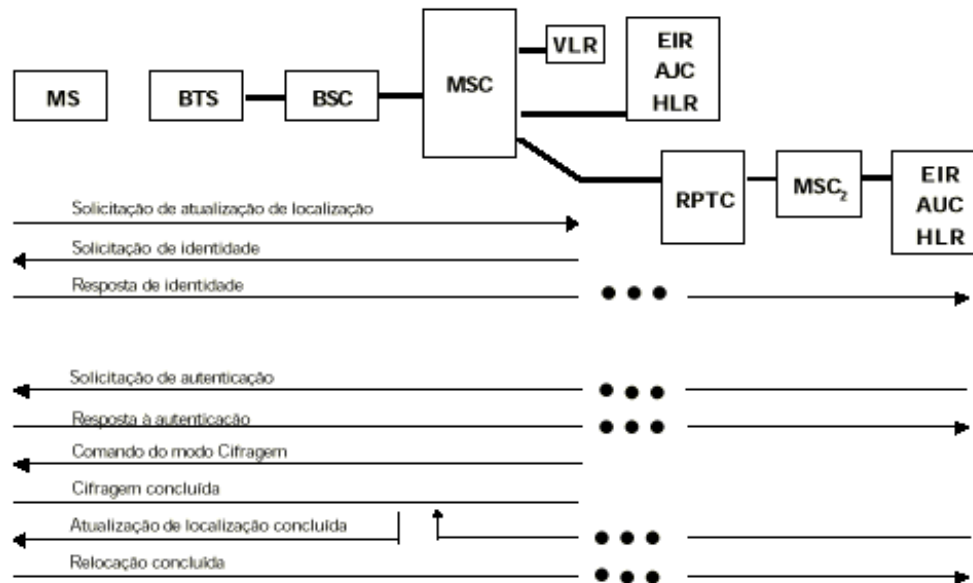


Atualização de Localização



O processo é iniciado quando a unidade móvel envia uma solicitação de atualização de localização ao sistema. O processo pede a identidade e o Registro de Localização de Unidade Móvel Local (HLR) da unidade móvel, e então autentica a unidade móvel, certificando que esta é uma unidade móvel em situação legal.

A BS irá então ativar ou desativar a cifragem. A nova MSC inclui a unidade móvel em sua lista de Registro de Localização de Visitante (VLR) e avisa o HLR da MS que a MS está em um local novo e que será atendida pela nova MSC.

Um pouco sobre GPRS e EDGE

GPRS: O que é?

A Rede GSM é uma rede otimizada para voz que é a sua principal aplicação. Inicialmente suas especificações procuraram reproduzir na rede móvel os serviços de dados que estariam disponíveis na rede fixa através da ISDN (Rede Digital de Serviços Integrados) padronizada pela UIT.

A estrutura flexível dos canais físicos do GSM bem como a utilização do protocolo SS7 facilitaram a introdução de serviços como SMS (Serviço de Mensagens Curtas), FAX e transporte de dados com taxas de 2400 a 9600 bit/s.

O crescimento das aplicações de dados como acesso a internet, email, entretenimento, levou a necessidade de desenvolver soluções que permitissem o transporte de dados a taxas maiores.

No GSM, cada canal de RF ocupa uma banda de 200 kHz e transmite um sinal digital com taxa de 270,833 kbit/s com uma estrutura de quadro (frame) com 8 intervalos de tempo (time slots). Nenhum canal ou slots físico está designado a priori para uma tarefa em particular. Os canais lógicos, de voz, dados ou sinalização de controle são mapeados nestes slots de tempo. No GSM padrão, ao se estabelecer uma conexão, é utilizado um slot de tempo para voz ou para dados com taxas de até 9,6 kbit/s.

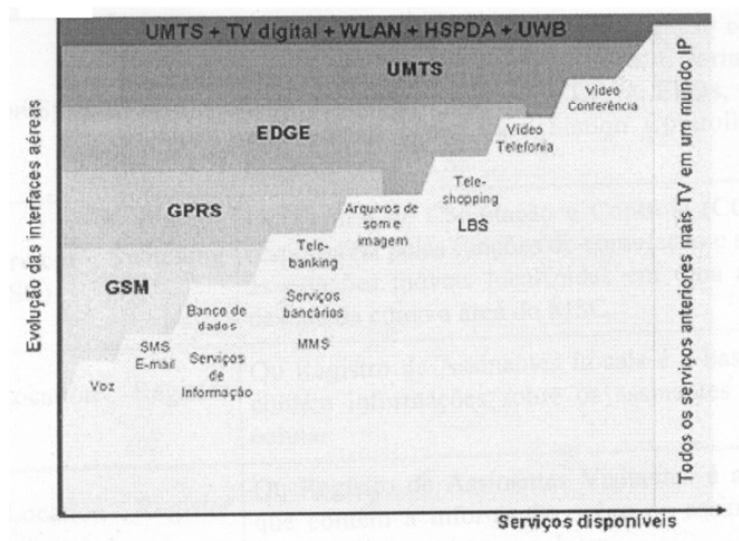
Slots de tempo no quadro de um canal de RF GSM

0	1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---	---

A solução mais simples para aumentar a taxa de transporte de dados em uma rede GSM é a utilização de mais de um slot de tempo do quadro de de um canal de RF em uma conexão de dados.

Esta foi a técnica adotada pelo High-Speed Circuit-Switched Data (HSCSD), cujos primeiros sistemas apareceram em 2000. Dependendo do número de slots utilizado a taxa de transporte de dados pode ser então multiplicada por 3 (28,8 kbit/s) ou mais vezes. A desvantagem do HSCSD é que ele consome uma grande quantidade de recursos da rede, uma vez que os slots ficam reservados para o transporte de dados enquanto durar a conexão.

