

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Curso de Ciência da Computação

Relatório de Redes de Computadores: Trabalho 1

Alunos: Arthur Sobral, Natã Rafael Cruz de Jesus e Vinicius Yuri Caponni
Professor Orientador: Renato Bobsin

12 de abril de 2020

História

A evolução histórica dos sistemas de celulares é separada em gerações, onde a primeira geração (1G) usava celulares analógicos, e a segunda geração (2G) digitalizou essa comunicação, na terceira geração já é proposto acesso a internet banda larga pelo telefone celular e essas são apenas algumas das características de cada uma dessas gerações. Cada geração é dividida em padrões e em sub-gerações, que são, em sua maior parte, seu melhora e aperfeiçoamento.

O padrão GSM pertence a segunda geração de celulares, pois realiza comunicação digital

A seguir demonstraremos uma linha do tempo da evolução da tecnologia, desde acordos a evoluções.

1982

Foi formado o Groupe Speciale Mobile (GSM) pela Confederation of European Posts and Telecommunications (CEPT) para desenvolver uma tecnologia mobile para a pan-European.

1984

França e Alemanha entram no acordo de desenvolvimento do GSM

1985

Através de reuniões da GAP (Groupe d'Analyse et de Prevision') foi aprovado o projeto GSM pela União Europeia

1986

Chefes de estado da União Europeia endossam o projeto GSM e a Comissão Europeia propõe que fosse reservado 900MHz para o espectro de banda GSM, acordado com o EC Telecommunications Council

1987

Os parâmetros básicos de padrões GSM foram acordados

1988

Primeiro detalhamento das especificações técnicas do GSM para a infraestrutura da tecnologia

1989

O Groupe Speciale Mobile (transferidos para o comitê de tecnologia ETSI) definem os padrões GSM como o padrão internacionalmente aceito para telefones celulares digitais

1990

Começou a adaptação do GSM para as bandas DCS1800

1991

Primeira ligação utilizando GSM foi feita por Radiolinja na Finlândia

1992

Primeiro acordo de roaming internacional assinado entre a Telecom Finland e a Vodafone UK. Primeiro SMS enviado

1993

Telstra Austrália se torna a primeira não-Europeia operadora a assinar as redes GSM MoU 32 no ar em 18 países ou territórios

Os primeiros terminais portáteis verdadeiramente manuais são lançados comercialmente. A primeira rede mundial DCS1800, mais tarde conhecida como GSM1800, foi inaugurada no Reino Unido

1994

Lançamentos dos serviços de portadora de dados/fax GSM Fase 2

A adesão ao GSM MoU ultrapassa 100 operadoras.

Conexões GSM atingem um milhão.

1995

O grupo GSM MoU está formalmente registrado como GSM MoU Association na Suíça.

Os assinantes globais de GSM ultrapassam 10 milhões.

GSM World Congress realizado em Madrid, Espanha.

Formação de GSMA Regional Interest Groups (RIGs).

Serviços de fax, dados e SMS iniciados, vídeo sobre GSM demonstrado.

A primeira rede norte-americana PCS 1900 (agora GSM 1900) foi aberta - por meio de um telefonema do vice-presidente dos Estados Unidos, Al Gore.

1996

As primeiras redes GSM na Rússia e na China entram em operação.

Cartões SIM GSM pré-pagos lançados.

A adesão ao GSM MoU aproxima-se de 200 operadoras de quase 100 países.

167 redes vivem em 94 países.

GSM World Congress muda-se para Cannes, França.

Os assinantes de GSM atingiram 50 milhões.

Lançamento dos prêmios GSMA.

1997

15 redes GSM no ar nos EUA usando a banda de 1900 MHz.

100 países no ar globalmente.

Lançados os primeiros aparelhos tri-band.

1998

As conexões GSM globais ultrapassam 100 milhões.

1999

Os testes do WAP começam na França e na Itália.

Contratos feitos para sistemas GPRS.

2000

CONEXÕES MÓVEIS GLOBAIS: 0,7 bilhões.

ASSINANTES EXCLUSIVOS: 0,6 bilhão.

Lançados os primeiros serviços comerciais GPRS.

Começam os leilões de licença 3G.

Os primeiros aparelhos GPRS entram no mercado.

Cinco bilhões de mensagens SMS enviadas em um mês.

2001

CONEXÕES MÓVEIS GLOBAIS: 1 bilhão.

ASSINANTES EXCLUSIVOS: 0,8 bilhão.

A primeira rede 3G WCDMA (3GSM) entra no ar.

3GSM World Congress realizado em Cannes, França.

