

CAPÍTULO 1 - ENQUADRAMENTO TEÓRICO

José Manuel Amaral Reigado (jreigado@gmail.com)

Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico da Guarda

Este trabalho tem como objetivo descrever as características, funcionalidades, arquitetura e larguras de banda, dos serviços de Voz, Sms, CSC e HSCSD. Estes serviços emergiram na geração 3G e assumiram um papel preponderante na mudança para um novo paradigma das comunicações móveis. Este fenómeno das tecnologias móveis (desde as visões tradicionais das redes mais antigas até às novas realidades) superou todas as expectativas e os utilizadores das redes móveis 3G, adotaram o serviço de SMS e Voz como parte integrante do seu quotidiano. O presente trabalho foi realizado no âmbito da unidade curricular de Redes e serviços de comunicação móveis do Mestrado em computação móvel do Instituto Politécnico da Guarda na edição 2016/2017.

Palavras-chave: SMS, VOZ, CSC, HSCSD, 3G, dispositivos móveis.

Numa sociedade tecnológica em que os dispositivos móveis têm-se afirmado cada vez mais no sector comunicacional de um mundo globalizado, emergiram ao longo dos últimos anos, diversos serviços que pela sua relevante importância, afirmaram-se como serviços indispensáveis à população numa escala global. Perante este quadro, torna-se imperativo abordar alguns dos principais serviços suportados pelas redes móveis sistema GSM (Global System for Mobile Communications) ou Sistema Global para Comunicações Móveis¹. Este trabalho aborda o progresso das redes móveis e de alguns dos seus serviços, onde são apresentadas as suas características, funcionalidades, larguras de banda e a sua evolução.

Destacam-se os seguintes serviços:

- **Serviço de Voz** - Comunicação digital por voz.
- **SMS** – Comunicação através de serviço de mensagens escritas
- **CSD** - transmissão de dados desenvolvido com base em time division multiple access (TDMA)
- **HSCSD** – Este serviço melhora a configuração original de transmissão de dados. O seu objetivo é elevar a velocidade de transmissão.

A forma como estes serviços se impuseram nas comunicações móveis, merece um estudo mais aprofundado do seu funcionamento e paralelamente da importância que têm para a população em geral, que adotou sem dificuldade esta nova era das comunicações móveis.

Nas últimas três décadas as tecnologias sofreram uma rápida evolução e os serviços desmultiplicaram-se, emergindo novas funcionalidades para os seus utilizadores. A 1ª geração foi analógica² ao que se seguiram as gerações digitais³ com largura de banda suficiente para transferir dados de forma rápida e segura.

¹ GSM é uma tecnologia móvel representando o padrão standard mais popular para telemóveis do mundo. Os Telefones GSM são usados por mais de um bilhão de pessoas em mais de 200 países.

² **Sinal Analógico** é um tipo de sinal contínuo que varia em função do tempo. A representação de um sinal analógico é uma curva.

³ **Sinal Digital** é um sinal com valores discretos (descontínuos) no tempo e em amplitude.

Os utilizadores foram-se adaptando às novas tecnologias e tornaram-se cada vez mais exigentes, “obrigando” toda a indústria de dispositivos móveis a encontrar novos serviços e soluções.

A evolução das redes de comunicações móveis, atravessou 4 gerações, com transformações e melhorias ao nível de serviços, larguras de banda, interfaces, etc. Novos paradigmas computacionais foram implementados e atualmente, estamos na era da conexão (Weinberger, 2003), com as tecnologias móveis cada vez mais ubíquas e pervasivas.

Não estamos na era da informação. Não estamos na era da Internet. Nós estamos na era das conexões. Ser conectado está no cerne da nossa democracia e nossa economia. Quanto maior e melhor forem essas conexões, mais forte serão nossos governos, negócios, ciência, cultura, educação.

David Weinberge

2.1 - EVOLUÇÃO DAS CONEXÕES MÓVEIS

No que concerne ao aumento exponencial das conexões móveis, tem-se assistido em Portugal nos últimos anos, ao aumento do número de assinantes das redes móveis (fonte: ANACOM). A tabela seguinte representa bem como foi rápida e expressiva essa evolução.

