



Mari Niemelä

**LASTEN YÖKASTELUN EHDOLLISTAMISHOITON KÄYTET-
TÄVIEN LANGATTOMIEN KASTELUHÄLYTTIMIEN TEKNISET
RATKAISUT JA PATENTOINTI**

**LASTEN YÖKASTELUN EHDOLLISTAMISHOITON KÄYTET-
TÄVIEN LANGATTOMIEN KASTELUHÄLYTTIMIEN TEKNISET
RATKAISUT JA PATENTOINTI**

Mari Niemelä
Opinnäytetyö
Kevät 2013
Hyvinvointiteknologian koulutusohjelma
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu
Hyvinvointiteknologian koulutusohjelma

Tekijä(t): Mari Niemelä

Opinnäytetyön nimi: Lasten yökastelun ehdollistamishoitoon käytettävien langattomien kasteluhälyttimien tekniset ratkaisut ja patentointi

Työn ohjaaja(t): Jukka Jauhiainen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: syksy 2013 Sivumäärä: 78 + 10 liitettä

Opinnäytetyön tehtävänä ja tavoitteena oli selvittää lasten yökastelun ehdollistamishoitoon käytettävien Euroopan markkinoilla olevien kasteluhälyttimien teknisiä ratkaisuja ja kosteussuojausta sekä langattomien kasteluhälyttimien patentointia. Työssä ehdotettiin kosteussensoriratkaisua Pedihealth Oy:lle kasteluhälytin- ja patenttiselvitysten pohjalta sekä selvittiin mahdollisia yhteistyökumppaneita kasteluhälyttimen suunnitteluun ja toteutukseen Oulun seudulta. Työssä tutustuttiin myös tilaajan aasianlaisen yhteistyökumppanin suunnittelemaan ja toteuttamaan kasteluhälytinratkaisuun.

Työ aloitettiin tutustumalla lasten yökasteluun ja sen hoitoon sekä langattomiin tiedonsiirtotekniikoihin. Kasteluhälyttimien toimintaan tutustuttiin valmistajien antamalla tiedoilla sekä purkamalla tilaajalta saadut rikkinäiset kosteussensarit. Kosteussensoreiden toiminta selvitettiin perehtymällä sensorin elektroniikkaan komponenttien datalehtien avulla. Aasianlaisen yhteistyökumppanin suunnittelemaan ja toteuttamaan kasteluhälytinratkaisuun tutustuttiin samalla tavalla kuin markkinoilla oleviin kasteluhälytimiin.

Patentteihin tutustuttiin Euroopan patenttiviraston julkisen tietokannan avulla. Tietokantaan syötettiin englanniksi langatonta kasteluhälytintä kuvaavia sanoja, joiden avulla etsittiin mahdollisia patentteja. Varteenotettavia patentteja löytyi muutama, jotka esitellään työssä.

Kasteluhälytin- ja patenttiselvityksen pohjalta ehdotettiin uutta kosteussensoriratkaisua yleisellä tasolla. Mahdollisia yhteistyökumppaneita langattomien kasteluhälyttimien suunnitteluun ja toteutukseen selvitettiin Yritystakomon edustajalta sähköpostilla sekä toimialarekisterin avulla.

Asiasanat:

yökastelu, ehdollistaminen, langaton tiedonsiirto, kasteluhälytin, patentit

ALKULAUSE

Aloin keväällä 2013 kyselemään yrityksistä, olisiko heillä tarjota opinnäytetyön aihetta. Pedihealth Oy:stä tuli pyyntö lähettää hakemus ja cv, joissa kerrottaisiin, millaista opinnäytetyötä haluaisin tehdä. Kun he olivat saaneet hakemukseni, tuli pyyntö tulla keskustelemaan lisää opinnäytetyön aiheesta.

Koska minulla on taustalla elektroniikka-asentajan ammattitutkinto, Pedihealth Oy:ssä ajateltiin, että langattomien kastelusensoreiden tekniset ratkaisut voisivat olla tutkimuskohteenani, joiden pohjalta voisin esittää heidän kehitteillä olevaan laitteeseensa ratkaisua. Aiheenani tässä opinnäytetyössä on siis lasten yökastelun ehdollistamishoitoon käytettävien langattomien kasteluhälyttimien tekniset ratkaisut ja kosteussuojaus.

Kiitän Pedihealth Oy:tä opinnäytetyön aiheesta, johon oli mielenkiintoista perehtyä. Kiitän myös projektisuunnittelija Timo Matalalampea avusta opinnäytetyön tekemisessä sekä ohjaajaopettajia saamastani palautteesta.

Oulussa 28.8.2013

Mari Niemelä

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ALKULAUSE	4
SISÄLLYS	5
SANASTO	7
1 JOHDANTO	10
2 LASTEN YÖKASTELU JA SEN HOITO	11
2.1 Lasten yökastelu	11
2.2 Yökastelun hoito	11
2.2.1 Kasteluhälytinhoito	12
2.2.2 Desmopressiinilääkityshoito	13
3 LANGATON TIEDONSIIRTO	15
3.1 Tiedonsiirtotekniikat	15
3.1.1 Matkaviestinverkot	16
3.1.2 Langattomat laajakaistaverkot	17
3.1.3 Lyhyen kantaman radioverkot	19
3.1.3.1 Bluetooth	19
3.1.3.2 IEEE 802.11	22
3.1.3.3 DECT	24
3.1.3.4 IrDA	26
3.1.3.5 NFC	28
3.1.3.6 UWB	28
3.1.3.7 ZigBee	29
3.2 Modulointi	31
4 ELEKTRONIIKAN KOMPONENTIT	34
4.1 Vastus	34
4.2 Kondensaattori	35
4.3 Kela	37
4.4 Kide	37
4.5 Transistori	37
4.6 Mikrokontrolleri	38
5 LANGATTOMAT KASTELUHÄLYTTIMET	40

5.1 DRI Sleeper Eclipse	41
5.2 Enurad 400	45
5.3 Enutrain	48
5.4 Bye~Wet	52
5.5 Alarmvipin kasteluhälytintienratkaisu	56
6 PATENTOINTI	59
6.1 Patentoinnin tarkoitus	59
6.2 Langattomien kasteluhälyttimien patentit	60
6.2.1 Laite, jolla ilmaistaan kosteutta	60
6.2.2 Menetelmä ja järjestelmä, joka havaitsee kosteutta imukykyisestä tuotteesta	61
6.2.3 Kosteuden läsnäolon havaitsemiseksi tarkoitettu järjestelmä	64
7 EHDOTUS KOSTEUSSENSORIRATKAISUSTA	67
8 YHTEISTYÖKUMPPANIT	69
8.1 Yritystakomon kautta yhteyttä ottaneet yritykset	69
8.2 Toimialarekisteristä löytyneet yritykset	70
9 YHTEENVETO	72
LÄHTEET	74
LIITTEET	79

SANASTO

Antidiureettinen hormoni: Antidiureettinen hormoni (ADH) on aivolisäkkeen erittämä hormoni, joka säätelee virtsaneritystä. Tunnetaan myös nimellä vasopressiini.

ASK: ASK (Amplitude Shift Keying) eli amplitudisiirtokoodaus on eräänlaista amplitudimodulointia, jossa muutetaan digitaalisen kanta-aallon amplitudia.

Bedwetting: Englanninkielinen termi yökastelulle.

BSS: BSS (Basic Service Set) on IEEE 802.11 -standardin mukainen perusarkkitehtuuri, joka muodostuu joukosta laitteita, jotka osaavat kommunikoida toisensa kanssa standardin mukaan.

CPU: CPU (Central Processin Unit) tarkoittaa suoritinta tai prosessoria, joka suorittaa tietokoneohjelman sisältämiä konekielisiä käskyjä.

CT1: CT1 (Cordless Telephony) on ensimmäisen sukupolven analoginen langaton puhelinjärjestelmä, jonka pohjalta on tehty ETSI-standardi.

CT2: CT2 (Cordless Telephony) on ETSI-standardin seuraava puhelinjärjestelmä, jossa analoginen radiosignaalointi korvattiin digitaalisella signaaloinnilla.

Desmopressiini: Desmopressiini on ihmisen vasopressiinin eli antidiureettisen hormonin synteettinen vastine, jota käytetään yökastelun hoitoon.

DS: DS (Distribution System) on nimitys ESS-ratkaisun taustalla olevasta runkoverkosta, joka mahdollistaa tukiasemien välisen tietoliikenteen.

Ehdollistaminen: Tietty alitajuisen oppimisen muoto, jossa opitaan yhdistämään asioita toisiinsa.

Enkooderi: Laite, ohjelma tai niiden yhdistelmä, joka pakkaa, salaa, kätkee, yhdistää tai muuttaa informaatiota jonkin algoritmin mukaisesti, jolloin informaatio voidaan tallentaa tai siirtää helpommin, nopeammin ja turvallisemmin.

Enureesi: Kasteluhäiriö, viisi vuotta täyttäneen lapsen toistuva tahdonalainen tai tahaton virtsaaminen päivällä tai yöllä vaatteisiin tai vuoteeseen.

Enuresis nocturna: Yökastelu, latinalainen, lääketieteellinen nimitys. Englanninkielisessä kirjallisuudessa *nocturnal enuresis*.

ESS: ESS (Extended Service Set) on BSS-verkon laajennus, jossa käytetään useampia tukiasemia, jotka kytketään samaan runkoverkkoon.

ETSI: ETSI (European Telecommunications Standard Institute) on järjestö, joka tuottaa maailmanlaajuisesti sovellettavia sääntöjä tieto- ja viestintäteknologiaan.

FFD: FFD (Full Function Device) on IEEE 802.15.4 -standardin määrittelemä laite, joka voi toimia koordinaattorina verkossa.

FSK: FSK (Frequency Shift Keying) eli taajuussiirtokoodaus on taajuusmodulointia, jossa muutetaan digitaalisen kanta-aallon taajuutta.

IBSS: IBSS (Independent Basic Service Set) nimitystä käytetään verkosta, joka ei kytkeydy kiinteään verkkoon.

Inkontinenssivaippa: Tahattomaan virtsankarkailuun tarkoitettu suoja, joka laitetaan alushousuihin.

LOS-linkki: LOS-linkki (Line Of Sight) on infrapunalinkki, jolla toteutetaan kahden pisteen välinen yhteys.

Nesteretentio: Ylimääräisen nesteen kertyminen elimistöön.

NFC: NFC (Near Field Communication) on langaton liityntäteknologia, joka mahdollistaa yksinkertaiset ja turvalliset kaksisuuntaiset interaktiot elektronisten laitteiden välillä.

NRZL: NRZL-koodaus (No Return to Zero Low) on tietoliikenteessä käytetty linjakoodaus, jossa 1-bitti esitetään yhtenä merkitsevänä tilana ja 0-bitti toisena merkitsevänä tilana.

PLL: PLL (Phase lock loop) eli vaihelukittu silmukka on ohjausjärjestelmä, joka tuottaa lähtösignaalin, jonka vaihe liittyy vaiheen tulosignaaliin.

PSK: PSK (Phase Shift Keying) eli vaiheensiirtokoodaus on vaihemodulointia, jossa muutetaan digitaalisen kantoaallon vaihetta.

RFD: RFD (Reduced Function Device) on toinen IEEE 802.15.4 -standardin määrittämä laite, jonka tarkoitus on olla hyvin yksinkertainen laite. RFD-laite voi kommunikoida ainoastaan FFD-laitteen välityksellä, eikä voi toimia koordinaattorina.

TDD: TDD (Time-Division Duplex) on sovellus aikajakokanavointiin erottamaan edestakaisia signaaleja.

TDMA: TDMA (Time Division Multiple Access) eli aikajakokanavointi on mm. GSM-verkossa käytetty radiotien kanavanvaraustekniikka.

Transaktio: Yhtenä toimenpiteenä suoritettu hakujen ja tallennusten sarja, jossa jonkin osan epäonnistuessa koko tapahtumasarja peruutetaan.

UHF: UHF (Ultra High Frequency) tarkoittaa mikroaaltojen taajuusaluetta 0,3 – 3 GHz:n väliltä.

UWB: UWB (Ultra-wideband) on radioteknologia, jossa informaatio lähetetään lyhyinä ja pienitehoisina pulsseina laajalla taajuuskaistalla.

Vasopressiini: Katso antidiureettinen hormoni.

VCO: VCO (Voltage controlled oscillator) eli jänniteohjattu oskillaattori on oskillaattori, jonka värähtelytaajuutta voidaan säätää jännitteen avulla. Jänniteohjattuja oskillaattoreita käytetään radiotekniikassa, vaihelukituissa silmukoissa, äänikorteissa ja syntetisaattoreissa.

1 JOHDANTO

Lapset oppivat yleensä yökuiviksi kolmantena ikävuotenaan, joka on lapselle herkkä ikä oppia kuivaksi. 6-vuotiaista lapsista noin 10 % kastelee öisin. Jos yökastelulle ei tehdä mitään, kuivaksi oppii noin 10 % yökastelijoista. Jotta lapsi voisi oppia kuivaksi, tarkoitusta varten on kehitelty laitteita, jotka herättävät lapsen yöllä pissalle.

Euroopan markkinoilla on ollut neljä erilaista langatonta kasteluhälytintä. Näistä kahta ei enää valmisteta ja yhdellä toimittajalla on ollut vaikeuksia saada kasteluhälyttimen hälytintä. Yksi laitteista ei ole opinnäytetyön tilaajan mielestä käytännöllinen. Tilaajalla on Aasiassa mahdollinen yhteistyökumppani, joka voisi valmistaa laitetta, mutta jolta puuttuu taito kehittää toimiva langaton kasteluhälytin.

Edellisistä syistä tilaajalle on syntynyt tarve selvittää olemassa olevien langattomien kasteluhälyttimien teknisiä ratkaisuja ja kosteussuojauksia, joiden pohjalta voisi kehittää uuden kasteluhälyttimen yhteistyössä mahdollisen yhteistyökumppanin kanssa. Jotta olemassa olevien kasteluhälyttimien teknisiä ratkaisuja voi käyttää omassa laitteessa, tulee selvittää niiden patenttisuojaus.

Opinnäytetyön tarkoituksena on siis perehtyä Euroopan markkinoilla olevien langattomien kasteluhälyttimien teknisiin ratkaisuihin ja kosteussuojaukseen sekä patenttisuojaukseen. Selvityksen pohjalta ehdotetaan ratkaisua tilaajan kehitteillä olevaan kasteluhälytimeen. Lisäksi selvitetään Oulun seudulla olevia mahdollisia yhteistyökumppaneita, jotka voisivat olla laitteiden suunnittelijoita tai valmistajia.

2 LASTEN YÖKASTELU JA SEN HOITO

2.1 Lasten yökastelu

Yökastelulla tarkoitetaan tahatonta unenaikaista virtsan karkaamista viisivuoti-
ailla ja sitä vanhemmilla. Lapsen normaaliin kehitykseen ja kypsymiseen kuuluu
tahaton virtsankarkailu. Virtsankarkailu lapsella ei siis ole sairaus vaan oire.
(Venhola 2008, 2119.)

Yökuiviksi opitaan useimmiten 2–3 vuoden iässä, mutta 7-vuotiaista kastelee
noin 5 % ja 16vuoden iässäkin pojista kastelee öisin noin 1 %. Yökastelun taus-
talla on monia tekijöitä, jotka ovat osin vielä tuntemattomia. Yökastelun taustalla
usealla lapsella voi olla perinnöllinen taipumus eli jos vanhemmat ovat olleet
yökastelijoita, lapsella on suurentunut riski olla kastelija. Runsas unenaikainen
virtsaneritys voi johtua vasopressiinin erityksen vuorokausirytmistä, joka kaikilla
lapsilla ei ole kehittynyt. Unitutkimusten mukaan kastelua esiintyy unen eri vai-
heissa, mutta syytä ei tiedetä, miksi lapsi ei herää unen aikana rakon täyttymi-
seen. (Kolho 2010, 596.)

Sekundaarista yökastelua voivat joskus aiheuttaa diabetekseen liittyvät suuret
virtsamäärät. Kastelua voi liittyä joihinkin lääkkityksiin, kuten esimerkiksi valpro-
aatin käyttöön. Jos perheen elämässä on ollut hankala vaihe, kuten avioero tai
uuteen elinympäristöön muutto, monet lapset alkavat uudestaan kastella. (Kol-
ho 2010, 596.)

2.2 Yökastelun hoito

Vaikka yökastelu ei ole sairaus, voi oire tuottaa sekä lapselle että vanhemmille
huolestuneisuutta ja se voi olla häiritsevä. Yökastelun hoito on tarpeen silloin,
kun kastelu aiheuttaa lapselle itselleen hämmennystä tai harmia. Hoito ei ole
tarpeellista, jos lapsi ei itse ole motivoitunut hoitoon tai hän on iältään alle viisi-
vuotias. (Venhola 2008, 2119.)

Yleensä yökastelu ei vaadi erityistutkimuksia, vaan sen arviointi ja hoito kuulu-
vat perusterveydenhuoltoon. Taulukossa 1 on jäsennelty seikkaperäisesti lap-
sen ja perheen haastatteluun kuuluvat asiat. Hoidon arvioinnissa tehdään myös

potilaan fyysinen tutkimus, joka kattaa parhaimmillaan kohtalaisen neurologisen arvion, selän ja lantion sekä genitaalien tarkastuksen ja ummetuksen poissulkemisen. (Venhola 2008, 2120.)

TAULUKKO 1. Yökastelijan arvioinnissa selvittettäviä asioita (Venhola 2008, 2120)

Kuinka usein ja kuinka paljon kerrallaan lapsi kastelee?
Ketä kastelu haittaa ja kuinka paljon?
Mitä hoitoja on kokeiltu ja millaisin tuloksin?
Onko lapsella päiväoireita? (Kastelua, tiheävirtsaisuutta, pakko-oireita, pidättelyä tai ummetusta?)
Onko esiintynyt virtsatulehduksia, ja onko virtsanäyte tutkittu?
Kärsiikö lapsi runsaasta kuorsaamisesta tai uniapneasta?
Millaista hoitovastetta halutaan tavoitella?
Kuinka sitoutuneita lapsi ja vanhemmat ovat mahdollisesti aloitettavaan hoitoon?

Tutkimuksissa on osoitettu kaksi tehokasta yökastelun hoitokeinoa, kasteluhälytinhoito ja desmopressiinilääkityshoito. Käytönaikainen teho on molemmissa hoidoissa lähes yhtäläinen, mutta onnistuessaan kasteluhälytinhoito johtaa todennäköisemmin pysyväksi kuivana oppimiseen kuin lääkitys. (Venhola 2008, 2120–2121.)

Hoidon onnistumisen kannalta on tärkeää, että yökasteluun liittyvistä asioista kerrotaan riittävästi ja hoidon toteutumista seurataan. Lasta ei saa rangaista kastelemisesta, vaan positiivinen kannustava asenne kastelun hoidossa on tärkeää. (Kolho 2010, 597.)

2.2.1 Kasteluhälytinhoito

Kasteluhälytinlaiteella on pitkään hoidettu lasten yökastelua. Kasteluhälytinhoito perustuu ehdollistamiseen. Ehdollistamishoidon tarkoituksena on nopeuttaa rakon pidätyskyvyn luonnollista kypsymistä. Lapsen ja koko perheen on moti-

voiduttava hoitoon, jotta se onnistuu ja se voidaan ottaa käyttöön. (Yökastelun hoito. 2008.)

Kasteluhälytinhoito kestää kahdesta kolmeen kuukautta ja sitä käytetään joka yö. Yökastelijoista 80 % oppii kuivaksi kasteluhälytinhoidolla. Kuivaksi oppineista lapsista kolmannekselle oire palaa takaisin, jolloin uusi hoitajakso voidaan aloittaa välittömästi yleensä hyvin tuloksin. (Yökastelun hoito. 2008.)

Kasteluhälyttimen perhe hankkii usein itse laitteen valmistajalta tai maahan-tuojalta. Toinen vaihtoehto on lainata terveyskeskuksen laitetta, jolloin perhe hankkii vuoteeseen tai alusvaatteisiin asetettavat henkilökohtaiset osat. (Venho-la 2008, 2121.)

Väärät hälytykset ovat kasteluhälyttimen huono puoli. Tällaisia vääriä hälytyksiä voi laukaista esimerkiksi hikoileminen. Toinen hälytinlaitteen huono puoli on, että hälytinääni voi rikkoa muiden perheenjäsenten unirytmää paitsi itse kasteli-jan. (Yökastelun hoito. 2008.)

2.2.2 Desmopressiinilääkityshoito

Yökastelun lääkehoidossa vain imipramiini ja desmopressiini ovat osoittautu-neet lumelääkettä tehokkaammiksi. Haittavaikutuksiensa ja toksisuutensa vuok-si imipramiini ei ole saanut koskaan Suomessa kovin suurta suosiota yökaste-lun hoidossa. (Venhola 2008, 2121.)

Eritystä estävän luonnollisen hormonin, antidiureetisen hormonin, synteettinen vastine on desmopressiini, jota on käytetty yökastelun hoidossa yli 20 vuoden ajan. Desmopressiini vähentää virtsan määrä yökastelun aikana, jolloin se samalla vä-hentää yökastelua. Lapsi herää myös helpommin pissalle. (Yökastelun hoito. 2008.)

Desmopressiinihoidon vaikutus havaitaan useimmiten viikossa, mahdollisesti jo ensimmäisenä yönä. Desmopressiinillä on lähes sama vaste (80 %) kuin häly-tinhoidolla saavutettu, mutta desmopressiinihoidon lopetuksen jälkeen merkit-sevästi pienempi osa pysyy kuivana. Desmopressiinihoito vaikuttaa parhaiten

niillä lapsilla, joilla virtsan eritystä estävän hormonin luontainen erityys on vähäistä. (Yökastelun hoito. 2008; Venhola 2008, 2121.)

Desmopressiinihoidon aikana tulisi välttää nesteen saantia lääkkeenoton yhteydessä ja sen jälkeen, jotta elimistöön ei kertyisi ylimääräistä nestettä. Jos nestettä ottaa lääkkeenoton yhteydessä, voi seurata desmopressiinin harvainen, mutta vaarallinen haittavaikutus, vesimyrkytys. (Yökastelun hoito. 2008; Venhola 2008, 2121.)

Lääkityshoidon tulisi jatkua yhtäjaksoisesti kaksi viikkoa. Lääkitys aloitetaan maksimaalisella hoitoannoksella, joka on 240 µg yhtenä annoksena ennen nukkumaanmenoa. Lääkkeen auttaessa annosta vähennetään viikoittain, kunnes pienin tehokas annos on löydetty. (Venhola 2008, 2121–2122.)

Desmopressiinihoitoa voidaan käyttää säännöllisenä tai tilapäisenä lääkityksenä tai yhdessä hälytinlaitteiden kanssa. Jos lapsella on ollut jo kuivia öitä, lääkitys on tehokkainta. (Kolho 2010.)

3 LANGATON TIEDONSIIRTO

Tietoliikenteellä tarkoitetaan tiedon eli informaation välitystä lähettäjän ja vastaanottajan välillä. Aiemmin tietoliikenne oli kahden pisteen välistä, point-to-point, tiedonsiirtoa. Nykyisin tietoliikenne tapahtuu pääsääntöisesti erilaisissa tietoverkoissa, joiden keskeinen ominaisuus on tiedon tehokas siirtäminen. (Laitinen 2004.)

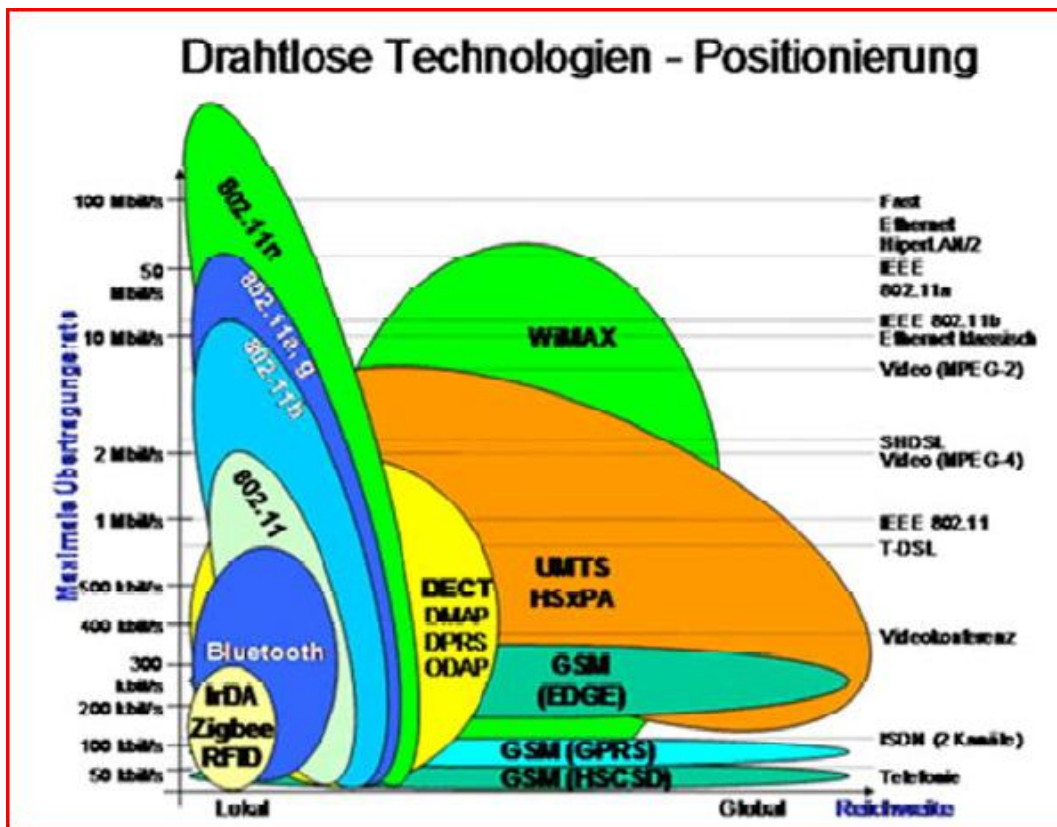
3.1 Tiedonsiirtotekniikat

Langattomassa tiedonsiirtojärjestelmässä tieto siirtyy päätelaitteen ja verkon välillä langattomasti. Järjestelmässä tapahtuu yleensä myös langallista tiedonsiirtoa. Tiedonsiirto voi tapahtua myös suoraan päätelaitteiden välillä ilman verkkoa. Nykypäivän yhteiskunnassa langaton tiedonsiirto on merkittävässä roolissa. (Rontu 2009.)

