

Pertti Mustonen

Test Engineering –laboratorion suunnittelu ja toteutus

Insinöörityö
Kajaanin ammattikorkeakoulu
Tekniikan ja liikenteen ala
Tietotekniikan koulutusohjelma
Syksy 2001

Osasto Tekniikka	Koulutusohjelma TIETOTEKNIikka
Tekijä(t) Pertti Tapani Mustonen	
Työn nimi Test Engineering –laboratorion suunnittelu ja toteutus	
Vaihtoehtoiset ammattiopinnot Tietoverkot	Ohjaaja(t) Laboratorioinsinööri Ismo Talus Ryhmäpäällikkö Urpo Liikanen
Aika 19.9.2001	Sivumäärä 42+11
<p>Tiivistelmä</p> <p>Insinööriyön tarkoituksena oli suunnitella ja toteuttaa Nokia Networks/Product Operations/ Test Engineering –jaoksen testaus- ja rakennuslaboratorio. Työ on suunnattu nimenomaan Test Engineering –jaoksen työtehtäviä ajatellen.</p> <p>TE-jaokselle rakennettiin uudet laboratoriotilat, jonne piti suunnitella jaoksen työtehtävissä tarvittavat elementit. Työssä juoduttiin ottamaan huomioon testauksessa, testauskehityksessä ja testerikehityksessä tarvittavat sähköt, ATK-verkko, staattisensähkön suojaus, työpisteiden toimivuus, työpöytien perustyövälineet ja –mittalaitteet sekä varaosien tms. saatavuus. Testattavia ja kehitettäviä kohteita on kirjava joukko, joten yhtä oikeaa ja parasta ratkaisua ei löydy.</p> <p>Lopputuloksena laboratorioon saatiin erilaisilla kokoonpanoilla varustettuja testaus- tai työpisteitä. Osa testauspisteistä ei tarvitse omaa pöytää eikä omia työvälineitä satunnaisen tarpeen takia.</p>	
<p>Luottamuksellinen</p> <p>Kyllä <input checked="" type="checkbox"/> Työ on salainen 31.12.2003 saakka</p> <p>Ei <input type="checkbox"/></p>	
Hakusanat Laboratorio, testeri	
Säilytyspaikka Kajaanin ammattikorkeakoulun kirjasto	



KAJAANIN
AMMATTIKORKEAKOULU

INSINÖÖRITYÖ

Faculty Faculty of Engineering	Degree programme Information Technology
Author(s) Pertti Tapani Mustonen	
Title About the planning and implementation of Test Engineering -laboratory	
Optional professional studies Information networks	Supervisor(s) Laboratory Engineer Ismo Talus Group Leader Urpo Liikanen
Date 19 Sep 2001	Total number of pages 42+11
<p>Abstract</p> <p>The purpose of the final year work was to design and implement the testing- and development laboratory for the Test Engineering- section of Product Operations, Nokia Networks. The work is directed especially for the tasks and requirements of the Test Engineering- section.</p> <p>New laboratory room was built for the use of TE- section where the elements required for the tasks of the section had to be designed. The work was done considering testing- , testing development- and tester development requirements for electricity, computer network, protection against static electricity, functionality of the work positions, basic tools and measuring equipment of the work desks and the availability of i.e. spare parts. Because there is many different kinds of testing- and development targets, the one and the only- solution does not exist.</p> <p>As a result the laboratory was equipped with work desks. Part of the testing positions do not need their own desks and tools because of the random need.</p>	
<p>Confidential</p> <p>Yes <input checked="" type="checkbox"/> Secret until 31st Dec 2003</p> <p>No</p>	
<p>Keywords</p> <p>Laboratory, tester</p>	
<p>Deposited at.</p> <p>Library of the Kajaani Polytechnic</p>	

ALKUSANAT

Tämä insinöörityö on tehty Nokia Networks Oy:lle, Ouluun. Työn valvojana ja ohjaajana on toiminut oppilaitoksen puolesta laboratorioinsinööri Ismo Talus. Hänelle esitän kiitokset kaikista hänen kommenteistaan ja neuvoistaan. Tilaajan yhdyshenkilönä ja valvojana on toiminut ryhmäpäällikkö Urpo Liikanen. Hänelle esitän kiitokseni tärkeästä avusta työn onnistumiselle.

Nokia Networks Oy:lle esitän kiitokset yrityksen antamasta tuesta ja mahdollisuudesta suorittaa lopputyö hyvässä ja menestyvässä ilmapiirissä.

Lisäksi esitän kiitokset perheelleni, Titalle ja pojalleni Timille, kannustamisesta, tuesta sekä kärsivällisyydestä työtäni kohtaan. Kiitokset myös kaikille työtovereille, jotka edesauttoivat tämän työn tekemistä.

Oulussa 21.9.2001

Pertti Mustonen

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT

SISÄLLYSLUETTELO

LYHENTEIDEN JA MERKKIEN SELITYKSET

1.	JOHDANTO	8
2.	NOKIA.....	9
2.1	Historiaa.....	9
2.2	Nokia Networks.....	10
2.3	Product Operations, Oulu	10
2.4	Tulevaisuus	11
3.	TUKIASEMATESTAUS	12
3.1	NET/PO Ruskon tukiasematehtaan tuotanto	12
3.2	Tukiasema	13
3.3	Tukiasematestaus.....	14
3.3.1	TRX yksikkötestaus.....	14
3.3.2	Lopputestaus.....	16
4.	PRODUCT OPERATIONS OULU, TUOTTEET	17
4.1	TalkFamily	17
4.2	Metrosite-tukiasema	18
4.3	Insite	19
4.4	Ultrasite tukiasema	20
4.5	Flex-line.....	22
5.	TEST ENGINEERING	23
5.1	Pääosaamisalueet.....	24
5.2	Ryhmät.....	25
5.3	Testauslaboratorio.....	26
6.	LABORATORION SUUNNITTELU JA HALLINTA.....	27
6.1	Tavoite.....	27
6.2	Laboratorio ja käyttäjät.....	28
6.3	Sähkö	29
6.4	ESD	32

6.5	Testauspöydät.....	34
6.6	Ergonomia	36
6.7	Mittalaitteiden hallinta.....	36
6.8	Testerit	37
6.9	Varaosat.....	39
6.10	Kierrätys	39
6.11	Tavaran hankintaprosessi.....	40
7.	YHTEENVETO	41
	LÄHTEET	42

LYHENTEIDEN JA MERKKIEN SELITYKSET

BTS	Tukiasema
BCS	Tukiasemaohjain
DCS	Digital Cellular System 1800/1900MHz (nyk. GSM)
ESD	Elektro Static Discharge / Staattisensähkön purkaus
FMT	Future Manufacturing Technology
GMSK	Gaussian minimum shift keying
GT	Giga Tronix
ICT	In-Circuit-Test / piirilevyn testausmenetelmä
IP	Internet Protocol
lay-out	Pohjapiirros
PCB	Piirilevy /Printed Circuit Board
PO	Product Operations
Ramp-Up	Tuotannon nopea käynnistäminen
R&S	Rohde & Schwarz
SMD	Pintaliitoskomponentti
Suko	Suomen Pistorasiastandardi/ Nimitys suojamaadoitetulle pistorasialle, lyhenne sanasta "SUojaKOsketin
TEAMS	Test Equipment Activity Management System Mittalaitteiden hallintaohjelmisto
TE	Test Engineering –jaos / Testaussuunnittelu -jaos
TRX / TSxA	Lähetin-vastaaotin -yksikkö
UPS	Uninterruptible Power System / keskeytymättömän tehonsyötön järjestelmä
UltraSite	Tukiasemaperheen kaupallinen nimike
Ultrasite WCDMA	Tukiasemaperheen kaupallinen nimike, WCDMA osio mukana
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access / tekniikka, joka parantaa langattomien verkkojen suorituskykyä ja kattavuutta

1. JOHDANTO

Tämä työ liittyy Test Engineering -jaoksen uuden laboratoriotilan suunnitteluun ja käyttöön. Entinen laboratoriotila oli jäänyt tiloiltaan pieneksi, vanhanaikaiseksi nykyiselle tarpeelle ja tulevaisuudessa tilan tarve ja laboratorion vaatimukset vain lisääntyvät. Laboratorio oli kaikkien osastolla vierailevien ihmisten nähtävillä, eikä laboratoriossa voinut testata tai pitää mitään salassa pidettäviä hankkeita. Tietoturvaan on kiinnitettävä entistä enemmän huomiota nykyisillä markkinoilla!

Laboratorion varustus yleensäkin oli puutteellinen ja tilat aivan liian pienet. Sähkökiskot olivat liian alhaalla nykyisille testereille ja handlereille. 48 voltin tasajännitekisko oli liian pieni teholtaan. Varasto oli eri paikassa, joten sen käyttö ei ollut tehokasta.

Työn tavoitteena oli suunnitella uusi laboratorio; lay-out, testauspöydät peruskokoonpanolla (mittalaitteet, työkalut), ESD-suojaus, sähkönsyötöt. Alkuperäisten piirustusten mukainen tila muuttui kesken prosessin, joskaan sillä ei ollut haittavaikutuksia suunnitelmaan, päinvastoin. Rakennuspajan (jigipaja) ja laboratorion väliseinä jäi paikoilleen vaikka sitä olisi pitänyt suunnitelmien mukaan siirtää. Onneksi seinää ei siirretty, sillä muuten laboratorion tilat olisivat käyneet miltei heti ahtaiksi Test Engineering-jaoksen tarpeisiin. TE -jaoksen tietokonevarasto (15 neliömetriä) oli jäänyt suunnitelmista pois. Tämä tila otettiin vielä laboratoriotilasta pois. (Liite A)

2. NOKIA

2.1 Historiaa

Nokian historia alkaa vuodesta 1865, jolloin vuori-insinööri Fredrik Idestam perusti puuhiomon Tampereelle. Suomen Gummitehdas Osakeyhtiö perustettiin Helsinkiin vuonna 1898, ja Suomen Kaapelitehdas Osakeyhtiö sai alkunsa Helsingissä 1912.

Vuosien mittaan yhä suurempi osa Nokian ja Suomen Kaapelitehtaan osakekannasta siirtyi Suomen Kumitehtaan omistukseen. Nykyisen Nokia-yhtymän emoyhtiö Oy Nokia Ab muodostettiin vuodenvaihteessa 1966-67 fuusioimalla Nokia Osakeyhtiö, Suomen Kumitehdas Osakeyhtiö ja Suomen Kaapelitehdas Osakeyhtiö.

1980-luvun alussa Nokia vahvisti asemiaan tietoliikenne- ja kulutuselektronikka-markkinoilla hankkimalla omistukseensa Mobiran, Saloran, Telenokian ja ruotsalaisen Luxorin. Vuosikymmenen loppupuolella Nokia osti saksalaisen Standard Elektrik Lorenzin, ranskalaisen Oceanicin sekä sveitsiläisen kaapelikonevalmistajan Malleferin.

1988 Nokiasta tuli Pohjoismaiden suurin tietotekniikka-alan yritys, kun se osti Ericssonin tietokone liiketoiminnan. Vuotta myöhemmin Nokia teki kaapeliteollisuuteensa laajennuksen ostamalla hollantilaisen kaapelivalmistajan NKF:n. Vuonna 1991 Nokia osti englantilaisen Techno-phonon ja näin kaksi Euroopan suurinta matkapuhelinvalmistajaa olivat yhdistäneet voimansa. Syksyllä 1991 Nokia Data siirtyi englantilaisen ICL:n omistukseen.

Kulutuselektronikka aseman vahvistaminen jatkui Finlux-televisiotehtaan ostamisella 1992. Nokian tietoliikennekaapeliteollisuus vahvistui saksalaisen Philips Kommunikations Industrien kaapeliliiketoiminnan ostolla 1993.

Nokia on keskittynyt 1990-luvun aikana pääliiketoimintaansa tietoliikenteeseen luopumalla tietotekniikasta ja perusteollisuudesta. Nokia möi osuutensa Nokia

Kaapelista NKF:lle ja Turun televisiotuotannon sekä Bochumin televisiotehdaan tuotantovälineet hongkongilaiselle Semi-Tech Company Limitedille.

Nykyään Nokiaan kuuluu kaksi toimialaa: Nokia Networks ja Nokia Mobile Phones sekä erillinen Nokia Ventures Organization ja yhtymän tutkimusyksikkö Nokia Research Center. Liikevaihto vuonna 2000 30,4 miljardia euroa.

2.2 Nokia Networks

Nokia Networks (NET) on langattomaan tietoyhteiskuntaan tähtäävien data-, video- ja ääniverkkoratkaisujen johtavia toimittajia ja se tarjoaa ratkaisuja operaattoreiden ja Internet-palveluntarjoajien käyttöön. Nokia Networks on maailman johtavia matkapuhelin- ja kiinteiden tilaajaverkkoratkaisujen sekä laajakaista- ja IP-verkkoratkaisujen toimittaja. Nokia Networks tarjoaa myös palveluiden luontiympäristöjä, verkohallintaratkaisuja, järjestelmäintegrointia sekä asiakaspalveluita. Liikevaihto vuonna 2000 noin 7,7 miljardia euroa ja työntekijöitä 23 900.

2.3 Product Operations, Oulu

Product Operations (PO) Oulu on NET:n laajin tuotantotehdas. Kaikkien tukiasematuotteiden valmistus alkaa ensimmäisenä Oulussa. Tehtaille on annettu eri roolit sen mukaan miten ne toimivat. Ruskon tehdas toimii Platform Plant'tina ("emotehdas") ja Ramp-Up -tehtaana. Ruskon tehtaalla on tuotteiden esivalmistus (Pre-Production), jossa uudet tuotteet ja valmistusmenetelmät "ajetaan sisään". Kun tukiasematuotanto saadaan käyntiin Ruskossa, sitä ruvetaan siirtämään myös muille Nokian tuotantotehtaille ympäri maailman (Kiina, Brasilia, Dallas, Englanti, Australia). Suomessa tuotantotehtaita on Espoossa, Haukiputaalla ja Oulussa 2 tehdasta. Suurimmat volyymit markkinoille saadaan toimitettua Oulun tehtailta ja muut tuotantotehtaat toimivat kysynnän mukaan avustavissa rooleissa, kuitenkin niin, että kaikilla tehtailla on tuotanto käynnissä eikä jouduta tuotantoseisokkeihin. Ulkomaan tuotantotehtaat tuottavat yleensä

lähialueen tarpeeseen Nokian tuotteita. Kun uusia tukiasematuotteita on tulossa markkinoille, niin Oulussa aloitetaan ramp-down, jolla vanhempi tuote saadaan pois ja uudelle tuotteelle on taas tilaa. Ulkomaan tehtaot jatkavat kuitenkin vielä tuotteen valmistusta kunnes se lopetetaan kokonaan. Nokia Networksin (NET) Product Operations hoitaa kaikkien NET:n divisioonien tuotantopalvelut.

