

TESTES EM CAMPO DE TERMINAIS MÓVEIS

Érika Franklin Bezerra

INSTITUTO DE ENSINO SUPERIOR FUCAPI - CESF
ENGENHARIA DE COMUNICAÇÕES

Aprovada por:

Orientador, B.Sc. Rodrigo Carlos Silva

Primeiro Membro da Banca, M.Sc. Waldir Sabino da Silva Júnior

Segundo Membro da Banca, B.Sc. Ernande Ferreira Melo

MANAUS, AM
JUNHO DE 2005

TESTES EM CAMPO DE TERMINAIS MÓVEIS

Érika Franklin Bezerra

Junho/2005

Orientador: B.Sc. Rodrigo Carlos Silva

Engenharia de Comunicações

Resumo

Com base nas recomendações da Associação GSM para testes em campo de terminais móveis é possível se condensar várias informações necessárias ao desenvolvimento dos testes em campo de terminais móveis, tais como as razões, descrições e comportamentos esperados dos terminais diante dos testes realizados. Os participantes deste estudo foram a estagiária, o orientador, o supervisor e o coordenador da disciplina de Estágio Supervisionado; todos foram peças importantes para a consecução da elaboração deste relatório. É necessária uma abordagem a fundo de toda a estrutura da rede GSM para se compreender as falhas encontradas durante a realização dos testes em campo.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
2 PLANO DE ESTÁGIO.....	10
2.1 Objetivos do Estágio	10
2.2 Planejamento das Atividades.....	10
2.3 Metodologia de Trabalho	10
2.4 Cronograma de Atividades.....	11
3 REVISÃO TEÓRICA.....	12
3.1 A Tecnologia GSM.....	12
3.1.1 GSM ao Redor do Mundo.....	12
3.1.2 Componentes Básicos da Rede GSM.....	13
3.1.3 Cartão SIM	14
3.1.4 A Interface Aérea do GSM	15
3.1.5 O Canal do GSM	17
3.1.6 Níveis de Transmissão.....	19
3.1.7 Timing Variável.....	20
3.1.8 Burst de Potência TDMA no GSM.....	20
3.1.9 Downlink e Uplink.....	21
3.1.10 Codificador de Conversação	22
3.1.11 Correção de Erros	22
3.1.12 Intercalação Diagonal (<i>Interleaving</i>).....	23
3.1.13 Canais Lógicos e Canais Físicos	24
3.1.14 Fazendo Uma Chamada Telefônica.....	24
3.1.15 Outros Tópicos do GSM	26
3.1.16 SMS.....	27
3.1.17 MMS	28
3.1.18 Outros Serviços do GSM: Chamada em Espera, Conferência e Caixa Postal.....	28
3.2 CSD.....	29
3.3 GPRS.....	29
3.4 WAP	30
3.4.1 WAP via CSD <i>versus</i> WAP via GPRS.....	31
3.5 Interface IrDA	32
3.6 Bluetooth.....	33
3.7 Recomendações da Associação GSM para Testes em Campo de Terminais Móveis.....	34

4 ATIVIDADES PRÁTICAS REALIZADAS	35
4.1 Projeto Phone Analysis	35
4.1.1 Escopo e Objetivos do Projeto	35
4.1.2 Abrangência do Projeto	35
4.1.3 Descrição dos Testes em Campo	35
4.1.4 Diagnósticos Efetuados nos Testes em Campo.....	38
4.1.5 Softwares Aprovados <i>versus</i> Softwares Reprovados	39
5 CONCLUSÃO	43
6 BIBLIOGRAFIA.....	44

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 Cronograma do Estágio Supervisionado	11
Tabela 2 Sumário das Especificações da Interface Aérea do Padrão GSM 900 (fonte: Agilent Technologies)	17
Tabela 3 Descrição dos Testes em Campo.....	35

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

Ilustração 1 GSM ao Redor do Mundo	12
Ilustração 2 Arquitetura da Rede GSM (fonte: SMU School of Engineering)	14
Ilustração 3 Interfaces de Rede GSM (fonte: INATEL).....	14
Ilustração 4 SIM Card (fonte: Divulgação).....	15
Ilustração 5 Célula GSM (fonte: Agilent Technologies).....	16
Ilustração 6 Bandas Separadas para Uplink e Downlink (fonte: Agilent Technologies).....	17
Ilustração 7 Canal GSM (Sistema Misto TDMA/FDMA) (fonte: Agilent Technologies)	18
Ilustração 8 O Burst do GSM (fonte: Agilent Technologies)	19
Ilustração 9 Níveis de Transmissão (fonte: Agilent Technologies).....	19
Ilustração 10 Potência do Burst (fonte: Agilent Technologies).....	21
Ilustração 11 Downlink e Uplink (fonte: Agilent Technologies).....	21
Ilustração 12 Codificador de Voz (fonte: Agilent Technologies).....	22
Ilustração 13 Proteção Contra Erros nos Dados de Voz do GSM (fonte: INATEL).....	23
Ilustração 14 Interleaving (fonte: Agilent Technologies).....	24
Ilustração 15 Multipercursos (fonte: Agilent Technologies)	27
Ilustração 16 Conexão CSD (fonte: Forum Nokia)	29
Ilustração 17 Wireless Application Protocol (WAP) (fonte: Forum Nokia)	30
Ilustração 18 Navegação WAP com GSM CSD (fonte: Forum Nokia)	31
Ilustração 19 Navegação WAP com GPRS (fonte: Forum Nokia).....	32
Ilustração 20 Compartilhamento de TS no GPRS (fonte: Forum Nokia)	32
Ilustração 21 Nokia 1100 (fonte: Divulgação).....	39
Ilustração 22 Nokia 3100 (fonte: Divulgação).....	39
Ilustração 23 Nokia 6100 (fonte: Divulgação).....	39
Ilustração 24 Nokia 6822 (fonte: Divulgação).....	39
Ilustração 25 Nokia 7610 (fonte: Divulgação).....	40
Ilustração 26 Nokia 9300 (fonte: Divulgação).....	40
Ilustração 27 Nokia N-Gage QD (fonte: Divulgação).....	40
Ilustração 28 Nokia 2300 (fonte: Divulgação).....	40
Ilustração 29 Nokia 8800 (fonte: Divulgação).....	41
Ilustração 30 Nokia 2650 (fonte: Divulgação).....	41
Ilustração 31 Nokia 6230i (fonte: Divulgação)	41
Ilustração 32 Nokia 6681 (fonte: Divulgação).....	41
Ilustração 33 Nokia 3220 (fonte: Divulgação).....	42

GLOSSÁRIO DE ACRÔNIMOS

GSM – Global System for Mobile Communications
ANATEL – Agência Nacional de Telecomunicações
INATEL – Instituto Nacional de Telecomunicações
PCN – Rede de Comunicação Pessoal
UK – Reino Unido
MS – Estação Móvel
BSS – Sistema da Estação Base
RF – Rádio Frequência
BTS – Estação Base Transceptora
BSC – Controlador de Estação Base
MSC – Central de Comutação e Controle
VLR – Registro de Localização de Visitante
HLR – Registro de Localização de Unidade Móvel Local
AUC – Central de Autenticação
EIR – Registro de Identidade do Equipamento
OMC – Central de Operações e Manutenção
NMC – Central de Gerenciamento da Rede
PLMN – Public Land Mobile Network (Rede Pública Fixa de Telefonia Móvel)
RPTC – Rede Pública de Telefonia Comutada
RDSI – Rede Digital de Serviços Integrados
SIM – Módulo de Identificação de Assinante
IMSI – Identificação Internacional de Assinante de Móvel
BS – Estação Base
Tx – Transmissor
Rx – Receptor
BCH – Canal de Broadcast
TCH – Canal de Tráfego
RACH – Canal de Acesso Aleatório
TDMA – Acesso Múltiplo por Divisão de Tempo
FDMA – Acesso Múltiplo por Divisão de Frequência
ARFCN – Número Absoluto de Canal de Rádio Frequência
TS – Timeslot
GMSK – Chaveamento por Deslocamento Mínimo Gaussiano
FSK – Chaveamento por Deslocamento de Frequência
MSK – Chaveamento por Deslocamento Mínimo

SCH – Canal de Sincronismo
SACCH – Canal Lento de Controle Associado
FACCH – Canal Rápido de Controle Associado
ARFCN – Número Absoluto de Canal de Radiofrequência
BA – Alocação da Base
CA – Alocação da Célula
MA – Alocação de Unidade Móvel
REL P - Codificador Preditivo Linear com Excitação Residual
LTP - Dispositivo Preditivo de Longo Prazo
FCH – Canal de Correção de Frequência
BCCH – Canal de Controle de Broadcast
CCCH – Canal de Controle Comum
PCH – Canal de Paging
AGCH – Canal de Concessão de Acesso
SDCCH – Canal de Controle Dedicado Independente
CBCH – Cell Broadcast Channel
RxLev – Intensidade do sinal recebido
TxLev – Intensidade do sinal transmitido
RxQual – Qualidade do sinal recebido
TxQual – Qualidade do sinal transmitido
DRx – Recepção Descontínua
DTx – Transmissão Descontínua
IR – Infrared (Infravermelho)
IrDA – Infrared Data Association
CLIP – Calling Line Identification (Identificação de Chamada)
SM – Short Message (Mensagem Curta)
MM – Multimedia Message (Mensagem Multimídia)
SMS – Short Message Service (Serviço de Mensagem Curta)
MMS – Multimedia Message Service (Serviço de Mensagem Multimídia)
WAP – Wireless Application Protocol
CSD – Circuit Switched Data
GPRS – General Packet Radio Service
EDGE – Enhanced Data Rates for Global Evolution
USA – United States of America
HTTP – Hypertext Transfer Protocol
LED – Diodo Emissor de Luz

1 INTRODUÇÃO

Decorridos quatro anos desde o início da faculdade, tendo a aluna tomado ciência de todo o aprendizado teórico específico, chega-se ao momento de experimentar na prática boa parte do que foi discutido em sala de aula.

O desenvolvimento prático da disciplina do Estágio Supervisionado foi desempenhado em um ambiente que proporcionou à aluna trabalhar em equipe, cuidar resultados dentro de prazos apertados, e superar as próprias deficiências técnicas buscando aprimoramento a cada dia; isto tudo sob a cobrança dia após dia de seus superiores. O estágio é um passo importante para a formação profissional do indivíduo, uma vez que não se considera engenheiro um profissional com conhecimentos puramente teóricos, sem capacidades técnicas.

Neste relatório serão tomadas notas de todas as atividades desenvolvidas durante o período de estágio, desde a elaboração do plano até os resultados obtidos das atividades realizadas, abordando ainda a revisão teórica indispensável para a execução do planejado.

No Capítulo 2 encontra-se proposto o plano de estágio, incluindo as atividades realizadas, metodologia de trabalho, cronograma elaborado pela estagiária, forma de acompanhamento pelo supervisor e orientador, bem como a apresentação das contribuições e dos resultados direcionados à instituição acolhedora da estagiária.

