



Petri Taivainen

GSM-VERKON KAUTTA TAPAHTUVAN LAITEOHJAUKSEN TEKNIikka

GSM-VERKON KAUTTA TAPAHTUVAN LAITEOHJAUKSEN TEKNIikka

Petri Taivainen
Opinnäytetyö
Kevät 2013
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka, koneautomaatio

Tekijä: Petri Taivainen

Opinnäytetyön nimi: GSM-verkon kautta tapahtuvan laiteohjauksen tekniikka

Työn ohjaaja: Pentti Huhtanen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2013 Sivumäärä: 45 + 6 liitettä

Opinnäytetyö tehtiin Oulun yliopiston Tulevaisuuden tuotantoteknologiat -tutkimusryhmälle. Työn tavoitteena oli perehtyä GSM-verkon kautta tapahtuvan laiteohjauksen tekniikkaan ja selvittää markkinoilla olevan tekniikan komponentit, niiden hinta ja käyttötavat sekä arvioida tekniikan käyttöönoton haasteellisuutta ja pohtia käyttökohteita.

Tutkimus aloitettiin kartoittamalla olemassa olevaa laiteohjaus- ja GSM-tekniikkaa. Tutkimuksessa perehdyttiin yksinkertaiseen laiteohjaukseen, joten ohjaustekniikassa lähdettiin liikkeelle ohjausreleestä ja GSM-tekniikka rajattiin 2G-tekniikkaan. Tutkimuksessa selvitettiin GSM-laiteohjauksen mekanismit ja niiden käyttötavat. Lisäksi tutkittiin markkinoilla olevaa tekniikkaa ja sen hintaa. Työssä myös arvioitiin GSM-verkon kautta tapahtuvan laiteohjauksen käyttöönoton haasteellisuutta ja käyttökohteita.

Tutkimuksessa ilmeni GSM-verkon kautta tapahtuvan laiteohjauksen käyttötavat ohjauksessa ja tiedon välityksessä. Työssä ilmeni, että laiteohjaus voidaan toteuttaa näppäinäänin, tekstiviestein sekä piiri- ja pakettikytkentäisen tiedonsiirron avulla. Markkinoilla oleva tekniikka pohjautuu GSM-moduuliin ja siitä johdettuihin laajennusosiin. Lisäksi komponenttien hinta vaihtelee riippuen moduulin ympärille rakennettujen laajennusten monipuolisuudesta. GSM-ohjauksen todettiin olevan liitettävissä jo olemassa oleviin laiteohjauksiin.

Tämä opinnäytetyö toimii apuvälineenä GSM-verkon kautta tapahtuvan laiteohjauksen suunnittelussa. Suunnittelija saa tutkimuksesta informaatiota laiteohjauksen kustannusarviointiin ja apua käyttöönoton kannattavuuden arviointiin eri käyttökohteissa.

Asiasanat: GSM, GSM-tekniikka, GSM-moduuli, ohjaustekniikka, laiteohjaus

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
SISÄLLYS	4
1 JOHDANTO	6
2 OHJAUSTEKNIikka	7
2.1 Ohjausrele	7
2.2 Ohjelmitava logiikka (PLC)	8
2.2.1 Rakenne	9
2.2.2 Tulot ja lähdöt	9
2.2.3 Ohjelmointi	10
2.2.4 Käyttöliittymä	10
2.3 Mikrokontrolleri	11
2.3.1 Mikrokontrollerin ero tavallisen tietokoneen pääprosessoriin	11
2.3.2 Toimintaperiaate	12
2.3.3 Käyttöönotto	13
2.4 Kenttäväylät	13
2.4.1 EtherCAT	15
2.4.2 XFC	16
2.4.3 Sovellukset	17
3 GSM-TEKNIikka	18
3.1 GSM-arkkitehtuuri	18
3.2 Lyhytsanoma	21
3.3 GSM Data	22
3.4 HSCSD	24
3.5 GPRS	26
3.6 SIM	28
4 GSM-LAITEOHJauksen MEKANISMIT	29
4.1 DTMF	29
4.2 Tekstiviestit laiteohjauksessa	30
4.3 Modeemiyhteys	30
4.4 GPRS-yhteys	31
4.5 AT-komennot	32

5 MARKKINOILLA OLEVA TEKNIikka	34
5.1 GSM-moduuli	34
5.1.1 Telit GL865	34
5.1.2 Cinterion BGS2	35
5.2 GSM-terminaali	35
5.3 Kehitysalusta	36
5.3.1 Starter Kit B60	36
5.3.2 DSB-Mini	38
5.4 PCle-kortti	39
6 KÄYTTÖÖNOTON HAASTEELLISUUS JA KÄYTTÖKOHTEET	40
7 YHTEENVETO	42
LÄHTEET	43
LIITTEET	45

1 JOHDANTO

Tulevaisuuden tuotantoteknologiat -tutkimusryhmä on Oulun yliopiston Nivalassa toimivan alueyksikön, Oulun Eteläisen instituutin sekä Oulun yliopiston tuotantotekniikan laboratorion yhteinen tutkimusryhmä. Tutkimusryhmä käyttää lyhennettä FMT, joka muodostuu ryhmän englanninkielisestä nimestä Future Manufacturing Technologies Research Group. Tutkimuksessaan FMT-ryhmä keskittyy levymäisen materiaalin tuotteeksi jalostamisen tekniikoihin ja menetelmiin. Ryhmä aloitti toimintansa vuonna 2004 ELME-tutkimusryhmän nimellä. Tulevaisuuden tuotantoteknologiat -tutkimusryhmän päätoimipaikka on Nivalassa ELME Studiossa. (1.)

Opinnäytetyön tarkoituksena on perehtyä GSM-verkon kautta tapahtuvaan yksinkertaiseen laiteohjaukseen. Tutkimuksessa selvitetään, minkälaisilla komponenteilla ja mekanismeilla yksinkertainen laiteohjaus on mahdollista toteuttaa GSM-verkon kautta, kun ohjaukseen ja tiedon välitykseen käytetään näppäinääniä, tekstiviestejä ja datan siirtoa 2G-tekniikan puitteissa, sekä kuinka helposti sitä voidaan hyödyntää. (Liite 1.)

Opinnäytetyön tavoite on selvittää yksinkertaiseen GSM-verkon kautta tapahtuvaan laiteohjaukseen markkinoilla oleva tekniikka ja sen hinta sekä tekniikan käyttötavat. Tavoitteisiin kuuluu myös arvioida markkinoilla olevan tekniikan käyttöönoton haasteellisuutta ja pohtia käyttökohteita tekniikalle. Työn tarkoitus on valmistuttuaan toimia apuvälineenä työntilaaajalle GSM-verkon kautta tapahtuvan laiteohjauksen suunnittelussa. (Liite 1.)

2 OHJAUSTEKNIikka

Ohjaustekniikkaa käytetään kaikkialla, missä jotakin laitetta ohjataan. Siihen kuuluvat kaiken yksinkertaisesta releohjauksesta suuriin tuotantolaitoksiin, joissa toimii joukoittain robotteja ja useita ohjausjärjestelmiä yhdessä. Ohjaustekniikka on hyvin laaja tekniikan alue, joka sulauttaa monien tekniikan haarojen tietoja yhdeksi toimivaksi järjestelmäksi. Mekaniikka, sähkötekniikka ja ohjelmointi yhdessä mahdollistavat tämän. (2, s. 5 - 6.)

Kaikkialla yhteiskunnassa käytämme ohjausjärjestelmiä toimintojen ohjaamiseksi. Tyypillisiä ohjausjärjestelmiä yhteiskunnassa ovat (2, s. 5 - 6.)

- liikennevalojenohjaus
- automaattisesti avautuvat ovet
- tankkausautomaatit bensiiniasemilla
- ulkovalaistuksen hämäräkytkimet
- lämmityksen termostaatit.

2.1 Ohjausrele

Rele on sähkömekaaninen kytkin, jolla ohjataan suuria jännitteitä ja sähkövirtoja erillisen ohjausvirran avulla. Releen toiminta perustuu sähkömagneettiin. Kun releen käämiin kytketään virta eli ohjausjännite, se synnyttää magneettikentän, joka vetää puoleensa ankkuria, ja liike välittyy koskettimeen, eli toisin sanoen rele vetää. Tämä joko kytkee tai irrottaa releen toisiopiirin, riippuen releen rakenteesta.

Releessä voi olla yksi tai useampia koskettimia. Sulkeutuva kosketin (NO, normally open) päästää virran kulkemaan, kun rele vetää. Avautuva kosketin (NC, normally closed) katkaisee virran releen vetäessä. Vaihtokosketin (CO, change over) sisältää molemmat toiminnot. Kun releeltä katkaistaan ohjausjännite, ankkuri palaa jousivoimalla ns. lepoasentoon. Osassa releistä ankkuri jää paikoilleen. (2, s. 16 - 21.)

Releitä käytetään korkeajännitteisen piirin ohjaamiseen matalalla jännitteellä ja vahvan virran ohjaamiseen heikolla virralla. Esimerkiksi autojen valoja ohjataan releillä. (2, s. 16 - 21.)

Reletyyppejä on useita erilaisia (2, s. 16 - 39):

- Askelrele, tunnetaan myös nimillä sysäysrele, impulssirele tai pulssirele, vaihtaa tilaa aina, kun ohjausvirta kytketään, ja säilyttää tilan ohjausvirran katketessa. Askelreleitä käytetään esimerkiksi valaistuksen ohjaamiseen käytettäessä painikekytkimiä.
- Aikarele on rele, jonka toiminta-aikaa voidaan säätää. Ajastus voi toimia esimerkiksi vuorokauden mittaisissa jaksoissa, esimerkkinä ulkovalaistus ja auton lämmityspistorasiat, tai alkaa alusta kytkimen painalluksella. Releen vetoa voidaan myös viivästyttää tietyn ajan, kun rele saa signaalin, jos halutaan esimerkiksi ulkovalaistuksen jäävän palamaan tietyn aikaa.
- Kontaktori on suurille tehoille tarkoitettu rele. Kontaktoreja käytetään yleensä ylivirtasuojauksessa sähkömoottoreissa.
- Puolijohderele ei sisällä liikkuvia osia ja on sen ansiosta nopeampi ja kestää useampia kytkentäkertoja kuin mekaaninen rele. Releen kärjet on korvattu transistoreilla tai muilla puolijohdekytkimillä.
- Reed-rele, kielirele, koostuu ferromagneettisista kosketinkielistä, jotka sijaitsevat kelan ympäröimässä kosteudelta suojatussa putkessa. Kun keulaan kytketään virta, se synnyttää magneettikentän, joka saa putken sisällä olevat kielet taipumaan yhteen tai erilleen koskettimien tyyppin mukaisesti. Reed-releet eivät kestä suuria virtoja, mutta ne ovat nopeita ja kestävät useita kytkentäkertoja.

2.2 Ohjelmoitava logiikka (PLC)

Ohjelmoitava logiikka (Programmable Logic Controller) eli PLC on ohjaustietokone, jota käytetään tosiaikaisten automaatioprosessien, kuten NC-koneen tai tehtaan kokoonpanolinjan ohjaamisessa. PLC otettiin käyttöön alun perin auto-teollisuudessa, jossa ohjausjärjestelmien uudelleenjohtokset korvattiin ohjelmistopäivityksillä. Logiikalla voitiin korvata satoja aiemmin käytettyjä releitä ja ajastimia. PLC:n toiminnallisuus onkin vähitellen kasvanut releiden korvaajasta

ohjauskeskukseksi, joka hallitsee kehittyneen liikkeen ohjauksen, hajautetut hallintajärjestelmät ja prosessin säädön. (2, s. 97 - 99; 3, s. 222 - 235.)

2.2.1 Rakenne

PLC koostuu viidestä pääosasta, tuloyksiköstä, lähtöyksiköstä, prosessorista, flash-muistista ja tiedonsiirtoportista. Tulot on kytketty kentällä oleviin antureihin, esimerkiksi paine-, etäisyys- ja lämpötila-antureihin, sekä painikkeisiin. Tulot vastaanottavat signaaleja, jotka prosessori käsittelee ja muuntaa lähtösignaaleiksi. Lähdöt on kytketty ohjattaviin kohteisiin tai toimilaitteisiin, esimerkiksi moottori, solenoidi, merkkivalo tai venttiili. Tiedonsiirtoporttiin liitetään erityinen ohjelmointiyksikkö tai tavallinen PC. Flash-muisti toimii tiedon tallentimena. (2, s. 100 - 104; 3, s. 222 - 235.)

2.2.2 Tulot ja lähdöt

Ohjatakseen laitteistoa PLC:llä on oltava rajapinta ympäristöön eli niin sanotut tulo- ja lähtöportit. Tuloporttien kautta PLC vastaanottaa tietoa järjestelmän tilasta ja lähtöporttien kautta se ohjaa järjestelmää. (2, s. 102 - 103; 3, s. 222 - 235.)

Digitaaliset signaalit ilmaisevat vain päällä- tai poissa-tilan eli 1 tai 0, tosi tai epätosi. Signaalien ilmaisemiseksi käytetään yleensä jännitettä tai virtaa. Signaalin tietty alue tulkitaan 1-tilaksi ja toinen 0-tilaksi. Jos PLC käyttää esimerkiksi 24 V:n DC-jännitettä, voidaan 22 V ylittävät jännitteet arvot tulkita päällä olevaksi signaaliksi ja alle 2 V:n jännitteet poissa olevaksi signaaliksi. (2, s. 102 - 103; 3, s. 222 - 235.)

Analogiset signaalit välittävät kaikki arvot toiminta-alueensa ääripäiden väliltä. Tyypillisestä analogiset arvot tulkitaan PLC:ssä kokonaisluvuiksi. Tarkkuus riippuu käytettävästä laitteistosta. Analogisen signaalin avulla välitettäviä mittaustietoja ovat yleensä paine-, lämpötila- ja virtaustiedot. (2, s. 102 - 103; 3, s. 222 - 235.)

2.2.3 Ohjelmointi

PLC:n ohjelmat kirjoitetaan ohjelmointiyksiköllä tai tietokoneella tähän tarkoitukseen erityisesti tarkoitetuilla ohjelmointityökaluilla. Ohjelmointityökaluilla voidaan havainnollisesti tarkastella ohjelmaa ohjelmoinnin aikana ja etsiä mahdollisia virheitä. Ohjelmat ovat usein valmistajakohtaisia. Valmis ohjelma siirretään PLC:n muistiin. Ohjelmointityökaluilla on myös mahdollista seurata käynnissä olevaa ohjelmaa monitor-tilassa ja näin ollen paikantaa mahdollisia ongelma-kohtia. (2, s. 105 - 124; 3, s. 222 - 235.)

Aluksi PLC:n ohjelmoinnissa käytettiin ns. tikapuulogiikkaa, joka muistuttaa paljolti relelogiikoiden kytkentäkaavioita. Nykyään logiikoita voidaan ohjelmoida usealla tavalla tikapuulogiikoista perinteisiin ohjelmointikieliin, esimerkiksi BASIC ja C. Kansainvälisen IEC 61131-3 -standardin mukaiset ohjelmointikieliset ovat tulleet suosituiksi viime vuosina. Standardi määrittää ohjelmoitaville logiikoille viisi ohjelmointikieltä: LD (Ladder Diagram), FBD (Function Block Diagram), IL (Instruction List), ST (Structure Text) ja SFC (Sequential Function Chart). (2, s. 105 - 124; 3, s. 222 - 235.)

Useilla laitevalmistajilla on tarjolla valmiita ohjelmakirjastoja logiikoihin, jotka sisältävät ohjelmalohkoja, joissa on valmiiksi määritelty yleisimpiä toimintoja. Valmiiden lohkojen käyttö lisää ohjelman toimintavarmuutta ja helpottaa ohjelmoijan työtä, sillä käytössä on jo valmiiksi testattuja ja toimiviksi todettuja ohjelmia. (2, s. 105 - 124; 3, s. 222 - 235.)

2.2.4 Käyttöliittymä

PLC suorittaa sille annetut ohjelmat täsmällisesti, mutta poikkeavien tilanteiden ennakointi on ohjelmoijan vastuulla. Näiden tilanteiden ratkaisemiseen ja prosessiin tehtäviin muutoksiin tarvitaan käyttöliittymä. Käyttöliittymänä toimii useimmiten operointipaneeli tai PC valvomo-ohjelmointi. Valvova operaattori saa käyttöliittymän avulla reaaliaikaista tietoa prosessin ajotilanteesta hälytysten, kaavioiden, paikkakohtaisten näyttöjen ja raporttien kautta. (2, s. 125 - 129; 3, s. 222 - 235.)