2.4 Tulevaisuus

Tulevaisuudessa Nokia tähtää langattomuuteen tiedon, äänen, kuvan ja videon siirrossa. Johtavana lauseena voidaan pitää "**Putting the internet in everyone's pocket**", vapaasti suomennettuna "Internet jokaisen taskuun". Käyttäjät eivät ole sidoksissa paikkaan mistä hoitavat asioitaan vaan voivat vapaasti liikkua ja olla samalla esimerkiksi yhteydessä Internetiin, nähdä web-kameran välityksellä soittajan, kirjoittaa ja selata sähköpostia, tehdä tilauksia kaupasta tai tilata liput illan elokuvaan tai vaikkapa katsoa puhelimen kautta iltauutiset. Vielä paremmin, nopeammin ja tehokkaammin kuin nyt. Tulevaisuus on vapaan tiedonvälityksen ja tiedon liikkumisen voitto!

3. TUKIASEMATESTAUS

3.1 NET/PO Ruskon tukiasematehtaan tuotanto

Nokian tukiasematuoteperheitä kehitetään jatkuvasti. Tärkeimpiä vaatimuksia ovat mm. tukiasemien kapasiteetti, pieni koko, asennuksen ja ylläpidon helppous, luotettavuus sekä yhä kehittyneemmät toiminnot, jotka mahdollistavat matkapuhelinoperaattoreille kustannusten optimoinnin ja matkapuhelinverkon toimintakyvyn maksimoinnin. Lisäpalveluista mainittakoon esim. WAP. Tyypillistä tuotekehitykselle on uusien tuotesukupolvien yhä nopeutunut kehitysajanjakso. Vahvan tuotekehityksen lisäksi haasteena ovat myös tuotannollisuuden ja logistiikan kehitys.

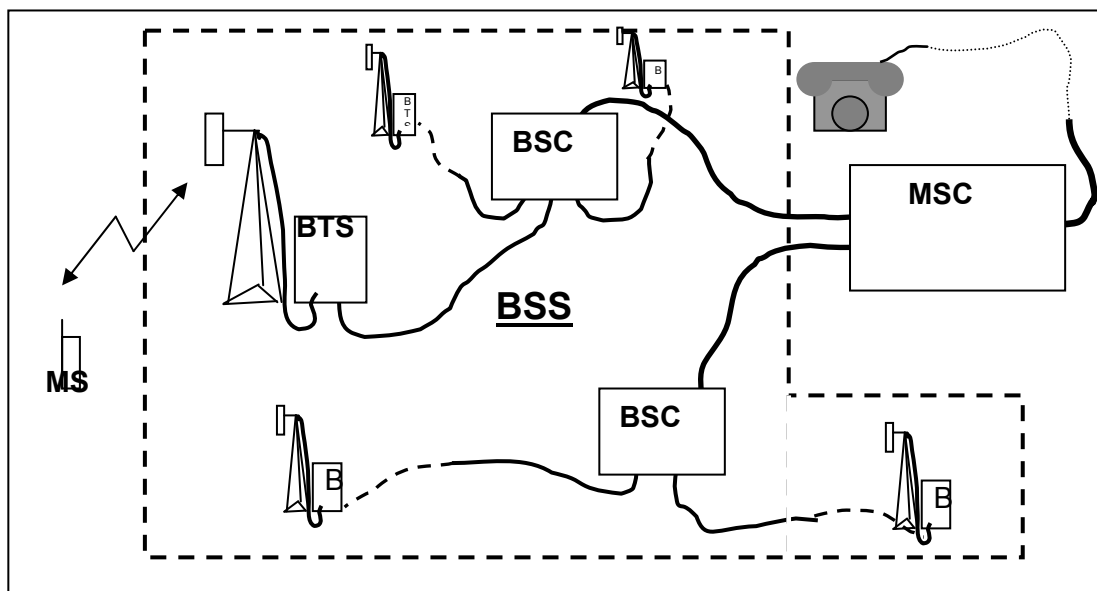
Oulun Ruskossa toimivassa NET/PO:in tukiasematehtaassa valmistetaan ja kehitetään digitaalisissa matkapuhelinjärjestelmissä tarvittavia tukiasemia. Pääosa tukiasemista valmistetaan GSM 900- ja GSM 1800/1900-järjestelmiin (ent. DCS/PCS). Oulun Ruskon tukiasematehtaan tuotanto koostuu pääasiassa TRX/TSxA-yksiköiden (lähetin-vastaanotin -yksiköiden) valmistuksesta ja tukiasemien kokoamisesta. Muut tukiasemaan tarvittavat yksiköt teetetään joko osittain tai kokonaan alihankkijoilla, joilta ne toimitetaan tukiasematehtaalte. Alihankkijoiden määrä on kasvanut ja Nokia on panostanut omaan ydinosaamiseensa eli tukiasemien ja TRX/TSxA -yksiköiden valmistamiseen ja niiden kehittämiseen.

Tukiasemia voidaan koota hyvinkin erilaisiin tarpeisiin ja olosuhteisiin asiakkaiden vaatimusten mukaisesti. Tukiasema voidaan kalustaa kahdeksan puhelua (1 TRX) hallitsevasta tukiasemasta aina lähes sataa puhelua (12 TRX:ää) hallitsevaksi kokonaisuudeksi. Olosuhteet, joissa tukiasema toimii, huomioidaan tukiaseman kabinetin valinnalla. Kabinetteja löytyy keveistä toimistokabineteista (*kuva 5. InSite*) aina jyrkeihin ilkeivallan kestäviin ja joka sään kabinetteihin, joihin voidaan asentaa ilmastointi- ja lämmityslaitteistot (*kuva 7. UltraSite Outdoor*).

3.2 Tukiasema

Tukiasema on *Base Station Subsystemin* (BSS) radio-osa. Sen tehtävä on olla radiokanavan välityksellä yhteydessä matkapuhelimeen ja kiinteään kaapeliyhteyden välityksellä tukiasemaohjaimen . Toinen tärkeä BSS:n yksikkö on tukiasemaohjain (BSC). Tukiasemaohjaimen tehtävä on ohjata tukiasemien toimintaa. Yhdellä ohjaimella on useita tukiasemia ohjattavana.

Kuva 1. kuvaa matkapuhelinjärjestelmän toimintaa. Tukiasema (BTS) ottaa matkapuhelimen (MS) tunnistetiedot vastaan ja lähettää ne eteenpäin tukiasemaohjaimelle (BSC), joka edelleen ohjaa ne matkapuhelinkeskukseen (MSC). Tämän jälkeen matkapuhelinkeskus tarkistaa tiedot ja rekisteröi matkapuhelimen tälle liikennöintialueelle. Nyt kaikki tulevat puhelut osataan yhdistää kyseisen liikennöintialueen tukiaseman kautta tähän matkapuhelimeen. Matkapuhelinkeskuksen tehtäviin kuuluu myös hoitaa yhteydet kiinteään puhelinverkkoon ja muihin matkapuhelinkeskuksiin.



Kuva 1. Tukiaseman (BTS) sijoittuminen matkapuhelinjärjestelmässä.

3.3 Tukiasematestaus

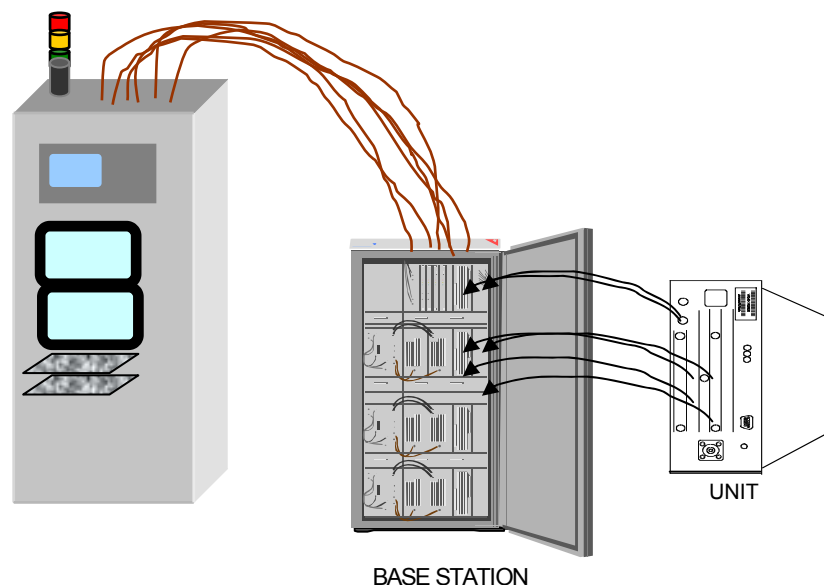
Aiemmin testaus on ollut pakollinen työvaihe, joka tehtiin 100%:sti kaikille tuotteille. Testauksella pyrittiin ainoastaan varmistamaan ettei asiakkaalle toimitettu viallisia tuotteita ja osa testeistä tehtiin vain varmuuden vuoksi. Testauksesta ja varotoimista huolimatta piileviä, esim. staattisen sähkön purkauksesta (ESD) johtuvia vikoja pääsee tukiasemien mukana asiakkaalle. Kaikki viat eivät välttämättä aiheuta mitään ongelmia asiakkaalle mutta todennäköisesti ne lyhentävät esim. komponentin käyttöikää. Tänä päivänä testaukseen liittyy paljon muutakin kuin pelkästään viallisten tuotteiden etsimistä. Nykyään testaustuloksia hyödynnetään niin tuotekehityksessä, tuotantoprosessin kehittämisessä, materiaali- ja komponenttivalinnoissa kuin myös alihankkijoidenkin valinnoissa. Myös testauksen suunnittelussa ja kehittämisessä on testaustulosten hyödyntämistä lisätty. Kilpailun kiristyminen on myös lisännyt testauksen merkitystä. Tuotteiden on oltava entistä laadukkaampia, monipuolisempia, huolettomia ja niitä on kyettävä toimittamaan yhä nopeammin.

3.3.1 TRX yksikkötestaus

Yksikkökoonnasta yksikkö, esim. TRX/TSxA, siirtyy yksikkötestaukseen. Yksikkötestaus suoritetaan tietokoneohjatulla testerillä. Testeriin kuuluu tukiasemaohjainta simuloiva PC-tietokone, MMI-liitynnän (Man Machine Interface) toteuttava PC-tietokone, testausta ohjaava kontrolli PC, taajuuslaskuri ja CMD57 mittalaite, joka on suunniteltu GSM/DCS –tukiasemamittauksiin (DCS 1800/1900MHz). Lisäksi testeriin kuuluu RF-kaapelointeja helpottava, ohjattava signalointiyksikkö, SSU (Signal Switching Unit). Kaikki testerin mittalaitteet ja PC:t ovat sijoitettuna kuvan 2. mukaisesti telineeseen, SSU on testerin sisällä. Testeriin kuuluu myös tukiasema, johon testattavat yksiköt sijoitetaan testin ajaksi. Tukiasema on katon kautta kaapeleilla liitettynä testeriin. [2]

Käytännössä testaus tapahtuu siten, että testaaja asettaa yksiköt tukiasemaan, kytkee niihin tarvittavat kaapelit, valitsee oikean testausohjelman tietokoneelta ja käynnistää ohjelman. Tämän jälkeen testerin suorittaa testausohjelman mukaiset testit ja mittaukset automaattisesti. Testerin keskeyttää testauksen, jos jotain testiä ei saada suoritettua hyväksytysti. Hyväksytysti suoritettujen testien jälkeen testerin näytössä lukee "PASS", tällöin voidaan ryhtyä testaamaan uusia TRX:itä. Hylätty testi ilmoitetaan tekstillä "FAIL". Testi hyväksytään vain, jos kaikki alitestit ja mittaukset läpäistään hyväksytysti. Kaikki mittaus- ja testitulokset tallennetaan automaattisesti sähköisessä muodossa tietokantaan.

Yksikkötestauksen tarkoituksena on varmistaa testattavan TRX-yksikön, DUT:n (*Device Under Test*), oikea toiminta. Testaus aloitetaan TRX:n alustuksella. Tämän jälkeen tehdään toiminnallisia testejä kuten, TRX:n sisäisen lähetin-vastaanotin silmukan testaus sekä TRX:n ja TRU:n välisen yhteyden toiminnan varmistaminen. Toiminnallisten testien jälkeen suoritetaan lähetinmittaukset, joissa testataan mm. modulaation hyvyttä, vaihevirhettä ja lähetystehoa. Lopuksi



Kuva 2. TRX-yksikkötestauspaikka.

mitataan vastaanottimen herkkyys. Lähetin- ja vastaanotinmittaukset perustuvat kansainvälisiin GSM- spesifikaatioihin. [2] Ilmarinen T.(1997) DE34 TRX Unit Test

System – Production Test Specification For DE34 FIN. dokumentti, RAS/BS, Oulu.]

3.3.2 Lopputestaus

Ennen lopputestausta yksiköistä kalustetaan tukiasema asiakkaan vaatimusten mukaan, eli kabinettiin sijoitetaan asiakkaan haluama määrä TRX:iä ja muut tarvittavat yksiköt.

Lopputestaus suoritetaan automatisoidulla tietokoneohjatulla testerillä. Ulkoisesti lopputesteri muistuttaa TRX-yksikkötesteriä. Loppu- ja yksikkötesterin välisiä eroja ovat erilainen SSU-yksikkö ja testausohjelmisto sekä lopputesteriin kuuluva matkapuhelin. Yksikkötestauksessa ei tarvita matkapuhelinta, koska puhelun muodostamista ei tutkita. Lopputestauksen käytännön suoritus ei poikkea merkittävästi TRX-yksikkötestauksen suorittamisesta, lopputestauksessa vaihdetaan koko tukiasema, kun yksikkötestauksessa vaihdetaan vain tukiaseman TRX:t.

Lopputestauksen tarkoituksena on varmistaa tukiasema kokonaisuutena, sen oikea toiminta ja riittävä suorituskyky. Aluksi tukiasemalle tehdään toiminnalliset testit, erikseen tukiasematason ja TRX-tason testit. Tukiasematason testit sisältävät mm. yksiköiden alustukset, ohjelmistojen latauksen ja tukiasemakellon virityksen. TRX- tason testit tehdään kaikille TRX:lle erikseen ja ne sisältävät mm. silmukkatestit, puhelun muodostuksen sekä lähetin- ja vastaanotinmittauksia. Lisäksi testataan kabinettiin mahdollisesti kuuluvien lisälaitteiden toiminta (tuulettimet, lämmitysyksiköt ja akkuvarmennus yksiköt) [1].

4. PRODUCT OPERATIONS OULU, TUOTTEET

4.1 TalkFamily

Nokia TalkFamily tukiasematuotteet muodostavat kattavan valikoiman ulko- ja sisäkäyttöön, suuri- ja pienikapasiteettisiin järjestelmäkoonpanoihin (konfiguraatioihin) (Kuva 3). Käytössä ovat GSM-taajuudet 900, 1800 ja 1900 MHz:ä. Asiakastoimitukset aloitettiin vuonna 1995.