A revisão teórica exposta no Capítulo 3 teve como fundamento a necessidade de aprendizado apresentada pelo instituto à estagiária, a fim de que esta pudesse desenvolver com a habilidade necessária o projeto em que esteve envolvida. Na Seção 3.1, a estagiária abordou os componentes da rede GSM indispensáveis à compreensão do âmbito abrangido pelo projeto *Phone Analysis*, descrito na Seção 4.1 e, na Seção 3.7, tratou da recomendação da Associação GSM para testes de campo.

No Capítulo 4, serão relatadas de forma breve as atividades práticas realizadas pelo estagiário na instituição, seguidas das conclusões finais.

2 PLANO DE ESTÁGIO

2.1 Objetivos do Estágio

O estágio tem o intuito de promover a análise do comportamento dos softwares e aplicativos novos de telefones celulares produzidos pela Nokia, nas redes de operadoras de telefonia móvel selecionadas por todo o território brasileiro. Os testes são desenvolvidos sob um caráter analítico, de forma a alcançar as reais causas de eventuais falhas. As operadoras envolvidas são Amazônia Celular, Telemig Celular, Claro, Tim, Oi e Brasil Telecom. O projeto em que se atua é denominado *Phone Analysis*, o qual tem como maior objetivo proporcionar a liberação dos novos aplicativos para produção, depois de verificados e corrigidos o mau desempenho e as falhas de funcionamento dos mesmos em campo, bem como diminuir as taxas de falha de uso em campo pelos usuários. Tais taxas, quando elevadas, podem acarretar multas devidas a ANATEL, e ainda o descrédito na qualidade da prestação dos serviços por parte da operadora de serviços móveis. Todos os aparelhos analisados utilizam a tecnologia GSM.

2.2 Planejamento das Atividades

A estagiária estará atuando na área de Engenharia de Testes de Campo, dentro do campo de aplicação da Comunicação Móvel.

As primeiras atividades dar-se-ão em Manaus, na atual sede do Instituto Nokia de Tecnologia (INdT), e estarão relacionadas à integração da estagiária ao novo ambiente de trabalho. Logo em seguida a estagiária será submetida a um treinamento específico, em São Paulo, englobando as atividades técnicas que serão desempenhadas durante a análise dos novos softwares. Daí seguir-se-á ao início das análises propriamente ditas nas redes das operadoras de telefonia móvel selecionadas em cada região do país. Todo mês estará a estagiária viajando cerca de quinze dias, ao todo, dentre os quais estarão sendo desempenhadas as atividades de análise dos aplicativos e softwares a cada dois ou três dias em uma localidade diferente.

2.3 Metodologia de Trabalho

A estagiária cumprirá a carga horária de 08h48min diariamente.

As viagens para realização dos testes serão realizadas a cada mês, em duplas de engenheiros, sendo que cada dupla estará cobrindo, uma, as cidades do Nordeste, outra, as cidades do centro-sul e sudeste. As duplas passarão de dois a quatro dias em cada localidade executando os testes dos softwares e aplicativos novos em cada operadora selecionada. Após o retorno de cada viagem, a estagiária se reunirá com os outros engenheiros do projeto, incluindo aí seu supervisor, Marcelo

Daou Nunes da Silva, na sede do instituto em Manaus, ocasião em que estarão reportando as falhas e os problemas dos softwares e aplicativos, apontados durante os testes e, por conseguinte, investigando suas mais prováveis causas. Nestas reuniões, o desempenho e a desenvoltura da estagiária na execução dos trabalhos e relatórios técnicos estarão sendo tutelados e avaliados pelo supervisor de estágio.

Do lado acadêmico, a estagiária estará se reunindo quinzenalmente com o orientador de estágio, Rodrigo Carlos Silva, para tomar orientações a respeito do desenvolvimento do relatório de estágio, bem como lhe dar ciência do andamento das atividades técnicas desenvolvidas.

2.4 Cronograma de Atividades

Após a etapa de treinamento, haverá viagens programadas a cada mês para as cidades onde serão realizados os testes. As cidades envolvidas no projeto são Campinas, São Paulo, Belém, Manaus, Recife, Fortaleza, Porto Alegre, Belo Horizonte e Brasília. Uma dupla de engenheiros estará saindo no quinto dia de cada mês, enquanto a outra sairá no vigésimo.

Abaixo, na Tabela 1, segue-se o cronograma de atividades programadas para o estágio.

Tabela 1 Cronograma do Estágio Supervisionado

Mês		Fevereiro				Março					Abril					Maio					TOTAL
Semana		2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Atividade																					
1	Estudo dos componentes da rede GSM.																				
2	Estudo da recomendação GSM para testes de campo de telefones móveis.																				
3	Planejamento do estágio.																				
4	Análise de softwares novos para dispositivos móveis.																				
5	Elaboração do Relatório de Estágio																				
Total de Horas Realizadas		40	40	40	08	32	40	40	40	32	08	40	40	40	40	40	40	40	40	16	656

3 REVISÃO TEÓRICA

Doravante, a teoria relevante estudada e revisada pela estagiária, necessária ao desempenho das atividades no ambiente de trabalho, será abordada.

3.1 A Tecnologia GSM

3.1.1 GSM ao Redor do Mundo

O GSM está se tornando o Sistema Global de Comunicações Móveis. Tinha-se em mente que o GSM seria usado na Europa. Agora, vários outros países ao redor do mundo, os quais estavam adiando suas decisões, selecionaram o GSM. O GSM se tornou um padrão Pan-Asiático e está sendo usado em muitas partes da América do Sul, como visto na Ilustração 1 [1].

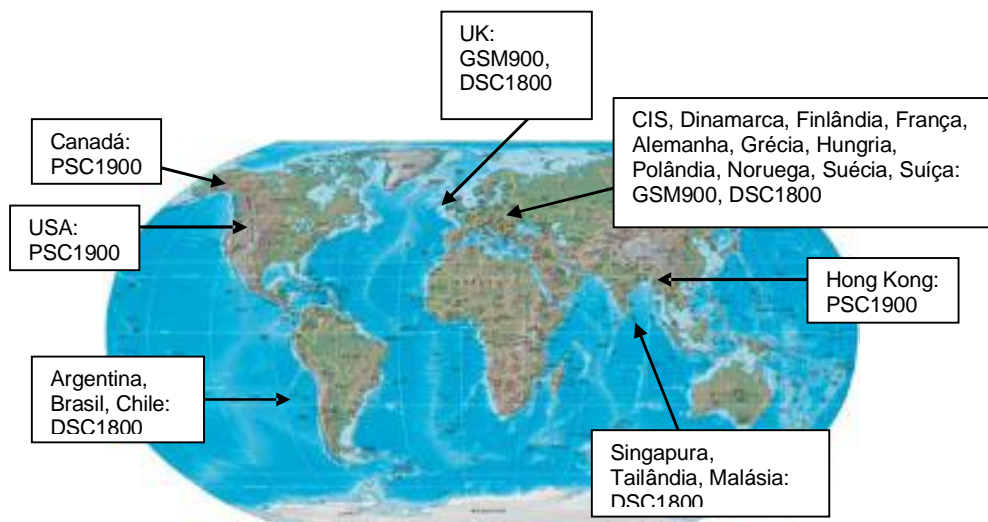


Ilustração 1 GSM ao Redor do Mundo

As Redes de Comunicação Pessoal (PCN) começaram no Reino Unido (UK) com a Mercury One-to-One e Hutchison Microtel (Orange) oferecendo as duas primeiras operadoras a usarem DCS1800. As PCNs de UK tiveram sucesso com suas tarifas competitivas e chamadas baratas fora do horário de pico [1].

A rede E da Alemanha seguiu a PCN da UK. O DCS1800 está se tornando mais difundido nos sistemas da Tailândia, Malásia, França, Suíça e Austrália. Outros sistemas estão sendo implementados na Argentina, Brasil, Chile, Hungria, Polónia, Singapura e Suécia [1].

Os EUA não adotaram o GSM900, brevemente usarão o GSM baseado em PCS1900 em um de seus sistemas PCS. Nos EUA, o GSM compartilhará bandas alocadas com outros sistemas baseados em CDMA, NAMPS e IS-136 TDMA. As licenças PCS1900 já cobrem aproximadamente metade da população dos EUA e é

provável que aumente próximo de uma cobertura completa assim que mais licenças forem distribuídas [1].

3.1.2 Componentes Básicos da Rede GSM

Num sistema GSM, as estações móveis (MS), sejam telefones celulares, portáteis, ou as tradicionais unidades móveis instaladas em automóveis, comunicam-se com o Sistema da Estação Base (BSS) através da interface aérea de RF. A BSS é formada por uma Estação Base Transceptora (BTS) e por um Controlador de Estação Base (BSC). É comum que diversas BTS estejam localizadas em um mesmo local, criando de 2 a 4 células setorizadas ao redor de uma torre de Antena comum. As BSC são freqüentemente ligadas a BTS por links de microondas. O link do BSC a BTS é chamado de interface Abis. Tipicamente, de 20 a 30 BTS são controladas por um BSC. Por sua vez, diversas BSS são subordinadas a uma Central de Comutação e Controle (MSC), que controla o tráfego entre diversas células diferentes. Cada Central de Comutação e Controle (MSC) terá um Registro de Localização de Visitante (VLR), no qual as unidades móveis que estiverem fora das células de sua área local serão listadas, de forma que a rede saiba onde encontrá-las. A MSC será também conectada ao Registro de Localização de Unidade Móvel Local (HLR), à Central de Autenticação (AUC) e ao Registro de Identidade do Equipamento (EIR), de forma que o sistema possa verificar se os usuários e os equipamentos são assinantes em situação legal. Isto ajuda a evitar o uso de unidades móveis roubadas ou fraudadas. Há também instalações dentro do sistema para as Centrais de Operações e Manutenção (OMC) e de Gerenciamento da Rede (NMC). A Central de Comutação e Controle (MSC) também possui uma interface para outras redes, como as Redes Privadas Fixas de Telefonia Móvel (PLMN), Redes Públicas de Telefonia Comutada (RPTC) e redes RDSI, conforme se verifica na Ilustração 2 [1].