Ennalta sovittujen rajojen ylittäminen aiheuttaa hälytyksen, joka ilmoittaa operaattorille poikkeavasta tilanteesta. Hälytyksille on yleensä varattu alue käyttöliittymän monitorilla, johon se tulostetaan riippumatta näytön muusta tilasta. Huomioinnin tehostamiseksi voidaan hälytyslaitteena käyttää erillistä summeria tai vilkkuvaa valoa. Hälytysosiossa voi myös olla suora linkki hälyttävän prosessin osan prosessikaavioon. Prosessikaaviossa esitetään yleensä jokin prosessikokonaisuus, josta päästään yksityiskohtaisempiin kaavioihin. (2, s. 125 - 129; 3, s. 222 - 235.)

Paikkakohtainen näyttö on esitys jostain yksittäisestä laitteesta, esimerkiksi mitaus- tai moottoriipiiri. Paikkakohtaisesta näytöstä voidaan myös muuttaa laitteen tilaa, esimerkiksi moottorin käynnistäminen ja pysäyttäminen. (2, s. 125 - 129; 3, s. 222 - 235.)

Käyttöliittymän raportit ovat hyödyllisiä prosessin tuottavuuden ja toimivuuden seurantaan. Raportit voidaan jaksoittaa esimerkiksi kahdeksan tunnin tai vuorokauden mittaisiin jaksoihin. Raportista selviää esimerkiksi, paljonko laitos on tuottanut jotain tiettyä tuotetta. Raportit sisältävät usein monimutkaisia keruu- ja laskentatoimintoja. (2, s. 125 - 129; 3, s. 222 - 235.)

2.3 Mikrokontrolleri

Mikrokontrollerit toimivat nykypäivänä monen sulautetun laitteen älynä. Mikrokontrollereita on kaikkialla. Useita arkipäiväisiä laitteita käytetään ajattelematta, että nekin sisältävät mikrokontrollereita. Tällaisia laitteita ovat esimerkiksi MP3-soittimet, taskulaskimet, kännykät, kaukosäätimet, henkilöautot, televisiot, radiot, jääkaapit, pakastimet ja pesukoneet. Mikrokontrollerit sisältävät tietokone-ominaisuuksia hyvin pienessä paketissa. Mikrokontrollereista käytetään lyhenteitä MCU (MicroController Unit) ja uC/ μ C. (4.)

2.3.1 Mikrokontrollerin ero tavallisen tietokoneen pääprosessoriin

PC:n eli tavallisen tietokoneen pääprosessori CPU kykenee suorittamaan miljoonien laskusuorituksia sekunnissa. CPU tarvitsee kuitenkin toimiakseen las-

kentayksikön (ALU), välimuistia (cache), muistinohjaimen (MMU), työmuistia datan käsittelyyn (RAM) yms. Lisäksi CPU tarvitsee ympärilleen emolevyn ja virtalähteen, joka takaa sille riittävän virran ja tarvittavat käyttöjännitteet. Suorittettava ohjelmakoodi on ladattava prosessorille massamuistista, mistä vastaa emolevy yhdessä muistinohjaimen kanssa. Tietokoneen pääsuoritin ei myöskään suoraan ohjaile I/O-toimintoja, vaan niitä käytetään jonkin ohjaimen välityksellä. (4.)

Mikrokontrollerilla on myös CPU ja muut tarvittavat lisälaitteet CPU:n käyttöön. Mikrokontrolleriin on tyypillisesti yhdistetty yleiskäyttöisiä tulo- ja lähtöportteja ja -pinnejä eli I/O:ta. Siihen sisältyy usein myös lisälaitteita, kuten AD-muunnin, sarjadataan liikutteluun sopiva yksikkö (UART/USART/USI), pulssileveysmodulaatio-ohjain (PWM), ajastimia ja lämpötila-anturi. (4.)

Lisälaitteiden lisäksi mikrokontrollerilla on oma ohjelmamuistinsa (Flash/FRAM) ja työmuistinsa (RAM/SRAM). Mikrokontrolleri on hyvin autonominen eikä vaadi ympäristöltään läheskään niin paljon kuin tietokoneen CPU. Huomattava kuitenkin on, että mikrokontrolleri ja CPU on suunniteltu erilaisiin tarpeisiin ja ympäristöihin. (4.)

2.3.2 Toimintaperiaate

Tietokoneen CPU toimii tietyllä kelloaajuudella. Jokaisella kellon jaksolla CPU tekee yhden tai useamman toiminnon, ja mitä nopeammin kello tikittää, sitä nopeammin CPU suorittaa toimintoja. Tällaista kelloon sidottua toimintaa kutsutaan nimellä synkronoitu toiminta. Monet digitaalipiirit ovat synkronisia. (4.)

Mikrokontrolleri saa käskynsä ohjelmamuistista, josta mikroprosessorin rekistereihin ladataan eri lukuja. Luvut mikroprosessori tulkitsee joko käskyiksi suorittaa esimerkiksi kahden luvun yhteenlasku tai siirtää dataa paikasta toiseen tai joksikin muuksi toiminnoksi. Käskyt mikrokontrollerille laatii ohjelmoija. (4.)

Ohjelmointiin käytetään PC:tä, jolla laadittu ohjelma käännetään ensin mikrokontrollerin ymmärtämään muotoon. Käännetty ohjelma ladataan mikrokontrol-

lerin ohjelmamuistiin ohjelmointityökalulla tai esimerkiksi USB:n välityksellä, minkä jälkeen ohjelma voidaan suorittaa. (4.)

2.3.3 Käyttöönotto

Mikrokontrollerin käyttöön ja ohjelmointiin vaaditaan vähintään tietokone, ohjelmointityökalut, ohjelmointilaite tai -kaapeli, mikrokontrolleri ja tarvittavat lisäkomponentit. Tyypillinen ohjelmointityökalu on ilmainen tai kaupallisen sovelluksen demoversio. Ohjelmointilaitteena voi olla esimerkiksi ISP tai JTAG-laite, ohjelmointikaapelina sarja- tai USB-kaapeli ja mikrokontrollerina 4/8/16/32 -bittinen mikrokontrolleri. (4.)

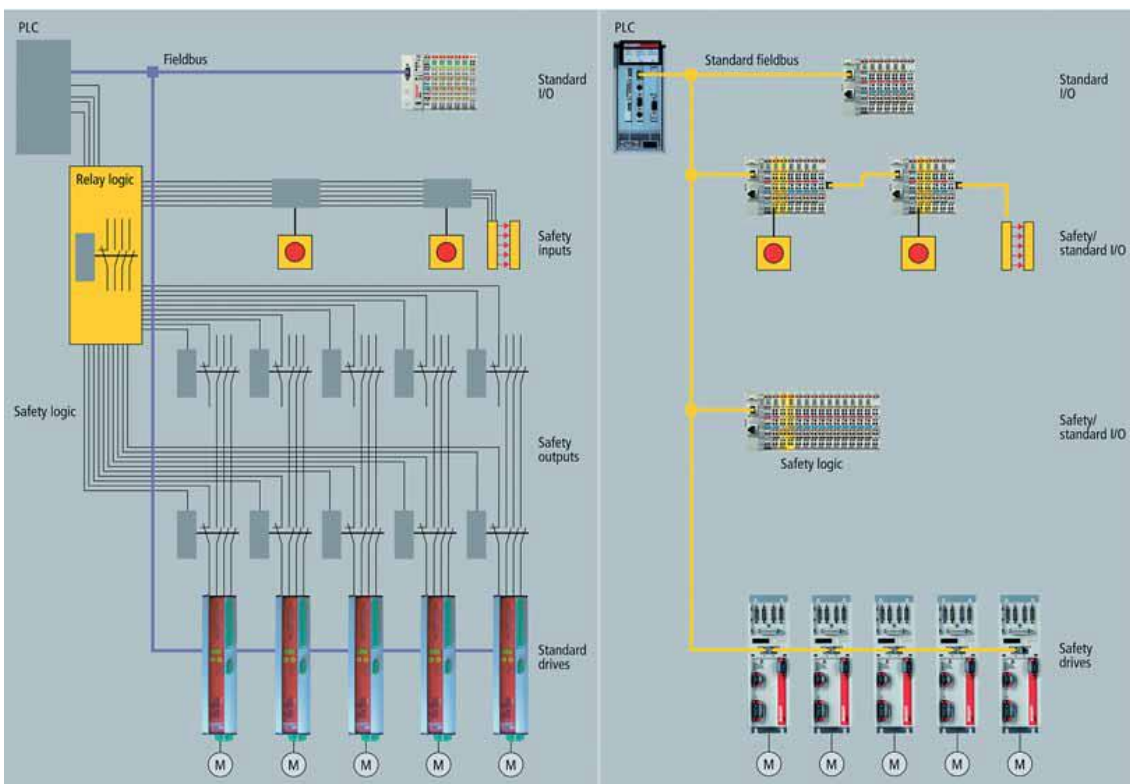
Mikrokontrollereiden ympärille on rakennettu kehitysalustoja. Kehitysalustassa mikrokontrolleri on asennettuna piirilevyille, jossa on tarvittavat liitännät virtalähteelle, ohjelmointia varten sarja- tai USB-kaapelille sekä I/O-pinneille. Kehitysalustoille on tarjolla ilmaiset ohjelmointityökalut. Tällaisia kehitysalustoja valmistaa esimerkiksi Arduino ja PICAXE.

Markkinoilla on myös edullisia ns. luottokorttitietokoneita, jotka ovat pienikokoisia yhdelle piirilevyille rakennettuja tietokoneita. Tällaisesta esimerkkinä Raspberry Pi. Luottokorttitietokone voidaan liittää esimerkiksi näyttölaitteeseen ja näppäimistöön, jolloin sitä voidaan käyttää useisiin toimintoihin kuten tavallista PC:tä esimerkiksi taulukkolaskentaan, tekstinkäsittelyyn ja pelaamiseen.

2.4 Kenttäväylät

Kenttäväyliä on käytetty teollisuudessa jo yli 20 vuoden ajan. Ne tulivat teollisuuden johdottamisen helppouden, uudenlaisen diagnostiikkatiedon ja paremman ohjelmitavuuden ansiosta. Kenttäväyliä avulla koneesta ja sen toimilaitteista saatiin enemmän tietoa. Tämän tiedon avulla koneen tarkempi analysointi oli mahdollista ja kunnossapitoon saatiin käytettäväksi aikaisempaa enemmän tietoa. (5, s.14.)

Kenttäväylillä tarkoitetaan järjestelmiä, joissa logiikan tulo- ja lähtöportit on sijoitettu erillisiin kenttäväylämoduuleihin. Kenttäväylämoduuli voi olla esimerkiksi tulo- tai lähtömoduuli, moottorin ohjain, paikoitusjärjestelmä tai venttiiliterminaalili. Logiikka ja kenttäväylämoduulit on kytketty toisiinsa yhdellä tiedonsiirto-kaapelilla. Tämä säästää sekä työtä että kaapelointikuluja silloin, kun järjestelmässä on suuri määrä tuloja ja lähtöjä tai ne ovat hajallaan tai etäällä toisistaan. Tästä esimerkkinä on kuvan 1 turvajärjestelmä johdotettuna ja väyläpohjaisena. Lähestulkoon kaikki käytössä olevat kenttäväylät ovat ns. master-slave-järjestelmiä. Näissä järjestelmissä logiikan keskusyksikkö on master ja se ohjaa kaikkia slave-moduuleihin liitettyjä laitteita. (3, s. 214.)



KUVA 1. Johdotettu ja väyläpohjainen turvajärjestelmä (5, s. 14)

Markkinoilla on lukuisia erilaisia kenttäväyläprotokollia. Protokollalla tarkoitetaan lähinnä kieltä tai kielioppia, jota laitteet käyttävät kussakin kenttäväylässä. Yleisimmin käytössä ovat ns. avoimen protokollan kenttäväylät kuten ProfiBus, ASI ja DeviceNET. Avoimella protokollalla tarkoitetaan sitä, että mikä tahansa laitevalmistaja voi valmistaa ja myydä tähän protokollaan yhteensopivia tuotteita. Markkinoilla on lisäksi myös valmistajakohtaisia protokollia. Näihin väyliin saa tuotteita vain tältä tietyltä toimittajalta. (3, s. 214.)

Edellä mainittujen lisäksi yleisesti käytettyjä perinteisiä kenttäväyliä ovat mm. Foundation Fieldbus, Interbus, Modbus ja CANOpen. Nämä kenttäväylät ovat edelleen laajalti käytössä automaation eri osa-alueilla. Teollisuus-ethernet-pohjaiset ratkaisut ovat yleistyneet nykypäivänä. Reaaliaikaisia ethernet-pohjaisia kenttäväyliä markkinoilla on esimerkiksi seuraavia: Profinet, Sercos III, Modbus TCP, Ethernet/IP ja EtherCAT. (5, s. 14.)

Ethernetin nopeuden ja joustavuuden ansiosta Ethernet-pohjaiset kenttäväylät tarjoavat uudenlaisia mahdollisuuksia koneen komentoihin ja niiden integrointi ylemmän tason järjestelmiin on helpompaa kuin aikaisemmin. Teknisesti kehittynein ethernet-pohjaisista kenttäväylistä on EtherCAT. (5, s. 14.)

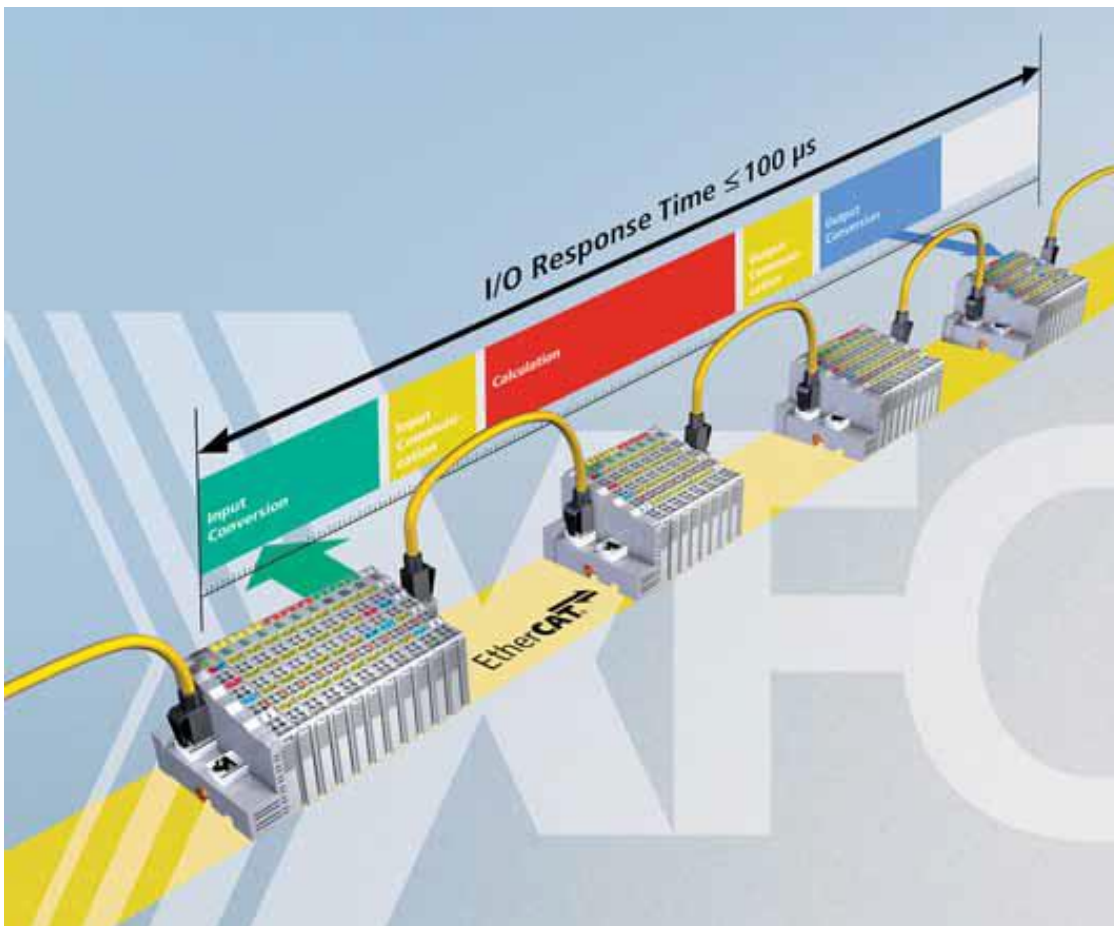
2.4.1 EtherCAT

EtherCATin (Ethernet for Control Automation Technology) erottaa muista kenttäväylistä sen joustava topologia, suorituskyky ja yksinkertainen konfiguraatio. Tuhat jaettua I/O:ta 30 μ s:n välein, vaivaton integraatio ylemmän tason järjestelmiin sekä lähes rajoittamaton väylän koko ovat ominaisuuksia, joiden ansiosta EtherCAT toimii suunnannäyttäjänä tavanomaisille kenttäväyläjärjestelmille. Ethernet-tähtitopologia voidaan korvata EtherCATilla yksinkertaisella väylä- ja puurakenteella, ilman erikoiskomponenttien tarvetta. Kytkimien tai ethernet-terminaalien avulla mahdollistetaan ethernet-laitteiden integrointi. Lisäksi EtherCAT on virallinen IEC 61158 -standardi. (5, s. 14.)