50 bilhões de mensagens SMS enviadas nos primeiros três meses.

As conexões GSM excedem 500 milhões.

Lançadas as primeiras telas coloridas para celulares.

2002

CONEXÕES MÓVEIS GLOBAIS: 1,2 bilhão.

ASSINANTES EXCLUSIVOS: 0,9 bilhões.

Introduzido GSM para a banda de 800MHz.

Os primeiros serviços de mensagens multimídia vão ao ar.

95% das nações em todo o mundo têm redes GSM.

400 bilhões de mensagens SMS enviadas no ano.

Lançados os primeiros telefones celulares com câmera.

2003

CONEXÕES MÓVEIS GLOBAIS: 1,4 bilhão.

ASSINANTES EXCLUSIVOS: 1,1 bilhão.

As primeiras redes EDGE entram em operação.

A GSMA cria um novo Conselho em nível de CEO.

A associação à GSMA ultrapassa a barreira de 200 países.

Mais de meio bilhão de aparelhos produzidos em um ano.

2004

CONEXÕES MÓVEIS GLOBAIS: 1,7 bilhão.

ASSINANTES EXCLUSIVOS: 1,3 bilhão.

As conexões GSM ultrapassam 1 bilhão.

Mais de 50 redes WCDMA ao vivo.

GSMA e Ovum anunciam empreendimento de dados de mercado: Wireless Intelligence.

2005

CONEXÕES MÓVEIS GLOBAIS: 2,2 bilhões.

ASSINANTES EXCLUSIVOS: 1,6 bilhão.

Mais de 1,5 bilhão de conexões GSM.

A GSM é responsável por três quartos do mercado global de telefonia móvel.

A primeira rede HSDPA entra no ar.
Mais de 100 redes WCDMA lançadas.
Mais de 120 modelos de aparelhos WCDMA lançados ou anunciados.
Anunciado o primeiro telefone celular abaixo de \$30.
Mais de um trilhão de SMS enviados no ano.

2006

CONEXÕES MÓVEIS GLOBAIS: 2,7 bilhões.
ASSINANTES EXCLUSIVOS: 1,8 bilhões.
O GSM ultrapassa 2 bilhões de conexões.
Mais de 120 redes WCDMA comerciais vivem em mais de 50 países; quase 100 milhões de conexões.
Aproximadamente 85 redes HSDPA em lançamento comercial até o final do ano.
66 dispositivos HSDPA disponíveis de 19 fornecedores, incluindo 32 modelos de aparelhos.
A adesão da GSMA ultrapassa 900 empresas (incluindo mais de 700 operadoras).
Mais de 980 milhões de aparelhos vendidos.

2007

CONEXÕES MÓVEIS GLOBAIS: 3,4 bilhões.
ASSINANTES EXCLUSIVOS: 2 bilhões.
Outros lançamentos da rede HSDPA e introdução do HSUPA.
Primeiro Congresso GSMA Mobile Asia realizado na Região Administrativa Especial de Macau, China.
GSMA comemora 20 anos.

2008

CONEXÕES MÓVEIS GLOBAIS: 4 bilhões.
ASSINANTES EXCLUSIVOS: 2,3 bilhões.
O HSPA ultrapassa 50 milhões de conexões.
191 redes HSPA ativas e 740 dispositivos HSPA disponíveis.
Mais de 55.000 visitantes no Mobile World Congress da GSMA em Barcelona.
Padrões 4G-LTE concluídos.
A GSMA aprova uma resolução permitindo que as operadoras de LTE ingressem na Associação

2009

CONEXÕES MÓVEIS GLOBAIS: 4,7 bilhões.
ASSINANTES EXCLUSIVOS: 2,6 bilhões.
Lançada a primeira rede HSPA + comercial.
Mobile Asia Congress realizado em Hong Kong.
Lançadas as primeiras redes LTE comerciais.
Mais de 165 milhões de conexões HSPA em todo o mundo.
285 redes comerciais HSPA suportadas por mais de 1.600 dispositivos HSPA.

2010

CONEXÕES MÓVEIS GLOBAIS: 5,4 bilhões.

ASSINANTES EXCLUSIVOS: 2,8 bilhões.

Mais de 300 milhões de conexões HSPA em todo o mundo.

162 redes HSPA e 52 redes HSPA + ao vivo.

17 Redes LTE comerciais LTE.

1,6 bilhão de vendas mundiais de dispositivos móveis para usuários finais.

2011

CONEXÕES MÓVEIS GLOBAIS: 6 bilhões.