Tabela 2.1 - Número de assinantes anuais de redes móveis em Portugal.

ANO	NÚMERO DE ASSINANTES
1989	2.800 (analógico)
1995	340.000
2000	6.700.000
2005	11.447.000
2007	12.941.000

Fonte: ANACOM

No final do 2º trimestre de 2016, a penetração do serviço móvel ascendia a 163 por cada 100 habitantes (Fonte: ANACOM). Estes dados representam de forma inequívoca o rápido crescimento do número de assinantes de redes móveis no nosso país e que se generalizou por todo o mundo.

Relativamente ao número de serviços típicos de banda larga móvel, o número de utilizadores também acompanhou o crescimento tecnológico e a tabela seguinte apresenta os resultados do 2º trimestre de 2016:

Tabela 2.2 - Utilizadores de serviços típicos da banda larga móvel




2.º T 2016		Var. Trimestral (+/-) (%)		Var. Homóloga (+/-) (%)	
Nº total de utilizadores de serviços típicos da banda larga móvel (<u>habilitados</u>)	13.422	103	0,8%	700	5,5%
dos quais utilizadores de serviços 3G, <i>upgrades</i> e <i>standards</i> equivalentes ativos (que <u>registaram tráfego</u> no último mês do período de reporte)	5.808	103	1,8%	121	2,1%
dos quais <u>utilizadores do serviço de acesso à Internet</u> em banda larga	5.678	139	2,5%	421	8,0%
dos quais <u>utilizadores com tarifário específico</u> para acesso à <i>Internet</i> em banda larga	1.613	-20	-1,2%	-199	-11,0%
dos quais com ligação à <i>Internet</i> através de <u>tablet/PC</u>	564	16	2,9%	-39	-6,5%
dos quais com ligação à <i>Internet</i> através de <u>telemóvel</u>	5.114	123	2,5%	460	9,9%

Unidade: milhares de utilizadores, %

Fonte: ANACOM

As taxas de transferência de dados entre dispositivos móveis, acompanharam a revolução tecnológica e aumentaram as taxas de transferência para valores impensáveis há uns anos atrás.

Tabela 2.3 - As diferentes velocidades de downloads nos últimos anos

WIRELESS GENERATION	 Download NewYork Times home page (1.4MB)	 Download 3-minute MP3 file (4MB)	 Download 3-minute web video (10MB)
2G Average speed 125 kbps	90 seconds	2 minutes, 16 seconds	10 minutes, 40 seconds
3G Average speed 800 kbps	14 seconds	40 seconds	1 minute, 40 seconds
4G Average speed 1.5 mbps	7 seconds	21 seconds	53 seconds

Fonte: The EmpireOne Group P/L. <http://empireone.com.au/about-us>

2.2 – A GERAÇÃO 3G

Foi na 3ª geração que assistimos uma ampla gama de serviços, que vão desde o suporte, a aplicações multimédia (vídeo, áudio, dados), à integração e acesso a vários serviços disponíveis na Internet (WWW, correio eletrónico, fóruns discussão, etc).

Terceira geração – 3G

- ✓Banda larga (transmissão em alta-velocidade);
- ✓Serviços multimídia (voz, dados, imagens, video);
- ✓Melhor partilha da capacidade total disponível;
- ✓Tecnologias avançadas de redes inteligente ;
- ✓Redes/Dispositivos Híbridos;
- ✓Anos 2000.



Como é apresentado na figura anterior “Múltiplas gerações – Rede Híbrida”, cada dispositivo móvel faz parte de uma determinada geração pois contém funcionalidades e serviços de um determinado período da história dos dispositivos móveis e cujo progresso se refletiu de geração para geração.

Com todas estas profundas metamorfoses da indústria tecnológica, os serviços evoluíram e tornaram-se mais eficientes ao longo das gerações, como iremos ver no capítulo seguinte.

3 – Serviço de Voz

3.1 – Arquitetura do serviço de voz

Os telemóveis enviam e recebem chamadas sob a forma de fluxos de dados digitais, o que apresenta vantagens sobre a tecnologia analógica que se usava em redes fixas. Há menos interferência e a qualidade de som é melhor.