Langattomia teknologioita ovat

- matkapuhelinverkot
- langattomat laajakaistatekniikat
- yleisradio- ja TV-verkot
- lyhyen kantaman radiotekniikat
- satelliittitekniikat
- muut (Rontu 2009).

Kuvassa 1 ovat langattomien tiedonsiirtoverkkojen teknologioita.

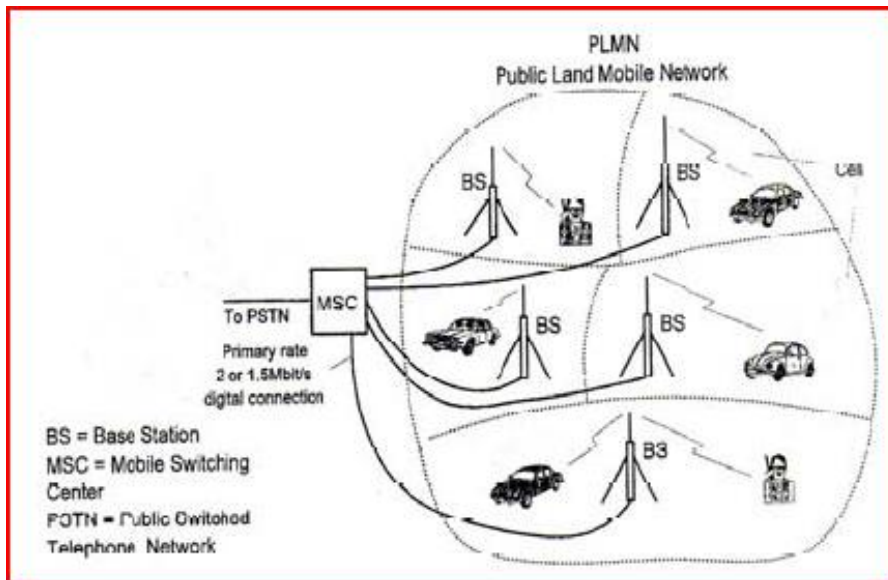


KUVA 1. Langattomat teknologiat (Rontu 2009)

Koska yleisradio- ja TV-verkot sekä satelliittiteknikat eivät ole opinnäytetyön aiheen kannalta oleellisia, jätän ne tässä yhteydessä vähemmälle huomiolle ja keskityn muihin, oleellisempiin langattomiin tekniikoihin.

3.1.1 Matkaviestinverkot

Matkaviestinverkko käyttää langatonta viestintää, jossa päätelaitteina toimivat matkaviestimet eli yleisimmin matkapuhelimet. Yksinkertaisimmillaan verkko koostuu tukiasemista ja keskuksista. Matkaviestinjärjestelmä tarkoittaa matkaviestinverkon ja matkaviestinten muodostamaa tietoliikennejärjestelmää. Kuvassa 2 on esimerkki matkaviestinverkosta. (Rontu 2009.)

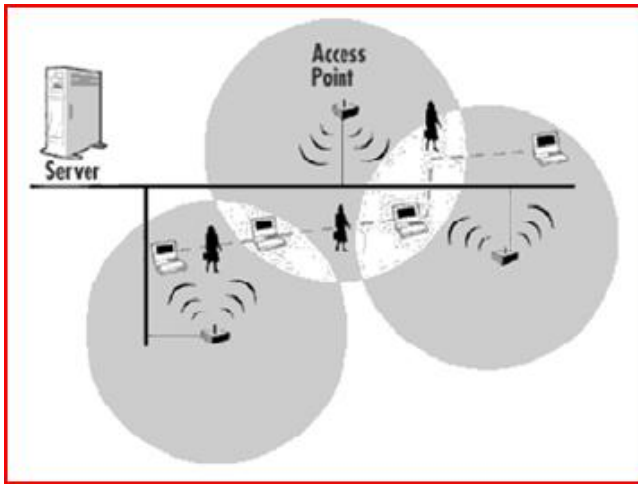


KUVA 2. Matkaviestinverkon rakenne (Rontu 2009)

Matkaviestinverkoja ovat modernit matkapuhelinverkot GSM (Global System for Mobile) ja UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), yleiset matkaviestinverkot PLMN (Public Land Mobile Network) sekä kiinteät puhelinverkot PSTN (Public Switched Telephone Network). Moderniin matkaviestinverkkoon kuuluu tukiasemien ja keskusten lisäksi paljon erilaisia komponentteja, joita ovat mm. tukiasemaohjaimet, erilaiset palvelualustat sekä tietorekisterit. Yleisten matkaviestinverkkojen palvelut ovat kaikkien saatavilla. Tunnetuimpia PLMN-verkkoja Euroopassa ovat NMT- ja GSM-verkot. Kiinteissä puhelinverkoissa päätelaitteet on yhdistetty kiinteillä johdoilla verkkoon, jolloin päätelaitteiden hallinta ja puheluiden muodostus on helppoa. (Rontu 2009.)

3.1.2 Langattomat laajakaistaverkot

Langattomat tietoverkot ovat tietokoneiden väliseen kommunikaatioon tarkoitettuja laajakaistaisia verkkoja. Yksinkertaisimmillaan laajakaistaverkko koostuu kahdesta tietokoneeseen liitetystä verkkokortista, mutta yleensä langattomasta tietoverkosta on yhteys ulkopuolisiin verkkoihin eli Internetiin. Kuvassa 3 on esimerkki langattomasta laajakaistaverkosta. (Rontu 2009.)



KUVA 3. Langattomien laajakaistaverkkojen rakenne (Rontu 2009)

Yksinkertaisimmissa langattomissa laajakaistaverkoissa on joukko laitteita, joissa on esim. WLAN-adapteri ja ne ovat tarpeeksi lähellä toisiaan. Tällaiset laitteet muodostavat itsenäisen verkon eli ns. ad-hoc-verkon. Verkkoyhteys katkeaa, jos asemien välinen etäisyys kasvaa liian suureksi, mutta yhteys palaa muutamassa sekunnissa, kun asema palaa takaisin kantaman sisälle. Itsenäisen verkon kantamaa voidaan kasvattaa jopa kaksinkertaiseksi, kun käytetään tukiasemaa toistimena. (Rontu 2009.)

Infrastruktuuriverkoissa yksi asemista toimii tukiasemana, joka voi olla tavallinen tietokone tai erillinen tukiasemalaite. Muut asemat keskustelevat tukiaseman kanssa. Kun tukiasemia on useita yhdistetty toisiinsa, muodostuu langaton lähiverkko, joka ei kuitenkaan ole täysin langaton, vaan tukiasemat ovat kiinni perinteisessä lähiverkossa ja niiden välinen liikenne siis kulkee kaapelissa (kuva 3). (Rontu 2009.)

On olemassa myös verkkoja, jotka ovat yleisessä käytössä ja usein teleoperaattorin operoimia. Verkko voi peittää laajojakin alueita, jolloin tarvitaan useita tukiasemia. Langattomien lähiverkkojen käyttämillä korkeilla taajuuksilla ei voida muodostaa suuria peittoalueita, vaan laitteen tulee olla maksimissaan noin yhden kilometrin päässä tukiasemasta. (Rontu 2009.)

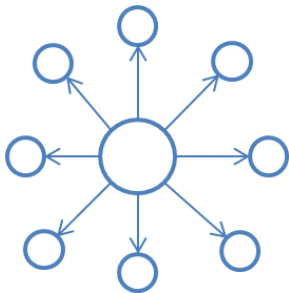
Langattomia laajakaistaverkkoja ovat mm. WiMAX ja WLAN, joita tässä yhteydessä ei käydä sen tarkemmin läpi.

3.1.3 Lyhyen kantaman radioverkot

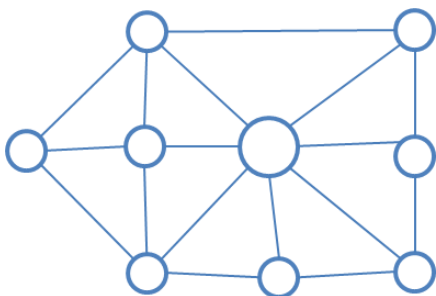
Lyhyen kantaman radioteknologioiden verkkorakenteet vaihtelevat suuresti riippuen käyttötarkoituksesta ja käyttäjien määrästä. Lyhyen kantaman verkkorakenteita ovat point-to-point, point-to-multipoint sekä mesh. Point-to-point-verkkorakenne on kahden laitteen välinen verkko (kuva 4). Point-to-multipoint-verkkorakenne on sellainen, jossa laitteet on yhdistetty keskittimeen (kuva 5). Mesh-verkossa kaikki verkon osat on yhdistetty toisiinsa (kuva 6). (Rontu 2009.)



KUVA 4. Point-to-point-verkkorakenne



KUVA 5. Point-to-multipoint-verkkorakenne



KUVA 6. Mesh-verkkorakenne

Lyhyen kantaman radioverkkoja ovat Bluetooth, IEEE 802.11, DECT, IrDA, NFC, Richtfunk, UWB ja ZigBee.

3.1.3.1 Bluetooth

Bluetooth SIG:n (Special Interest Group) perustivat vuonna 1998 Ericsson, IGM, Intel, Nokia ja Toshiba. Tämän tarkoituksena oli luoda avoin spesifikaatio

lyhyen kantaman radiotekniikalle. Tekniikasta ruvettiin käyttämään nimitystä Bluetooth, joka tulee vuonna 900 syntyneen ja 987 kuolleen viikingin ja tanskalaisen kuninkaan Harald Blåtandin mukaan, vaikka hänellä lienee mitään yhteyttä tähän tekniikkaan. Bluetoothin päätavoitteita ovat yksinkertaisuus, pieni tehonkulutus, edullisuus ja luotettavuus. Bluetooth-protokollan tavoitteena on varmistaa tuntumattomuus ja yhteensopivuus olemassa olevien protokollien ja sovellusten kanssa. (Granlund 2001, 288.)

Bluetoothin ensimmäinen versio 1.1 oli ensisijaisesti tarkoitettu korvaamaan erilaisia kaapeleita, lähinnä tavallinen sarjakaapeli. Internetistä löytyy kuitenkin rajattomasti ongelmia, joihin tarjotaan Bluetooth-pohjaisia ratkaisuja. (Granlund 2001, 288.)

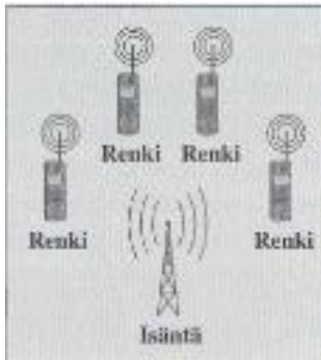
Seuraavat sovellusalueet sopivat ominaisuuksiensa takia Bluetooth-maailmaan:

- Langaton yhteys data- ja puhelinverkkoihin. Esimerkkinä matkapuhelin, joka on Bluetooth-tekniikalla yhdistetty lähimpään kiinteän verkon liittymään, jolloin se kelpaa ainoaksi puhelimeksi sekä kotona että matkoilla.
- Kaapelin korvaaja puhelimissa, kannettavissa tietokoneissa, kameroissa ja muissa vastaavissa laitteissa, joissa on tarve siirtää tietoa laitteelta toiselle.
- Kotiautomaatiossa Bluetooth-ratkaisu sovelluksissa, jossa näköyhteys on rajoitettu. (Granlund 2001, 288.)

Bluetooth-verkon käytössä on enimmillään 3 kappaletta synkronisia 64 kbit/s:n puhekanavia, jonka rinnalle tarjotaan asynkroninen kanava, jonka maksiminopeus asymmetrisessä siirrossa lähtevässä datassa on 723,2 kbit/s ja saapuvassa datassa 57,6 kbit/s tai symmetrisessä siirrossa 433,9 kbit/s. Asynkronisen ja kolmen synkronisen kanavan yhteistoiminta näillä maksimiarvoilla on mahdoton yhtälö, joten käytännössä kolme synkronista kanavaa riittää käyttämään kaiken tarjolla olevan kapasiteetin. (Granlund 2001, 289; Bluetooth. 2013.)

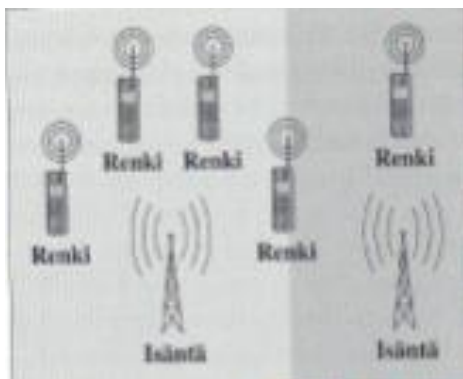
Pienimmillään Bluetooth-verkko koostuu kahdesta laitteesta, joista toinen on isäntä (Master) ja toinen renki (Slave). Käytännössä nämä laitteet ovat tasavertaisia, mutta toinen ottaa isännän roolin. Bluetooth-tekniikka tavoittelee ensisi-

jaisesti ratkaisua, jossa on yhden isännän ja enintään seitsemän aktiivisen renkin muodostama pikoverkko (kuva 7). Aktiivisten renkien lisäksi voi olla passiivisia renkejä, joilla ei ole liikennöintitarvetta tai jotka eivät mahdu mukaan jo täyteen verkkoon. (Granlund 2001, 289–290.)



KUVA 7. Bluetooth-pikoverkko (Granlund 2001, 290)

Yksi pikoverkko on melko rajoittunut, koska laitteiden pieni lukumäärä ei riitä kattamaan kaikkea työaseman langattomia tarpeita, joita voivat olla hiiri, näppäimistö, Internet-yhteys, kirjoitin, langaton mikrofoni ja kuuloke. Suositus määrittelee ns. scatternet-topologian, jotta Bluetooth ei rajoittuisi vain kahdeksaan aktiiviseen laitteeseen. Scatternet-topologiassa useampi isäntä valvoo omia renkejään ja yksi laite toimii yhdyskäytävänä verkkojen välillä (kuva 8). Yhdyslaite voi toimia renkinä molemmissa verkoissa tai isäntänä toisessa verkossa ja renkinä toisessa. (Granlund 2001, 290.)



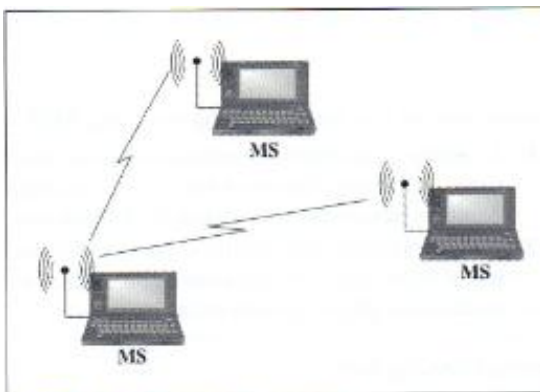
KUVA 8. Bluetooth scatternet (Granlund 2001, 291)

3.1.3.2 IEEE 802.11

Vuonna 1997 hyväksyttiin ensimmäinen versio IEEE 802.11-standardista ja sen parannettu versio vuonna 1999. Tätä suositusta on seurannut kaksi laajennusta, IEEE 802.11a ja IEEE 802.11b. IEEE 802.11a tukee 54 Mbit/s:n siirtonopeuksia 5 GHz:n ISM-alueella ja IEEE 802.11b tukee 11 Mbit/s:n siirtonopeuksia 2,4 GHz:n ISM-alueella. IEEE 802.11-suosituksen tehtävänä on määrittellä toiminta sellaisessa langattomassa lähiverkossa, jossa kanavanvarauksen päätöksenteko on yksittäisillä työasemilla tai keskitetysti tukiasemalla. (Granlund 2001, 230.)

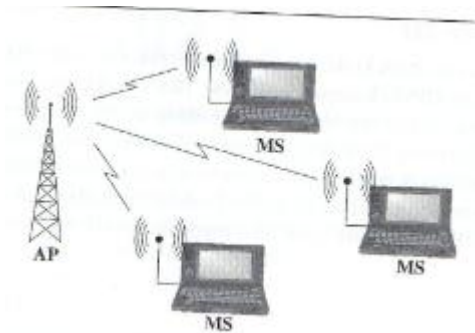
IEEE 802.11 -suosituksen mukainen langaton lähiverkko sallii kolme tapaa kytkeä laitteita toisiinsa, IBSS, ESS ja DS. Perusarkkitehtuurista käytetään nimitystä BSS (Basic Service Set), joka muodostuu joukosta laitteita, jotka osaavat kommunikoida toistensa kanssa tämän suosituksen mukaisesti. (Granlund 2001, 231.)

Verkosta käytetään nimitystä IBSS (Independent BSS), jos laitteiden muodostama verkko ei kytkeydy kiinteään verkkoon (kuva 9). Verkko muodostetaan johonkin tiettyyn tarpeeseen, jolloin se on lyhytikäinen ratkaisu, joka puretaan tarpeen päättyessä. Esimerkki tällaisesta tilanteesta voisi olla neuvottelu- tai koulutustilaisuus, jossa osallistujat tuovat mukanaan omia laitteita, jotka keskustelevat langattoman verkon yli kokouksen tai opetuksen ajan. IBSS-verkosta käytetään ominaisuutensa vuoksi myös nimitystä ad-hoc-network. (Granlund 2001, 231.)



KUVA 9. Independent Basic Service Set -verkko (Granlund 2001, 231)

BSS-verkko (Basic Service Set) muodostuu kiinteästä tukiasemasta ja siihen loogisesti liitetyistä työasemista (kuva 10). Topologia muistuttaa kytkimiin perustuvia kiinteitä lähiverkkoja, jossa kaikki keskustelu verkossa olevien laitteiden välillä käydään tukiaseman kautta. IBSS-verkkoon verrattuna BSS-verkon järjestelmä perustuu tukiasemaan, jolloin sen rikkoutuessa laitteet voivat muodostaa Ad-Hoc-verkon, mutta menettävät mahdolliset yhteydet kiinteään verkon puolella oleviin palveluihin. BSS-verkon toinen haitta verrattuna IBSS-verkkoon on tiedonsiirron kaksinkertainen kapasiteetti laitteelta toiselle samassa radiosolussa, koska sanoma on ensin siirrettävä tukiasemalle, josta se siirtyy toiselle työasemalle. (Granlund 2001, 232.)



KUVA 10. Basic Service Set -verkko (Granlund 2001, 232)

ESS (Extended Service Set) on BSS-verkon laajennus, jossa käytetään useampia tukiasemia, jotka kytketään samaan runkoverkkoon. ESS on yleisin tapa muodostaa langattomia lähiverkkoja. Ratkaisulla voidaan kiertää laitteiden pienestä kantamasta syntyvät ongelmat, jolloin kattavuus ei rajoitu yhteen kerrokseen tai muutamaankin huoneeseen. Runkoverkossa laitteet voivat liikkua solusta toiseen käyttäjän huomaamatta verkossa tapahtuvia tukiasemavaihdoksia. (Granlund 2001, 232.)

ESS-ratkaisun taustalla olevasta runkoverkosta käytetään nimitystä DS (Distribution System), joka mahdollistaa tukiasemien välisen tietoliikenteen. Runkoverkon kautta on myös mahdollista kytkeytyä kiinteään verkon puolella olevaan lähiverkkoon. Suosituksen mukaan runkoverkkoon kuuluvat seuraavat yhdeksän palvelua:

- 1) Autentikointipalvelun tehtävänä on varmistaa, että verkkoon liittyvät laitteet kuuluvat siihen joukkoon, jolla on pääsy kyseiseen verkkoon.
- 2) Autentikoinnin lopetuspalvelun avulla työasema päättää menossa olevan istunnon ja irtautuu verkosta.
- 3) Siirtotien suojaus on palvelu, jolla halutaan taata langattomalle siirtotielle sellainen tietosuoja, joka vastaa kiinteän verkon antamaa suojaa.
- 4) Tiedonsiirtopalvelu välittää luotettavasti sanomia kahden osapuolen välillä.
- 5) Sidonta on palvelu, jolla muodostetaan looginen yhteys työaseman ja tukiaseman välille. Sidontaa tarvitaan siksi, että tukiaseman on tiedettävä, miten ja minkä kautta tietylle työasemalle tarkoitettua liikennettä ohjataan.
- 6) Uudelleensidonta on prosessi, jota tarvitaan silloin, kun työasema siirtyy yhden tukiaseman valvomalta alueelta toisen tukiaseman alueelle.
- 7) Sidonnan purku on palvelu, jota käytetään joko tukiasemalta pakottaan työasemaa sidontaan tai työasemalta silloin, kun se ei halua verkon palveluja.
- 8) Reitityspalvelua tukiasemat käyttävät silloin, kun ne selvittävät sanoman vastaanottajan sijainnin. Vastaanottajan ollessa samassa solussa, sanoma reititetään vastaanottajalle ilman runkoverkon palvelua.
- 9) Integroitopalvelu huolehtii rajapinnasta IEEE 802.11 -verkon ja muiden verkkojen välillä. (Granlund 2001, 232–233.)

3.1.3.3 DECT

DECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunications) on langaton puhelinjärjestelmä, joka liitetään kiinteään verkkoon. Langatonta puhelinta käytetään osana kiinteää puhelinjärjestelmää. DECT ei siis ole varsinainen matkapuhelin, vaan puhelinlaitteen ja luurin välinen johdin on korvattu radiolinkillä. Puhelimen toimintasäde on pieni, parhaimmillaan muutama sata metriä. DECT-järjestelmä korvaa vanhat CT1- ja CT2-pohjaiset (engl. Cordless Telephony) puhelinjärjestelmät. (Granlund 2001, 70.)

DECT perustuu ETSI:n (European Telecommunications Standard Institute) laatimaan suositukseen, joka koskee langattomien puhelinjärjestelmien radioraja-

pintoja, siirtoyhteyksiä sekä liitäntöjä muihin puhelin- ja tiedonsiirtojärjestelmiin. Langattoman puhelimen lisäksi DECT-pohjaista järjestelmää voidaan käyttää langattoman datan siirtoon. (Granlund 2001, 70.)

DECT-järjestelmä sisältää teknisesti kolme eri komponenttia ja niiden eri muunnelmia. Ensimmäisenä ketjussa on päätelaite, liikkuva asema tai puhelin PP (Portable Part), joka keskustelee tukiaseman FP (Fixed Part) kanssa. Tukiasema vuorostaan liittyy runkoverkkoon DECT-radiovaihteen RE (Radio Exchange) kautta. Järjestelmä perustuu solutekniikkaan, jonka suurin etäisyys puhelimen ja tukiaseman välillä on enintään noin 300 metriä. (Granlund 2001, 71.)

DECT-järjestelmän muita ominaisuuksia ovat:

- Taajuusalue 1,880–1,900 GHz, joka jakautuu 10 aikajakoiseen taajuuskaistaan.
- Aikajakokanavoinnissa (TDMA) TDMA-kehysten koko on 24 aikaväliä.
- Siirrettävän datan moduloinnissa käytetään GFSK-modulointia (Gaussian Frequency Shift Keying), jossa symboli esitetään kanavan keskitaajuuden f_c taajuusmuutoksella Δf , joka on 288 kHz, jolloin 1-bitti on $f_c + \Delta f$ ja 0-bitti $f_c - \Delta f$.
- Radiolaitteen lähetysteho on 10–250 mW.
- Liikennöinti on TDD-pohjainen, jolloin se varaa kaksi aikaväliä TDMA-kehyksestä eli yhden kumpaankin suuntaan.
- TDMA-kehysten aikavälin pituus on 10 ms ja jokaisen taajuuskaistan bruttonopeus on 1,152 Mbit/s.
- Datan siirtonopeus vaihtelee käytetystä siirtotekniikasta ja salauksesta riippuen 6,4–80 kbit/s, ja kanavakohtainen suurin nopeus on 32 kbit/s.
- Autentikointi on mahdollista sekä tukiasemassa että puhelimessa.
- WRS-ominaisuudella (Wireless Relay Station) voidaan laajentaa järjestelmän kuuluvuusaluetta.
- Dynaaminen kanavan valinta (DCS) poistaa taajuusalueiden suunnittelutarpeen. (Granlund 2001, 71.)

3.1.3.4 IrDA

IrDA-yhteisön (Infrared Data Association) perusti vuonna 1993 joukko elektrooniikka-alan yrityksiä tavoitteenaan kehittää suositus lyhyen kantaman tiedonsiirtoon. Yhteisön työn tuloksena syntyi infrapunasiirtoon perustuva tiedonsiirtosuositus. Lähes jokainen tietojenkäsittelylaite tukee IrDA-suositukseen perustuvaa tietoliikennettä. (Granlund 2001, 262.)

IrDA-suositus määrittelee infrapunalaitteille joukon ominaisuuksia, joista tärkeimpiä ovat seuraavat:

- aallonpituus 875 mm ± 30 mm
- valokeilan avaruuskulma 15 astetta keskiakselilta
- siirtotien bittivirhesuhde (BER) vähintään 10^{-9}
- osapuolten välinen suurin etäisyys vähintään yksi metri
- osapuolten välinen tiedonsiirtonopeus ja tapa
- valopulssien muoto ja kesto
- siirtotiellä käytettävät tietoliikenneprotokollat
- ylempien kerrosten rajapinnat ja tarjottavat palvelut (Granlund 2001, 262).