Nokia FlexiTalk on pieni (51*59*50cm) ja suurikapasiteettinen tukiasema. Se sijoitetaan sisätiloihin kuten esimerkiksi ostoskeskukset ja erikoiset kohteet kuten tunnelit. Paino täydellä 2:n lähetin-vastaanotin yksiköllä 83 kg. Toimintalämpötila-alue $-5\text{ }^{\circ}\text{C}...+45\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Kuva 3. *FlexiTalk, IntraTalk, CityTalk, ExtraTalk*

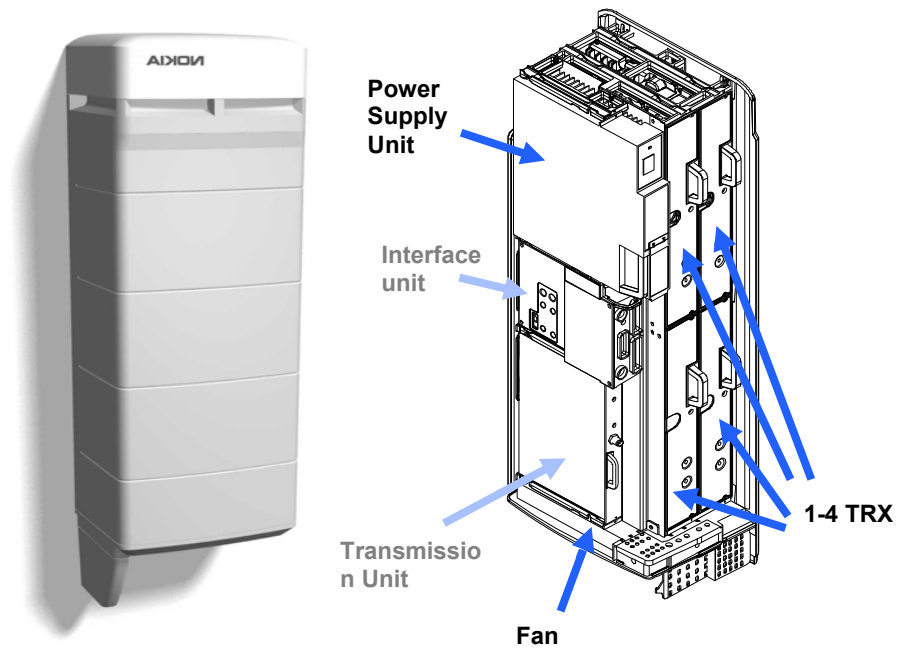
Nokia IntraTalk on suuri (160*60*48 cm) sisätiloihin tarkoitettu tukiasema, joka voi käsitellä maksimissaan lähes sataa (12*8) puhelua yhtäaikaan. Täydellä 12 TRX:n konfiguraatiolla varustettuna painoa on 267 kg. Toimintalämpötila-alue $-5^{\circ}\text{C}..+45^{\circ}\text{C}$.

Nokia CityTalk tukiasema on tarkoitettu ulkokäyttöön. Se sisältää täydellä konfiguroinnilla 12 TRX:ää ja painaa 286 kg. Tukiasema voidaan laittaa talojen katoille, tienvarsille jne. Ulkokäyttöön soveltuvana se on suojattu metallikuorella, joka on lämpöeristetty ja roiskevesitiivis. Tukiaseman korkeus on 136, leveys 77 ja syvyys 88 senttimetriä, toimintalämpötila-alue on $-33^{\circ}\text{C}..+40^{\circ}\text{C}$. Lämpövaikutusta lisää auringon lämpökuormitus, mikä nostaa tukiaseman lämpötilaa ja sen haittavaikutuksia huomattavasti.

Nokia ExtraTalk suunniteltiin kaikkien Talk-tukiasemien virranvarmentimeksi (UPS), jolla tukiasemaa voidaan pitää sähkökatkon aikana toiminnassa noin tunnin ajan. Tukiasema on jyrkää tekoa, painoa on 340 kg ja suurin osa siitä akkujen painoa. Toimintalämpötila-alue on $-33^{\circ}\text{C}..+40^{\circ}\text{C}$ + auringon lämpövaikutus. ExtraTalk on saman kokoinen kuin CityTalk-tukiasema.

4.2 Metrosite-tukiasema

Nokia MetroSite tukiasema on pienehkön alueen yksi/kaksitaajuustukiasema, jota käytetään sekä ulkona että sisällä (kuva 4). Solun koko tyypillisesti noin 300 metriä. Tukiasemaan voidaan konfiguroida maksimissaan 4 lähetinvastaanotinyksikköä (TRX:ää). Tukiasema voidaan asentaa esim. seiniin ja pylväisiin. MetroSite tukiasema tuli markkinoilla vuonna 1999 ja sitä saa nyt myös varustettuna EDGE-ominaisuudella (*Enhanced Data Rates for Global/GSM Evolution*)., *EDGE tarjoaa vaihtoehdon nopean siirtonopeutensa (384kbps) ansiosta operaattoreille, jotka eivät ole saaneet UMTS-lisenssiä. EDGE otetaan käyttöön 2000-2001* ([2] Nokia, [viitattu 10.10.1998]



Kuva 4. MetroSite tukiasema

4.3 Insite

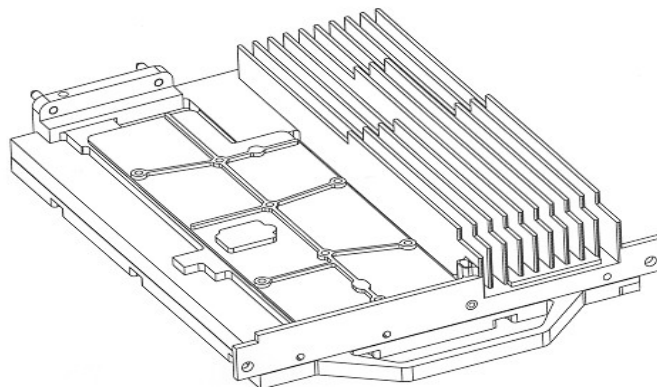
Nokia Insite on pieni, sisäkäyttöön tarkoitettu tukiasema, jota on saatavana kaikilla kolmella GSM taajuudella 900/1800/1900 MHz (Kuva 5). Käyttökohteina ovat toimistot, kauppahalli, lentokentät, odotusaulat yms. Tukiasema varustetaan 1:llä TRX lähetin-vastaanotin yksiköllä ja sisäisellä antennilla ja sen käyttöalue rajoittuu pieneen soluun, jonka säde on noin 50 metriä. Tukiaseman kapasiteetti riittää noin 50:lle hengelle. Tukiasema on A4 -paperin kokoinen, joka painaa vain 2,4 kg. InSite-tukiasema on hiljainen ja hyvin muotoiltu, minkä vuoksi se voidaan asentaa näkyviin mille paikalle tahansa. Puoliautomaattisen asennuksen ansiosta se saadaan nopeasti käyttöön. Akkuvarmennuksen kanssa, sähkökatkon aikana, tukiasema pysyy toiminnassa noin 30 minuuttia.



Kuva 5. InSite tukiasema ja akkuvarmennin

4.4 Ultrasite tukiasema

Nokia UltraSite –tukiasemaperhe on maailman ensimmäinen kolmitoiminen tukiasema, joka tukee GSM, EDGE ja WCDMA konfiguraatioita! Se tukee GSM/EDGE taajuuudet 900/1800/1900 MHz ja WCDMA taajuuden 2 GHz. WCDMA laitteisto integroidaan tukiasemaan vuoteen 2001 mennessä (Kuva 7). Datasiirtonopeuden tuki nousee 2Mbit/s asti. UltraSite perheestä on kehitteillä myös EDGE –versio. EDGE on tarkoitettu lähinnä niille operaattoreille, jotka eivät ole saaneet UMTS-lisenssiä (WCDMA).

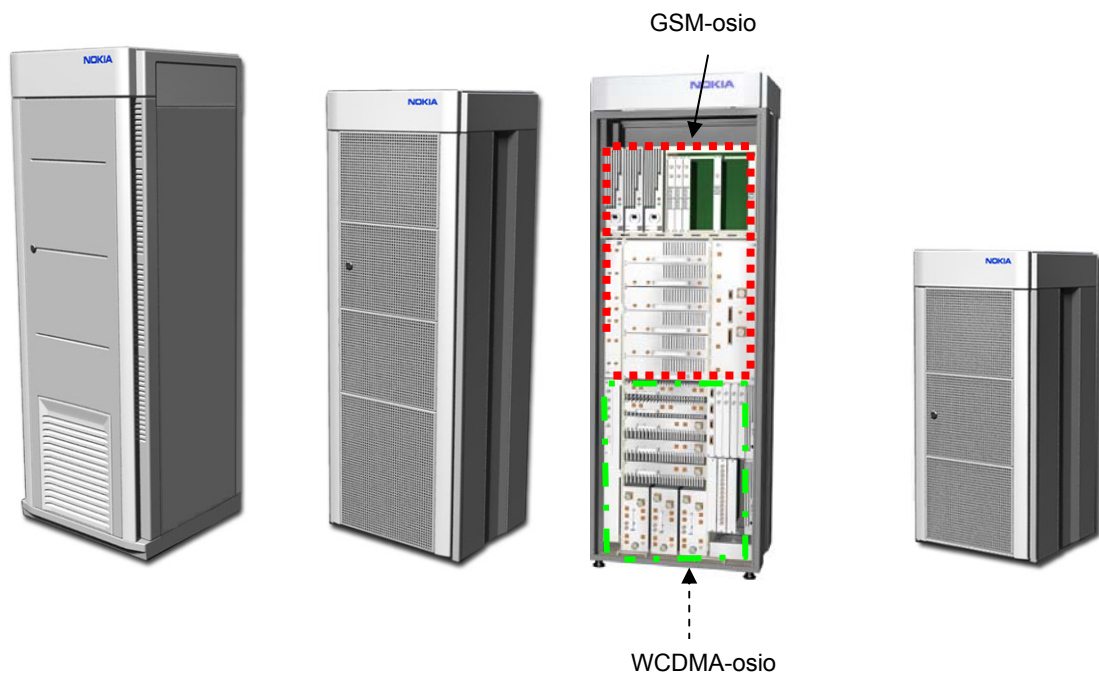


Kuva 6. UltraSite TSxA lähetin-vastaanotinyksikkö

Nokia UltraSite Mini Indoor voidaan kalustaa enintään 6 GSM/EDGE TSxA (kuva 6) lähetin-vastaanotin yksiköllä. Sitä voidaan käyttää kerrostalojen ullakkohuoneissa tms. tiloissa, joissa se ei joudu suoraan alttiiksi sään vaikutuksille. Toimintalämpötila-alue $-5^{\circ}\text{C} \dots +50^{\circ}\text{C}$ ilman kosteuden ollessa 5..95%.

Nokia UltraSite Indoor on sisäkäyttöön suunniteltu tukiasema samoin kuin MiniIndoor. Indoor voidaan koota 12 TSxA:n (GSM/EDGE) tai 6 TSxA:n ja 3 WCDMA lähetin-vastaanotin kalustuksella (kuva 7). Toimintalämpötila-alue on $-5^{\circ}\text{C} \dots +50^{\circ}\text{C}$ kosteuden ollessa 5%...95 %. Tukiaseman paino vaihtelee 215 kilon ja 565 kilon välillä riippuen kalustuksesta. Tukiaseman mitat ovat; korkeus 1700, leveys 600 ja syvyys 570 mm.

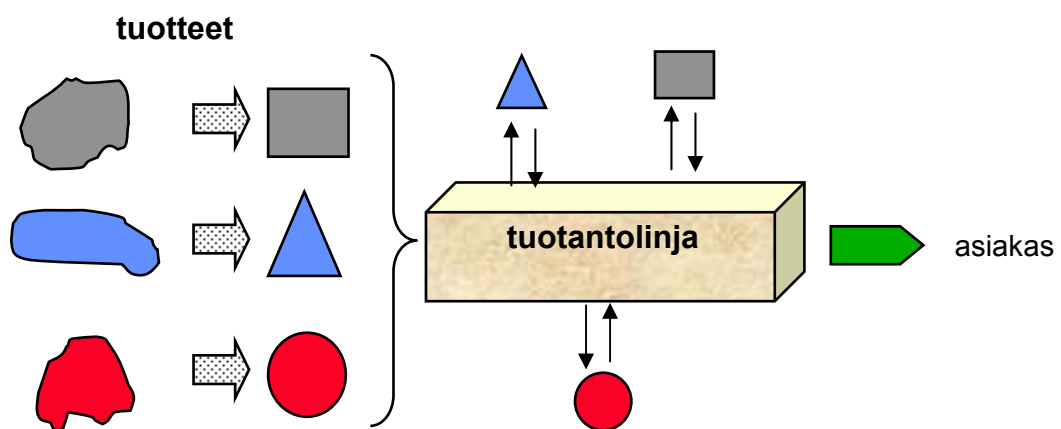
Nokia Ultrasite Outdoor on nimensä mukaan suunniteltu ulkokäyttöön. Tukiasema voidaan varustaa 12 TSxA lähetin-vastaanotin yksiköllä. Toimintalämpötila-alue on -33°C tai $-10^{\circ}\text{C} \dots +50^{\circ}\text{C}$, joka riippuu lämmitinyksiköstä, ilman kosteuden ollessa 5%..100%. Tukiaseman paino asettuu 255 kilon ja 615 kilon väliin riippuen tukiaseman kalustuksesta. Tukiaseman mitat ovat: korkeus 1840, leveys 770 ja syvyys 750 mm.



Kuva 7. UltraSite tukiasemat: Outdoor, Indoor (GSM ja WCDMA osiot), Mini Indoor

4.5 Flex-line

Nykyiset tuotantolinjat on suunniteltu yhtä tukiasematuotetta varten, mikä ei ole järkevä ratkaisu nopeasti muuttuvassa ympäristössä. Tuotantolinjan alas- ja ylösajo on niin kallista, ja aikaa vievä tapahtuma, ettei linjaa kannata laittaa parin vuoden välein uusiksi. Nyt onkin suunnitteilla ns. Flex-line, jossa kaikki tuotteet kulkevat samalla tuotantolinjalla ja automatiikka huolehtii tuotteen linjalta sen omiin testeihin ja palauttaa sen testin jälkeen takaisin linjalle odottamaan seuraavaa testiä tai laittaa sen hylättyjen joukkoon odottamaan korjausta (kuva 8). Tämän linjan varten tehdyt testerit ja testipaikat on suunniteltu siten, että linjan testipaikat pystytään nopeasti muuttamaan uusien vaatimusten mukaisiksi. Tällä tavoin voidaan tuotantolinjaa hyödyntää useiden tukiasemaperheiden tuotannossa kauemmin.