As chamadas digitais podem ser codificadas para evitar escutas. Como se sabe, os telemóveis têm várias funções, entre elas enviam e recebem voz, faxes, textos e dados da internet. As redes móveis cobrem a maioria das chamadas digitais. A transmissão é realizada através de efeitos magnéticos e elétricos usando como interfaces antena/s que os difundem.

Na figura seguinte é apresentado um esquema de comunicação entre dois ou mais dispositivos móveis.

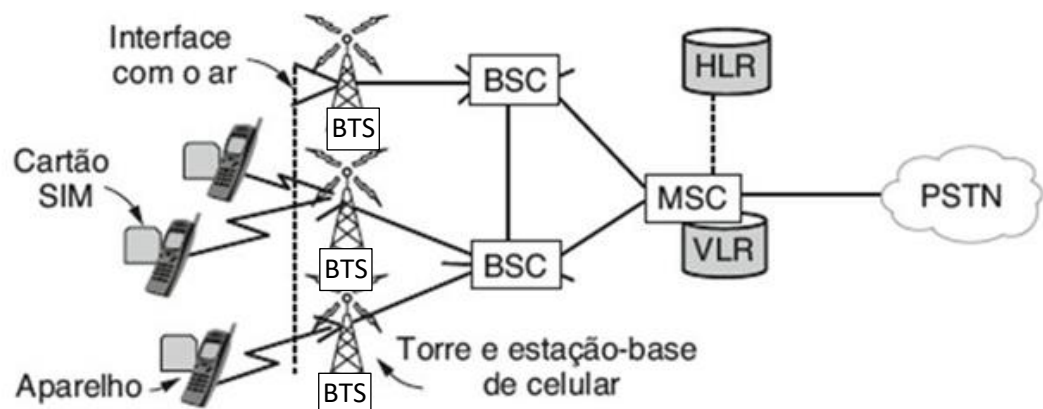


Figura 3.1 - Topologia da rede móvel GSM

Um dispositivo móvel para estabelecer ligação com outro tem que ter obrigatoriamente um cartão SIM que o identifica na rede. A tecnologia GSM utiliza uma estrutura dividida em células designada por “rede célula”. A célula é o ponto principal da rede. Uma célula é composta de uma antena transmissora e uma Estação Rádio Base (*Base Transceiver Station* – BTS). A antena BTS (Base transmission station) recebe a célula, envia para a BSC (Base Station Controller) que controla um grupo de estações Rádio Base (existem cerca de 20 a 30 BTS por cada BSC) e é responsável pela atribuição dos canais rádio, pelo controlo de potências, pelo controlo do mecanismo de saltos de frequência. Paralelamente a BSC participa na gestão do processo de “handover” entre BTS e comunicação do MS com o MSC (Mobile Service Switching Center) que endereça as ligações para o correspondente MSC ou para outras redes (redefixa, internet, etc).

Conforme apresentado na figura 1, antes dos dados chegarem à rede pública PSTN (Public Switched Telephone Network), passam pela HLR (Home Location Register) base de dados que contém os perfis e as localizações dos assinantes de um dado dispositivo móvel e VLR (Visiting Location Register) para registar a presença dos telemóveis, ou para fazer interrogações sobre essa presença.

3.2 – Sistema GSM

As comunicações através de dispositivos móveis usam o sistema aberto GSM que é uma arquitetura standard e nasceu nos anos 80, fruto de uma cooperação sem precedentes dentro da Europa. O sistema partilha elementos comuns com outras tecnologias utilizadas em telemóvel, como exemplo a transmissão realiza-se de forma digital e utiliza células. Este sistema suporta comunicação de dados e voz, as quais podem ser usadas por meio de um único número telefónico válido internacionalmente (Roaming). Ele baseia-se na alocação de diferentes canais de frequência e, dentro de um determinado canal, na alocação de slots de tempo (tanto para transmissão quanto receção).

Na figura seguinte é apresentado um esquema de uma comunicação móvel entre dois telemóveis.