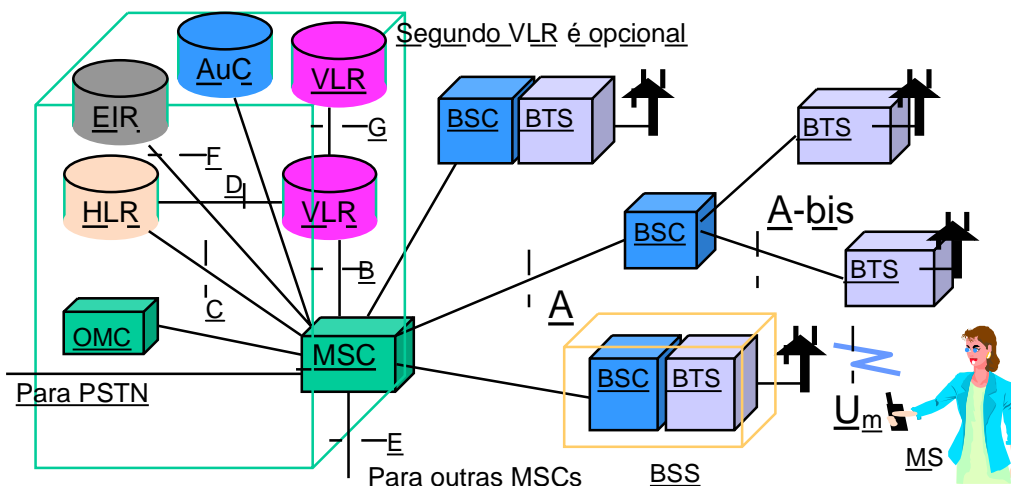


Ilustração 2 Arquitetura da Rede GSM (fonte: SMU School of Engineering)

Sob uma visão mais simples do sistema GSM, mostram-se na Ilustração 3 a Estação Base Transceptora (BTS), a Estação Base Controladora (BSC), a Central de Comutação e Controle (MSC), e a rede de telefonia pública (PSTN), ligadas por meio de linhas físicas de fibra óptica ou conexões de microondas. As várias interfaces são em sua totalidade definidas no padrão GSM.

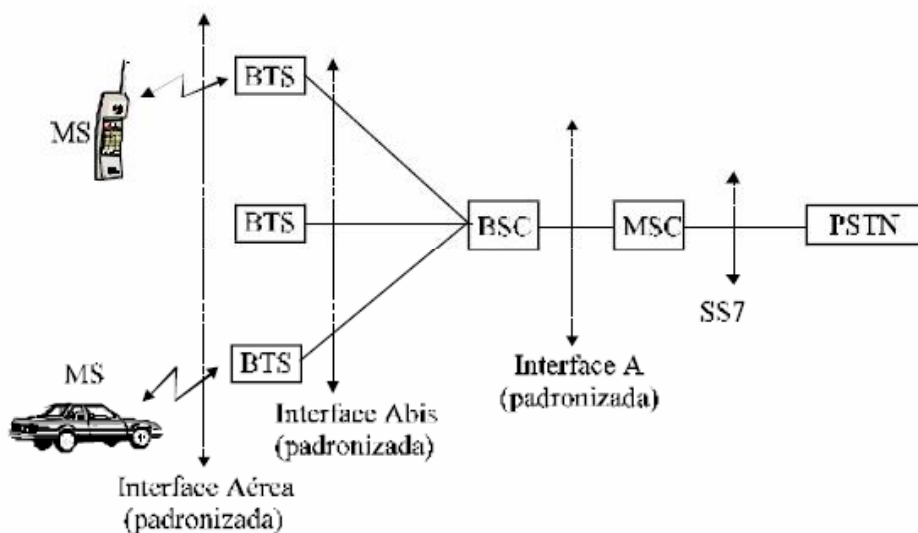


Ilustração 3 Interfaces de Rede GSM (fonte: INATEL)

3.1.3 Cartão SIM

Sem um cartão SIM instalado, todos os telefones móveis GSM são idênticos. É o cartão SIM que dá identidade ao móvel. Se um usuário leva seu SIM

numa viagem a negócios e o insere no móvel GSM de seu carro de aluguel, por exemplo, o telefone do carro assume a identidade do cartão SIM. Os direitos de acesso à rede desse usuário, suas memórias de telefone e outras funções gravadas no SIM são transferidas para o carro de aluguel. O recurso importante do cartão SIM é que ele porta o próprio número de telefone. Hipoteticamente, se o escritório do usuário em questão quiser lhe fazer uma ligação, basta que se disque para o número de telefone habitual desse usuário; a rede reconhece a localização do telefone contendo o cartão SIM e dessa forma direciona a chamada ao carro de aluguel [1]. Na Ilustração 4 é mostrada uma fotografia de um cartão SIM.



Ilustração 4 SIM Card (fonte: Divulgação)

O cartão SIM vem em dois tamanhos. O tamanho padrão, que é do tamanho de um cartão de crédito, e o micro, que tem as mesmas dimensões de um selo postal. O SIM (Módulo de Identificação de Assinante) é conectado ao móvel GSM e armazena toda informação relacionada ao assinante. Por exemplo: o número único do assinante ou IMSI (Identificação Internacional de Assinante de Móvel); as listas de redes permitidas ao usuário; as informações sobre a última posição do móvel e qualquer outra informação específica do usuário assim como números de discagem rápida e memórias.

3.1.4 A Interface Aérea do GSM

Na Ilustração 5 se tem uma visão detalhada de uma célula GSM típica. As células podem ter um raio de até 35 km no GSM900 e 2 km no DCS1800 (devido à menor potência das unidades móveis do DCS1800). A parte mais elementar da célula GSM é a Estação Base (BS) e sua torre de antena. É comum haver diversas células setorizadas ao redor de apenas uma torre de antena. A torre terá diversas antenas direcionais, cada uma destas cobrindo uma área em particular. Esta co-alocação de diversas BTS é às vezes denominada Estação Rádio Base, ou simplesmente uma Estação Base. As BTSs são conectadas aos seus BSC pela interface Abis, por cabos ou fibras ópticas. As redes DCS1800 muitas vezes usam um link de microondas para a interface Abis. Cada Estação Base Transceptora (BTS) possuirá um certo número de pares transmissor/receptor (Tx/Rx) ou módulos transceptores. Este número determinará quantos canais de frequência poderão ser usados na célula, o que

dependerá da quantidade prevista de usuários. Todas as BTS produzem um BCH (Canal de Broadcast). O BCH é como um farol ou sinal luminoso, ligado a todo o tempo, permitindo que as unidades móveis encontrem a rede GSM. A intensidade do sinal BCH é também usada pela rede em diversas funções relacionadas ao usuário, sendo um meio útil para dizer qual é a BTS mais próxima da unidade móvel. Este sinal também carrega informações codificadas, como a identidade da rede (por exemplo, Mannesmann, Detecon ou Optus), mensagens de paging para unidades móveis que devam aceitar uma chamada telefônica e diversas outras informações. O BCH é recebido por todas as unidades móveis “acampadas” na célula, estejam estas em meio a uma chamada ou não [1].

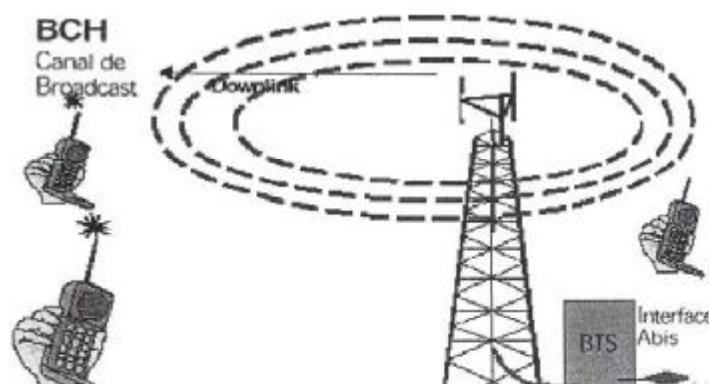


Ilustração 5 Célula GSM (fonte: Agilent Technologies)

O canal de frequência usado pelo BCH é diferente em cada célula. Os canais podem ser reutilizados por células distantes, nas quais o risco de interferência é baixo. As unidades móveis em chamada usam um TCH (Canal de Tráfego), como se vê na Ilustração 6. O TCH é um canal bidirecional usado para a troca de informações de conversação entre a unidade móvel e a estação base. As informações são divididas em uplink e downlink, dependendo da direção do fluxo. O GSM separa o uplink e o downlink em bandas distintas de frequência. Dentro de cada uma dessas bandas, o esquema de numeração de canais usados é o mesmo. Na verdade, um canal do GSM é formado por ambos, um uplink e um downlink. É interessante observar que, enquanto o TCH usa um canal de frequência no uplink e no downlink, o BCH somente ocupa um canal no downlink. O canal correspondente no uplink é, na verdade, deixado desocupado. Este canal pode ser usado pela estação móvel para canais não programados ou Canais de Acesso Aleatório (RACH). Quando a unidade móvel quiser chamar a atenção da estação base (para efetuar uma chamada, por exemplo), poderá fazê-lo usando este canal de frequência desocupado para enviar um RACH. Como mais de uma unidade móvel pode querer chamar a atenção da estação

simultaneamente, é possível que haja uma colisão de canais RACH, e talvez seja necessário que as unidades móveis façam diversas tentativas para serem ouvidas [1].

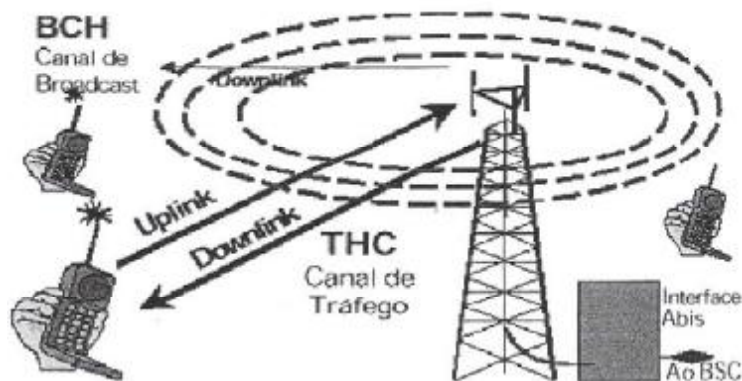


Ilustração 6 Bandas Separadas para Uplink e Downlink (fonte: Agilent Technologies)

Na Tabela 2 se apresentam alguns outros detalhes a respeito da interface aérea.

Tabela 2 Sumário das Especificações da Interface Aérea do Padrão GSM 900 (fonte: Agilent Technologies)

Parâmetro	Especificações
Frequência de canal reverso	890-915MHz
Frequência de canal direto	935-960MHz
Número ARFCN	0 a 124 e 975 a 1023
Espaçamento de frequência Tx/Rx	45MHz
Espaçamento temporal Tx/Rx	3 slots
Taxa de transmissão	270.833333Kbps
Período de quadro	4.615ms
Usuários por quadro (<i>full rate</i>)	8
Duração de slot	576.9µs
Duração de bit	3.692µs
Modulação	GMSK com $BT = 0.3$
Espaçamento de canal ARFCN	200KHz
<i>Interleaving</i> (máximo atraso)	40ms
Taxa do Codificador de Voz	13Kbps

3.1.5 O Canal do GSM

O GSM usa o TDMA (Acesso Múltiplo por Divisão de Tempo) e o FDMA (Acesso Múltiplo por Divisão de Frequência), consoante se mostra na Ilustração 7. As frequências disponíveis são divididas em duas bandas. O uplink é utilizado para transmissão da unidade móvel e o downlink é usado para transmissão da estação

base. A Ilustração 7 acima mostra parte de uma destas bandas. Cada banda é dividida em slots de 200 kHz, denominados ARFCN (Número Absoluto de Canal de Rádio Freqüência). Além de dividir em fatias a freqüência, também se divide o tempo. Cada ARFCN é compartilhado por 8 unidades móveis, sendo usado por uma delas de cada vez. Cada unidade móvel usa o ARFCN uma vez por quadro do TDMA. A Ilustração 7 mostra 4 TCHs (Canais de Tráfego). Cada TCH usa um determinado ARFCN e um timeslot. Três dos TCH estão no mesmo ARFCN, usando timeslots diferentes. O quarto TCH está em um ARFCN diferente. O conjunto formado pelo número do TS (timeslot) e o ARFCN é denominado de canal físico. Não há muito espaço entre os timeslots e os ARFCNs. É importante que a unidade móvel ou a estação base transmitam seus bursts TDMA exatamente no momento certo e com a freqüência e amplitude exatamente corretas. Estando muito adiantado ou muito atrasado, um burst poderá colidir com um burst adjacente. A falta de controle no espectro ou espúrios de modulação pode provocar interferência no ARFCN adjacente [1].