Infrapunalinkillä käytetään lähes poikkeuksetta kantataajuussiirtoa, jolloin modulointi on huomattavasti yksinkertaisempaa kuin muilla langattomilla yhteyksillä. Tällöin lähettimen ainoaksi tehtäväksi jää bittiarvoa vastaavan optisen signaalin tai valopulssin generointi. Infrapunavalon käyttäytyminen siirtotiellä monessa suhteessa kuten mikroaallot. Infrapunasiirton signaalin siirtotien suorituskykyä rajoittavat vaimeneminen, vääristyminen ja siihen summautunut kohina. (Granlund 2001, 262.)

Infrapunalinkit voidaan jakaa kahdenlaisiin linkkeihin, suunnattuihin LOS-linkkeihin (Line Of Sight) sekä diffuusiolinkkeihin. LOS-linkillä toteutetaan kahden pisteen välinen yhteys, jossa lähetin suunnataan kohti vastaanotinta. Tällä tekniikalla on saavutettu jopa kilometrien mittaisia langattomia yhteyksiä, mutta nykyään suunnattujen infrapunalinkkien suurimmat etäisyydet rajoittuvat muutamisiin metreihin. Diffuusiolinkin periaatteena on, että lähetin käyttää suurempaa

avaruuskulmaa, jolloin valo heijastuu suljetussa tilassa esineiden ja seinien kautta vastaanottajalle. (Granlund 2001, 263.)

Infrapunalähetyksillä käytetään säteilymodulaatiota suoralla ilmaisulla. Yksinkertaisin tapa esittää yksittäisiä bittejä optisella siirtotiellä on käyttää valopulssia ilmaisemaan yhtä bittiarvoa ja valopulssin puuttumista edellisen komplementtina. Tällöin digitaalinen signaali ohjaa lähetintä, jolloin lähettimenä toimii LED-lamppu ja vastaanottimena infrapunatunnistin, jonka havaitsema signaali vahvistetaan ja muutetaan suoraan jännitteeksi. V.28-suosituksen mukainen koodaustapa NRZL-koodaus (No Return to Zero Low) voisi olla hyvä. NRZL-koodauksessa valopulssi edustaa 0-bittiä ja sen puuttuminen 1-bittiä. (Granlund 2001, 263.)

Infrapuna-alueella toimivien menetelmien ominaisuuksia kuvataan taulukossa 2, jossa verrataan kolmea tekniikkaa, perinteistä infrapuna-alueella toimivaa LED-diodia (Light Emittin Diode), RCLED-tekniikkaa (Resonant Capacity LED) sekä lasertekniikkaa. Sähköinen kaistanleveys on suurin moduloidun signaalin taajuus, jota kyseinen komponentti pystyy välittämään. Kaistanleveys asettaa myös rajat käytettävälle bittinopeudelle. Optinen kaistanleveys kuvaa sitä, kuinka leveällä aallonpituusalueella komponentti säteilee. (Granlund 2001, 264.)

TAULUKKO 2. Infrapuna-alueella toimivien menetelmien ominaisuuksia (Granlund 2001, 164)

Lähetin	Sähköinen kaistanleveys	Hyötysuhde	Optinen kaistanleveys	Suhteellinen hinta	Kaupallinen saataavuus
LED	< 20 MHz	~1 %	30–100 nm	1	Hyvä
RCLED	50–100 MHz	5–10 %	5–10 nm	1–2	Pian markkinoilla
Laserdiodi	< 10 GHz	30–70	< 5 nm	>10	Kohtuullinen

3.1.3.5 NFC

NFC:n (Near Field Communication) standardien ylläpidosta vastaa vuonna 1961 perustettu Ecma International -järjestö. NFC:n toiminta on kuvattu ISO/IEC 18092- ja ISO/IEC 21481 -standardeissa. (Near Field Communication. 2013.)

NFC perustuu induktiiviseen kytkentään, jossa löyhästi kytketyt induktiiviset piirit jakavat tehon ja datan lähietäisyydellä, joka on muutama senttimetri. NFC-laitteet käyttävät samaa tekniikka kuin lähikentissä toimivat 13.56 MHz:n RFID-tagit ja kontaktittomat älykortit, mutta niillä on myös koko joukko muita avainominaisuuksia. (Aarinen 2006, 1.)

NFC on langaton liityntäteknologia, joka mahdollistaa yksinkertaiset ja turvalliset kaksisuuntaiset interaktiot elektronisten laitteiden välillä. Kuluttaja pystyy suorittamaan intuitiivisia kontaktittomia transaktioita, lukemaan digitaalista sisältöä ja liittämään elektronisia laitteita yhdellä kosketuksella. (Aarinen 2006, 2.)

3.1.3.6 UWB

UWB (Ultra-wideband) on radiotekniikan uranuurtaja Robert A. Scholtzin kehittämä radiotekniikka, jolla voidaan käyttää hyvin vähän energiaa lyhyen kantaman ja suuren kaistanleveyden viestinnän avulla. UWB:n perinteinen sovellus on toimimattomien tutkien kuvantaminen. Uusimmat sovellukset tavoittelevat anturin tiedonkeruuta, tarkkuutta paikantamisessa ja seurantasovelluksia. (Ultra-wideband. 2013.)

UWB on radioteknologia, jossa informaatio lähetetään lyhyinä ja pienitehoisina pulsseina laajalla taajuuskaistalla, esimerkiksi 1–2 GHz. Pulssit eivät resonoi ympäröivien rakenteiden kanssa, jos ne lähetetään pseudosatunnaisin väliajoin. UWB-tekniikan lähetysteho on alhainen, $-41,25$ dBm/MHz. UWB:n kantama on maksimissaan 10–20 metriä 110 Mbit/s:n bittinopeudella ja 2–4 metriä 480 Mbit/s:n nopeudella. UWB-tekniikoissa ongelmana on lähettäjän ja vastaanottajan synkronoituminen eli kuinka vastaanottajan löytää nanosekuntien tarkkuudella lähetetyt pulssit. (UWB. 2013.)

3.1.3.7 ZigBee

ZigBee on IEEE 802.15.4 -standardin mukainen lyhyen kantaman tietoliikenneverkko. ZigBee-standardin kehittämisestä vastaa ZigBee-allianssi yhteisö, johon kuuluu monia suuria yrityksiä, kuten Intel, HP ja Philips. Standardi on avoin vain jäsenille, eikä sitä ole tarkoitettu kaupallisiin tarkoituksiin. (ZigBee. 2013.)

ZigBee on pienitehoinen, lyhyen kantaman radioliikenteen standardi ja se kuuluu WPAN-standardiperheeseen. ZigBeen tarkoitus on liittää pienet ja yksinkertaiset laitteet langattomasti verkkoon, jotka voivat sisältää jopa 65 536 laitetta. ZigBee-laite kytkeytyy nopeasti verkkoon, jopa alle 30 ms:ssa. Tekniikalla toteutettujen laitteiden välinen pisin mahdollinen kantomatka on noin 100 metriä. (ZigBee. 2013.)

Euroopassa käytössä oleva ZigBee-tekniikka on yksikanavainen, toimii 868 MHz:n taajuudella ja sen siirtonopeus on 20 kbit/s. Yhdysvalloissa vastaava verkko on 10-kanavainen ja sen taajuus on 915 MHz ja siirtonopeus 40 kbit/s. Maailmanlaajuisesti toimii 2,4 GHz:n ZigBee-tekniikka, jossa on 16 kanavaa, jotka toimivat 5 MHz:n välein, ja sen siirtonopeus on 250 kbit/s. ZigBeessä käytetään saantimenetelmää eli kuunnellaan siirtotietä ja lähetetään vain siirtotien ollessa vapaana. (ZigBee. 2013.)

Automaatio voisi olla ZigBee-tekniikan suurin mahdollinen käyttökohde. Kotitalouksissa mm. valaistus, lämmitys ja ilmastointi voitaisiin automatisoida kustannuksia säästämällä. Vähäisen virrankulutuksen ansiosta ZigBee-tekniikkaa voidaan hyödyntää lääketieteelliseen tekniikkaan, jossa laitteet sopisivat ihonalaiseen asennukseen. ZigBeen ideana on äärimmäisen vähäinen virrankulutus, jolloin pariston kesto on jopa useita vuosia. ZigBee-tekniikan toteutuksessa avainasemassa ovat myös edullisuus ja yksinkertaisuus. (ZigBee. 2013.)

IEEE 802.15.4 -standardi määrittelee kaksi laitetyyppiä, FFD-laitteen (Full Function Device) sekä RFD-laitteen (Reduced Function Device). FFD-laite täyttää kaikki standardin vaatimat ominaisuudet, joten se voi toimia PAN-koordinaattorina, koordinaattorina tai tavallisena laitteena. PAN-koordinaattorin vastuulla on verkon muodostaminen ja tunnusten antaminen verkolle. RFD-laite on ominaisuuksiltaan karsittu ja laitteena hyvin yksinkertainen. RFD-laite voi kommuni-

koida ainoastaan FFD-laitteen kanssa, mutta ei toisen RFD-laitteen kanssa. (ZigBee. 2013.)

Standardissa määritellään myös kaksi erilaista verkkotopologiaa, tähtimäinen ja peer-to-peer-topologiat. Tähtimäisessä topologiassa FFD-laite muodostaa verkon ja toimii siinä PAN-koordinaattorina. Muut laitteet kommunikoivat PAN-koordinaattorin välityksellä. Peer-to-peer-topologiassa laitteet voivat kommunikoida keskenään, mutta tässäkin tarvitaan PAN-koordinaattoria, joka kuuluttaa verkon olemassaolosta muille laitteille. (ZigBee. 2013.)

Standardi määrittelee edellisten lisäksi myös kolme tietoliikennetyyppiä, jotka ovat jaksoittainen, epäsäännöllinen ja toistuva tiedonsiirto. Jaksoittaisessa tiedonsiirrossa ohjelma määrittää tiedon siirtymisen, jolloin vastaanotin aktivoituu, katsoo saapuvan tiedon ja kytkeytyy lopuksi pois päältä. Epäsäännöllisessä tiedonsiirrossa ohjelma tai jokin heräte määrittävät tiedon siirtymisen. Laite kytkeytyy verkkoon vain kommunikoinnin ajaksi, mikä mahdollistaa optimaalisen virransäästön. Toistuvassa tiedonsiirrossa tiedon siirtymiselle määritellään tahti, jolloin laitteet toimivat vain määrättyjen aikavälien mukaan. (ZigBee. 2013.)

ZigBeessä on kolme erilaista laitetta, jotka ovat ZigBee Coordinator (ZC), ZigBee Router (ZR) sekä ZigBee End Device (ZED). ZC toimii samalla lailla kuin FFD eli se on vastuussa verkon muodostamisesta sekä verkon tietojen säilyttämisestä. ZC-laitteita on yksi jokaista ZigBee-verkkoa kohden. ZR-laite huolehtii datan reitittämisestä muille laitteille. ZED-laite on samantyylinen, yksinkertainen laite kuin RFD-laite, joka vaatii vähemmän muistia kuin ZC ja ZR. (ZigBee. 2013.)

ZigBee-laitteet liikennöivät beacon- tai non-beacon-tilassa. Beacon-tilassa laite odottaa verkon koordinaattorilta herätepakettia, joka laukaisee datan lähetyksen. Herätepaketissa määritellään myös seuraavan paketin saapuminen, jolloin laite voi mennä sleep-tilaan odotusajaksi. Non-beacon-tilassa laite saa ulkopuolisen herätteen, esimerkiksi savu palohälyttimessä, joka laukaisee datan lähetyksen koordinaattorille, jolloin koordinaattori ei voi olla sleep-tilassa. (ZigBee. 2013.)

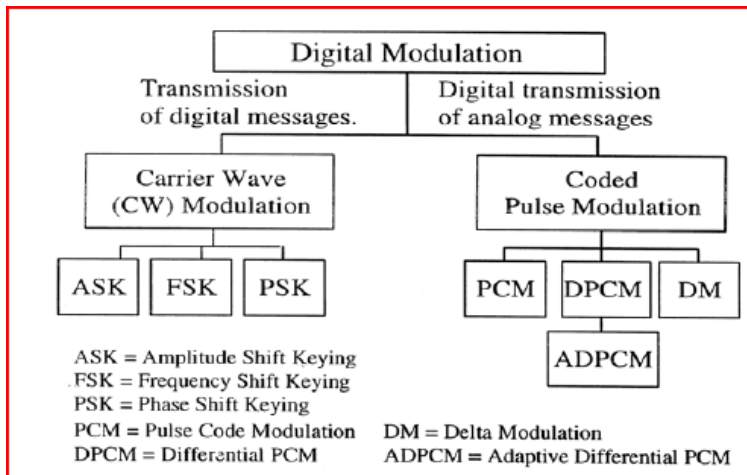
3.2 Modulointi

Modulointi tarkoittaa yleensä menetelmää, jolla suuritaajuisista signaalia eli kantoaallon jotain ominaisuutta vaihdellaan pienitaajuisen eli kantataajuisien signaalin tahdissa. Kantoaallon ominaisuuksia ovat amplitudi, taajuus ja vaihe. Moduloinnissa viestisignaalin eli kantataajuisen signaalin informaatio siirtyy kantaaltaajuukselle. Modulointimenetelmästä ja moduloinnin voimakkuudesta riippuen kantoaallon ympärille tarvitaan alkuperäisen signaalin verran tai enemmän kaistaa. Modulointia käytetään mm. radiolinkeissä, matkapuhelinverkoissa, valokuiduissa, kiinteiden televerkkojen siirtoyhteyksillä ja modeemeissa. Vastaanottimessa signaali muutetaan takaisin alkuperäiseen muotoonsa demodulaattorilla eli ilmaisimella. (Mattila 2009.)

Kaistaa säästäviä modulointimenetelmiä käytetään, jotta siirtokanavaa pystytään hyödyntämään mahdollisimman tehokkaasti. Moduloinnissa taajuusmuutos tehdään kanavalle sopivammaksi, tehonkäyttö minimoidaan, kohinansietoa parannetaan, kanavoidaan sekä toteutuksessa HW-rajoitteita kierretään. (Mattila 2009.)

Modulointityypit jaetaan analogisiin ja digitaalisiin modulointeihin. Analogista modulointia käytetään analogisten viestisignaalien siirtoon, kun taas digitaalista modulointia käytetään digitaalisten viestisignaalien siirrossa. Digitaalisen moduloinnin alkuperäinen informaatio on usein luonteeltaan analogista, jolle on tehty A/D-muunnos ennen modulaattoria. (Mattila 2009.)

Koska langattomassa tiedonsiirrossa käytetään digitaalista modulointia, tässä yhteydessä keskitytään vain siihen. Digitaalinen modulointi jaetaan kuvan 11 mukaan kantaaltomodulointiin ja pulssikoodimodulointiin. Kantaaltomodulointiin kuuluu ASK, FSK ja PSK, joita tässä yhteydessä käydään tarkemmin läpi. Binäärisissä modulointimenetelmissä kantaaltaa moduloidaan joko ykköseksi tai nolllaksi. (Mattila 2009.)



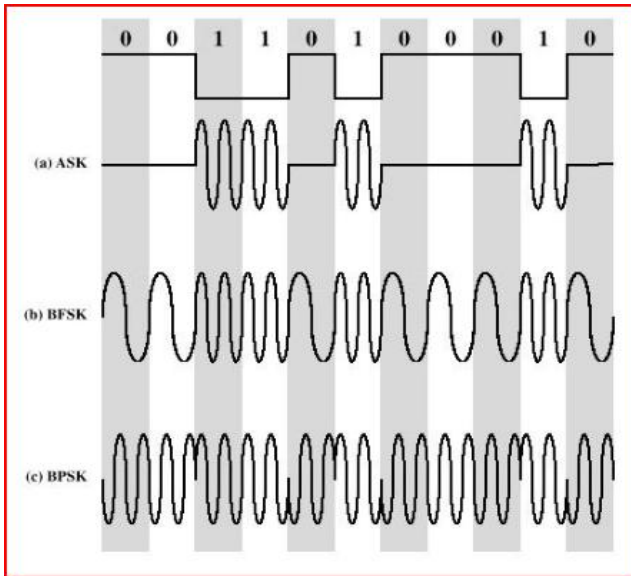
KUVA 11. Digitaalinen modulointi (Mattila 2009)

ASK (Amplitude Shift Keying) eli amplitudisiirtokoodaus on eräänlaista amplitudimodulointia, jossa muutetaan digitaalisen kanta-aallon amplitudia. ASK on siis digitaalinen modulointimenetelmä, jossa yksittäisiä bittejä tai bittiyhdistelmiä esitetään tietyn amplitudisella kanta-aallolla. ASK on altis satunnaisille vahvistuksille ja tehoton modulaatiotekniikka. Puhelinlinjalla ASK:n nopeus on 1,2 kbit/s. ASK:ta käytetään paljon optisissa kuiduissa. (Juutilainen, 7–8.)

FSK (Frequency Shift Keying) eli taajuussiirtokoodaus on taajuusmodulointia, jossa muutetaan digitaalisen kanta-aallon taajuutta. FSK on siis digitaalinen modulointimenetelmä, jossa yksittäisiä bittejä tai bittiyhdistelmiä esitetään tietyn taajuisella kanta-aallolla. FSK ei ole yhtä altis virheille kuin ASK. FSK:n siirtonopeus puhelinlinjalla on 1,2 kbit/s. FSK:ta käytetään usein korkeataajuuksisilla radiolähetyksillä, mutta voidaan käyttää myös koaksiaalikaapeli-LAN:eissa. (Juutilainen, 7 ja 9.)

PSK (Phase Shift Keying) eli vaiheensiirtokoodaus on vaihemodulointia, jossa muutetaan digitaalisen kanta-aallon vaihetta. PSK on siis digitaalinen modulaatiomenetelmä, jossa yksittäisiä bittejä tai bittiyhdistelmiä esitetään tietyn vaiheisella kanta-aallolla. (Juutilainen, 7.)

Kuvassa 12 on ASK-, FSK- ja PSK-modulaatiomenetelmien analogisten signaalien digitaaliset datat.



KUVA 12. ASK-, FSK- ja PSK-modulointimenetelmät (Juutilainen, 7)

4 ELEKTRONIIKAN KOMPONENTIT

Elektronisissa piireissä käytetään aktiivisia eli elektronisia komponentteja sekä passiivisia eli lineaarisia komponentteja. Aktiivisten ja passiivisten komponenttien lisäksi on puolijohdekomponentteja sekä analogisia ja digitaalisia piirejä. (Elektroniikka. 2013.)

Aktiivisiksi komponenteiksi kutsutaan komponentteja, joka tuottaa energiaa tai osallistuu aktiivisesti piirin sähköiseen toimintaan. Tyypillisiä aktiivisia komponentteja ovat jännite-, virta- ja teholähteet, kuten paristo, tai komponentit, joilla saadaan aikaan vahvistusta. Mikropiirit ovat laajoja toimintoja sisältäviä aktiivisia komponentteja. (Elektroniikka. 2013.)

Passiivisiksi komponenteiksi kutsutaan komponentteja, jotka kuluttavat energiaa. Tällaisia ovat mm. kytkimet, muuntajat, vastukset, kondensaattorit, kelat, yhteismuotokuristimet, sulakkeet, ylijännitesuojat ja kiteet. (Elektroniikka. 2013.)

Puolijohdekomponentteja ovat mm. aktiiviset puolijohdekomponentit, kuten transistorit, sekä DIACit ja diodit. (Elektroniikka. 2013.)

Tässä yhteydessä elektroniikan komponenteista käydään läpi vastukset, kondensaattorit, kelat, kiteet, transistorit ja mikrokontrollerit.

4.1 Vastus

Elektroniikassa vastus on komponentti, joka vastustaa tasa- ja vaihtovirran kulua. Vastuskomponentin sähkövastus eli resistanssi mitataan ohmeissa, jonka symboli on Ω . Vastuksen tarkkuus ilmoitetaan toleranssilukuna. Vastuksia voidaan käyttää elektroniikan kytkennöissä jännitteen muuttamiseen, suodattimena ja virran rajoittamisena. Vastustyyppejä ovat säätyvät vastukset sekä kiinteät vastukset. (Vastus. 2013.)

Säätyvien vastusten arvo on tarkoitettu riippuvan jostain ulkoisesta tekijästä. Termistoreiksi kutsutaan vastuksia, joiden vastusarvo riippuu lämpötilasta. Positiivisen lämpötilakertoimen vastusta kutsutaan PTC-termistoriksi (Positive Temperature Coefficient) ja negatiivisen lämpötilakertoimen vastusta NTC-

termistoriksi (Negative Temperature Coefficient). Varistoriksi kutsutaan vastusta, jonka vastusarvo riippuu jännitteestä (VDR, Voltage Dependent Resistor). Valovastukseksi kutsutaan vastuskomponenttia, jonka vastus säätyy valon mukaan (LDR, Light Dependent Resistor). (Vastus. 2013.)

Mekaanisesti säädettävät vastukset luokitellaan työkalusäätöisiin trimmereihin ja käsisäätöisiin potentiometreihin. Lankavastus voi olla myös työkalusäätöinen, jolloin sen suojakuoressa on vastuksen pituinen aukko, josta vastuslanka näkyy. Langan päällä on liikkuva metallirengas, joka ruuvimeisselillä kiristetään haluttuun vastusarvoon. (Vastus. 2013.)

Tavallisimpia kiinteitä vastuksia ovat massavastus, kalvovastus ja lankavastus. Massavastus valmistetaan puristamalla hiilikvartsiseos lieriömäiseen muotoon, jonka päälle tulee suojakerros. (Vastus. 2013.)

Kalvovastus valmistetaan höyrystämällä lieriömäisen keraamisen rungon päälle tavallisesti spiraalimainen kalvo, jonka päälle tulee suojalakka tai -massa. Kalvonauhan pituudella, leveydellä ja paksuudella voidaan määrittää vastuksen resistanssi. Kalvovastukset jaetaan tavallisesti kolmeen tyyppiin, hiilikalvovastuksiin, metallikalvovastuksiin ja metallioksidikalvovastuksiin. Hiilikalvovastuksen kalvo on hiiltä ja se on halvin ja ehkä yleisin vastustyyppi. Metallikalvovastuksen kalvo on nikkelikromia ja se on myös yleinen vastustyyppi. Metallioksidikalvovastuksen kalvo on tinaoksidia. (Vastus. 2013.)

Lankavastus on muodoltaan lieriömäinen tai kulmikas. Lankavastus valmistetaan kiertämällä vastuslankaa eristerungon ympärille, jolloin vastusarvo riippuu langan pituudesta ja paksuudesta. Vastuslankana käytetään kuparin ja nikkelin seosta eli konstantaania tai krominikkeliä. Lankavastus kestää tavallisesti enemmän tehoa kuin massa- tai kalvovastus. (Vastus. 2013.)

4.2 Kondensaattori

Kondensaattori on sähkötekniinen komponentti, jonka keskeisin ominaisuus on kapasitanssi. Kondensaattori varastoi energiaa sisällään olevaan sähkökenttään. Kondensaattorin jännite riippuu sen varaustilasta, joka muuttuu, jos varausta siirtyy kondensaattorin napojen välille tai sieltä pois. Mitä suurempi ka-

pasitanssi kondensaattorilla on, sitä suurempi määrä varauksia on siirrettävä, jotta kondensaattorin jännite muuttuisi tietyn verran. Kondensaattorin jännite siis reagoi sitä vähemmän varauksen muutokseen, mitä enemmän kapasitanssia kondensaattorissa on. Jännitteen muutosta hidastaa paremmin suurikapasitanssisen kondensaattorin käyttäminen, jos varauksen muuttumisnopeus eli virta pysyy samana. Kondensaattoria käytetään elektronisissa piireissä jännitevaihteluiden tasaamisessa kapasitanssinsa ja siten jännitevaihtelun vähentävän vaikutuksen vuoksi. (Kondensaattori. 2013.)

Tyypillinen kondensaattori koostuu kahdesta elektrodista, joista kumpikin varastoi samansuuruiseen mutta erimerkkiseen sähkövaraukseen. Levykondensaattorissa elektrodit ovat tasomaisia levyjä, kun taas pallokondensaattorissa elektrodit ovat sisäkkäisiä pallokuoria. Kun kondensaattori kytketään jännitelähteeseen, elektrodit saavat sähköisen varauksen ja niiden välille muodostuu sähkökenttä, koska elektrodit on eristetty toisistaan. Kondensaattorin sähkökenttä on käytännöllisesti katsoen elektrodien välissä, sillä elektrodien vastakkaiset varaukset aiheuttamat sähkökentät kumoavat toisensa. (Kondensaattori. 2013.)

Kondensaattorin kapasitanssi C on suure, joka kuvaa varauksen Q suuruutta suhteessa elektrodien väliseen potentiaalieroon U kaavan 1 mukaan.

$$C = \frac{Q}{U}$$

KAAVA 1

Kondensaattorit jaetaan muovieristeisiin kondensaattoreihin, keraamisiin kondensaattoreihin, elektrolyyttikondensaattoreihin sekä säädettäviin kondensaattoreihin. Kondensaattoreita käytetään mm. suodattimina, resonanssiipiireinä, lyhytaikaisena sähkövarastona, piirien käyttöjännitteen tukemiseen, loistehon kompensointiin sähköverkoissa, DRAM-muistipiireissä kondensaattoreita käytetään bittien tilan varastointiin tietokoneen päälläolon ajaksi jatkuvasti virkistettynä, Flash-muistipiireissä tallennetaan tieto vuosiksi muistialkioiden kapasitanssien varauksina sekä ottomoottorin sytytysjärjestelmässä katkojan kärkien rinnalla. (Kondensaattori. 2013.)