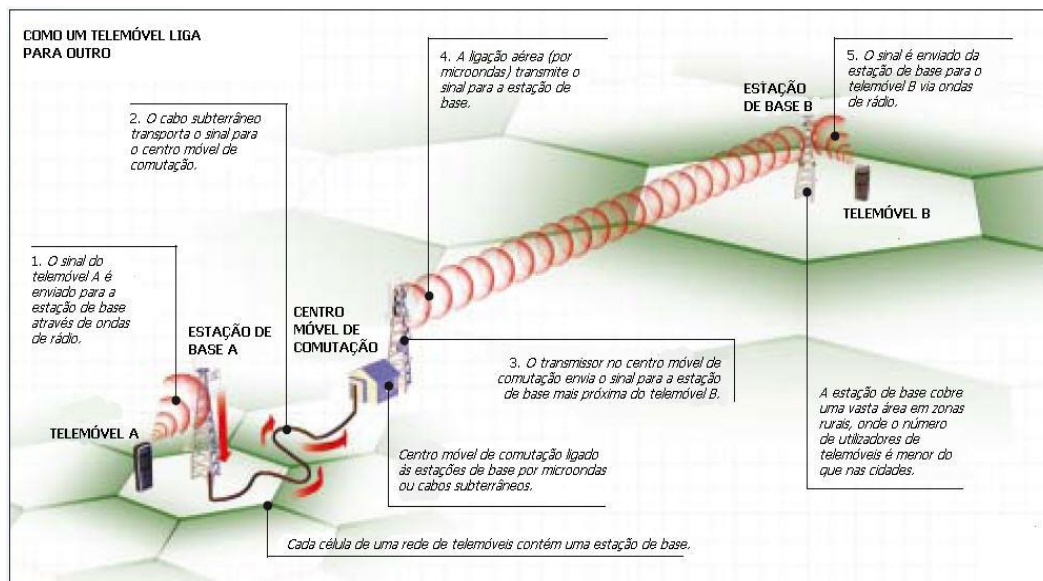


Figura 3.2 – Comunicação entre dois telemóveis no sistema GSM

Fonte: Livro “Tecnopédia”, editado em Portugal pela Civilização Editores.

As legendas supramencionadas na figura anterior são bem elucidativas de como a transmissão do sinal de um telemóvel é enviado para o seu destinatário.

4 – Serviço SMS

4.1 – Descrição do serviço SMS

Este serviço possibilita que mensagens de texto simples, com o limite de 160 caracteres alfanuméricos sejam enviadas por pacotes para e ou a partir de MS (Mobile Station).

As SMS permitem a comunicação entre pessoas em tempo real e de forma idêntica a uma conversa telefónica. A comunicação realiza-se com texto em vez da tradicional comunicação por voz.

4.2 – Evolução do serviço SMS

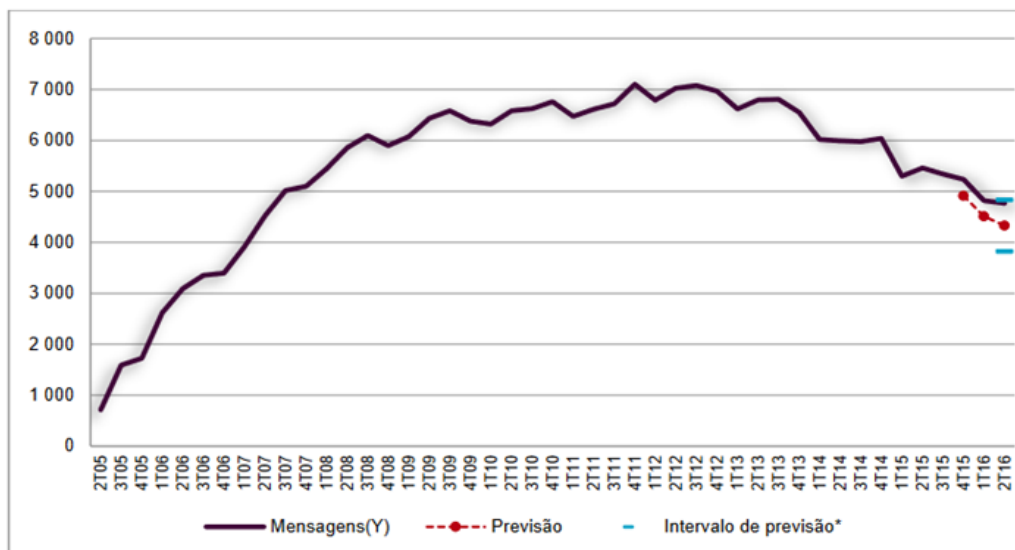
Na última década verificou-se um célere crescimento deste serviço, nomeadamente entre 2005 e 2012, no entanto a partir desta data o número de tráfego de SMS nos dispositivos móveis, baixou significativamente derivado talvez a um aumento de troca de mensagens nas redes sociais i.e, outros recursos emergiram proporcionando aos utilizadores troca de mensagens, através do uso de novos serviços inovadores e com custos cada vez mais reduzidos.