Kaapelina EtherCATissa toimii standardi ethernet-kaapeli, CAT5e FTP/STP. Kuitukaapelin käyttö on myös mahdollista, ja tällöin esimerkiksi I/O-yksiköiden etäisyydet voivat olla useita kilometrejä. Myös perinteisten kenttäväyläkorttien lisääminen EtherCATiin on mahdollista, mikä tarkoittaa sitä, että laitevalmistajat voivat yhdistellä kenttäväyliä haluamallaan tavalla tinkimättä EtherCATin tuomista eduista. (5, s. 14 - 15.)

2.4.2 XFC

XFC (eXtreme Fast Control Technology) on nopea ohjausjärjestelmäkokonaisuus, joka perustuu EtherCAT-kenttäväylään mahdollistaen nopeat vasteajat. XFC sisältää kaikki laitteisto- ja ohjelmistokomponentit, kuten optimoidut tulo- ja lähtökäsitteet, EtherCAT-kenttäväylän, automaatio-ohjelmiston ja tehokkaan teollisuus-PC:n. Vanhempiin ohjaustekniikoihin verrattuna voidaan sanoa, että XFC parantaa suorituskykyä kymmenkertaisesti. Sillä päästään alle 100 μ s sykli- ja ohjauksesta I/O-pisteeseen (kuva 2), jonka ansiosta käyttäjälle avautuu uusia mahdollisuuksia parantaa koneen laatua ja lyhentää vasteaikoja. Esimerkiksi mittauksia on helppo integroida koneenohjaukseen ilman kalliita erikoislaitteita. XFC-tekniikan yhteensopivuus muiden automaatio-ohjelmistojen kanssa mahdollistaa sen, että perustoimintoja ja nopeita ohjaus- ja mittauksia voidaan suorittaa samalla laitteisto- ja ohjelmisto-alustalla rinnakkain. (5, s. 15.)



KUVA 2. I/O-vasteaika (5, s. 15)

2.4.3 Sovellukset

Ethernet-pohjaisia ohjausjärjestelmiä on nykypäivänä sovellettu menestyksekkäästi useilla osa-alueilla:

- tuulivoimalat
- kokoonpanolinjat
- elektroniikkateollisuus
- rakennusautomaatio
- robottiohjaukset
- työstökoneet
- varastoautomaatit.

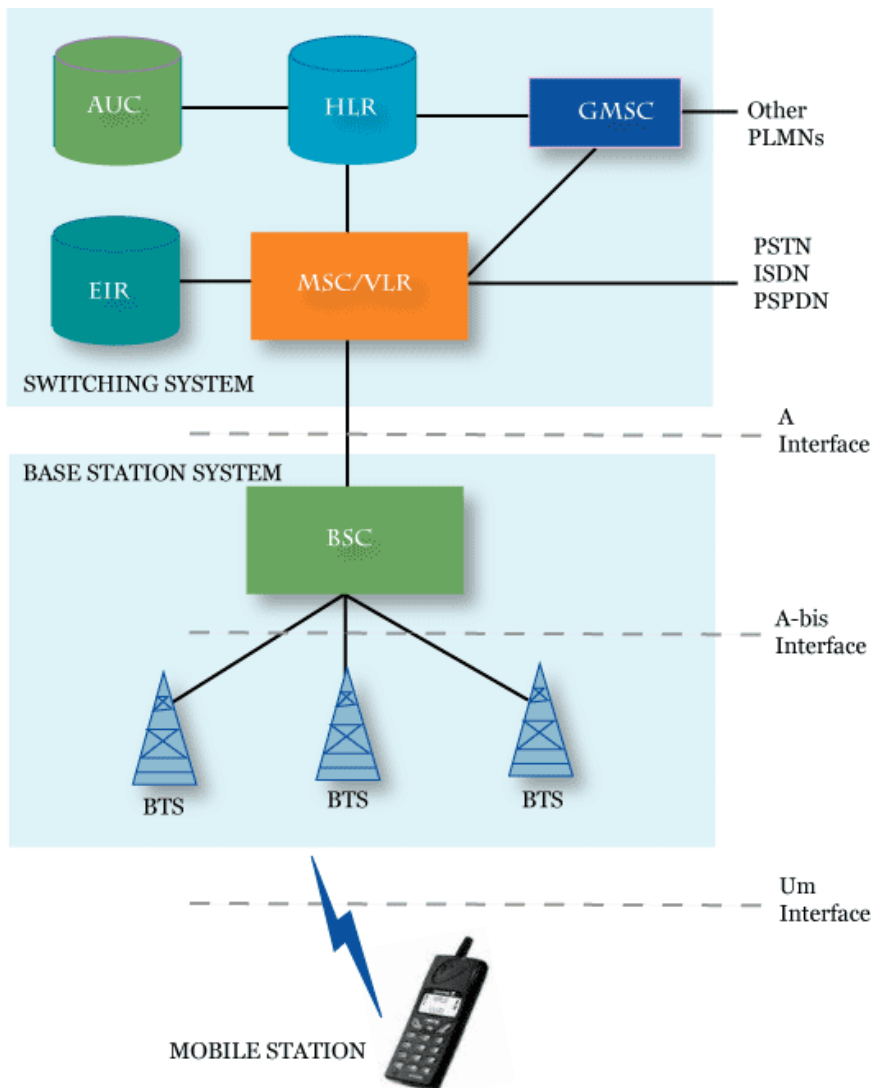
Ethernet-pohjaiset kenttäväylät kasvattavat markkinaosuuttaan uusien tuotekehitysprojektien kautta. Tehokas PC-ohjaus ja reaaliaikainen, ethernet-pohjainen kenttäväylä muodostavat yhdessä nykyaikaisen ohjausjärjestelmäkokonaisuuden, joka yleistyy koko ajan teollisuuden automaatiojärjestelmissä. (5, s. 15.)

3 GSM-TEKNIikka

GSM (alun perin Groupe Spécial Mobile, nytemmin Global System for Mobile Communications) on matkapuhelinjärjestelmä, jota käytetään maailmanlaajuisesti. Euroopan posti- ja telehallintojen yhteiselimessä CEPT:ssä (Conférence Européenne des Postes et Télécommunications) tehtiin aloite vuonna 1982 yhteiseurooppalaisen matkapuhelinjärjestelmän kehittämistä. Pohjoismaiden ja Alankomaiden telehallintojen aloitteesta syntyi ensimmäinen eurooppalainen matkapuhelinverkko, joka toimi 900 MHz:n taajuusalueella. Verkko sai nimityksen GSM työryhmän Groupe Spécial Mobile mukaan, mutta nimitys käännettiin myöhemmin englanniksi Global System for Mobile Communications. GSM-spesifiointityö siirtyi CEPT:n alaisuudesta European Telecommunications Standards Institute, ETSI:lle, vuonna 1989. (6, s. 11 - 19; 7, s. 4 - 9, 114.)

3.1 GSM-arkkitehtuuri

GSM- eli matkapuhelinverkko on langaton laajaverkko, joka toimii Suomessa kahdella taajuusalueella: GSM 900 MHz ja GSM 1800 MHz. GSM 900 sisältää taajuudet 890 - 960 MHz ja GSM 1800 taajuudet 1 710 - 1 880 MHz. Yleisesti ottaen GSM-järjestelmän arkkitehtuuri voidaan katsoa olevan kolmetasoinen. Siihen kuuluu käyttäjälaite, kuten matkapuhelin tai GSM-moduuli sekä tukiasema- ja kytkentätasot. Tasot on esitettyä kuvassa 3. (6, s. 34 - 36; 7, s. 120 - 130; 8.)



KUVA 3. GSM-arkkitehtuuri (8)

Kytentätason (Switching System) vastuulla on suorittaa puheluihin ja tilaajatietojen hallintaan liittyvät toiminnot. Kytentätaso sisältää seuraavat yksiköt:

- Home Location Register (HLR) eli kotirekisteri on tiedonhallintajärjestelmä, jota käytetään tilaajatietojen tallentamiseen ja hallintaan. HLR on tärkeä tiedonhallintajärjestelmä, sillä se tallentaa mm. profiilit, paikkatiedot ja toimintatilan. Kun tilaajalle soitetaan, puhelu reitittyy ensin hänen kotioperaattorinsa kotirekisterille, ja tästä saadaan tieto siitä, missä vastaanottaja sijaitsee. Henkilön hankkiessa liittymän operaattorilta se rekisteröidään kyseisen operaattorin HLR:ään. (6, s. 34 - 36; 7, s. 120 - 130; 8)

- Mobile Switching Center (MSC) huolehtii puhelujen kytkennästä ja reitityksestä, ja sen päätehtävänä on kutsujen muodostaminen, puhelujen ylläpitäminen sekä päättäminen omalla alueellaan. Lisäksi MSC huolehtii reitityksestä GSM-verkon ja kiinteän verkon välillä. (6, s. 34 - 36; 7, s. 120 - 130; 8.)
- Visitor Location Register (VLR) eli vierailijarekisteri on tietokanta, joka sisältää väliaikaista tietoa tilaajista. Vierailijarekisteri sisältää kaikki tilaajat sekä tiedot niistä tilaajista, jotka ovat verkkovierailulla ja kuuluvat toiselle operaattorille. Kun puhelin siirtyy toisen vierailijarekisterin alaisuuteen kopioituvat liittymää koskevat tiedot kotirekisteristä uuden alueen vierailijarekisteriin. Kotirekisteriin päivitetään tieto siitä, minkä vierailijarekisterin alueella puhelin kulloinkin on. (6, s. 34 - 36; 7, s. 120 - 130; 8.)
- Authentication Center (AUC) eli tunnistuskeskus tallettaa tietoturvaan ja GSM-verkon suojaukseen liittyviä tietoja. Tunnistus- ja salauseräparametreja tarvitaan jokaisen puhelun luotettavuuden tunnistamiseen. AUC myös suojelee operaattoria erilaisilta hyökkäyksiltä. (6, s. 34 - 36; 7, s. 120 - 130; 8.)
- Equipment Identity Register (EIR) eli laitetunnistusrekisteri sisältää tietoa puhelinlaitteista. Tässä rekisterissä laite tunnistetaan sen IMEI-numeron (International Mobile Equipment Identity) avulla. Järjestelmä sisältää kolme eritasoista luetteloa laitteista. Valkoinen lista sisältää tiedot kaikista käytössä olevista IMEI-numeroista, harmaa lista luettelo laitteet, joita tulee tarkkailla, ja musta lista kaikki laitteet, jotka ovat käyttökiellossa. Syitä mustalle listalle joutumiseen voi olla esimerkiksi verkkoa häiritsevä toiminta tai se, että laite on varastettu. (6, s. 34 - 36; 7, s. 120 - 130; 8.)

Tukiasematason (Base Station System) vastuulla on kaikki radioverkkoon liittyvät asiat. Tukiasema taso sisältää seuraavat yksiköt:

- Base Station Controller (BSC) eli tukiasemaohjain vastaa siirtotien käytöstä ja tiedonsiirtokanavien varauksesta radiotieltä. BSC valvoo radio-signaalien laatua, lähetystehoja, huolehtii liikkuvan aseman siirrosta solusta toiseen (handover) ja kontrolloi tarvittavaa RF-lähetystasoa (radio frequency) BTS:ssä. (7, s. 120 - 130; 8.)

- Base Transceiver Station (BTS) eli tukiasema vastaa radioliikenteestä ti-laajalaitteelle. Tukiasema on radiolaite (lähetin-vastaanotin ja antenni), jolla kutakin solua palvellaan. BTS:n tehtäviin kuuluvat digitaalisen tiedon modulointi radiotietä varten, tietoliikennekanavilla siirtyvän tiedon koo-daus ja purku sekä puhelujen salaus ja salauksen purku. (7, s. 120 - 130; 8.)

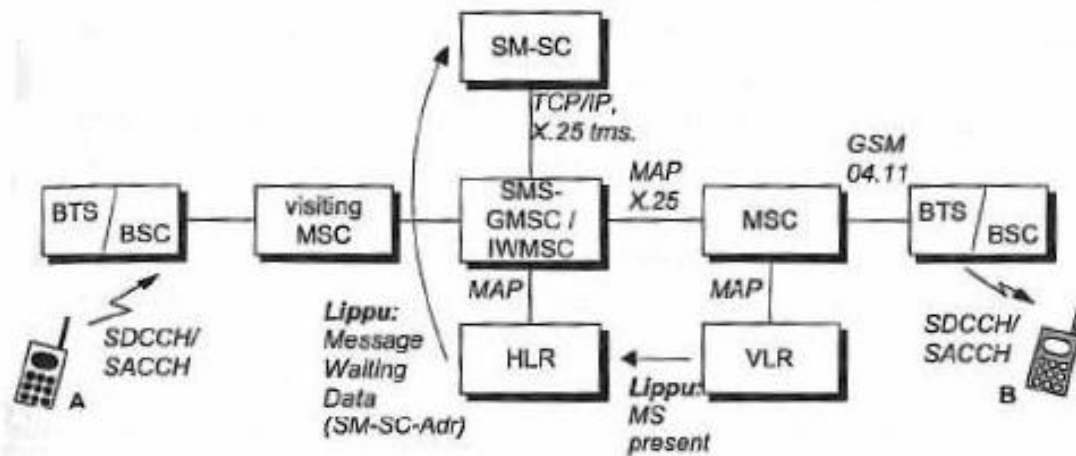
3.2 Lyhytsanoma

Eräs yleisimmistä matkapuhelinverkkojen palveluista on lyhytsanomapalvelu (SMS, Short Message Service), kansanomaisesti tekstiviestipalvelu, joka mahdollistaa kerrallaan maksimissaan 160 merkkiä pitkän viestin lähetyksen ja vastaanottamisen. Koska viestin välitys tapahtuu SDCCH- tai SACCH-kanavalla, viestejä voidaan lähettää ja vastaanottaa sekä valmiustilassa että puhe-, data- ja FAX-puhelun aikana. Lyhytsanomien lähetyks ja vastaanotto onnistuu myös eri GSM-verkkojen välillä riippuen verkkojen SMS-roamingsopimuksesta. Lyhytsanomapalvelu toimii palvelualustana moninaisille lisäarvopalveluille. (6, s. 154 - 156; 7, s. 156 - 158.)

Toiminnallisesti lyhytsanomapalvelukeskus on store-and-forward-tyyppinen, mikä tarkoittaa sitä, että viestin lähetyksen päätelaitteeseen epäonnistuessa se puskuroidaan palvelukeskukseen, kunnes vastaanottaja on tavoitettavissa tai tallettamiselle asetettu aikaraja umpeutuu. Tällöin käytetään verkko-operaattorista riippuvaa uudelleenlähetyksalgoritmia. Algoritmin aikaraja tai puhelimen päälle kytkeminen saavat aikaan palvelukeskukseen varastoidun viestin uudelleenlähetyksen. Tallettamiselle asetetun aikarajan oletusarvon määrittää operaattori ja se voi olla esimerkiksi kolme vuorokautta. (6, s. 154 - 156; 7, s. 156 - 158.)

Lyhytsanomaan liittyy lyhytsanomakeskuksen numero, joka ohjaa HLR-tiedon perusteella viestin oikean MSC/VLR:n alueelle ja lopulta puhelimen SIM-kortille. Kuvassa 4 MS A lähettää viestin MS B:lle. MS A lähettää merkinannon verkolle. Mikäli MS A on puhetilassa, lyhytsanoma lähetetään SACCH-kanavalla. Jos taas MS A on valmiustilassa, lähetetään lyhytsanoma SDCCH-kanavalla. Ly-

hytsanoma ohjautuu SMS-IWMSC:n (SMS Interworking MSC) kautta palvelukeskukseen, SM-SC (Short Message Service Centre), jonka puhelinnumeron käyttäjä on määrittänyt puhelimeensa. (6, s. 154 - 156; 7, s. 156 - 158.)



