järjestelmän kuormitusvirta sekä toisen akuston varausvirta ja toisen kestovarausvirta.

Kestovarausjännitteen asettelualue on yleensä $1,00-1,15 \cdot U_N$ ja pikavarausjännitteen asettelualue $1,15-1,35 \cdot U_N$. Asetteluarvoina käytetään akkuvalmistajan määrittämiä arvoja, jotka tavallisesti ovat 2,22 - 2,23 V/kenno kestovarauksella ja 2,40 V pikavarauksella. Pikavarauksella tulee olla käsikäyttöinen kytkimensä. /2/



Kuva 9. Kahdennetun tasasähköjärjestelmän kaksi tasasuuntaajaa

Aiemmin esimerkkinä käytetyn kokoluokan 110/20 kV sähköaseman, jossa kahdennettu tasasähköjärjestelmä häiriöttömän tilan kuormitukseksi saatiin 4 580 Wh, josta voidaan laskea virran olevan 4,16 A, joka on siis järjestelmän kuormitusvirta. Akustoksi valittiin 100Ah:n akusto, jota ladataan C_{10} käsitteen mukaisesti 10 %:n volyymilla akuston kokonaiskapasiteetista eli 10 A virransyötöllä. Tämä 10 A on akuston varausvirta, lisäksi tulee vielä ottaa

huomioon toisen akuston kestovarausvirta, joka on 0,1 A:n luokkaa. Nämä virrat yhteen laskemalla, $4,4 \text{ A} + 10 \text{ A} + 0,1 \text{ A}$, saadaan tasasuuntaajalta vaadittu latauskapasiteetti 14,5 A. Esimerkin laajuiseen käyttöön voitaisiin valita tasasuuntaaja, jonka virransyöttökyky olisi 15 A.

3.9 Tasasuuntaajan tuottama sähkön laatu ja sen vaatimukset

Tasasuuntaajan antaman tasajännitteen sykkeisyyden ja aaltoisuuden tulee olla mahdollisimman pientä. Jännitteen sykkeisyys aiheuttaa vahinkoa akustolle, sen elinikä lyhenee. Markkinoilla olevien laitteiden sykkeisyysarvot ovat kuitenkin hyvin pieniä. Nykyaikaiset tasasuuntaajat pystyvät jopa 0,05% tarkkuuteen nimellisjännitteestä. /8/

Syötettävä nimellisjännite pystytään säätämään tarkasti, 0,5% päähän säädetyistä arvosta. Asettelualue pystytään valitsemaan 95-120% nimellisjännitteestä. Nykyaikaisten tasasuuntaajien pystyessä näin tarkkoihin säätöihin, akustojen käyttöiät eivät pääse merkittävästi lyhenemään huonolaatuisen tasasähkön vaikutuksesta. /8/

Tasasuuntaaja ei saa aiheuttaa kohtuuttomasti yliaaltoja sähköverkkoon. Tasasuuntaajalta akustoon tulevan tasavirran vaihtovirtakomponentin tehollisarvo saa olla enintään 1 A / 50 Ah.

Tasasuuntaajan virranrajoituksen on oltava niin nopea, että tasasähköjärjestelmässä tapahtuva oikosulku ei saa aiheuttaa tasasuuntaajan verkosta pois kytkeytymistä. Tasasuuntaajan vioittuessa tulee automaattisen irtikytkeytymisen tapahtua sekä tasa- että vaihtojännitepuolella. /2/

3.10 Tampereen Kalevan 110/20 kV sähköasema

Tässä luvussa tarkastellaan akuston ja tasasuuntaajan mitoitusta käytännössä 1960-luvulla rakennetulla sähköasemalla. Tutkitaan kennokohtaisesti mitä komponentteja kukin lähtö pitää sisällään, ja kuinka suuri tasasähkön tarve eri tilanteissa asemalla milloinkin vallitsee. Koska asema on vanha, ja sitä myötä esimerkiksi releet ovat tyyppiä jotka eivät vaadi jatkuvaa tasasähköä. Pohtia tulee millaiseksi tasasähkön kapasiteetin tarve muuttuu kun asema varustetaan nykyaikaisilla, omalla teholähteillä varustetuilla releillä.

Aseman tasasähköjärjestelmä on toteutettu 220 V ja 60 V tasajännitteillä.

Esimerkkiaseman tasasähköjärjestelmän nimellisjännite oli 110 V, mutta tilanteet ovat tästä huolimatta vertailukelpoiset koska laitteiden vaatimat tehot ovat käyttöjännitteestä huolimatta luonnollisesti samat. /9/



Kuva 10. Kalevan sähköaseman vanha 20kV kojeisto

Seuraaviin taulukoihin on koottu asemalla tasasähköä vaativat laitteet ja komponentit. Kaikille taulukon laitteille ei ole tehonkulutusta pystytty varmistamaan datalehdistä, vaan tehon tarve perustuu ammattilaisen arvioon. Taulukossa 4 on esitetty 20 kV kojeiston toisiojärjestelmän komponentit ja niiden teho. Energiamäärä on jälleen laskettu 10 tunnin häiriöttömän tilan kulutuksen perusteella.

Taulukko 4. Kalevan sähköaseman tasasähkökuormia 20 kV kojeisto

20 kV kojeiston tasasähkölaitteet häiriöttömässä tilassa

komponentti	kappalemäärä [kpl]	yksikköteho [W]	energia [Wh]
asennonosoitin (60 VDC järjestelmässä)	125	2	2500
Ylivirtarele	4	2	80
VAMP-muuntajan ylivirtasuojaja	2	15	300
Maasulkurele	1	2	20
Epäpalanssirele (kondensaattorille)	1	2	20
Aikarele	2	2	40
PJK-rele	5	2	100
ABB REF	3	25	750
taajuusrele	2	5	100
Yhteensä			3910

Kuten taulukosta voidaan havaita, on asemaa modifioitu vuosien varrella lisäämällä nykyaikaista suojausjärjestelmää mm. REF-releiden ja VAMP yksikön muodossa.

Aseman 20 kV kojeisto ja 110 kV ohjaus- ja suojausjärjestelmät ovat kuitenkin vanhoja ja vaativat saneerausta. Esimerkiksi aseman 20 kV:n erottimien ohjaukset ovat toteutettu paineilmalla. Asema tullaankin modifioimaan 20 kV kojeiston ja 110 kV ohjaus- ja suojausjärjestelmien osalta, jolloin asemalla luovutaan 220 V:n tasajännitteen käytöstä suojauslaitteiden apusähkönä. Ongelman muodostaa tällöin aseman 110 kV:n ulkokentän kojeet, joita ei tulla kyseisen saneerauksen aikana uusimaan. Ulkokentän laitteet tulevat edelleen vaatimaan 220 V:n tasajännitteen toimiakseen. Asemalla tulee näin ollen olemaan niin 110 DCV:n kuin 220 DCV:n tasasähköjärjestelmät. /9/

3.11 Kalevan 110 kV:n ohjaus- ja suojausjärjestelmän tasasähkökuormitukset.

Seuraavassa taulukossa on eritelty 110 kV puolen ohjaukseen- ja suojaukseen käytettävät komponentit lisättynä 20 kV sammutuskelojen säätimillä. Myös 110 kV:n ohjaus- ja suojausjärjestelmät tullaan remontin myötä modernisoimaan.

Taulukko 5. Kalevan sähköaseman tasasähkökuormia 110 kV ohjaus- ja suojausjärjestelmät

110 kV kojeiston tasasähkölaitteet häiriöttömässä tilassa

komponentti	kappalemäärä [kpl]	yksikköteho [W]	energia [Wh]
asennonosoitin (60 VDC järjestelmässä)	3	2	60
Ylivirtarele	3	2	60
Erovirtarele	3	25	750
Suunnattu maasulkurele	1	2	20
Maasulkurele	1	2	20
Distanssirele	2	25	500
Differentiaalirele	1	25	250
asennonosoituksen apurele	26	1,5	390
Sammutuskelan säädin	2	35	700
Yhteensä			2750



Kuva 11. Kalevan sähköaseman 110 kV:n reletaulu

Laskettaessa komponenttien tehot yhteen saadaan tulokseksi seuraavaa:

$3910 \text{ Wh} + 2750 \text{ Wh} = 6660 \text{ Wh}$ josta saadaan latausvirta I , kaavalla 6 jakamalla saatu energiamäärä nimellisellä käyttöjännitteellä 220 VDC. /3/

$$I_{10h} = \frac{E_{10h}}{U} = I = \frac{I_{10h}}{10} = \frac{6660 \text{ Wh}}{220 \text{ VDC}} = \frac{30,27 \text{ A}}{10} = 3,03 \text{ A} \quad (6)$$

Tasavirtapihtimittarilla mitattaessa tasasuuntaajilta lähteviä kuormituksia ei saada mittaustuloksiksi aivan yhtä suuria arvoja kuin edellä lasketut. Voidaankin todeta arvioitujen tehojen olevan yläkanttiin arvioituja.

Mitatut kuormitusvirrat olivat seuraavat:

Tasasuuntaaja 1: 2,0 A

Tasasuuntaaja 2: 0,3 A

Yhteensä siis 2,3 A, joka on 0,7 A vähemmän kuin laskettu virta.

3.12 Tasasähkön tarve Kalevassa saneerauksen jälkeen

Aseman 20 kV kojeisto tullaan uudistamaan täysin. Uusi kojeisto tulee olemaan tehdasvalmisteinen. Laitteiston toimittajasta ei tällä hetkellä vielä ole tietoa. Aseman ohjaus- ja suojausjärjestelmät tullaan myös uusimaan kokonaisuudessaan. Vanhoista sähkömekaanisista releistä tullaan luopumaan. /9/

Vanhat releet korvataan nykyaikaisilla numeerisilla mittaus, ohjaus- ja suojausyksiköillä. Tämä johtaa siihen, että tasasähkökuormitus asemalla tulee kasvamaan. Toisaalta releiden määrä tulee vähenemään, koska yhdellä yksiköllä voidaan toteuttaa useita eri toimintoja, muun muassa oikosulkusuojaus ja maasulkusuojaus sekä ohjaukset ja mittaukset.

Uudistuksen myötä myös erillisten asennonosoittimien tarve tulee häviämään, katkaisijoiden ja erottimien asentotiedot näkyvät em. yksiköiden paneeleista. Tasasähkön tarvetta tulee lisäämään myös erottimien viritysmoottorit, jotka tulevaisuudessa tulevat toimimaan tasasähköllä entisen paineilman sijaan.



Kuva 12. nykyaikainen SF₆ eristeinen 20kV kojeistosta (Siemens)

3.13 Apusähkösuojaus

Apusähköjärjestelmä on merkittävä osa sähköaseman ohjaus- ja suojausjärjestelmää. Erityisesti edellytetään, että apusähköä on aina käytettävissä, koska sen puuttuessa suojaukset eivät toimi. Tästä syystä on apusähköjärjestelmää suojattava ja valvottava huolellisesti, ja lisäksi edellytetään tietyin osin varmennusta ja varajärjestelyjä. /1/

Apusähköjärjestelmään liitettävät laitteet jaotellaan sopivaa kokonaisuutta, esimerkiksi suurjännitekennoa tai ohjaustaulun kenttää syöttäviin ryhmiin, jotka kukin muodostavat oikosulkusuojan alimman portaan. Ylemmissä portaissa on oikosulkusuojina käytettävä kytkinvarokkeita, jos sarjassa olevat johdonsuojakatkaisijat eivät ole varmuudella keskenään selektiivisiä. Kunkin oikosulkusuojan tulee toimia myös seuraavan suojausportaan varasuojana. /1/

Oikosulkusuojan on kyettävä katkaisemaan suurin ja pienin mahdollinen oikosulkuvirta, kun oikosulku on sen omalla tai seuraavalla suojaportaalla, jonka varasuojana se toimii. Akuston syöttämä suurin oikosulkuvirta lasketaan ottamalla huomioon myös pariston sisäinen resistanssi. Suurimmat oikosulkuvirrat lasketaan pariston suurimman latausjännitteen ja pienimmät oikosulkuvirran pienimmän purkausjännitteen mukaan. /1/

Oikosulkusuojan toimimisesta on saatava hälytys. Hälytyksen järjestäminen yksinkertaisimmin on toteutettavissa johdonsuojakatkaisijoiden apukoskettimilla.