Kuva 8. Flex-line tuotantolinja

5. TEST ENGINEERING

Test Engineering-jaos vastaa Tuotantoteknologia osastolla (Manufacturing Engineering) **testausjärjestelmien kehityksestä ja ylläpidosta tukiasematuotannolle**. Tukiasematuotanto on meidän läheisin ja tärkein "asiakkaamme". Test Engineering -jaoksen jokainen työntekijä on kytköksissä tuotantoon joko suoraan tai epäsuorasti. Testausjärjestelmiä käytetään Product Operations-yksikön tuotantolaitoksissa, joita on mm. Oulussa, Espoossa, Camberley'ssa (UK), Dallasissa (USA), Beijing ja Suzhou (Kiina), ja sopimusvalmistajat Australiassa ja Brasiliassa. Testausjärjestelmä koostuu yleensä näistä elementeistä:

- ohjausohjelmisto (C, C++, LabWindows/CVI)
- PC ohjaustietokoneesta ja Windows (3.11 / NT 4.0 / Win98) käyttöjärjestelmästä
- liityntäkorteista (IEEE-488.2, Digital I/O, Analog I/O)
- testausadaptereista (tuotekohtainen piirilevy)
- mittauslaitteista (R&S CMD57 tai CMU57, Spektrianalysointilaite, Piirianalysointilaite, RF Power meter, Laskuri, DMM jne.)
- liityntäyksiköstä (jigi, fixture) ja kaapeleista
- dokumentaatiosta (yleensä englannin kielinen)
- tukiasemasta tai sen osista
- mekaniikasta (kotelot, 19" räkit, jne.)

5.1 Pääosaamisalueet

Test Engineering -jaoksen pääosaamisalueet ovat; testauksen hallinta, testausjärjestelmien kehitys ja testaussuunnittelu. Testauksen hallinnan pääkohdat ovat testauksen optimointi ja harmonisointi eli yhtenäistäminen. Testaussuunnittelussa pääkohdat ovat testausmenetelmät, luotettavuus, testattavuus ja toistettavuus. Testausjärjestelmien pääkohdat ovat testisysteemit, uuden tekniikan tutkiminen ja partnerointi eli alihankkijoiden kanssa toimiminen. Toimiminen tuotannon testauksen tukena mahdollistaa optimaalisen volyymin markkinoille. Samalla voidaan seurata tuotteen eri testausvaiheissa prosessista aiheutuvia vikoja ja näin ollen päästään nopeammin analysoimaan ja korjaamaan havaittuja puutteita [4].

Testausmenetelmiä on useita [4]. Ei testausta ollenkaan, mikä olisi ideaalitapaus mutta ei toimi telekommunikaatio kentällä. Ei testausta ei toimisi alkuunkaan, koska aina jossakin tuotantoketjun vaiheessa tulee virhe väistämättä, ja jos sitä ei korjattaisi putoaisi toiminnalta pohja pois. 100% testaus eli kaikki modulit, yksiköt ja systeemit testataan täydellisesti, ei ole kustannuksiin verrattuna tehokas. Vaikka testaus onkin lähes "idioottivarma", ei sillä on kannatusta. Suuret volyymit kasvattavat testaukseen menevää aikaa ja tuotteen hintaa joudutaan korjaamaan, asiakkaan näkökulmasta väärään suuntaan. Hyvä testausmenetelmä on näytetestaus. Siinä otetaan tietyin välein tai ajoin tuote testattavaksi. Nyky menetelmillä näytetestaus on jo aika hyvä testaustapa, sillä tuotteiden valmistustarkkuus ja virheiden määrä on saavuttanut tason, jota voidaan pitää aika luotettavana. Yksi testausmenetelmä on näiden kaikkien testausmenetelmien yhdistelmä, jolla saavutetaan mahdollisimman luotettava testaus kustannuksia nostamatta ja testausaikaa lisäämättä. Testauksien yhteydessä testattavaa yksikköä/modulia voidaan virittää, jos se on tarpeen. Testaustuloksista pidetään tilastoja, joista graafinen esitys on näkyvissä tuotannon henkilökunnalle.

Test Engineering -osaston päämäärinä ja kehityssuuntana pidetään seuraavia seikkoja; lyhyemmät toimitusajat eli että tukiasema pääsee testeistä entistä nopeammin markkinoille, mikä tietää nopeampia testereitä. Testauksen laadun optimointi eli testataan oikein ja oikeasta paikasta. Kustannusten vähentäminen

testauksen aikaa vähentämällä laadusta tinkimättä. Ja viimeisenä globaali joustavuus tuotannon tuotetuolle.

5.2 Ryhmät

Test Engineering -jaos jaetaan pienempiin ryhmiin, joiden vastuualueet on määrätty tarkemmin. Jokaisella ryhmällä on tärkeä asema tuotannon testerien toimintaan ja testerikehitykseen sekä testauskehitykseen. Jaoksessa on tällä hetkellä 9 ryhmää, joiden koko vaihtelee 5-14 henkilön välillä. Ryhmät jaetaan lähinnä siten, että jokaiselle tuoteperheelle on oma ryhmänsä. Ryhmän tehtävät jaetaan vielä pienempiin paloihin eli lähes jokaiselle eri testeryhmittä on omat ylläpitäjät. Lisäksi projektit, joilla ei vielä ole tuotantoa on omat ryhmänsä. Ryhmien koko on verrattavissa tuotannon määrään ja tuotannossa oleviin testereiden määrään. Kunkin ryhmän vastuulla on, että tuotannon testerit ovat kunnossa eikä tule tuotantokatkoksia. Testerien kehityksessä, kuten kaikessa, pyritään kustannustehokkuuteen, eli samalla rahalla pitäisi tuottaa vielä enemmän ja paremmin. Testausajat pienenevät ja voidaan testata enemmän. Kaikessa säästetään ja yritetään tehdä kaikki mahdollisimman kustannustehokkaasti mutta hyvin. Kaikki toimenpiteet heijastuvat myös testereiden ylläpitoon ja niiden kehitykseen. Testereihin ja tuotteisiin tulee muutoksia, joten testerin SW ja/tai HW joudutaan muuttamaan. Uusien testereiden testaus ja niiden tuotantokuntoon saaminen on kiivaimmillaan Ruskossa UltraSiten ja WCDMA:n osalta. Testereitä tulee tiheään ja niiden toimintakuntoon saattaminen voi pahimmillaan viedä montakin viikkoa. Toisaalta muiden tehtaiden ylösajo vie osan resursseista.

Kalibrintiryhmä on tärkeä mittalaitteiden ylläpidon huolintaryhmä. Sen vastuulla on, että kaikki (noin 6000 kpl) mittalaitteet ovat kalibroituja ja huollettuja. Erityisesti kalibrintiin ja tuotantoon tarkoitetut laitteet pidetään kalibroituina ja huollettuina koko laitteen käyttöajan. Kalibrintiajat vaihtelevat 4 kuukaudesta 24 kuukauteen.

5.3 Testauslaboratorio

TE-jaoksen laboratorio on tarkoitettu testereiden jatkokehitykseen, testerien korjaamiseen/huoltamiseen ja päivittämiseen. Laboratoriossa voidaan uudet tuotannon testerit koekäyttää ja tarkastaa ennen kuin ne siirretään tuotantoon. Tulevaisuudessa käytettävät testerit, proto-mallit, ovat koko ajan kehitteillä, suunnittelussa ja rakennuksen alla. Kun protosta on saatu tarpeeksi hyvä versio, siitä tehdään itse tai tilataan alihankkijalta muutamia testereitä koekäyttöön ja jos se havaitaan hyväksi, se voidaan ottaa tuotannon käyttöön.

Ennen testerit rakennettiin alusta loppuun saakka omissa tiloissa kun taas tilanne tänään on toinen. Testerit tulevat pääosin alihankkijoilta ja oman työn osuus rakentamisessa on jäänyt minimiin. Testeriräkit tulevat lähiaikoina standardikokoonpanolla meille, ja täällä siihen integroidaan testerin loput osat niin, että testerit on valmis ko. tehtävään. Muutamia koetestereitä voidaan rakentaa omissa tiloissa mutta kaikkien testereiden kasaaminen ei ole taloudellisesti järkevää. Tänä päivänä monet yritykset ovat erikoistuneet joihinkin tiettyihin alueisiin ja niissä ollaan hyviä. Handlerit ja testeriräkit tulevat niihin erikoistuneilta valmistajilta (esim. JOT, Schroff), mitkä on helppo integroida omaan käyttöön sopiviksi standardi ja omilla erikoisosilla.

6. LABORATORION SUUNNITTELU JA HALLINTA

6.1 Tavoite

Työn tavoitteena oli suunnitella Test Engineering -jaokselle uusi laboratorio, jossa on mahdollista suorittaa testaukseen ja testereiden hallintaan liittyvät toimenpiteet suojatussa ympäristössä sekä kokeilla uutta tekniikkaa ja mittalaitteita ja niiden soveltumista tukiasematestaukseen. Entinen laboratorio oli rajattu puolitoista metriä korkein sermein, hyllyillä ja yhdeltä sivulta betoniseinällä. Kulunvalvontaa ei ollut alueelle rajoitettu ollenkaan eli lähes jokainen talon työntekijä pääsi osastolle. Uuteen laboratorioon asennettiin kulunvalvonta ja oikeudet vain tarvitsijoille. Testereiden jatkokehityksen ja testauskehityksen kannalta laboratoriossa on hyvä kokeilla uusia ideoita, menetelmiä ja tapoja, joilla testaukseen kuluva aika tai testien määrää vähenee tai laatua saadaan parannettua. Työhön kuului myös laboratorion työpöytien päivitys, uusilla osilla tai sitten kierrätys kalusteilla, joita saatiin riittävästi. Pöytien sijoittelu laboratorioon käy ilmi liitteestä A. (Liite A)

Laboratorioon tarvittiin eri jännitteistä sähköä; 48 voltin tasajännitettä ja 230 ja 400 voltin vaihtojännitettä sekä 230 voltin UPS-jännite (testeritietokoneille ja mittalaitteille), paineilmaa, mittalaitteita, työkaluja ja säilytystilaa. Testaukseen ja rakenteluun tarvitaan erilaisia mitta- ja kytkentäkaapeleita, adaptereita (BNC, SMA, SMB, N, 7/16..), liittimiä, vaimentimia ja muuta tavaraa.

Paineilman tarve on vähäinen. Paineilmaa saadaan laboratorion puolella kolmesta paikasta, joissa yhteensä 12 ulosottoa. Rakennuspuolella on vielä yksi paikka, josta saadaan tarvittaessa lisää. Juottamisesta (tinauksesta) syntyvä käry imetään alipaineen avulla kärynpoistoputkiin.

6.2 Laboratorio ja käyttäjät

Laboratoriotilaa on käytössä noin 200 neliometriä. Ryhmien tarvitsema tila ei ole yhtä suuri vaan se jakaantuu tarpeiden mukaan, toisilla ryhmillä on enemmän testereitä korjattavana tai kehitteillä (FMT vs. Ultrasite). Toiset tarvitsevat pöytiä kun toiset eivät (RTC). Toiset testerit tarvitsevat suurta kolmivaihevirtaa (yli 60A), joten heidän paikka on sen kiskon alla välittömässä läheisyydessä. Osa testereitä on pöytämalleja ja toiset räkkimalleja ('kaappi').

Laboratoriotila "elää" koko ajan, sillä testauksen ja kehityksen alla on vaihteleva määrä testereitä. Laboratoriossa tarvittavat välineet, mittarit, mittajohdot, kalusteet yms. tilataan tarpeen mukaan. Toisten laboratoriotilojen kalusteita voidaan myös käyttää, jos niitä on saatavilla.

Laboratorio jakaantuu tässä vaiheessa neljälle ryhmälle; FMT, UltraSite, WCDMA ja Puma projects. FMT -ryhmä rakentaa ja kehittelee tulevaisuuden standardi testeriä (STHP), jossa on valmiit tehonsyötöt ja liittynät, jotka käyvät muille tukiasematestereille sisäkalusteita vaihtamalla. Standardi liittytäyksikkö mahdollistaa testerin nopean kytkennän eri testereihin. Siis yksi perusräkki/-handler, joka kalustetaan tietyn konfiguraation mukaan. Ryhmän käytössä on 2 kpl Trestonin työpöytä ylätaso (150*70), joka käy ryhmän tarpeisiin. Ryhmällä on siirrettävä työkalulaatikosta tarvittavine työkaluineen (meisselit; viritys, risti, torx, tav. mitta, työntömitta, lenkkiavaimia, jakoavaimia, räikkä, kuorintapihdit, sivuleikkurit,..) Ryhmän työ on yleensä testerin mekaniikkaan liittyvää. Ryhmän viemä tila on noin 35-40 neliötä.

UltraSite –ryhmä testaa ja kehittää omia (mm. FHS, Moduli, RTC) testereitä. Jotkin mallit ovat pitkiä ja tilaa vieviä pöytämalleja kun taas RTC on räkkimallinen (kabinetti). Pöytätestereiden harmonisointi –projekti räkkimalliseksi on meneillään. RTC -testerin testaus ei vaadi työpöytää, sillä siihen riittää näppäimistö, hiiri ja pari tukiasemaa, sillä itse testerit sisältää kaikki muut tarvittavat elementit. Suurin osa on koodin tutkimista ja ajamista. FHS-testerissä tutkitaan taajuushyppelyn onnistumista yksiköissä. Yksikkö asetetaan fixtureen (liittytäyksikkö) ja testaus alkaa. Testausta voidaan seurata/tutkia spektrin HP 8560E, datalokkerin HP

34970A, yleismittarin HP 34401A, signaaligeneraattorin HP E4422B, tehomittarin HP E4419B, oskilloskoopin HP 54610B avulla. Lisäksi on teholähde HP 6621A ja teollisuus PC. Moduulitesterissä on hieman eri laitteita; HP Infinium 500MHz oskilloskooppi, HP E4422B, R&S CMD57, HP 34970A, HP 34401A, GigaTronix 8541C tehomittari, SSU (TRX drawer), PC, HP 6654A, HP 66000A + power moduulit, ja 2* HP E3631A powerit. (Liitteet D-I)

WCDMA –tuotteen kehitys ja tuotanto on vielä jonkin verran kesken, joten sen ryhmän osalta ei vielä ole käyttäjiä laboratoriossa mutta laboratorioon on otettu huomioon tämän ryhmän tarpeet. Suurin osa ryhmän tarvittavista mittalaitteista on kiinni testereissä, eli niitä ei juurikaan tarvita erikseen. Varalla on kuitenkin laitteita, joita voidaan käyttää tarpeen mukaan. (Esimerkiksi WCDMA LPA Repair Station käyttää; R&S FSIG 4kpl, ZVRE, SMIQ, Mod.PSU, NRVD, PM300)

Ryhmien käyttöön löytyy mittalaitteita; HP 8594E/95E spektrejä, powereita HP E3631A, 6632A, 6622A, 6674A, Danica TPS23, signaaligeneraattoreita HP 8657A/B, Agilent E4420B, E4422B.