4.3 Kela

Kela on passiivinen sähkötekniikan ja elektroniikan komponentti, jossa kelasydämen ympärille on käämitty useita kierroksia eristettyä sähköjohdinta. Kelajohtimen läpi kulkeva sähkövirta synnyttää magneettikentän, johon varastoituu energiaa. Kelan ominaisuutta kuvaa induktanssi, joka pyrkii vastustamaan kelajohtimen läpi kulkevan virran muutoksia. Induktanssin yksikkö on henry (H). (Kela. 2013.)

Keloja tarvitaan sähkömagneetteihin perustuvissa laitteissa, joita ovat esimerkiksi sähkömoottorit, muuntajat ja releet. Vaihtovirtapiirissä kelan induktanssia käytetään muodostamaan piirin positiivinen reaktanssi. Piiriteknisesti kelan vastakohta on kondensaattori, jonka kapasitanssi aiheuttaa negatiivisen reaktanssin. Vauhtipyörä on kelan mekaaninen vastine. (Kela. 2013.)

Kela valmistetaan tavallisesti käämimällä eristetty sähköjohdin sopivan, usein ferromagneettisen, kelasydämen ympärille. Jos kela käämitään esimerkiksi muovisen tukirungon ympärille, muodostuu ilmasydäminen kela. Kelan induktanssin suuruuteen vaikuttavat sydämen muoto, materiaali sekä johdinkierrosten määrä. (Kela. 2013.)

4.4 Kide

Kide on pietsosähköinen elektroniikan komponentti, joka on yleensä kvartssia. Kytkennässä kide värähtelee mekaanisesti ominaisvärähtelytaajuudellaan ja toimii sähköisenä resonanssipiirinä. Kiteen toimintataajuuden lämpötila- ja jänniteriippuvuus ovat suhteellisen vähäisiä, jolloin värähtelytaajuus on erittäin vakaa. Vakautta voidaan parantaa lämpötilakompensoinnin avulla. (Kide. 2013.)

4.5 Transistori

Transistori on kolmeliitoksinen puolijohdekomponentti, joka voi toimia kytkimänä, vahvistimena tai muistin elementtinä. Transistorit jaetaan yleensä kahteen päätyyppiin, bipolaaritransistoreihin (BJT) ja kanavatransistoreihin (FET). FET on toimintaperiaatteeltaan transkonduktanssivahvistin eli sen läpi kulkeva virta on verrannollinen tulon jännitteeseen. Bipolaaritransistori puolestaan toimii vir-

tavahvistimena. Transistoreista voi valmistaa oheiskomponenttien avulla myös muunlaisia vahvistimia ja kytkentöjä. (Transistori. 2013.)

Bipolaaritransistorissa on kolme liitospistettä, jotka ovat kollektori *C* (Collector), kanta *B* (Base) ja emitteri *E* (Emitter). Transistorityyppejä ovat NPN ja PNP. NPN-tyypin bipolaaritransistorissa vahvistettava virta viedään kannalle, jolloin emitteriltä virtaa elektroneja kannan alueelle. Kollektorilta emitterille on suurempi virta kuin kannalta emitterille, koska kannalle joutuvista elektroneista suurin osa joutuu kollektorilla olevan voimakkaan positiivisen sähkökentän imaisemiksi. Tämä ilmiö mahdollistaa vahvistuksen. NPN-transistori tulee tyypillisesti johtavaksi, kun kanta-emitterijännite on välillä $+0,5\text{--}+0,7$ V ja kollektori-emitterijännite on samanaikaisesti vähintään $+0,1$ V. (Transistori. 2013.)

PNP-tyyppisessä transistorissa jännitteiden ja virtojen napaisuudet ovat vastakkaisuuntaiset kuin NPN-transistorissa. Virta on pääasiassa aukkojen ajautumista kohti negatiivista jännitettä, joten PNP-tyyppinen transistori on NPN-transistoria hitaampi. PNP-transistori tulee johtavaksi, kun negatiivinen kanta-emitterijännite on itseisarvoltaan yli $0,5$ V ja negatiivinen kollektori-emitterijännite on samanaikaisesti itseisarvoltaan yli $0,1$ V. (Transistori. 2013.)

Kanavatransistorissa päävirtapiirin muodostaa lähetin *S* (source) ja nielu *D* (Drain) välinen puolijohdekanava, jossa kulkevan virran suuruutta ohjataan kanavasta sähköisesti eristetylle hilalle *G* (Gate) tuotavalla jännitteellä. nMOS-tyyppisessä FET-transistorissa hilalle tuotava positiivinen jännite vetää puoleensa elektroneja, jolloin elektronit muodostavat johtavan kerroksen hilan eristeen alle nielun ja lähteen välille, jolloin virta pääsee kulkemaan nielulta lähteelle. (Transistori. 2013.)

4.6 Mikrokontrolleri

Mikrokontrolleri eli mikro-ohjain on mikropiiri, jossa on mikroprosessori ja joitain muisti- ja liityntälohkoja. Mikrokontrollereita käytetään sulautetuissa järjestelmissä eli melkeinpä kaikissa taskulamppua monimutkaisemmissa elektroniikkalaitteissa. Mikrokontrollerissa on yleensä suorittimen lisäksi ohjelmamuistia, datamuistia ja I/O-nastoja. Lisäksi joissain mikrokontrolleissa voi olla A/D-muunnin, keskeytysohjain, ajastinpiiri, reaaliaikakello, väylälogiikkaa sekä vahti-

koira-piiri. Vahtikoira-piiri pitää huolen siitä, että ohjelma jumiutuessaan käynnistetään uudelleen. (Mikrokontrolleri. 2013.)

Mikrokontrolleri on siis pieni tietokone, joka ei välttämättä tarvitse toimiakseen muuta kuin virtalähteen. Mikrokontrollerin sisältävän laitteen piirilevy on helpompi, edullisempi ja nopeampi valmistaa kuin samat toiminnot logiikkapiirien avulla toteutettavan laitteen piirilevy. (Mikrokontrolleri. 2013.)

5 LANGATTOMAT KASTELUHÄLYTTIMET

Hälytinalaite koostuu kahdesta osasta, kosteusanturista ja hälyttimestä. Kasteluhälyttimiä on kahdenlaisia, langallisia ja langattomia. Molemmissa kasteluhälyttimissä on sama toimintaperiaate eli kosteusanturin kastuessa hälytin hälyttää, jolloin lapsi herää. Herätessä virtsaaminen keskeytyy, jolloin lapsi voi mennä WC:hen pissalle. (Pedihealth Oy; Yökastelun hoito. 2008.)

Langallisissa kasteluhälyttimissä sänkyyn laitetaan kastelualusta tai -lakana, johon kiinnitetään kasteluhälytin neppareiden avulla. Kastelualusta tai -lakana laitetaan lapsen sänkyyn lantion alle siten, että virtsasuihku osuu siihen. Hälytin sijoitetaan vuoteen viereen. (Pedihealth Oy.)

Langattomissa kasteluhälyttimissä kosteusanturi laitetaan pieneen pikkuhoususuojan sisään (kuva 13). Hälytin sijoitetaan vuoteen viereen. Langaton kasteluhälytin käyttää langatonta tiedonsiirtoa signaalin lähettämiseksi anturilta hälyttimeen. Tiedonsiirto langattomissa kasteluhälyttimissä on yleensä lyhyen kantaman radiotekniikkaa. (Pedihealth Oy.)



KUVA 13. Langattoman kosteusanturin sijoittaminen pikkuhoususuojaan (Enurad Oy).

Euroopan alueella on ollut myynnissä neljänlaisia langattomia kasteluhälyttimiä, jotka ovat Dri Sleeper Eclipse, Enurad 400, Enurain ja Bye Wet. Seuraavaksi keskitytään näiden laitteiden ominaisuuksiin sekä siihen, miten niiden kosteus-

sensorit on toteutettu. Lisäksi esitellään tilaajan aasialaisen yhteistyökumppanin suunnittelema ja toteuttama kasteluhälytinkäyttö.

Kosteussensoreiden toteutus selvitettiin purkamalla rikkiäiset kastelusensorit, jolloin päästiin näkemään, minkälaista elektroniikka kosteussensoreissa oli. Komponenttien toimintaan tutustuttiin etsimällä niiden vapailia markkinoilla olevat datalehdet.

5.1 DRI Sleeper Eclipse

DRI Sleeper Eclipse on uusiseelantilaisen AnzaCaren langaton kasteluhälytin, joka on kastelun ammattilaisten sekä lääkäreiden suosittalema laite ympäri maailmaa (kuva 14). Vanhemmat pitävät DRI Sleeper Eclipse -kasteluhälyttimestä, koska se on helppokäyttöinen, helppo puhdistaa, valmistettu laadukkailta materiaaleista ja se on osoittautunut onnistuneeksi laitteeksi yökastelun hoidossa. Lapset pitävät DRI Sleeper Eclipse -kasteluhälyttimestä, koska se on kirkas ja värikäs, se on langaton, siinä on käytetty metallivapaata kasteluanturia, joten siinä ei ole ihoärsytystä, sekä muotoilu tekee siitä mukavan käyttää. (Wireless Bedwetting Alarm - DRI Sleeper® Eclipse.)



KUVA 14. Dri Eclipse -kasteluhälytin (Pedihealth Oy)

Kosteussensori

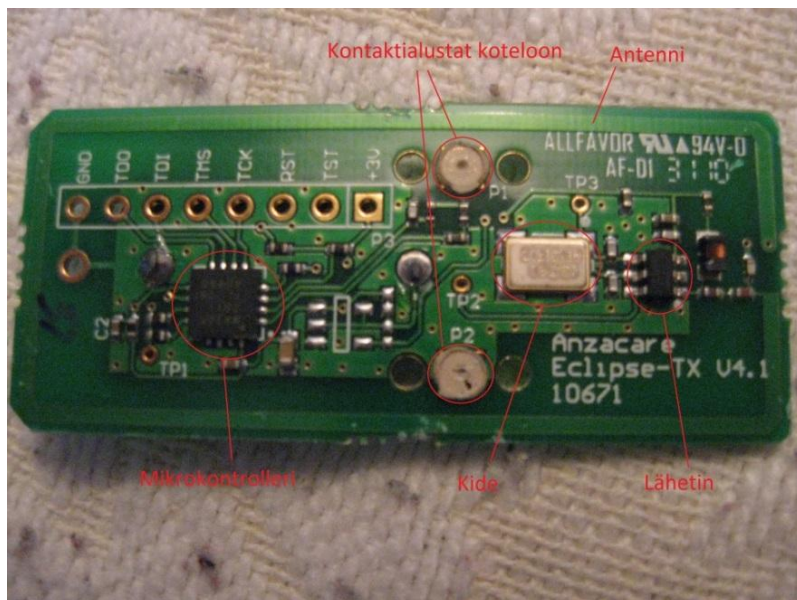
DRI Eclipse -kosteussensorin kotelomateriaali on muovia. Kotelo koostuu kahdesta osasta, joiden välissä on piirilevy. Kotelot on kiinnitetty toisiinsa jonkinlai-

sella liimateipillä, joka toimii samalla kosteussuojana, jotta kotelon välistä ei pääse kosteutta kosteussensorin sisään (kuva 15).



KUVA 15. DRI Eclipse -kosteussensorin kotelo avattuna

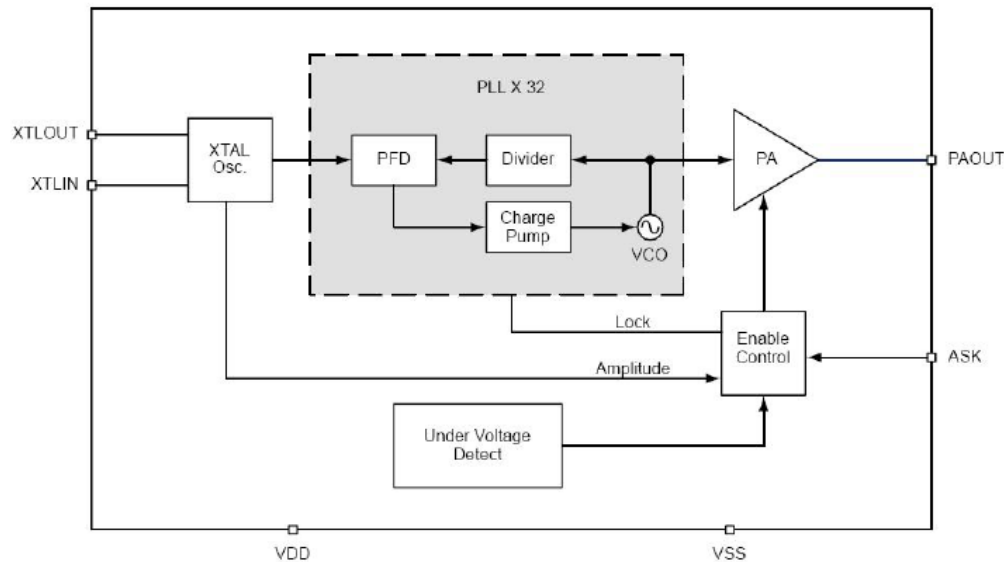
Piirilevyn toisella puolella paristoon nähden on varsinainen elektroniikka (kuva 16). Piirilevyssä on mikrokontrolleripiirin, kiteen ja lähetinpiirin lisäksi vastuksia, kondensaattoreita ja keloja. Kotelossa on kosteustunnistimena kaksi erillistä elektroodia, jotka on suojattu joustavalla ei-johtavalla termoplastisella aineella. Elektrodeista on kontaktit piirilevyyn. Antenni on piirilevyssä painettuna ja se kiertää koko piirilevyn. Kuvaan 16 on merkitty mikrokontrolleripiiri, kide, lähetinpiiri, antenni sekä kontaktialustat koteloon.



KUVA 16. DRI Eclipse -kosteussensorin piirilevy

Kotelon pinnassa on elektrodit, joiden resistanssi muuttuu kastuessa. Kotelosta on kontaktit piirilevyn kontaktialustoihin, jotka ovat yhteydessä piirilevyllä olevaan mikrokontrolleriin. Elektrodit on koteloitu mustalla ei-johtavalla muovilla. Mikrokontrolleri on ohjelmoitu tunnistamaan kontaktien avulla kotelon resistanssia ja ilmoittamaan resistanssin muutos lähetinpiirille. Mikrokontrolleri on ohjelmoitu sarjaliitännällä, jolloin ulkoiseen ohjelmointiin ei tarvita jännitettä. Kasteusensorissa mikrokontrollerina käytetään Texas Instrumentin valmistamaa MPS430F2011-mikropiiriä, jonka ominaispiirteet löytyvät liitteestä 1. Mikrokontrollerin datalehti löytyy osoitteesta <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/msp430f2011.pdf>, josta löytyy lisää tietoa mikropiiristä. (Mixed Signal Microcontroller 2012.)

Lähetinpiirinä toimii pitkän kantaman langaton tiedonsiirtolähetin. Lähetinpiiri tarjoaa PLLx32-funktion avulla vakaan kanta-aaltotaajuuden lähetyksen. Lähetinpiirissä olevalla tehovahvistimella puskuroidaan VCO ulkoisilta elementeiltä ja täydennetään vahvistettua signaalia. Lähetinpiirin ohjausportti mahdollistaa ASK:n tiedot eli sallii lähetyksen, kun lukitsin (Lock), amplitudi (Amplitude) ja jännitteenkorjaintunnistin (Under Voltage Detect) ovat voimassa. Lähetinpiirin toiminnallinen lohkokaaavio on kuvassa 17. (F113 300MHz-to-450MHz Low-Power, Crystal-Based ASK Transmitter.)



KUVA 17. Lähetinpiirin toiminnallinen lohkokaaavio (F113 300MHz-to-450MHz Low-Power, Crystal-Based ASK Transmitter)

Kosteussensorissa lähetinpiirinä toimii F113-piiri, jonka yleinen kuvaus, ominaispiirteet, käyttökohteet ja toimitustiedot ovat liitteessä 2. Tarkempaa tietoa F113-lähetinpiiristä löytyy datalehdessä osoitteesta http://d1.ourdev.cn/bbs_upload782111/files_49/ourdev_704884M3VDGN.pdf.

Lähetinpiiri vaatii toimiakseen ulkoisen kideoskillaattorin luodakseen täydellisen ja monipuolisen lähettimen. Ulkoinen kideoskillaattori takaa perusaaltomuodon säilymisen. Kastelusensorissa käytettävä ABM3BF0C-kideoskillaattori toimii 13,560 MHz taajuudella. Kideoskillaattorin datalehti on liitteessä 3. (ABM3 – CERAMIC SMD CRYSTAL - Abracon Corporation 2007.)

Antenni on yhdistetty kuorman avulla lähetinpiiriin. Antennin avulla lähetinpiiri lähettää mikrokontrollerin antaman kosteustiedon vastaanottimelle. Vastaanotin alkaa hälyttämään saatuaan tiedon sensorilta.

Kosteussensoria voidaan ohjata 3 V:n paristolla, koska komponenteilla on alhainen käyttöjännite ja virrankulutus. Paristo on juotettu kiinni piirilevyyn, jolloin sitä ei voida vaihtaa.

5.2 Enurad 400

Enurad 400 on ruotsalaisen Enurad Oy:n kasteluhälytin, joka on eurooppalaisen standardin ETS 300 220 hyväksymä. Enurad 400 -kasteluhälytintä on käytetty neuvoloissa viidentoista vuoden ajan. Enurad 400 on toteutettu elektroniikalla, jossa ei ole häiritseviä johtoja tai haitallisia virtauksia. Enurad 400 -kasteluhälyttimeen kuuluu kosteusanturi, herätyskello sekä muuntaja (kuva 18). Kosteusanturi laitetaan pikkuhoususuojaan, herätyskello toimii hälyttimenä ja muuntajalla kytketään hälytin verkkovirtaan. (Enurad Oy.)



KUVA 18. Enurad 400 -kasteluhälytin (Enurad Oy)

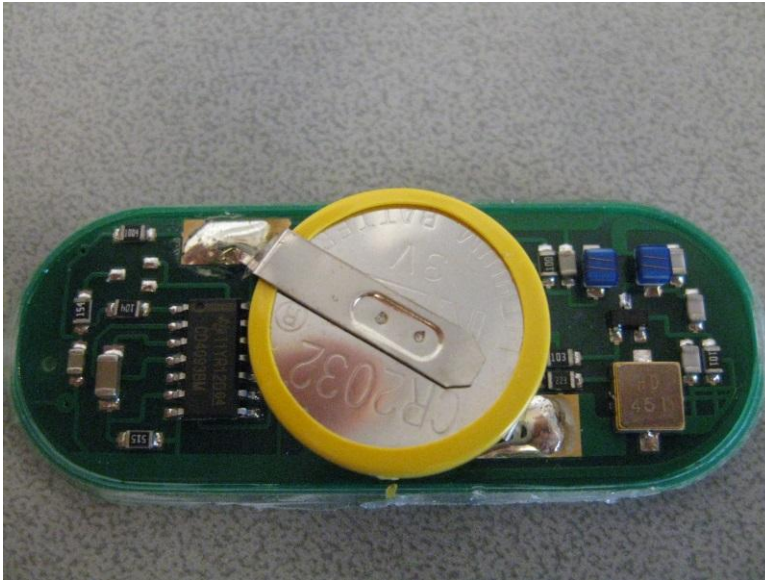
Kosteussensori

Enurad 400 -kasteluhälyttimen sensorissa on painettuna metallinen kosteustunnistin (kuva 19). Elektroniikka on suojattu muovisella kotelolla. Kotelon ja levyn väliin on laitettu kosteussuojaksi epoksihartsia tai silikonaa.

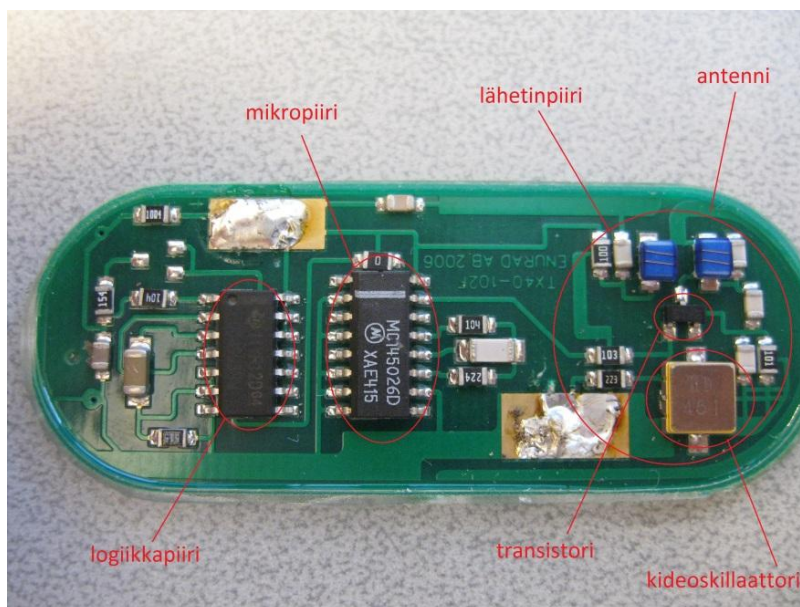


KUVA 19. Enurad 400 -kosteussensori

Kosteussensori toimii 3 V:n litiumparistolla, joka on juotettu kiinni elektroniikkapuolelle piirilevyä muiden komponenttien päälle (kuva 20). Piirilevy sisältää logiikkaporttina schmitt-liipaisimen, mikropiirin ja lähetinpiirin lisäksi vastuksia, kondensaattoreita ja keloja (kuva 21).



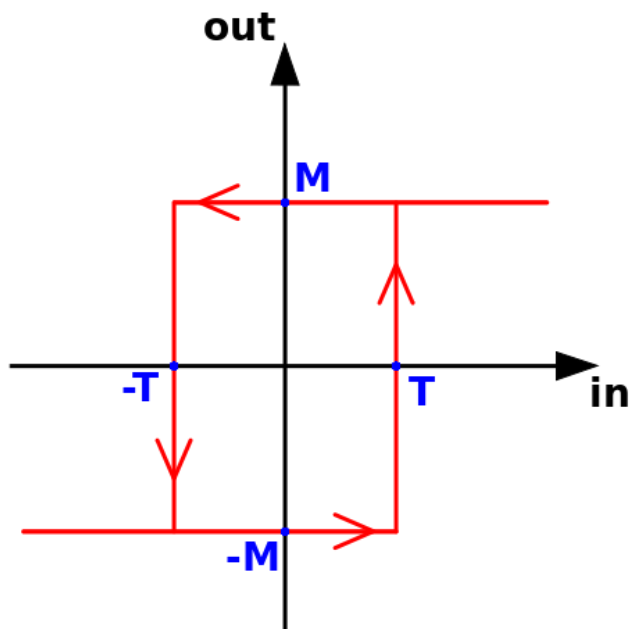
KUVA 20. Enurad 400 -kosteussensorin piirilevy



KUVA 21. Enurad 400 -kosteussensorin piirilevy komponenttiselityksineen

Kosteussensorin painetusta metallisesta kosteustunnistimesta menee liitännät logiikkapiirille. Logiikkapiiri toimii schmitt-liipaisimena, jolla on hystereesi (kuva

22). Hystereesin ansiosta schmitt-liipaisin pyrkii tilanvaihdon jälkeen säilyttämään uuden tilansa, mikä on eduksi, jos vertailtavissa signaaleissa on kohinaa tai häiriötä tai kun signaalin arvo muuttuu hitaasti. Schmitt-liipaisin siirtää liipaisuessaan vertailupistettä vastakkaiseen suuntaan ja asettuu stabiiliin tilaan toisin kuin tavanomainen komparaattori. Schmitt-liipaisin muuttaa kohinaisen signaalin tasaiseksi kanttiaalloksi. Kastelusensorin schmitt-liipaisimena toimii Texas Instrumentin valmistama CD4093BW-logiikkapiiri, jonka yleiskuvaus on liitteessä 4. (Schmitt-liipaisin. 2011.)



KUVA 22. Schmitt-liipaisimen vaste, jossa T on kynnyisarvo ja M maksimiarvo (Hystereesi 2013)

Kanttiaalto menee logiikkapiiriltä mikropiirille, joka tulkitsee kanttiaaltoa. Kanttiaallon pulssien perusteella mikropiiri päättelee, onko kastelusensori kastunut vai ei. Jos kastelusensori on kastunut, mikropiiri antaa signaalin lähetinpiirille. Kastelusensorin mikropiirinä on Motorolan valmistama MC145026D-piiri, jonka datalehti löytyy osoitteesta <http://www.futurlec.com/Motorola/MC145026D.shtml>.

Lähetinpiiri koostuu laajakaistaisesta NPN-transistorista, kideoskillaattorista, vastuksista, kondensaattoreista ja keloista. Sensorissa käytetään laajakaistaista E1p117-transistoria, joka on NPN-transistori. NPN-transistori toimii vahvistime-

na lähetinpiirissä. Transistorin datalehti on osoitteessa http://www.nxp.com/documents/data_sheet/BFS17.pdf. (Transistori. 2013.)

Kideoskillaattorin ominaisvärähtelytaajuus pitää lähetinpiirin taajuuden vakiona. Transistori ja kideoskillaattori eivät kykene kahdestaan toimimaan lähetinpiirinä, jolloin niiden lisäksi on kytketty vastuksia, kondensaattoreita ja keloja. Lähetinpiirin jatkeena on antenni, joka lähettää kastelusensorin välittämän signaalin hälyttimelle. Hälytin rupeaa soimaan saatuaan sensorin lähettämän signaalin.