KUVA 4. Tekstiviestin lähetyksen ja vastaanoton periaate (6, s. 156)

MS B:lle viesti ohjautuu lyhytsanomakeskuksesta SMS-GMSC:n (SMS Gateway MSC) kautta. B:n vastaanottaessa lyhytsanomaa kanavanvalinta tapahtuu samoin kuin lähettäessä. Mikäli MS B on puhelilassa, lyhytsanoma välitetään SACCH-kanavalla ja valmiustilassa SDCCH-kanavalla. Lyhytsanomaa lähetyksen ja vastaanoton periaate esitetty kokonaisuudessaan kuvassa 4. (6, s. 154 - 156; 7, s. 156 - 158.)

3.3 GSM Data

GSM-järjestelmän piirikytkentäinen datansiirto kulkee GSM-verkossa puheen tavoin normaalipurskeissa, lukuun ottamatta tekstiviestejä, jotka siirretään edellä mainituilla SDCCH- ja SACCH-kanavilla. Puhekanavalla tapahtuva datansiirto poikkeaa jonkin verran puheen siirrosta. Suurimman eron tekee kanavakoodaus, joka ratkaisee paljonko käyttäjän dataa voidaan sijoittaa yhteen purskeeseen. Todellinen siirtonopeus riippuu aina siirtotien ominaisuuksista sekä virheiden korjaamiseen ja havaitsemiseen käytetystä toistosta. Toiston määrä on suorassa suhteessa koodauksen siirtovirheidenkorjauskykyyn. Kuhunkin tilanteeseen paras siirtonopeus löytyy valitsemalla oikea koodaustapa. (6, s. 146 - 157; 7, s. 164 - 168.)

Datan siirto eroaa puheesta myös toisessa suhteessa. Puheen koodauksessa on ETSI:n suosituksissa kuvattu menetelmä, jota sovelletaan, kun yksi 20 ms näyte joko hukkuu siirtotiellä tai vääristyy käyttökelvottomaksi. Hukkunut sanoma voidaan korvata edellisellä sanomalla ilman, että kuulija huomaa puheen laadussa mitään muutosta. Datan siirrossa taas virheitä ei sallita. Todelliseen siirtonopeuteen ei siis vaikuta yksin koodaus, vaan on otettava huomioon myös tietoliikenneprotokollat ja niiden aiheuttamat viiveet. Siksi sanomaan on liitettävä tarkiste, jonka avulla siirtovirheet havaitaan ja protokollaan on sisällytettävä toipumismenettelyt, jotka perustuvat uudelleenlähetyksiin. (6, s. 146 -157; 7, s. 164 - 168.)

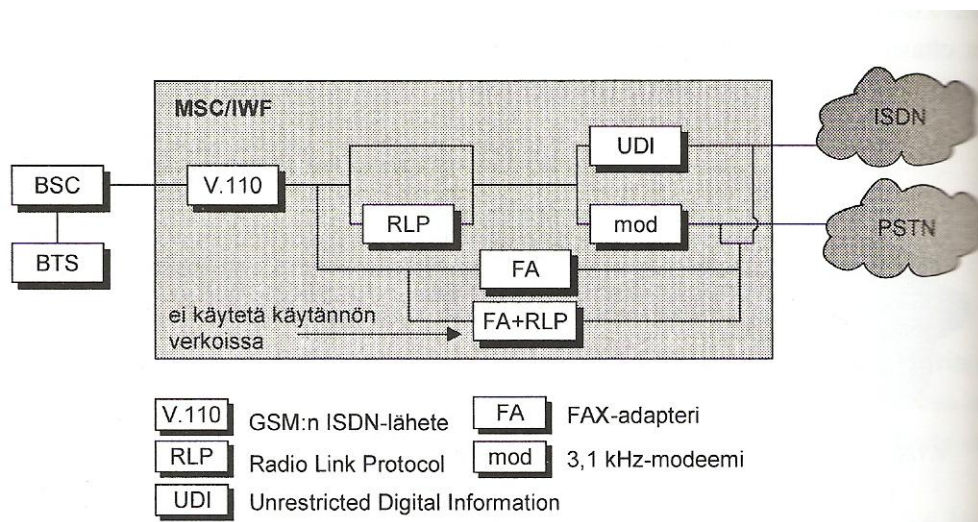
Dataliikenne TCH/F 9,6 kbps:n kanavalla (Full Rate Traffic Channel) käyttää bruttonopeutta 12 kbps. Nopeus muodostuu, kun koodattavaksi tuodaan 240 bittiä dataa, johon lisätään neljän bitin häntä. Aikaan saatu 244 bitin data siirtyy konvoluutiokoodaukseen, jonka seurauksena syntyy 488 siirrettävää bittiä. Konvoluutiokoodauksesta bitit menevät ns. lävistykseen (puncturing), jolla koodausta kevennetään korjattavuuden kustannuksella. Lävistyksessä 488 bitin lohkoista poistetaan bitit $B_{(11+15j)}$, kun $j = 0,1,2, \dots 31$. Lävistyksestä tulevat 456 databittiä levitetään 22 purskeelle. (6, s. 146 - 157; 7, s. 164 - 168.)

Dataliikenne TCH/F 14,4 kbps:n kanavalla poikkeaa 9,6 kbps:n kanavasta siten, että konvoluutiokoodaukseen lähetetään 290 bitin mittaisia sanomia 240 bitin sijasta. Siirtonopeus tälle kanavalla on 14,5 kbps. Bittijoukkoon lisätään neljä häntäbittiä ja se siirretään konvoluutiokoodaukseen, jolloin tuloksena on 588 databittiä. Lävistyksessä bittijoukosta eliminoidaan 132 bittiä, jolloin siirrettäväksi jää 456 bittiä. Lävistys eliminoi bitit $B_{(18j+1)}$, $B_{(18j+6)}$, $B_{(18j+11)}$ ja $B_{(18j+15)}$ kun $j = 0,1,2, \dots 31$. Lisäksi poistetaan myös bitit B_{577} , B_{582} , B_{584} , sekä B_{587} . TCH/F 14,4-kanavan sanomat levitetään samoin kuin 9,6-kanavan, 22 purskeelle. (6, s. 146 - 157; 7, s. 164 - 168.)

GSM-datapalvelu voi toimia kahdella tavalla. Vakionopeuksisesti (T, transparent), jolloin käytössä on ainoastaan kanavakoodauksen tarjoama virheen korjaus (FEC, Forward Error Correction). Tiedonsiirtoprotokollat eivät tällöin ota kantaa siirrettävään dataan. Virheenkorjaavassa datan siirrossa (NT, non-

transparent) käytetään FEC:n lisäksi RLP-protokollaa (radio link protocol) virheiden havainnointiin ja korjaamiseen sekä purskeiden uudelleenlähettämiseen. (6, s. 146 - 157; 7, s. 164 - 168.)

GSM-verkon ja ulkopuolisten verkkojen datalähetteet toisiinsa sovittaa MSC:n IWF (Interworking Function). GSM-PSTN-liityntäpisteessä GSM-datasignaali on muutettava standardiksi äänitaajuiseksi modeemilähetteeksi, joka onnistuu käyttämällä IWF:ssä olevaa modeemipoolia. Kytkeydyttäessä ISDN-verkkoon käytetään IWF:ssä olevaa UDI-laitetta (Unrestricted digital information). IWF:n periaate on kuvattu kuvassa 5. (6, s. 146 - 157; 7, s. 164 - 168.)



KUVA 5. GSM-MSC:ssä olevan IWF:n periaate (6, s. 148)

3.4 HSCSD

HSCSD (High Speed Circuit Switched Data) eli nopea piirityöntäminen datapalvelu on tekniikka, joka mahdollistaa useamman aikavälin yhdistämisen radiotielä. Aikavälien yhdistämisessä toteutuu sääntö, jonka mukaan siirtonopeus on bittimäärä/aikayksikkö. Käytännössä jos yksi aikaväli kuljettaa 64 kilobittiä sekunnissa, niin kaksi aikaväliä kuljettaa yhteensä 128 kilobittiä sekunnissa. Datapalvelu käyttää useampia aikavälejä ainoastaan U_m - ja A_{bis} -rajapinnoilla. Tästä eteenpäin siirto käyttää maksimissaan yhtä 64 kbps TDMA-aikaväliä kiinteässä puhelinverkossa (TDMA, Time Division Multiple Access, aikajako-kanavointi). (6, s. 182 - 188; 7, s. 169 - 172.)

Kanavien yhdistelystä saatava siirtonopeus AIUR (Air Interface User Rate) ei pelkästään riipu kanavien määrästä vaan myös niiden koodauksesta. Taulukossa 1 on esitetty AIUR:n ja liikennekanavien lukumäärän välinen sallittu yhteys. (7, s. 169 - 170.)

TAULUKKO 1. AIUR-parametrin ja liikennekanavien lukumäärän vastaavuudet (6, s. 185)

AIUR (kbps)	TCH/F4.8	TCH/F9.6	TCH/F14.4
4,8	1	-	-
9,6	2	1	-
14,4	3	-	1
19,2	4	2	-
28,8	-	3	2
38,4	-	4	-
43,2	-	-	3
57,6	-	-	4

HSCSD-palveluun on määritelty symmetrinen ja asymmetrinen palvelu. Symmetrisessä palvelussa käytetään uplink- ja downlink-suunnassa samaa aikavälien lukumäärää, kaksisuuntaiset FACCH-, TCH- ja SACCH-kanavat. Asymmetrisessä palvelussa uplink- ja downlink-suunnassa voidaan käyttää eri määrää aikavälejä, kaksisuuntainen FACCH ja yksi- ja kaksisuuntaiset TCH- ja SACCH-kanavat. Yksisuuntaisilla kanavilla dataa siirretään ainoastaan downlink-suuntaan, kaksisuuntaisilla kanavilla dataa siirretään taas sekä uplink- että downlink-suunnassa. Sekä symmetrisessä että asymmetrisessä palvelussa määritetään yksi kanava pääkanavaksi, jolla välitetään kaikki se FACCH-merkinanto, jota SACCH-kanavilla ei välitetä. (6, s. 182 - 184; 7, s. 171 - 172.)

Normaalisti GSM-päätelaite lähettää ja vastaanottaa viestejä käyttäen yhtä aikaväliä, jolloin loppuja aikavälejä käytetään monitorointiin. Päätelaitteelle jää aikaa suunnan vaihtamiseen ja naapuritukiasemien kentänvoimakkuustietojen seuraamiseen. Vastaanotto- ja lähetysaikaväleillä on kolmen aikavälin viive. Kun symmetrisellä yhteydellä käytetään kahta aikaväliä siirtosuuntaa kohden tai asymmetrisen yhteyden tapauksessa 3 downlink- ja 1 uplink-aikaväliä, ei vielä synny päällekkäisyyksiä vastaanotto- ja lähetysväleillä. Jos käytetään symmetristä yhteyttä, jossa käytetään yli kahta aikaväliä siirtosuuntaa kohden, syntyy

päällekkäisyyksiä, jolloin vaaditaan päätelaite joka hallitsee kaksisuuntaisen liikenteen. (6, s. 182 - 184; 7, s. 171 - 172.)

3.5 GPRS

GPRS (General Packet Radio Service) on GSM:n pakettikytkentäinen datapalvelu. GPRS:ssä dataa voidaan siirtää ja vastaanottaa tarvittaessa, eikä erillistä yhteyttä muodosteta, kuten piirikytkentäisissä yhteyksissä. Pakettiradiopalvelussa yhtä käyttäjää kohden voidaan käyttää useita TDMA-aikavälejä jolloin datansiirtonopeus moninkertaistuu. TDMA-kehyksessä voidaan periaatteessa käyttää 1 - 8 aikaväliä käyttäjää kohden niin, että uplink- ja downlink-aikavälien määrä voi olla erisuuri. (6, s. 158 - 160; 7, s. 173 - 174.)

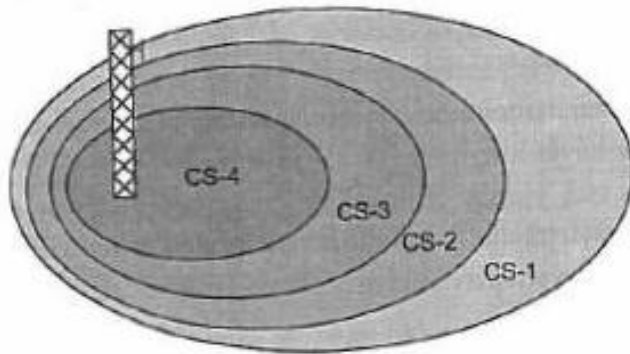
GPRS ei tarvitse omia kanavia, vaan se kilpailee puheliikenteen kanssa samoista kanavista. Piirikytkentäiset puhelut on kuitenkin käytännössä sijoitettu korkeammalle prioriteetille, joten GPRS-käyttäjille annetaan verkon ylimääräinen kapasiteetti. GPRS-verkosta voidaan yhdistyä esimerkiksi IP-protokollan mukaisiin Internet-verkkoihin. GPRS-päätelaitteella ja -verkkoelementeillä on omat IP-osoitteensa ja liikennöinti niiden välillä on IP-protokollan mukaista. (6, s. 158 - 160; 7, s. 173 - 174.)

GPRS-järjestelmässä käytetään neljää eri kanavakoodausluokkaa. Luokkia merkitään tunnuksilla CS-1, CS-2, CS-3 ja CS-4 (Channel Coding Scheme). Kaikista tehokkainta kanavakoodausmenetelmää käyttää CS-1. Menetelmä on sama kuin GSM-järjestelmän SDCCH-kanavilla käytettävä koodaus. CS-2 ja CS-3 ovat hieman keveämpiä versioita edellisestä ja CS-4-luokassa ei koodausta käytetä lainkaan. Kanavakoodauksen tehokkuus vaikuttaa suoraan sanoman pituuteen eli koodauksen kyky korjata siirtovirheitä on suoraan verrannollinen nettobittien lukumäärään. Siksi CS-1-luokan kanavakoodauksella käyttäjä saavuttaa vain 9,05 kbps tiedonsiirtonopeuden, kun taas CS-4 -luokan käyttäjä ylittää optimiolosuhteissa 21,4 kbps nopeuteen. Taulukossa 2 on lueteltuna kanavakoodausluokkia vastaavia arvoja. (6, s. 160 - 163; 7, s. 179 - 184.)

TAULUKKO 2. GPRS-kanavakoodausluokkien parametreja (6, s. 160)

Koodaus	Suhde	Sanoman pituus (bittinä)	Datanopeus (kbps)
CS-1	1/2	181	9,05
CS-2	~2/3	268	13,4
CS-3	~3/4	312	15,6
CS-4	1	428	21,4

Kanavakoodaus vaikuttaa niin datanopeuteen kuin saavutettavaan peittoalueeseen. Yhteydelle valitaan kulloinkin optimaalisin kanavakoodaus, joka tarkoittaa käytännössä suurimpia datanopeuksia tukiaseman läheisyydessä ja pienimpiä peittoalueen rajoilla. Kanavakoodausluokan vaihto tapahtuu yhteyden aikana dynaamisesti, joten katkoksia ei tästä syystä synny. Kuvassa 6 on esitetty tukiaseman etäisyyden vaikutus kanavakoodausluokkaan.



KUVA 6. Jokaista GPRS-kanavakoodausluokkaa vastaa tietty peittoalue (6, s. 161)

GPRS-palvelua varten GSM-arkkitehtuuriin lisätään kaksi verkkoelementtiä: SGSN (Serving GPRS Support Node) ja GGSN (Gateway GPRS Support Node). SGSN seuraa yksittäisten mobiililaitteiden sijaintia ja suorittaa turvallisuuden liittyviä toimintoja sekä huolehtii pääsynhallinnasta. SGSN yhdistetään tukiasematasoon BSS. GGSN:n tehtävänä on tarjota yhteenliitettä ulkoisiin pakettikytkentäisiin verkkoihin. SGSN:n ja GGSN:n yhteys toisiinsa tapahtuu GPRS-runkoverkon välityksellä. Kotirekisteriin HLR lisätään GR (GPRS Register), joka sisältää GPRS-tilaaja- ja reititystiedot. SMS-GMSC ja SMS-IW MSC päivitetään tukemaan lyhytsanomaviestien välittämistä SGSN:n kautta. MSC/VLR voidaan myös päivittää GPRS- ja GSM-palveluiden koordinoimiseksi ja

toiminnallisuuden tehostamiseksi. Tällöin voidaan esimerkiksi kutsua puheluita SGSN:n kautta. (6, s. 164 - 168.)