Hälytyspiirin jännite on otettava toisesta apujännitelähteestä tai oikosulkusuojien etupuolelta, jolloin jännite ei häviä oikosulkusuojan toimiessa. /1/

Tasasähköjärjestelmien oikosulkusuojauksen suunnittelussa on kiinnitettävä erityistä huomiota selektiivisyyteen häiriön rajaamiseksi mahdollisimman pienelle alueelle. Toinen tärkeä vaatimus on suojauksen nopeus, koska oikosulun aikana jännite laskee koko viallisessa verkon osassa, kunnes suoja erottaa vian. Mikäli jännitteen alenema kestää kauan, se saattaa aiheuttaa toimintahäiriöitä tasasähköjärjestelmän laitteissa. /1/

Tasasuuntaaja ja akusto varustetaan kahvasulakkeilla, joiden toimimisesta saadaan hälytys. Tasasuuntaajan lähdön sulakkeet on mitoitettava lähinnä suojaamaan tasasuuntaajaa sen sisäisten vikojen aiheuttamalta takasyötöltä. /1/

Akuston pääsulakkeet ovat järjestelmän tärkeimmät suojat ja niiden on oltava ehdottoman selektiivisiä pääjakelun kanssa ja mahdollisuuksien mukaan myös tasasuuntaajahaaran sulakkeiden kanssa. Pääsulakkeet tulee sijoittaa lähelle akuston napoja sekä plus- ja miinusnavan sulakkeet mieluummin eri koteloihin, jotta napaoikosulun vaara pienenee. Pääsulakkeiden tulee toimia riittävän nopeasti myös purkautuneen akun virralla. /1/

Napojen lähelle asennettavat pääsulakkeet voidaan korvata akuston keskipisteeseen asennettavalla sulakkeella, tällöin akusto on aina suojattu napaoikosululta.



Kuva 13. Akuston keskipistesulake (kytkinvaroke) ja kontaktorin avulla toteutettu hälytyksen anto sulakkeen palamisesta.

Jännitteen häviämisestä jostakin apusähköjärjestelmän osasta on saatava hälytys. Oikosulkusuojan apukoskettimien avulla järjestettävä hälytys ei kuitenkaan riitä, koska jännite voi hävitä muunkin syyn kuin oikosulkusuojan toiminnan vuoksi. Varsinainen alijännitesuojaus järjestetään alijännitereleellä, jolla valvotaan akkupariston jännitettä. Jännitteen laskiessa liikaa tulee releen antaa hälytys. Releen tulee olla kuitenkin niin hidastettu, ettei se saa toimia jännitteen laskettua hetkeksi kuormitusnykäysten vaikutuksesta. Jos mahdollista, tulee alijännitesuojan apujännite ottaa eri paristosta.

Tasasuuntaajan rikkoutuminen saattaa aiheuttaa liian suuren latausjännitteen akustolle ja samalla kaikille tähän jännitteeseen liitetyille kuormille. Tätä ylijännitettä valvoo ylijänniterele, jonka toiminnasta saadaan hidastettu hälytys.

Tasasähköjärjestelmät on yleensä maasta erotettuja, jolloin yksi maasulku ei vielä häiritse järjestelmän toimintaa. Kaksoismaasulkujen aiheuttamien virhetoimintojen välttämiseksi järjestelmän eristystilaa valvoo tavallisesti maasulkurele, joka kytketään akuston keinotekoisen keskipisteen ja maan välille. Maasulkureleen tulee toimia herkästi jopa maasulun ollessa jonkin apureleen ja sitä ohjaavan koskettimen välissä koskettimen ollessa auki, jolloin apureleen käämi toimii vikaresistanssina.

/1/

LÄHDELUETTELO

Painetut lähteet

- 1 Mörsky, Jorma, Relesuojaustekniikka. Otatieto 1992
- 2 Sähköasemat III 16-84 Suojaus-, mittaus- ja ohjausjärjestelmät.
Insinöörien koulutuskeskus r.y 1984
- 3 110/20kV sähköaseman tasasähköjärjestelmä, Suomen
Sähkölaitosyhdistys r.y:n julkaisusarja 5/82
- 5 Exide Oy, akkuesite 2003
- 6 ST-kortisto 52.30
- 7 Finngrid Oyj, akuston mitoitus 2004
- 8 Eldaco, tasasuuntaaja katalogi 2003

Painamattomat lähteet

- 9 Pekka Vanhatalo, Sähkövoimatekniikan tekniikko. Keskustelut 2006-2007.
Tampereen Sähköverkko Oy. Tampere.

Sähköiset lähteet

- 4 Virtuaali amk. [www-sivu]. [viitattu maaliskuu 2007] Saatavissa:
<https://www.virtuaali.amk.fi/opintojaksot/030503/1132057231100/1132058059176/1132059476614/1133272908995.html.stx>
- 10 Tutkintotyöohje. [sähköinen dokumentti.] Tampereen
ammattikorkeakoulun intranet. [viitattu 20.4.2007.] Saatavissa:
<https://intra.tpu.fi/sivut/tm/data/index.htm>

3.0 Kalevan sähköasema M 0711

3.1 Kaleva 20 kV

KLV:n omakäyttömuuntamon, *M0711*, 20 kV:n kennoa syötetään normaalisti KLV:n kennosta B05 Takojankatu. Syöttö tulee omakäyttökojeiston kennoon 1. Omakäyttökojeiston kennon 2 tulee varasyöttö osoitteesta *M1249* Sarvijaakonkatu 3. Omakäyttökojeiston kenno 3 syöttää omakäyttömuuntajaa T1 (200 kVA).

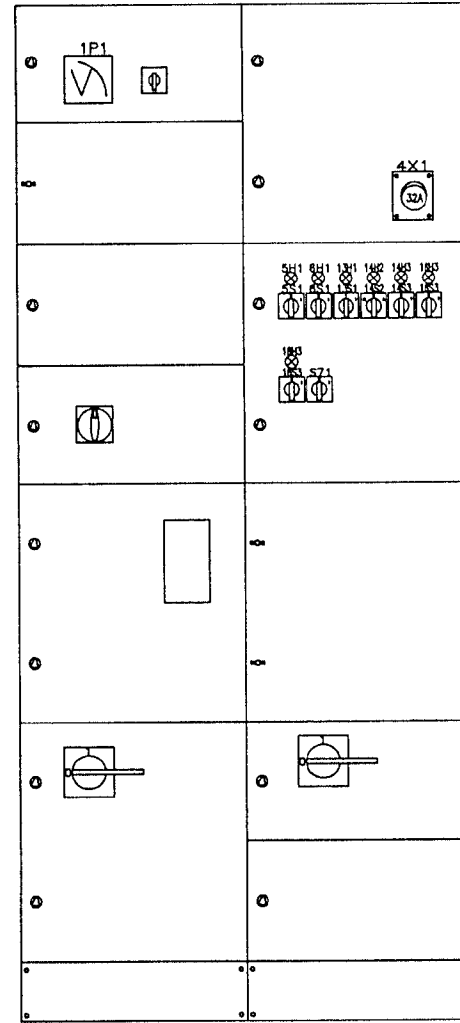
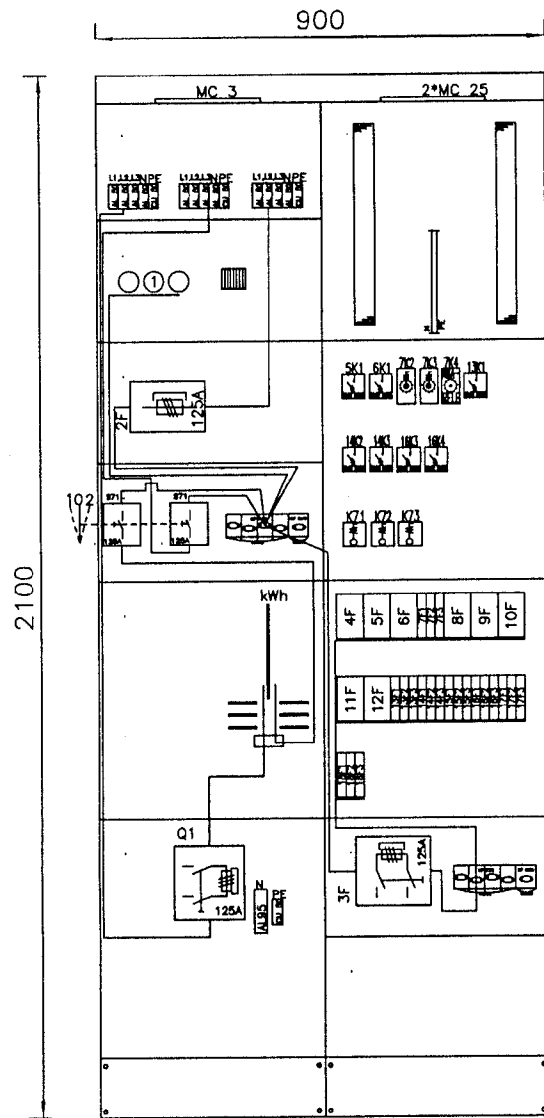
3.2 Kaleva 230/400 V

Omakäyttömuuntaja T1 syöttää sähköaseman 230/400 V omakäyttökeskusta *K01*.

Omakäyttökeskuksesta *K01* syötetään ja mitataan ryhmäkeskuksia *R1* valvomo, *R2* väestönsuoja, *R3* lämmönjako ja *R4* työhuone.

Sähköaseman omakäyttökeskukseen *K01* tulee pienjännitevarasyöttö (3x185 Al) muuntamolta *M1351* Sarvijaakonkatu, jakokaapin *A 1766* lähdestä *08*. Jakokaapilla sulakkeet 315 A paikallaan. Pienjännitevarasyöttö normaalisti auki sähköaseman omakäyttökeskukselta.

LIITE 2



Tyyppi SERO	Kotelointiluokka IP 34	Suojaus sähköiskulta LK 1	Maadoitusjärjestelmä TN-JÄRJESTELMÄ
Nimellivirta I_N 125 A	Liittymisteho P_N kW	Osaointi 3a,3b,4a,4b	Standardi SFS-EN60439
Nimellijännite U_N 400 V	Nimellitaajuus 50 Hz	Suhde 1:10 A3	Terminen nimelliskestovirta I_{cw}

SK-KOJEISTOT OY
 VÄINÖLÄNKATU 12 PUH 06-421 1800
 60120 SEINÄJOKI FAX 06-421 1845

ASIAKAS
VAASA ENGINEERING OY
 RUNSORINTIE 5
 65380 VAASA

KOHDE
VAKKA-SUOMEN VOIMA OY
 MONNA SÄHKÖASEMA
 1NE KOKOONPANO

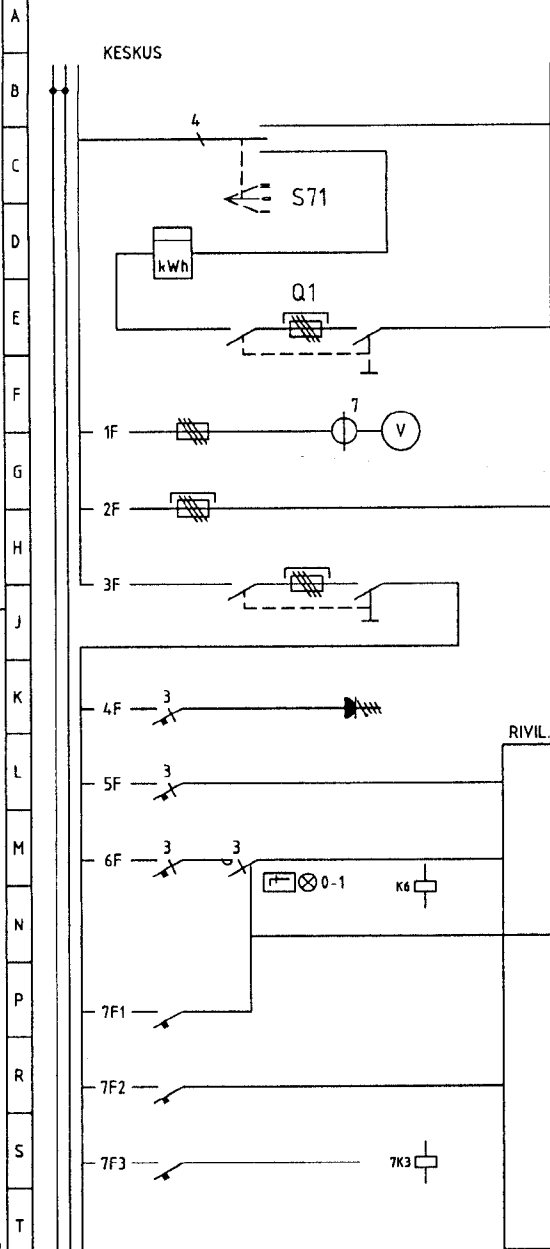
Suunn. M.K./12.06.-021700_1.dwg	Arkisto	Keskus	Työnro
Piirt. M.KOVUNIEMI	Lehti 1/1	1NE	020496
Tark.		Piirustus n:o	1700

D muutos
 E muutos
 F muutos
 A muutos
 B muutos
 C muutos
 A muutos
 B muutos
 C muutos

LIITE 3

11 12 13 14 15 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28

KESKUS KESKUKSEN ULKOPUOLELLA TUNNUS NIMITYS TEHO VIRTAA SUOJA KAAPELI KAAP.NUM HUOM.