ASSINANTES EXCLUSIVOS: 3 bilhões.

Mais de 60.000 visitantes no Mobile World Congress em Barcelona.

Anne Bouverot nomeada Diretora Geral da GSMA.

A GSMA seleciona Barcelona como Capital Mundial do Celular.

Mais de 500 milhões de conexões HSPA em todo o mundo.

2012

CONEXÕES MÓVEIS GLOBAIS: 6,5 bilhões.

ASSINANTES EXCLUSIVOS: 3,2 bilhões.

GSMA comemora 25 anos.

Mobile World Congress atrai 67.000 visitantes em seu último ano na Fira de Barcelona Montjuic.

A primeira Mobile Asia Expo é realizada em Xangai, China, e atrai 15.500 visitantes.

20º aniversário do envio da primeira mensagem SMS (dezembro de 1992).

2013

CONEXÕES MÓVEIS GLOBAIS: 6,8 bilhões.

ASSINANTES EXCLUSIVOS: 3,5 bilhões.

As conexões de banda larga móvel ultrapassam 2 bilhões.

Lançamento do Mobile World Center em Barcelona.

Mobile World Congress muda para Fira Gran Via em Barcelona; atrai um recorde de 72.000 visitantes.

20.500 visitantes na Mobile Asia Expo 2013.

Lançamento da GSMA Intelligence.

A GSMA lança a série de eventos 'Mobile 360'.

O presidente e CEO da Telenor, Jon Fredrik Baksaas, foi eleito presidente da GSMA.

Mais de 250 redes LTE vivem em quase 100 países.

219 serviços de Mobile Money lançados em 84 países.

2014

CONEXÕES MÓVEIS GLOBAIS: 7,3 bilhões.

ASSINANTES EXCLUSIVOS: 3,6 bilhões.

As conexões LTE ultrapassam 500 milhões.

As conexões M2M ultrapassam 250 milhões.

85.000 visitantes ao Mobile World Congress 2014.

26.000 visitantes na Mobile Asia Expo em Xangai.

2015

CONEXÕES MÓVEIS GLOBAIS: 7,5 bilhões

ASSINANTES EXCLUSIVOS: 4,5 bilhões

Conexões 4G chegam a um bilhão

Mais de 93.000 visitantes no Mobile World Congress 2015

Barcelona confirmada como Mobile World Capital até 2023

Lançamento da Carta de Conectividade Humanitária

Mais de 40.000 visitantes participam do primeiro Mobile World Congress de Xangai

Primeiros lançamentos comerciais da especificação GSMA Embedded SIM

GSMA faz lobby com sucesso para liberação de espectro móvel adicional em WRC-15

2016

Mats Granryd se junta à GSMA como Diretor Geral

CONEXÕES MÓVEIS GLOBAIS: 7,9 bilhões

ASSINANTES EXCLUSIVOS: 4,8 bilhões

Mais de 100.000 visitantes participam do Mobile World Congress 2016

A Mobile IoT Initiative da GSMA impulsiona a adoção de soluções LPWA padronizadas

Mais de 53.000 visitantes no Mobile World Congress de Xangai

GSMA e CTIA fazem parceria para lançar novo evento Mobile World Congress Americas

A indústria móvel se compromete a alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU

GSMA Mobile Connect disponível para 3 bilhões de consumidores em todo o mundo

GSMA lança Perfil Universal para Mensagens Avançadas

A GSMA publica o primeiro 'Relatório de Impacto da Indústria Móvel' sobre os ODSs

2017

Sunil Bharti Mittal inicia mandato de dois anos como presidente da GSMA

Número de contas de dinheiro móvel registradas chega a meio bilhão

Mais de 108.000 visitantes participam do Mobile World Congress 2017

Certificação GSMA de carbono neutro para todos os eventos GSMA e escritórios mundiais em 2016

Assinantes móveis únicos ultrapassam 5 bilhões

Mais de 67.400 visitantes ao Mobile World Congress de Xangai

Mais de 21.000 participantes visitaram o "Mobile World Congress Americas, em parceria com a CTIA" inaugural

Evolução e padrões da Tecnologia

Evolução histórica

A história geral dos sistemas celulares podem ser separadas em gerações, a primeira, conhecida como 1G, a segunda 2G, a terceira. 3G e a atual 4G. Onde cada geração é dividida em padrões e sub-gerações onde a cada geração eram melhorados e aprimorados para mais recursos, o padrão GSM, em estudo, se iniciou na segunda geração, mas foi avançando com as demais gerações