O grande elemento motivador dos desenvolvimentos em redes móveis é a evolução dos serviços, como pode ser visto na figura abaixo. O objetivo é chegar à comunicação multimídia oferecida a todos os usuários de forma maciça, feito este, previsto para os sistemas móveis de terceira geração (IMT-2000/UMTS).



GPRS

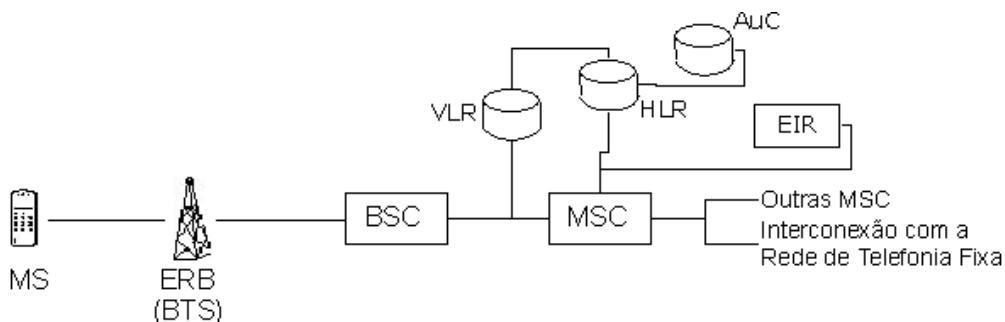
No GPRS (General Packet Radio Service) os pacotes de dados também são enviados através de múltiplos slots de tempo, mas não existe reserva. Os slots são alocados conforme a demanda dos pacotes enviados ou recebidos. Consegue-se desta forma um serviço de dados com conexão permanente (always on) sem a necessidade de reservar permanentemente slots de tempo para o transporte de dados.

As principais características do GPRS são:

- Taxa de transporte de dados máxima de 26 a 40 kbit/s, podendo chegar na teoria a 171,2kbit/s.
- Conexão de dados sem necessidade de se estabelecer um circuito telefônico, o que permite a cobrança por utilização e não por tempo de conexão e faz com que o serviço esteja sempre disponível para o usuário (always on).
- Implantação implica em pequenas modificações na infra-estrutura instalada, o que facilita a sua adoção pelos operadores de GSM.
- Padronizado para transporte de dados definidos pelos protocolos IP e X.25.

GPRS: Arquitetura

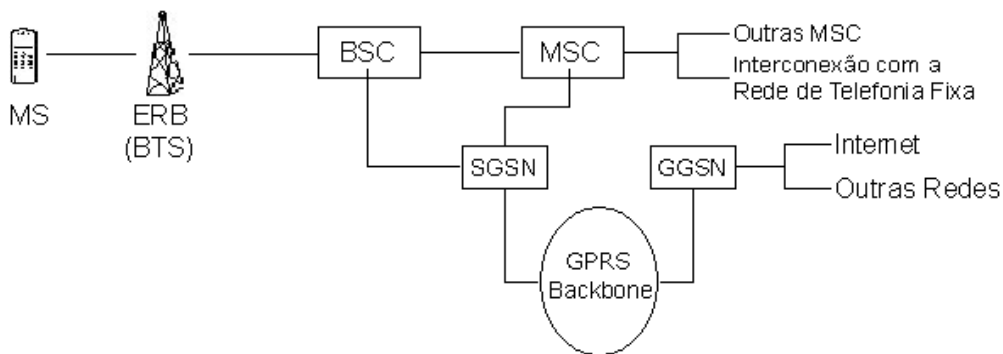
A figura a seguir apresenta a arquitetura de uma rede GSM.



- *Mobile Station (MS)* - Ou Estação Móvel é o terminal utilizado pelo assinante quando carregado com um cartão inteligente conhecido como SIM Card ou Módulo de Identidade do Assinante (Subscriber Identity Module).
- *Base Station System (BSS)* - É o sistema encarregado da comunicação com as estações móveis em uma determinada área. É formado por várias Base Transceiver Station (BTS) ou ERBs, que constituem uma célula, e um Base Station Controller (BSC), que controla estas BTSs.
- *Mobile-Services Switching Centre (MSC)* - Ou Central de Comutação e Controle (CCC) é a central responsável pelas funções de comutação e sinalização para as estações móveis localizadas em uma área geográfica designada como a área do MSC.

- *Home Location Register (HLR)* - Ou Registro de Assinantes Locais é a base de dados que contém informações sobre os assinantes de um sistema celular.
- *Visitor Location Register (VLR)* - Ou Registro de Assinantes Visitantes é a base de dados que contém a informação sobre os assinantes em visita (roaming) a um sistema celular.
- *Authentication Center (AUC)* - Ou Centro de Autenticação é responsável pela autenticação dos assinantes no uso do sistema.
- *Equipment Identity Register (EIR)* - Ou Registro de Identidade do Equipamento é a base de dados que armazena a Identidade Internacional do Equipamento Móvel (IMEI) dos terminais móveis de um sistema GSM.

A implantação do GPRS em uma rede GSM apresenta a arquitetura apresentada na figura a seguir.



As principais modificações em uma rede GSM de forma a suportar o GPRS são:

Estação Móvel - Serão necessárias estações novas.

BTS - Atualização de software, possível aumento de capacidade pela ativação de mais canais para suportar um aumento do tráfego na célula.

BSC - Atualização de software e introdução de um novo hardware o Packet Control Unit (PCU) responsável por separar o tráfego comutado a circuito proveniente da Estação móvel do tráfego de dados comutado a pacotes do GPRS.

As atualizações dos demais elementos da Rede GSM ocorrem a nível de software.