TUNNUS	NIMITYS	TEHO	VIRTAA	SUOJA	KAAP.ELI	KAAP.NUM	HUOM.
	VARASYÖTTÖ					2001	
	SYÖTÖNVAIHTOKYTKIN			125A			
	ENERGIAMITTAUS						
OKM	OMAKÄYTTÖMUUNTAJA	30	43	80/125	MCMK 4x16+16	2002	
	JÄNNITEMITTAUS			2/25			
	VKO LAITTEISTO			80/125	MCMK 4x25+16	2003	
	VAROKEAUTOMAATTIEN ETUKOJE			25/63			
	KESKUKSEN 3-v PISTORASIA			C25			
	VALVOMO / KOJEISTOTILA LÄMMITYS	4 x 0,8		C10	MMJ 5x1,5 S	2005	
TE6	TERMOSTAATTI				MMJ 4x1,5 S	3001	
	LÄMMITYKSEN OHJAUS			C6			
	KYTKINKENTÄN VALAISTUKSEN OHJ.			C6			
	VAIHTOSÄHKÖNVALVONTARELE			C6			

MUUTOS
 MODIFIED
 PÄIV.
 DATE
 TARK.
 APPR.
 CHECK
 DRAWN
 DRAWMAN
 D
 E
 F
 G
 H
 J
 K
 L
 M
 N
 P
 R
 S
 T
 A
 B
 C



OSASTO DEPART. AE
 SUUNN. PREPARED PETTERI MÄKINEN
 PÄIV. DATE 20.02.2004
 TARKASTI CHECKED RS

VAKKA-SUOMEN VOIMA Oy
 MONNA
 110/20 kV SÄHKÖASEMA

KESKUSKAAVIO

Työnä PROJING KE04.3710.02
 LEHTI SHEET 1 JATKUA CONTIN. 2
 PIRJON DRAWING 1701
 KOODI CODE TURNUUS IDENT 1NE
 CAD TIED. CAD FILE 1701_1.DWG

LIITE 4

KESKUS	RIVIL. KESKUKSEN ULKOPUOLELLA	TUNNUS	NIMITYS	TEHO	VIRTA	SUOJA	KAAPELI	KAAP.NUM	HUOM.
8F 3			KOJEISTOTILA 3-v PISTORASIA			C16	MMJ 5x2,5 S	2006	
9F 3		E01.PT1.M1	KÄÄMIKYTKIMEN MOOTTORI			C10	MCMK 4x2,5+2,5	2007	
10F 3						C10		2008	
11F 3		E01.JK	PISTORASIAJAKOKAAPISSA			C16	MCMK 4x2,5+2,5	2009	
12F 3		VK01	VALAISTUS JA PISTORASIAJAKOKAAPISSA			C16	MCMK 4x2,5+2,5	505	
						C16		2010	
13F1			RÄYSTÄSKOURUJEN LÄMMITYS	2x0,225		C10	MCMK 2x2,5+2,5	2011	
			RÄYSTÄSKOURUJEN LÄMMITYS				MCMK 2x2,5+2,5	2012	
		TE13	ULKOTERMOSTAATTI				MMJ 4x1,5 S	3003	
13F2			VALVOMO / KOJEISTOTILA VALAISTUS			C10	MMJ 3x1,5 S	2013	
13F3			LK1 UPS-LAITEKAAPPI			C10	MMJ 3x1,5 S	2014	
14F1			KYTKINKENTÄN VALONHEITTIMET			C10	MCMK 2x2,5+2,5	2015	
14F2			RAKENNUKSEN ULKOVALAISTUS			C10	MMJ 3x1,5 S	2016	
			RAKENNUKSEN ULKOVALAISTUS				MMJ 3x1,5 S	2017	
			H1	HÄMÄRÄKYTKIN			MMJ 4x1,5 S	3004	
14F3		PISTORASIA VALVOMO			C16	MMJ 3x2,5 S	2018		
15F1		PISTORASIA KOJEISTOTILA			C16	MMJ 3x2,5 S	2019		
15F2		1NH	VARAAJA 1 110 VDC			C10	MMJ 3x1,5 S	2020	
15F3		2NM	VARAAJA 2 110 VDC			C10	MMJ 3x1,5 S	2021	

MUUTOS MOODED
 PÄIV. DATE
 TARK. CHECKED
 PÄIV. DATE
 TARK. CHECKED
 MUUTOS MOODED
 PÄIV. DATE
 TARK. CHECKED



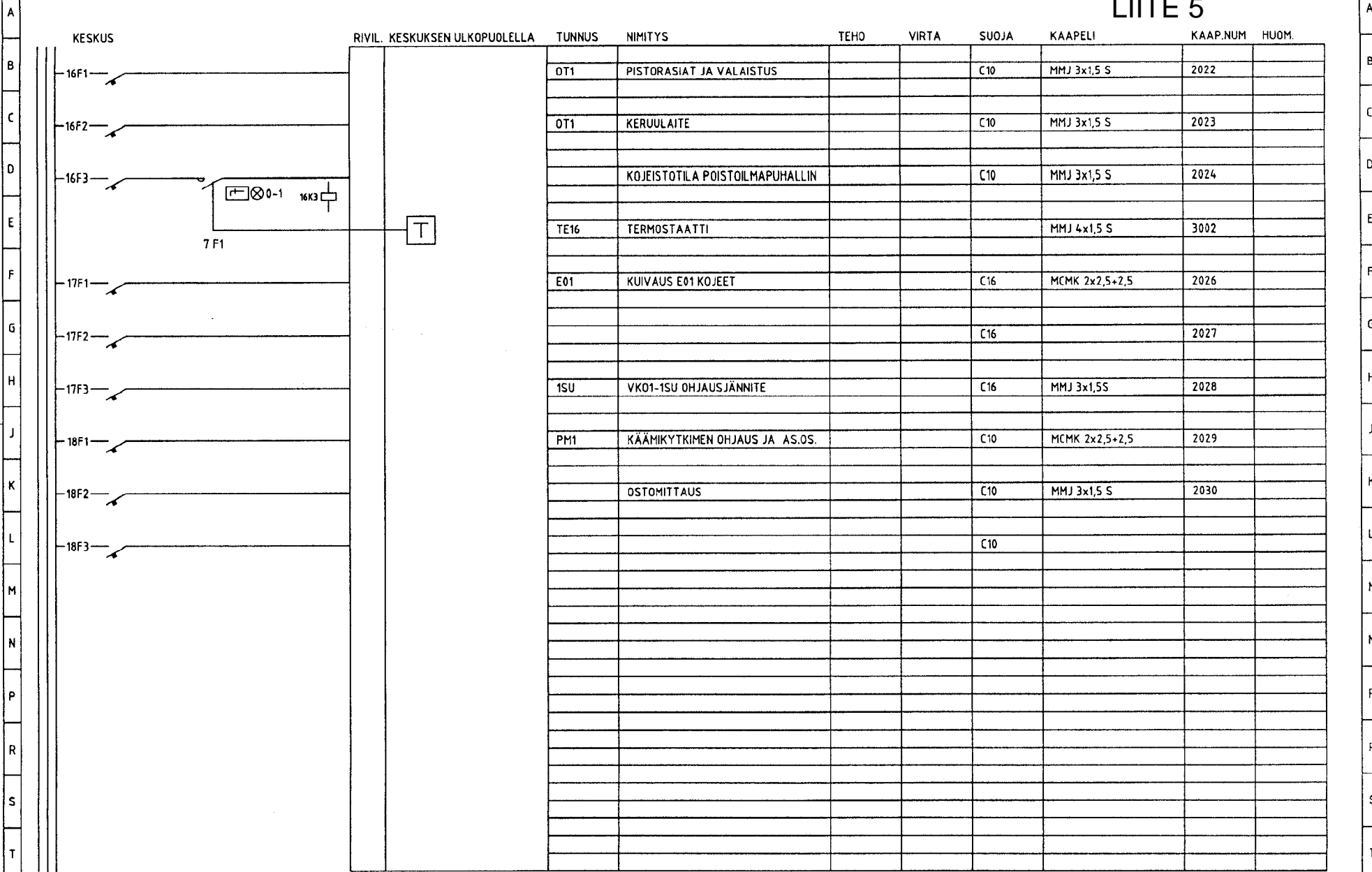
OSASTO DEPART.	AE	SUURTE SCALE	
SIUNN. PREPARED	PETTERI MÄKINEN	Piirrt. DRAWN	PM
PÄIV. DATE	20.02.2004	HYVÄKSYTY APPROVED	VY
TARKASTI CHECKED	RS		

VAKKA-SUOMEN VOIMA Oy
 MONNA
 110/20 kV SÄHKÖASEMA

KESKUSKAAVIO	
KOODI CODE	TUNNUS IDENT
	1NE

TYÖNÖ PROJ.NO	KE04.3710.02
LEHTI SHEET	2
JÄTKÖJÄ CONTIN.	3
PIIRINÖ DRAWING	1701
CAD TIED. CAD FILE	1701_2.DWG

LIITE 5



MUUT. PART. TARK. PÄIV. MUUT. PART. TARK. PÄIV. MUUT. PART. TARK. PÄIV.
 REV. DRAWN CHECK. DATE REV. DRAWN CHECK. DATE REV. DRAWN CHECK. DATE