1º Geração

Toda a comunicação móvel é centralizada, tendo então baixa capacidade de tráfego e um alto custo. Nela as características eram: realizar chamadas telefônicas longe de casa a partir de um aparelho sem fio e em movimento. Por ser um sistema caro para o usuário final havia dúvidas quanto a sua importância no mercado e por esse motivo não teve muito esforço mundial para sua padronização. Mas, de forma isolada, vários padrões foram propostos e implementados e quando mais consolidado a Europa se dividiu em alguns padrões e são eles:

- Padrão TACS: Reino Unido, Austrália, Espanha, Irlanda, Itália
- NMT 450: Suécia, Noruega, Finlândia, Dinamarca
- Radiocom 2000: França

2º Geração

A característica mais marcante da segunda geração foi o uso da tecnologia digital, ao invés da analogia, pois isso permite a integração com circuitos digitais, como computadores, em modo geral e para conseguir um aumento na capacidade de tráfego os americanos criaram três padrões: IS-54 (AMPS digital), IS-136 (TDMA digital) e IS-95 (CDMA digital), que alguns serão comentados por outros colegas. Já na Europa, os esforços fez com que surgisse o Global System for Mobile Communications (GSM). tornando-o o principal representante da segunda geração, já que seu principal foco era oferecer telefonia digital móvel aos usuários da tecnologia e devido a isso os protocolos de transmissão de dados se esforçaram em adaptar o canal de voz para a transferência de bits de dados. Porém os resultados obtidos pelo GSM é que o tráfego máximo de bits obtido foi, inicialmente, projetado para atender ao tráfego de bits gerado por conversações telefônicas. Mas para fazer um celular conseguir acessar a internet seria necessária uma taxa bem maior de tráfego e eles não se prepararam para isso.

Padrão IS-136

Com cerca de dez anos desde sua padronização, o AMPS foi totalmente substituído por um sistema digital. O Brasil adotou o padrão, que usava a mesma largura de canal que o

padrão já implantado com 30kHz. Padrão esse que permite até seis unidades móveis a serem suportadas em apenas uma portadora de RF. Utilizando a tecnologia TDMA se divide o quadro TDMA em seis slots de tempo, um para cada usuário

Padrão IS-95

Esse padrão utiliza o acesso CDMA, onde cada usuário é identificado por um código e podem usar a mesma frequência. Uma de suas principais características é a técnica de espalhamento espectral, onde sua frequência da portadora do sinal a ser transmitido é variada de forma aleatória dentro da largura de banda

Padrão GSM

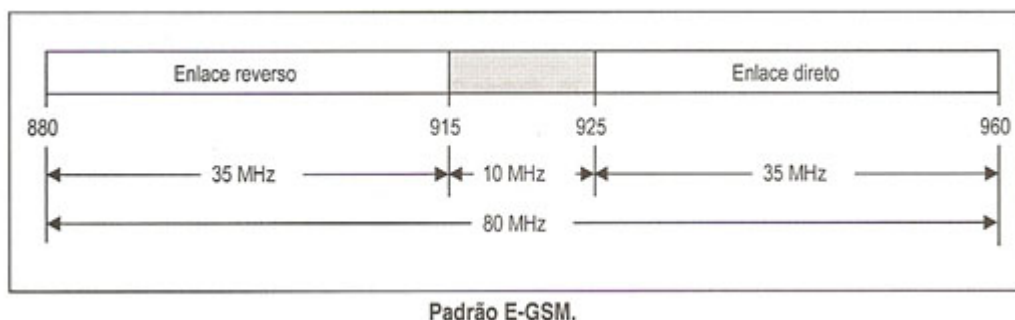
O padrão foi criado no intuito de oferecer tecnologia digital de telefonia celular a toda a Europa e sua alta capacidade a tornou rapidamente o padrão mais utilizado no mundo. sua modulação usada é a 0,3 GMSK e cada canal possui 200 KHz de largura de faixa, e é possível a utilização de até 8 usuários em cada canal. A faixa de operação depende também do padrão GSM implantado e os padrões mais usados são:

Padrão P-GSM

Que também ficou conhecido pelo nome de GSM 900 Primário, utiliza frequências na banda de 900MHz, de 890 a 960 MHz, com uma distância de 20MHz entre os enlaces direto e também reverso dando uma largura de 25 MHz, que sustenta 125 canais de RF, fazendo a conta $25 \text{ MHz} / 200 \text{ KHz}$