Apresenta-se a seguir um gráfico com a evolução do tráfego de mensagens escritas (SMS) do período do segundo trimestre de 2005 ao segundo trimestre de 2016.



Gráfico 4.1

Gráfico 6 - Evolução do tráfego de mensagens escritas (SMS)



Unidade: milhões de mensagens

Fonte: ANACOM

4.3 – Arquitetura do serviço SMS

As SMS emitidas pelos dispositivos móveis, comunicam e trocam informações por um canal de controle, que fornece um caminho para que as mensagens sejam transmitidas. Quando a SMS é enviada, passa por uma torre ERB (Estação rádio base) e chega a uma plataforma. Posteriormente é enviada e chega ao seu destino final

Cada célula (macrocélula) tem uma Estação de Base (BTS) equipada com antenas que normalmente ficam em pontos altos (edifícios, postes montes, etc.), e que têm potências de emissão de 2,5 a 300W, cobrindo distâncias até cerca de um máximo de 35 km.

No sistema GSM⁴, várias Estações Base (BTS) são controladas por uma BSC (Base Station Controller) que encaminha as chamadas de e para a rede fixa ou para outros

⁴ Do ponto de vista do consumidor, a principal vantagem do GSM são os novos serviços com baixos custos, como por exemplo a troca de mensagens de texto e o baixo custo de infraestruturas.

telemóveis da mesma rede ou de diferentes redes. O BSC é responsável pela atribuição dos canais rádio, pelo controlo de potências, pelo controlo do mecanismo de saltos de frequência.

Na figura seguinte verifica-se o contacto estabelecido entre as várias antenas BTS (na mesma rede ou em outras redes) e por fim a conexão das células com a BSC.

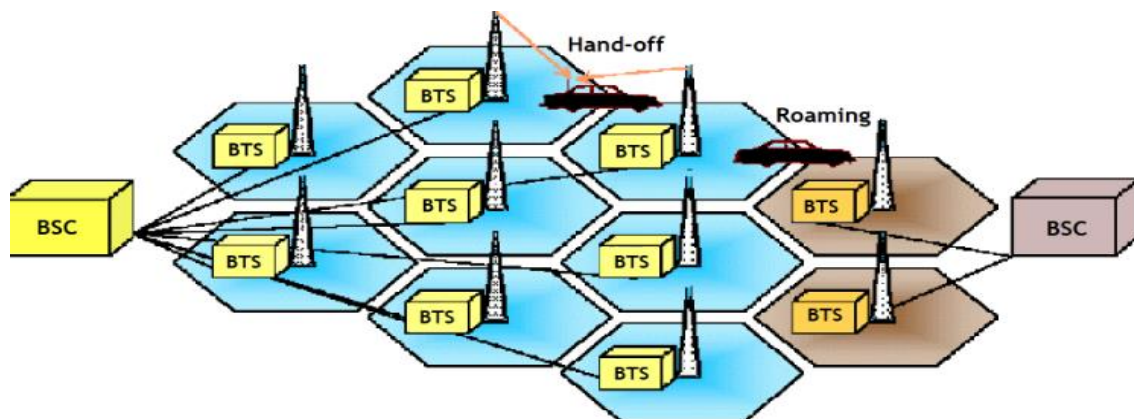


Figura 4.1 – Encaminhamento de SMS.