OSASTO DEPART. AE
 SUUNN. PREPARED PETTERI MÄKINEN
 PÄIV. DATE 10.03.2004
 TARKASTI CHECKED RS

VAKKA-SUOMEN VOIMA Oy
 MONNA
 110/20kV SÄHKÖASEMA

KESKUSKAAVIO
 KOODI CODE
 TUNNUS IDENT 1NE

TYÖNO PROJ.NO KE03.3710.02
 LEHTI SHEET 3
 PIRI.NO DRAWING 1701
 CAD TIED. CAD FILE 1701_3.dwg

LIITE 6

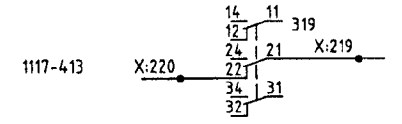
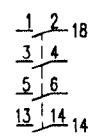
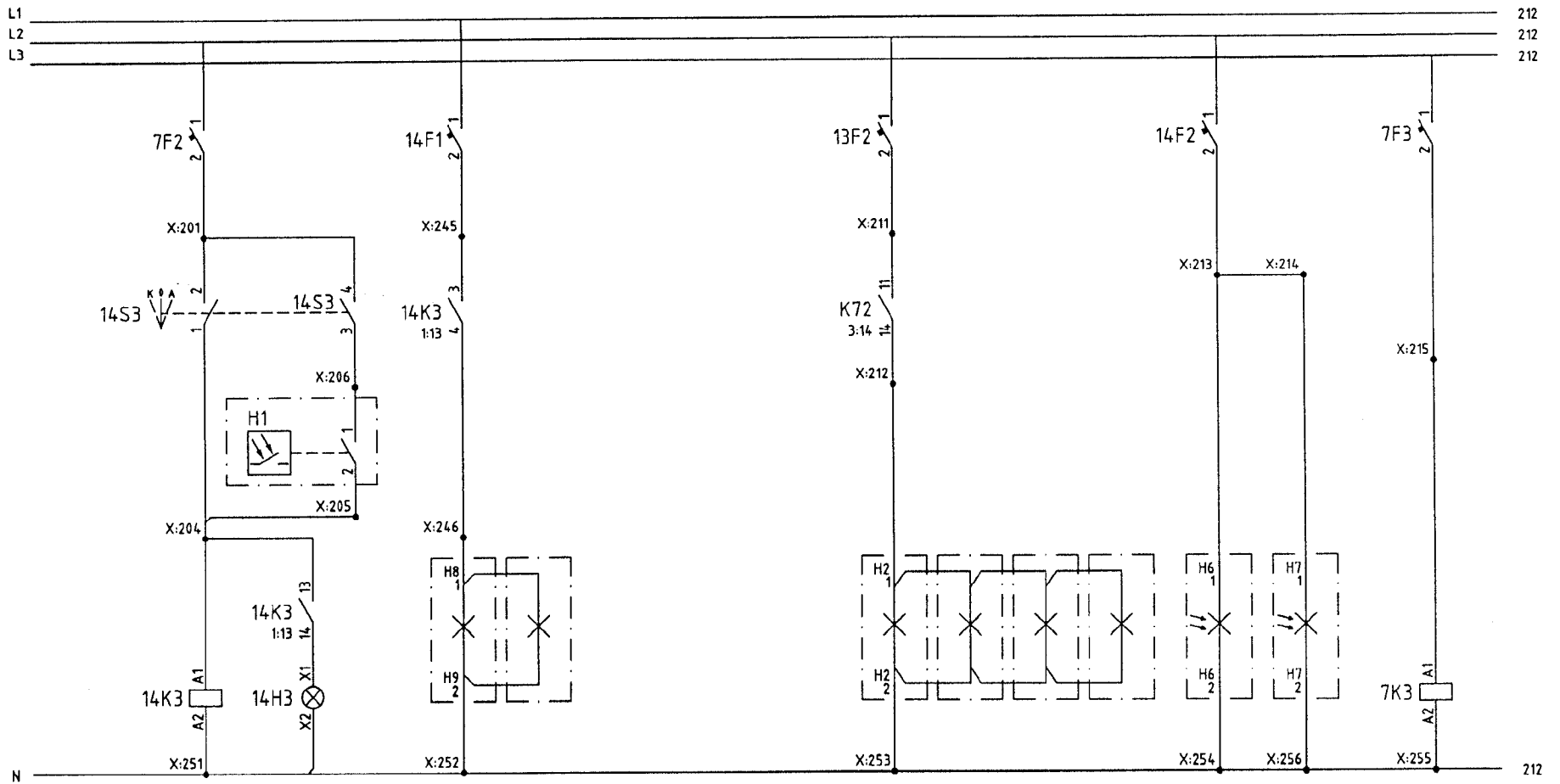
KYTKINKENTÄN
VALAISTUKSEN OHJAUS

KYTKINKENTÄN VALAISTUS
-MASTOVALAISIMET

VALAISTUS
VALVOMO / KOJEISTOTILA

ULKO-OVIEN
VALAISTUS

VAIHTOSÄHKÖN-
VALVONTARELE



Vaasa Engineering
VAASA FINLAND

OSASTO DEPART. AE
SUUNN. SCALE
SUUNN. PREPARED PETTERI MÄKINEN
PÄIV. DATE 10.03.2004 PRT. DRAWN PM
TARKASTI CHECKED RS HYVÄKSYI APPROVED VY

VAKKA-SUOMEN VOIMA OY
MONNA
110/20kV SÄHKÖASEMA

OMAKÄYTTÖKESKUS 1NE
VALAISTUS

KOODI CODE TUNNUS IDENT 1NE

TYÖNÖ PROJIMO KE03.3710.02
LEHTI SHEET 1 JATKUU CONTIN. 2
PIIRINÖ DRAWING 1702 REV. -
CAD TIED. CAD FILE 1702_1

LIITE 7

VALVOMON JA KOJEISTOTILAN SÄTEILYLÄMMITYS

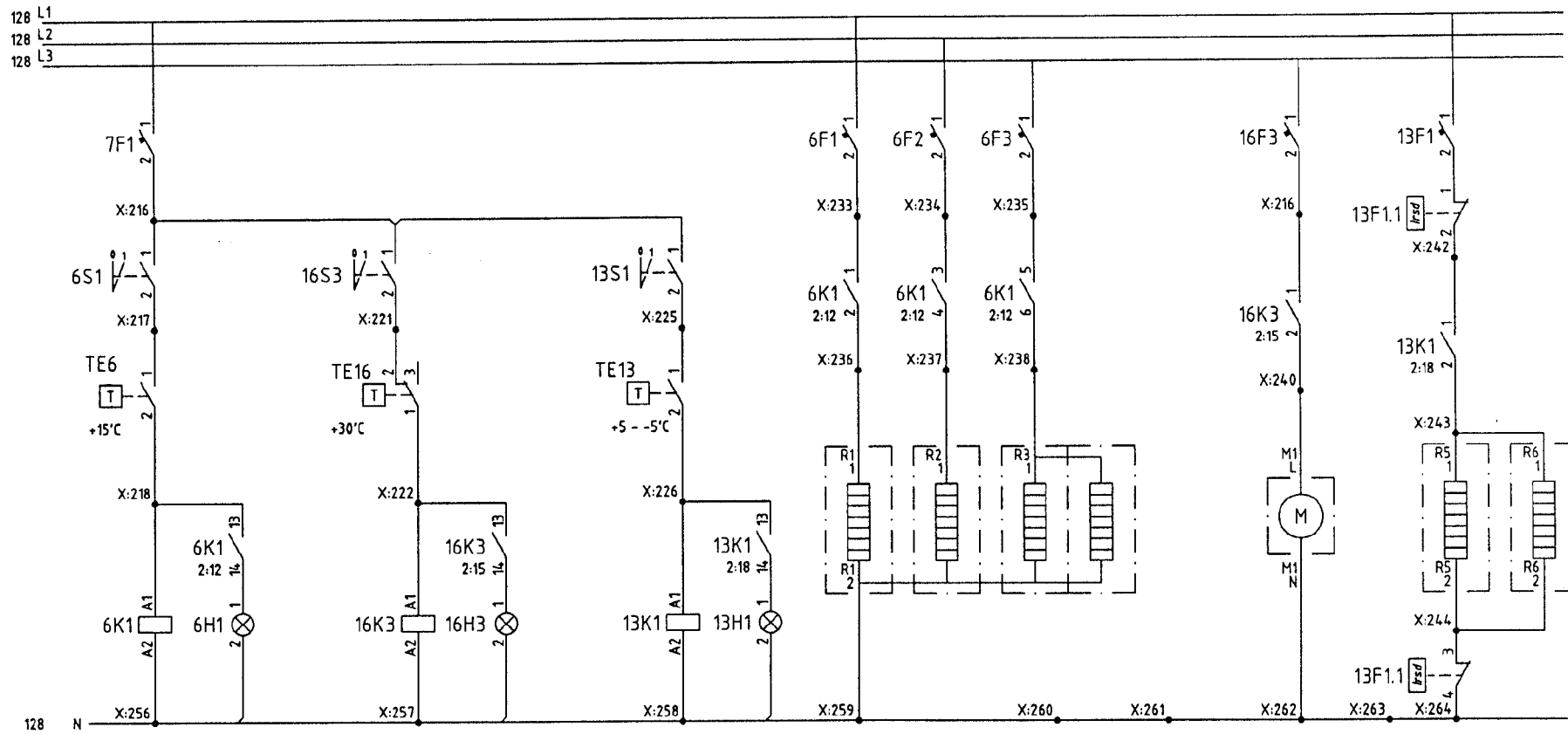
KOJEISTOTILAN POISTOILMA-PUHALLIN

RÄYSTÄSKOURU LÄMMITYS

VALVOMON JA KOJEISTOTILAN SÄTEILYLÄMMITYS

KOJEISTOTILAN POISTOILMA-PUHALLIN

RÄYSTÄSKOURU LÄMMITYS



1	2	20
3	4	21
5	6	22
13	14	13

1	2	25
3	4	21
5	6	22
13	14	16

1	2	27
3	4	21
5	6	22
13	14	19



OSASTO DEPART.	AE	SKUDE SCALE	
SIUNN. PREPARED	PETTERI MÄKINEN		
PÄIV. DATE	10.03.2004	Piirt. DRAWN	PM
TARKASTI CHECKED	RS	HYVÄKSYI APPROVED	VY

VAKKA-SUOMEN VOIMA OY
MONNA
110/20kV SÄHKÖASEMA

OMAKÄYTTÖKESKUS 1NE
LÄMMITYS

KOODI CODE	TUNNUS IDENT	1NE
------------	--------------	-----

TYÖNO PROJ.NO	KE03.3710.02		
LEHTI SHEET	2	JATKUU CONTIN.	3
Piir.no DRAWING	1702	REV.	-
CAD TIED. CAD FILE	1702_2		

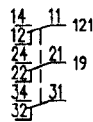
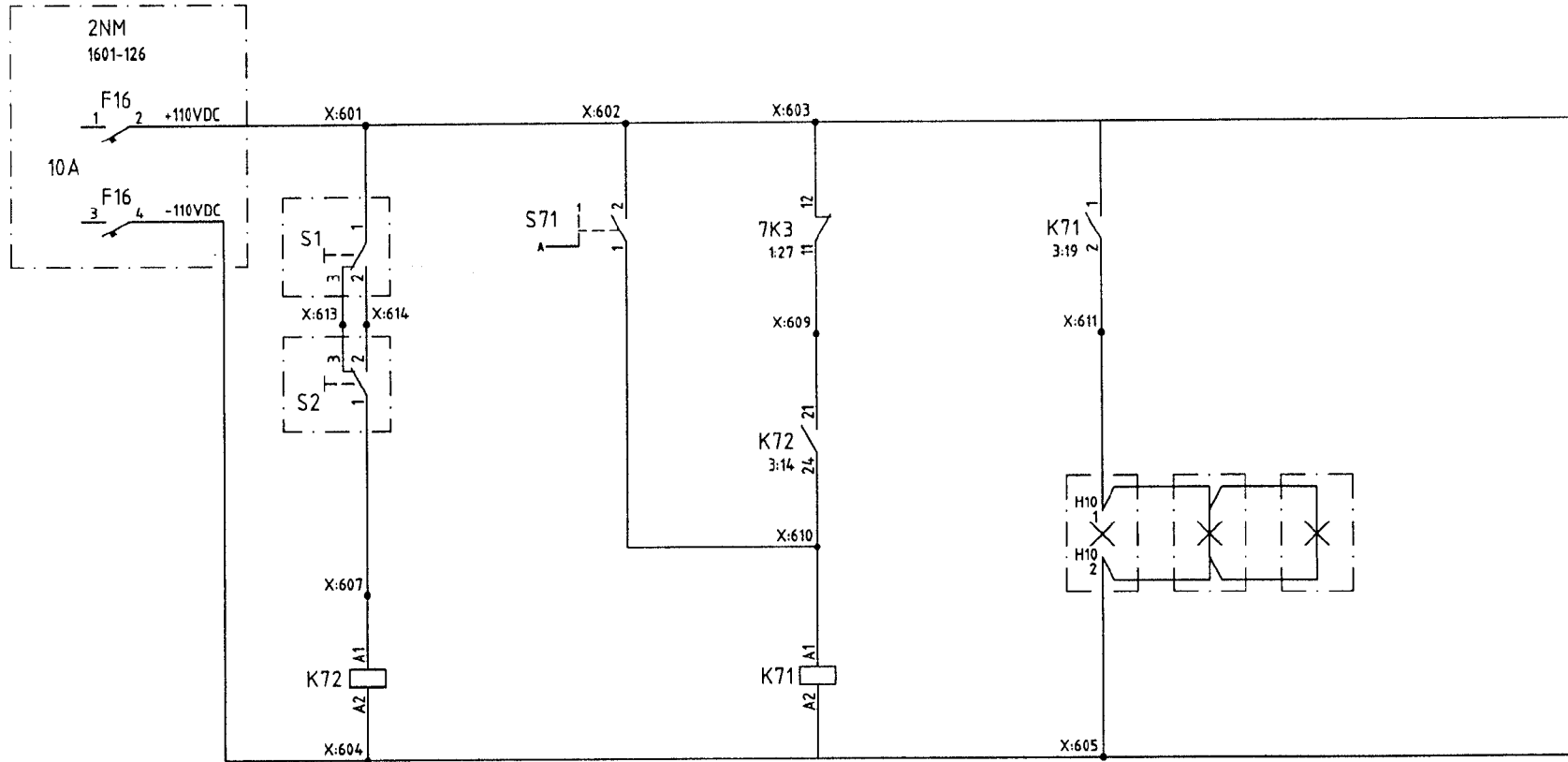
LIITE 8