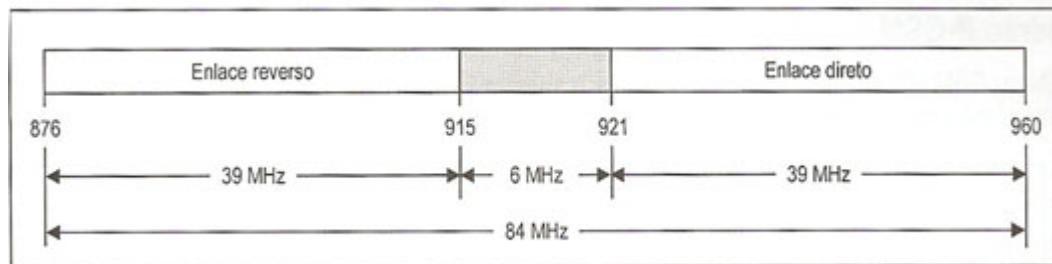
Padrão E-GSM

Ou padrão GSM 900 Estendido, começa a usar o espectro de frequência em 880MHz, portanto 10MHz antes do padrão anterior, mas também terminando em 960MHz. Além disso, a distância entre os enlaces direto e reverso é de 10 MHz, apenas, o que gera 20MHz de largura a mais que o padrão anterior, obtendo assim um acréscimo de 10 MHz de largura de banda, implicando em 50 canais extras de RF. Esse padrão, portanto, suporta 175 canais de RF e vale ressaltar que o padrão inclui o anterior, pois a banda utilizada no P-GSM também é disponível no E-GSM, porém não vale o contrário.



Padrão R-GSM

Também conhecido como GSM 900 ampliado, foi desenvolvido para que pudesse ser ampliado a capacidade de canais de RF. Esse padrão por sua vez começa a utilizar o espectro de 876 MHz, também chegando até os 960MHz padrão, o que lhe disponibiliza mais de 4 MHz em relação ao anterior. Ele diminui também a distância entre os enlaces, passando a 6 MHz. A banda passante tem 39 MHz de largura e sustenta 195 canais de RF



Padrão R-GSM.

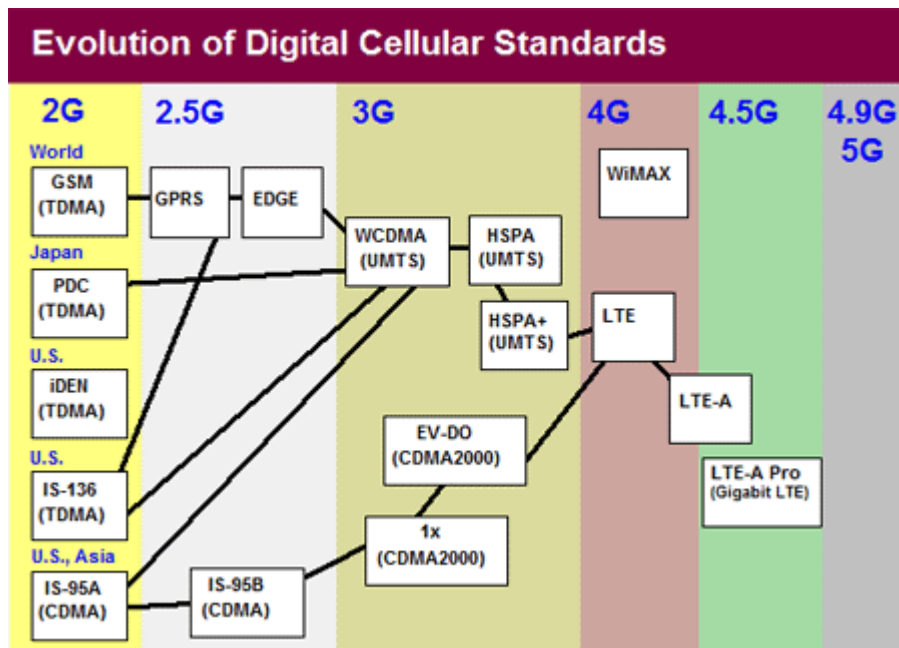
Padrão GSM 1800

Também conhecido como DCS 1800 e é uma adaptação do sistema GSM 900, que por sua vez ampliou suas bandas para 75 MHz de largura e passou a utilizar a faixa de 1,8 GHz. Este padrão trabalha de 1710 a 1880 MHz. Para a identificação dos padrões utilizados os canais deste são identificados de 512 a 885 (375 canais de RF). Esse padrão foi criado com o intuito de implementar Redes de Comunicações pessoais as Personal Communication Networks - PCN

Padrão PCS 1900

Este padrão foi desenvolvido para dar uma gama ainda maior de serviços aos usuários da tecnologia, o padrão opera na faixa de 1,9Ghz. de 1850 a 1990Mhz, com 20MHz separando seus enlaces, gerando 300 canais de RF

Apresentamos aqui uma visão geral das gerações.