Os novos elementos a serem introduzidos de modo a formar a rede GPRS são os seguintes Nós de Suporte:

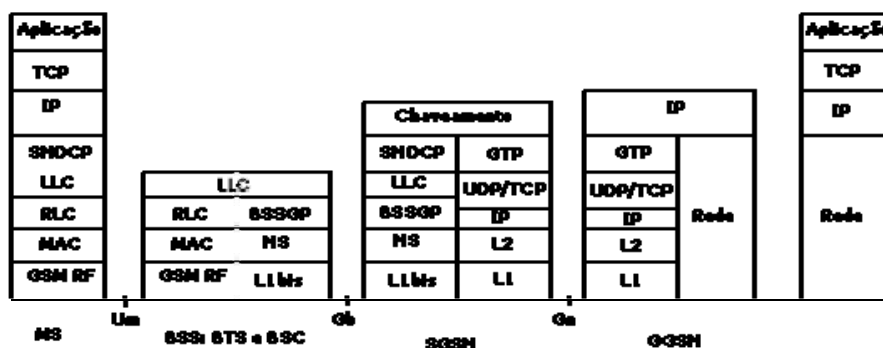
- *Serving GPRS Support Node (SGSN)*, cuja principal responsabilidade é manter a conexão lógica dos usuários móveis quando eles passam da área de cobertura de uma célula para outra (handover).
- *Gateway GPRS Support Node (GGSN)* que a permite a conexão com a internet e outras redes de dados.

Estes nós estão conectados a um backbone GPRS do qual fazem parte outros SGSNs e GGSNs e um gateway para o Sistema de Billing.

GPRS: Protocolos

Apresenta-se a seguir os protocolos utilizados na transferência de informação do usuário através da rede GPRS. Esta estrutura de protocolos é denominada pelas especificações do GPRS de Plano de Transmissão.

As especificações do GPRS padronizaram o plano de transmissão para suportar serviços de dados IP e X.25. A figura a seguir apresenta o plano de transmissão para o TCP /IP.



- *SMDCP* - Subnetwork Dependent Convergence Protocol (SMDCP) - Esta camada faz o mapeamento de características a nível da rede em características das camadas inferiores da rede entre a Estação Móvel e o SGSN. Ela está especificada em GSM 04.65.
- *LLC* - Logical Link Control (LLC): Esta camada prove um link lógico altamente confiável e criptografado. Ele é especificado em GSM 04.64.
- *BSSGP* - Base Station System GPRS Protocol (BSSGP): Esta camada é responsável pelo roteamento e informação relativa a QoS entre o BSS e o SGSN. Ela não faz correção de erro. BSSGP esta especificada em GSM 08.18.
- *Network Service (NS)* - Esta camada transporta pacotes de dados do BSSGP . Ela é baseada no protocolo Frame relay e especificada em GSM 08.16.
- *RLC/MAC* - Esta camada tem duas funções: O Radio Link Control fornece um radio-solution-dependent reliable link. A função de controle de acesso ao meio

(MAC) controla a sinalização de acesso ao canal de rádio, e o mapeamento dos frames LLC nos canais físicos RF gsm. RLC/MAC é definido em GSM 4.60.

- *GTP* - GPRS Tunnelling Protocol. Este protocolo provê um túnel para dados do usuário e sinalização entre os Nós de suporte do GPRS no backbone GPRS. GTP é especificado em GSM 09.60.
- *L2* - Camada 2 do modelo OSI
- *L1* - Camada 1 do Modelo OSI

Vamos analisar a conexão de dados entre uma aplicação no terminal móvel e um servidor para esta aplicação em uma rede IP externa. Esta aplicação pode ser o acesso a serviços de email, acesso a internet ou a um servidor WAP.

É gerado um pacote de dados TCP/IP que é mapeado na camada LLC pelo SNDCP. A camada LLC garante um serviço confiável no enlace entre a estação móvel e o SGSN. Para chegar ao SGSN este pacote utiliza camadas de protocolo específicas das interfaces Um (RLC/MAC e interface rádio) e Gb (BSSGP e NS baseado em Frame Relay). O chaveamento entre as camadas RLC e BSSGP no BSS é feito na camada LLC.

No SGSN os pacotes são chaveados para o Backbone GPRS (interface GN) onde são transportados através de um protocolo de tunelamento de dados (GTP) em uma rede IP utilizando TCP ou UDP como camada de transporte. Note que os dados trafegados no backbone GPRS acabam tendo o IP em dois níveis. Este procedimento não é o mais eficiente, mas torna a solução segura e fácil de implementar.

Finalmente no Gateway o pacote de dados é roteado através de uma rede IP externa até o servidor de aplicação

De modo análogo as especificações do GPRS/GSM definem planos de sinalização para conexões entre os vários nós envolvidos na prestação do serviço GPRS. Estes protocolos são baseados no protocolo de sinalização SS7.

GPRS: Terminais

Para ter acesso ao GPRS é necessário ter um terminal que suporte este serviço. A conexão de um terminal a uma rede GPRS é feita através dos seguintes passos:

- Um terminal GPRS, ao ser energizado, será reconhecido pela rede de forma semelhante ao que ocorre com um terminal GSM para Voz. É então criado um enlace lógico entre o terminal e o SGSN. O Terminal é dito "attach", o que significa que ele está registrado e autenticado na rede.
- O próximo passo é conseguir um endereço IP estabelecendo uma conexão em GPRS, através da ativação do contexto do Packet Data Protocol. Este endereço IP é normalmente dinâmico sendo fornecido pelo operador móvel ou outro operador dependendo de como está configurada a rede.
- O Terminal GPRS está então pronto para enviar e receber pacotes. Ele pode então assumir os seguintes estados de forma a economizar energia: Idle (ocioso), Ready (pronto) em que ele pode enviar e receber pacotes instantaneamente ou stand-by.

Apresenta-se a seguir as características principais dos terminais GPRS.

Classes de Terminais

As especificações definem três classes de terminais:

Classe A - Terminais que podem tratar voz e dados ao mesmo tempo.