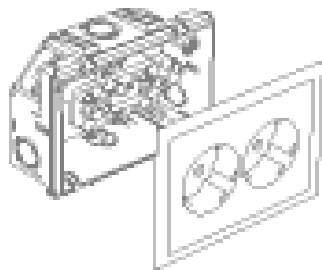
6.3 Sähkö

Sähköjärjestelmä uusittiin suurimmaksi osin. Sähkön laatu on ratkaiseva, sen pitää olla samanlaista koko ajan. Siinä ei saa esiintyä suuria jännitteen häiriöpiikkejä, jotka mahdollisesti rikkoisivat paikkoja tai mittalaitteita ja haittaisivat testausta vääristämällä testaustuloksia.

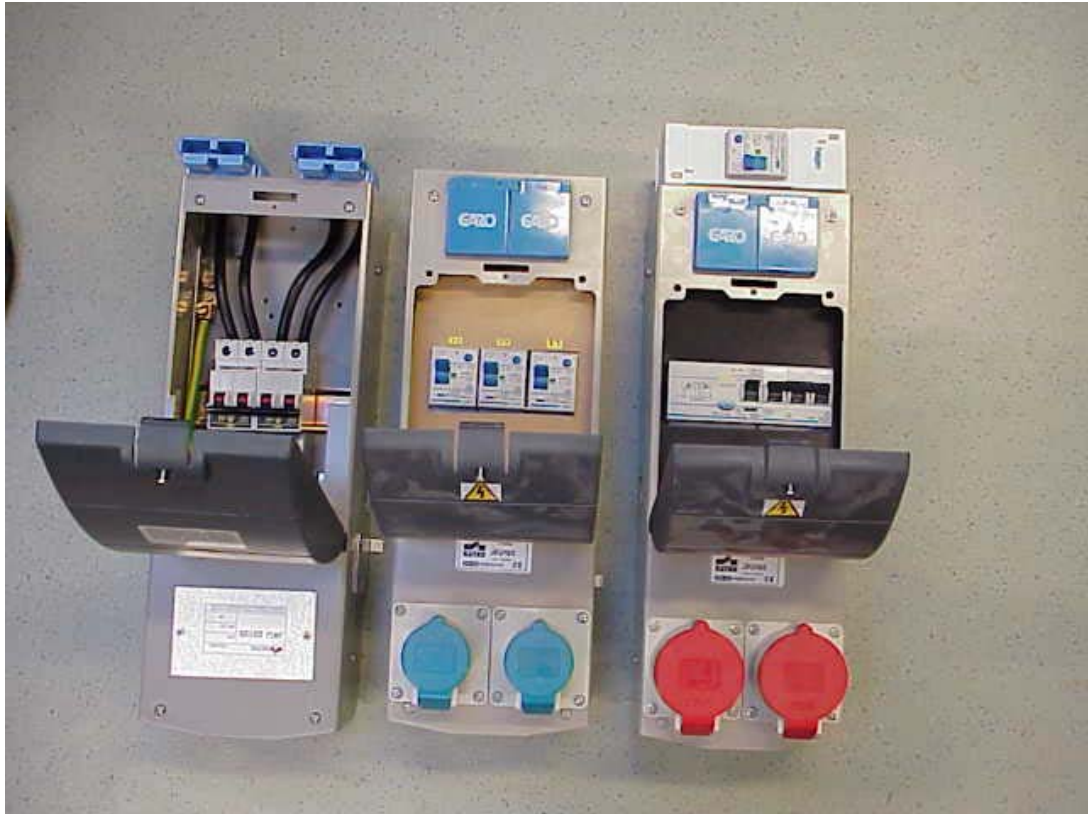
Perusvalaistuksen sähkösyötöt jäivät entiselleen, mutta muuten laboratorion sähköasennukset uusittiin. Laboratorion laitteiden, testerien ja pöytien käyttösähkö otetaan ns. kombikiskoista (3~), joissa on 16 ampeerin sulakkeet vaihetta kohti. Kiskon kolmivaihevirta riittää vaatimattomampaan tarpeeseen, kun virran tarve on alle 16A. Näitä kombikiskoja on laboratoriossa 7 kappaletta, kolmen metrin välein, joten käyttösähköstä tuskin tulee puutetta. Lisäksi laboratorioon asennettiin yksi kolmivaihekisko (230/400VAC), josta saadaan max. 125A vaiheelta. Jykevää virtaa käytetään ainakin vielä aika vähän mutta tulevaisuudessa senkin tarve

lisääntyy. 48 voltin tasajännitekiskoja asennettiin kaksi. Kiskosta saadaan 250 ampeeria tasavirtaa, jota käytetään esimerkiksi UltraSite RTC –yksikkötesterissä (48V/100A DC). Pöytäpowerista ei saa tuollaisia virtoja otettua. Varmennetun sähkönsyötön järjestelmä (UPS) on tarkoitettu lähinnä testereissä käytettyihin tietokoneisiin, näyttöihin ja mittalaitteisiin. Jos testerille tarvitaan varmennettua sähköä, niin sekin on mahdollista mutta kiskosta saadaan 16 ampeeria yhdestä vaiheesta. UPS-kiskoja asennettiin laboratorioon kaksi kappaletta. Sähkönsyötöt on asennettu siten, että UPS, 48VDC ja suuri 230/400VAC kisko on samassa johtokanavassa (Liite B).

Tasajännitevirranottimet (48VDC) ovat Katkon valmistamia tyyppiltään JKU22125, jotka on varustettu kahdella 63A:n automaattisulakkeella ja kahdella virran ulosotolla. Järeää kolmivaihevirtaa (230/400VAC) varten on kolmenlaisia virranottimia: Katko JKU 63/3, jossa yksi 63 A:n (3~) ulosotto ja 2 kpl tavallisia 1 vaihe Suko-pistorasioita (suojamaadoitettuja), Katko JKU16/3, jossa 2 kpl 16 A:n (3~) ulosottoa, varustettu 16 A:n automaattisulakkeilla ja 2 kpl Suko-pistorasiaa 30mA:n vikavirtasuojalla, Katko JKU 16/3, jossa 2 kpl 16 A:n (1~) ulosottoa ja 2 Scuko-pistorasiaa (1~) sekä JKU25/4 jossa 32A:n ulosotto ja 25 A:n sulakkeet ja 2 Scuko pistorasiaa 16 A:n sulakkeella (kuva 9 ja 10).



Kuva 9. Suko standardi pistorasia



Kuva 10. Virraottimet, JKU22125, JKU16/3, JKU16/3

ATK rasiassa on kaksi RJ45-liitin paikkaa, mistä saadaan kytkettyä esim. puhelin tai tietokone verkkoon (Intranet, Internet). ATK-verkkorasioita tarvitaan koska testaajat hakevat omilta asemiltaan testisoftia, tekevät varmuuskopiot tai käyvät valmistajien sivuilla hakemassa uusimmat ajurit . Kaikkiaan alueelle asennettiin



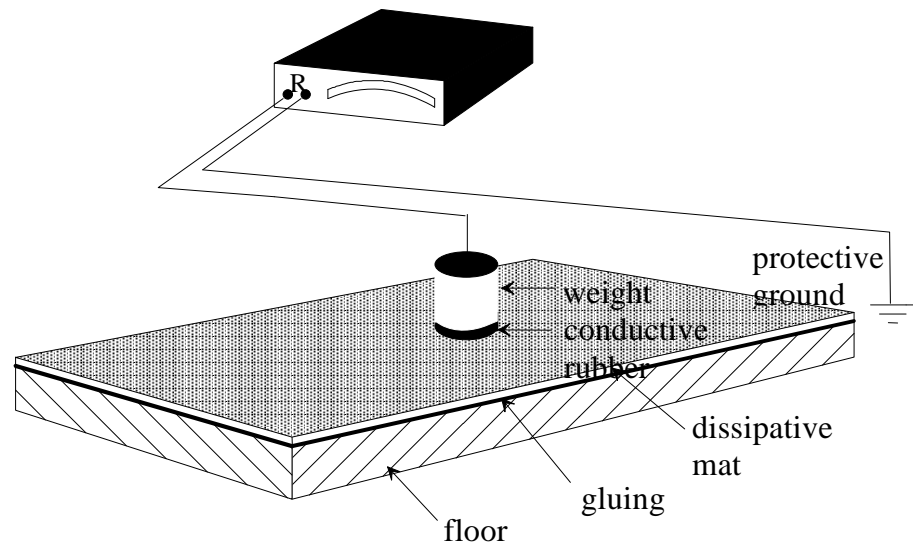
Kuva 11. ATK/puhelin -pistorasia

ATK-rasioita (kuva 11) tasaisesti 27 kappaletta.

6.4 ESD

ESD-suojaus on korostunut vuosien varrella kun komponentit ovat yhä pienempiä ja toimivat pienemmillä jännitteillä ja niiden suojajännitteet ovat alhaisempia. Komponentti (esim. VMOS) voi vaurioitua jo 30 voltin sähköpurkauksesta puhumattakaan tuhansien volttien valokaaresta, kipinästä. Huolimattomuudella voidaan saada aikaan suurta vahinkoa. Esimerkiksi Ei-ESD -tuoilta nouseminen aiheuttaa noin 1000 voltin jännitteen [1 s.6]. Siksi juuri lattia on hyvä varustaa ESD -matolla, joka purkaa ihmisen sähköisyyden kenkien kautta maahan ja tuolit jalkojen kautta maahan. Maton alle täytyy asentaa kupariliuskat tasaisin välein, joita pitkin matto maadoittuu ESD -verkkoon ja maahan sähköpääkeskuksessa. Laboratoriossa kupariliuskat muodostavat maton alla verkon, jonka silmäkoko on vajaa 1 neliometriä. Työpöydillä ja hyllyillä olevat matot maadoitetaan yhden mega ohmin vastuksen kautta ESD-verkkoon ja sitä kautta maahan sähkökeskuksessa.

ESD tuolit purkavat sähköisyytensä lattian kautta kun taas pöytä- ja hyllymatot liitetään $1M\Omega$ vastuksen ja johdon kautta ESD-maaverkkoon. Laboratorion ESD-maaverkko on kattolamppujen kannatinkiskoissa (3 kpl).



Kuva_12 Lattian resistanssin mittaus (*Resistance to ground measurement*)

Kaikilla työntekijöillä on ESD kengät. Kengät testataan viikoittain kenkätesterissä ja siitä merkitään tulos kenkämittauspöytäkirjaan. Jos kenkätestaus ei mene läpi kenkien pohjien puhdistus tai uusien kenkien hankinta. Pöytä- ja hyllymatot tulisi maadoittaa suoraan ESD-maapisteeseen eli ketjutusta tulisi välttää. Ketjutuksessa jännitteet voivat nousta liian korkealle ja suojaus ei toimi toivotulla tavalla. ESD-rannekkeet sen sijaan voidaan liittää hyvin maadoitettuun, riittävän johtavaan pöytämattoon. Laboratorion käyttäjillä on käytössä ESD-takki, joka purkaa hallitusti sähkövarauksen ihon kautta. Takin pitää siis saada ihokontakti, että sähkö purkautuu jalkojen kautta maahan. Jos testaajalla on yllään pitkähihainen kauluspusero niin takin toiminta estyy kun ihokontaktia ei synny. Adapterien, liittimien ja muiden pienemmän tavaran säilytystä varten on laboratorioissa Trestonin ESD-laatikot, joita on saatavilla laaja valikoima. Piirilevyt ja komponentit on pakattu ESD –pusseihin tai -putkiin.

EMC –häiriöt eli säteilemällä siirtyvät, verkon kautta tulevat ja laitteen omat häiriöt torjutaan metallikoteloinnilla, RF-tiivisteillä, 5-johdin systeemi sähkönsyötössä, ferriitit johdoissa, kaapeleissa metallinen vaippa. Testerit ja mittalaitteet on koottu metallivaippaan, mikä on hyvä suojautumiskeino EMC-vaikutuksia vasten. Muut koneet kuten esim. ilmastointikone, lauhdutin on myös metallivaipan sisällä eikä

niistä ole haittaa laboratoriotehtäville. Ilmastointiputkien päissä on metalliverkko estämässä EMC- säteilyä.