Fonte: <https://encyclopedia2.thefreedictionary.com/History+of+GSM>

Fases do GSM

Primeira Fase:

- Telefonia (voz);
- Chamadas de emergência ;
- SMS;
- Dados síncronos e assíncronos (0.3 a 9.6 kbps);
- Transmissão de pacotes assíncronos

Segunda fase:

- Serviço de e-mail;
- Voz a meia taxa (half rate). Com esse serviço pode-se ampliar o número de usuários em troca de qualidade da voz;
- Melhoras no SMS;
- Serviços de dados, como informações sobre tempo, clima, esportes etc;
- Transmissão síncrona e dedicada de pacotes;
- Serviços adicionais como identificador de chamadas, chamadas restritas e teleconferências.

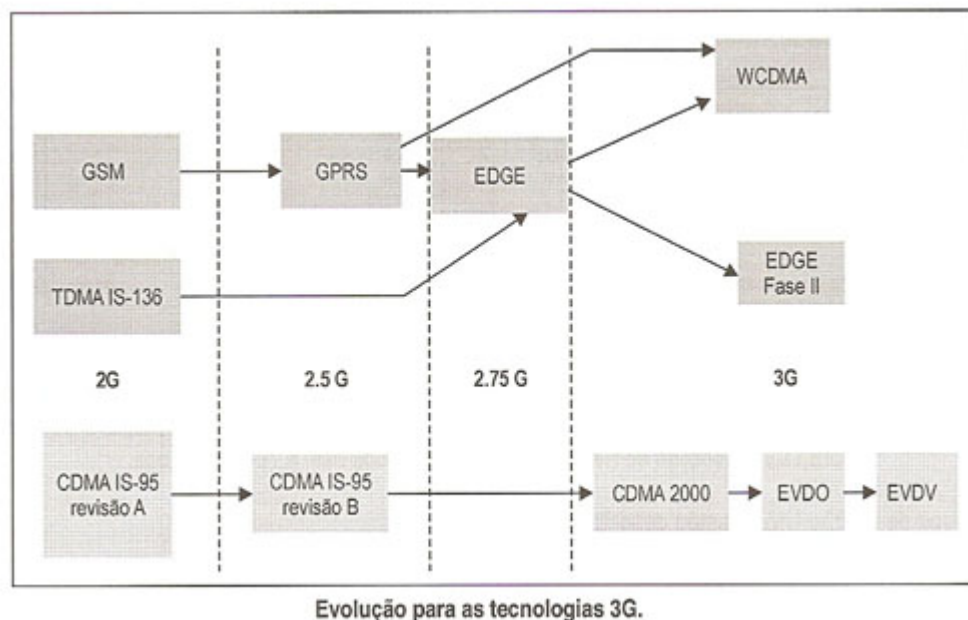
Fase 2+:

- Introduziu o serviço de dados por pacotes em altas taxas de transmissão (GPRS - General Packet Radio Service) na rede GSM

3ª Geração

A terceira geração se deu principalmente pela vontade dos usuários cada vez maior de poder acessar a internet em seus telefones celulares, somente chamadas já não era o suficiente para eles e foi com base nisso que a terceira geração evoluiu para poder oferecer tráfego em alta velocidade para que esse acesso fosse de forma rápida e satisfatória e com isso o envio de imagens, vídeos e etc, em alta qualidade.