VALVOMON JA KOJEISTOTILAN
VALAISTUSKYTKIMET

VARAVALOJEN
KOESTUSKYTKIN

VARAVALO
KONTAKTORI

VARAVALOT
VALVOMO JA KOJEISTOTILA



MAAT. PART. DATE
 REV. DRAWN CHECK APPL DATE
 MAAT. PART. DATE
 REV. DRAWN CHECK APPL DATE

Vaasa Engineering
VAASA FINLAND

OSASTO DEPART. AE
 SUUNN. PREPARED PETTERI MÄKINEN
 PÄIV. DATE 10.03.2004
 TARKASTI CHECKED RS

VAKKA-SUOMEN VOIMA OY
 MONNA
 110/20kV SÄHKÖASEMA

OMAKÄYTTÖKESKUS 1NE
 VARAVALAISTUS
 110 VDC

KOODI CODE

TUNNUS IDENT 1NE

TYÖNÖ PROJ.NO KE03.3710.02

LEHTI SHEET 3 JATKIJA CONTM. 4

PIIRIÖ DRAWING 1702

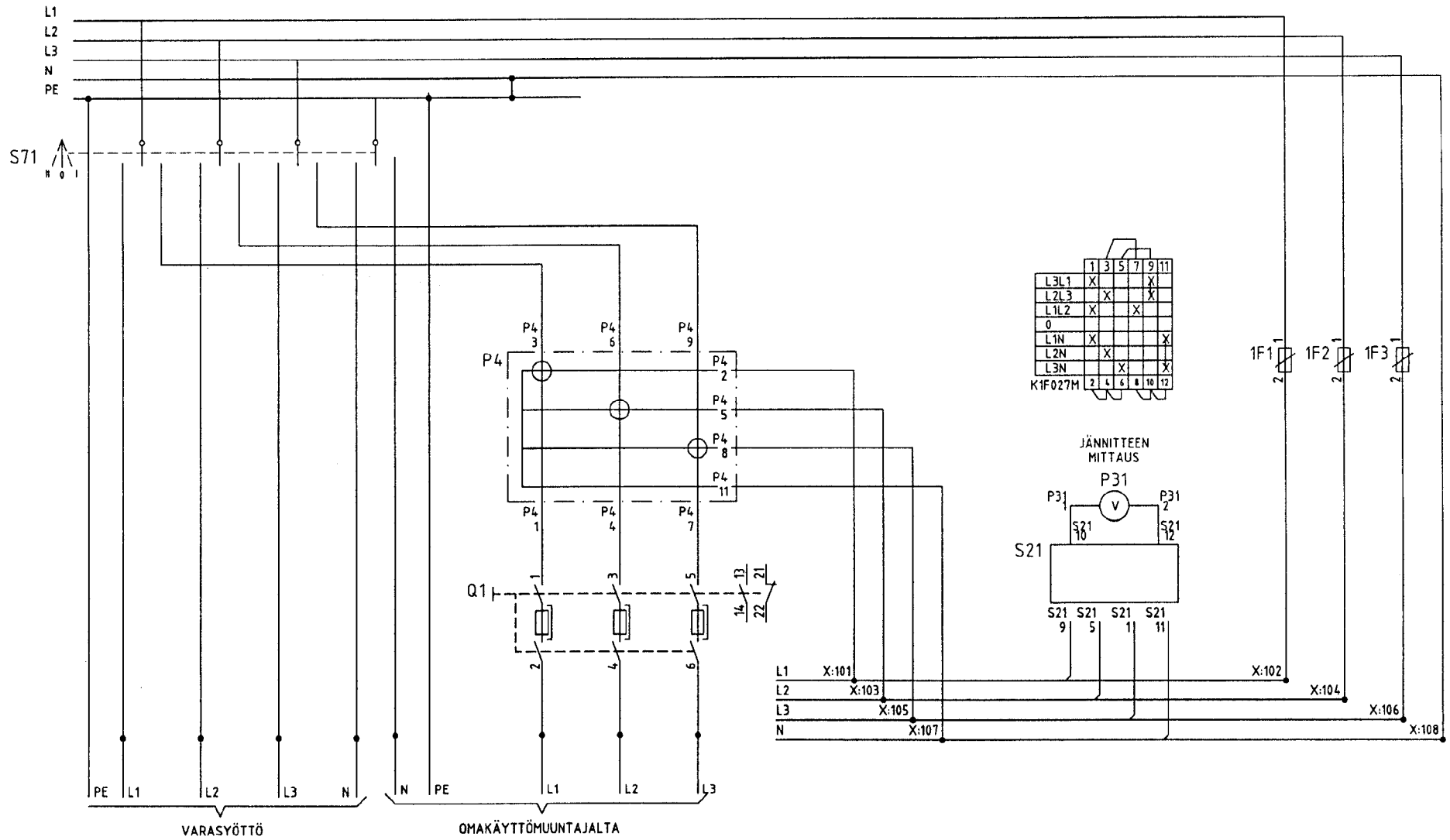
REV. -

CAD TIED. CAD FILE 1702_3

LIITE 9

SYÖTÖNVAIHTO

ENERGIAMITTARI



Vaasa Engineering
VAASA FINLAND

OSASTO DEPART. AE
SUUNN. PREPARED PETTERI MÄKINEN
PÄIV. DATE 10.03.2004
TARKASTI CHECKED RS

VAKKA-SUOMEN VOIMA OY
MONNA
110/20kV SÄHKÖASEMA

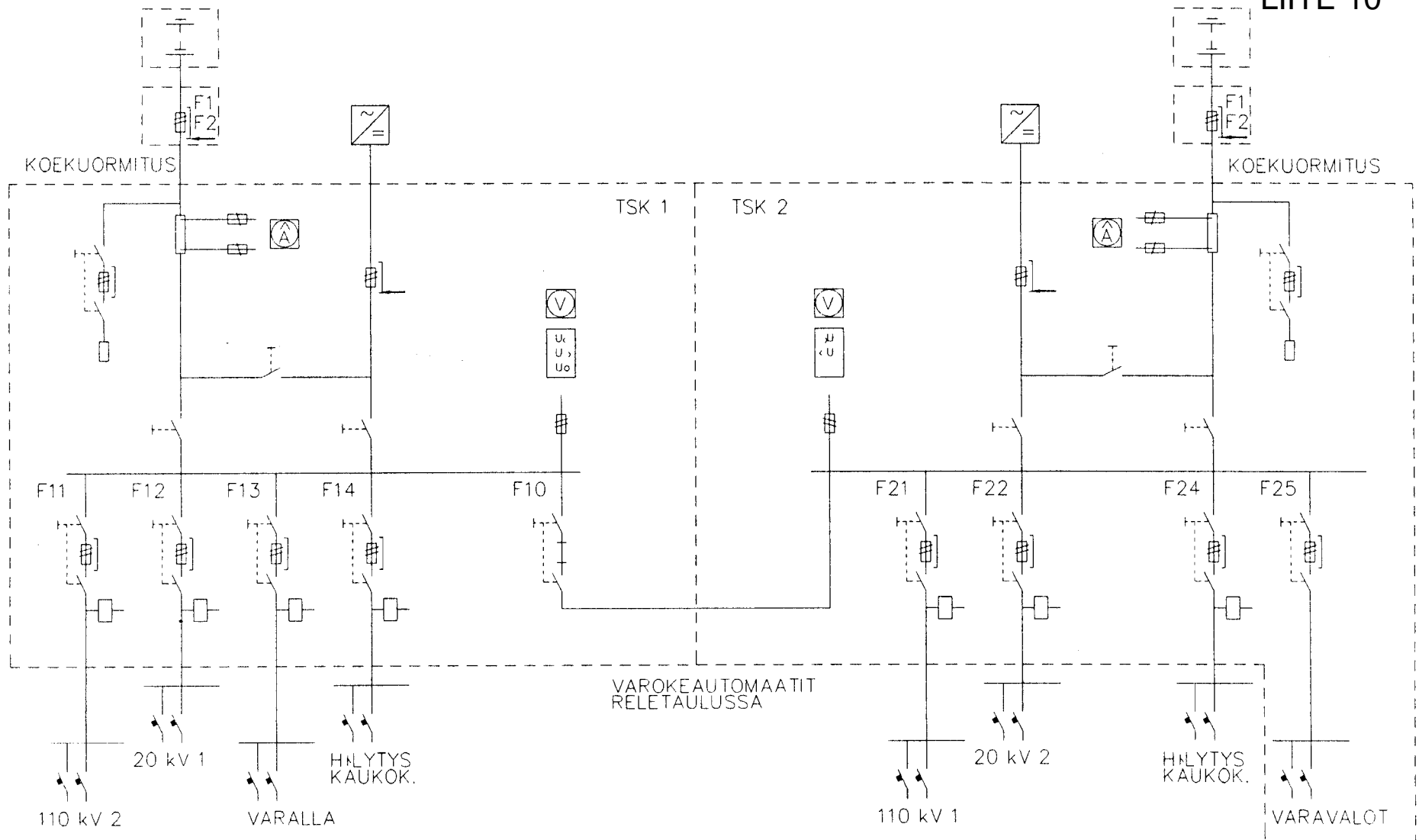
OMAKÄYTTÖKESKUS 1NE
SYÖTTÖ
MITTAUS


TYÖNO PROJ.NO KE02.3710.02
LEHTI SHEET 4
PIIRI.NO DRAWING 1702
LAD TIED. CAD FILE 1702_4

KOODI CODE
TUNNUS IDENT 1NE

JATKUU CONTIN. -
REV. -

REVISIONS:
REV. NO. DATE
1. 10.03.2004
2. 10.03.2004
3. 10.03.2004
4. 10.03.2004
5. 10.03.2004
6. 10.03.2004
7. 10.03.2004
8. 10.03.2004
9. 10.03.2004
10. 10.03.2004
11. 10.03.2004
12. 10.03.2004
13. 10.03.2004
14. 10.03.2004
15. 10.03.2004
16. 10.03.2004
17. 10.03.2004
18. 10.03.2004
19. 10.03.2004
20. 10.03.2004
21. 10.03.2004
22. 10.03.2004
23. 10.03.2004
24. 10.03.2004
25. 10.03.2004
26. 10.03.2004
27. 10.03.2004
28. 10.03.2004