Classe B - Terminais que podem tratar voz e dados, mas não ao mesmo tempo.

Classe C - Terminais que podem tratar apenas dados, como cartões GPRS PCM/CIA para computadores portáteis.

Devido ao alto custo dos terminais Classe A a maior parte dos terminais lançados comercialmente é de classe B.

Interface R

O terminal GPRS pode ser utilizado diretamente para acesso de dados ou internet utilizando o WAP ou pode ser conectado a um outro equipamento, como por exemplo um microcomputador. Um exemplo de conexão que pode ser utilizada neste caso é o Bluetooth.

As especificações do GSM definiram uma interface de referência (R) entre o terminal móvel e o equipamento terminal, quando estes estão fisicamente separados. Foram definidos comandos de atenção (AT), de acordo com a recomendação ITU V.25ter (Serial asynchronous dialing and control).

A especificação GSM 07.07 descreve o conjunto de comandos AT para terminais GSM. Para informações sobre como acessar os comandos de terminais individuais, consulte os Software Development Kits (SDKs) que o fabricante dos terminais disponibiliza em seus web sites.

APN

A conexão entre o operador e uma rede IP externa é feita através de um APN (access point name). O operador estabelece APNs para as várias redes, sendo um tipicamente definido para a rede pública WAP.

O número de APNs suportado por um terminal varia com o modelo e fabricante.

Classe de Multislot dos terminais

As especificações do GSM definem 29 classes para os terminais conforme o número de slots utilizados na Recepção ou transmissão. Assim um terminal classe 8 ou 4 + 1 é aquele que pode receber dados em 4 slots e enviar em 1.

A classe varia com o modelo do terminal sendo os mais comuns os que suportam até as 12 primeiras classes apresentadas na tabela a seguir.

Classe de Multislot	Número máximo de slots		
	Rx	Tx	Soma
1	1	1	2
2	2	1	3
3	2	2	3
4	3	1	4
5	2	2	4
6	3	2	4
7	3	3	4
8	4	1	5
9	3	2	5
10	4	2	5
11	4	3	5
12	4	4	5

- Rx: Número máximo de time slots que o terminal móvel pode receber em um frame.
- Tx: Número máximo de time slots que o terminal móvel pode transmitir em um frame.
- Soma: O total máximo de slots utilizados em Rx e Tx. Por exemplo um terminal classe 6 pode utilizar 3+1 ou 2+2.

GPRS: Taxa de Dados

A questão que permeia as vantagens do GPRS e a possível migração para outros sistemas como o EDGE ou WCDMA no futuro é a taxa de dados em uma conexão GPRS. Esta taxa de dados depende do:

- Esquema de codificação utilizado no canal.
- Número de slots de tempo que o terminal suporta.
- Número de outros usuários de voz e dados na célula.

Os esquemas de codificação são utilizados na interface ar de modo a permitir a detecção e correção de erros em caso de perda devido às condições adversas do enlace. Foram definidos 4 esquemas de codificação para o GPRS como mostrado na tabela seguir:

Codificação	Taxa máxima de dados (kbit/s) (Camada LLC)	Taxa máxima de dados (kbit/s) Canais físicos	C/I (dB)
CS-1	8	9,05	-6
CS-2	12	13,4	-9
CS-3	14	15,6	-12
CS-4	20	21,4	-17

É mandatório para as estações móveis suportar os quatro esquemas de modulação e para as operadoras o CS-1. A utilização de esquemas de codificação menos robustos como o CS-4, que não tem correção de erro, tem um impacto na cobertura da célula GPRS.

A Tabela a seguir apresenta a taxa de dados máxima (kbit/s) em função do esquema de codificação e número de slots.

Slots	CS1	CS2	CS3	CS4
1	9,05	13,4	15,6	21,4
2	18,1	26,8	31,2	42,8
3	27,15	40,2	46,8	64,2
4	36,2	53,6	62,4	85,6
5	45,25	67,0	78,0	107,0
6	54,3	80,4	93,6	128,4
7	63,35	93,8	109,2	149,8
8	72,4	107,2	124,8	171,2

Ou seja, a máxima taxa teórica utilizando-se 8 slots é 171,2 kbit/s.

O número de slots utilizado depende da classe do terminal e de como o operador configura a sua rede. A rede GPRS pode ser configurada pelo operador reservando uma capacidade dedicada ao GPRS, ou priorizando o tráfego de voz, de modo que os pacotes de dados ocupam apenas os slots que estão livres. Desta forma, a taxa de dados passa a depender do número de usuários de voz e dados em uma célula.

O que se encontra na prática são redes com codificação CS2 utilizando 2 ou 3 slots o que implica em uma taxa máxima de 26 a 40 kbit/s. A taxa real passa então a depender do congestionamento na célula que serve o terminal, ou da existência de slots livres para serem alocados. Os terminais móveis da Nokia, por exemplo, são normalmente de classe 6 (3+1 ou 2+2) e ela aponta 20-35 kbit/s como velocidades típicas conseguidas nas redes existentes.

GPRS: Considerações finais

Foram apresentados os conceitos básico do GPRS, serviço de comunicação de dados por pacotes fornecido por redes GSM.

O GPRS pode ser inicialmente implantado com pequenas modificações de uma rede GSM de voz, mas exige terminais que tenham suporte a este serviço.

O aumento do tráfego com o GPRS pode exigir um aumento da capacidade da rede GSM de modo a não comprometer a taxa de dados do serviço.

O fato dos pacotes de dados GPRS estarem disputando slots de tempo com a comunicação de voz justifica uma cobrança do serviço por taxa de transferência de dados.