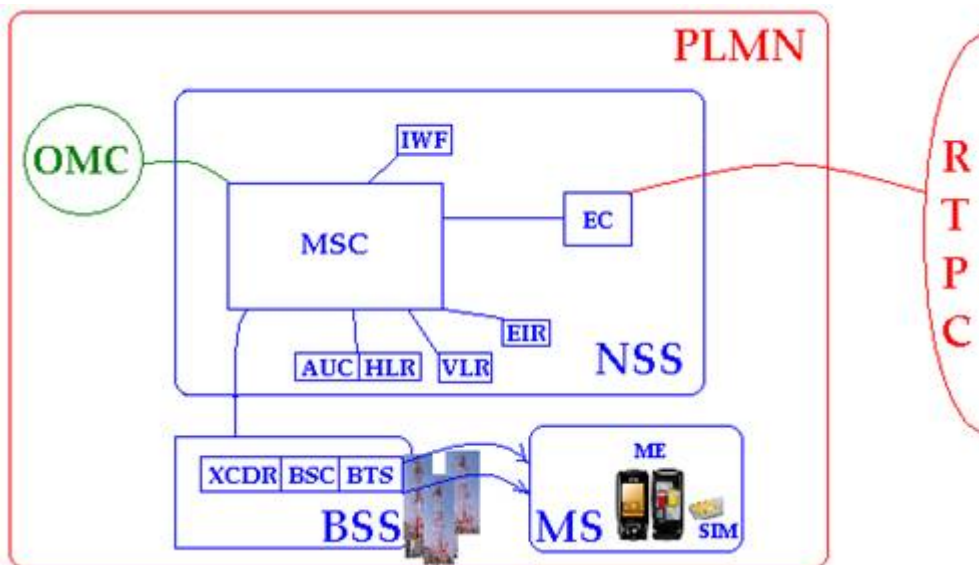
Vale lembrar que a segunda geração evoluiu para a chamada 2.5G, que inclui o serviço GPRS (para o padrão GSM) e a revisão do sistema CDMA IS-95. Na evolução seguinte para a chamada 2.75G e o GPRS para o sistema EDGE. Já na terceira geração o CDMA IS-95 evoluiu para CDMA 2000 e depois para EVDO e EVDV em seguida. O sistema EDGE evoluiu em dois sentidos diferentes, um para o EDGE fase 2 e o outro para WCDMA, como demonstrado na imagem a seguir



Arquitetura GSM

A arquitetura da rede GSM é formada por interfaces abertas e padronizadas que visam montar uma arquitetura mais abrangente possível, ela é estruturada para que seja possível a integração entre diferentes componentes de diferentes fabricantes para torná-la mais flexível, viável e abranger sua concorrência.

Esses componentes da arquitetura GSM são divididos em quatro grupos. O conjunto desses grupos é chamado rede móvel pública terrestre, do inglês, Public Land Mobile Network - PLMN, e é implementado por uma operadora.



-MS - Mobile Station - Estação móvel: formada pelo equipamento móvel, necessitando de um cartão SIM que tem como função guardar seu registro de rede

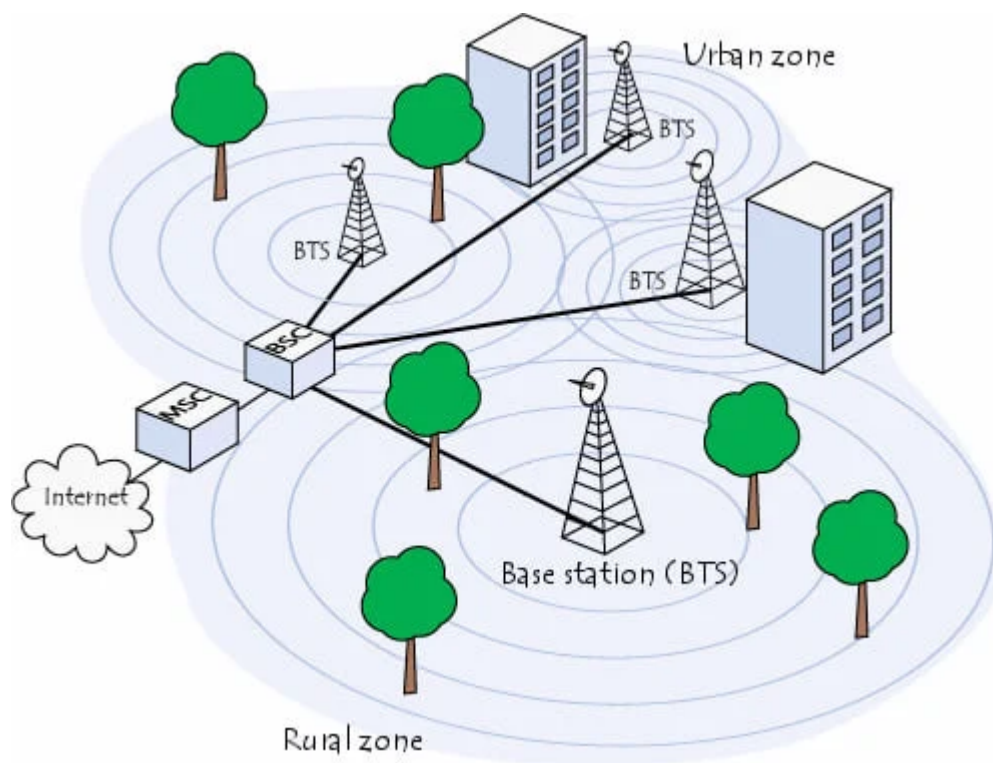
-BSS - Base Transceiver System - Sistema de estação base: ele é capaz de se comunicar com as estações móveis e enviar informações para o sistema de comutação de rede, o NSS.