4.4 – Utilidades e funcionalidades do serviço SMS

No que concerne ao conteúdo das SMS, estas podem exprimir emoções, sentimentos através de determinados ícones ou abreviar palavras para uma comunicação mais rápida. O uso deste serviço, faz parte do dia a dia de uma grande parte da população e é fácil encontrar exemplos das vantagens do uso deste serviço. Vejamos uma situação de um indivíduo que se encontra a participar numa conferência e que não pode ausentar-se da mesma. Ao receber uma chamada de voz pode de imediato responder com uma SMS dizendo “estou em reunião”. Rapidamente a pessoa escreve a SMS (atualmente a maior parte dos telemóveis tem a escrita inteligente) e envia a SMS sem ter que sair do seu lugar para poder falar com a outra pessoa.

Paralelamente ao número de chamadas de voz, as SMS também podem ser contabilizadas e verificadas à posteriori. Vejamos então a tabela seguinte que apresenta os resultados do número de SMS enviados por um determinado número de telemóvel.









Data ▾	Hora	N.º	Valor com IVA
31 out 2016	16:57:17	96 531 48 79 	€0,00
31 out 2016	08:08:54	96 531 48 79 	€0,00
30 out 2016	21:54:48	96 531 48 79 	€0,00
29 out 2016	18:04:04	96 531 48 79 	€0,00
28 out 2016	20:48:15	96 531 48 79 	€0,00
28 out 2016	08:35:49	96 531 48 79 	€0,00
28 out 2016	08:21:53	96 531 48 79 	€0,00
27 out 2016	11:44:38	92 785 17 67 	€0,00

Figura 4.2 – Número de SMS enviados no final do mês de Outubro 1026.

A maioria dos operadores móveis disponibiliza o extrato que contabiliza o número de mensagens ou de chamadas telefónicas realizadas. Este documento ajuda o seu utilizador a ter uma maior consciência da utilização que deu ao seu dispositivo móvel.

5 – Serviço CSD (Circuit Switched Data)

5.1 – Descrição do serviço CSD

O serviço CSD consiste na forma original de transmissão de dados desenvolvido com base em time division multiple access (TDMA⁵) baseado na rede GSM. Envolve uma conexão fim-a-fim entre os elementos.

Nesta comunicação por circuito, é utilizado um slot de tempo para o utilizador, sendo que este slot é ocupado enquanto houver conexão (mesmo que não sejam trocados dados neste período). O canal de dados utilizado é semelhante a um canal de voz, o que significa que cada canal de estação de base, pode conter 8 ligações de dados de uma só vez e se todos os canais numa estação de base estiverem em uso não será possível estabelecer a chamada e a pessoa terá uma rede ocupada.

O CSD resume-se numa conexão analógica padrão para um ISP, e ninguém pode interromper a ligação enquanto um utilizador estiver ligado.

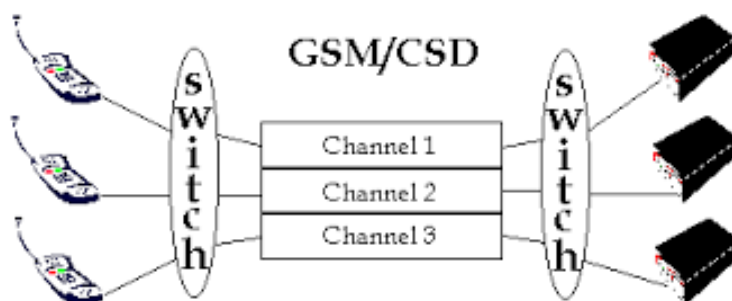


Figura 5.1 - Conexão padrão GSM / CSD (Circuit Switched Data)

⁵ **Time Division Multiple Access**, que quer dizer "**Acesso Múltiplo por Divisão de Tempo**", é um sistema móvel digital que funciona dividindo um canal de frequência até ao limite de oito intervalos de tempo distintos.