Kosteussensorin komponentit toimivat laajalla jännitealueella. 3 V:n paristo kuitenkin riittää antamaan tarvittavan jännitteen sensorille.

5.3 Enutrain

Enutrain on saksalaisen Procon valmistama langaton kasteluhälytin (kuva 23). Hälytin on kytketty pistorasian kautta virtalähteeseen. Tätä hälytintä voidaan käyttää myös päivällä, koska anturi voidaan laittaa pikkuhousujen taskuun. Perinteisiin ”hälytyshousuihin” verrattuna kasteluhälytin on monipuolisempi ja tekee hoidosta vähemmän stressaavan. Laitteella on ISO 13485/2003 -sertifiointi. (Enutrain.)



KUVA 23. Enutrain-kasteluhälytin (Enutrain)

Enurain toimii radioaalloilla ja sen lähetystaajuus on 433 MHz. Langattoman signaalin kantama on 15–20 metriä. Virtsa-anturin lähetysteho on noin 0,005 wattia. Kun anturi on lähettänyt signaalin vastaanottimeen, se menee valmiustilaan. Signaali salataan koodilla. (Enurain.)

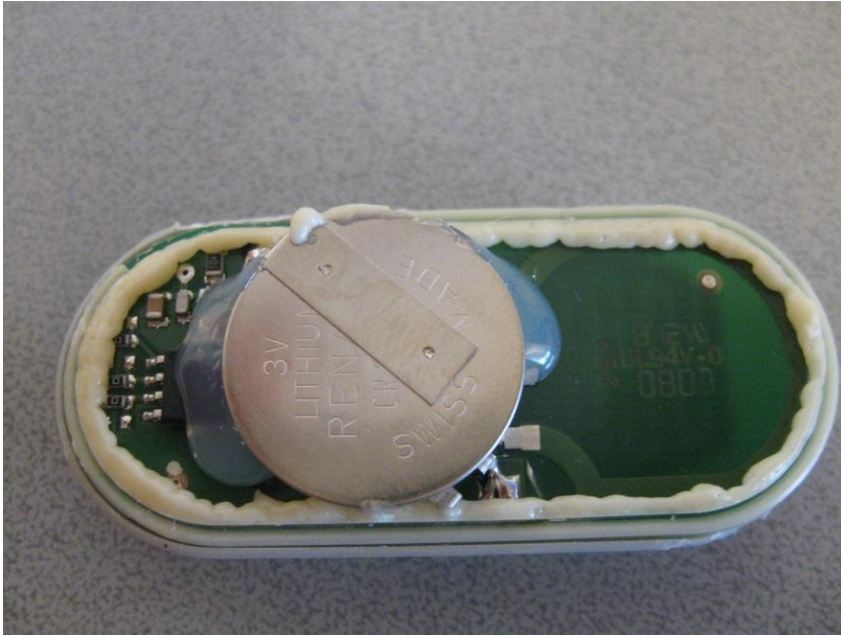
Kosteussensori

Enurain-kosteussensorissa on myös painettuna metallinen kosteustunnistin (kuva 24) kuten Enurad 400 -kasteluhälyttimessä. Toisella puolella elektroniikka suojaamassa on muovinen kotelo. Kosteussuojaus on toteutettu silikonilla ja epoksihartsilla. Pariston reunassa on myös silikonilla kosteussuojana (kuva 25).

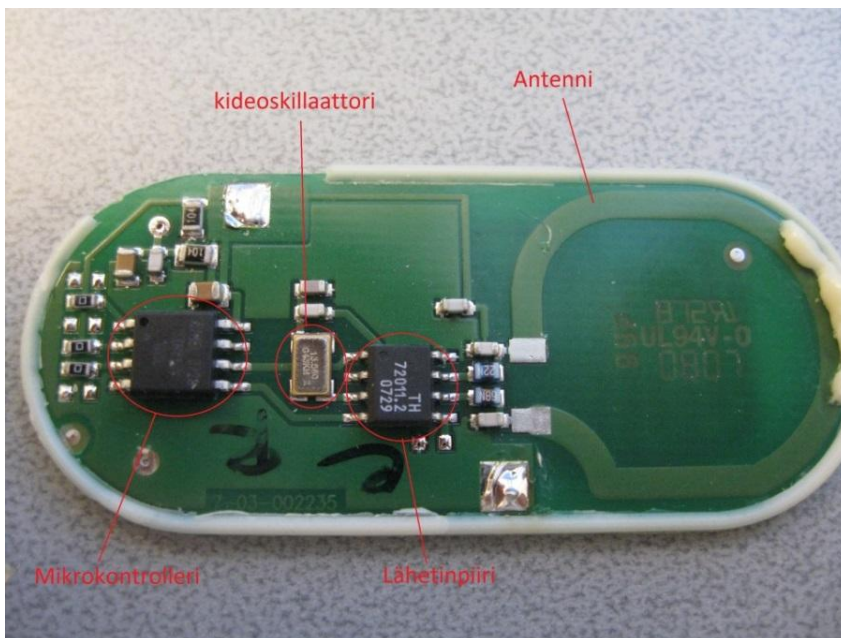


KUVA 24. Enurain-kasteluhälyttimen kosteussensori

Kosteussensori toimii 3 V:n litiumparistolla, joka on juotettu kiinni piirilevyn elektroniikkapuolelle muiden komponenttien päälle (kuva 25). Piirilevy sisältää lähettimen, kiteen ja mikrokontrollerin lisäksi vastuksia ja kondensaattoreita (kuva 26). Antenni on piirilevyssä painettuna. Kuvaan 26 on merkitty mikrokontrolleri, lähetin, kide ja antenni.



KUVA 25. Kosteussensorin piirilevy



KUVA 26. Kosteussensorin piirilevy komponenttiselyksineen

Kosteussensorissa kosteustunnistin on toteutettu painetulla metallisella pinnoitteella. Kosteustunnistimen resistanssi muuttuu kastuessa. Kosteustunnistimesta menee kytkentä mikrokontrollerille, joka on ohjelmoitu tarkkailemaan kosteustunnistimen resistanssia. Kun kosteustunnistimen resistanssi muuttuu, mikrokontrolleri huomaa sen ja antaa viestin lähetinpiirille. Kosteussensorissa käytetään Atmelin valmistamaa Ttiny13V-mikrokontrolleria, jonka ominaispiirteet ovat

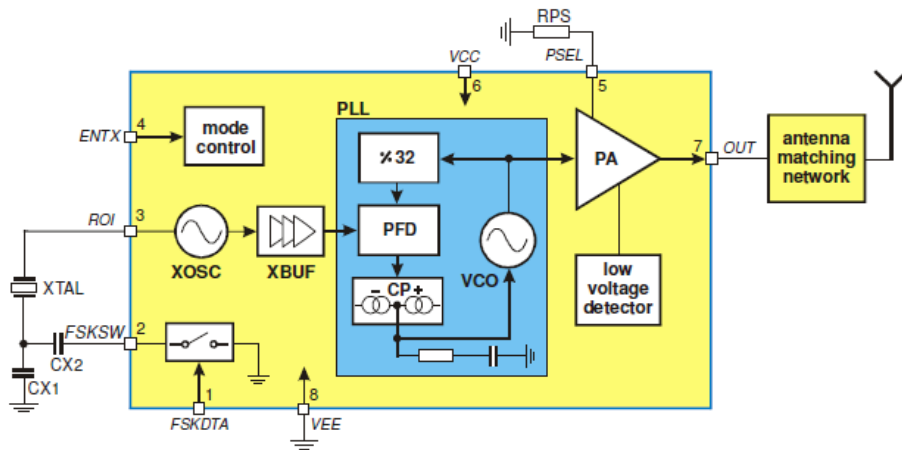
liitteessä 5. Tarkempaa tietoa on mikrokontrollerin datalehdestä, joka löytyy osoitteesta <http://www.atmel.com/Images/doc2535.pdf>.

Enutrain-kosteussensorissa käytetty TH72011.2-lähetinpiiri käyttää FSK-modulaatiota, jossa lähettimen kantotaajuus f_c määräytyy kiteen viitteellisestä taajuudesta f_{ref} :stä. Lähetinpiiriin integroitu PLL-syntetisaattori varmistaa, että jokainen RF-arvo voidaan saavuttaa käyttämällä kiteen referenssitaajuutta kaavan 2 mukaan, missä $N = 32$ on PLL-palautte jakajan suhteen. (TH72011 433MHz FSK Transmitter 2012.)

$$f_{ref} = \frac{f_c}{N}$$

KAAVA 2.

Lähetinpiiri koostuu täysin integroidusta jänniteohjatusta oskillaattorista (VCO), 32 jakajasta (div32), vaihetaajuusilmaisimesta (PFD) ja latauspumpusta (CP) (kuva 27). Sisäinen silmukka suodattimessa määrittää dynaamisen käyttäytymisen PLL:lle ja tukahduttaa viitteellisen häiriösignaalin. Colpitts-kideoskillaattoria (XOSC) käytetään viitteellisenä oskillaattorina vaihelukitun silmukan (PLL) syntetisaattorina. VCO:n signaali syötetään vahvistimeen (PA). RF-signaalin tehoa voi olla säädetty neljässä vaiheessa muuttamalla joko RPS-vastuksen arvoa tai VPS-jännitettä vaihtelemalla PSEL-nastasta. RF-signaalin teho P_{out} on -12 dBm – $+10 \text{ dBm}$. Avokollektorilähtö (OUT) voidaan joko ajaa suoraan silmukka-antenniin tai sovittaa 50Ω :n kuormaan. Lisätietoa lähetinpiiristä löytyy datalehdestä osoitteesta <http://www.melexis.com/Assets/TH72011-DataSheet-4803.aspx>. (TH72011 433MHz FSK Transmitter 2012.)



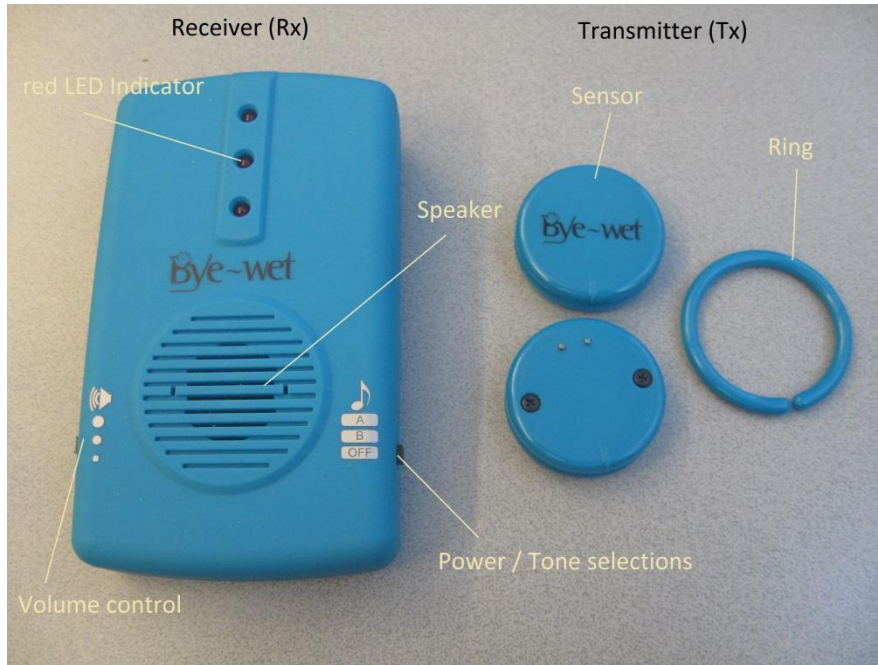
KUVA 27. TH72011-lähetinpiirin toiminnallinen lohkokaavio (TH72011 433MHz FSK Transmitter 2012)

Lähetinpiiri tarvitsee toimiakseen ulkoisen kideoskillaattorin, joka pitää huolen lähettimen kellotaajuudesta. Kastelusensorissa käytetty G43KM-kideoskillaattori toimii 13,500 MHz:n taajuudella.

Lähetinpiiriltä signaali lähtee antennin kautta hälyttimelle. Lähetinpiiri on kytketty antenniin kuorman kautta. Kun hälytinlaite saa signaalin, se rupeaa hälyttämään.

5.4 Bye~Wet

Bye-Wet-kasteluhälytin on korealaisen IDH Medical INC:n langaton kasteluhälytin, jossa on äänenvoimakkuuden säätömahdollisuus, eikä siinä ole ylimääräisiä johtoja tai tarvetta erityishousuille. Vedenkestävällä sensorilla on vuoden takuu, kuten myös laitteella. Hälyttimessä on kaksi eri hälytysäänivaihtoehtoa. Hälytin koostuu pienestä sensorista (Transmitter(Tx)) sekä hälytinvastaanottimesta (Receiver(Rx)) (kuva 28). Sensori toimii CR 1616-paristolla ja hälytinvastaanotin AA alkaliparistolla. Sensorin ja hälyttimen kantomatka avoimessa tilassa on noin 10 metriä. Tarkemmat tuotetiedot ovat taulukossa 3. (Bye-Wet käyttöohje.)



KUVA 28. Bye~Wet-kasteluhälytin

TAULUKKO 3. Bye-Wet-kasteluhälyttimen tuotetiedot (Bye-Wet käyttöohje)

	Hälytin (Rx)	Sensori (Tx)
Mitat	56 x 97 x 21 mm	halkaisija: 35 mm, paksuus: 8,4 mm
Paino	52 g (ilman paristoa)	7,5 g
Paristo	1 AA	CR 1616
Pariston käyttöikä	Kaksi viikkoa	yli 6 kk
Taajuus	433,92 MHz / RF-ASK	
Huomiot	Langaton hälytin, jossa äänenvoimakkuuden säätö / kaksi hälytysääntä	

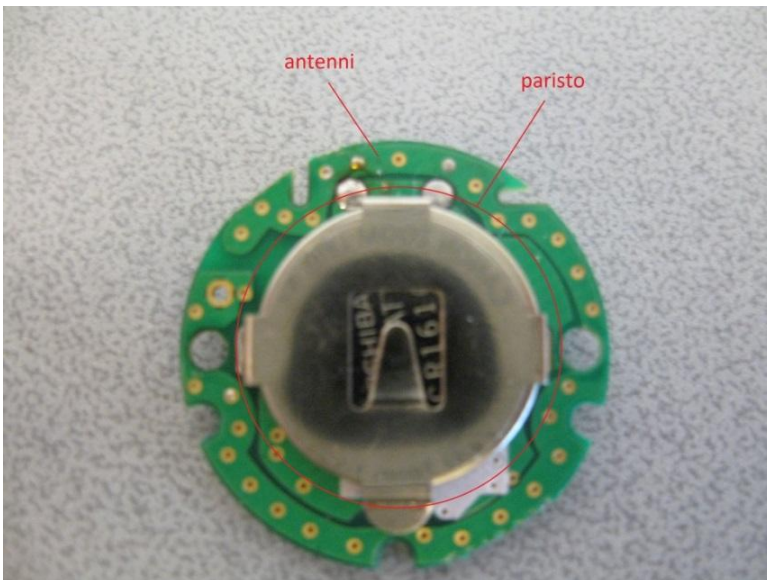
Kosteussensori

Kosteussensori on pieni, klipsillä pikkuhousuihin kiinnitettävä kasteluhälyttimen osa (kuva 29). Kosteussensorin kotelo koostuu kahdesta muovisesta osasta, jotka on kiinnitetty toisiinsa ruuveilla. Koteloon osat ovat toteutettu siten, että ne menevät sisäkkäin, jolloin koteloon osien välistä ei pääse kosteutta sensorin sisään. Koteloon osien välissä on piirilevy, johon sensorin elektroniikka on toteutettu.



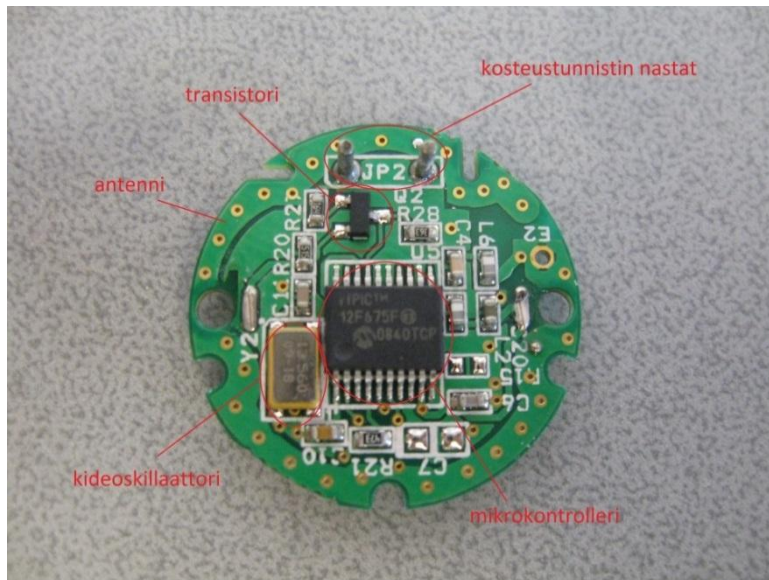
KUVA 29. Bye~wet-kasteluhälyttimen sensori

Kosteussensori toimii 3 V:n litiumparistolla. Litiumparistoa varten piirilevyllä on juotettu kotelo (kuva 30), mikä mahdollistaa pariston vaihtamisen, koska myös muovisen kotelon saa ruuveilla auki.



KUVA 30. Kosteussensorin piirilevy paristopuolelta

Piirilevyn toisella puolella paristoon nähden on muu elektroniikka. Piirilevyllä on mikrokontrollerin, kiteen ja lähettimen lisäksi vastuksia ja kondensaattoreita sekä metalliset tapit kosteustunnistimina, jotka näkyvät kuvasta 31.



KUVA 31. Kosteussensorin piirilevyn komponenttiselitykset

Sensorissa käytetään 20-nastaista Flash-pohjaista 8-bittistä CMOS-mikrokontrolleria. RfPIC12FG75F-mikropiiri on ohjelmoitu tunnistamaan kosteustunnistin-nastoille tulevan resistanssin muutoksen. Mikrokontrolleri toimii myös UHF-alueella lähettimenä, joka käyttää ASK- tai FSK-modulointia. Mikrokontrolleri tarvitsee lähettimenä toimimiseen ulkoisen kideoskillaattorin ja transistorin tehovahvistimeksi. RfPIC12FG75F-mikropiirin ominaispiirteet ovat liitteessä 6. Lisätietoa mikropiiristä on datalehdessä osoitteessa <http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/102099/MICROCHIP/RFPIC12F675F.html>.

Signaalin lähettämiseen mikropiiri tarvitsee ulkoisen kideoskillaattorin, joka huolehtii syketaajuudesta. Sensorissa käytetty 09-18-kideoskillaattori toimii 13,560 MHz:n taajuudella.

Sensorissa käytetty 3J4-transistori toimii tehovahvistimena signaalin siirtämisessä mikropiiriltä antennille. Antenni kulkee molemmilla puolilla piirilevyä, jonka avulla signaali siirtyy sensorilta hälytinvastaanottimeen. Kun hälytinvastaanotin on ottanut signaalin vastaan, se rupeaa hälyttämään.

5.5 Alarmvipin kasteluhälytint ratkaisu

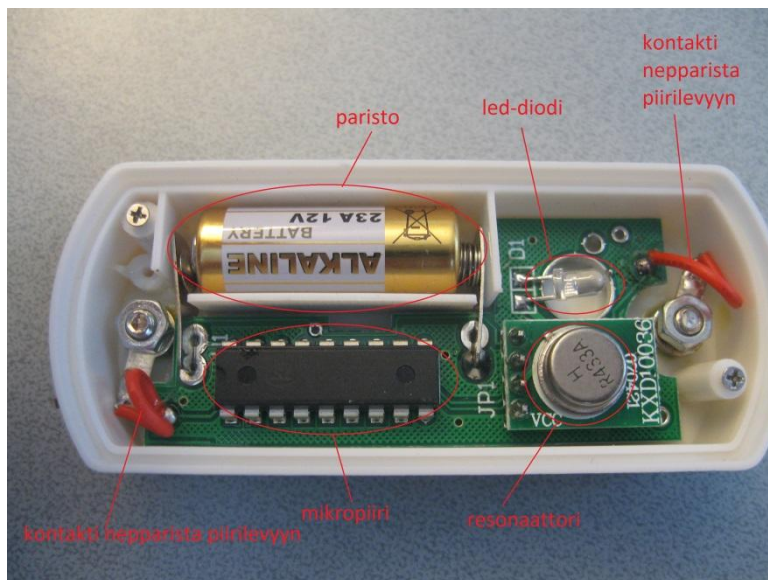
Opinnäytetyön tilaajalla on hongkongilainen yhteistyökumppani Alarmvip, joka on suunnitellut ja tehnyt lasten yökastelun hoitoon helppokäyttöisen langattoman kasteluhälytint ratkaisun. Langattoman kasteluhälyttimen kantama on jopa 10 metriä. Hälyttimessä on 16 erilaista hälytinääntä, jotka ovat kaunista musiikkia. Hälytin reagoi yhteen tai useampaan virtsapisaraan, jolloin hälytin herättää lapsen ajoissa.

Kasteluhälytin koostuu hälyttimestä, sensorista ja pikkuhousuista (kuva 36). Pikkuhousuihin on ommeltu metallilankoja tunnistamaan kosteutta. Sensori laitetaan pikkuhousuihin kiinni neppareiden avulla.

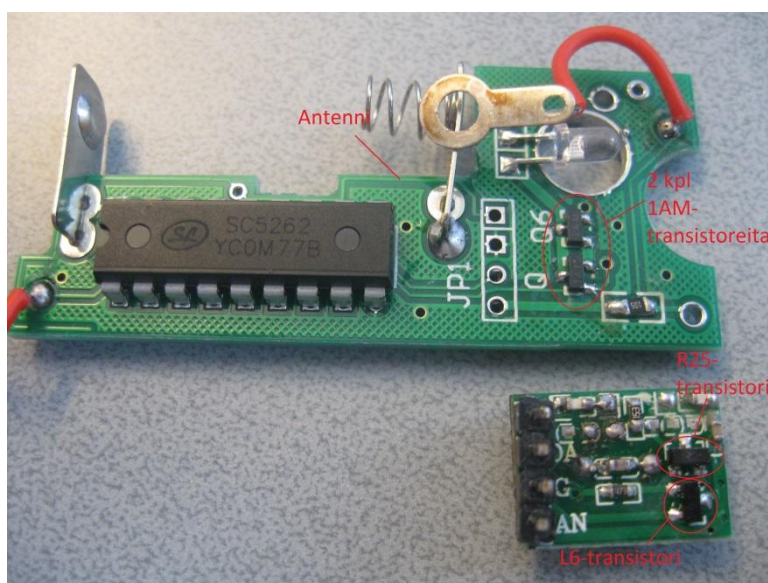


KUVA 36. Alarmvipin kasteluhälytint ratkaisu

Sensori on koteloitu muovisella kotelolla, jonka saa auki ruuveilla. Sensori toimii 12 V:n alkaliparistolla. Kontaktit neppareilta piirilevylle on toteutettu johdoilla. Piirilevy sisältää mikropiirin, resonaattorin, transistoreja, led-diodin, vastuksia ja kondensaattoreita (kuvat 37 ja 38). Suurin osa piirilevyn elektronikasta on toteutettu läpivientikomponenteilla.



KUVA 37. Kosteussensorin piirilevy selityksineen



KUVA 38. Kosteussensorin piirilevy selityksineen

Mikropiirinä sensorissa on käytetty SC5262-enkooderipiiriä. Se koodaa tiedot ja osoitteen tapit sarjakoodatulla RF- tai IR-modulaatiolla. Enkooderipiirillä on alhainen virrankulutus ja erittäin korkea kohinaimmunitaetti. Mikropiirin käyttöjännitealue on 3–15 V. Mikropiiri koodaa koodiosoitteen ja tiedot asetetaan tuloihin, jotka annetaan ulos, kun TE-nasta viedään matalaan tilaan. Tämä aaltomuoto syötetään joko RF-modulaattoriin tai IR-lähettimeen lähetystä varten. Lähetetyt radiotaajuiset infrapunasäteet vastaanotetaan RF-demodulaattorilla tai IR-vastaanottimella ja muutetaan uudelleen aaltomuotoon. Mikropiiri toimii siis

myös lähettimenä. Liitteessä 7 on mikropiirin perustietoa. Lisää tietoa mikropiiristä saa datalehdessä osoitteesta <http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/116102/SILAN/SC5262.html>. (Remote control encoder. 2000.)

Sensorissa lähettimenä toimii R433A-resonaattori, R25-transistori, L6-transistori sekä vastuksia ja kondensaattoreita. Lähetinpiirille tulee käyttöjännite, maa, dataohjaus sekä ulostulo antennille mikropiiriltä. Lähetinpiirissä on käytetty yksiporttista, pinta-akustisen aallon matalaprofiilista R433A-resonaattoria, joka tarjoaa luotettavan kvartsi-taajuusstabilisoinnin. Lähettimet tai paikallisoskillaattorit toimivat 433,920 MHz: taajuudella. (Transcend SAW resonator R433A. 2003.)

Liitteessä 8 on resonaattorin datalehti. Transistorit toimivat lähetinpiirissä vastuksien ja kondensaattoreiden avulla tehovahvistimina antennille. L6-transistorin datalehti on liitteessä 9 ja R25-transistorin datalehti löytyy osoitteesta [http://datasheetz.com/data/Discrete%20Semiconductor%20Products/RF%20Transistors%20\(BJT\)/NE85633-R25-A-datasheetz.html](http://datasheetz.com/data/Discrete%20Semiconductor%20Products/RF%20Transistors%20(BJT)/NE85633-R25-A-datasheetz.html).