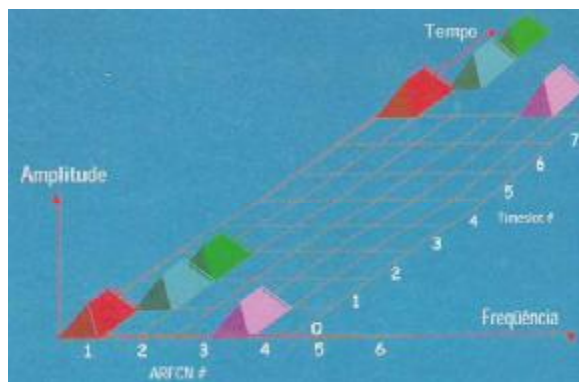


Ilustração 7 Canal GSM (Sistema Misto TDMA/FDMA) (fonte: Agilent Technologies)

No jargão de comunicação de dados, burst, mostrado na Ilustração 8, é uma seqüência de sinais, ruídos ou interferência, contados como uma unidade segundo algum critério ou medida [1].

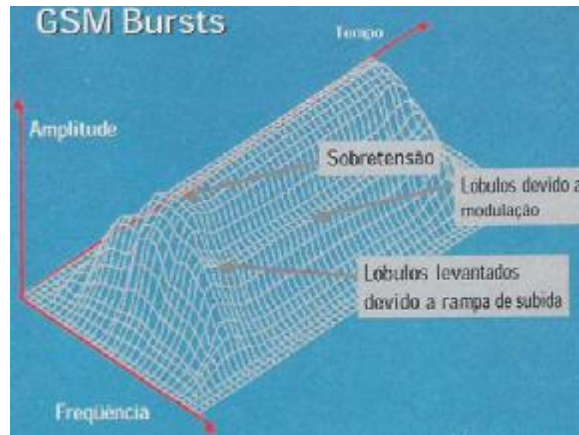


Ilustração 8 O Burst do GSM (fonte: Agilent Technologies)

3.1.6 Níveis de Transmissão

Conforme a unidade móvel se desloca ao redor da célula, torna-se necessário variar a potência de seu transmissor. Quando estiver próxima da estação base, os níveis de potência usados deverão ser baixos, para reduzir a interferência em outros usuários. Quando a unidade móvel estiver mais longe da estação base, será necessário elevar seus níveis de potência, para superar a maior perda no percurso, conforme se verifica na Ilustração 9. Todas as unidades móveis GSM podem controlar a sua potência de saída em incrementos de 2 dB [1].

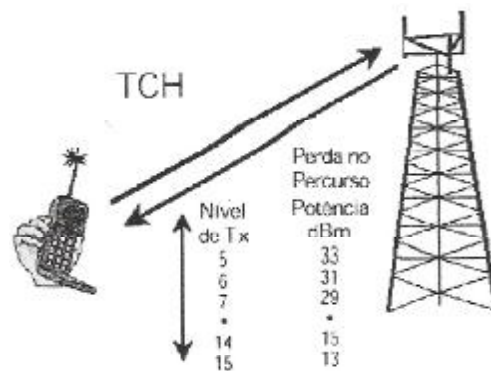


Ilustração 9 Níveis de Transmissão (fonte: Agilent Technologies)

A estação base envia um comando à unidade móvel para que use um determinado Nível de Tx de MS (nível de potência). A unidade móvel do GSM900 tem uma potência máxima de 8W (a especificação permite uma potência de 20W, mas até o momento não existem unidades móveis de 20W). As MS do DSC1800 têm uma potência máxima de 1W. Conseqüentemente, é necessário que as células do DSC1800 sejam maiores [1].

3.1.7 Timing Variável

O avanço de timing é necessário no GSM porque este utiliza o TDMA em células de até 35 km de raio. Como um sinal de rádio leva um intervalo de tempo finito para viajar da unidade móvel até a estação base, precisa-se ter alguma maneira para garantir que o sinal chegará à estação base no momento certo. Sem o avanço de timing, o burst transmitido de um usuário na fronteira de uma célula chegaria tarde e sofreria uma sobreposição, e conseqüentemente seria corrompido, por um sinal proveniente de um usuário bem próximo à estação base, a menos que se usasse um tempo de guarda entre os timeslots maior do que o maior tempo de viagem do sinal. Antecipando o timing das unidades móveis, a transmissão destas chega à estação base no momento certo. Conforme a MS se desloca, a BTS envia um sinal à MS para que esta reduza o seu avanço de timing à medida que se aproxima do centro da célula, e que aumente o seu avanço de timing na medida em que se afasta do centro da célula. As MS em modo Idle (que não estão em chamada, mas que ainda estão acampadas na rede) recebem e decodificam o BCH da estação base. Um elemento do BCH, o SCH (Canal de Sincronismo) permite que a MS ajuste o seu timing interno. Quando a unidade móvel estiver recebendo o SCH, esta não saberá qual sua distância até a estação base. Uma distância de 30 km fará com que a MS ajuste um retardo de 100 ms em seu timing interno com relação à estação base. Quando a MS enviar seu primeiro burst de RACH, este partirá com um retardo de 100 ms, após um retardo de trânsito de 100 ms, e chegará 200 ms mais tarde, colidindo com os bursts das MS mais próximas da BTS [1].

3.1.8 Burst de Potência TDMA no GSM

Como o GSM é um sistema TDMA e há 8 usuários em um par de frequências, o Tx de cada usuário somente deve ser ativado no momento permitido, devendo também ser desativado no momento apropriado, de forma que este não interfira em outros usuários nos timeslots adjacentes. Devido a esta necessidade, o GSM especificou um envelope de amplitude para o burst de RF dos timeslots. Há também uma especificação rigorosa de planicidade para a parte ativa dos bits úteis no timeslot. O envelope de amplitude tem uma faixa dinâmica acima de 70 dB, mas ainda precisa ter uma planicidade menor que ± 1 dB por toda a parte ativa do timeslot. Tudo isto acontece em um período de 577 ms de um timeslot [1], como mostrado na Ilustração 10.

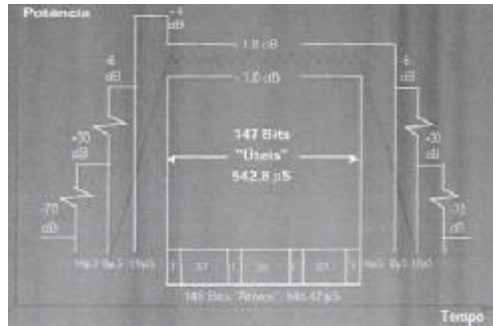


Ilustração 10 Potência do Burst (fonte: Agilent Technologies)

3.1.9 Downlink e Uplink

- O uplink é atrasado em 3 timeslots com relação ao downlink.
- O uplink e o downlink usam um mesmo número de timeslots.
- O uplink e o downlink usam um mesmo Número de Canal (ARFCN - Número Absoluto de Canal de Radiofrequência).
- O uplink e o downlink usam bandas diferentes (espaçamento de 45 MHz no GSM900).

Para se entender como as informações são transmitidas, veja-se o exemplo da Ilustração 11. Designa-se o timeslot 2 e leva-se em consideração estar no modo de tráfego, recebendo e transmitindo informações à estação base. O downlink, no qual recebemos informações, está na faixa de frequência de 935 a 960 MHz. O uplink, frequência na qual a unidade móvel transmite informações à estação base, está na faixa de 890 a 915 MHz. O uplink e o downlink formam um par de frequências que, no GSM900, estarão sempre separadas por 45 MHz. Podemos ver que há um deslocamento de 3 timeslots entre o downlink e o uplink. Recebendo informações no timeslot 2 no downlink, haverá dois timeslots para que a unidade móvel passe para a frequência de uplink e esteja pronta para transmitir informações. Em seguida a unidade precisará estar pronta para receber o próximo timeslot de informações, no próximo quadro [1].

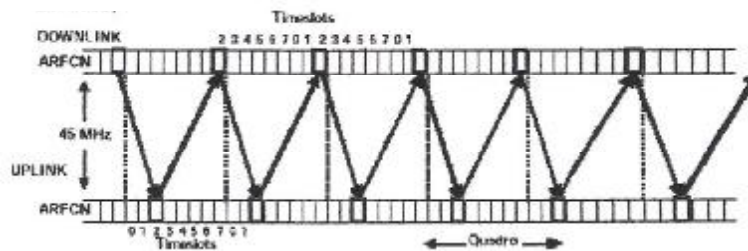


Ilustração 11 Downlink e Uplink (fonte: Agilent Technologies)

3.1.10 Codificador de Conversação

A maior parte dos sistemas modernos de comunicações digitais usa algum tipo de compressão de voz. O GSM não é exceção. Este sistema usa um codificador de voz para definir um modelo de geração de tons e ruídos na garganta humana e a filtragem acústica feita pela boca e língua, que pode ser visualizado de forma simples na Ilustração 12. Estas características são usadas para produzir coeficientes, que são enviados pelo TCH. O codificador de conversação é baseado em um codificador preditivo linear com excitação residual (RELP); este codificador é aperfeiçoado com a inclusão de um dispositivo preditivo de longo prazo (LTP). O LTP melhora a qualidade da conversação removendo a estrutura dos sons das vogais antes de codificar os dados residuais. A saída do codificador fornece 260 bits para cada bloco de conversação de 20 ms. Isto resulta em uma taxa de 13 kbits por segundo. Os bits da saída são ordenados, conforme a sua importância, em grupos de 182 e 78 bits. Os 182 bits mais importantes são subdivididos, com a separação dos 50 bits muito importantes. A taxa de dados de 13 kbits/s é consideravelmente menor que a digitalização direta da conversação, como a que é feita no PCM. No futuro, codificadores de voz mais avançados reduzirão esta taxa a até 6,5 kbits/s (codificação em meia taxa) [1].