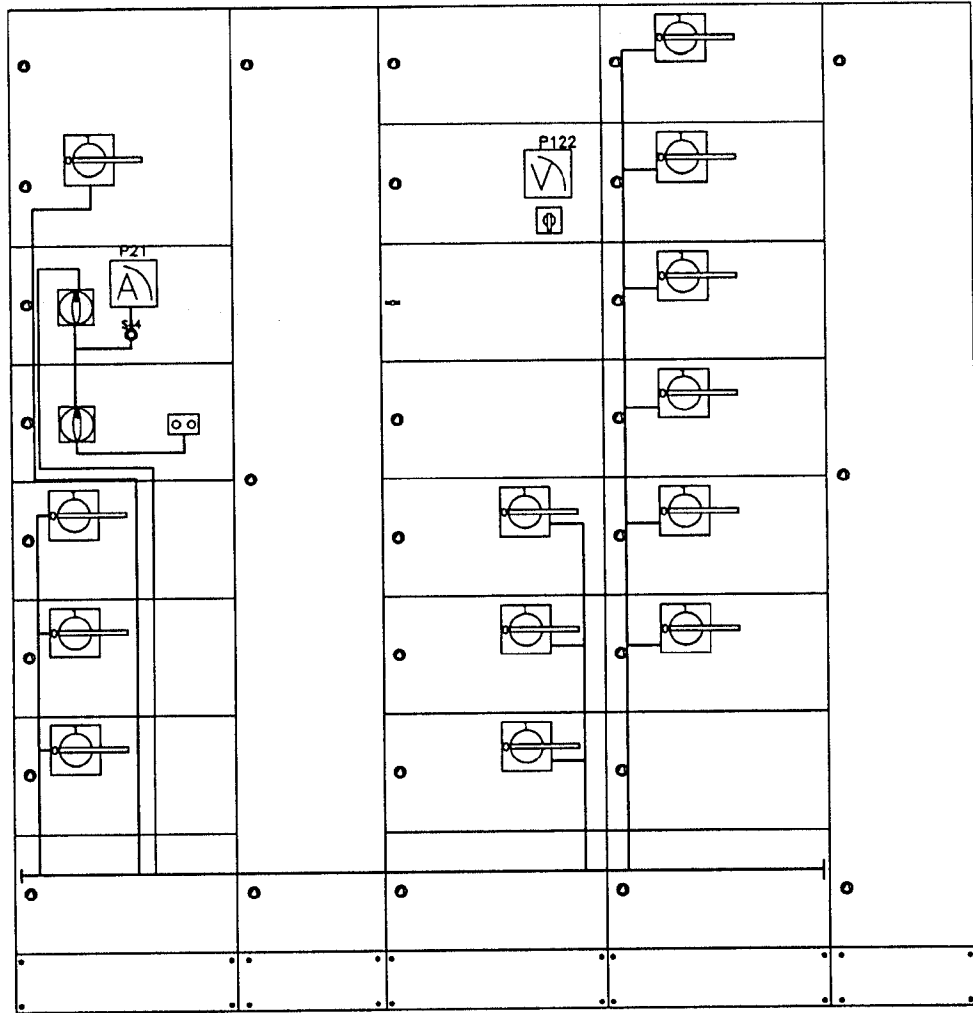


 ETELÄ-SUOMEN ENERGIA OY	Suunn./Piirt. 16.01.2004 / MSA	
	Tarkasti/Hyväksyt.	
Nimitys LANDBON 110 / 20 kV SÄHKÖASEMA TASASÄHKÖN JAKELU PERIAATEKAAVIO	Muutos	
	Tunnus	Lehti
	CAD no	Jatkuu
	Piir.no	Muutos

LIITE 8

1 12 13 14 15 16 17 18 20 21 22 23 24 25 26 27 8 29 30 31 32 33 34 35 37

LIITE 11



Typpi SERO	Kotelointiluokka IP 34	Suojaus sähköiskulta LK 1	Maadoitusjärjestelmä TN-JÄRJESTELMÄ
Nimellisvirta I_N 125 A	Liittymisteho P_N kW	Osaatointi 3a,3b,4a,4b	Standardi SFS-EN60439
Nimellisjännite U_N 110 V	Nimellitaajuus Hz	Suhde 1:10	A3
			Terminen nimelliskestovirta I_{cw}

D muutos
E muutos
F muutos

A muutos
B muutos
C muutos

SK-KOJEISTOT OY
VÄINÖLÄNKATU 12
60120 SEINÄJOKI
PUH 06-421 1800
FAX 06-421 1845

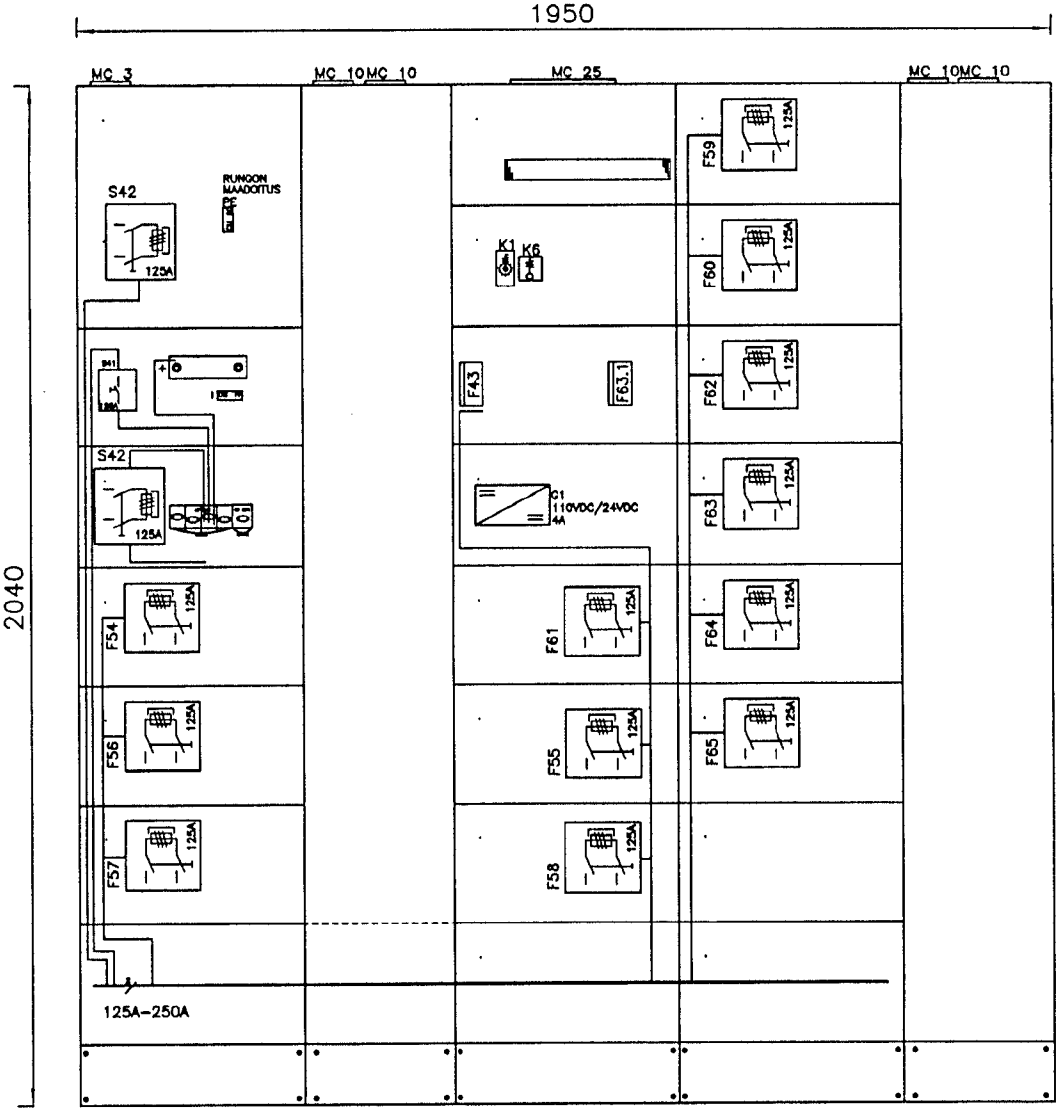
ASIAKAS
VAASA ENGINEERING OY
RUNSORVÄGEN 5
65380 VAASA

KOHDE
RAUMAN ENERGIA
1NM
KOKOONPANO

Suunn. M.K. /21.06.-04	Arkisto 040601	Keskus 1NM	Työnro 040601
Piirt. M.KOMUNIEMI	Lehti 2 / 2	Päristus n:o SÄH 040601	
Tark.			

1 12 13 14 15 16 17 18 1 20 21 22 23 24 25 26 27 3 29 30 31 32 33 34 35 3 37

LIITE 12



Typpi SERO	Koteloitiluokka IP 34	Suojaus sähköiskulta LK 1	Maadoitusjärjestelmä TN-JÄRJESTELMÄ
Nimellivirta I _N 125 A	Liittymisteho P _N kW	Osastointi 3a,3b,4a,4b	Standardi SFS-EN60439
Nimellisjännite U _N 110V	Nimellistaajuus Hz	Suhde 1:10	A3
			Terminen nimelliskestovirta I _{ow}

D muutos
E muutos
F muutos

A muutos
B muutos
C muutos

SK-KOJEISTOT OY

ASIAKAS
VAASA ENGINEERING OY
RUNSORVÄGEN 5
65380 VAASA

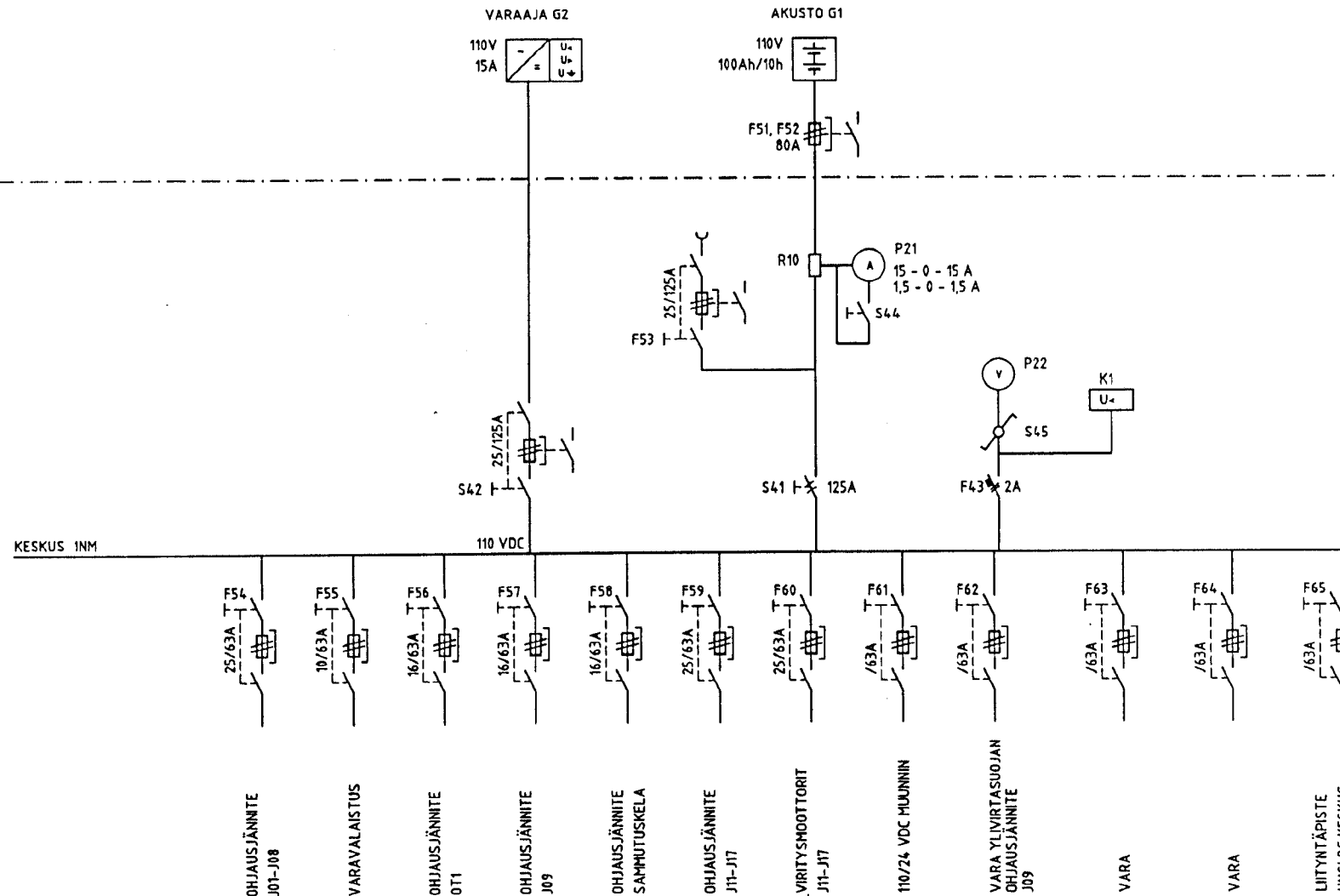
KOHDE
RAUMAN ENERGIA
1NM
KOKOONPANO

Suunn. M.K./12106-04	Arkiosto 040601	Keskus 1NM	Työnro 040601
Piirt. M.KOMUNIEMI	Lehti 1/2	Piirustus n:o	
Tark.		SÄH 040601	

VÄINÖLÄNKATU 12
60120 SEINÄJOKI

PUH 06-421 1800
FAX 06-421 1845

LIITE 13



OSASTO DEPART.	AE	SUURE SCALE
SUUNN. PREPARED	A.Pätsi	
PÄIV. DATE	06.05.2004	PIRT. DRAWN AP
TARKASTI CHECKED	RS	HYVÄKSYTI APPROVED JH