6.5 Testauspöydät

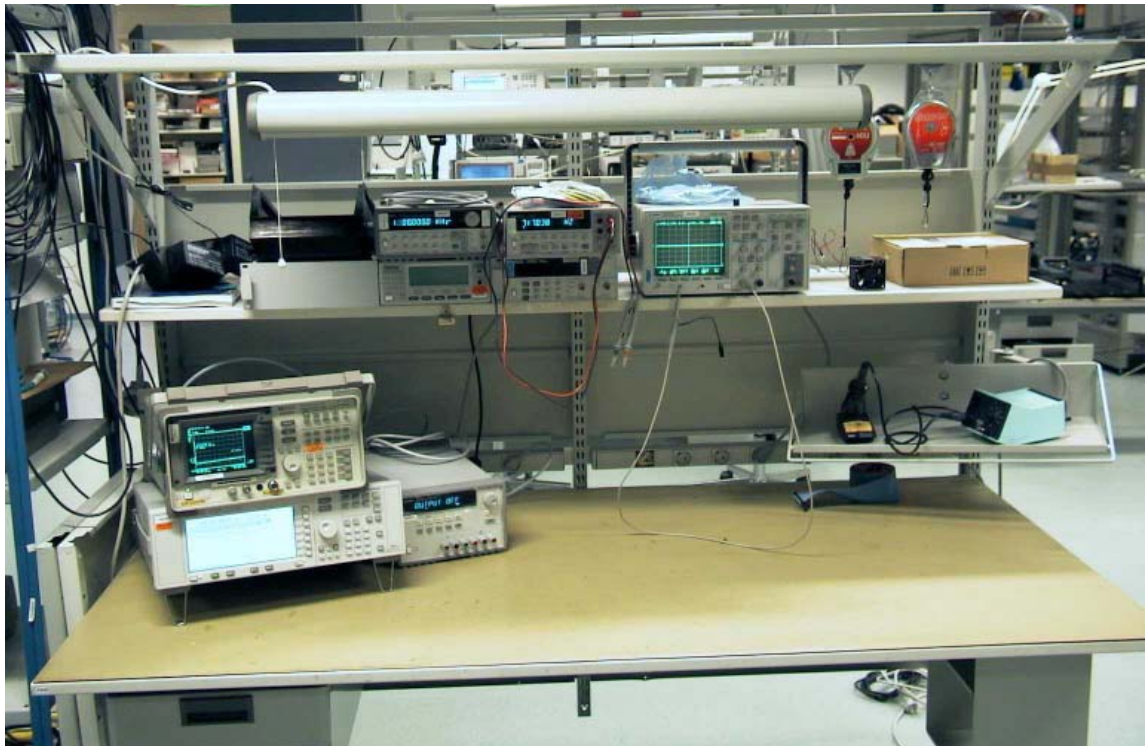
Työpöydät ovat Trestonin ja GWS:n valmistamia ESD-malleja. Laboratoriossa on Trestonin perustyöpöytiä 10 kpl, joissa on pöytätaso 70*150 cm² ja hyllytaso 32*150 cm². Lisäksi on GWS:n pöytä, jossa on pöytätaso 150*75 cm² vivulla säädettävissä, 2 lukittavaa laatikkoa ja hyllytaso 42*150 cm² ja valo + liukukisko. Hyllytaso ja valo säädetään hyllykannattimilla haluttuun korkeuteen. Lisäksi on 1 kpl GWS:n työpöytä 200*90 cm², jossa kaksi lukittavaa laatikkoa työkaluille tms. sekä valo + liukukisko, jotka säädettävissä hyllykannattimilla. Pöydän kantavuus on 500 kiloa, joten siihen voidaan ottaa paljon tavaraa; mittalaitteita, testereiden tai tukiasemien osia. Lisäksi on yksi GWS työpöytä, jossa 90*180 cm² pöytätaso, valokisko+liukukisko, ylätaso 42*180 cm², ja lukittavat laatikot. Pöydät on varustettu puolijohtavilla pöytäpinnoitteilla ja pöytämatoilla. Työtaso sekä hyllytaso saadaan vielä erikseen maadoitettua 1 mega ohmin vastuksen kautta ESD-maahan. Työpöydät varustetaan kunkin testipaikan mukaan tarvittavilla laitteilla. Testauksessa tarvittavia mittalaitteita ovat esim.; oskilloskooppi (HP 54600A/B, HP 54610B) virtalähde (PSUB, Danica, HP E3631A, HP 6622A), spektrianalysointilaite (HP 8594E/5E, R&S FSEA/B), signaaligeneraattori (HP 8657A/B, HP E4420/22/33B, R&S SMIQ) yleismittari (Fluke 45, HP 34401A), yleislaskuri (HP 53131A), piirianalysointilaite (HP 8753C/D/E, R&S ZVR/E) ja CMD57. Jos mittalaitetta ei meidän osastolla, voi kysellä talon muilta yksiköiltä. Ja pöydiltä löytyy Weller-kolvi juotostöitä varten. Wellerin kolvien lisäksi on kaksi Metcal -kolvia, joita voidaan lainata kun Wellerin teho ei riitä.

Toiset työpöydät ei tarvi juurikaan mittalaitteita tai työkaluja, sillä testereissä itsessään on kaikki tarvittavat mittalaitteet ja suurin osa työstä on ohjelmiston kehittämistä, vian hakua ja kokeilua (esim. WCDMA lopputesteri). Työpöytien sähkö otetaan roikilla kombikiskoista. Roikka on 3 * 2,5 mm² johtimilla varustettu. Johtokanavan johto liitetään roikkaan ja näin pöytä saa sähköä. Johtokanavissa

on 8-12 Suko-pistorasiaa (Kuva 9) [5]. Johtokanava on varustettu on/off-kytkimellä, josta pöytä saadaan virrattomaksi yhdellä kertaa. Käytössä on Norwesko BodyGuard vikavirtasuojia, jotka suojaavat yli 30 milliampeerin vikavirralla. Yli 30 milliampeerin virta on lähes poikkeuksetta ihmiselle hengenvaarallinen. Vikavirtasuojia on varustettu kahdella Suko-pistorasialla, 1 metrin kytkentäjohdolla ja 30 mA turvasulakkeella.

Istuimet on Trestonin ja ovat ESD -suojattuja. Entisessä laboratoriossa ei ollut ESD-tuoleja lainkaan. Tuolissa on rullat, joten se liikkuu helposti lattialla. Tuolin perussäätöjä on istuinkorkeus (58 cm asti), selkänojan korkeus ja selkänojan kaltevuus. Valaisimia on kahta eri tyyppiä, suorat loisteputkivalaisimet 36W ja rengas loisteputkivalot 22W, joissa suurennuslasi (luuppi) valon keskellä.

Laboratorioon hankittiin 4-tasoinen rullakko, johon kasattiin mittalaitteita kattavasti. Tasoja on helppo kuljettaa ja sillä onnistuu monenlaiset mittaukset sillä siinä on seuraavat mittalaitteet: spektrianalysaattori HP 8595E, piirianalysaattori HP 8753D, kalibrointi kitti HP 85032B, logiikka-analysaattori HP 16500B, oskilloskooppi HP 54610B, yleislaskuri HP 53131A, teholähde HP E3631A, mittapää HP 85024A. (Liite D-I)



Kuva 13. Esimerkki mittapöytä

Esimerkki pöydästä (*kuva 13*) löytyy seuraavat mittalaitteet, joita voidaan liikutella tarpeen vaatiessa, oskilloskooppi HP 54610B, laskuri HP 53131A, yleismittari HP 34401A, tehomittari Anritsu ML2437A ja sensor ML2472A, HP 33120A, signaali generaattori HP E4420B, spektri HP 8595E ja teholähde HP E3631A (Liite D-I). Tähän kattavaan tarjontaan saa vielä moottoroidun ruuvinvääntimen, joka saadaan roikkumaan valon oikealla puolella olevaan kelaan. Pöydässä on kaksi Suko-pistorasiakanavaa ja yhteensä 12 pistorasiaa. Kolvi on nivelöidyllä jatkovarsihyllytasolla ja siihen voidaan laittaa tavaraa 10 kilon verran eli siihen voi laittaa myös pienempiä mittalaitteita.

6.6 Ergonomia

Ergonomia otetaan huomioon kaikessa ja se toteutuu mielestäni parhaiten laboratorion tuolien säädöissä ja säädettävissä pöytätasoissa. Tosin tavallisten pöytien nostaminen kunkin käyttäjän oikealle korkeudella on työlästä, jos sitä joutuu tekemään useammin. Vipusäädöllä varustetuilla pöydillä tätä ongelmaa ei ole ja säätäminen käy nopeasti. Pöytien hyllytasojen laittaminen oikealle tasolle on hieman hankalampaa, mittareiden syvyydet ovat sitä luokkaa, että ne tulevat liian eteen jos hylly liian alhaalla eikä pöytätilaa jää riittävästi. Tai sitten mittarien yhteispaino ylittää hyllylle sallitun raja-arvon.

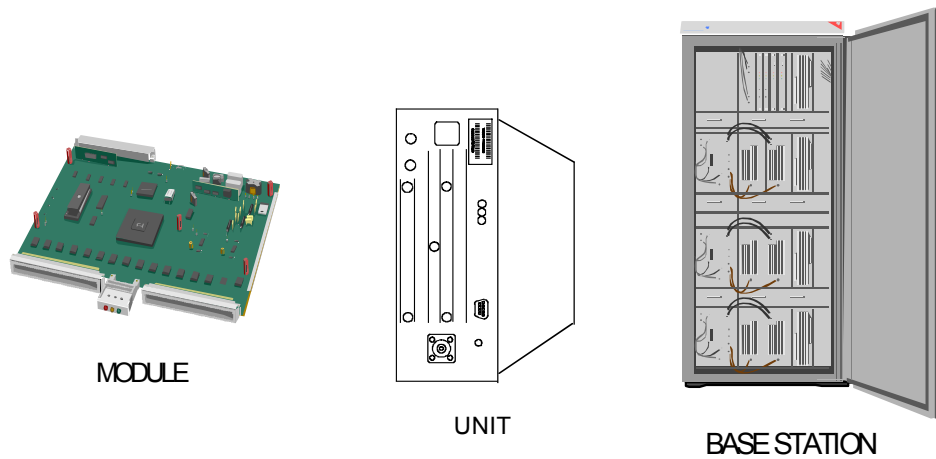
6.7 Mittalaitteiden hallinta

Laboratorion, kuten koko tehtaan, mittalaitteiden hallinta on järjestetty TEAMS – tietokantaan ja niitä laitteita pystytään selaamaan Actman-käyttöliittymän avulla (Liite C). Jokaisen mittalaitteen tiedot syötetään tulotarkastuksen jälkeen tietokantaan. Tietokantaan merkitään mm. malli, sarjanumero, valmistaja, takuu, haltija, kalibroija, huollot, omistus (oma/leasattu) ja muita tärkeitä tietoja. TEAMS:n käyttöoikeudet myönnetään tässä vaiheessa vain sitä todella tarvitseville henkilöille, jolla varmistetaan se, ettei tietokantaa muutella sopimattomalla tavalla.

Jatkossa TEAMS:n käyttöoikeus annettaneen jokaiselle tarvitsijalle, jolla pyritään saamaan tietokannan pysyminen ajantasalla paremmin kuin nyt. Tietokantaan merkitään myös testerit ja niihin kuuluvat mittalaitteet. Tietokannasta voidaan etsiä mittalaitteita monen eri hakukriteerin avulla ja mittalaitteet saadaan näkyville esim. valmistajan, mallin, sarjanumeron, OM-koodin (Nokian oma koodi) mukaan. OM-koodijärjestelmä helpottaa mittalaitteiden löytämistä huoltoihin ja kalibrointeihin, koska yleensä kaikissa mittalaitteissa sarjanumero on takana ja OM-koodi laitetaan laitteen etupaneeliin helposti näkyvälle paikalle. Näin testereistä nähdään heti edestä katsomalla onko ko. laitteita tässä testerissä eikä tarvitse mennä avaamaan testereiden takaovia ja tarkistamaan monesti hankalissa paikoissa olevia sarjanumeroita. Sarjanumerot ovat pitkiä ja pienemmällä fontilla kuin Nokian OM-kooditus, joten tällä vältetään myös inhimillisiä erehdyksiä (esim. 823421/012 vs. **OM01010**).

6.8 Testerit

Testereitä on monenlaisia. Löytyy jigejä, fixture, pöytämalleja ja lattiamalleja ("räkki", handler). Ne voidaan jakaa myös toiminnallisesti eri lohkoihin; ICT, Boundary scan, johdotustesterit ja toiminnalliset testerit esim. moduli- ja yksikkötesterit [4]. Laboratoriossa on pöytämallin testereitä, handleri- ja räkkimallin testereitä. Johdotustesterit poistetaan käytöstä hiljalleen ja uusien tuotteiden testaamiseen niitä ei enää käytetä. Jigit ja fixturet eivät varsinaisesti ole testereitä, vaan niitä käytetään testattavien tuotteiden (muottien) kiinnitykseen ja ohjaukseen, joilla testattava tuote asettuu täsmällisesti oikeaan paikkaan testausta varten.



Kuva 14. Moduli, yksikkö ja tukiasema

Tukiaseman testausprosessiin kuuluu useita eri testausvaiheita, niitä ovat mm.: moduli-, yksikkö- ja lopputestaus. Lisäksi asiakkaalla on mahdollisuus tulla itse testaamaan tukiasemia (auditointi). Testaus voidaan suorittaa modulille, joka on piirilevy, johon on sijoitettuna siihen kuuluvat komponentit. Tai yksikölle, joka on moduli, johon on kiinnitetty etulevy, yleensä se on myös sijoitettuna suojakotelon sisälle. Yksikkö voi koostua useasta modulista. Tukiasema taas koostuu useasta yksiköstä. Kuvassa 14 on esitettyä moduli, yksikkö ja tukiasema. Modulistaukseen kuuluu modulin sähköisten ominaisuuksien testaamisen lisäksi myös modulin mahdollinen viritys. Modulistauksen jälkeen moduutit siirtyvät yksikkökoontaan, josta ne jatkavat seuraavaan testivaiheeseen.

Pöytämalliset testerit pidetään pöydällä tai rullapöydällä, jos sitä joudutaan liikuttelemaan. Pöytämallin testerit eivät ole tilan kannalta hyviä. Ne vievät paljon tilaa, ovat painavia ja hankalia liikuttaa toisin kuin rakkimalliset. Pöytämallin testerissä mittalaitteiden testauskaapelit voivat mennä sekaisin ja mittalaitteet voivat olla liian korkealla, jos niitä täytyy käyttää testin aikana. Rakkimallin testerit on rakennettu yleensä HP:n tai Schroff:n rakkiiin. Räkki on eräänlainen pyörillä oleva 'kaappi', joten sitä on helppo liikuttaa ja se vie vähän tilaa. Mittalaitteet, tietokoneet, näytöt ja muut sopivat noin kaksi metriä korkeisiin rakkisiin hyvin. Handler on raskastekoinen testerit, jolla ei ole pyöriä vaan sitä liikutetaan pumppukärryillä tms. Handler on yleensä linjalla ja tuote tulee kuljetinta pitkin

handlerin sisään, jossa testaus tapahtuu. Testausalusta ja testattava tuote nostetaan ja puristetaan testiin paineilman avulla.

ICT-testereitä käytetään automaattisen komponenttiladonnan jälkeen. Ladottujen moduleiden (piirilevyjen) yhteyksien testauksessa. ICT-testeri on suuri ja niitä harvoin testataan TE-laboratoriossa.

Testaustyyppejä on useita; ICT (In Circuit Test), moduli-, yksikkö-, johdotus- ja tukiasematestaus. Moduli- ja yksikkötestaus jakaantuu moneen eri alatestiin (FHS, PA, TRX). Pintaliitosladonnan (SMD:n) jälkeen, tarkistetaan ICT:llä piirilevyn komponentit ja johdotuksien kontaktit ja että oikeat jännitteet menee oikeisiin paikkoihin ja ettei mitään 'väärää' kytkentää pääse tapahtumaan.

6.9 Varaosat

Varaosat tilataan joko omasta materiaalivarastosta sisäisellä tilauksella tai ulkopuolisilta toimittajilta tarveilmoituksen hyväksynnän jälkeen. Joidenkin yritysten kanssa on tehty varaosapalvelusopimuksia (ME-service), mikä tarkoittaa sitä, että yritys huolehtii Test Engineering-jaoksen varaosatarpeesta niin, ettei varaosat pääse loppumaan. Yrityksellä on oma puskurivarasto, josta se täydentää TE:n varaosatarvetta. Joskus aika pienen varaosaerän tilaus voi kestää useita kuukausia, joten tämä järjestely on erittäin toimiva ja takaa meille varaosat varsinkin silloin kun kulutus on huipussaan.