3.6 SIM

Matkapuhelintilaajan SIM-kortti (Subscriber Identity Module) on älykortti, jota on kutsuttu myös tilaajan tunnistusyksiköksi ja GSM-kortiksi. SIM-korttiin on tallennettu pysyvästi tilaajaa koskevia tunnistetietoja sekä tunnistusalgoritmit A3, päätelaitteen autentikaatioalgoritmi ja A8, salausavaimen generointialgoritmi. SIM-kortin tietojen avulla data ohjataan oikeaan päätelaitteeseen GSM-verkossa. (6, s. 74 - 75.)

Käyttäjän on mahdollista tallentaa SIM-kortille muuttuvina tietoina puhelinnumeroita alfanumeeriseen tietoon yhdistettynä, lyhytsanomiamia sekä suosituimmuustilinan matkapuhelinverkoista roaming-tilanteessa. SIM-kortti tallentaa matkapuhelinverkon tilatietoja, esimerkiksi kulloisenkin paikkatiedon (LAI, Location Area Identity). Kun päätelaite kytketään virrattomaksi ja edelleen takaisin päälle SIM-kortilla olevaa tietoa käytetään löytämään alue, jolla päätelaite oli ennen virran katkaisemista. Tällöin päätelaitteen ei tarvitse etsiä läpi kaikkia mahdollisia taajuuksia, vaan se voi käyttää LAI-tietoa päätelläkseen millä taajuuksilla paikallinen tukiasema toimii. (6, s. 74 - 75.)

SIM-kortti yksilöidään kortin sarjanumerolla (ICC, Integrated Circuits Card). Sarjanumerosta ilmenee yksiselitteisesti operaattorin tunnus, valmistajan tunnus ja kortin valmistusaika sekä sarja- ja tarkistusnumero. (6, s. 74 - 75.)

SIM koostuu mikroprosessorista, työmuistista, käyttöjärjestelmän varaamasta muistista ja käyttäjälle tarkoitettusta muistista. Viimeksi mainittua käytetään esimerkiksi numeroiden muistipaikkoihin ja lyhytsanomien vastaanottoon. Muistipaikkojen lukumäärä ja vastaanotettavien lyhytsanomien maksimimäärä määräytyvät sovellusmuistin koon mukaan, tyypillisesti 128 - 255 paikkaa. Numero- ja lyhytsanomamuistipaikkojen suhdetta on mahdollista säätää keskenään. (6, s. 74 - 75.)

4 GSM-LAITEOHJAUKSEN MEKANISMIT

GSM-verkon kautta tapahtuvassa laiteohjauksessa voidaan tiedonvälitykseen käyttää erilaisia mekanisme. Ohjainlaitteen yhdistäminen verkkoon tapahtuu GSM-modeemin tai -moduulin välityksellä. Tieto laitteelta toisella voidaan kuljettaa piirikytkentäisen tai pakettikytkentäisen datapalvelun avulla.

4.1 DTMF

DTMF (Dual-Tone Multi-Frequency) eli numeroiden äänitaajuusvalintatapa, tarkoittaa signaaliääniä, joita käytetään tunnistamaan mitä numeronäppäintä puhelinlaitteesta painetaan. DTMF-äänit muodostuvat taulukon 3 sarakkeiden matalista taajuuksista ja rivien korkeista taajuuksista. Äänitaajuusvalinnassa kukin numero on koodattu kahdeksi toisiinsa epäharmonisessa suhteessa olevan taajuuden muodostamaksi ääneksi, jolla varmistetaan, ettei käytännössä mitkään luonnolliset äänet puhelimen mikrofoniiin tullessaan pääse aiheuttamaan virheellistä numerovalintaa. Esimerkiksi numero viisi, joka sijaitsee 2. sarakkeessa ja 2. rivillä, saa aikaan 1 336 Hz:n ja 770 Hz:n taajuudet. Taajuudet summataan ja saadaan 2 106 Hz:n signaali. Signaali lähetetään vastaanottajalle, joka dekooderin avulla purkaa signaalin taas numeroksi viisi. (9.)

TAULUKKO 3. DTMF taajuustaulukko (9)

	1209 Hz	1336 Hz	1477 Hz	1633 Hz
697 Hz	1	2	3	A
770 Hz	4	5	6	B
852 Hz	7	8	9	C
941 Hz	*	0	#	D

Menetelmänä DTMF on hyvin yksinkertainen. Se vaatii tiedonsiirtoon yhteyden avauksen GSM-verkossa. Laiteohjauksessa sillä voidaan toteuttaa esimerkiksi valmiiden silmukoiden tai toimintojen päälle ja pois kytkeminen.

4.2 Tekstiviestit laiteohjauksessa

Toisena yksinkertaisena tapana laiteohjauksen suorittamiseen GSM-verkon kautta toimii tekstiviestit. Tekstiviestein eli lyhytsanomien on mahdollista käydä vuorovaikutteista keskustelua ohjattavan laitteen kanssa. Yleensä laitteelle lähetetään viesti, joka koostuu ns. avainsanoista ja parametreista. Ohjattavalle laitteelle on määritetty avainsanoja vastaamaan erilaisia toimintoja. Parametreilla voidaan taas määrittää esimerkiksi aika kauanko jonkin toiminnon halutaan olevan päälle kytkettynä. Jos kyseessä on esimerkiksi releen ohjaus, voi laitteelle lähetettävä tekstiviesti olla muotoa "päälle 30min", jolloin rele kytkeytyisi päälle 30 minuutiksi, olettaen releen olevan oletuksena pois päältä kytketty. Usein laiteohjaus tapahtuu AT-komennoilla.

Usein ohjattavalla laitteella on myös valmiudet lähettää tekstiviestejä käyttäjälle. Kyseessä voi olla esimerkiksi laitekokonaisuus, johon on kytketty antureita. Laitteelle on määritetty tietyt anturitiedot ja niille kriittiset rajat. Tällaisen kriittisen rajan rikkouduttua laite voi lähettää hälytysviestin käyttäjän päätelaitteeseen. Esimerkkinä tällaisesta pakkasvahti, joka mittaa lämpötila-anturilla huonelämpöä ja lähettää hälytysviestin käyttäjälle, mikäli asetettu raja lämpötilassa alitetaan.

Tekstiviestien tiedonsiirto tapahtuu perus GSM-verkossa, joten päätelaitteen ja ohjattavan laitteen on oltava GSM-kuuluvuusalueella. Lyhytsanomiam voidaan myös lähettää GPRS-palvelun avulla.

4.3 Modeemiyhteys

Modeemi-nimitys tulee sanoista modulator-demodulator. Modeemi on laite, joka muuntaa ohjainlaitteelta saatavan binäärimuotoisen datan puhelinlinjalla liikutettavaksi analogiseksi äänisignaalksi. Koska modeemi toimii kumpaankin suuntaan, osaa se myös vastaanottaa analogista signaalia ja muuntaa sen digitaaliseksi binääridataksi ohjainlaitteelle. (10.)

Modeemien siirtonopeus ilmoitetaan bitteinä sekunnissa (bits per second) eli esimerkiksi 56 000 bps. Yksikköä ei tule sekoittaa usein modeemien yhteydessä käytettyyn baudiin. Baud tarkoittaa signaalitason muutosten määrää, joita esimerkiksi puhelinlinjalla liikkuvassa äänisignaalisissa tapahtuu. Signaalitason muutosten määrä ei ole suoraan sama asia kuin siirrettävien bittien määrä. (10.)

Modeemin ja ohjainlaitteen väliseen kommunikointinopeuteen vaikuttaa ns. päätelaitenopeus. Päätelaitenopeus voi olla esimerkiksi 115 200 bps ja modeemin nopeus vain 56 000 bps. Modeemin siirtäessä dataa puhelinlinjalla se yleensä myös pakkaa siirrettävän tiedon pienempään tilaan. Mikäli tieto on pakkautunut tarpeeksi tehokkaasti, saattaa modeemi siirtäessään 56 000 bps puhelinlinjalla kuitenkin ohjainlaitteen kannalta siirtää lähes 115 200 bps. Tästä syystä päätelaitenopeus tulee aina olla modeemin fyysistä nopeutta suurempi. Pakkaustapoja on useita erilaisia ja niihin liittyy yleensä myös virheenkorjaustapoja. Tunnetuimpia pakkausprotokollia ovat v.42, v.42bis ja MNP. (10.)

Modeemeilla on oma kielensä. Modeemien alkuaikoina Hayes Microcomputer Products, Inc -niminen yhtiö kehitti AT-komentokielen, jolla modeemien ohjaus toteutettiin. Jälkeenpäin siitä syntyi yleinen standardi modeemien ohjauksessa. (10.)

Modeemi sisältää ohjelmiston, joka määrittää modeemin ymmärtämät siirtoprotokollat. Ohjelmisto on usein mahdollista päivittää. ITU-protokollien siirtonopeudet on esitetty taulukossa 4. (10.) GSM-modeemi käyttää datan lähetykseen tyypistä riippuen seuraavia menetelmiä: SMS, CSD, HSCSD ja GPRS.

TAULUKKO 4. ITU-protokollien siirtonopeudet (10)

Protokolla	ITU V.22	ITU V.22bis	ITU V.29	ITU V.32	ITU V.32bis	ITU V.34	ITU V.90
Siirtonopeus	1200 bps	2400 bps	9600 bps	9600 bps	14400 bps	36600 bps	56000 bps

4.4 GPRS-yhteys

GPRS-palveluiden käyttämiseksi mobiililaitteen tulee suorittaa GPRS-verkkoon kytkeytyminen, jolloin verkko saa tiedon mobiililaitteen läsnäolosta. Kytkeytymi-

sessä muodostetaan yhteys mobiililaitteen ja SGSN:n välille, jolloin voidaan välittää lyhytsanomaviestejä GPRS-radiokanavilla, kutsua puheluita SGSN:n kautta sekä ilmoittaa mobiililaitteelle verkosta tulevasta GPRS-datasta. Käytettäessä GPRS-varustettua mobiililaitetta on mahdollista olla jatkuvasti yhteydessä palveluihin. Toisin kuin GSM-Datassa, yhteyttä palveluihin ei tarvitse joka kerta luoda uudelleen. (6, s. 170 - 181.) GPRS-yhteyden luonti mobiililaitteen ja ohjainlaitteen välille onnistuu esimerkiksi GSM/GPRS-modeemia käyttämällä.

4.5 AT-komennot

AT-komennoilla tarkoitetaan käskykantaa, jolla voidaan käskää mobiililaitetta. Nimitys AT-komento tulee sanan attention lyhenteestä. Kaikki AT-komennot alkavat yhdistelmällä AT tai at. GSM/GPRS-mobiililaitteet tukevat monia yleisesti modeemin ohjaukseen käytettäviä käskyjä, kuten ATD (Dial, soitto), ATA (Answer, vastaus), ATH (Hook Control, yhteyden katkaisu) ja ATO (Return to online data state, paluu online-tilaan). Yleisten AT-komentojen lisäksi GSM/GPRS-mobiililaitteet tukevat GSM-tekniikkaan spesifioituja AT-komentoja, jotka sisältävät esimerkiksi lyhytsanomiin liittyviä komentoja, kuten AT+CMGS (viestin lähetys), AT+CMSS (viestin lähetys muistista), AT+CMGL (viestien listaus) ja AT+CMGR (viestien luku). (11.)

AT ei suoranaisesti ole osa varsinaista käskyä, vaan valmistaa modeemin tai moduulin vastaanottamaan käskyn. Esimerkiksi D on varsinainen käsky komennossa ATD ja +CMGS on varsinainen käsky komennossa AT+CMGS. AT-merkin jälkeen voidaan syöttää useampiakin komentoja, tällöin komennot erotellaan toisistaan puolipisteellä. Plusmerkki AT-komennon edessä tarkoittaa extended-tyyppistä käskyä. Kaikki GSM-laitteille spesifioidut komennot ovat extended-tyyppisiä komentoja. (11.)

GSM/GPRS-mobiililaitteissa AT-komentoja voidaan käyttää esimerkiksi (11)

- hakemaan perustietoja mobiililaitteesta, kuten valmistajan, mallin, IMEI-numeron ja ohjelmistoversion
- hakemaan tietoja tilaajasta

- hakemaan tietoja mobiililaitteen nykytilasta, kuten aktiivisuustila, verkkorekisteritila, signaalin voimakkuus ja akun varaus- ja lataustila
- luomaan data- tai puheyhteys
- lähettämään ja vastaanottamaan faksi
- lähettämään, lukemaan, kirjoittamaan ja poistamaan lyhytsanomaviestejä sekä saamaan tieto vastaanotetusta viestistä
- lukemaan, kirjoittamaan ja etsimään puhelinmuistiotietoja
- hakemaan ja muuttamaan mobiililaitteen asetuksia, kuten muuttamaan GSM-verkkoa, verkkopalvelun tyyppiä, radiolinkkiprotokollan parametreja, lyhytsanomapalvelun osoitetta ja lyhytsanomien tallennusta
- tallentamaan ja palauttamaan mobiililaitteen asetuksia.

Huomattava on, että puhelinvalmistajat eivät tavallisesti sisällytä kaikkia AT-komentoja, komentoparametreja ja parametriarvoja matkapuhelimiinsa. Yleisesti GSM/GPRS-modeemit ja -moduulit kuitenkin tukevat AT-komentoja paremmin kuin tavalliset matkapuhelimet. Täytyy myös huomata, että jotkin AT-komennoista vaativat verkko-operaattorin tuen, kuten esimerkiksi lyhytsanomien lähetys GPRS-palvelun kautta. (11.)

5 MARKKINOILLA OLEVA TEKNIikka

GSM-verkon kautta tapahtuvan laiteohjauksen olennaisin osa on GSM-moduuli. Moduulin ympärille löytyy valmiiksi rakennettuja laitteita, tai GSM-yhteyslaitteen voi rakentaa itse alusta alkaen, jolloin lähdetään liikkeelle piirilevyn suunnittelusta asti. Markkinoilta löytyy moduulien lisäksi GSM-terminaaleja, jotka on rakennettu valmiiksi liitäntöjä ja kotelointia myöten liitettäväksi ohjainlaitteelle. Moduuleille on tarjolla myös monipuolisia kehitysalustoja sekä PCIe-kortti PC-ohjaukseen suoraan tietokoneen emolevylle liitettäväksi.

5.1 GSM-moduuli

GSM-moduuleita on markkinoilla useilta eri laitevalmistajilta. Se on komponentti, jota käytetään M2M-viestinnässä datan lähettämiseen ja vastaanottamiseen GSM-verkon yli. Moduuleiden virrankulutus on vähäistä, ja ne ovat kooltaan kompakteja, pienimmillään samassa kokoluokassa SIM-kortin kanssa. Moduuleita on saatavissa niin liitinmallisina kuin pintaliitosmallisina. Liitinmallisten moduuleiden etuna on niiden helppo liitettävyyden esim. kehitysalustoihin. Pintaliitosmalliset moduulit taas on mahdollista juottaa käsin. Työssä tarkastellaan kahden suuren komponenttivalmistajan yksinkertaisimpia pintaliitosmallisia 2G GSM/GPRS-moduuleita. Esitellyt mallit eivät sisällä virtalähdettä, SIM-kantaa tai antennia, ainoastaan moduulikomponentin.

5.1.1 Telit GL865

Telitin valmistamaa GL865-moduulia on saatavissa niin kaksi- kuin nelitaajuuksisena mallina. Kaksitaajuuksinen malli kattaa taajuudet 900/1 800 MHz ja nelitaajuuksinen 850/900/1 800/1 900 MHz, muilta ominaisuuksiltaan mallit eivät eroa toisistaan. Moduuli tukee GSM-tekniikan lisäksi GPRS-tekniikkaa. GL865 on varustettu LCC castellation -tyyppisillä pintaliitospadeilla, mikä mahdollistaa käsin juottamisen ja irrottamisen. GL865 sisältää ominaisuuksia, kuten TCP/IP-pino, sarjaportti multiplekseri ja kauko-ohjattavuus AT-komennoilla, jotka lisäävät sen käyttömahdollisuuksia. Easy Scan -ominaisuus mahdollistaa GSM-taajuuksien automaattiskannauksen myös ilman SIM-korttia. Moduuli ymmärtää

Python-koodia, joka mahdollistaa käyttäjän sovellusten ajamisen moduulin sisällä. Telitin etuna mainittakoon kattava oheismateriaali verkossa. Tarkemmat tuotetiedot ovat liitteessä 2.