Antenni on toteutettu painettuna elektroniikkana kiertämään piirilevyn reunaan. Antennilta kosteussignaali lähtee sensorilta vastaanottimelle, joka rupeaa hälyttämään saatuaan signaalin.

Sensorissa on kaksi 1AM-transistoria, jotka ohjaavat lediä. Led vilkkuu, kun sensori rekisteröi resistanssin muutoksen. 1AM-transistorin datalehti on liitteessä 10.

6 PATENTOINTI

Opinnäytetyössä selvitettiin kasteluhälyttimiin liittyviä patenteja, koska voimassa olevia patentoituja ratkaisuja ei voida käyttää kehitellessä uutta tuotetta.

6.1 Patentoinnin tarkoitus

Yhteiskunta myöntää keksijälle patentin, jolloin keksijällä on yksinoikeus keksinnön ammattimaiseen hyödyntämiseen. Patentti on siis kielto-oikeus, jolla patentin haltijalla on oikeus kieltää muilta patenttinsa ammattimaisen hyväksikäytön, jota ovat mm. patentoidun tuotteen valmistus, myynti, käyttö ja maahan tuonti tai patentoidun menetelmän käyttö. (Mikä on patentti? 2013; Usein kysytyä. 2013.)

Kielto-oikeus on alueellisesti rajallinen eli se on voimassa niissä maissa, joissa patentti on haettu ja saatu. Kielto-oikeuden voimassaoloaika on rajoitettu. Yleensä patentti on voimassa korkeintaan 20 vuotta hakemuksen tekemispäivästä. Patentin ollessa voimassa myös kielto-oikeus on voimassa. Patentin voimassaolosta on maksettava vuotuiset ylläpitomaksut eli ns. vuosimaksut. (Usein kysytyä. 2013.)

Patentti suojaa patenttivaatimuksissa määritellyn keksinnön tai määritellyt keksinnöt. Vaatimusten tulkinnassa voidaan käyttää apuna keksinnön selitystä. Uusi menetelmä, laite tai sellaisen uusi käyttö voi olla esimerkki keksinnöstä. Näihin kaikkiin kategorioihin kuuluvia vaatimuksia voi olla yhdessä patenttihakemuksessa, kun niitä yhdistää yksi yhteinen keksinnöllinen ajatus. (Usein kysytyä. 2013.)

Tuotteen valmistus- tai käyttötavasta riippumatta tuotevaatimus suojaa tuotteen. Vaikka patentissa ei olisi tuotevaatimusta, menetelmävaatimus suojaa siinä määritellyn menetelmän ja tällä menetelmällä valmistetun tuotteen. Menetelmäpatentti ei voi estää tuotteen tekemistä, joka voidaan toteuttaa toisella menetelmällä. (Usein kysytyä. 2013.)

Patentit antavat maailmanlaajuisen kuvan tutkimus- ja tuotekehitystoiminnasta. Patentit ovat siis väline uusimpaan tekniseen tietoon, joka kattaa kaikki tekni-

kan eri osa-alueet. Patentit ovat myös ajallisesti ja maantieteellisesti kattavampia kuin mikään muu yksittäinen tietolähde. (Usein kysyttyä. 2013; Mikä on patentti? 2013.)

Uusia teknisiä ratkaisuja, niiden käyttökohteita ja jopa alalla havaittuja ongelmia kuvataan yksityiskohtaisesti ja seikkaperäisesti patenttijulkaisuissa. Patenttijulkaisuista löytyvistä tiedoista valtaosa on vapaasti hyödynnettävissä, koska suurin osa patenttihakemuksista ei etene patenteiksi saakka ja vain voimassa pidetty patentti on haltijansa yksinoikeutta. (Usein kysyttyä. 2013.)

Patentti-informaatio on teknisen tiedon lisäksi kaupallista tietoa, jossa käy ilmi, mihin tekniikkaan ja mille markkina-alueelle kilpailijat panostavat. Siksi patenttietoa kannattaa ja tulee käyttää erityisesti tuotekehityksessä uusien ideoiden saamiseen, oman alan tekniikan ja kilpailijoiden seuraamiseen ja patenttiloukkausten välttämiseen. (Usein kysyttyä. 2013.)

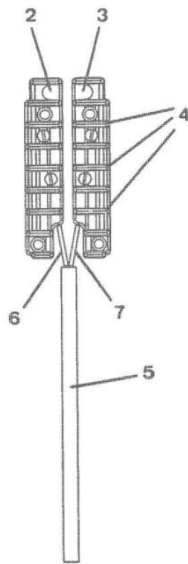
6.2 Langattomien kasteluhälyttimien patentit

Patentteja selvitettiin Espacenet-patenttitietokannan avulla, joka on Euroopan patenttiviraston ylläpitämä julkinen patenttitietokanta. Espacenet-patenttitietokanta löytyy osoitteesta <http://fi.espacenet.com/>.

6.2.1 Laite, jolla ilmaistaan kosteutta

DRI Eclipse -kasteluhälyttimen kosteussensorille on haettu patenttia ensimmäisen kerran Uudessa-Seelannissa 12.5.2004, kansainvälistä patenttia 12.5.2005 sekä patenttia Hong Kongissa 21.8.2007. Patentti kuuluu kansainvälisiin patenttiluokkiin A61B5/00, A61F5/48, G08B21/20, A61B, A61F sekä G08B. A61-patenttiluokka on lääketieteellinen ja eläinlääketieteellinen patenttiluokka. G08-patenttiluokka on fysiikan signaalointi-patenttiluokka. Patentissa kuvataan kosteustunnistinta (kuva 32), joka on toteutettu kahdella erillisellä elektrodilla (2, 3), joista signaali menee johtoja pitkin (6, 7). Elektrodit on koteloitu joustavalla ei-johtavalla materiaalilla, joka sisältää ainakin yhden ulkonevan johdinelementin (4). Ulkonevat osat on erotettu toisistaan samalla etäisyydellä kuin etäisyys kahden elektrodin välillä. Laitteessa on signaalinkäsittelyn avulla toteutettu

elektrodien muutostila kastuessa. Elektrodien tilan muuttuessa hälytys aktivoituu. (Device and apparatus for detecting moisture. 2010.)

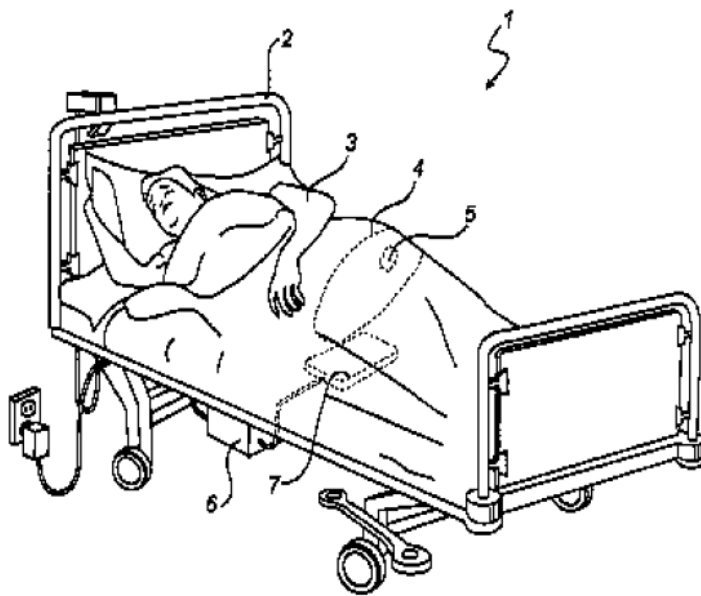


KUVA 32. Patentissa kuvattu kosteustunnistin (Device and apparatus for detecting moisture. 2010)

6.2.2 Menetelmä ja järjestelmä, joka havaitsee kosteutta imukykyisestä tuotteesta

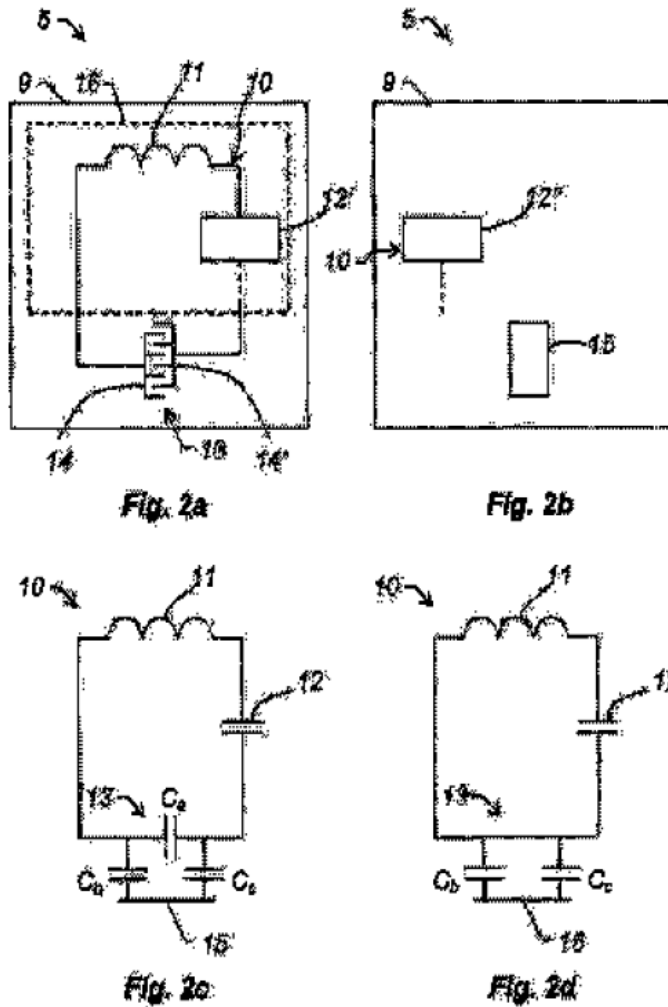
Patentti löytyi menetelmään ja järjestelmään, joka havaitsee kosteutta imukykyisestä tuotteesta. Patenttia on haettu Ruotsissa 7.10.2009. Vuotta myöhemmin patenttia haettiin Yhdysvalloissa sekä maailmanlaajuisesti. Imukykyinen tuote voi olla esimerkiksi vaippa, side tai tamponi. Imukykyiseen tuotteeseen laitetaan resonanssiipiiri, joka tunnistaa kosteuden. Resonanssitaajuus on eri kuivalle ja kastuneelle osalle, jolloin laite pystyy vertaamaan resonanssitaajuuksia ja päättämään imukykyisen tuotteen kastumisen. (Method and system for detecting moisture at an absorbent article. 2012.)

Kuva 33 havainnollistaa keksinnön ajatusta järjestelmän havaitsemaa kosteutta vaipassa. Järjestelmää havainnollistetaan vuoteessa (2) kuljetettavaa potilasta (3), jolla on vaippa (4). Vaipassa (4) on laite (5) ilmaisemassa kosteutta. Järjestelmä sisältää myös valvontayksikön (6) ja antennin (7), jotka on kytketty toisiinsa. (Method and system for detecting moisture at an absorbent article. 2012.)



KUVA 33. Kastelujärjestelmän havainnollistaminen (Method and system for detecting moisture at an absorbent article. 2012)

Laitteessa (5) on resonanssiipiiri, joka tunnistaa kosteuden. Laitteen toiminta on kuvattu kuvan 34 osissa tarkemmin. Laite käsittää joustavan rungon, jossa on liimainen alapuoli, mikä kiinnittää laitteen kätevästi vaippaan. Laitteen voi kiinnittää vaippaan paikkaan, jossa laite kastuu siinä tapauksessa, että potilas virtsaa tai evakuoii eli tyhjentää suolen. Laite koostuu sähköisesti eristävstä kerroksesta (9), resonanssiipiiristä (10), kosteudelle herkältä osasta (13) sekä kosteussulusta (16). Resonanssiipiiri ja kosteudelle herkkä osa on järjestetty eriste-kerrokseen. Resonanssiipiiri sisältää kelan (11) ja kondensaattorin (12). Kosteussulku estää kelan ja kondensaattorin joutumasta kosketuksiin kosteuden kanssa. (Method and system for detecting moisture at an absorbent article. 2012.)



KUVA 34. Laitteen resonanssiipiiri (Method and system for detecting moisture at an absorbent article. 2012)

Valvontayksikön (6) tarkoitus on kuunnella ja havaita tulevia signaaleja laitteelta (5). Valvontayksikkö antaa hälytyksen, jos laitteelta vastaanotetaan kosteutta ilmaiseva signaali. Hälytys voidaan tehdä aktiivisella visuaalinen ääni- tai valomerkki valvontayksikössä. Valvontayksikön viesti voidaan lähettää langallisesti tai langattomasti verkossa olevan tietokoneen tai muun kaukodatan keräyslaitteen analysoitavaksi. Langaton viestintälaitte voidaan toteuttaa Bluetoothilla, ZigBeellä, WLAN:illa, GPRS:illä, 3G:llä, optisella laitteella tai ääneen perustuvala laitteella. (Method and system for detecting moisture at an absorbent article. 2012.)

Järjestelmässä käytetty antenni on silmukka-antenni, joka on kiinnitetty sängyn, patjaan, patjan alle, sängyn levyyn tai vuodevaatteisiin. Antennilla on joka tapauksessa keskeinen sijainti sängyssä, olipa se sijoitettu miten tahansa edellä kuvatuista. Antenni on siis säädetty hyvin suhteessa potilaaseen ja suhteellisen lähelle vaippaa ja laitetta. Antenni on muovitaskussa, joka suojaa antennia kosteudelta ja mahdollistaa kätevän ja hygieenisen käsittelyn sängyssä. Antennina voidaan käyttää silmukka-antennin lisäksi muitakin antennejä riippuen taajuusalueen valinnasta ja ympäristöstä. (Method and system for detecting moisture at an absorbent article. 2012.)

6.2.3 Kosteuden läsnäolon havaitsemiseksi tarkoitettu järjestelmä

11.9.1998 on haettu Alankomaissa patenttia järjestelmälle, joka havaitsee kosteuden läsnäolon. Vuotta myöhemmin järjestelmään haettiin kansainvälistä patenttia. (A system for detecting the presence of moisture. 2000.)

Järjestelmä käsittää ainakin yhden elektronisen anturin, joka havaitsee kosteuden läsnäolon, ja ainakin yhden lukulaitteen tietojen saamiseksi anturilta. Järjestelmä sisältää resonanssipiirin, joka on muodostettu osittain kosteudelle herkästä materiaalista, sähkövastuksesta, lukulaitteesta sekä anturista. Sähkövastus lisääntyy, kun materiaali joutuu kosketuksiin kosteuden kanssa. Lukulaite käsittää lähetin-vastaanotinvälineet, jotka muodostavat sähkömagneettisen kyselykentän. Sähkömagneettinen kyselykenttä sisältää ainakin yhden komponentin, joka vastaa resonanssipiirin resonanssitaajuudesta. Anturilla saadaan tieto kosteuden läsnäolosta sähkömagneettisessa kyselykentässä. (A system for detecting the presence of moisture. 2000.)

Kosteuden läsnäolo voidaan tallentaa hyvin herkästi ja tarkasti anturissa, joka on tehty kosteudelle herkästä materiaalista. Kosteudelle herkän materiaalin joutuessa kosketuksiin kosteuden kanssa sähkövastus kasvaa. Sähkövastuksen kasvaessa sähköiset ominaisuudet resonanssipiirissä muuttuvat, jolloin vastuksen resonanssipiirin kyselykentän tulee myös muuttua. Kuvassa 35 on esitetty eräs järjestelmässä käytetty kosteuden havaitsemisen menetelmä. (A system for detecting the presence of moisture. 2000.)

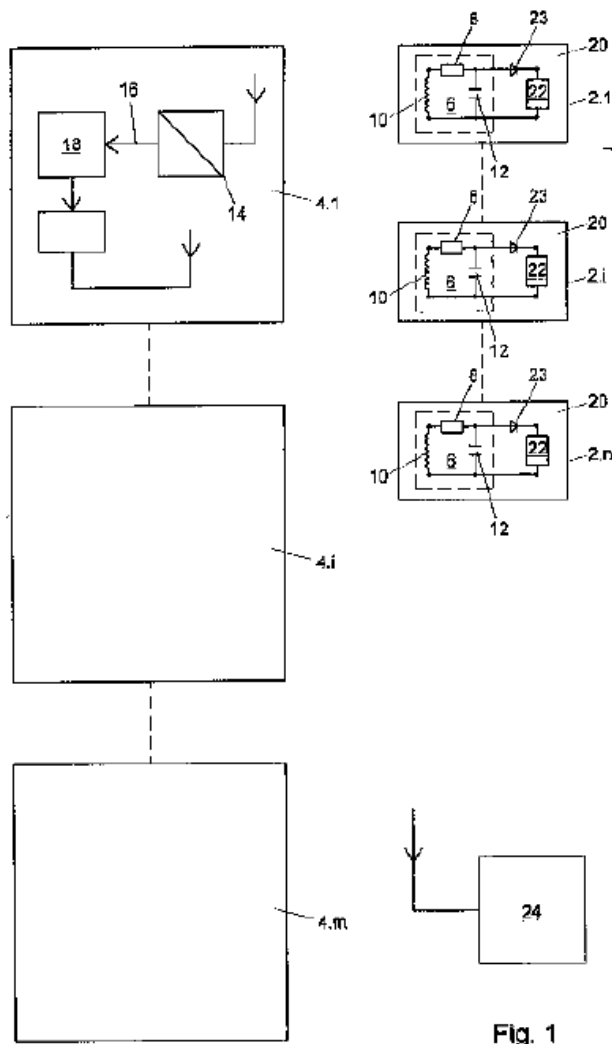


Fig. 1

KUVA 35. Keksinnön mukainen kosteuden havaitseminen järjestelmässä (A system for detecting the presence of moisture. 2000)

Järjestelmää voidaan käyttää esimerkiksi sairaalassa, jossa anturia käytetään tallentamaan kosteutta sairaalasängyn patjasta. Anturi tunnistaa, mikä sairaalasängyn patja on kastunut. Järjestelmä voi lisäksi sisältää keskusohjausyksikön, joka voidaan langattomasti yhdistää lukulaitteeseen tietojen hakemiseksi anturilta. Keskusohjausyksikkö voidaan sairaalassa asentaa sairaanhoitajan huoneeseen ja lukulaitteet potilashuoneisiin. Sairaanhoitaja voi kirjata keskitetysti omasta huoneestaan kastuneet patjat. (A system for detecting the presence of moisture. 2000.)

Keksinnön mukaista anturia voidaan käyttää mm. vauvojen vaipoissa, ikontinenssivaipoissa, terveyssteissä, vihannes- ja hedelmäpaketeissa, sateen ha-

vaitsemiseksi tien pinnoissa sekä kastelun seurantaan viljeltäessä lasin alla. Anturia on myös mahdollista käyttää kuivausprosessissa, kuten paperiteollisuudessa. (A system for detecting the presence of moisture. 2000.)

7 EHDOTUS KOSTEUSSENSORIRATKAISUSTA

Opinnäytetyön yksi tehtävä oli esittää kosteussensoriratkaisua tilaajalle. Tässä luvussa ehdotetaan omaa ideaa kosteussensorin toteuttamiselle. Tämän ehdotuksen pohjalta mahdollinen yhteistyökumppani ei voi toteuttaa kosteussensoriratkaisua, vaan tehdä tarkemman suunnitelman.

Oma kosteussensoriratkaisu perustuu tutkittuihin, markkinoilla olleisiin, kosteussensoreihin sekä yritetään huomioida löydetty kosteussensoreihin liittyvät patentit. Lisäksi otetaan huomioon tilaajan antamat toiveet kosteussensorin suhteen. Tilaaja toivoi, että pikkuhousuissa ei olisi kosteustunnistinta, jotta useamman kokoisia pikkuhousuja ei tarvittaisi, sensori olisi kosteussuojattu sekä sensorilla olisi pieni virrankulutus, jolloin tarvittaisiin pieni paristo.

Elektroniikan kosteussensoriin voi toteuttaa samalla tavalla kuin missä tahansa markkinoilla olevassa kosteussensorissa. Elektroniikkaan kuuluu siis mikrokontrolleri, joka ohjelmoidaan tunnistamaan kosteuden aiheuttama muutos sensorissa ja antamaan tieto lähetinpiirille, joka vahvistaa signaalin antennin lähetettäväksi hälytinlaitteelle.

Lähetinpiiri voidaan toteuttaa joko lähetinpiiriksi tarkoitetulla piirillä tai NPN-transistorilla yhdessä vastuksien, kondensaattoreiden ja kelojen kanssa. Molemmissa tapauksissa lähetinpiirille tarvitaan ulkoinen kideoskillaattori antamaan pulssitaajuus.

Antenni on hyvä toteuttaa painetulla elektroniikalla suoraan piirilevyille. Tällöin kosteussensoriin ei tule ulkonevia antennoja suurentamaan sensoria.

Kun kosteussensoriin valitaan sellaiset komponentit, joilla on pieni virrankulutus ja jännitteensyöttö, voidaan paristoksi valita pieni paristo. Litteä paristo ja pintaliitoskomponentit tai painetulla elektroniikalla toteutetut komponentit vievät vähiten tilaa, jolloin sensorista ei tule isoa.

Kosteustunnistinta ei voida toteuttaa kahdella koteloidulla elektrodilla, kuten Dri Eclipse -kosteussensorissa, koska menetelmä on patentoitu. Kosteustunnistin voidaan toteuttaa metallisilla tunnistimilla, jotka on painettu piirilevyyn, kuten

Enurad 400- ja Enutrain-kosteussensoreissa, tai metallisilla nastoilla, jotka tulevat kotelon läpi, kuten Bye~Wet-kosteussensorissa.

Jos kosteustunnistin toteutetaan painettuna metallina piirilevyyn, elektroniikka piirilevyllä voi olla vain yhdellä puolella. Elektroniikkapuoli piirilevystä voidaan suojata muovisella kotelolla. Kotelon ja piirilevyn saumakohta tulee suojata kosteudelta silikonilla tai epoksihartsilla. Tällöin koteloa ei voida purkaa rikkomatta, jolloin sensorin käyttöikä riippuu pariston kestosta.

Piirilevy voidaan toteuttaa kaksipuolisena, jos kosteustunnistin tulee koteloon. Piirilevy voidaan tällöin koteloida molemmilta puolilta muovisella kotelolla, jossa kosteustunnistimelle on esimerkiksi reiät kotelossa, kuten Bye~Wet-kosteussensorissa. Kotelon puolikkaat voidaan kiinnittää toisiinsa ruuveilla, jolloin koteloiden osien tulee mennä tiiviisti kiinni toisiinsa, jotta osien välistä ei pääse kosteutta sensorin sisään. Tällöin kotelo voidaan purkaa esimerkiksi pariston vaihdon vuoksi, jolloin sensorin käyttöikä voi pidentyä. Piirilevyllä on oltava kotelo paristoa varten, jolloin paristo voidaan vaihtaa helposti.

8 YHTEISTYÖKUMPPANIT

Yksi opinnäytetyön tehtävä oli selvittää mahdollisia yhteistyökumppaneita Oulun seudulta, jotka voisivat suunnitella ja valmistaa uutta kasteluhälytintä. Selvitystyö aloitettiin kyselemällä sähköpostilla Kari Kivistöltä Yritystakomosta, tietäisikö hän mahdollisia yhteistyökumppaneita. Yritystakomo on Oulussa toimiva yhteisö, joka on perustettu vuonna 2010. Yritystakomon tavoitteena on synnyttää uusia ja menestyviä kasvuyrityksiä Oulun seudulle. Yritystakomossa voi kuka tahansa kehittää liike- ja tuoteideaansa ammattilaisten tuella. Kari Kivistö oli yhteydessä yrityksiin pyytäen heitä olemaan yhteydessä opinnäytetyön tekijään.

Lisäksi mahdollisia yhteistyökumppaneita etsittiin Oulu Wellness Instituutin toimialarekisteristä. Oulu Wellness Institute on säätiö, joka kehittää hyvinvointialan liiketoimintaosaamista, edistää toimialan kansallista ja kansainvälistä kasvua sekä aktivoi alan eri toimijoiden välistä yhteistyötä. Oulu Wellness Instituten toimialarekisteriin on koottu Oulun seudulla toimivien hyvinvointialan yritysten ja yhteisöjen tiedot. (Oulu Wellness Institute – hyvinvointialan kehitystä vuodesta 2006.

8.1 Yritystakomon kautta yhteyttä ottaneet yritykset

Yhteyttä ottanut Vesa Koivuaho Meazense Oy:stä oli kiinnostunut langattoman kasteluhälyttimen suunnittelusta. Koivuaho tekee yrityksensä kautta kokonais- tai osasuunnittelua, tarpeen mukaan partitioituna. (Koivuaho 2013.)

Meazense Oy on sensoritekniikan suunnittelu- ja konsultointiyritys Oulussa, jonka erikoisosaamista ovat erilaiset sensoriteknologiat ja niiden sovellukset, josta yrityksellä on käytännön kokemusta yli 20 vuoden ajan. Yritys tekee yhteistyötä Protostudio-hankkeen kanssa, jota hoitaa Saagarec Oy. Protostudio-hankkeella on yhteistyökumppaneita mm. mekaniikkasuunnittelussa ja teollisessa muotoilussa. Lisätietoa protostudiosta on osoitteessa <http://www.protostudio.fi/>. (Koivuaho 2013.)

8.2 Toimialarekisteristä löytyneet yritykset

Oulu Wellness Instituutin toimialarekisteristä löysin muutamia mahdollisia yhteistyökumppaneita langattomien kasteluhälyttimien suunnitteluun ja valmistukseen. Näitä yrityksiä ovat Esju Oy, Lewel Group Finland Oy, Medanets Oy sekä Nelilab.