EDGE

Introdução

O EDGE representa uma fácil evolução do padrão GSM / GPRS rumo à terceira geração, possibilitando à operadora oferecer maiores taxas de dados, usando a mesma portadora de 200KHz. Criando um ambiente para operadora atender a demanda por serviços mais sofisticados, melhorando a receita média por usuário, sem a necessidade de investimentos adicionais em novas faixas de frequências.

As alterações na rede são mínimas, com foco nas características de modulação e na implementação de nova codificação e decodificação do sinal, associadas com adaptações do sinal e envio de redundância de informação que aumentam a eficiência da utilização do espectro.

A introdução do EDGE na rede pode ser feita de forma gradual e econômica, onde no primeiro momento será interessante apenas cobrir às áreas com maiores demandas de dados e serviços. Demais áreas podem manter sua cobertura com sinal GSM/GPRS, pois os celulares EDGE poderão também usar esse sinal para a transmissão de voz e dados com menores taxas.

A evolução até o EDGE

A baixa capacidade de tráfego oferecida pelos sistemas analógicos de primeira geração levou ao esgotamento das redes móveis nos grandes centros urbanos. Para resolver essas limitações, surgiram os sistemas de segunda geração, digitais, ainda com o objetivo de prover o serviço básico de telefonia, ou seja, voz. Por esta razão, esses sistemas não se preocuparam muito com a transmissão de dados e seus protocolos de transmissão contemplaram pequenas adaptações do canal de voz para a passagem de dados utilizando-se de CSD (comutação por circuito), resultando em taxas de transmissão na ordem de 9,6Kbps, insuficientes para a implementação de serviços de dados mais avançados.

Dentre os sistemas de segunda geração, o "Global System for Mobile Communications" (GSM), teve suas premissas básicas de serviços delineadas por operadoras, órgãos reguladores e fabricantes, que buscavam um sistema robusto,

eficiente, seguro, de baixo custo e que oferecesse novos serviços que atendessem às demandas dos usuários.

A responsabilidade pelo desenvolvimento das especificações técnicas do novo padrão ficou sob responsabilidade do "European Telecommunications Standards Institute" (ETSI), que gerou um padrão aberto "multivendor", permitindo que uma rede GSM possa ser implementada utilizando-se componentes de diversos fabricantes distintos, fato este que promove a independência das operadoras em relação aos fabricantes, bem como a maior competição entre estes, resultando em preços mais baixos.

Após a digitalização apresentada acima, surgiram necessidades de transmissão de dados para serviços mais simples, porém, com preços menores que as apresentadas pela comutação por circuito. Portanto, o GPRS passou a ocupar as redes ao redor do mundo com sua comutação por pacotes.

A evolução dos serviços e suas crescentes demandas por maiores taxas de dados impulsionam a implementação de redes EDGE e UMTS, sendo que a primeira vai requerer pequenas alterações nas redes e terminais, criando um ambiente favorável para expansão a partir de 2004.

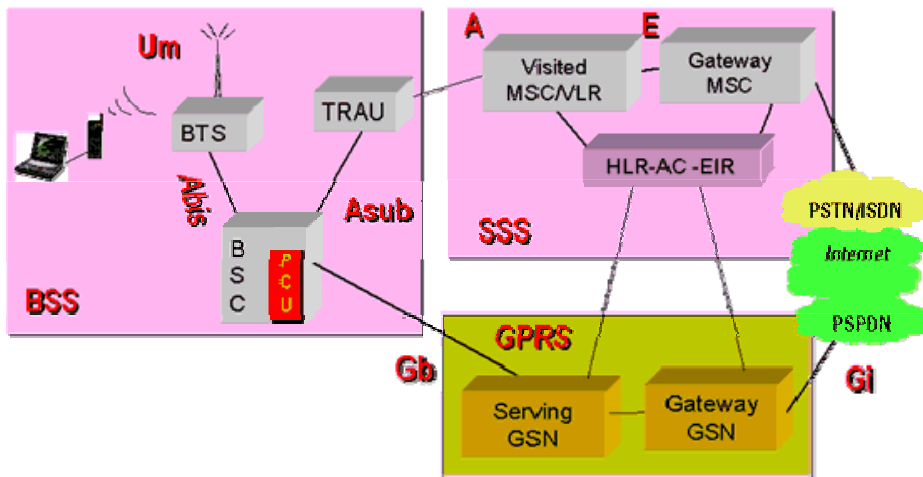
A busca por robustez e simplicidade do sistema, bem como a demanda então existente, centrada em serviços de voz, levou ao emprego da modulação "Gaussian Minimum Shift Keying" (GMSK), minimizando-se problemas de interferências, ruídos e consumo de energia.

As redes GSM precisavam inserir um passo a mais na transmissão de dados, pois, apesar do "High Speed Circuit Switched Data" (HSCD) ter aumentado a taxa de transmissão de dados, saindo dos iniciais 9,6Kbps para 171,2Kbps com utilização de 8 "Timeslots". As redes continuavam trabalhando com comutação por circuito, reduzindo a eficiência da "Mobile Switching Center" (MSC), dificultando um modelo de cobrança adequado para o usuário, que acabava pagando por tempo de conexão, tornando os serviços avançados de dados caríssimos.

O aparecimento do GPRS transformou a transmissão de dados no GSM, possibilitando a comutação por pacotes, transmissão ponto a ponto ou ponto-multiponto e a tarifação por volume de dados. Desta forma, passamos a observar uma forma inteligente de utilização dos recursos da rede para aplicações com taxas de dados que podem chegar até 171,2Kbps.

Na figura abaixo, pode-se observar a inserção de dois novos componentes na rede GSM, o "Serving GPRS Support Node" (SGSN) e o "Gateway GPRS Support Node" (GGSN), sendo os responsáveis diretos pela comutação por pacotes. Algumas outras pequenas alterações na BTS e na BSC também são realizadas, principalmente no software das unidades além da inserção de uma nova placa na BSC denominada PCU.