Jälleenmyyjältä saatujen tietojen mukaan GL865-moduulin dual-mallin hinta on 32 € ja quad-mallin 38 €. Hinnat ovat yksittäiskappalehintoja, suurempia määriä tilatessa kappalehinta on hieman halvempi. Hinnat ovat verottomia, eikä niihin ole laskettu toimituskuluja.

5.1.2 Cinterion BGS2

Cinterionin valmistamaa BGS2-moduulia on saatavissa kaksi- ja nelitaajuuksisena mallina, kuten Telitin vastaavaa tuotetta. Moduuli tukee sekä GSM- että GPRS-palveluita. Cinterion BGS2 dual- ja quad-mallit eroavat toisistaan GPRS-luokan osalta. Dual-mallin GPRS-luokka on 8, jolloin se pystyy käyttämään neljää downlink-aikaväliä ja yhtä uplink-aikaväliä. Quad-mallin GPRS-luokka on 10, jolloin käytössä on neljä downlink- ja kaksi uplink-aikaväliä. BGS2-moduuli on varustettu sekä LGA että castellation-tyyppisillä pintaliitospadeilla, joten se voidaan tarvittaessa juottaa käsin. BGS2 sisältää ominaisuuksia, kuten TCP/IP-pino, ohjattavuus AT-komennoilla ja tunnelointi. Tunnelointi mahdollistaa suoran viestinnän sarjaliitännän avulla sovelluksen mikrokontrollerin ja esimerkiksi GPS-vastaanottimen tai langattoman lähiyhteyden välille. Tarkemmat tuotetiedot ovat liitteessä 3.

Jälleenmyyjältä saatujen tietojen mukaan BGS2-W quad-mallin hinta on 23 € kappaleelta. Hinta on ilmoitettu verottomana, eikä se sisällä toimituskuluja. Minimikertatilaus on 10 kappaletta.

5.2 GSM-terminaali

GSM-terminaali, jota kutsutaan myös nimellä GSM-modeemi, on valmis yhteyslaite GSM-verkkoon. Se sisältää GSM-moduulin piirilevyllä, johon on rakennettu tarvittavat liitännät tiedonsiirtokaapeleille, antennilla, virtalähteelle ja SIM-kortille. GSM-terminaali on suojattu muovikotelolla ja varustettu tarvittavilla kiin-

nitysmahdollisuuksilla. Terminaali on nopea Plug & Play -ratkaisu langattomaan tiedonsiirtoon ja se on helposti liitettävissä ohjainlaitteeseen esimerkiksi RS-232-liittimellä.

Cinterionin valmistama BGS2-terminaali pohjautuu aiemmin esiteltyyn BGS2-moduuliin. Se on helppo ratkaisu useisiin M2M-toteutuksiin valmiiden liitäntöjen ansiosta. BGS2-terminaali on valmis liitettäväksi ohjainlaitteeseen, joten se ei vaadi rakentelua, kuten pelkän moduulin tapauksessa. BGS2-terminaali vastaa ominaisuuksiltaan BGS2-moduulia. Terminaali tukee GSM-palvelua, GPRS-palvelua, piirikytkentäistä datapalvelua ja lyhytsanomaviestejä, kuten moduulikin. Haittapuolena terminaalin tapauksessa ei voida käyttää ääniyhteyttä. BGS2-terminaali sisältää antenni-, virtalähde-, RS-232- ja RS-485-liitännät, sekä integroidun SIM-kortti-paikan. Terminaali voidaan kiinnittää DIN-kiskoon, C-kiskoon tai ruuviliitoksen avulla. Tarkemmat tuotetiedot ovat liitteessä 4.

Jälleenmyyjältä saatujen tietojen mukaan BGS2-terminaalin hinta on 69 € kappaleelta. Hinta on ilmoitettu verottomana, eikä siihen sisälly toimituskuluja. Hinta ei myöskään sisällä virtajohtoa tai verkkovirtalaitetta, eikä antennia. Minimikerätilaus on 1 kappale.

5.3 Kehitysalusta

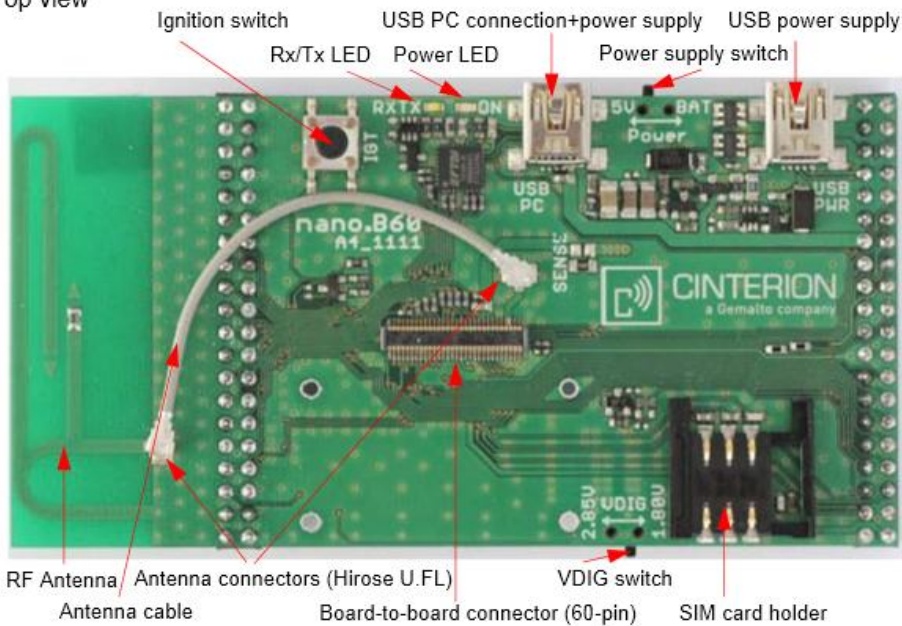
Markkinoilla on tarjolla GSM-moduuleille soveltuvia kehitysalustoja. Kehitysalustojen avulla mahdollistetaan moduulin helppo liitettävyys esimerkiksi tietokoneeseen ja vältytään näin ollen piirilevyn suunnittelulta.

5.3.1 Starter Kit B60

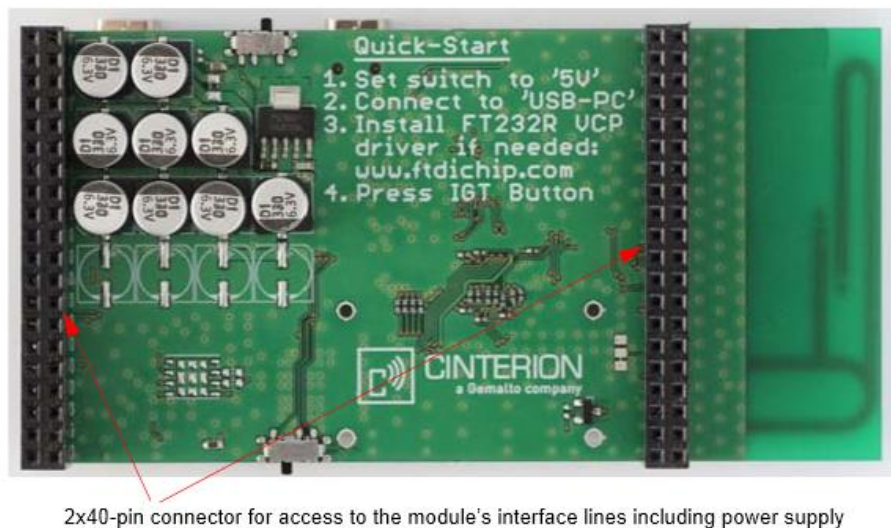
Starter Kit B60 on kehitysalusta, joka soveltuu erityisesti Cinterion BG2 liittimellisille moduuleille. BG2-moduulin tuotetiedot ovat liitteessä 5. Liittimellinen moduuli voidaan kiinnittää vaivattomasti 60-pinnisellä board-to-board-liittimellä. Myös pintaliitosmoduulin liittäminen Starter Kit B60 -kehitysalustaan onnistuu evaluation module -lisäosalla. Kehitysalusta sisältää moduuliliitännän lisäksi USB-liitännän tietokonetta varten, jolla syötetään myös virta kehitysalustalle

sekä toisen USB-liitännän lisävirtaa varten. Kehitysalustassa on sisäänrakennettuna SIM-kortti-paikka ja RF-antenni. Starter Kit B60:n kääntöpuolelta löytyy 2*40-pinniset liitännälinjat moduulin käyttöliittymään, joita voidaan käyttää myös laajennusosan liittiminä. Kuva 7 havainnollistaa Starter Kit B60:n liitännöjen ja kytkimien sijoittelun. Tarkemmat lisätiedot Starter Kit B60 -kehitysalustasta on saatavissa User Guidesta (12).

Top view



Bottom view



2x40-pin connector for access to the module's interface lines including power supply

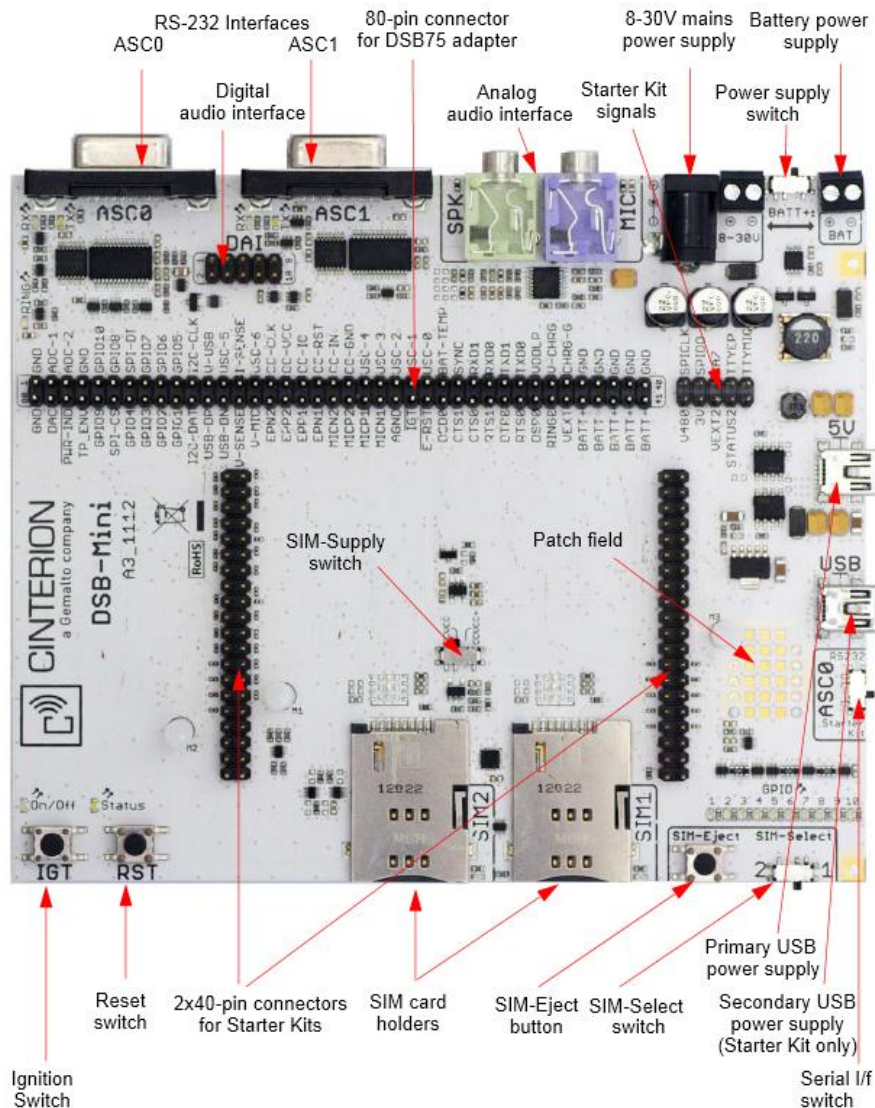
KUVA 7. Starter Kit B60 liitännät ja kytkimet (12, s. 7)

Jälleenmyyjältä saatujen tietojen mukaan Starter Kit B60 -kehitysalustan hinta on 110 € kappaleelta. Hinta on ilmoitettu verottomana, eikä siihen sisälly toimituskuluja. Minimikertatilauus on 1 kappale.

Starter Kit B60:n kanssa yhteensopivan BG2-moduulin hinta mallista riippuen on 25 € tai 26 € kappaleelta. Hinta on ilmoitettu verottomana, eikä siihen sisälly toimituskuluja. Minimikertaus on 10 kappaletta.

5.3.2 DSB-Mini

Edellä esitelty Starter Kit B60 on mahdollista liittää laajennusosaan DSB-Mini. DSB-Mini tarjoaa lisäominaisuuksia, kuten 2 kappaletta RS-232-sarjaporttiliitäntöjä, mahdollisuuden käyttää kahta SIM-korttia ja 3.5 mm:n audioliitännät. Starter Kit B60 liitetään DSB-Miniin 2*40-pinnisillä liitännöillä. Kuvassa 8 on nähtävissä DSB-Minin liittimien ja kytkimien sijoittelu. Tarkemmat lisätiedot DSB-Mini-laajennusosasta on saatavissa User Guidesta (13).



KUVA 8. DSB-Minin yleiskuva (13, s. 9)

5.4 PCIe-kortti

PC-ohjausta varten on tarjolla PCIe-modeemikortteja. PCIe-kortti on liitettävissä PC:n emolevyllä 52-pinnisellä PCIe-liitännällä, jolloin vältetään tarve ulkoisille yhteyslaitteille. PCIe-kortti soveltuu erityisesti PC-pohjaiselle GSM-verkon kautta tapahtuvalle laiteohjaukselle.

Cinterionin valmistama BGS2 miniPCIe pohjautuu aiemmin esiteltyyn BGS2-W-moduuliin tarjoten 2G-datayhteyden. BGS2 miniPCIe liitetään suoraan PC:n emolevyyn ja sen sisäänrakennetut modeemiajurit sekä Windows- että Linux-käyttöjärjestelmille yksinkertaistavat käyttöönottoa. Kortti tarvitsee USB-, SIM- ja virtalähdeliitännät sekä antennin toimiakseen. BGS2 miniPCIe:n tekniset tiedot ovat liitteessä 6.

Jälleenmyyjältä saatujen tietojen mukaan BGS2 miniPCIe:n hinta on 33 € kappaleelta. Hinta on ilmoitettu verottomana, eikä siihen sisälly toimituskuluja. Minimikertatilaus on 20 kappaletta.

6 KÄYTTÖÖNOTON HAASTEELLISUUS JA KÄYTTÖKOHTEET

GSM-ohjauksen käyttöönotto vaatii tiettyjä edellytyksiä ohjattavalta laitteelta. GSM-verkon kautta tapahtuvasta laiteohjauksesta puhuttaessa ensisijaisen tärkeäksi asiaksi nousee ohjattavan laitteen fyysinen sijainti. Jotta tiedonvälitys olisi mahdollista, ohjattavan laitteen on sijaittava GSM-verkon kuuluvuusalueella. Tämä tuskin osoittautuu suureksi ongelmaksi, sillä nykypäivänä GSM-verkon kattama alue on maailmanlaajuisesti varsin laaja. Suomessa katvealueita esiintyy vain harvaanasutuilla alueilla.

GSM-laiteohjaus voidaan ottaa käyttöön ilman järjestelmien suuria muutoksia. Laiteohjausta ei tarvitse rakentaa kokonaan uudestaan, vaan GSM-ohjaus voidaan liittää lisäosaksi jo olemassa olevaan ohjaukseen. Mikrokontrolleriin pohjautuvissa järjestelmissä GSM-ohjaus voidaan toteuttaa liittämällä GSM-moduuli mikrokontrollerin alaisuuteen toimimaan yhdyskäytävänä mikrokontrollerin ja käyttäjän mobiililaitteen välillä. Markkinoilla on myös kehitysalustoja, joissa GSM-moduuli on sisäänrakennettuna. Tällöin mikrokontrolleri voidaan korvata kokonaisuudessaan. PC-pohjaisiin järjestelmiin on saatavissa ulkoisia GSM-terminaaleja tai suoraan PC:n emolevylle liitettäviä PCIe-kortteja mahdollistamaan GSM-verkkoyhteyden.