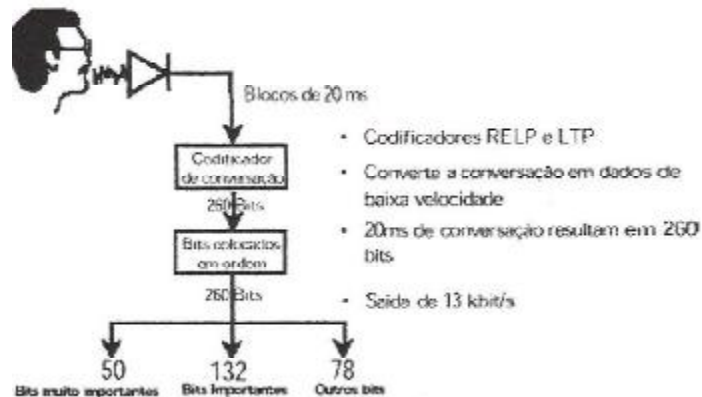


Ilustração 12 Codificador de Voz (fonte: Agilent Technologies)

3.1.11 Correção de Erros

A natureza da interface aérea GSM resulta na introdução de alguns erros de bit. Os bits são manipulados de forma que haja uma maior probabilidade de que os erros ocorram onde prejudiquem menos. A qualidade do som é mais afetada pelos bits de coeficientes mais significativos do que pelos bits menos significativos. Os bits de menor importância, ou bits de tipo II, não têm correção ou detecção de erros. Os bits

mais importantes, de tipo Ia, têm detecção de erro, com a inclusão de bits de CRC. No tipo Ia e no tipo de importância média Ib, há a inclusão de bits de correção de erro convolucional, como pode se ver na Ilustração 13. É interessante imaginar os bits do GSM como passageiros de uma aeronave. Há três classes, Ia, Ib e II. Os bits mais importantes têm tratamento de primeira classe; eles estão rodeados por muita correção de erro e, no caso dos bits Ia, também pela detecção de erros. Estes bits extras ocupam espaço nos bursts do TCH. A segunda classe, os bits de tipo II, ocupa o menor espaço no TCH, assim como os passageiros de primeira e segunda classes na aeronave. Na seção 3.1.12 se verá como os 456 bits finais são enviados pelo TCH. Para minimizar os efeitos de uma perda de todo um quadro, os bits são reordenados antes da codificação convolucional de correção de erros [1].

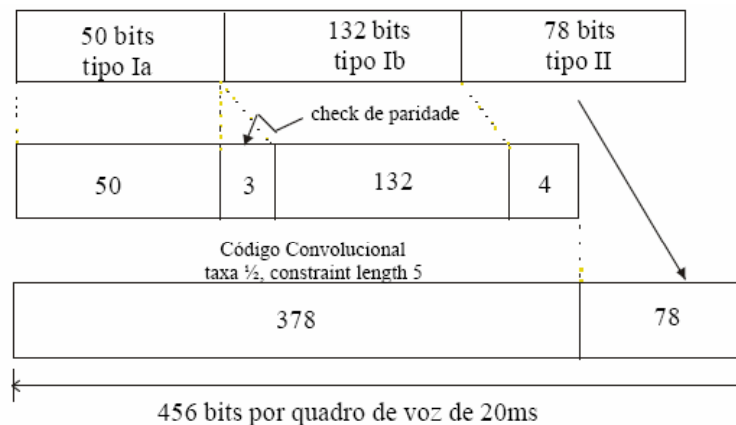


Ilustração 13 Proteção Contra Erros nos Dados de Voz do GSM (fonte: INATEL)

3.1.12 Intercalação Diagonal (*Interleaving*)

Assim como acontece com grupos importantes de indivíduos, como os diretores de uma empresa, que geralmente não viajam juntos (no caso de um avião cair e eliminar toda a equipe de gerência), os bits do GSM são espalhados por vários bursts de TCH. Se um burst for perdido devido a uma interferência, chegarão bits suficientes para possibilitar o trabalho dos algoritmos de correção de erros, mantendo uma qualidade de conversação razoável. Os 456 bits de dados de conversação são divididos em 8 blocos de 57 bits, conforme se verifica na Ilustração 14. Cada quadro TCH transporta dois blocos de 57 bits de dados provenientes de dois segmentos diferentes de 20 ms de conversação com 456 bits. Fazendo as contas, observe que, no período ocupado por 1 quadro (120 ms), o codificador de conversação processa seis blocos de 20 ms de conversação. Cada um destes blocos tem 456 bits. Um segmento de conversação de 120 ms resultará em 2736 bits. Cada burst do TCH

possui um par de 57 seções de bits de dados em cada lado do bloco intermediário. Na verdade, cada burst de TCH transporta 114 bits. Para transportar 2736 bits de 120 ms de conversação, são necessários 24 destes bursts do TCH. Anteriormente, já foi visto como as estruturas de quadro TCH possuem 26 quadros em um multiquadro, restando 120 ms. Como a unidade móvel ou estação base transmite um burst por quadro, há dois bursts disponíveis em 120 ms além do necessário para transmitir os dados de voz. Um destes bursts vagos é usado para um SACCH, o outro é um burst desocupado [1].

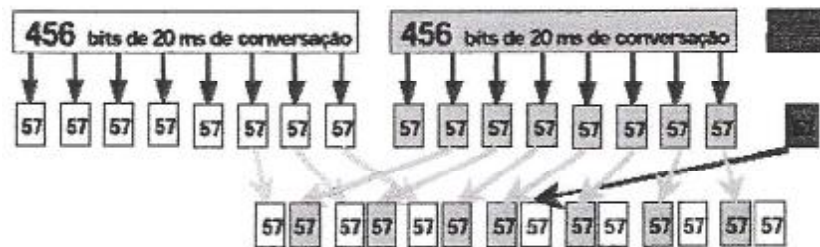


Ilustração 14 Interleaving (fonte: Agilent Technologies)

3.1.13 Canais Lógicos e Canais Físicos

Qual é a diferença entre canais lógicos e físicos? Os canais físicos podem ser descritos em termos de domínio de frequência e domínio do tempo. Estas informações são as frequências e/ou o timeslot no qual a MS ou a BS está transmitindo ou recebendo. Os canais lógicos são mapeados nestes canais físicos. Em qualquer instante em particular, uma frequência/timeslot pode ser um canal de tráfego, algum canal de controle ou sinalização. Um canal lógico mostra a função que um canal físico está assumindo em um determinado momento.

3.1.14 Fazendo Uma Chamada Telefônica

3.1.14.1 Ativação da Unidade Móvel

Quando uma unidade móvel for ligada pela primeira vez, ela procura por sinais em todos os 124 canais do downlink. Em seguida, a unidade ordena os canais por intensidade do sinal recebido e verifica se o canal é um BCH (Canal de Broadcast). Quando a MS encontrar um BCH, ela ajustará a sua frequência e timing internos a partir do FCH e SCH e então verificará se o BCH é de sua PLMN (Rede Pública Fixa de Telefonia Móvel). Isto envolve uma comparação da rede permitida e dos códigos nacionais armazenados no cartão SIM com as informações codificadas no BCCH. A unidade móvel repete este ciclo até encontrar um canal de broadcast

apropriado. Se a unidade móvel perceber que está em uma célula diferente da que estava na última vez em que foi usada, ela precisará dizer à rede onde está. A rede deve saber onde está cada unidade móvel, para poder rotear as chamadas à célula correta para qualquer unidade móvel individual. Este processo de dizer à rede "onde estou" é denominado atualização de localização. A unidade envia um RACH, é designada a um SDCCH, troca informações de controle e então finaliza a chamada. Geralmente, o usuário não percebe que este processo está acontecendo.

Algumas redes têm a inclusão do IMSI habilitada. Isto força a unidade móvel a fazer uma atualização de localização cada vez que for ativada, mesmo se não estiver em um local diferente.

3.1.14.2 Originação de Uma Chamada Móvel

Desde que a unidade móvel esteja sincronizada com o BCH, tenha-se determinado que a mesma possa usar a rede (PLMN) e, se necessário, tenha feito uma atualização de localização, a MS estará "acampada" na rede. Uma vez "acampada", a unidade móvel estará pronta para enviar ou receber chamadas.

Quando um usuário disca um número e pressiona o botão *send* na unidade móvel, é feita uma originação de chamada. A unidade móvel transmite um burst curto de RACH no uplink, usando o mesmo ARFCN usado pelo BCH no downlink. A estação base responde ao RACH colocando um AGCH (Canal de Concessão de Acesso) no CCCH. Estes são canais lógicos transportados pelo canal físico BCH.

A unidade móvel recebe o AGCH no BCH, quando receberá e decodificará as instruções, fará uma nova sintonia a outro ARFCN e/ou timeslot e começará um diálogo bidirecional com a estação base em um SDCCH. Uma das primeiras coisas que a unidade móvel receberá é o SACCH associado ao SDCCH. Assim que receber o SACCH, a unidade receberá da estação base as informações de avanço de timing e potência transmitida. A estação base terá calculado o avanço de timing apropriado a partir do tempo de chegada do RACH. Uma vez que a unidade móvel obtiver as informações de avanço de timing, a mesma poderá enviar bursts de comprimento normal. O SDCCH é usado para enviar mensagens nos dois sentidos, cuidando dos alertas (fazendo a unidade móvel tocar) e da autenticação (verificando se esta unidade móvel tem permissão para usar a rede). Após um intervalo curto de tempo (1 a 2 segundos), a unidade móvel receberá um comando pelo SDCCH para se sintonizar novamente no TCH. Uma vez no TCH, os dados de conversação são transportados pelo uplink e downlink.

O processo para as chamadas originadas pela estação base é bastante similar. A estação base coloca um PCH (Canal de Paging) na parte CCCH do BCH.

Quando a unidade móvel receber o PCH, responderá enviando um RACH. O restante do processo será idêntico ao caso de originação pela unidade móvel.

Quando se consegue traduzir os bursts do GSM em tons de áudio (demodulação AM), é interessante ouvir a diferença entre os tipos de canais usados conforme a chamada é estabelecida. Uma boa maneira de se fazer isto é usar um telefone GSM próximo a um televisor antigo ou telefone com fio convencional. A interferência gerada nestes dispositivos equivale à demodulação AM.

O burst RACH pode ser ouvido como um único som: "tic". Este é rapidamente seguido pelo SDCCH: "tat, tat-tat-tat, tat-tat-tat...". Após alguns poucos segundos, o TCH é conectado: "bzzzzzzzzzz".

Como qualquer assunto técnico, o GSM pode parecer complicado à primeira vista, e pode ocorrer de se precisar ler o assunto várias vezes para compreender o sistema completamente.