A interface Um continua operando com a modulação GMSK e o canal de rádio frequência mantido com 200KHz.

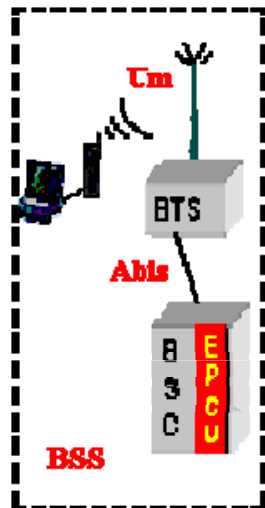


Introdução do GPRS na rede GSM

EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution)

O EDGE está relacionado ao aumento da capacidade de transmissão da interface aérea no corrente padrão GSM. A principal idéia é adicionar novas características na rede GSM mantendo compatibilidade com os telefones celulares GSM /GPRS e com os equipamentos da rede (BSS, BSC, TRAU, MSC, SGSN e GGSN).

Todos os blocos da rede GSM/ GPRS continuam operando, sendo necessário atualizar os softwares das BTS para possibilitar o funcionamento das modulações GMSK e 8PSK, além da troca da placa PCU por uma placa EPCU na BSC que também sofre atualização de software.



Área de alterações do sistema GSM / GPRS para introduzir o EDGE

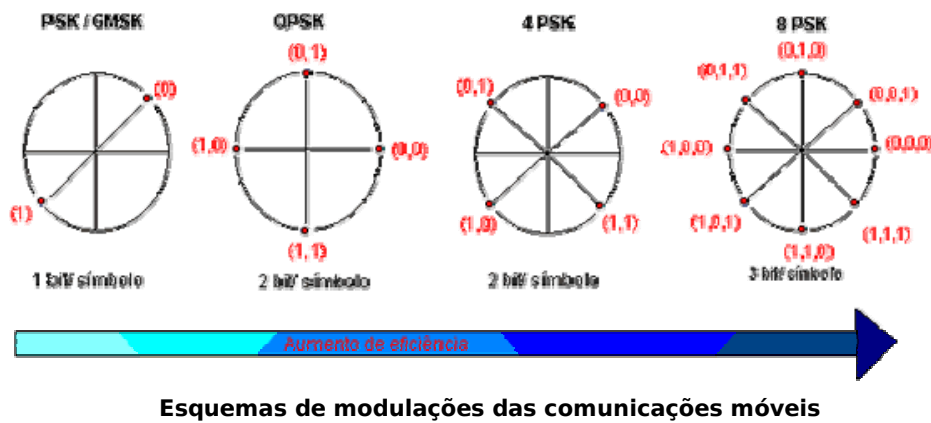
O EDGE inclui tanto comutação por circuitos (ECSD - "Enhanced Circuit Switched Data") como comutação por pacotes (EGPRS - "Enhanced General Packet Radio Service").

$$\text{EDGE} = \text{EGPRS} + \text{ECSD}.$$

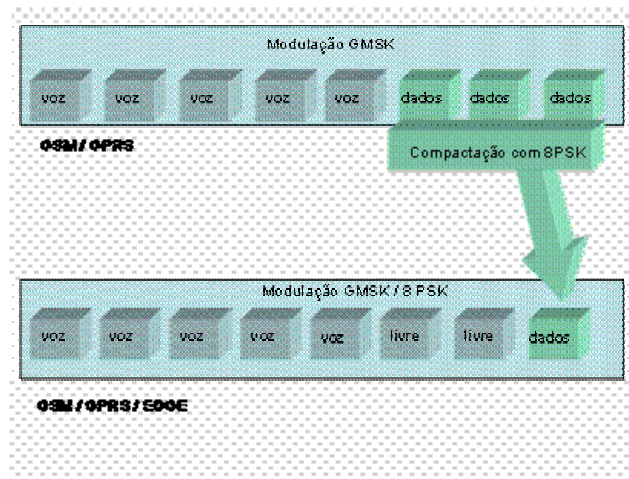
Na realidade a comutação por circuito passou a ser visualizada como um recurso desnecessário em uma rede que apresenta comutação por pacotes, pois além de utilizar os recursos da rede destinados para voz, a comutação por circuitos, apresenta tarifação por tempo, reduzindo sua aplicação para pequenos serviços que não necessitam um grande tempo de conexão. Logo, podemos perceber um esquecimento forçado pelo mercado da parte ECSD, sendo somente representado o aumento da capacidade do GPRS, ou seja, EGPRS.

Evolução da modulação e aumento da eficiência

A primeira alteração que deve ser destacada é a modulação do sistema, pois como vimos nos itens anteriores o sistema GSM era baseado na modulação GMSK (1 bit / símbolo) e no EDGE vamos observar a utilização do 8PSK (3 bit / símbolo), possibilitando triplicar a taxa de transmissão de dados .



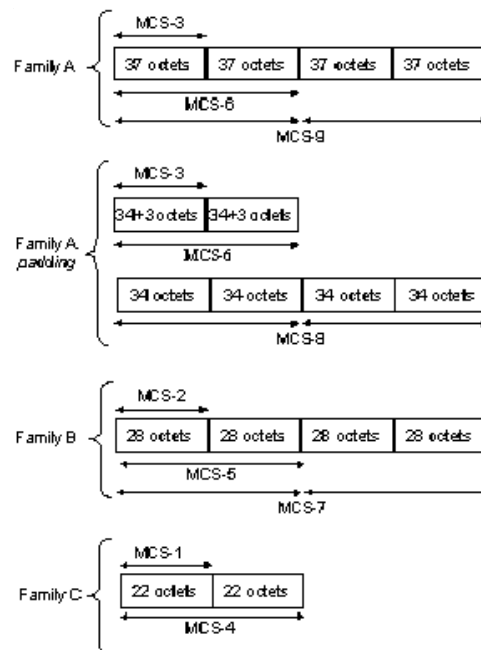
Com o aumento da quantidade de bits por símbolo, disponibilizada pela modulação 8PSK, foi possível colocar três vezes mais informações no mesmo canal de rádio frequência (200KHz) usado pelo sistema GSM / GPRS, ou seja, para cada três "timeslots" usados anteriormente passamos a compactar a informação em apenas um "timeslot".