Käyttöönotto vaatii laitteiden ja komponenttien laajan yhteensopivuustarkastelun ja perehtyneisyyden GSM-tekniikkaan. Käyttöönottoon liittyy olennaisena osana koodaus-, testaus- ja virheenkorjausvaiheet, kuten minkä tahansa muunkin ohjauksen tapauksessa. GSM-ohjauksen käyttöönoton hinta pysyy suhteellisen edullisena ajatellen, että käyttäjän ohjaavan mobiililaitteen ja ohjattavan GSM-ohjauslaitteen fyysinen etäisyys voi olla hyvinkin suuri. Langaton yhdistyminen GSM-verkkoon mahdollistaa sen, ettei lisäinvestointeja tarvita esimerkiksi kaapeliyhteyden rakentamisen osalta.

GSM-ohjaus soveltuu käyttökohteiltaan monenlaisten laitteiden langattomaan etävalvontaan ja -hallintaan. Erityisesti kiinteistöautomaatioon GSM-ohjaus soveltuu erinomaisesti ja onkin nykypäivänä laajalti käytössä useissa eri sovelluk-

sisä. Murtohälyttimet ja lämmityksen kauko-ohjaus ovat hyviä esimerkkejä kiinteistöautomaation GSM-ohjauksesta. Usein kiinteistöautomaatiota hallinnoidaan keskusyksiköllä, johon voivat kuulua edellä mainittujen lisäksi kameravalvonta, yleisohjaus, kuten ovilukot ja pistorasiaryhmät, sekä ilmaishälytykset, kuten vesivuoto- ja palohälytykset. GSM-ohjausta on hyödynnetty myös sähkömittareiden, vesimittareiden ja muiden vastaavien etäluvussa.

Myös useissa arkisissa sovelluksissa on hyödynnetty GSM-laiteohjausta. Tällaisista esimerkkinä voidaan mainita virvoitusjuoma- ja välipala-automaatit, joista tuote voidaan ostaa tekstiviestillä tai soittamalla laitteen GSM-numeroon. Samalla periaatteella käyttäjän on myös mahdollista ostaa palveluita, kuten auto-pesu autopesuautomaatista.

GSM-verkon kautta tapahtuva laiteohjaus soveltuu parhaiten käytettäväksi sovelluksissa, joissa mobiililaitteen ja ohjainlaitteen välistä kommunikointia tarvitaan harvakseltaan. Tämä pätee eritoten käytettäessä tekstiviestejä tiedonvälitykseen. Mikäli tietoa välitetään tekstiviestein jatkuvasti puolin ja toisin, on otettava huomioon operaattorin tekstiviestien välityksestä perimä hinta. Jos hinta tekstiviestien välitykselle nousee suureksi, kannattaa harkita vaihtoehtoista tiedonvälitystapaa. Jatkuvaan ja korkeampia tiedonsiirtonopeuksia vaativaan kommunikointiin soveltuu paremmin 3G- ja 4G-tekniikka.

Parhaiten GSM-laiteohjaus toimii sovelluksissa, joissa haetaan tietoa laitteelta GSM-verkon välityksellä, kuten edellä mainitut mittareiden etälukusovellukset. Muut sovellukset, kuten aiemmin mainittu kiinteistöautomaatio, joissa tiedonvälitys on vähäistä ja ajoittaista, ovat mainioita käyttökohteita GSM-laiteohjaukselle. Nykypäivän käyttökohteet GSM-ohjaukselle painottuvat lähinnä yksityishenkilöiden mukavuustoimintoihin. Viime aikoina markkinoille on ilmestynyt esimerkiksi auton polttoainekäyttöisen lisälämmittimen GSM-ohjaus.

GSM-ohjauksen etuna voidaan pitää sen tekniikan yksinkertaisuutta ja toimintavarmuutta. 2G-tekniikan vikatilanteiden vähäisyys toimii erityisenä etuna tilanteissa, joissa GSM-verkon kautta ohjattavan laitteen sijainti on syrjäinen.

7 YHTEENVETO

Tämä työ tehtiin Oulun yliopiston Tulevaisuuden tuotantoteknologiat -tutkimusryhmälle. Työn tavoitteena oli selvittää yksinkertaiseen GSM-verkon kautta tapahtuvaan laiteohjaukseen markkinoilla oleva tekniikka ja sen hinta sekä tekniikan käyttötavat. Lisäksi arvioitiin tekniikan käyttöönoton haasteellisuutta ja pohdittiin käyttökohteita.

Työ aloitettiin kartoittamalla olemassa olevaa laiteohjaustekniikkaa sekä GSM-tekniikkaa. Tietoa hankittiin alan kirjallisuudesta ja verkosta. Tutkimuksen laiteohjauksen yksinkertaisuusnäkökulman vuoksi ohjaustekniikassa lähdettiin liikkeelle ohjausreleestä ja GSM-tekniikka rajattiin 2G-tekniikkaan. Ohjaus- ja GSM-tekniikasta laadittiin selonteko. GSM-verkon kautta tapahtuvan laiteohjauksen eri käyttötavat ja mekanismit kartoitettiin. Todettiin yksinkertaisimpien mekanismien olevan tekstiviesteillä ja näppäinäänillä tapahtuva ohjaus. Selvitettiin GSM-ohjaukseen markkinoilla olevat komponentit ja niiden hinta. Todettiin markkinoilla olevan eri tapoja liittää GSM-tekniikka osaksi jo olemassa olevaa ohjausta. Arvioitiin GSM-tekniikan käyttöönoton haasteellisuutta laiteohjauksessa ja pohdittiin sen käyttökohteita.

Selvitystyön myötä saavutettiin tietämys GSM-ohjaukseen markkinoilla olevasta tekniikasta ja sen käyttötavoista. Tutkimuksesta saadaan lisätietoa GSM-verkon kautta tapahtuvan laiteohjauksen kustannusarviointiin sekä voidaan aiempaa paremmin arvioida GSM-tekniikan käyttöönoton kannattavuutta eri käyttökohteissa. Kokonaisuudessaan tämä opinnäytetyö voi toimia tietopakettina GSM-ohjausta suunniteltaessa.

LÄHTEET

1. Tulevaisuuden tuotantoteknologiat -tutkimusryhmä. Oulun yliopisto. Saatavissa: <http://www.oulu.fi/fmt/FMT6/index.html>. Hakupäivä 11.4.2013.
2. Frid, Johnny – Johnsson, Jörgen. 2005. Ohjaustekniikka A Oppikirja. 1. painos. Iisalmi: IS-VET Oy.
3. Keinänen, Toimi – Kärkkäinen, Pentti – Lähetkangas, Markku – Sumujärvi, Matti. 2007. Automaatiojärjestelmien logiikat ja ohjaustekniikat. 1. painos. Helsinki: WSOY.
4. Mikrokontrollerit. Hutasu.net. 2013.
Saatavissa: <http://www.hutasu.net/Mikrokontrollerit/mikrokontrollerit.htm>. Hakupäivä 11.4.2013.
5. Kunnossapito 8. 2007. Helsinki: KP-Media Oy.
6. Penttinen, Jyrki 2001. GSM-tekniikka. 3. painos. Vantaa: WSOY.
7. Granlund, Kaj 2001. Langaton Tiedonsiirto. 1. painos. Porvoo: Docendo Finland Oy.
8. GSM Overview. TelecomSpace.
Saatavissa: <http://www.telecomspace.com/gsm.html>. Hakupäivä 23.1.2013.
9. DTMF (Dual-Tone Multi-Frequency). Tech-Faq. 2013.
Saatavissa: <http://www.tech-faq.com/dtmf.html>. Hakupäivä 11.2.2013.
10. Lahtonen, Tommi – Heinonen, Petri. Tietoliikennelaitteet. Jyväskylän yliopiston kurssimateriaali. Saatavissa:
<http://appro.mit.jyu.fi/doc/tietokone/index13.html>. Hakupäivä 11.2.2013.

11. SMS Tutorial: Introduction to AT Commands, Basic Commands and Extended Commands. Developer's Home. 2013. Saatavissa:
<http://www.developershome.com/sms/atCommandsIntro.asp>. Hakupäivä 18.2.2013.

12. Starter Kit B60 User Guide. 2012. Version: 04. Cinterion. Saatavissa:
http://m2m.gemalto.com/tl_files/cinterion/downloads/starter_kit_b60_v04.pdf. Hakupäivä 26.2.2013.

13. DSB-Mini User Guide. 2012. Version: 02. Cinterion. Saatavissa:
http://m2m.gemalto.com/tl_files/cinterion/downloads/dsb-mini_ug_v02.pdf. Hakupäivä 26.2.2013.

LIITTEET

Liite 1 Lähtötietomuistio

Liite 2 Telit GL865-Dual -datalehti

Liite 3 Cinterion BGS2-moduuli -datalehti

Liite 4 Cinterion BGS2-terminaali -datalehti

Liite 5 Cinterion BG2-moduuli -datalehti

Liite 6 Cinterion BGS2 miniPCle -tekniset tiedot

LÄHTÖTIETOMUISTIO

Tekijä Petri Taivainen

Tilaaaja Oulun yliopisto - Tulevaisuuden tuotantoteknologiat

Tilaaajan yhdyshenkilö ja yhteystiedot

Kari Mäntyjärvi

040 084 3050, kari.mantjarvi@oulu.fi

Työn nimi GSM-verkon kautta tapahtuvan laiteohjauksen tekniikka

Työn kuvaus Työssä perehdytään GSM-verkon kautta tapahtuvaan yksinkertaiseen laiteohjaukseen. Tyypillisesti esim. tekstiviesteillä tai näppäinäänillä tapahtuvaan ohjaukseen ja tiedon välitykseen. Yksinkertaisimpia esimerkkejä ovat ns. GSM-rele-pistorasiat, joita voi sammuttaa ja laittaa päälle tekstiviestillä. Työssä keskitytään siihen minkälaisina komponentteina esim. GSM-pistorasiareleiden matkapuhelinosa on saatavissa ja miten helposti niitä voi hyödyntää.

Työn tavoitteet

- Selvittää markkinoilla oleva tekniikka ja sen hinta
- Selvittää eri tavat käyttää tekniikka esim. mikrokontrolleriin pohjautuvissa järjestelmissä
- Arvioida tekniikan käyttöönoton haasteellisuutta
- Miettiä käyttökohteita tekniikalle

Tavoiteaikataulu

Kevät 2013

Päiväys ja allekirjoitukset

10.12.2012

Petri Taivainen

Kari Mäntyjärvi

http://www.telit.com/en/products/gsm-gprs.php?p_ac=show&p=93 -> Telit_GL865-DUAL_Datasheet



GL 865-DUAL
Embedded

- Ultra Compact
- Telit Unified AT Command Set
- RUN AT Commands Remotely
- SMD Component
- LCC Package
- Dual Band GPRS
- GPRS Class 10
- RoHS Compliant
- SIM Access Profile
- PYTHON® Script Interpreter
- Embedded FTP and SMTIP Client
- Extended Temperature Range -40° to +85° C
- Extended RF Sensitivity
- Serial Port Multiplexer (3GPP TS 27.010)
- Embedded TCP/IP Stack

TELIT INFINITA SERVICES
Premium FOTA Management

GL865-DUAL is a dual band 900/1800 GSM/GPRS device in LCC castellation packaging with extremely low power consumption, extended temperature range and compact profile. The low profile and small size of SMT package combined with a very low power consumption enables the design of very compact applications with increased autonomy. Since connectors are eliminated, the solution cost is significantly reduced compared to conventional mounting.

The GL865-DUAL modules with LCC castellation package technology are surface mount package devices, which use metalized pads on the sides of the package. This kind of packaging is ideally suited for uncomplicated and low-cost applications based on Four-Layer PCB (printed circuit board). Moreover, with the option for manual soldering and removal, it can also serve niche applications with a low volume production.

Additional features such as integrated TCP/IP protocol stack, serial multiplexer and Remote AT commands extend the functionality of the application at no additional cost. The GL865-DUAL makes it possible to run the customer's application inside the module by means its embedded Python Script Interpreter, thus making it the smallest, complete SMT platform for m2m solutions.

All Telit modules, support Over-the-Air firmware update by means Premium FOTA Management. By embedding Red Bend Software vRapid Mobile® agent, a proven and battle-tested technology powering hundreds of millions of cellular handsets world-wide Telit is able to update its products by transmitting only a delta file, which represents the difference between one firmware version and another.

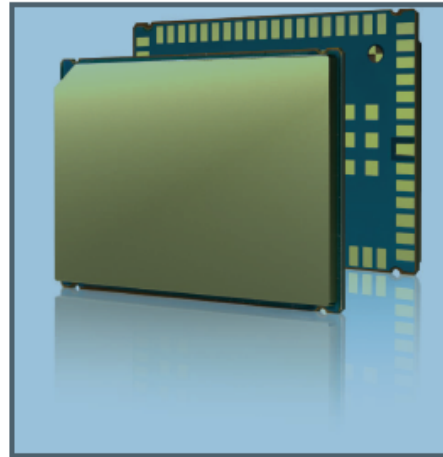
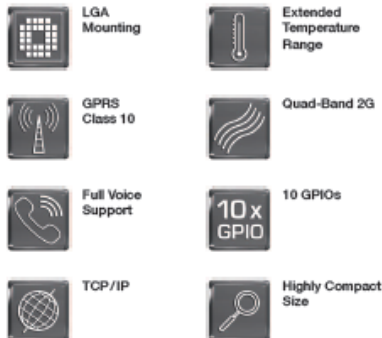
As a part of Telit's corporate policy of environmental protection, all products comply to the RoHS (Restriction of Hazardous Substances) directive of the European Union (EU Directive 2002/95/EG).

- Product features**
- LCC Castellation form factor
 - Dual-band EGSM 900 / 1800 MHz
 - GSM/GPRS protocol stack 3GPP Release 4 compliant
 - Control via AT commands according to 3GPP TS 27.005, 27.007 and Telit custom AT commands
 - Serial port multiplexer 3GPP TS 27.010
 - SIM access profile
 - TCP/IP stack access via AT commands
 - SIM application toolkit 3GPP TS 51.014
 - Dimensions: 24.4 x 24.4 x 2.7 mm
 - Weight: 2.8 grams
 - DARP/SAIC support
 - Output power
 - Class 4 (2W) @ 900 MHz
 - Class 1 (1W) @ 1800 MHz

Making machines talk.®

2G
M2M Value

BGS2



Cinterion BGS2 Perfect M2M at Minimal Footprint

The Cinterion BGS2 is the smallest LGA wireless module based on the latest generation of 2G products offering full voice capabilities and high speed GPRS data transmission and is your all-rounder of choice for machine-to-machine communication including metering, security, vending, POS and many more applications.