Esju Oy on korkean teknologian yhtiö, jonka toimialaa ovat elektroniikan suunnittelu, konsultointi, tutkimus ja koulutus sekä EMC-laboratoriopalvelut. Yrityksen pääasiakkaina toimivat teollisuusalat ovat tietoliikennetekniikka, puolustusvälineteollisuus, prosessiautomaatioteollisuus sekä hyvinvointitekniikka. Yrityksen Oulun yhtiöllä on EMC-laboratorio ja elektroniikkalaboratorio, jossa on korkealuokkaiset RF-mittalaitteet ja muut työvälineet, mitkä mahdollistavat tehokkaasti suunnittelun ja simuloinnin. (Tietoa yhtiöstä; Oulu Wellness Institute.)

Lewel Group Finland Oy on asiakkailleen kokonaisvaltainen ja strateginen tuotekehityskumppani, joka tuottaa asiakkailleen laadukkaita langattomia, terveysteknologisia ja teollisia ratkaisuja. Yrityksellä on laajat kansainväliset yhteistyöverkostot, mikä mahdollistaa sen, että asiakas saa yritykseltä kaiken tarvitsemansa avun tuotekehitykseen ja valmistukseen. Yritykselle on myönnetty lääketieteellisten laitteiden suunnitteluun vaadittava ISO 13485:2003 -sertifikaatti ja ISO 9001:2008 -laatusertifikaatti. (Lewel Group 2012; Oulu Wellness Institute.)

Medanets Oy on erikoistunut terveydenhuollon langattomien järjestelmätuotteiden suunnitteluun. Yrityksen juuret ovat syvällä oululaisessa langattomassa teknologiaosaamisessa, joka tunnetaan maailmanlaajuisesti. Yritys tarjoaa hoidon ammattilaisille langattomia välineitä, joiden avulla voidaan helpottaa hoitohenkilökunnan työtä sairaaloissa, terveyskeskuksissa ja hoitolaitoksissa. (Medanets – uudenlaisia työkaluja hoitotyön ammattilaisille; Oulu Wellness Institute.)

Nelilab tarjoaa asiakasyrityksilleen laitteisto- ja ohjelmistokomponentteja sulautetun älykkyyden toteuttamiseksi asiakkaan tuotteisiin. Asiakkaat voivat ulkoistaa tuotekehityksen käyttämällä Nelilabin teknologiaa. Yrityksen palveluihin kuuluvat anturien mittaustietoa jalostavien algoritmien kehittäminen sekä langat-

tomien anturijärjestelmien suunnittelu. Lisätietoa yrityksestä löytyy yrityksen kotisivuilta osoitteesta <http://www.nelilab.com/>. (Oulu Wellness Institute.)

9 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoitus oli selvittää lasten yökastelun hoitoon käytettävien Euroopan markkinoilla olevien langattomien kasteluhälyttimien kosteussensoreiden tekniset ratkaisut ja niiden kosteussuojaus, langattomiin kasteluhälyttimiin liittyvät patentit, aasialaisen yhteistyökumppanin kasteluhälytintekniikka sekä mahdolliset yhteistyökumppanit Oulun seudulta.

Aloitin työni perehtymällä lasten yökasteluun ja sen hoitoon sekä langattomaan tiedonsiirtoon, joista tein taustaluvut tähän raporttiin. Varsinaisen tutustumisen kosteussensoreihin tein purkamalla tilaajalta saamani vialliset kosteussensorit. Kävin laitehuollossa mikroskoopilla katsomassa, minkälaisella elektroniikalla kosteussensoreiden piirilevyt oli toteutettu. Etsin sitten Internetistä käytettyjen komponenttien datalehdet, joiden avulla tutustuin kosteussensoreiden toimintaan elektroniikkatasolla. Datalehdet olivat englanninkielisiä ja niissä oli paljon asiaa, mikä hankaloitti komponenttien toiminnan ymmärtämistä. Lisäksi oli vaikea valita, mitä datalehdissä on tärkeää ja mikä ei ole tärkeää opinnäytetyön aiheen kannalta.

Kun perehtyminen kosteussensoreihin oli valmis, rupesin tutustumaan langattomien kasteluhälyttimien patentteihin Eurooppalaisen patenttiviraston julkisen Espacenet-patenttitietokannan avulla. Patenttien etsintä oli hankalaa, koska tietokantaan piti syöttää englanninkielisiä hakusanoja, joita oli vaikea keksiä. Patentit oli kuvattu myös englanniksi, mikä hankaloitti niiden ymmärtämistä.

Selvitin myös tilaajan aasialaisen yhteistyökumppanin suunnitteleman ja toteuttaman kasteluhälytintekniikan toiminnan samalla tavalla kuin markkinoilla olevien kosteussensoreiden toiminnan. Kosteussensoria jouduin purkamaan vähän enemmän, jotta kaikki elektroniikka tulisi selville.

Kosteussensori- ja patenttiselvityksen pohjalta mietin omaa kosteussensoriehdotustani, jossa otin myös huomioon tilaajan esittämät toiveet sensorista. Tarkkaa kosteussensoriehdotusta en osannut antaa, mutta ehdotuksia erilaisista vaihtoehdoista kumminkin.

Mahdollisia yhteistyökumppaneita tilaajalle Oulun seudulta suunnittelemaan ja toteuttamaan uutta kasteluhälytintä kyselin sähköpostilla Yritystakomossa työskentelevältä Kari Kivistöltä. Koska tätä kautta tuli hieman hitaasti ja nihkeästi mahdollisia yhteistyökumppaneita, etsin niitä myös Oulu Wellness Instituutin toimialarekisteristä, johon yritykset voivat lisätä yhteystietonsa toimialan mukaan. Toimialarekisteristä löytyi langattomiin järjestelmiin muutamia yrityksiä, joihin tutustuin myös yritysten kotisivujensa kautta. Yritystakomon kautta tuli yksi yhteydenotto kiinnostuneesta yhteistyökumppanista.

Opinnäytetyön tehtävät ja tavoitteet toteutuivat opinnäytetyössä suunniteltua nopeammin. Tähän lienee vaikuttanut mielenkiintoinen aihe, mikä antoi motivaatiota perehtyä vieraskieliseenkin materiaaliin huonolla kielitaidolla. Apua työn tekemiseen sain myös projektisuunnittelija Timo Matalalammelta, mikä helpotti omaa ymmärtämistä selvitystyössä.

Mielestäni tämä opinnäytetyö vastasi hyvinvointiteknologia-alan opinnäytetyötä. Kuvittelisin tällaisen tutkimustyön olevan yksi osa hyvinvointiteknologian insinöörin työnkuvaa. Opinnäytetyön tekemistä varmasti helpotti aikaisempi elektroniikka-alan koulutus, koska hyvinvointiteknologian koulutuksessa ei ole komponenttietoutta läheskään niin paljon kuin elektroniikka-asentajan koulutuksessa. Elektroniikka-asentajan koulutuksen pohjalta pystyi helposti tunnistamaan komponentit, mitä hyvinvointiteknologian koulutuksella ei olisi pystynyt tekemään.

LÄHTEET

Aarinen, Reino 2006. NFC. Saatavissa: www.aariset.com/RFID/NFC.doc. Hakupäivä 3.5.2013.

ABM3 – CERAMIC SMD CRYSTAL - Abracon Corporation 2007. Datalehti. Saatavissa: <http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/193494/ABRACON/ABM3B.html>. Hakupäivä 20.5.2013.

A system for detecting the presence of moisture. 2000. Patentti. Saatavissa: http://translationportal.epo.org/emtp/translate/?ACTION=description-retrieve-val&COUNTRY=WO&ENGINE=google&FORMAT=docdb&KIND=A1&LOCALE=en_EP&NUMBER=0016081&OPS=ops.epo.org&SRCLANG=en&TRGLANG=fi. Hakupäivä 30.5.2013.

Atmel. 8-bit AVR[®] microcontroller 2010. Datalehti. Saatavissa: <http://www.atmel.com/Images/doc2535.pdf>. Hakupäivä 22.5.2013.

Bluetooth. 2013. Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Bluetooth>. Hakupäivä 28.8.2013.

Bye~Wet käyttöohje. IDH Medical INC.

CMOS Quad 2-Input NAND Schmitt Triggers 2003. Datalehti. Saatavissa: <http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/26897/TI/CD4093.html>. Hakupäivä 21.5.2013.

Device and apparatus for detecting moisture. 2010. Patentti. Saatavissa: http://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=0&ND=3&adjacent=true&locale=fi_FI&FT=D&date=20100108&CC=HK&NR=1101113A1&KC=A1. Hakupäivä 28.5.2013.

Elektroniikka. 2013. Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Elektroniikka>. Hakupäivä 26.8.2013.

Encoder and Decoder Pairs 1998. Datalehti. Saatavissa:

<http://www.futurlec.com/Motorola/MC145026D.shtml>. Hakupäivä 21.5.2013.

Enurad Oy. Saatavissa: <http://www.enurad.com/pgs/norwegian.html>. Hakupäivä 29.4.2013.

Enutrain. Saatavissa: <http://www.enutrain.de/en/43/enutrain-mobil.htm>.

Hakupäivä 30.4.2013.

F113 300MHz-to-450MHz Low-Power, Crystal-Based ASK Transmitter. Saatavissa:

http://d1.ourdev.cn/bbs_upload782111/files_49/ourdev_704884M3VDGN.pdf. Hakupäivä 20.5.2013.

Granlund, Kaj 2001. Langaton tiedonsiirto. Porvoo: WS Bookwell.

Hystereesi 2013. Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Hystereesi>. Hakupäivä 21.7.2013.

Juutilainen, Matti. Ti5312600 Siirtyvä tietoliikenne. Luentomateriaali. Radiotekniikan perusteet: Modulaatio. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Saatavissa: <http://www2.it.lut.fi/kurssit/06-07/Ti5312600/luentokalvot/luento05.pdf>. Hakupäivä 21.8.2013.

Kela. 2013. Saatavissa: http://fi.wikipedia.org/wiki/Kela_%28komponentti%29. Hakupäivä 26.8.2013.

Kide. 2013. Saatavissa: http://fi.wikipedia.org/wiki/Kide_%28komponentti%29. Hakupäivä 26.8.2013.

Koivuaho, Vesa 2013. Re: yökasteluhälytín. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja: Mari Niemelä. 10.6.2013.

Kondensaattori. 2013. Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Kondensaattori>. Hakupäivä 26.8.2013.

Kolho, Kaija-Leena 2010. Kastelu. Teoksessa Rajantie, Jukka – Mertsola, Jussi – Heikinheimo, Markku (toim.). Lastentaudit. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. S. 596-598.

Laitinen, Jyrki 2004. TL9101 Tiedonsiirtotekniikka 1. Opintojakson oppimateriaali keväällä 2004. Oulu: Oulun seudun ammattikorkeakoulu, tekniikan yksikkö.

Lewel Group 2012. Saatavissa: <http://www.lewelgroup.com/fi/yritys.html>. Hakupäivä 10.6.2013.

Mattila, Heikki 2009. Tiedonsiirtotekniikka. Opintojakson oppimateriaali syksyllä 2009. Oulu: Oulun seudun ammattikorkeakoulu, tekniikan yksikkö.

Medanets – uudenlaisia työkaluja hoitotyön ammattilaisille. Medanets Oy. Saatavissa: <http://www.medanets.com/fi/yritys/yritys.html>. Hakupäivä 10.6.2013.

Method and system for detecting moisture at an absorbent article. 2012. Patentti. Saatavissa: http://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/description?CC=US&NR=2012216607A1&KC=A1&FT=D&ND=3&date=20120830&DB=EPODOC&locale=fi_FI. Hakupäivä 29.5.2013.

Micro Commercial Components. 2007. Datalehti. Saatavissa: <http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/187947/MCC/2SC1623-L6.html>. Hakupäivä 31.5.2013.

Mikrokontrolleri. 2013. Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Mikrokontrolleri>. Hakupäivä 26.8.2013.

Mikä on patentti? 2013. Patentti- ja rekisterihallitus. Saatavissa: <http://www.prh.fi/fi/patentit.html>. Hakupäivä 30.4.2013.

Mixed Singnal Microcontroller 2012. Datalehti. Saatavissa: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/msp430f2011.pdf>. Hakupäivä 20.5.2013.

Near Field Communication. 2013. Saatavissa:

http://fi.wikipedia.org/wiki/Near_Field_Communication. Hakupäivä 3.5.2013.

Oulu Wellness Institute – hyvinvointialan kehitystä vuodesta 2006. Saata-

vissa: <http://www.owi.fi/index.php?275>. Hakupäivä 28.8.2013.

Oulu Wellness Institute. Toimialarekisteri. Saatavissa:

http://www.owi.fi/index.php?page_id=287&category=8&keywords=&x=20&y=14. Hakupäivä 10.6.2013.

Pedihealth Oy. Saatavissa: [http://www.pedihealth.fi/product/list/5/lasten-](http://www.pedihealth.fi/product/list/5/lasten-yokastelunhoitovalineet)

[yokastelunhoitovalineet](http://www.pedihealth.fi/product/list/5/lasten-yokastelunhoitovalineet). Hakupäivä 29.4.2013.

Remote control encoder. 2000. Datalehti. Saatavissa:

<http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/116102/SILAN/SC5262.html>. Hakupäivä 31.5.2013.

rfPIC12F675K/675F/675H 2003. Datalehti. Saatavissa:

<http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/102099/MICROCHIP/RFPIC12F675F.html>. Hakupäivä 24.5.2013.

Rontu, Riitta 2009. TL9101 Tiedonsiirtotekniikka. Opintojakson oppimateriaali syksyllä 2009. Oulun seudun ammattikorkeakoulu, tekniikan yksikkö.

Schmitt-liipaisin. 2011. Saatavissa: [http://fi.wikipedia.org/wiki/Schmitt-](http://fi.wikipedia.org/wiki/Schmitt-liipaisin)

[liipaisin](http://fi.wikipedia.org/wiki/Schmitt-liipaisin). Hakupäivä 23.5.2013.

SOT-23 Plastic-Encapsulate Transistors. Datalehti. Saatavissa:

<http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/140113/AVICTEK/1AM.html>.

Hakupäivä 31.5.2012.

TH72011 433MHz FSK Transmitter 2012. Datalehti. Saatavissa:

<http://www.melexis.com/Assets/TH72011-DataSheet-4803.aspx>. Hakupäivä 22.5.2013.

Transcend SAW Resonator R433A. 2003. Datalehti. Saatavissa:

<http://p.globalsources.com/IMAGES/PDT/SPEC/581/K1037299581.pdf>. Ha-

kupäivä 31.5.2013.

Tietoa yhtiöstä. Esju Oy. Saatavissa: <https://www.esju.fi/fi/about-us/about-us>. Hakupäivä 10.6.2013.

Transistori. 2013. Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Transistori>. Hakupäivä 23.5.2013.

Ultra-wideband. 2013. Saatavissa: <https://en.wikipedia.org/wiki/Ultra-wideband>. Hakupäivä 3.5.2013.

Usein kysyttyä. 2013. Patentti- ja rekisterihallitus. Saatavissa: <http://www.prh.fi/fi/patentit/useinkysyttya.html#ankkuri6GoC43pZr>. Hakupäivä 28.5.2013.

UWB. 2013. Saatavissa: <https://fi.wikipedia.org/wiki/UWB>. Hakupäivä 6.5.2013.

Vastus. 2013. Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Vastus>. Hakupäivä 26.8.2013.

Venhola, Mika 2008. Lasten yökastelun hoito. Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim. Saatavissa: <http://www.terveysportti.fi/xmedia/duo/duo97507.pdf>. Hakupäivä 26.4.2013.

Wireless Bedwetting Alarm - DRI Sleeper® Eclipse. Saatavissa: <http://www.dri-sleeper.com/eclipse.htm>. Hakupäivä 29.4.2013.

Yökastelun hoito. 2008. Saatavissa: <http://www.yokastelu.fi/halytin.htm>. Hakupäivä 29.4.2013.

ZigBee. 2013. Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/ZigBee>. Hakupäivä 6.5.2013.

LIITTEET

Liite 1 MSP430F20x1-sarjan mikrokontrollerin ominaispiirteet

Liite 2 F113-lähetinpiirin yleinen kuvaus, ominaispiirteet, käyttökohteet ja tilaus-tiedot

Liite 3 ABM3BF0C-kideoskillaattorin datalehti

Liite 4 CD4093BW-logiikkapiirin yleiskuvaus

Liite 5 Ttiny13V-mikrokontrollerin ominaispiirteet

Liite 6 rfPIC12F675-mikropiirin ominaispiirteet

Liite 7 SC5262-mikropiirin ominaispiirteet

Liite 8 R433A-resonaattorin datalehti

Liite 9 L6-transistorin datalehti

Liite 10 1AM-transistorin datalehti

FEATURES

- Low Supply Voltage Range 1.8 V to 3.6 V
- Ultra-Low Power Consumption
 - Active Mode: 220 μ A at 1 MHz, 2.2 V
 - Standby Mode: 0.5 μ A
 - Off Mode (RAM Retention): 0.1 μ A
- Five Power-Saving Modes
- Ultra-Fast Wake-Up From Standby Mode in Less Than 1 μ s
- 16-Bit RISC Architecture, 62.5-ns Instruction Cycle Time
- Basic Clock Module Configurations:
 - Internal Frequencies up to 16 MHz With Four Calibrated Frequencies to $\pm 1\%$
 - Internal Very Low-Power Low-Frequency Oscillator
 - 32-kHz Crystal
 - External Digital Clock Source
- 16-Bit Timer_A With Two Capture/Compare Registers
- On-Chip Comparator for Analog Signal Compare Function or Slope A/D (MSP430F20x1)
- 10-Bit 200-kSPS A/D Converter With Internal Reference, Sample-and-Hold, and Autoscan (MSP430F20x2)
- 16-Bit Sigma-Delta A/D Converter With Differential PGA Inputs and Internal Reference (MSP430F20x3)
- Universal Serial Interface (USI) Supporting SPI and I2C (MSP430F20x2 and MSP430F20x3)
- Brownout Detector
- Serial Onboard Programming, No External Programming Voltage Needed, Programmable Code Protection by Security Fuse
- On-Chip Emulation Logic With Spy-Bi-Wire Interface
- Family Members:
 - MSP430F2001
 - 1KB + 256B Flash Memory
 - 128B RAM
 - MSP430F2011
 - 2KB + 256B Flash Memory
 - 128B RAM
 - MSP430F2002
 - 1KB + 256B Flash Memory
 - 128B RAM
 - MSP430F2012
 - 2KB + 256B Flash Memory
 - 128B RAM
 - MSP430F2003
 - 1KB + 256B Flash Memory
 - 128B RAM
 - MSP430F2013
 - 2KB + 256B Flash Memory
 - 128B RAM
- Available in 14-Pin Plastic Small-Outline Thin Package (TSSOP), 14-Pin Plastic Dual In-line Package (PDIP), and 16-Pin QFN
- For Complete Module Descriptions, See the *MSP430x2xx Family User's Guide (SLAU144)*

DESCRIPTION

The Texas Instruments MSP430 family of ultra-low-power microcontrollers consist of several devices featuring different sets of peripherals targeted for various applications. The architecture, combined with five low-power modes is optimized to achieve extended battery life in portable measurement applications. The device features a powerful 16-bit RISC CPU, 16-bit registers, and constant generators that contribute to maximum code efficiency. The digitally controlled oscillator (DCO) allows wake-up from low-power modes to active mode in less than 1 μ s.

The MSP430F20xx series is an ultra-low-power mixed signal microcontroller with a built-in 16-bit timer and ten I/O pins. In addition, the MSP430F20x1 has a versatile analog comparator. The MSP430F20x2 and MSP430F20x3 have built-in communication capability using synchronous protocols (SPI or I2C) and a 10-bit A/D converter (MSP430F20x2) or a 16-bit sigma-delta A/D converter (MSP430F20x3).

(Mixed Signal Microcontroller 2012, 1.)

General Description

The F113 is a high performance, easy to use, single chip ASK Transmitter IC for remote wireless applications in the 300 to 450MHz frequency band. This transmitter IC is a true "data-in, antenna-out" monolithic device. F113 has three strong attributes: power delivery, operating voltage and operating temperature. In terms of power, the F113 is capable of delivering +10 dBm into a 50Ω load. This power level enables a small form factor transmitter (lossy antenna) such as a key fob transmitter to operate near the maximum limit of transmission regulations. In terms of operating voltage, the F113 operates from 1.8V to 3.6V. Many transmitter ICs in the same frequency band stop operating below 2.0V. The F113 will work with most batteries to the end of their useful limits. In terms of operating temperature, the F113 operates from -40°C to +85°C.

The F113 is easy to use. It requires a reference frequency (RF carrier frequency divided by 32 times) generated from a crystal with a few additional external parts to create a complete versatile transmitter.

The F113 operates with ASK/OOK (Amplitude Shift Keying/On-Off Keyed) UHF receiver types from wide-band super-regenerative radios to narrow-band, high performance super-heterodyne receivers. The F113's maximum ASK data rate is 10kbps (Manchester Encoding).

The F113 transmitter solution is ideal for industrial and consumer applications where simplicity and form factor are important.

Features

- Complete UHF transmitter
- Frequency range 300MHz to 450MHz
- Data rates up to 10kbps ASK
- Output Power to 10dBm
- Low external part count
- 1.8V to 3.6V Single-Supply Operation
- Low voltage operation (down to 1.8V)
- Operate with crystals or ceramic resonators
- Small 3mm x 3mm 6-Pin SOT23 Package

Applications

- Fan Controllers
- Remote Power Switches
- Multi-Media Remote Control
- Remote Sensor Data Links
- Infrared Transmitter Replacement



Ordering Information

Part Number	Temp. Range	Package
F113	-40°C to +85°C	SOT23-6


(F113 300MHz-to-450MHz Low-Power, Crystal-Based ASK Transmitter, 1.)

CERAMIC SMD CRYSTAL

ABM3B

5.0 X 3.2 X 1.1mm



FEATURES:

- Fundamental mode.
- Suitable for reflow.
- Tight Stability available.
- Ceramic package and metal lid assures high precision and reliability.
- Seam sealing.

APPLICATIONS:

- Cellular telephones, Pagers.
- Communication and Test equipment.
- High Density applications.
- PCMCIA and wireless applications.

STANDARD SPECIFICATIONS:

PARAMETERS	
ABRACON P/N	ABM3B Series
Frequency Range	8.0 MHz - 60.0 MHz (61 MHz - 125 MHz : Contact ABRACON for assistance)
Operation Mode	Fundamental
Operating Temperature	- 10°C to + 60°C (see options)
Storage Temperature	- 40°C to + 85°C
Frequency Tolerance @ 25°C	± 50 ppm max. (see options)
Frequency Stability over the Operating Temperature (Ref to + 25°C)	± 50 ppm max. (see options)
Equivalent Series Resistance	See table 1
Shunt Capacitance C0	7 pF max.
Load Capacitance CL	18 pF (see options)
Drive Level	100 µW max., 10 µW typical
Aging (First Year) @ 25°C ± 3°C	± 5ppm max.
Insulation Resistance	500 MΩ min at 100Vdc ± 15 V

TABLE 1 - Standard ESR

FREQ (MHz)	ESR (Ω)max.
8.0 - 9.999	200
10.0 - 11.999	100
12.0 - 15.999	70
16.000 - 60.000	50

OPTIONS AND PART IDENTIFICATION:

ABM3B□ - Frequency - □ - R□□□ - □ - □ - □

Height (mm)

Blank	1.1mm max
1	0.8mm max

Load Capacitance (pF)

6 to 32

Contact ABRACON for CL values outside standard range.

ESR

RXXX

Operating Temp.

E	0°C to +70°C
B	-20°C to +70°C
C	-30°C to +70°C
N	-30°C to +85°C
D	-40°C to +85°C
*	-40°C to +105°C
*	-55°C to +125°C

*Contact ABRACON for assistance.

Freq. Tolerance

1	± 10 ppm
7	± 15 ppm
2	± 20 ppm
3	± 25 ppm
4	± 30 ppm

*Contact ABRACON for tighter freq. stability.

(¶) For extended temperatures

Packaging

Blank	Bulk
T	Tape and Reel

Freq. Stability

U	± 10 ppm (*)
G	± 15 ppm (*)
X	± 20 ppm
W	± 25 ppm
Y	± 30 ppm
H	± 35 ppm
Z	± 100 ppm (¶)

*Contact ABRACON for tighter freq. stability.

(¶) For extended temperatures

ABRACON IS ISO 9001 / QS 9000 CERTIFIED



Page 1 (1 of 2)

Revised: 07.10.07
30332 Esperanza, Rancho Santa Margarita, California 92688
tel 949-546-8000 | fax 949-546-8001 | www.abracon.com

CERAMIC SMD CRYSTAL

ABM3B

5.0 X 3.2 X 1.1mm

OUTLINE DRAWING:

Please see Table 2 below for height and chamfer information.

Chamfer on PIN 1 (Default)

Chamfer on PIN 4 (See Note)

Recommended land pattern

Dimensions: inch (mm)

Note: Due to the availability of raw materials, this part may be manufactured with the chamfer on pin 4. Be advised that this does not affect the electrical characteristics of the crystal in any way.

Table 2

	Height (mm)	Chamfer PIN #
ABM3B	1.1mm max	#1 (Default), #4 (See Note)
ABM3B1	0.8mm max	#1 (Default), #4 (See Note)

TAPE & REEL:

FEEDING (PULL) DIRECTION

Dimensions: mm

ABRACON IS ISO 9001 / QS 9000 CERTIFIED

Page 2 (2 of 2)

Get www.abracon.com for Terms & Conditions & Sales
 30002 Esperanza, Rancho Santa Margarita, California 92688
 tel 949-546-8000 | fax 949-546-8001 | www.abracon.com

Revised: 07.10.07

(ABM3 – CERAMIC SMD CRYSTAL – Abracon Corboration 2007.)