Aumento da eficiência com EDGE na rede

Codificações e Modulações

Nove esquemas de codificação e duas modulações, são definidos para os "packet data traffic channels - PDTCH". Os MCS ("Modulation Code Schemes") são divididos nas famílias A, B e C, sendo cada uma representada por uma unidade de "payload".



Famílias para os MCS

Codificação	Família	Taxa de dados por "timeslot" (Kbps)	Modulação	Taxa máxima 8 x "timeslots" (Kbps)
MCS-9	A	59.2	8 PSK	473.6
MCS-8	A	54.4		435.2
MCS-7	B	44.8		358.4
MCS-6	A	29.6 / 27.2		236.8 / 217.6
MCS-5	B	22.4		179.2
MCS-4	C	17.6	GMSK	140.8
MCS-3	A	14.8 / 13.6		118.4 / 108.8
MCS-2	B	11.2		89.6
MCS-1	C	8.8		70.4

Modulações e esquemas de codificação no EGPRS

Observação: A tabela acima apresenta taxas até 473.6 Kbps, mas esse valor é teórico e só poderia ser alcançado com condições favoráveis de rádio propagação. Portanto, na prática os valores máximos alcançados pelas redes EDGE giram em torno de 384Kbps.

Codificações e modulações usadas no ECSD

O ECSD (Enhanced CSD) é a evolução do HSCSD. ECSD também usa a modulação 8PSK possibilitando transmitir até 64 kbps combinando somente dois "timeslots" ao invés de quatro "timeslots" de 14.4kbps do HSCSD.

O ECSD possui três "Transport Channels - TCH", cada um com sua específica codificação de canal e taxa de transmissão como podemos ver na tabela abaixo.

Tipo do canal	Taxa de dados por "timeslot" (Kb/ s)	Taxa máxima de dados 2 x "timeslots" (Kb/ s)
E-TCH / F43.2	43.2	86.4 (não utilizado)
E-TCH / F32.0	32.0	64.0
E-TCH / F28.8	28.8	57.6

Codificação dos canais para ECSD

Observação: Na prática observamos a utilização do E-TCH/F32 (32Kbps) para serviços transparentes e E-TCH/F28,8 (28,8 Kbps) para serviços não-transparente.

Estratégia de alocação na Abis

Com o aumento das taxas de transmissão da interface Um, foi necessário criar melhorias no transporte da informação na interface Abis, dessa forma pode-se observar duas técnicas possíveis para alocação de "timeslots" nesta interface.

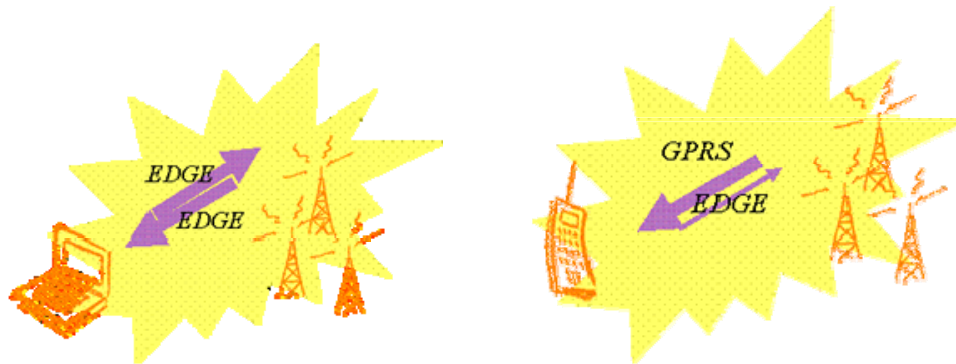
- Abis estática - Associações dos "timeslots" de rádio e os "timeslots" da Abis são feitos durante os procedimentos de armazenamento da O&M na BSC, não sendo possíveis alterações da alocação dos "timeslots" da Abis durante o funcionamento do sistema.
- Abis flexível - Define um "pool" de recursos da Abis que é alocado para uma BTS na utilização de comutação por circuitos e comutação por pacotes com um número suficiente de "timeslots" para os serviços. Por exemplo: 16Kbps até 80Kbps, é dinamicamente designado para um canal de interface aérea.

Associações entre "timeslots" rádio e "timeslots" da Abis são feitos por procedimentos de sinalização, via "ACTIVATE/MODIFY ABIS CHANNEL" durante o funcionamento do sistema. Os recursos da Abis são definidos como um "pool" para todas as BTS's alcançando assim um ganho de capacidade estatístico. Não existe um mapeamento fixo um para um (1 x 16Kbps) ou um para dois (2 x 16Kbps) no banco de dados da BSC, pois na ativação do canal um número apropriado de recursos da Abis é designado para o canal. Assim, Abis flexível consegue um grande aumento estatístico de capacidade na interface entre BSC e BTS comparado com a Abis estática.

Terminais

Para que o EDGE possa entrar de forma gradual na rede é necessário que os terminais possuam compatibilidade com a rede já existente, e as BTS devem oferecer tanto GMSK como o 8PSK na interface aérea. Portanto, verificaremos o aparecimento de duas classes:

- Classe A - As duas modulações podem ser usadas no "downlink", enquanto somente GMSK é usada no "uplink". O resultado será um terminal com altas taxas de dados somente no "downlink", serviços assimétricos e alterações importantes na recepção.
- Classe B - As duas modulações podem ser usadas tanto no "uplink" como no "downlink". O resultado será um terminal com altas taxas de dados no "uplink" e no "downlink" com alterações importantes tanto na transmissão como na recepção.