6 – Serviço HSCSD (High Speed Circuit Switched Data)

6.1 – Particularidades do serviço HSCSD

O serviço HSCSD é uma especificação para transferir dados sobre redes GSM. No seguimento da tecnologia CSD, o serviço HSCSD veio aperfeiçoar a forma original de transmissão de dados. O seu objetivo é elevar a velocidade de transmissão.

O serviço de dados do CSD era baseado na tecnologia de comutação de circuitos e apresentava uma taxa de transmissão máxima de 9.6 Kbps. Este ritmo era insuficiente para a transmissão de dados quando utilizado em aplicações mais pesadas, como a Internet, vídeo, etc. Num esforço para manter atrativa a utilização do GSM, foi definido um conjunto de normas pelo ETSI, designado por GSM 2+. Uma das inovações que se pretende implementar no GSM 2+ é o chamado HSCSD.

6.2 – Arquitetura do Sistema HSCSD

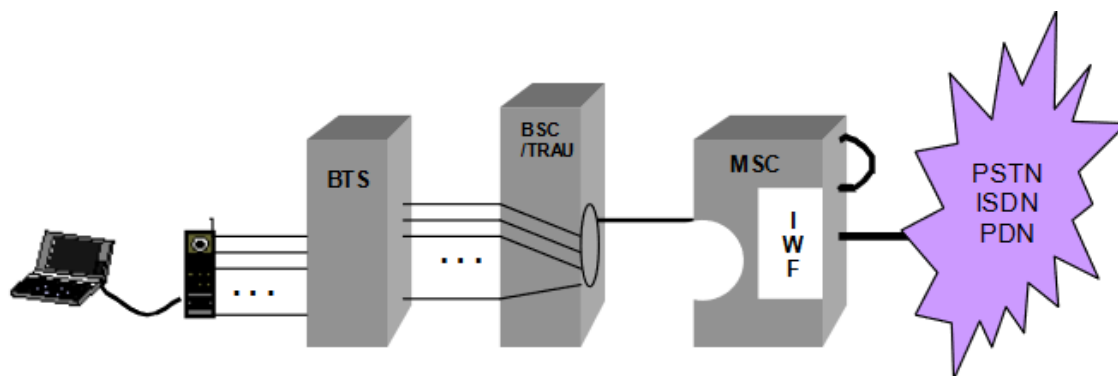


Figura 6.2 - Arquitetura do sistema HSCSD com configuração de múltiplos canais⁶

O tipo de canais autorizados em HSCSD são TCH/F4.8, CH/F9.6, TCH/F14.4, que disponibilizam taxas de transmissão que apresentam os seguintes valores: 4.8 Kbps, 9.6 Kbps, 14.4 Kbps por canal, respetivamente. Devido à necessidade de optimização de custos, as BTS serão modificadas o mínimo possível. Relativamente às redes, a maioria

⁶ Fonte: Análise tecno-económica de Serviços de Telecomunicações Móveis, Relatório projeto de Nuno Ferreira. Dep. Dd Eletrónica e telecomunicações da Univ. de Aveiro.

das transformações serão nas BSC e nas MSC. Na configuração HSCSD a trama de dados é dividida em subtramas. Uma função de divisão/combinção estará localizada no terminal móvel e a outra na MSC Interworking Functions (IWF) ou na BSS. A localização da função de divisão/combinção estará localizada na BSS, caso contrário estará situada na IWF. Entre a BSS e a IWF a combinação de canais individuais será suportada por ligações de 64 Kbps, que é a taxa de transmissão da ligação ISDN.

6.3 – Características do Sistema HSCSD

- Transmissão de dados por TDMA;
- Utiliza apenas 1 slot de rádio para entregar 9,6 Kbits/s;
- Uso dos canais destinados exclusivamente a comunicação de voz do GSM;
- Taxado por duração de ligação o que lhe confere uma redução de custo, taxa idêntica a uma chamada de voz;
- Possibilidade de utilizar vários canais numa só ligação;
- Utiliza métodos melhorados de correção de erros na transmissão de dados em relação ao CSD conseguindo atingir 14.4 kbit/s por canal superando os 9.6 kbit/s do CSD;
- Aumenta a taxa de bits para GSM por uma atualização de software principalmente;
- Usa múltiplos esquemas de codificação de canal GSM para dar 4,8 kb, 9,6 ou 14,4 kb / s por intervalo de tempo;
- Múltiplos intervalos de tempo para uma conexão;
- Intervalos de tempo podem ser simétricos ou assimétricos.