The ultra compact design with a minimal footprint is perfect to suit the needs of M2M manufacturers of small host devices in high-volume production with the focus on reliable and efficient processes. This module features a Quad-Band GSM/GPRS baseband, TCP/IP connectivity based on GPRS class 10 data transmission

and industrial interfaces such as two serial interfaces, 10 GPIO's as well as I²C. Alongside highest reliability and quality the BGS2 offers new features such as tunneling mode which allows the direct communication via serial interface between the application microcontroller and e.g. a GPS receiver or NFC interface. BGS2 comes along in two flavors as Quad-Band with GPRS class 10 (BGS2-W) and Dual-Band version with GPRS class 8 (BGS2-E). Like all Cinterion modules the BGS2 includes full type approval (FTA) enabling use across the globe. It has even been certified by the largest carriers worldwide, including US operators.

www.cinterion.com



BGS2

General Features

- Quad-Band: GSM 850 / 900 / 1800 / 1900 MHz (BGS2-W)
- Dual-Band: GSM 900 / 1800 MHz (BGS2-E)
- 3GPP release 99
- GPRS multi-slot Class 10/8
- Compliant to GSM phase 2/2+
- Output power:
 - Class 4 (2W) for GSM850
 - Class 4 (2W) for EGSM900
 - Class 1 (1W) for GSM1800
 - Class 1 (1W) for GSM1900
- SIM Application Toolkit release 99
- Control via AT commands (f-layers, 3GPP TS 27.007 and 27.005)
- TCP/IP stack access via AT commands
- Internet Services FTP, ICMP, DNS, TCP server & client, UDP client
- HTTP, SMTP, POP3, Transparent Mode
- Supply voltage range: 3.3 V – 4.5 V
- Dimension: 18.8 x 27.6 x 2.7 mm (mounted)
- Operating temperature range: -40°C to +85°C
- Weight: 2.7 g
- RoHS and EuP compliant

Specifications

- GPRS Class 10/8
 - DL: max. 85.6 kbps,
 - UL: max. 42.8 kbps (BGS2-W)
 - UL: max. 21.4 kbps (BGS2-E)
- Mobile Station Class B
- CSD data transmission up to 14.4 kbps
- USSD support
- SMS text and PDU mode, cell broadcast
- Fax Group 3, Class 1 & 2
- High quality voice support
- High quality handsfree operation
- FR, HR, EFR and AMR speech codec support
- Integrated TTY modem

Interfaces (LGA Pads)

- Antenna 50 Ω
- 2 Serial interfaces
- Automatic baud rate detection
- Audio analog interface (Microphone & Speaker)
- UICC/SIM card interface 1.8 V and 3.0 V
- 8 GPIO pins 1.8 V (special option for PWM or Buzzer and status indication functionality)
- 2 GPIO pins 2.8 V (optional usable as I²C)
- ADC/DAC (PWM) interface

Special Features

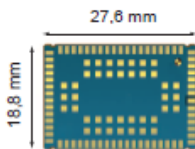
- Modem driver for Microsoft® Windows XP™, Windows Vista™ and Windows 7™
- Firmware update via serial interface
- Real time clock with alarm functionality
- Multiplex driver for Microsoft® Windows XP™, Windows Vista™ und Windows 7™
- RIL driver for Microsoft® Windows Mobile based devices
- Tunneling mode
- Customer IMEI on request

Approvals

- CE, R&TTE, GCF, FCC, PTCRB, IC
- Local approvals and network operator certifications (including AT&T approval)

For detailed specification please see hardware interface description.

Perfect M2M at Minimal Footprint



LGA technology

Land grid array, or LGA, is a surface-mount technology for fully automated manufacturing allowing to benefit from efficiency and process consistency. Cinterion's unique type of LGA technology is designed with focus on highest reliability and flexibility and to meet the demanding requirements of M2M application manufacturers.

GPIO

The most flexible interface for customer applications and their input and output lines providing easy set up and usage via AT commands.

Miniaturization

The world's slimmest module with a unique size-performance-ratio suits perfectly to size critical designs.



Cinterion Global Support

Local engineers, a competent helpdesk, a dedicated team of R&D specialists and an advanced development center are the hallmarks of our leading support offer.

The Cinterion support includes:

- Personal design-in consulting for hardware and software
- Extensive RF test capabilities
- GCF/PTCRB conform pretests to validate approval readiness
- Guidelines for local approvals and acceptances
- Regular training workshops

Cinterion
St-Martin-Str. 60
81541 Munich
Germany

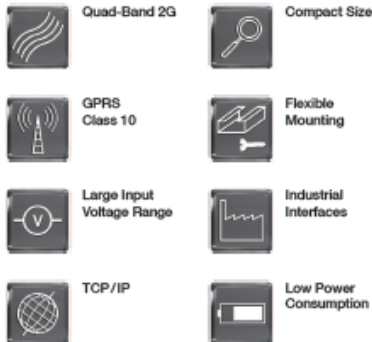
Further information about our products and services is also accessible via www.cinterion.com

The information provided in this brochure contains merely general descriptions or characteristics of performance, which in case of actual use do not always apply as described or which may change as a result of further development of the products. An obligation to provide the respective characteristics shall only exist if expressly agreed in the terms of contract. All product designations may be trademarks or product names of Cinterion or supplier companies whose use by third parties for their own purposes could violate the rights of the owners. Java and the Java logo are registered trademarks of Sun Microsystems, Inc. in the United States and other countries. ARM9 is a registered trademark of ARM Limited.

Terminals

GPRS Connectivity in a Box

BGS2 Terminal



Cinterion BGS2 Terminals Plug-and-Play with Most Flexible Mounting

The ultra-compact BGS2 Terminal incorporates the latest generation of powerful 2G wireless modules featuring a Quad-Band GSM/GPRS baseband, TCP/IP connectivity based on GPRS class 10 data transmission and outstanding low power consumption.

Ideal for first time M2M implementers and small scale deployments, the BGS2 Terminal offers reliable, cost-effective, out-of-the-box M2M communications for a variety of industrial applications such as metering, security, transportation, remote monitoring and control and many more.

The plug-and-play design includes a robust plastic housing with unparalleled mounting options, a range of common industrial interfaces such as RS-232 and RS-485 as well as an integrated SIM cardholder to enable easy deployment. Quad-Band support ensures global coverage for an all-in-one solution with data communications plus SMS and fax capabilities.

Like all Cinterion products, the BGS2 Terminal comes with full type approval (FTA) and is certified by the largest carriers worldwide.

www.cinterion.com



BGS2 Terminal

General Features

- GSM Quad-Band:850/900/1800/1900 MHz
- GPRS multi-slot class 10
- Compliant to GSM phase 2/2+3GPP Release 99
- Output power:
 - Class 4 (2W) for GSM850
 - Class 4 (2W) for GSM900
 - Class 1 (1W) for GSM1800
 - Class 1 (1W) for GSM1900
- SIM Application Toolkit Rel.99
- Control via AT commands (Hayes, 3GPP TS 27.007 and 27.005)
- TCP/IP stack access via AT commands
- Internet Services: FTP, ICMP, DNS, TCP server & client, UDP client, HTTP, SMTP, POP3, Transparent Mode
- Supply voltage range: 8 - 30 V
- Dimension: 80 x 55 x 23 mm (excluding connectors)
- Operation Temperature Ranges:
 - Normal operation: -30 °C to +85 °C
 - Restricted operation: -40 °C to +90 °C

- Weight 65 g
- WEEE
- RoHS and EuP compliant

Special Features

- Hardware watchdog
- Driver for Microsoft® Windows 7™, Windows XP™ and Windows Vista™
- Firmware update via serial interface
- Real time clock with alarm functionality
- flexible mounting concept
- Cable fixations

Specifications

- GPRS class 10:
 - DL: max. 85.6 kbps, UL: max. 42.8 kbps
- Mobile Station class B
- CSD data transmission
- USSD support
- SMS text and PDU mode, cell broadcast
- Fax Group 3, class 1&2

Interfaces

- Antenna Connector SMA (female)
- Mini-SIM card reader, 1.8 V and 3.0 V
- Plug-in power supply connector (8-pole Western jack @BGS2T RS232)
- V24 / V28 RS-232 Interface (D-sub 9-pole female socket @BGS2T RS232)
- 6 pin header with RS-485 interface, power and ignition/reset (@BGS2T RS485)
- Operating status LED's

Approvals

- CE, R&TTE, GCF, FCC, PTCRB, IC
- Local approvals and network operator certifications

For detailed specification please see hardware interface description.

Plug-and-Play with Most Flexible Mounting



Plug & Play

BGS2 Terminal is a simple and reliable plug-and-play communication device that allows M2M entrants to quickly connect their industrial applications using wireless technology with low integration and approval efforts, saving significant time to market.

Most Flexible Mounting

Sharing the footprint of a credit card, the slim terminal fits in almost every M2M application. To ensure a simple, reliable and efficient integration the ultra-compact design incorporates a highly flexible mounting concept:

- DIN rail mounting
- C-rail mounting
- Screw fixing
- The use of cable ties

Low Power Consumption

The new M2M Terminal equipped with Cinterion's BGS2 module is based on the latest chipset generation, offering best-in-class power efficiency to extend operating time while saving battery power.

Industrial Interfaces

The robust BGS2 Terminal comes in two versions offering vertical-specific industrial interfaces, such as RS-485 used in automatic meter reading or RS-232 for general purpose applications.



Cinterion Global Support

Local engineers, a competent helpdesk, a dedicated team of R&D specialists and an advanced development center are the hallmarks of our leading support offer.

The Cinterion support includes:

- Personal design-in consulting for hardware and software
- Extensive RF test capabilities
- GCF/PTCRB conform pretests to validate approval readiness
- Guidelines for local approvals and acceptances
- Regular training workshops











Cinterion
St-Martin-Str. 80
81541 Munich
Germany

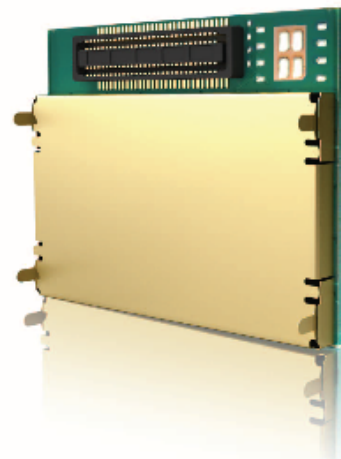
Further information about our products and services is also accessible via www.cinterion.com

The information provided in this brochure contains merely general descriptions or characteristics of performance, which in case of actual use do not always apply as described or which may change as a result of further development of the products. An obligation to provide the respective characteristics shall only exist if expressly agreed in the terms of contract. All product designations may be trademarks or product names of Cinterion or supplier companies whose use by third parties for their own purposes could violate the rights of the owners. Java and the Java logo are registered trademarks of Sun Microsystems, Inc. in the United States and other countries. ARM9 is a registered trademark of ARM Limited.

2G
M2M Value

BG2

- | | |
|---|--|
|  Quad-Band 2G |  Component SIM Prepared |
|  Screwless Mountable |  60 pin B2B Connector |
|  GPRS Class 10 |  10 x GPIO |
|  Full Voice Support |  Extended Temperature Range |
|  TCP/IP |  Highly Compact Size |



Cinterion BG2
The M2M Essentials Re-Invented

The Cinterion BG2 wireless module is the latest generation of 2G products offering full voice capabilities and high speed GPRS data transmission and is your all-rounder of choice for machine-to-machine including metering, security, vending, POS, and many more applications.

The innovative and integrated antenna connection together with a highly flexible mounting concept allowing screwless mounting reduces significantly the total cost of ownership (TCO) at customers application. This module packs a Quad-Band GSM/GPRS baseband and TCP/IP connectivity based on GPRS Class

10 data transmission into a compact form factor. BG2 supports industrial interfaces such as two serial interfaces, 10 GPIO's, as well as I/O and is already prepared for Component SIM. Alongside highest reliability and quality the BG2 offers an easy start for M2M market entrants and comes along in two flavors as Quad-Band with GPRS Class 10 (BG2-W) and Dual-Band version with GPRS Class 8 (BG2-E). Like all Cinterion modules, the BG2 comes with full type approval (FTA) enabling use across the globe. It has even been certified by the largest carriers worldwide, including US operators.

BG2

General Features

- Quad-Band: GSM 850 / 900 / 1800 / 1900 MHz (BG2-W)
- Dual-Band: GSM 900 / 1800 MHz (BG2-E)
- 3GPP release 99
- GPRS multi-slot Class 10/8
- Compliant to GSM phase 2/2+
- Output power:
 - Class 4 (2W) for GSM850
 - Class 4 (2W) for GSM900
 - Class 1 (1W) for GSM1800
 - Class 1 (1W) for GSM1900
- SIM Application Toolkit release 99
- Control via AT commands (Hayes, 3GPP TS 27.007 and 27.005)
- TCP/IP stack access via AT commands
- Internet Services FTP, ICMP, DNS, TCP server & client, UDP client
- Supply voltage range: 3.3 – 4.5 V
- Dimension: 26.7 x 31.0 x 3.0 mm
- Operating temperature range: -40°C to +85°C
- Weight: 5.0 g
- RoHS and EuP compliant
- Screwless mountable
- Mounting clip (optional)

Specifications

- GPRS Class 10/8
- DL: max. 85.8 kbps
- UL: max. 42.8 kbps (BG2-W)
- UL: max. 21.4 kbps (BG2-E)
- Mobile Station Class B
- CSD data transmission
- USSD support
- SMS text and FDU mode, call broadcast
- Fax Group 3, class 1
- High quality voice support
- High quality handsfree operation
- FR, HR, EFR and AMR speech codec support
- Integrated TTY modem

Interfaces

- 60-pin board-to-board connector
- Integrated antenna connection
- 2 Serial interfaces
- Automatic baud rate detection
- Audio analog interface (Microphone & Speaker)
- UICC/SIM card interface 1.8 V and 3.0 V
- 8 GPIO pins 1.8 V (special option for PWM or Buzzer and status indication functionality)
- 2 GPIO pins 2.8 V (optional usable as I2C)
- ADC/DAC (PWM) interface

Special Features

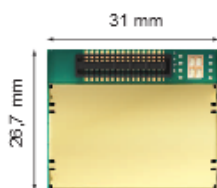
- Modem driver for Microsoft® Windows 7™, Windows XP™ and Windows Vista™
- Firmware update via serial interface
- Real time clock with alarm functionality
- Customer IMEI on request
- Prepared for Component SIM

Approvals

- CE, R&TTE, GCF, FCC, PTCRB, IC
- Local approvals and network operator certifications (including AT&T approval)

For detailed specification please see hardware interface description.

The M2M Essentials Re-Invented



Screwless Mountable

Soldering pins allow a quick and reliable mounting without the use of additional screws and spacers.

Innovative B2B Concept

The 60-pin board-to-board connector includes a high quality antenna connection and reduces the total cost of ownership omitting a separate antenna connector.

Component SIM

A new generation of SIM cards soldered on the pcb with an extended life cycle and high reliability — also in harsh environmental conditions — are available and can be customized for M2M applications. BG2 with Component SIM is offered as variant upon request.



Cinterion Global Support

Local engineers, a competent helpdesk, a dedicated team of R&D specialists and an advanced development center are the hallmarks of our leading support offer.

The Cinterion support includes:

- Personal design-in consulting for hardware and software
- Extensive RF test capabilities
- GCF/PTCRB conform pretests to validate approval readiness
- Guidelines for local approvals and acceptances
- Regular training workshops

Cinterion
St-Martin-Str. 60
81541 Munich
Germany

Further information about our products and services is also accessible via www.cinterion.com

The information provided in this brochure contains merely general descriptions or characteristics of performance, which in case of actual use do not always apply as described or which may change as a result of further development of the products. An obligation to provide the respective characteristics shall only exist if expressly agreed in the terms of contract. All product designations may be trademarks or product names of Cinterion or supplier companies whose use by third parties for their own purposes could violate the rights of the owners. Java and the Java logo are registered trademarks of Sun Microsystems, Inc. in the United States and other countries. ARM is a registered trademark of ARM Limited.

[http://m2m.gemalto.com/tl_files/cinterion/downloads/datasheets/gemalto_datasheet_BGS2_min
iPCle_web.pdf](http://m2m.gemalto.com/tl_files/cinterion/downloads/datasheets/gemalto_datasheet_BGS2_miniPCle_web.pdf)

Cinterion® BGS2 miniPCle Features

GENERAL FEATURES

- > GSM Quad-Band: 850 / 900 / 1800 / 1900 MHz
- > 3GPP release 99
- > GPRS multi-slot Class 10
- > Compliant to GSM phase 2/2+
- > Output power:
 - > Class 4 (2W) for GSM850 / EGSM900
 - > Class 1 (1W) for GSM1800 / GSM1900
- > SIM Application Toolkit Class 3, letter Class B and C, Release 99
- > Control via AT commands (Hayes, 3GPP TS 27.007 and 27.005)
- > Supply voltage range: 3.0 to 3.6 V
- > Dimensions: 51 x 30 x 4.8 mm (full mini card size)
- > Operating temperature: -40 °C to +85 °C
- > Weight: 7.6 g
- > RoHS and EuP compliant

SPECIFICATIONS

- > GPRS Class 10, Mobile Station Class B
DL: max. 85.6 kbps, UL: max. 42.8 kbps
- > SMS text and PDU mode, cell broadcast
Fax Group 3, Class 1 and Class 2

SPECIAL FEATURES

- > USB driver for Microsoft® Windows 7™, Windows Vista™, Windows XP™
- > Compatible with modem driver of Microsoft® Windows 7™, Windows Vista™, Windows XP™
- > Compatible with USB and modem driver of Linux kernel, e.g. Wind River Linux

INTERFACES (LGA PADS)

- > PCI Express® Mini Card system connector (52 pin)
 - > Supply voltage 3.3 V
 - > USB 2.0 full speed
 - > UICC/SIM card interface 1.8 V / 3.0 V
 - > Status LED (configurable GPIO)
 - > Reset
- > Antenna connector: U.FL 50 Ω

APPROVALS

- > R&TTE, GCF, FCC, PTCRB, IC (BGS2-W module full type approved)
- > CE, UL