3.1.15 Outros Tópicos do GSM

3.1.15.1 DTx - Transmissão Descontínua e DRx – Recepção Descontínua

Recepção Descontínua, ou DRx, e Transmissão Descontínua, ou DTx, são os modos usados pela unidade móvel para economizar energia da bateria. As unidades móveis são divididas em grupos de paging (dependendo de seus números de identidade de assinante). Como os grupos de paging somente são procurados ou chamados em momentos predefinidos, a unidade móvel somente precisa verificar se há mensagens ou chamadas para ela na rede nestes momentos. No DRx, a unidade móvel "fica dormindo" (conservando energia da bateria) e "acorda" quando deve receber o paging (dependendo de seu grupo de paging) e, em seguida, volta novamente a "dormir".

A Transmissão Descontínua ocorre se o usuário estiver somente ouvindo, e não falando. Para conservar a economia da bateria, o rádio não transmitirá bursts (a transmissão representa o maior consumo de energia) até que haja informações a serem enviadas. Quando ocorre o DTx, o sistema insere um "ruído de conforto", para que a pessoa do outro lado da chamada saiba que o enlace ainda está estabelecido.

3.1.15.2 Criptografia

Um dos principais recursos do sistema GSM é a segurança. Isto acontece devido ao uso da criptografia ou cifragem. A estação base controla se a cifragem está ativada ou desativada. A criptografia dos dados ocorre após os dados terem sido intercalados e arrançados em oito blocos de dados, antes que os bursts finais sejam

montados. Os algoritmos de criptografia são controlados com bastante rigor. Estes algoritmos são bem similares às técnicas usadas por muitos dos principais órgãos de inteligência em todo o mundo. A segurança destes algoritmos é aumentada pelo fato do sistema trocar de algoritmo de criptografia a cada chamada (mesmo que um algoritmo seja decifrado em uma chamada, a criptografia usada na próxima chamada será diferente).

3.1.15.3 Multipercursos e Equalização

Na Ilustração 15 tem-se um exemplo simples, formado por uma estação base, uma unidade móvel, um percurso de transmissão direto, uma grande reflexão em uma montanha ou edifício e um pequeno deslocamento de frequência provocado pelo movimento da unidade móvel. A unidade móvel sabe que deveria estar recebendo um determinado código de cores da estação base. Calculando as características do percurso de RF a partir do distúrbio que este causou no bloco intermediário, o equalizador da unidade móvel pode reconstruir com maior eficácia as outras partes do burst, reduzindo a probabilidade de ser detectado um bit incorreto.

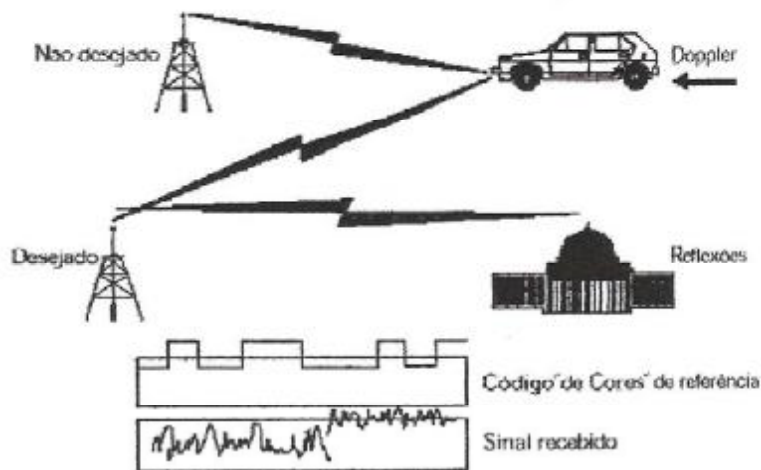


Ilustração 15 Multipercursos (fonte: Agilent Technologies)

3.1.16 SMS

Móveis podem receber mensagens de SMS em modo idle e dedicado. Os móveis no estado idle recebem SMS pelo Cell Broadcast Channel (CBCH), que faz parte do CCCH.

No modo dedicado (em conversação), o SMS é processado e enviado pelo FACCH (Fast Associated Control Channel), que não faz parte do CCCH.

O móvel não fica no CCCH quando está numa chamada. Logo, durante uma chamada a mensagem é enviada no Canal de Controle Dedicado Rápido (FACCH). É uma mensagem de sinal enviada durante chamadas.

Há posições divergentes em relação ao canal a que pertence o CBCH, se ao SDCCH ou ao CCCH, porém isto não é de grande relevância.

SMS pelo CBCH é um método pelo qual todos os usuários numa célula receberão a mesma mensagem de texto nos seus móveis. Esta mensagem é carregada no CBCH.

Um outro sistema de mensagem é o SMS Ponto a Ponto. Neste, são enviadas mensagens a um usuário em particular pelo centro de serviço, ou vice-versa. Neste método, a mensagem é enviada e recebida da mesma forma que uma chamada no FACCH, em modo dedicado, e no SDCCH (Stand Alone Dedicated Control Channel) em modo idle. O envio e recebimento de mensagens são transparentes ao usuário; não funciona da mesma maneira que o SMS pelo CBCH (não usa o CBCH).

3.1.17 MMS

MMS é uma tecnologia que permite ao usuário criar, enviar e receber mensagens de texto e ainda incluir imagem, áudio e/ou vídeo-clipe. Mensagens MMS são enviadas de um terminal móvel a outro, ou a um endereço de email.

Não é necessário ter um image phone para enviar e receber mensagens MMS, mas somente um telefone compatível com a tecnologia MMS, um acordo com uma operadora que suporte o serviço e as configurações corretas no seu aparelho. As mensagens multimídia (MM) são enviadas por meio de GPRS (tecnologia que será abordada na seção 3.4).

3.1.18 Outros Serviços do GSM: Chamada em Espera, Conferência e Caixa Postal

Chamada em Espera é um serviço que não deixa que o usuário perca nenhuma ligação: enquanto está numa ligação, pode-se ficar sabendo quando mais alguém está querendo conectar uma chamada. O aviso é dado por sinais sonoros durante a conversação e basta olhar no visor do terminal móvel para saber quem está chamando. É possível atender duas ligações ao mesmo tempo: o sinal sonoro indica quando há outra chamada a ser atendida e o usuário é capaz de atender a segunda ligação sem precisar desligar a primeira.

É possível transformar uma conversa a dois em uma conversa a três e evitar fazer várias ligações sucessivas, para isso se disponibiliza o serviço de

conferência. Com ele, é possível reter uma chamada, realizar outra em seguida (sem desligar a primeira) e até mesmo interligá-las.

Sempre que o usuário não puder ou não quiser atender chamadas, quando seu celular estiver ocupado, fora da área de serviço ou até mesmo desligado, suas ligações serão atendidas pela Caixa Postal.

A Caixa postal permite ao usuário escutar suas mensagens através de telefones fixos e celulares, a qualquer momento e de qualquer lugar.

3.2 CSD

Uma chamada de dados chaveada por circuito (GSM CSD) é um único TS, em que a conexão é simétrica: a mesma taxa de bit é usada para uplink e downlink. A taxa de bit varia entre 9,6 kbps e 14,4 kbps.

Uma taxa de 14,4 kbps pode ser alcançada numa área de cobertura da rede de boa qualidade. Por sua vez, a taxa será de 9,6 kbps numa área de cobertura de mais baixa qualidade quando a correção de erros é em código.

Uma chamada de dados chaveada por circuito é similar a uma chamada de voz. A chamada CSD utiliza um TS de um canal de frequência de downlink para receber dados em formato digital, por exemplo, navegação WAP; e um TS de um canal de frequência de uplink para enviá-los, conforme mostra a Ilustração 16.



Ilustração 16 Conexão CSD (fonte: Forum Nokia)

3.3 GPRS

O GPRS é um sistema que serve como portadora no padrão WAP, conforme se verifica na Ilustração 17.

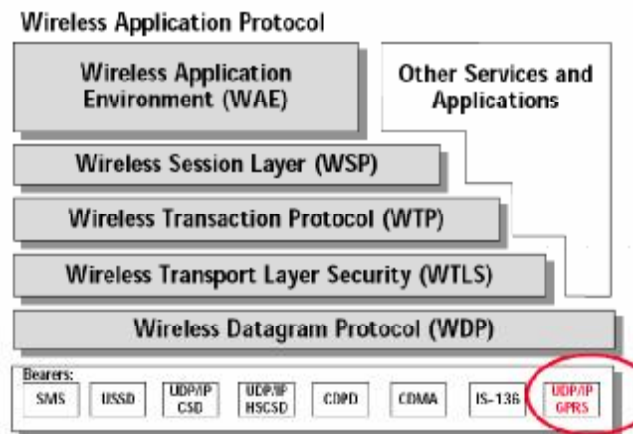


Ilustração 17 Wireless Application Protocol (WAP) (fonte: Forum Nokia)

O GPRS é uma rede de chaveamento de pacotes que funciona como uma ótima portadora para aplicações que utilizam bursts, como, por exemplo, um serviço WAP.

A seguir se encontram alguns aspectos chave para se utilizar o GPRS como uma portadora WAP.

- Não há necessidade de discagem: não há sincronismo entre modems. Um canal lógico de dados pode ser estabelecido ao se ligar o terminal, sendo mantido em modo stand-by.
- Fonte de baixa utilização de RF: um download em formato WAP necessita de apenas um segundo da capacidade de rádio do TS.
- Baixo consumo de potência do terminal durante uma sessão: o terminal transmite dados no uplink somente quando uma mensagem precisa ser transferida.
- Alta densidade de usuários: permite simultâneas sessões de vários usuários próximos.

3.4 WAP

A navegação WAP dá ao usuário páginas bem pequenas e simples, escritas expressamente para terminais móveis. Como alguns exemplos de utilização da navegação WAP, tem-se a possibilidade de se efetuar o check in de vôos, ver resultados de esportes, comprar passagens online, efetuar algumas transações bancárias pelo terminal móvel etc.

Na infra-estrutura do serviço WAP pode haver um Servidor WAP como servidor de origem no sistema, ou pode haver um Gateway WAP trabalhando junto

com um servidor web funcionando como servidor de origem. Ambos servidores podem ser ligados ao sistema de base de dados.

O protocolo HTTP é usado entre o Servidor/Gateway WAP e o Servidor Web. O Servidor/Gateway WAP entrega requisições HTTP para conteúdo WAP ao Servidor Web, que responde e entrega a informação requisitada através de respostas HTTP.

3.4.1 WAP via CSD versus WAP via GPRS

No GSM CSD, um cliente reserva um TS inteiro para si, mas não o usa o tempo inteiro. Nos momentos em que este cliente está em modo idle, o mesmo TS não pode ser provido a outros clientes, como se verifica na Ilustração 18.