6.10 Kierrätys

Nokia Oulun tehdas on saanut ympäristönsuojelu ja kierrätys toimistaan ISO 14001 -standardin. Kierrätykseen ja oikeaan hävittämiseen panostetaan yhä enemmän, varsinkin kun asiakkaat ovat yhä valveutuneempia ympäristöasioissa. Kierrätystä käytetään mahdollisimman paljon ja kaikki kierrätettävä materiaali toimitetaan siihen erikoistuneisiin yrityksiin. Keräyksen kohteina ovat mm.

valkoinen paperi, mainospaperi, pahvi, komponentit, tinapasta, muovit, metallit, PC:t, piirilevyt. Valmistuksessa käytettävien tuotteiden koko elinkaari otetaan huomioon alusta saakka. Laboratoriossa pääosa kierrätysmateriaalista on pakkausmateriaalia, metallia, kaapeleita ja piirilevyjä.

6.11 Tavarankäytön prosessi

Tavarankäytön prosessi alkaa määrittelemällä tarve, etsitään tarpeeseen paras tavarantoimittaja ja sovitaan toimitusehdot. Seuraavaksi tehdään tarveilmoitus, jota puoltaa lähin esimies. Tarveilmoituksen lopullisen hyväksynnän antaa kustannuspaikan vastaava henkilö, minkä jälkeen tavara voidaan tilata. Tarveilmoitukseen merkitään kustannuspaikka, jolle tavara tilataan ja tärkeimmät tiedot tilattavasta tavarasta. Kaikkien hankittavien tavaroiden, kuten esim. liittimien, adapterien, komponenttien ja kaapelien sekä laitteiden täytyy olla Nokian hyväksymiä, jotta niitä saa hankkia ja käyttää. Tämä pätee niin tuotannossa kuin laboratoriossakin, tosin laboratoriossa saadaan kokeilla uusia, parempia/testausta nopeuttavia tuotteita ennen hyväksymistä.

7. YHTEENVETO

Tuotannossa tällä hetkellä tapahtuvat muutokset Ramp-Upin takia heijastavat laboratorion tilankäyttöön. Tilaa ei aina voida pitää suunnitellulla tavalla, vaan pitää mukautua tarpeen mukaan. Tuotannosta täytyy tuoda laboratorioon Set-up alueen testisysteemejä, jotka vievät tullessaan tilaa huomattavasti. On onni, että WCDMA ei tarvitse vielä tässä vaiheessa meidän tiloja paljontaan, muuten olisimme tosi pinteessä testisysteemien kanssa. Tilanpuutteen vuoksi laboratorio on ollut myös varastokäytössä, kun on tullut suuria tilauksia toimittajilta ja niille ei ole ollut mitään muuta varastopaikkaa. Jatkossa laboratorion käyttö "varastona" lopetetaan ja muulle tavaralle pitää löytää muu paikka. Näitä "varastotavaroita" saadaan käytön mukaan poistettua, mutta se vie aikaa. Myös vanhat tuotteet PrimeSite ja NMT tuotteiden varastointi on vienyt meidän tilaa. Varaston inventointi ja siivoaminen tuo tilaa, joten saamme laboratorion tilat hyötykäyttöön.

Työpisteiden käyttökokemuksia ei juurikaan ole kertynyt, sillä UltraSite:n testipaikat, mitä nyt on ollut laboratoriossa, ovat olleet tuotannon testipaikkoja. FMT -ryhmä on ollut omalla paikallaan alusta saakka. Niiden alue verrattuna aikaisempaan laboratorioon on 3-kertaistunut ja heillä on nyt tarpeeksi tilaa työskentelyyn. Sähköt testereihin saadaan suoraan niiden yläpuolelta ja työpöydät on niiden välittömässä läheisyydessä. Työkaluille, fixtureille ja mittalaitteille on tarpeeksi rullapöytiä käytössä. FMT-ryhmän uusi testi/rakennuspaikka on onnistunut Jos käytössä olisi tilaa enemmän, se kyllä käytettäisiin, mutta sille kertyisi kaikkea turhaa "roinaa", jolla ei ole mitään hyötykäyttöä. Oman alueen "siivousinventaarior" parin kuukauden välein kannattaa ottaa jatkossa käyttöön.

Tuotannon kasvavat volyymit, uudet tuotteet ja yhä nopeampi tuotteiden uudistuminen lisää painetta testaussuunnitteluun ja testauksen kehittämiseen. Jatkossa kun laboratorioaluetta päästään käyttämään tehokkaammin, on tarkoitus kehittää ja kalustaa laboratoriota vielä tarkemmin ryhmien tarpeiden mukaan. Nyt kun 3G-WCDMA tuotteen testaus/ylläpito ei ole vielä meidän harteilla, ei näiden osalta ole saatavissa mitään käyttökokemuksia.

LÄHTEET

- 1 Kinnunen M.(1998) DE34 BTS – Production Test Specification. dokumentti, RAS/BS, Oulu.
- 2 Ilmarinen T.(1997) DE34 TRX Unit Test System – Production Test Specification For DE34 FIN. dokumentti, RAS/BS, Oulu.
- 3 Ekberg A. , Konttinen A. , Korpipää A. , Marttila R. ,Staattiselta sähköltä suojaaminen, TELE Kaukoverkkopalvelut Helsinki
- 4 Manufacturing Engineering-osaston perehdytys materiaali, NOKIA
- 5 Thorsman, Cyb Vahvavirta- ja tiedonsiirtokalusteet Frontline Installation System s.8

Lisää mittalaitteista osoitteista:

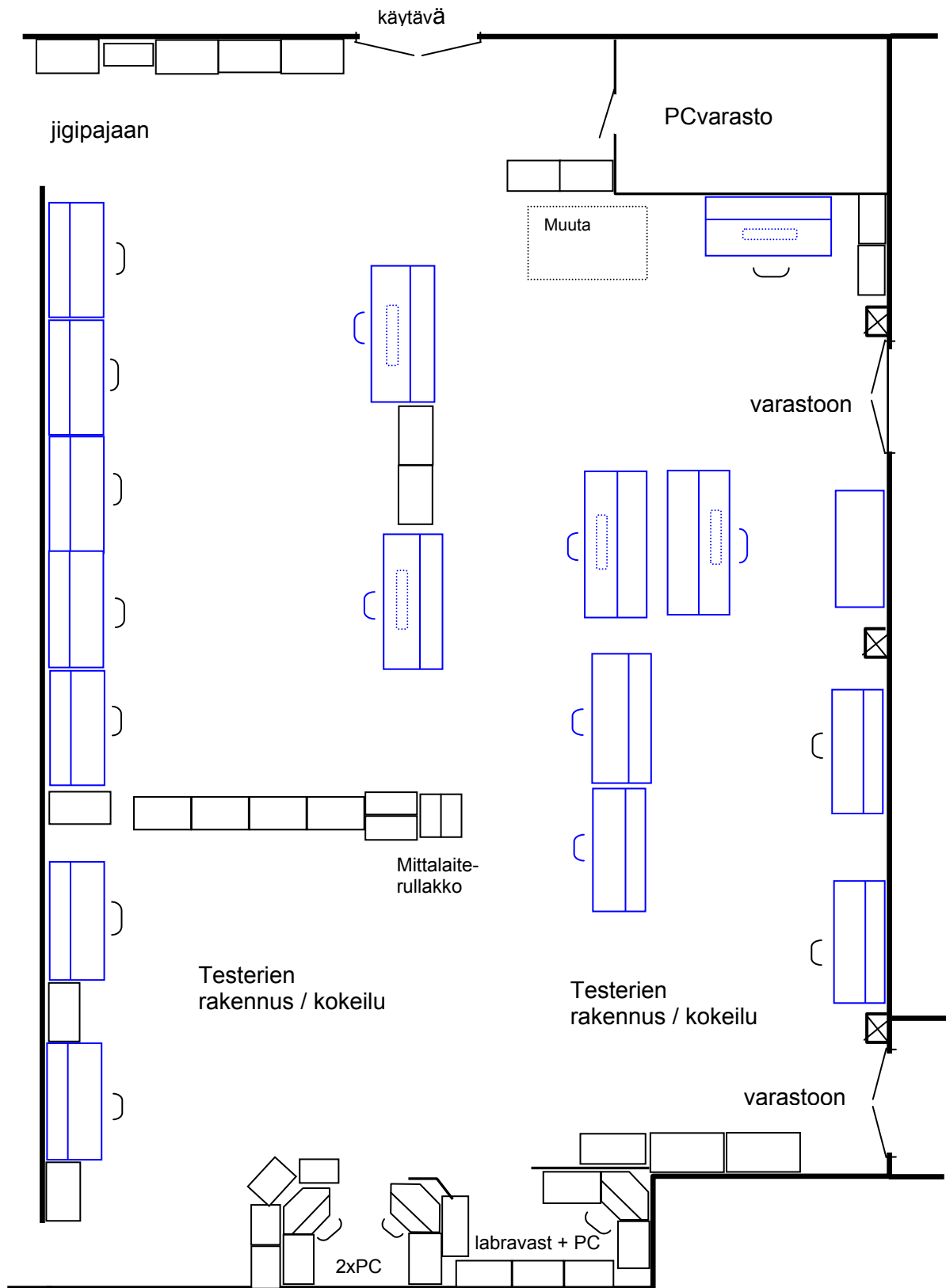
<http://www.tmintl.agilent.com/fi/home.shtml>

<http://www.rohde-schwarz.com/Homepage>

http://www.eu.anritsu.com/products/rf_microwave.asp

<http://www.gigatronics.com>

<http://www.fluke.fi>

LABORATORION LAY-OUT

Tehonsyöttö/Pohjapiirros (ei mittakaavassa):

- Test Engineering Laboratorio

Sähköt:

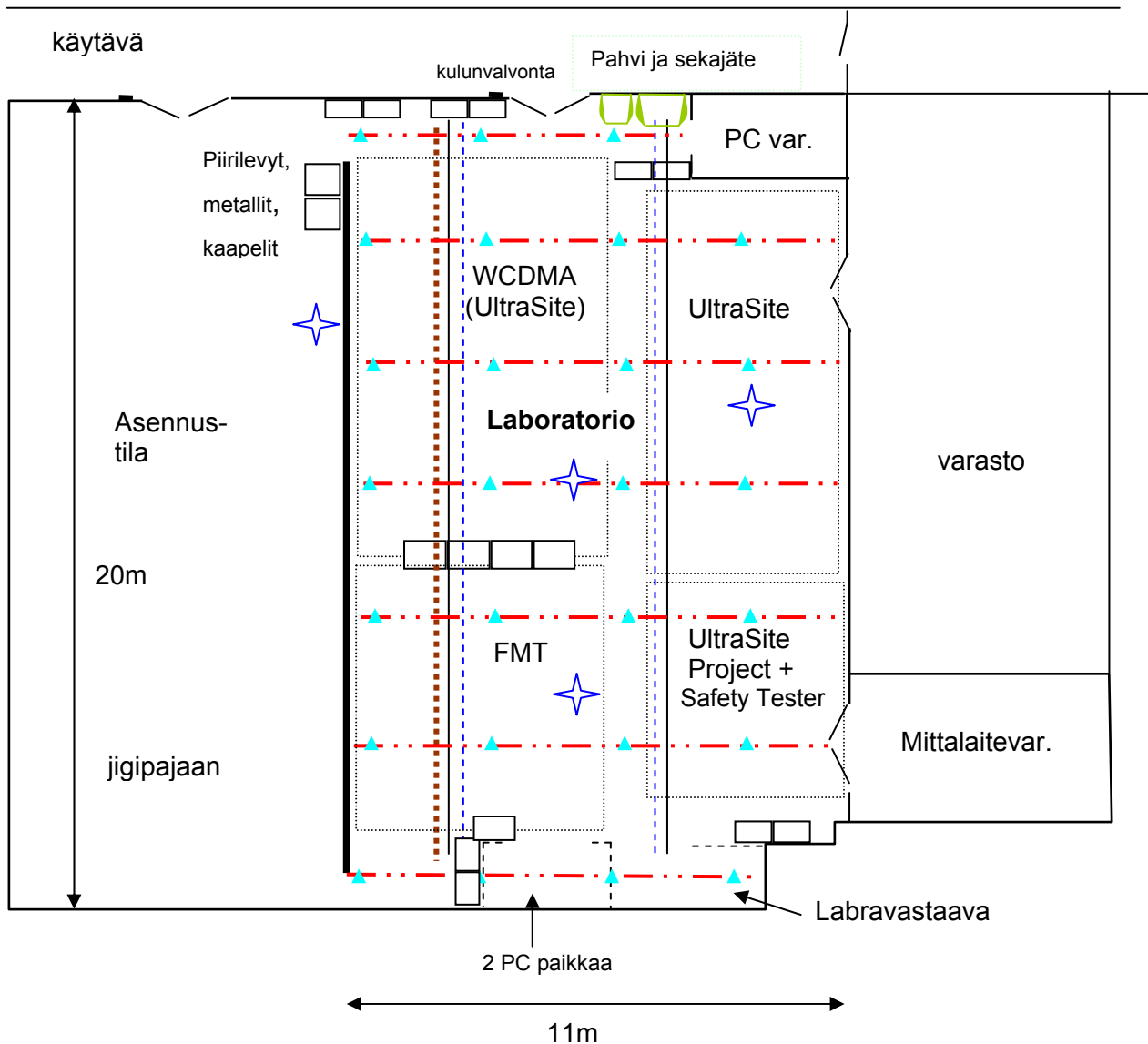
- 48 VDC/250A kiskot (2 kpl) _____
 - 400/230VAC/125A kisko (brown dotted)
 - UPS kiskot 400/230VAC/16A (2 kpl) - - - - - (blue dashed)
 - Kombikiskot 400/230VAC/16A (7 kpl) - - - - - (red dashed)
- Joissa ATK -rasiat ▲ ▲

Paineilma:

- 4 kpl ulosottoja / paikka (yht. 16) ★

Tilajako:

- Ryhmät: FMT, UltraSite, WCDMA, UltraSite Project + satunnaiset tarvitsijat (esim. Safety Tester)



LIITE C

TEAMS

- esimerkki-ikkuna TEAMS-tietokannasta

Equipment by manufacturer [All equipment except disposed] / Login = TE_SUPPORT

File View Insert Equipment Management Reports Tools Window Help

← → ↻ 🔍 🖨️ 📄 ⓘ

Oulu_P.O.

- # Advance
- # Advantest
- # Agilent Technologies
- # Allpro
- # Ama-Digit
- # Anritsu
- # Arctest
- # Atn Microwave
- # Burr-Brown
- # Chroma
- # Contech Pat
- # Consultronics Ltd.
- # Coutant-Lambda
- # Creative Engineer
- # Danica
 - # Tps 23A / (None)
 - # Delta Elektronika
 - # Delta Ohm
 - # Hd 9018 / (None)
 - # 1403941842 / Om04055
- # Digelec
- # Digitronics
- # Ee Tools
- # Elcoteq
- # Electro-Automatic
- # Elektrobot Oy
- # Ervic
- # Esmi
- # European Technology Partner As
- # Exergen
- # Finero
- # Fiskars
- # Fluke
- # Furness Control Limited
- # Giga-Tronics
- # Gn Elmi
- # Grant
- # Grundig
- # Gw Instek
- # Heraeus Vötsch
- # Hioki
- # Hios
- # Hitachi
- # Il Power
- # Instoma Oy
- # Intel

0 Subitems

20.09.2001

Equipment

Identification

Equipment No: Om04055 Status: Active

Manufacturer: Delta Ohm

Model No: Hd 9018

Main Option: (None)

Serial No: 1403941842

Equipment type: Sound Level Meter

History

Future events

Modify

Allocation | Procurement | Asset | Warranty | Storage | Technical | Software

Entity: Oulu_P.O.