RAUMAN ENERGIA OY
OTA
110/20 kV SÄHKÖASEMA

110 V TASASÄHKÖJÄRJESTELMÄ
PÄÄKAAVIO

KOODI CODE

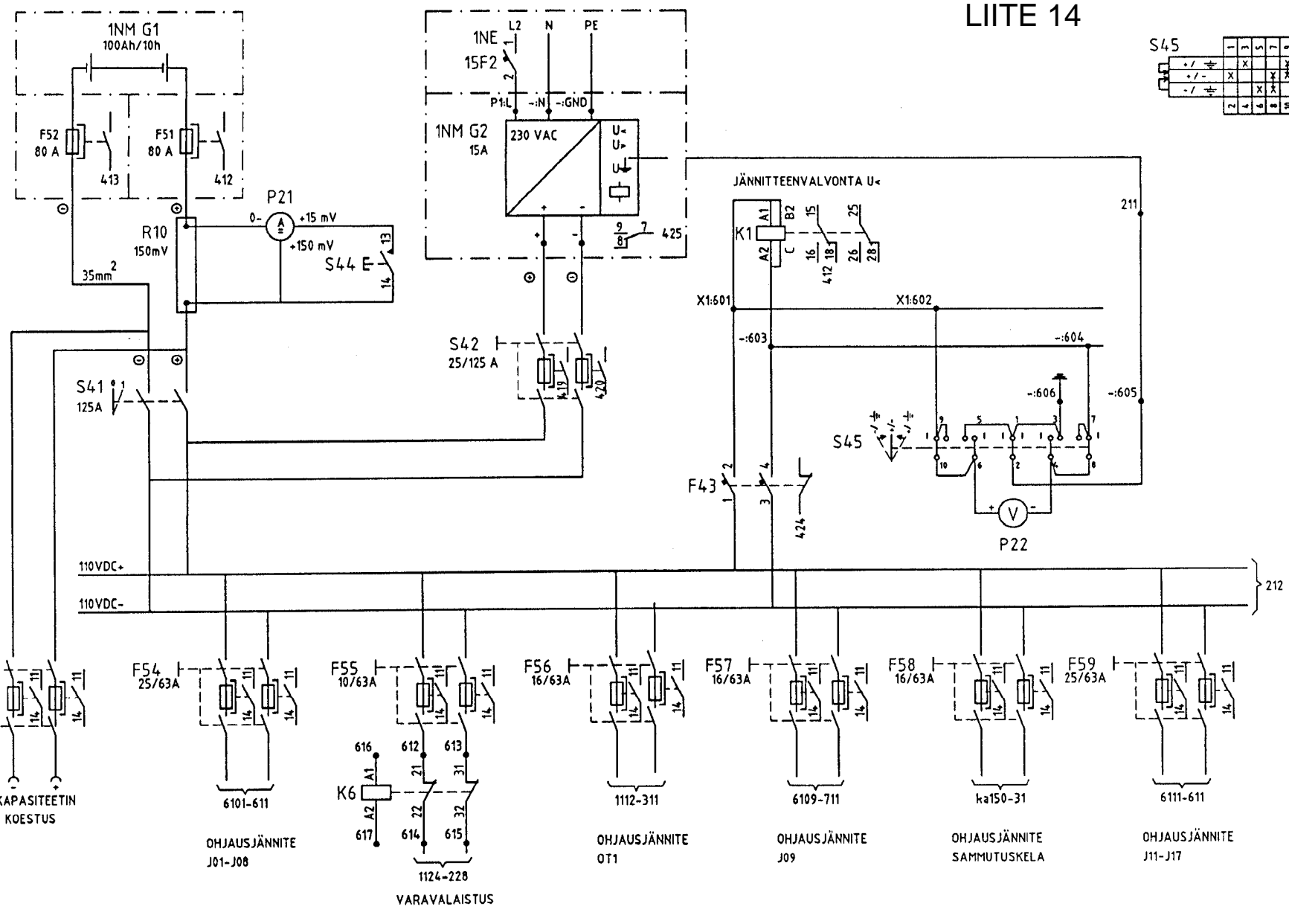
TUNNUS IDENT 1NM

TYÖNÖ PROJ.NO	KE04.4231	
LEHTI SHEET	1	JATKUU CONTIN -
PIR.NO DRAW NO	1601	REV. A
CAD TIED. CAD FILE	1601_1.dwg	

LIITE 14

S45

-	m	s	r	m
+	/	+	X	X
-	/	+	X	X
-	/	+	X	X
-	/	+	X	X



DRAWING NO. DATE
 REV. DATE
 CHECKED DATE
 APPROVED DATE
 DRAWING NO. DATE
 REV. DATE
 CHECKED DATE
 APPROVED DATE



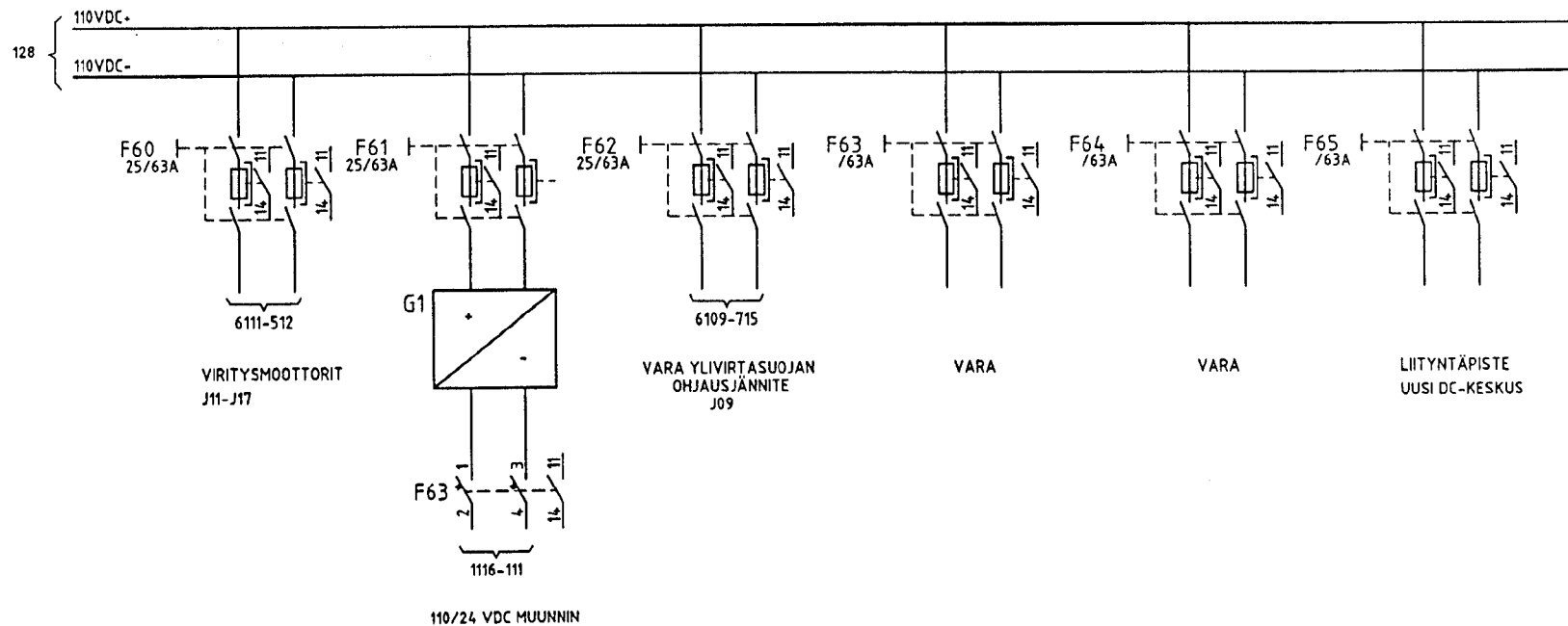
OSASTO DEPART.	AE	SUUNTE SCALE	
SUUNNITTELETA PREPARED	A.Pätsi	PIIRIT. DRAWING	AP
PÄIV. DATE	06.05.2004	HYVÄKSYTY APPROVED	JH
TARKASTI CHECKED	RS		

RAUMAN ENERGIA
OTA
110/20kV SÄHKÖASEMA

TASASÄHKÖN JAKELU
TASASÄHKÖKESKUS 1NM
AKUSTO G1

TYÖNO PROJ.NO	KE04.4231	REV.	-
LEHTI SHEET	1	JÄTKÖN CONTIN.	2
PIIR.NO DRAWING	1602		
ROOM CODE	TUNNUS IDENT	1NM	
CAD TIED. CAD FILE	1602_1.DWG		

LIITE 15



REV.	DATE	CHK.	APP.
D			
E			
F			
G			
H			
J			
K			
L			
M			
N			
P			
R			
S			
T			

<p>Vaasa Engineering VAASA FINLAND</p>	OSASTO DEPART. AE	SUUNTE SCALE
	SIUNN. PREPARED A.Pätsi	
	PÄIV. DATE 06.05.2004	PIIRT. DRAWN AP
	TARKASTI CHECKED RS	HYVÄKSYI APPROVED JH

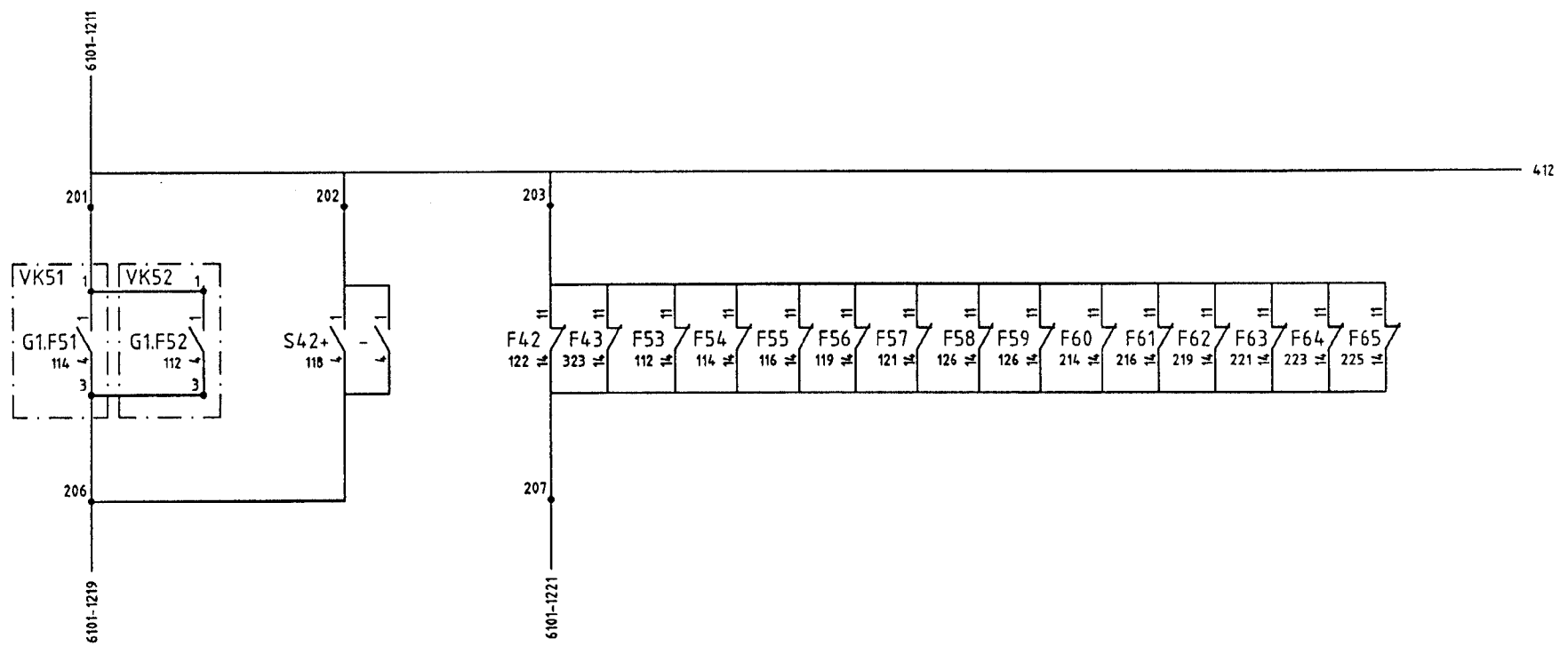
RAUMAN ENERGIA OY
OTA
110/20kV SÄHKÖASEMA

TASASÄHKÖN JAKELU
TASASÄHKÖKESKUS 1NM

TYÖNÖ PROJ.NO KE04.4231	
LEHTI SHEET 2	JÄTRUM CONTIN. 3
PIIRHO DRAW.NO 1602	REV. -
KOODI CODE	TUNNUS IDENT 1NM
CAD TIED. CAD FILE 1602_2.DWG	

LIITE 16

H5 AKUSTON G1 PÄÄSULAKKEET -HÄLYTYS	H4 VARAAJAN G2 PÄÄSULAKKEET -HÄLYTYS	H24 KESKUKSEN VAROKEAUTOMAATIT/ KYTKINVAROKKEET -HÄLYTYS
--	---	--



MAITOS
MODIFIED

PÄIV.
DATE

HYV.
APPR.