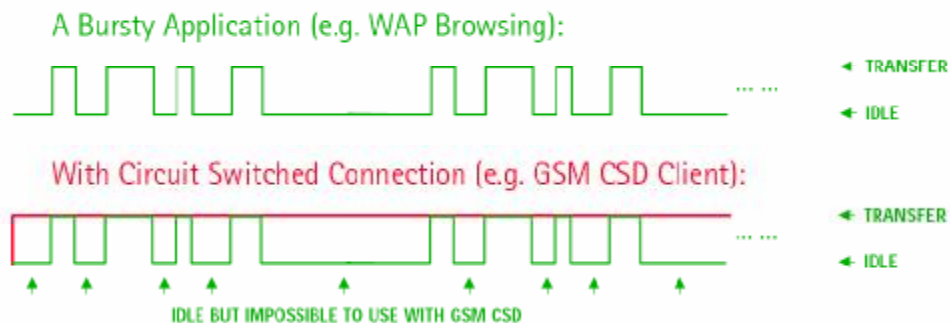


Ilustração 18 Navegação WAP com GSM CSD (fonte: Forum Nokia)

Um Sistema Dial-up é necessário para habilitar chamadas de dados que chegam quando GSM CSD é usado como portadora WAP. O Servidor de Acesso Remoto atribui endereços IP dinâmicos a clientes para uso temporário. O Sistema Dial-up, o Servidor de Acesso Remoto e o Servidor/Gateway WAP podem pertencer a um provedor de serviço WAP ou eles podem ser arrendados de uma operadora ou um provedor de acesso a internet.

No GPRS, um cliente não reserva o TS inteiro para si, podendo o mesmo ser provido a outros usuários, conforme se verifica na Ilustração 19 e na Ilustração 20.

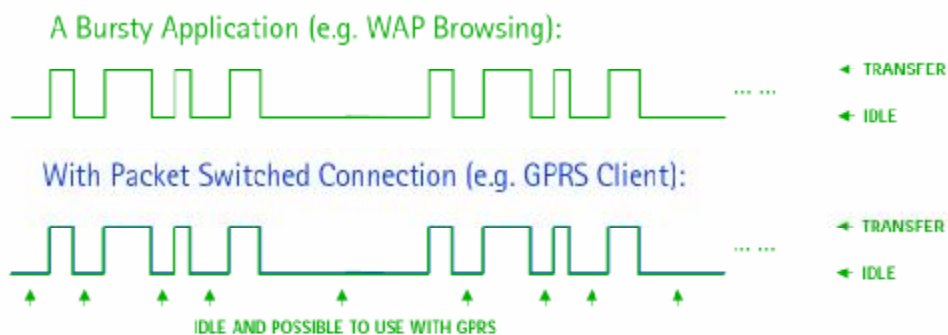


Ilustração 19 Navegação WAP com GPRS (fonte: Forum Nokia)

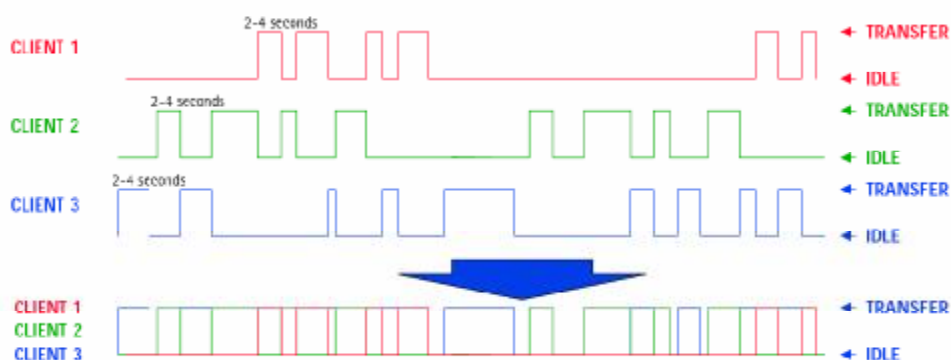


Ilustração 20 Compartilhamento de TS no GPRS (fonte: Forum Nokia)

No WAP via GPRS, um cliente WAP compatível com GPRS requisita conteúdo WAP via ponto de acesso. Este cliente depende da configuração do ponto de acesso, através do qual dados de rede ou endereços IP podem ser acessados. É a operadora GPRS que define a configuração dos pontos de acesso.

Podem-se encontrar alguns pontos de acesso com configurações diferentes numa rede GPRS, a qual atribui endereços IP dinâmicos a clientes WAP para uso temporário.

3.5 Interface IrDA

IrDA é um padrão definido pelo IrDA Consortium (Infrared Data Association). É um padrão que especifica um modo para transferir dados sem-fio via radiação infravermelha. As especificações incluem padrões para ambos terminais móveis e protocolos usados para fazer a comunicação.

O padrão IrDA surgiu da necessidade de se conectar vários terminais móveis. O uso primário do IrDA era para interconectar notebooks ou vários comunicadores pessoais; entretanto, agora, até mesmo câmeras de vídeo vêm às vezes equipadas com interface IrDA [9].

Terminais compatíveis com IrDA se comunicam usando LEDs infravermelhos. O comprimento de onda usado é de aproximadamente 875 nm, com uma tolerância de mais ou menos 30 nm. Receptores utilizam fotodiodos PIN em modo de geração (a luz que entra é transformada em elétrons e o sinal segue por um filtro; somente frequências permitidas para uma modulação IrDA específica podem passar). Há uma relação direta entre a energia da radiação recebida e a carga óptica gerada pelos receptores.

3.6 Bluetooth

A tecnologia bluetooth permite que terminais móveis, computadores e periféricos próximos possam se comunicar diretamente uns com os outros sem a necessidade de fios.

Bluetooth é uma tecnologia de comunicação sem fio de pequeno alcance. Dentre os usos mais comuns do Bluetooth em terminais móveis incluem sincronização de calendário e contatos entre o terminal móvel e um computador equipado com bluetooth, a utilização de fones de ouvido compatíveis com bluetooth conectados a terminais móveis sem a necessidade de fios, conectar um telefone a um hands free car kit sem ter que tirar o telefone do bolso ou da bolsa, entre outros.

O padrão Bluetooth atual especifica um sinal de rádio de alcance de até 10 metros, a uma velocidade máxima de 720 kbits/s. Também é provido ao usuário um simples mecanismo de confirmação que visa aumentar a proteção entre conexões e evitar com que outros terminais não autorizados se conectem inadvertidamente via bluetooth. Uma vantagem interessante da tecnologia bluetooth é que ela é livre de tarifação.

3.7 Recomendações da Associação GSM para Testes em Campo de Terminais Móveis

As especificações apresentadas na seção 4.1.3 são baseadas no documento *PRD TW.11* da Associação GSM, que define recomendações para os testes efetuados no curso das análises em campo das unidades móveis.

Testes em campo são importantes para comprovar a credibilidade da performance de terminais móveis no ambiente operacional real das redes.

Tais testes têm provado ser uma ferramenta valiosa, uma vez que analisam terminais móveis sob condições reais de uso, observando seu comportamento em ambientes dinâmicos, os quais não podem ser atingidos por meio de simuladores de testes sob condições laboratoriais.

Experiências adicionais têm mostrado que resultados comparáveis são alcançados em múltiplas infra-estruturas de redes.

Ademais, tais testes proporcionam uma visão de satisfação e experimentação sob o ponto de vista do cliente que tem sido, e continuará sendo, o guia principal para a execução das análises em campo.

Ainda que seja de responsabilidade do fabricante definir os procedimentos a serem seguidos quando da execução dos testes em campo, a Associação GSM acredita que as recomendações GSM para os testes em campo irão ajudá-los a atingir um processo operacional e otimizado.

4 ATIVIDADES PRÁTICAS REALIZADAS

4.1 Projeto Phone Analysis

4.1.1 Escopo e Objetivos do Projeto

O projeto no qual a estagiária esteve envolvida se denomina Phone Analysis, que objetiva realizar as análises e testes nos softwares dos aparelhos Nokia nas redes das operadoras Claro, Tim, Oi, Brasil Telecom, Telemig Celular e Amazônia Celular nas principais capitais brasileiras, para fins de homologação do software dos aparelhos operando a pleno nas operadoras.

O escopo principal do Phone Analysis é a aprovação dos softwares testados para produção em massa e conseqüente venda ao mercado consumidor.

4.1.2 Abrangência do Projeto

Os softwares analisados são todos testados em aparelhos que funcionam com a tecnologia GSM. As análises são realizadas nas plataformas das operadoras Claro, Oi, Tim, Brasil Telecom, Telemig Celular e Amazônia Celular (todas operando com tecnologia GSM), nas principais capitais brasileiras: São Paulo e Campinas, cobertas pelas operadoras Claro e Tim; Rio de Janeiro e Recife, cobertas pela Claro, Tim e Oi; Porto Alegre e Brasília, cobertas pela Claro, Tim e Brasil Telecom; Belo Horizonte, coberta pela Telemig Celular; Fortaleza, coberta pela Tim e Oi; Belém e Manaus, cobertas pela Amazônia Celular.

4.1.3 Descrição dos Testes em Campo

Os testes realizados, bem como sua descrição, estão apresentados na Tabela 2 a seguir.

Tabela 3 Descrição dos Testes em Campo

TESTE	REPETIÇÕES	DESCRIÇÃO
SELEÇÃO DE CÉLULA		
Seleção de célula	10	Ao ligar, a MS deve selecionar a rede GSM aplicável.
CHAMADA ORIGINADA		
Para móvel	20	A MS deve efetuar chamada para outra MS.
Para fixo	20	A MS deve efetuar chamada para telefone fixo.
CHAMADA TERMINADA		
Em móvel	20	A MS deve apresentar corretamente a informação CLIP (Calling Line Identification – Identificação de Chamada) quando receber

		chamada de outro móvel.
Em fixo	20	A MS deve apresentar corretamente a informação CLIP (Calling Line Identification – Identificação de Chamada) quando receber chamada de telefone fixo.
CHAMADA DE LONGA DURAÇÃO		
30 minutos em chamada originada	2	A MS deve manter a chamada originada durante 30 minutos.
30 minutos em chamada terminada	2	A MS deve manter a chamada recebida durante 30 minutos.
CHAMADA EM ESPERA		
Chamada em espera	04	A MS deve receber um tom de chamada em espera, e ser capaz de alternar entre as duas chamadas sem perder a ligação.
CONFERÊNCIA		
Conferência	03	A MS deve atender duas chamadas ao mesmo tempo e ativar conferência entre todas.
NOTIFICAÇÃO DE NOVA MENSAGEM DE VOZ		
Ícone de fita	05	Um ícone de fita deve ser mostrado para indicar que a MS recebeu uma nova mensagem de voz.
SMS Classe 0	05	A MS deve receber uma SMS Classe 0 indicando nova mensagem de voz.
Tecla de atalho 1	05	A MS deve originar chamada à caixa postal pressionando por um tempo a tecla 1 do teclado.
Power off do ícone de fita	05	Após ouvir a nova mensagem de voz, o ícone de fita deve desaparecer.
SMS		
SMS originada (<160 caracteres)	05	A MS deve enviar Mensagem Curta (SM – Short Message) com menos de 160 caracteres.
SMS originada (>160 caracteres)	05	A MS deve enviar Mensagem Curta com mais de 160 caracteres.
SMS originada (durante chamada)	05	A MS deve enviar Mensagem Curta durante chamada.
SMS terminada (<160 caracteres)	05	A MS deve receber Mensagem Curta com menos de 160 caracteres.
SMS terminada (>160 caracteres)	05	A MS deve receber Mensagem Curta com mais de 160 caracteres.
SMS terminada (durante chamada)	05	A MS deve receber Mensagem Curta durante chamada.
Resposta a SMS	10	A MS deve responder a uma SM recebida.
SMS com figura	10	A MS deve enviar uma SM com figura.
SIM TOOL KIT		
SIM Card Menu		A MS deve navegar pelo SIM Card menu e receber os serviços solicitados.
INDICATIVO DE CÉLULA		
Indicativo no display		A informação de célula deve ser mostrada no display quando ativa.