User: Harju_Jukka

Coordinator: 1107315_Em_Technology_Development

Group: 1107315 Em

Location: Rusko

System: Master

Cal. Requirements | Other | Service providers | Procedures

Calibrated: Last Cal Date: []

Functional: Cal. due Date: []

Periodic Cal: None Calibration site: None

Every: Months Equipment class: []

Criticality level: [] Reliability target: [] %

Print Cancel Update

LIITE D

HP 33120A Function and Arbitrary Waveform Generator**waveforms**

sine	100uHz to 15MHz
square	100uHz to 15MHz
triangle/ramp	100uHz to 100kHz
arbitrary	
- length	8 to 16000
- vertical resol.	12 bits
- sample rate	40 Msa/s
DC	$\pm 5V_{pk}$ into 50ohm

modulation

AM	int/ext, including arbitrary
FM	int/ including arbitrary
FSK	int/ext, including arbitrary
PM	-

output (into50 ohm)

amplitude	5mV _{pp} to 10V _{pp}
DC offset	$\pm 5V_{pk}$ ac + dc
impedance	50 ohm

modes

trigger	int/ext
gate	ext
counted	1 to 50000 or
burst	infinite

sweep

linear	int/ext trigger
loraritmic	int/ext trigger

interface GPIB / RS-232**State Storage****Memory:** .

Power off state automatically saved

3 user-configurable stored states.

LIITE E

HP 34401A Digital multimeter

DC Voltage

Input Characteristics

range	max. reading (6½ digits)	6½	resolution in 5½	Digits 4½	input resistance
100 mV	120.0000	100 nV	1 µV	10 µV	10 M or > 10 G
1 V	1.200000	1 µV	10 µV	100 µV	10 M or > 10 G
10 V	12.000000	10 µV	100 µV	1 mV	10 M or > 10 G
100 V	120.0000	100 µV	1 mV	10 mV	10 M
1000 V	1050.000	1 mV	10 mV	100 mV	10 M

input protection: >1000V on all ranges

measurement accuracy: ±(% of reading + % of range)

	1 day	90 days	1 year
10 V	0.0015 + 0.0004	0.0020 + 0.0005	0.0035 + 0.0005

Noise Rejection: (50 or 60 Hz, 1 kunbalance in LO lead)

140dB

DC CMRR:

AC CMRR: 70dB

AC Voltage (true rms)

Measurement Accuracy: ± (% of reading + % of range); 1 year, 23° C ± 5° C

Frequency	Ranges 100 mV	Ranges 1, 10, 100, 750 V
3 - 5Hz	1.00 + 0.04	1.00 + 0.03
5-10Hz	0.35 + 0.04	0.35 + 0.03
10Hz-20kHz	0.06 + 0.04	0.06 + 0.03
20-50kHz	0.12 + 0.04	0.12 + 0.05
50-100kHz	0.60 + 0.08	0.60 + 0.08
100-300kHz	4.00 + 0.50	4.00 + 0.50

Input Resistance: 1 M±2%, in parallel with 100 pF

Input Protection: >750 V rms on all ranges

Maximum Volt-Hz Product: 8 x 10exp7

Maximum Reading Rate: 10 readings/s

Frequency and Period

Range: 3 Hz to 300 kHz (333 ms to 3.33 µs)

1-Year Accuracy: 0.01% (40 Hz to 300 kHz); 0.05% (3 to 40 Hz)

Resolution: 10 µHz to 1

Hz

Other Measurement Functions: Continuity, Diode Test, Ratio dc:dc, Limit Test

Math Functions: NULL, Min/Max/Avg, dB, dBm, Limit Test

Memory: 512-reading internal storage

Computer Interface: GPIB and RS-232C standard
Standard Programming Languages: SCPI, HP 3478A and Fluke 8840A/42A

Resistance: (2-wire Ω , 4-wire Ω)

Input

Characteristics

range	maximum reading		Resolution in digits		
	(6½ digits)	6½	5½	4½	
100ohm	120.0000	100u	1m		10m
1kohm	1.200000	1m	10m		100m
10 kohm	12.000000	10m	100m		1
100 kohm	120.000000	100m	1		10
1000 kohm	1.20000000	1	10		100
10Mohm	12.000000	10	100		1k
100Mohm	120.000000	100	1k		10k

DC Current

Measurement Accuracy: \pm (% of reading + % of range)

range	1 day	90 days	1 year	Shunt resistance
10mA	0,005+0,010	0,30+0,020	0,050+0,020	5,0ohm
100mA	0,010+0,004	0,030+0,005	0,050+0,005	5,0ohm
1A	0,050+0,006	0,080+0,010	0,100+0,010	0,1ohm
3A	0,100+0,020	0,120+0,020	0,120+0,020	0,1ohm

Input Protection: Externally accessible 3 A 250 V fuse; internal 7 A 500V fuse

DC Current

Measurement Accuracy: \pm (% of reading + % of range) 1 year

frequency	range 1A	range 3A
3-5Hz	1,00+0,04	1,10+0,06
5-10Hz	0,30+0,04	0,35+0,06
10Hz-5kHz	0,10+0,04	0,15+0,06

Input Protection: Externally accessible 3 A 250 V fuse; internal 7 A 500V fuse

HP 53131A Universal counter

measurement: Frequency, frequency ratio, time interval, period, rise/fall time, positive/negative pulse width, duty cycle, phase (CH 1 to CH 2), totalize, peak voltage, time interval

average, time interval delay
analysis: Automatic limit testing, math (scale and offset), statistics (minimum, maximum, mean, standard deviation).
 Statistics available on all measurements or only measurements that fall within limits.

Frequency range CH 1 & 2: dc–225 MHz

Frequency resolution: 10 digits/s

Time interval resolution (LSD) 500 ps

Measurement speed: Up to 200 meas/s over GPIB

Voltage range & sensitivity

DC to 100 MHz: 20 mVrms to ± 5 Vac + dc

100 to 200 MHz: 30 mVrms to ± 5 Vac + dc

200 to 225 MHz: 40 mVrms to ± 5 Vac + dc

Input conditioning (Independently selectable on CH 1 & 2)

Impedance, coupling 1 M Ω or 50 Ω , ac or dc

Low pass filter 100 kHz, switchable

Attenuation x1 or x10

Trigger CH 1 & 2 Trigger on rising/falling edge; set level by percent of signal level or absolute voltage; set sensitivity to LOW, MED, or HIGH

HP E3631A Triple output power supply (80W)

dc outputs

Voltage	0 to +25 V/	0 to -25 V/	0 to 6 V/
Current	0 to 1 A	0 to 1 A	0 to 5 A

Load and line

Voltage	<0.01% + 2 mV	<0.01% + 2 mV	<0.01% + 2 mV
Current	<0.01% + 250 µA	<0.01% + 250 µA	<0.01% + 250 µA

Ripple and noise

Normal-mode voltage	<350 µV rms/ 2 mV p-p	<350 µV rms/ 2 mV p-p	<350 µV rms/ 2 mV p-p
Normal-mode current	<500 µA rms	<500 µA rms	<2 mA rms
Common-mode current	<1.5 µA rms	<1.5 µA rms	<1.5 µA rms

Programming accuracy

Voltage	0.05% + 20 mV	0.2% + 10 mV
Current	0.15% + 4 mA	0.2% + 10 mV

Readback accuracy

Voltage	0.05% + 10 mV	0.1% + 5 mV
Current	0.15% + 4 mA	0.2% + 10 mV

Resolution

Program/ readback	1.5 mV, 0.1 mA/	1.5 mV, 0.1 mA/	0.5 mV, 0.5 mA/
Meter	1.5 mV, 0.1 mA	1.5 mV, 0.1 mA	0.5 mV, 0.5 mA
	10 mV/1 mA	10 mV/1 mA	1 mV/1 mA

Transient Response Time: 50 µsec for output to recover to within 15 mV following a change in output current from full load to half load or vice versa

LIITE H

HP 54610B Two-Channel 500-MHz Oscilloscope

Vertical system

Bandwidth (BW)	dc to 500 MHz
Channels	2
Input R & C	1 M Ω , ~9 pF
Dynamic range	\pm 12 divisions
Sensitivity	2 mV to 5 V
Accuracy	\pm 2% of full scale
Maximum input	250 V or
dc + peak ac	5 V RMS in 50 Ω mode
Selectable BW limit	30 MHz

Acquisition system

Max. sample rate	20 MSa/s
Single shot BW	2 MHz
Peak detect	50 ns
Record length	4k/2k
(pts. vectors off/on)	
Max. update rate	1.5 M pts/s

Horizontal system

Accuracy	\pm 0.01%
Resolution	25 ps
Delay jitter	10 ppm
Sweep speed	5 s/div to 1 ns/div

Trigger system

Sensitivity	dc to 25 MHz,	dc to 500 MHz,
	0.35 div or 3.5 mV	1 div or 10 mV
External trigger range	\pm 18 V	
External trigger input maximum input	250 V	(dc + peak ac) 5 V rms in 50 Ω

Measurements

Over 15 automatic measurements including V_{pp}, V_{avg}, V_{rms}, Frequency, Period, \pm Pulse width, Rise/Fall time

Math functions

+, -, invert, *, FFT, integrate, differentiate with optional measurement storage module

LIITE I

HP 8595E spectrum analyzer 9kHz - 6,5 GHz

Frequency

range 9 kHz to 6.5 GHz, dc-coupled; 100 kHz to 6.5 GHz, ac-coupled

Frequency Reference

Aging: $\pm 2 \times 10^{\text{exp-6}}$ /year,

Temperature Stability: $\pm 5 \times$

$10^{\text{exp-6}}$

Initial Achievable Accuracy: $\pm 0.5 \times 10^{\text{exp-6}}$

Marker Count Accuracy

Span ≤ 10 MHz x N: \pm (marker freq. x freq. ref error + counter resolution + 100 Hz x N)

Span ≤ 10 MHz x N: \pm (marker freq. x freq. ref error + counter resolution + 1

kHz x N)

Counter Resolution

Span ≤ 10 MHz x N: Selectable from 10 Hz to 100 kHz

Span > 10 MHz x N: Selectable from 100 Hz to 100 kHz

Frequency Span

Range: 0 Hz (zero span) and

8594E: 10 kHz to 2.9 GHz; 1 kHz min (Option 130)

8595E: 10 kHz to 6.5 GHz; 1 kHz min (Option 130)

Resolution: Four digits or 20 Hz x N, whichever is greater

Accuracy Span ≤ 10 MHz x N: $\pm 2\%$ of span
Span > 10 MHz x N: $\pm 3\%$ of span

Sweep Time

Range Span = 0 Hz or > 1 kHz: 20 ms to 100 s
Span = 0 Hz (Option 101): 20 μ s to 100 s

Accuracy 20 ms to 100 s: $\pm 3\%$
20 μ s to < 20 ms (Option 101): $\pm 2\%$

Sweep Trigger: Free run, single, line, video, external

Resolution Bandwidth: 1 kHz to 3 MHz (3 dB) in 1, 3, 10 sequence; 9 kHz and 120 kHz (6 dB) EMI bandwidths.

Accuracy: $\pm 20\%$

Selectivity -60 dB/ -3 dB: 3 kHz to 10 kHz, 15:1

100 kHz to 3 MHz, 15:1

1 kHz, 30 kHz, 16:1

-40 dB/ -3 dB: 30 Hz to 300 Hz, 10:1

Video Bandwidth

Range: 30 Hz to 1 MHz in 1, 3 sequence

Stability

Noise Sidebands (1 kHz RBW, 30 Hz VBW, sample detector)

> 10 kHz offset from CW signal: ≤ -90 dBc/Hz + 20 log N

> 20 kHz offset from CW signal: ≤ -100 dBc/Hz + 20 log N

> 30 kHz offset from CW signal: ≤ -105 dBc/Hz + 20 log N

Amplitude

Amplitude Range: Displayed average noise level to +30 dBm

Maximum Safe Input Level (input attenuator ≥ 10 dB)

Average Continuous Power: +30 dBm (1 W)

Peak Pulse Power +50 dBm (100 W) for < 10 μ s, pulse width and $< 1\%$ duty cycle, input

atten. ≥ 30 dB
 DC 0 V (dc-coupled); 50 V (ac-coupled)

Gain Compression (> 10 MHz): ≤ 0.5 dB
 Displayed Average Noise Level 30 Hz RBW 1 kHz RBW
 400 kHz to 2.9 GHz ≤ -125 dBm ≤ -110 dBm
 2.75 to 6.5 GHz ≤ -127 dBm ≤ -112 dBm

Spurious Responses

(> 10 MHz): < -70 dBc for -40 dBm tone at input mixer

Residual Responses (input terminated, 0 dB attenuation)

150 kHz to 6.5 GHz < -90 dBm

Display Range

Log Scale: 0 to -70 dB from ref level is calibrated; 0.1, 0.2, 0.5 dB/div and 1 to 20 dB/div in 1 dB steps; 8 div

displayed

Linear Scale: 8 divisions

Scale Units: dBm, dBmV, dB μ V, V, W

Reference Level

Range: Displayed average noise level to $+30$ dBm

Resolution: ± 0.01 dB for log scale; $\pm 0.12\%$ of ref level for linear scale

Accuracy: ± 0.3 dB at -20 dBm; 0 to -59.9 dBm: $\pm (0.3 \text{ dB} + 0.01 \times \text{dB from } -20 \text{ dBm})$

Frequency Response (10 dB input attenuation)

± 1.5 to ± 2.0 dB

Calibrator Output Amplitude: -20 dBm ± 0.4 dB; $+28.75$ dBmV ± 0.4 dB,

Resolution Bandwidth Switching Uncertainty (ref to 3 kHz RBW, at ref level)

3 kHz to 3 MHz RBW: ± 0.4 dB

1 kHz RBW: ± 0.5 dB

30 Hz to 300 Hz RBW: ± 0.6 dB

Log to Linear Switching: ± 0.25 dB at ref level

general

temperature Operating: 0° C to $+55^\circ$ C

Storage: -40° C to $+75^\circ$ C

Audible Noise: < 37.5 dBA pressure and < 5.0 Bels power (ISODP7779)

User Program Memory (nominal): 238 KB nonvolatile RAM

Data Storage

Internal: 24 traces or 32 states

External: 50 traces, 8 states

memory cards

Weight: 16,4 kg