TARK.
CHECK

PIR.
DRAWN

MAITOS
MODIFIED

PÄIV.
DATE

HYV.
APPR.

TARK.
CHECK

PIR.
DRAWN

MAITOS
MODIFIED

PÄIV.
DATE

HYV.
APPR.

TARK.
CHECK

PIR.
DRAWN

A

B

C

D

E

F

G

H

J

K

L

M

N

P

R

S

T



OSASTO DEPART.	AE	SUURE SCALE
SUUNN. PREPARED	A.Pätsi	
PÄIV. DATE	06.05.2004	PIR. DRAWN
TARKASTI CHECKED	RS	HYVÄKSI APPROVED
		JH

RAUMAN ENERGIA OY
OTA
110/20 kV SÄHKÖASEMA

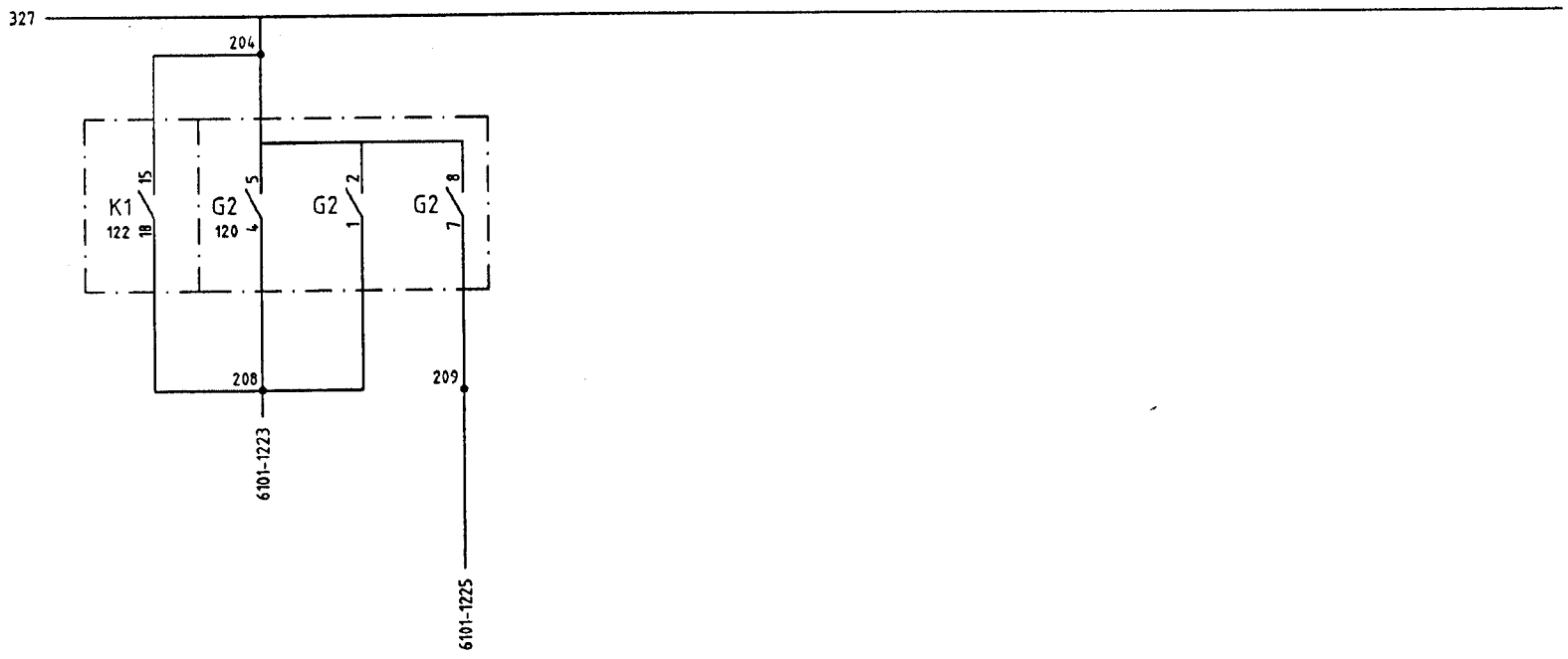
TASASÄHKÖKESKUKSEN 1NM
HÄLYTYKSET

TYÖNÖ PROJ.NO	KE04.4231
LEHTI SHEET	3
JATKUU CONTIN.	4
PIR.NO DRAW.NO	1602
REVI. REV.	-
KOODI CODE	TURPUS IDENT
	1NE
CAD TED CAD FILE	1602_3.DWG

LIITE 17

H3	H9
AKUSTON G1 ALI-, YLIJÄNNITE TAI MAASULKU	VARAAJAVIKA
ALIJÄNNITERELE HÄLYTYS	

MAUTOS HOOFED	MAUT. REV.	TARK. CHECK	NYV. APPL.	PÄY. DATE
MAUTOS HOOFED	MAUT. REV.	TARK. CHECK	NYV. APPL.	PÄY. DATE
MAUTOS HOOFED	MAUT. REV.	TARK. CHECK	NYV. APPL.	PÄY. DATE

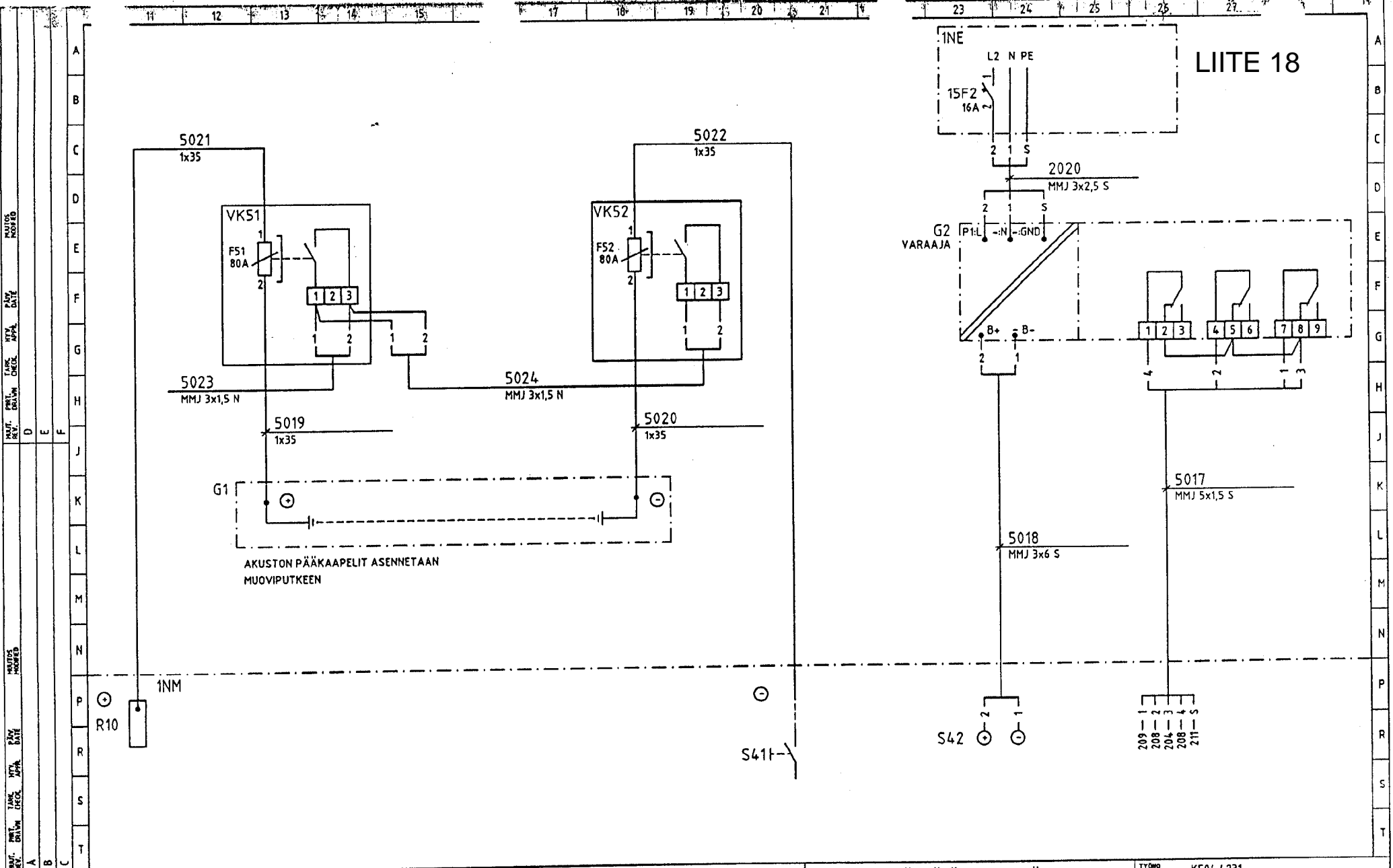


OSASTO DEPART.	AE	SUHDE SCALE	
SIKÄNK. PREPARED	A.Pätsi		
PÄY. DATE	06.05.2004	PERT. DRAWN	AP
TARKASTI CHECKED	RS	NYVÄKSEVI APPROVED	JH

RAUMAN ENERGIA OY
OTA
110/20 kV SÄHKÖASEMA

TASASÄHKÖKESKUKSEN 1NM
HÄLYTYKSET

TYÖNO PROJNO	KE04.4231	
LEIIFI SHEET	4	JATKIIN CONTIN.
PIIRNO DRAWNO	1602	REV.
KOODI CODE	TUNNUS IDENT	1NE
CAD TIED. CAD FILE	1602_4.DWG	



11	12	13	14	15	17	18	19	20	21	23	24	25	26	27	28	29
A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P	R	S	T
MAK.	PIK.	LAKE.	MAK.	MAK.	MAK.	MAK.	MAK.	MAK.	MAK.	MAK.	MAK.	MAK.	MAK.	MAK.	MAK.	MAK.
REV.	REV.	REV.	REV.	REV.	REV.	REV.	REV.	REV.	REV.	REV.	REV.	REV.	REV.	REV.	REV.	REV.
DATE	DATE	DATE	DATE	DATE	DATE	DATE	DATE	DATE	DATE	DATE	DATE	DATE	DATE	DATE	DATE	DATE
NO.	NO.	NO.	NO.	NO.	NO.	NO.	NO.	NO.	NO.	NO.	NO.	NO.	NO.	NO.	NO.	NO.



OSASTO DEPART.	AE	SVIIDE SCALE	
SUUNNITTELEJA PREPARED	A.Pätäl	PIK. DRAWN	AP
PÄIV. DATE	06.05.2004	HYVÄKSYTY APPROVED	JH
TARKASTI CHECKED	RS		

RAUMAN ENERGIA OY
 OTA
 110kV/20 kv SÄHKÖASEMA

110 V TASASÄHKÖJÄRJESTELMÄ
 JOHDOTUS

KOODI CODE	TUNNUS IDENT	1NM
------------	--------------	-----

TYÖNÖ PROJ.NO	KE04.4231		
LEHTI SHEET	1	JÄTKÖJÄ CONTIN.	-
PIIRI DRAWING	1603	REV.	-
CAD TIED. CAD FILE	1603_1.DWG		

ERÄÄN LYIJYAKUSTON PURKAUSOMINAISKÄYRÄ

LIITE 19

HUOM! Akustokohtainen