Terminais na tecnologia EDGE

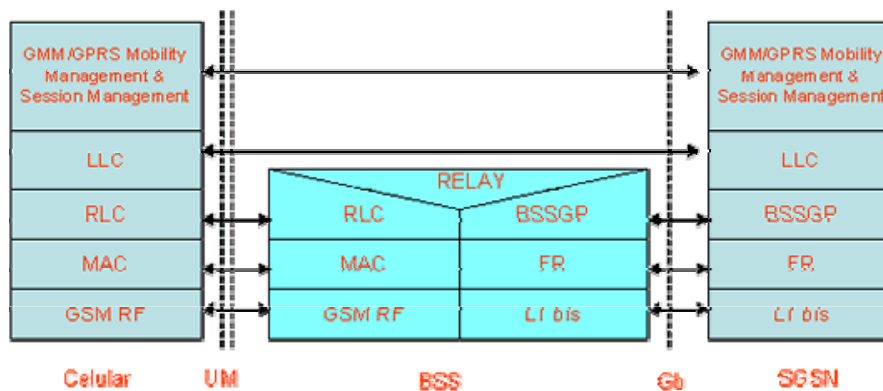
Os terminais EDGE vão estar sempre buscando a modulação 8PSK no sentido que solicitar maior taxa de dados e modulação GMSK no sentido que solicitar pequena taxa de dados, pois a modulação 8PSK vai aumentar a taxa de transmissão e a modulação GMSK vai minimizar o consumo de energia do aparelho.

Classes de potência	Potência nominal (dBm)	Tolerância normal (Db)	Tolerância extrema (dB)
E1	30	+ / - 2	+ / - 2.5
E2	26	+ 3 / -4	+ 4 / - 4.5
E3	22	+ / -3	+ / - 4

Classes de potência para terminais EDGE

Protocolos

A "Media Access Control - MAC" e "Radio Link Control - RLC" fornecem serviços de multiplexação e codificação de canal para GPRS / EGPRS. Estas camadas também vão estar associadas com "Link adaptation" tanto para GPRS como para EGPRS e "Incremental Redundancy" sendo usado somente em redes EGPRS.



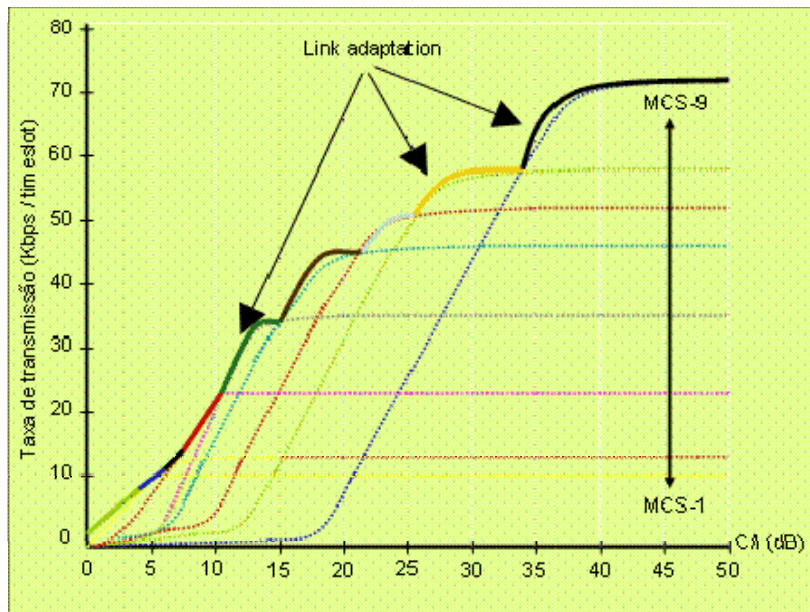
Plano de sinalização no GPRS / EGPRS

Link adaptation

Como a transmissão de dados depende das condições de C/I é benéfico adaptar o MCS de acordo com a situação de interferência. Isso é feito com uma regular estimativa da qualidade do "link" e conseqüente seleção do mais apropriado MCS. O algoritmo analisa a performance do MCS usado no momento e como seria a performance para todos os outros. Baseado nessa análise é selecionado aquele com a melhor performance esperada.

Quando dados são transmitidos no "downlink", medidas de qualidade são reportadas do terminal para rede em intervalos regulares.

Observação: A função "Link adaptation" também é usada na tecnologia GPRS.



Efeito do "Link Adaptation" na taxa de transmissão.

Incremental Redundancy

Só existe no EDGE o modo de transmissão com "Incremental Redundancy". Nesse esquema de redundância incremental, a informação é primeiramente enviada com pouca codificação produzindo uma alta taxa de transmissão, mas se existir falhas na decodificação da informação transmitida, bits adicionais de codificação (redundância) são enviados até que a decodificação obtenha sucesso. Essa codificação a mais que foi enviada diminui o resultado da taxa de dados com informação do usuário, entretanto, garante a performance do sistema.

Suportar redundância incremental é obrigatório para terminais que vão operar com EGPRS, sendo utilizadas memórias extras para que essa funcionalidade seja possível.

Considerações finais

Foram apresentados os conceitos básicos do EDGE, que expande a capacidade de transmissão por dados das redes GSM / GPRS, podendo em média triplicá-la.

O EDGE implica em pequenas alterações das redes GSM / GPRS atualmente implantadas no mundo, mas exige terminais que tenham suporte a essa tecnologia.

O EDGE pode ser inserido de forma gradual na rede de uma operadora, focando áreas com maiores demandas por dados e por serviços avançados.