CD4093B Types

CMOS Quad 2-Input NAND Schmitt Triggers

High-Voltage Types (20 Volt Rating)

CD4093B consists of four Schmitt-trigger circuits. Each circuit functions as a two-input NAND gate with Schmitt-trigger action on both inputs. The gate switches at different points for positive- and negative-going signals. The difference between the positive voltage (V_p) and the negative voltage (V_N) is defined as hysteresis voltage (V_H) (see Fig. 2).

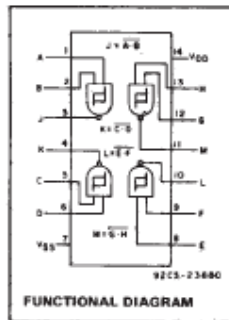
The CD4093B types are supplied in 14-lead hermetic dual-in-line ceramic packages (F3A suffix), 14-lead dual-in-line plastic packages (E suffix), 14-lead small-outline packages (M, MT, M88, and NSR suffixes), and 14-lead thin shrink small-outline packages (PW and PWR suffixes).

Features:

- Schmitt-trigger action on each input with no external components
- Hysteresis voltage typically 0.9 V at $V_{DD} = 5\text{ V}$ and 2.3 V at $V_{DD} = 10\text{ V}$
- Noise immunity greater than 50%
- No limit on input rise and fall times
- Standardized, symmetrical output characteristics
- 100% tested for quiescent current at 20 V
- Maximum input current of $1\ \mu\text{A}$ at 18 V over full package-temperature range, 100 nA at 18 V and 25°C
- 5-V, 10-V, and 15-V parametric ratings
- Meets all requirements of JEDEC Standard No. 13B, "Standard Specifications for Description of 'B' Series CMOS Devices"

Applications:

- Wave and pulse shapers
- High-noise-environment systems
- Monostable multivibrators
- Astable multivibrators
- NAND logic



RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS
For maximum reliability, nominal operating conditions should be selected so that operation is always within the following ranges.

CHARACTERISTIC	MIN.	MAX.	UNITS
Supply Voltage Range (T_A = Full Package Temp. Range)	3	18	V

MAXIMUM RATINGS, Absolute-Maximum Values:

- DC SUPPLY-VOLTAGE RANGE, (V_{DD})
Voltages referenced to V_{SS} Terminal) -0.5V to +20V
- INPUT VOLTAGE RANGE, ALL INPUTS -0.5V to $V_{DD} + 0.5V$
- DC INPUT CURRENT, ANY ONE INPUT $\pm 10\text{mA}$
- PACKAGE THERMAL IMPEDANCE, θ_{JA} (See Note 1):
- E package 80°C/W
- M package 88°C/W
- NS package 78°C/W
- DEVICE DISSIPATION PER OUTPUT TRANSISTOR
FOR T_A = FULL PACKAGE-TEMPERATURE RANGE (All Package Types) 100mW
- OPERATING-TEMPERATURE RANGE (T_A) -55°C to +125°C
- STORAGE TEMPERATURE RANGE (T_{stg}) -65°C to +150°C
- LEAD TEMPERATURE (DURING SOLDERING):
At distance $1/16 \pm 1/32$ inch ($1.59 \pm 0.79\text{mm}$) from case for 10s max +265°C

NOTE 1: Package thermal impedance is calculated in accordance with JEDEC 51-7.

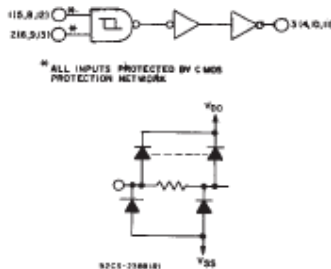


Fig. 1 - Logic diagram - 4 Schmitt triggers.

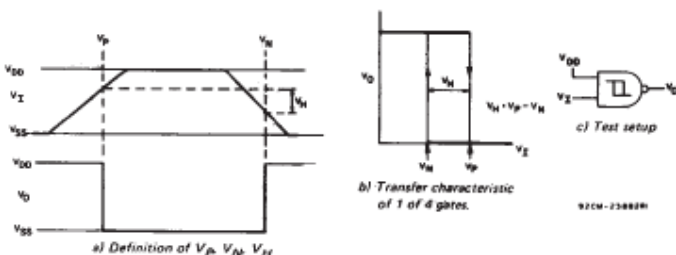


Fig. 2 - Hysteresis definition, characteristic, and test setup.

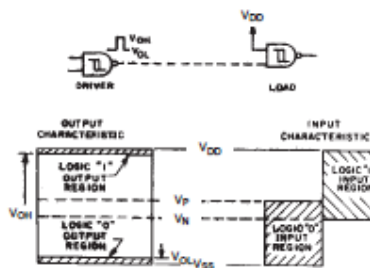


Fig. 3 - Input and output characteristics.

(CMOS Quad 2-Input NAND Schmitt Triggers 2003, 1.)

Features

- High Performance, Low Power AVR[®] 8-Bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
 - 120 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution
 - 32 x 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 20 MIPS Throughput at 20 MHz
- High Endurance Non-volatile Memory segments
 - 1K Bytes of In-System Self-programmable Flash program memory
 - 64 Bytes EEPROM
 - 64 Bytes Internal SRAM
 - Write/Erase cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
 - Data retention: 20 years at 85°C/100 years at 25°C (see [page 6](#))
 - Programming Lock for Self-Programming Flash & EEPROM Data Security
- Peripheral Features
 - One 8-bit Timer/Counter with Prescaler and Two PWM Channels
 - 4-channel, 10-bit ADC with Internal Voltage Reference
 - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
 - On-chip Analog Comparator
- Special Microcontroller Features
 - debugWIRE On-chip Debug System
 - In-System Programmable via SPI Port
 - External and Internal Interrupt Sources
 - Low Power Idle, ADC Noise Reduction, and Power-down Modes
 - Enhanced Power-on Reset Circuit
 - Programmable Brown-out Detection Circuit
 - Internal Calibrated Oscillator
- I/O and Packages
 - 8-pin PDIP/SOIC: Six Programmable I/O Lines
 - 20-pad MLF: Six Programmable I/O Lines
- Operating Voltage:
 - 1.8 - 5.5V for ATtiny13V
 - 2.7 - 5.5V for ATtiny13
- Speed Grade
 - ATtiny13V: 0 - 4 MHz @ 1.8 - 5.5V, 0 - 10 MHz @ 2.7 - 5.5V
 - ATtiny13: 0 - 10 MHz @ 2.7 - 5.5V, 0 - 20 MHz @ 4.5 - 5.5V
- Industrial Temperature Range
- Low Power Consumption
 - Active Mode:
 - 1 MHz, 1.8V: 240 μ A
 - Power-down Mode:
 - < 0.1 μ A at 1.8V



**8-bit AVR[®]
Microcontroller
with 1K Bytes
In-System
Programmable
Flash**

**ATtiny13
ATtiny13V**

High Performance RISC CPU:

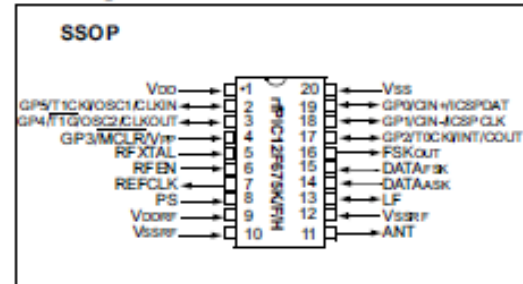
- Only 35 instructions to learn
 - All single cycle instructions except branches
- Operating speed:
 - Precision Internal 4 MHz oscillator, factory calibrated to $\pm 1\%$
 - DC - 20 MHz Resonator/Crystal/Clock modes
 - DC - 20 MHz crystal oscillator/clock input
 - DC - 4 MHz external RC oscillator
 - DC - 4 MHz XT crystal oscillator
 - External Oscillator modes
- Interrupt capability
- 8-level deep hardware stack
- Direct, Indirect and Relative Addressing modes

Peripheral Features:

- Memory
 - 1024 x 14 words of FLASH program memory
 - 128 x 8 bytes of EEPROM data memory
 - 64 x 8 bytes of SRAM data memory
 - 100,000 write FLASH endurance
 - 1,000,000 write EEPROM endurance
 - FLASH/data EEPROM retention: > 40 years
- Programmable code protection
- 6 I/O pins with individual direction control, weak pull-ups, and interrupt-on-pin change
- High current sink/source for direct LED drive
- Analog comparator: 16 internal reference levels
- Analog-to-Digital Converter: 10 bits, 4 channels
- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit prescaler
- Timer1: 16-bit timer/counter with 3-bit prescaler
- Timer1 can use LP oscillator in INTOSC mode
- 5 μs wake-up from SLEEP typical with $V_{DD} = 3\text{V}$
- In-Circuit Serial Programming™ (ICSP™)

Low Power Features:

- Low power consumption: (typical with $V_{DD} = 3\text{V}$)
 - 14 mA transmitting +6 dBm at 434 MHz
 - 4 mA transmitting -15 dBm at 434 MHz
 - 500 μA , 4.0 MHz INTOSC
 - 0.6 μA SLEEP with watchdog enabled
 - 0.1 μA standby current
- Wide operating voltage range from 2.0 – 5.5V
- Industrial and Extended temperature range

Pin Diagram:**UHF ASK/FSK Transmitter:**

- Integrated crystal oscillator, VCO, loop filter and power amp for minimum external components
- ASK data rate: 0 – 40 Kbps
- FSK data rate: 0 – 40 Kbps by crystal pulling
- Output power: +10 dBm to -12 dBm in 4 steps
- Adjustable transmitter power consumption
- Transmit frequency set by crystal multiplied by 32
- VCO phase locked to quartz crystal reference; allows narrow band receivers to be used to maximize range and interference immunity
- Crystal frequency divide by 4 available (REFCLK)
- Used in applications conforming to US FCC Part 15.231 and European EN 300 220 regulations

Applications:

- Automotive Remote Keyless Entry (RKE) systems
- Automotive alarm systems
- Community gate and garage door openers
- Burglar alarm systems
- Building access
- Low power telemetry
- Meter reading
- Tire pressure sensors
- Wireless sensors

Device	Frequency	Modulation
rfPIC12F675K	290-350 MHz	ASK/FSK
rfPIC12F675F	380-450 MHz	ASK/FSK
rfPIC12F675H	850-930 MHz	ASK/FSK

(rfPIC12F675K/675F/675H 2003, 1.)

REMOTE CONTROL ENCODER

DESCRIPTION

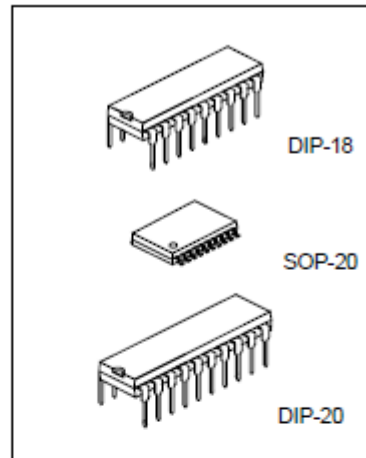
The SC5262 is a remote control encoder paired with SC5272 utilizing CMOS technology. It encodes data and address pins into a serial coded waveform suitable for RF or IR modulation. SC5262 has a maximum of 12-bits of tri-state address pins providing up to 531,441 (or 3^{12}) address codes; thereby, drastically reducing any code collision and unauthorized code scanning possibilities.

FEATURES

- * Low power consumption and very high noise immunity
- * Up to 12 tri-state code address pins or 6 data pins
- * Wide operating voltage range ($V_{cc}=3V \sim 15V$)
- * Single resistor oscillator
- * Latch or Momentary output type

APPLICATION

- * Home/automation security system
- * Remote control toys or for industrial use
- * Remote control fan
- * Garage door controller

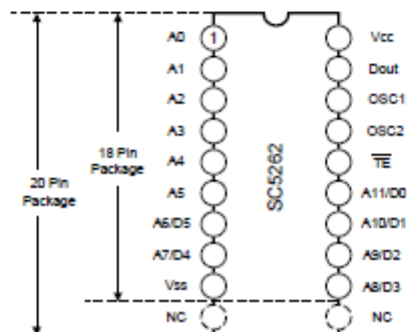


ORDERING INFORMATION

SC5262X-XX

- RF: RF Applicantant, normally omitted
- IR: IR Applicantant
- S: SOP-20 Package
- D: DIP-20 Package
- Omitted: DIP-18 Package

PIN CONFIGURATION



(Remote control encoder 2000, 1)

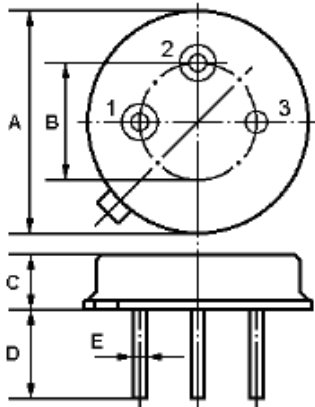
TRANSCEND

SAW Resonator

R433A

The **R433A** is a true one-port, surface-acoustic-wave (**SAW**) resonator in a low-profile metal **TO-39** case. It provides reliable, fundamental-mode, quartz frequency stabilization i.e. in transmitters or local oscillators operating at **433.920 MHz**.

1. Package Dimension (TO-39)



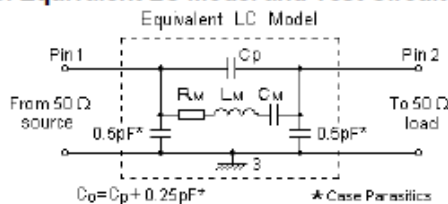
Pin	Configuration
1	Input / Output
2	Output / Input
3	Case Ground

Dimension	Data (unit: mm)
A	9.15±0.20
B	5.08±0.20
C	3.30±0.20
D	3±0.20/5±0.20
E	0.45±0.10

2. Marking

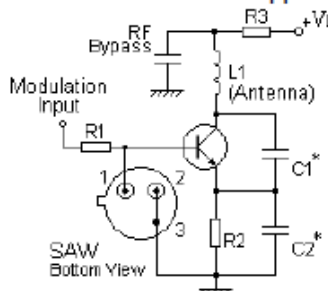
R433A or **433.920**
 Ink Marking
 Color: Black or Blue

3. Equivalent LC Model and Test Circuit

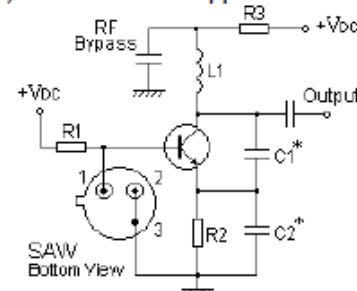


4. Typical Application Circuits

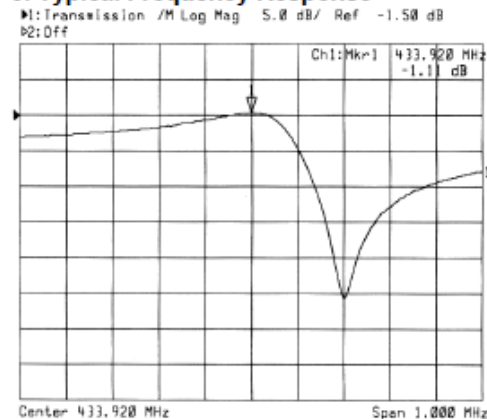
1) Low-Power Transmitter Application



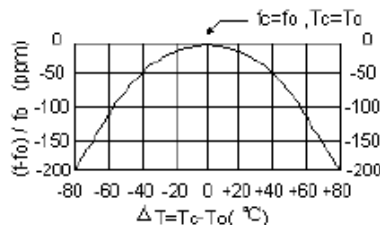
2) Local Oscillator Application



5. Typical Frequency Response



6. Temperature Characteristics



The curve shown above accounts for resonator contribution only and does not include oscillator temperature characteristics.

TRANSCEND

SAW Resonator

R433A

7. Performance

7-1.Maximum Ratings

Rating		Value	Unit
CW RF Power Dissipation	P	0	dBm
DC Voltage Between Any two Pins	V_{DC}	± 30	V
Storage Temperature Range	T_{stg}	-40 to +85	°C
Operating Temperature Range	T_A	-10 to +80	°C

7-2.Electronic Characteristics

Characteristic		Sym	Minimum	Typical	Maximum	Unit
Center Frequency (+25°C)	Absolute Frequency	f_c	433.845		433.995	MHz
	Tolerance from 433.920 MHz	Δf_c		± 75		kHz
Insertion Loss		IL		1.5	2.2	dB
Quality Factor	Unloaded Q	Q_U		11,800		
	50 Ω Loaded Q	Q_L		1,850		
Temperature Stability	Turnover Temperature	T_0	25		55	°C
	Turnover Frequency	f_0		f_c		kHz
	Frequency Temperature Coefficient	FTC		0.032		ppm/°C ²
Frequency Aging	Absolute Value during the First Year	$ f_A $		≤ 10		ppm/yr
DC Insulation Resistance Between Any Two Pins			1.0			M Ω
RF Equivalent RLC Model	Motional Resistance	R_M		19	29	Ω
	Motional Inductance	L_M		80.7885		μ H
	Motional Capacitance	C_M		1.6669		fF
	Pin 1 to Pin 2 Static Capacitance	C_0	1.65	1.95	2.25	pF

ⓘ CAUTION: Electrostatic Sensitive Device. Observe precautions for handling!

© TRANSCEND 2003. All Rights Reserved.

1. The center frequency, f_c , is measured at the minimum IL point with the resonator in the 50 Ω test system.
2. Unless noted otherwise, case temperature $T_C = +25^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$.
3. Frequency aging is the change in f_c with time and is specified at +65°C or less. Aging may exceed the specification for prolonged temperatures above +65°C. Typically, aging is greatest the first year after manufacture, decreasing in subsequent years.
4. Turnover temperature, T_0 , is the temperature of maximum (or turnover) frequency, f_0 . The nominal frequency at any case temperature, T_C , may be calculated from: $f = f_0 [1 - \text{FTC} (T_0 - T_C)^2]$.
5. This equivalent RLC model approximates resonator performance near the resonant frequency and is provided for reference only. The capacitance C_0 is the measured static (nonmotional) capacitance between Pin1 and Pin2. The measurement includes case parasitic capacitance.
6. Derived mathematically from one or more of the following directly measured parameters: f_c , IL, 3 dB bandwidth, f_c versus T_C , and C_0 .
7. The specifications of this device are based on the test circuit shown above and subject to change or obsolescence without notice.
8. Typically, equipment utilizing this device requires emissions testing and government approval, which is the responsibility of the equipment manufacturer.
9. Our liability is only assumed for the Surface Acoustic Wave (SAW) component(s) per se, not for applications, processes and circuits implemented within components or assemblies.
10. For questions on technology, prices and delivery, please contact our sales offices or e-mail tsdlcd@vip.163.com

(Transcend SAW Resonator R433A. 2003.)



Micro Commercial Components
 20736 Marilla Street Chatsworth
 CA 91311
 Phone: (818) 701-4933
 Fax: (818) 701-4939

2SC1623-L6
2SC1623-L7

NPN Silicon
Epitaxial Transistors

Features

- High DC Current Gain: $h_{FE}=600$ Max. ($V_{CE}=6.0V$, $I_C=1.0mA$)
- High voltage: $V_{CEO}=50V$
- Case Material: Molded Plastic. UL Flammability Classification Rating 94V-0

Maximum Ratings

Symbol	Rating	Rating	Unit
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage	50	V
V_{CBQ}	Collector-Base Voltage	60	V
V_{EBO}	Emitter-Base Voltage	5.0	V
I_C	Collector Current	100	mA
P_C	Collector power dissipation	200	mW
T_J	Junction Temperature	-55 to +150	$^{\circ}C$
T_{STG}	Storage Temperature	-55 to +150	$^{\circ}C$

Electrical Characteristics @ 25°C Unless Otherwise Specified

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Units
--------	-----------	-----	-----	-----	-------

OFF CHARACTERISTICS

I_{CBO}	Collector Cutoff Current ($V_{CB}=60Vdc, I_E=0$)	---	---	0.1	μA_{dc}
I_{EBO}	Emitter Cutoff Current ($V_{EB}=5.0Vdc, I_C=0$)	---	---	0.1	μA_{dc}

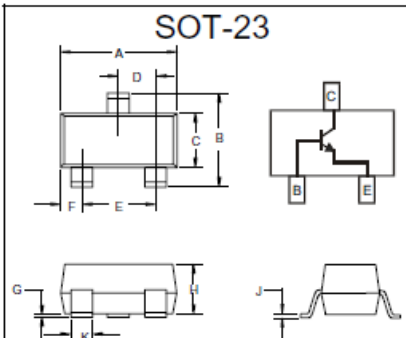
ON CHARACTERISTICS

h_F	DC Current Gain* ($I_C=1.0mA_{dc}, V_{CE}=6.0Vdc$)	200	---	600	---
$V_{CE(SAT)}$	Collector Saturation Voltage* ($I_C=100mA_{dc}, I_E=10mA_{dc}$)	---	0.15	0.3	Vdc
$V_{BE(SAT)}$	Base Saturation Voltage* ($I_C=100mA_{dc}, I_E=10mA_{dc}$)	---	0.86	1.0	Vdc
V_{BE}	Base Emitter Voltage* ($V_{CE}=6.0Vdc, I_C=1.0mA_{dc}$)	0.55	0.62	0.65	Vdc
C_{ob}	Collector Capacitance ($V_{CB}=6.0Vdc, I_C=0, f=1.0MHz$)	---	3.0	---	pF
f_T	Gain Bandwidth product ($V_{CE}=6.0Vdc, I_C=10mA_{dc}$)	---	250	---	MHz

h_{FE} CLASSIFICATION

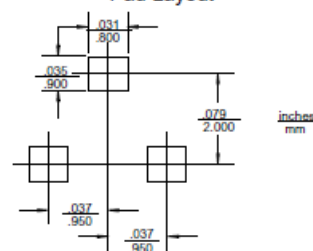
Marking	L6	L7
h_{FE}	200-400	400-600

* Pulse Test PW<350us, duty cycle<2%



DIM	INCHES		MM		NOTE
	MIN	MAX	MIN	MAX	
A	.110	.120	2.80	3.04	
B	.083	.098	2.10	2.64	
C	.047	.055	1.20	1.40	
D	.035	.041	.89	1.03	
E	.070	.081	1.78	2.06	
F	.018	.024	.45	.60	
G	.0005	.0039	.013	.100	
H	.035	.044	.89	1.12	
J	.003	.007	.085	.180	
K	.015	.020	.37	.51	

Suggested Solder Pad Layout



(Micro commercial Components. 2007.)

SOT-23 Plastic-Encapsulate Transistors

MMBT3904LT1 TRANSISTOR (NPN)

FEATURES

Power dissipation

$$P_{CM} = 0.2 \text{ W (Tamb=25°C)}$$

Collector current

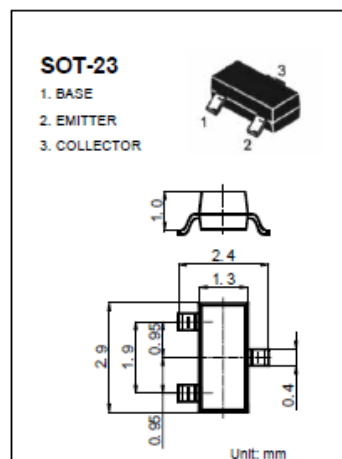
$$I_{CM} = 0.2 \text{ A}$$

Collector-base voltage

$$V_{(BR)CBO} = 60 \text{ V}$$

Operating and storage junction temperature range

$$T_J, T_{stg}: -55\text{°C to }+150\text{°C}$$



ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Tamb=25°C unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Test conditions	MIN	MAX	UNIT
Collector-base breakdown voltage	$V_{(BR)CBO}$	$I_C = 100 \mu\text{A}, I_E = 0$	60		V
Collector-emitter breakdown voltage	$V_{(BR)CEO}$	$I_C = 1 \text{ mA}, I_B = 0$	40		V
Emitter-base breakdown voltage	$V_{(BR)EBO}$	$I_E = 100 \mu\text{A}, I_C = 0$	6		V
Collector cut-off current	I_{CBO}	$V_{CB} = 60\text{V}, I_E = 0$		0.1	μA
Collector cut-off current	I_{CEO}	$V_{CE} = 40\text{V}, I_B = 0$		0.1	μA
Emitter cut-off current	I_{EBO}	$V_{EB} = 5\text{V}, I_C = 0$		0.1	μA
DC current gain	$H_{FE(1)}$	$V_{CE} = 10\text{V}, I_C = 1 \text{ mA}$	100	300	
	$H_{FE(2)}$	$V_{CE} = 1\text{V}, I_C = 50 \text{ mA}$	60		
Collector-emitter saturation voltage	$V_{CE(sat)}$	$I_C = 50 \text{ mA}, I_B = 5 \text{ mA}$		0.3	V
Base-emitter saturation voltage	$V_{BE(sat)}$	$I_C = 50 \text{ mA}, I_B = 5 \text{ mA}$		0.95	V
Transition frequency	f_T	$V_{CE} = 20\text{V}, I_C = 10 \text{ mA}$ $f = 100 \text{ MHz}$	250		MHz
Delay Time	t_d	$V_{CC} = 3.0 \text{ Vdc}, V_{BE} = -0.5 \text{ Vdc}$		35	nS
Rise Time	t_r	$I_C = 10 \text{ mA}, I_{B1} = 1.0 \text{ mA}$		35	nS
Storage Time	t_s	$V_{CC} = 3.0 \text{ Vdc}, I_C = 10 \text{ mA}$		200	nS
Fall Time	t_f	$I_{B1} = I_{B2} = 1.0 \text{ mA}$		50	nS

(SOT-23 Plastic-Encapsulate Transistors.)