WAP		
Conexão WAP CSD	20	A MS deve completar conexão WAP usando CSD.
Conexão WAPGPRS/EDGE	20	A MS deve completar conexão WAP usando GPRS/EDGE.
CSD		
Via cabo	05	Após conectar o móvel a um computador por meio de cabo apropriado, o computador deve conectar-se a internet, através de um provedor de acesso discado, utilizando o móvel como modem.
Via IR	05	Após conectar o móvel a um computador por meio de infravermelho, o computador deve conectar-se a internet, através de um provedor de acesso discado, utilizando o móvel como modem.
Via Bluetooth	05	Após conectar o móvel a um computador por meio de bluetooth, o computador deve conectar-se a internet, através de um provedor de acesso discado, utilizando o móvel como modem.
GPRS		
Via cabo	05	Após conectar o móvel a um computador por meio de cabo apropriado, o computador deve conectar-se a internet, através de servidor GPRS, utilizando o móvel como modem.
Via IR	05	Após conectar o móvel a um computador por meio de infravermelho, o computador deve conectar-se a internet, através de servidor GPRS, utilizando o móvel como modem.
Via Bluetooth	05	Após conectar o móvel a um computador por meio de bluetooth, o computador deve conectar-se a internet, através de servidor GPRS, utilizando o móvel como modem.
MMS		
Receber MMS com texto	03	A MS deve receber uma Mensagem Multimídia (MM) com texto.
Enviar MMS com texto	03	A MS deve enviar uma Mensagem Multimídia (MM) com texto.
Receber MMS com figura	03	A MS deve receber uma Mensagem Multimídia (MM) com figura.
Enviar MMS com figura	03	A MS deve enviar uma Mensagem Multimídia (MM) com figura.
Receber MMS com som	03	A MS deve receber uma Mensagem Multimídia (MM) com som.
Enviar MMS com som	03	A MS deve enviar uma Mensagem Multimídia (MM) com som.
Receber MMS com vídeo	03	A MS deve receber uma Mensagem Multimídia (MM) com vídeo.
Enviar MMS com vídeo	03	A MS deve enviar uma Mensagem Multimídia (MM) com vídeo.
Receber MMS com slide	03	A MS deve receber uma Mensagem Multimídia (MM) com slide.
Enviar MMS com slide	03	A MS deve enviar uma Mensagem Multimídia (MM) com slide.
E-MAIL		
Receber e-mail da internet	03	A MS deve acessar caixa postal na internet para receber mensagem de e-mail.
Enviar e-mail para internet	03	A MS deve acessar caixa postal na internet para enviar mensagem de e-mail.
CHAMADA DE EMERGÊNCIA		
190	03	A indicação 'Chamada de Emergência' deve aparecer quando se disca 190.

4.1.4 Diagnósticos Efetuados nos Testes em Campo

Os diagnósticos efetuados baseiam-se na razão da necessidade de realização do teste e no comportamento esperado do software perante o teste realizado. Caso a MS apresente comportamento contrário ao esperado, leva-se em conta que o teste em análise falhou.

As falhas podem ocorrer em função de alguma indisponibilidade do serviço ocasionada pela rede da operadora de telefonia móvel em que se está testando, ou mesmo por causa de problemas relacionados ao código do SW em si.

Com relação às falhas devidas ao mau funcionamento ou não oferecimento do serviço por parte da operadora, há duas formas de se proceder:

- a) Realizar novamente o teste num outro momento, no caso de haver indisponibilidade do serviço, e
- b) Realizar o teste numa outra localidade, no caso de o local em que se está executando o teste estar sem cobertura da operadora.

Outras espécies de falha que também podem ocorrer envolvem hardware, como, por exemplo, nos testes de conexão via cabo à internet utilizando o telefone como modem. Nestes tipos de testes, é muito comum ocorrer falha de conexão nas primeiras tentativas. Para solucionar a dificuldade, deve-se diagnosticar se o cabo utilizado não está defeituoso, procedendo ao mesmo teste com um cabo sobressalente. Caso o teste dê certo, verifica-se que o problema era do cabo utilizado para conectar o telefone ao computador.

Outro problema comumente verificado é o de conexão à internet via bluetooth utilizando o telefone como modem. Isto porque, pelo fato de a tecnologia bluetooth não utilizar fios ou cabos, a informação trocada entre o telefone e o computador pode facilmente sofrer interferências. Nestas situações, a solução a que se deve recorrer é a de se proceder a novo pareamento entre os dois equipamentos, a fim de se estabelecer nova conexão e testar novamente a funcionalidade.

Especificamente no teste de conexão CSD à internet via modem, já ocorreu de em algumas localidades não se conseguir completar a chamada de dados através de determinado provedor de acesso à internet. Neste caso, o modo como se procedeu para solucionar a dificuldade foi a utilização de outros provedores de acesso discado. Os provedores de acesso à internet mais utilizados são Click 21 e Discador Oi.

Não há um limite estabelecido de número de falhas para que se dê o software como reprovado. O que se toma como baliza é a gravidade da falha aplicada

ao teste específico, de forma que se pondere o quanto a falha irá afetar a usabilidade do software pelo usuário final.

4.1.5 Softwares Aprovados *versus* Softwares Reprovados

As seguintes versões foram levadas a campo para serem analisadas:

- Modelo 1100 com versões de software 6.06 e 6.64.



Ilustração 21 Nokia 1100 (fonte: Divulgação)

- Modelos 3100 e 6100 com versão de software 6.01.



Ilustração 22 Nokia 3100 (fonte: Divulgação)



Ilustração 23 Nokia 6100 (fonte: Divulgação)

- Modelo 6822 com versão de software 4.48.



Ilustração 24 Nokia 6822 (fonte: Divulgação)

- Modelo 7610 com versão de software 5.0509.0_RD.



Ilustração 25 Nokia 7610 (fonte: Divulgação)

- Modelo 9300 com versão de software 4.53.



Ilustração 26 Nokia 9300 (fonte: Divulgação)

- Modelo N-Gage QD com versão de software 4.10.



Ilustração 27 Nokia N-Gage QD (fonte: Divulgação)

- Modelo 2300 com versão de software 6.64.



Ilustração 28 Nokia 2300 (fonte: Divulgação)

- Modelo 8800 com versão de software 3.22.



Ilustração 29 Nokia 8800 (fonte: Divulgação)

- Modelo 2650 com versão de software 6.18.



Ilustração 30 Nokia 2650 (fonte: Divulgação)

- Modelo 6230i com versão de software 3.30.



Ilustração 31 Nokia 6230i (fonte: Divulgação)

- Modelo 6681 com versão de software 3.20.3.



Ilustração 32 Nokia 6681 (fonte: Divulgação)

- Modelo 3220 com versão de software 4.80.



Ilustração 33 Nokia 3220 (fonte: Divulgação)

Dentre os softwares testados, todos foram aprovados.

Ressalte-se que, ainda que determinado SW não tenha tido falhas de tal relevância a ponto de levá-lo à reprovação, nada obsta que mudanças possam ser realizadas no código deste SW para que pequenas falhas sejam corrigidas. Quando isto ocorre, o SW melhorado volta a campo, com uma nova denominação, para ser analisado novamente.

5 CONCLUSÃO

Ao término do Estágio Supervisionado evidenciou-se a necessidade da presença de tal disciplina na grade curricular do curso, uma vez que proporcionou ganhos valiosos à estagiária, no que concerne tanto ao aperfeiçoamento das suas habilidades e capacidades profissionais quanto à colaboração absorvida pela empresa proporcionada pela estagiária durante o período de estágio.

As atividades desenvolvidas revelaram-se pioneiras no mercado brasileiro em relação à tecnologia GSM, possibilitando à empresa conquistar maior credibilidade perante o cliente e a comunidade corporativa na prestação dos serviços, bem como maior agilidade na aprovação dos softwares e na conseqüente liberação para produção em massa e venda aos consumidores.

O desempenho do estágio ultrapassou as expectativas primeiras e avançou em busca da inovação: tem-se planejado, discutido e implementado um sistema inovador a fim de tornar as atividades realizadas mais eficientes e ágeis.

Ao término deste relatório salienta-se a sensação de dever cumprido e, após 4,5 anos de muita dedicação, a estagiária pode-se considerar apta a exercer a profissão de engenheira com alta qualificação.

6 BIBLIOGRAFIA

- [1] AGILENT Technologies. *Fundamentals of GSM Technology*. Version 2, 2005.
- [2] NOKIA Phone Models. Disponível em <<http://www.nokia.com>>. Acesso em 25/05/05.
- [3] GSM Association. *Permanent Reference Document: TW.11 - Field Trial Guidelines*. Version 3.5.0, 2002.
- [4] GUIAGEO. Disponível em <<http://www.guiageo.com>>. Acesso em 25/05/05.
- [5] GUIMARÃES, Dayani Adionel. *Padrões em Sistemas de Comunicação Móvel*. INATEL, 1998.
- [6] L. HARTE AND R. LEVINE, et al. *Cellular and PCS: The Big Picture*. McGraw-Hill, 1997.
- [7] L. HARTE AND R. LEVINE, et al. *GSM Super Phones*. McGraw-Hill, 1999.
- [8] FORUM Nokia. *Introduction to WAP Service Architecture with Wireless Network Bearers*. 2001.
- [9] *Introduction to IrDA*. Disponível em <<http://www.hw.cz/english/docs/irda/irda.html>>. Acesso em 04/06/05.
- [10] IrDA – Infrared Data Association. Disponível em <<http://www.irda.org/displaycommon.cfm?an=1>>. Acesso em 04/06/05.
- [11] VIVO. *Chamada em Espera*. Disponível em <http://www.vivo-sp.com.br/consumidor/serv_serv_espera.shtml>. Acesso em 04/06/05.
- [12] VIVO. *Conferência*. Disponível em <http://www.vivo.com.br/portal/o_que_e_vivo_conferencia.php>. Acesso em 04/06/05.
- [13] TELEMIG Celular. *Chamada em Espera*. Disponível em <<http://www.telemigcelular.com.br/Conheca/Servicos/MeusServicos/ChamadaEspera/>>. Acesso em 04/06/05.
- [14] TELEMIG Celular. *Caixa Postal*. Disponível em <<http://www.telemigcelular.com.br/Conheca/Servicos/MeusServicos/CaixaPostal/>>. Acesso em 04/06/05.