7 – Conclusão

Os serviços de comunicações móveis foram determinantes para que a inovação tecnológica (que teve o seu grande impulso com o 3G) progredisse de forma exponencial, proporcionando novas funcionalidades, velocidades de largura de banda e taxas de transferência de dados a atingirem velocidades alucinantes. Os utilizadores destes serviços, por sua vez beneficiaram da melhoria na qualidade das comunicações.

No futuro, a evolução tecnológica vai certamente criar mais e melhores serviços inovadores, trazendo novas funcionalidades aos dispositivos móveis. Prevê-se uma melhoria a nível de performance, oferecendo aos seus utilizadores um vasto leque de serviços mais eficazes e rápidos.

Novas gerações vão emergir e os media anunciam já a **5ª geração para 2020**. De acordo com a *CNN Money*, os engenheiros de telecomunicações têm trabalhado arduamente com o objetivo de passar esta tecnologia para o lado de fora do laboratório. Mas, antes disso, existem ainda uma série de problemas a resolver e questões a clarificar.

Bibliografia

ANACON, Serviços Móveis, *Informação estatística 2 semestre 2016* p. 6 – 19, 2016.

CINEL, *Manual de Sistemas de Comunicação Móvel*, 2008 disponível em <<http://opac.iefp.pt:8080/images/winlibimg.aspx?skey=&doc=73176&img=1183>>.

FERREIRA, Nuno, Relatório de projeto *Análise tecno-económica de Serviços de Telecomunicações Móveis*. Departamento de Eletrónica e telecomunicações da Universidade de Aveiro. [Consult. 6 Nov 2016]. Disponível em <http://gsbl.det.ua.pt/gsbl/documentos/relatorios/mvno-09-02.pdf>.

MEO, Operador Consumo mensal SMS. Disponível em <<https://www.meo.pt/cliente>>

NUNES, Flávio, OBSERVADOR, Tecnologia. *O 5G pode chegar em 2020. Mas há barreiras a transpor*, 2015. Disponível em <<http://observador.pt/2015/12/25/5g-pode-chegar-2020-ha-barreiras-transpor>>.

TECNOPÉDIA, livro, editado em Portugal pela Civilização Editores, disponível em <<https://cnoanadiastc.wordpress.com/2010/08/25/telemovel-mais-funcoes>>.

The EmpireOne Group P/L, disponível em <<http://empireone.com.au/about-us>>.

TORRALVO, Gary, *Sistema de Comunicación GPRS para procesos operativos*, Trabajo de grado presentado para optar el titulo de Ingeniero Electrónico. Universidad Javeriana, Espanha, 2010.

WEINBERGER, D., *Why Open Spectrum Matters*. The end of the broadcast nation, 2003.

ANEXOS

Anexo 1

Perguntas:

- 1 - O que entende pelo sistema GSM?
- 2 - No serviço de voz quais as vantagens da transmissão de dados digitais face ao arcaico analógico?
- 3 – Assinale os anos em que o serviço de SMS atingiu o valor mais elevado?

☐ 2010
☐ 2011

☐ 2012

☐ 2015
- 4 - Qual a função de uma BSC numa rede móvel?
- 5 - Identifique a velocidade da taxa de transferência de dados do serviço HSCSD e explique o que o diferencia do serviço CSD?

Respostas:

- 1 – Ver p. 10.
- 2 – Ver p.9.
- 3 – ☐ 2010

☒ 2011

☒ 2012

☐ 2015

4 – Ver p.12 .

5 – O serviço HSCSD usa múltiplos esquemas de codificação de canal GSM para dar velocidades de 4,8 kb, 9,6 ou 14,4 kb / s por intervalo de tempo Relativamente ao serviço CSD, utiliza métodos melhorados de correção de erros na transmissão de dados e consegue atingir 14.4 kbit/s por canal superando os 9.6 kbit/s do CSD.