NSS - Networking Switching System - Sistema de comutação de rede: processa informações através de interface e protocolos e gerencia o banco de dados. Assim consegue interconectar a rede GSM com a rede pública (RTPC).

OMS - Operations and Maintenance System - Sistema de Operação e Manutenção: comanda os grupos de componentes.

Em uma rede GSM o terminal do utilizador, no caso a estação móvel que é composta por um cartão Subscriber Identity Module (SIM) que permite, por sua vez, identificar o usuário de maneira única e um aparelho móvel. Os terminais (aparelhos) são identificados por um número conhecido como International Mobile Equipment Identity (IMEI), geralmente composto por 15 números. Cada cartão SIM também possui um número único de identificação chamado International Mobile Subscriber Identity (IMSI), que pode ser protegido com ajuda de uma chave de 4 números chamada de código PIN.

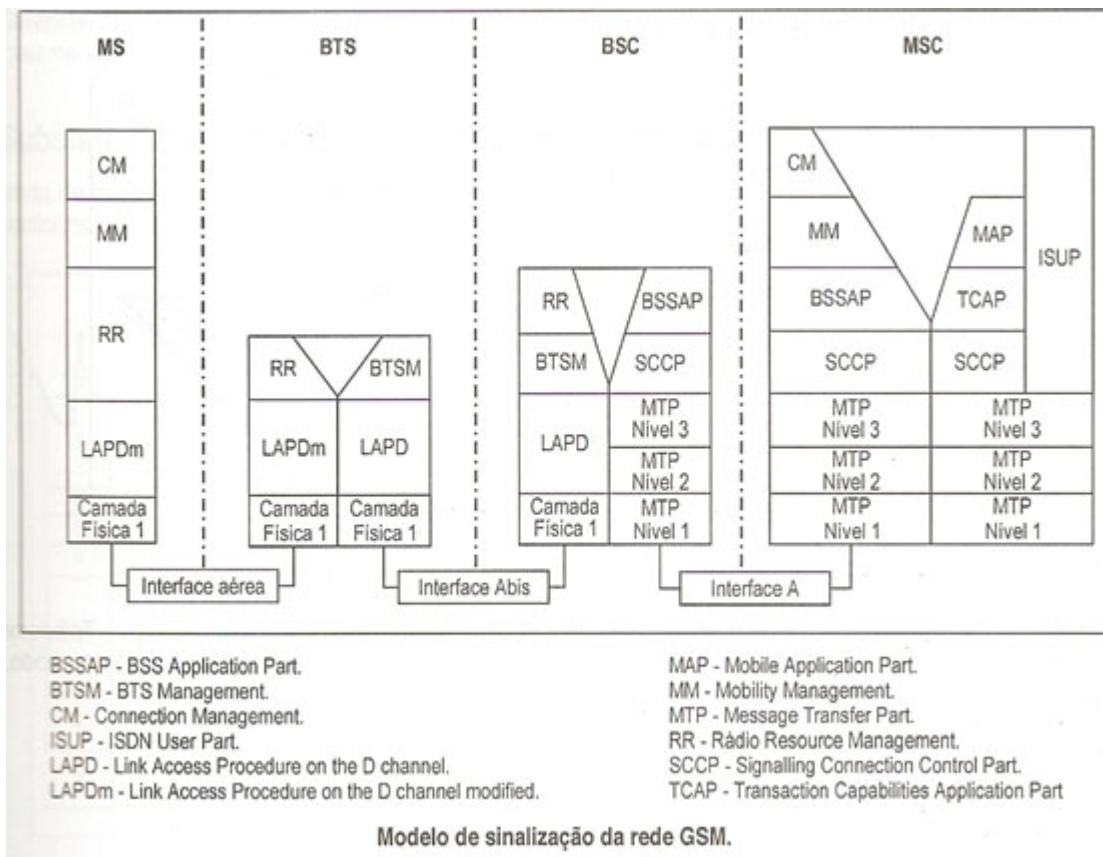
Logo o cartão SIM permite identificar cada usuário, independente do terminal utilizado e essa comunicação entre o aparelho e a estação básica se dá através de uma onda de rádio, como mostrado na figura abaixo



Fonte: https://www.oficinadanet.com.br/artigo/733/gsm_o_que_e_e_como_funciona

Protocolos GSM

O sistema utiliza a ideia de camadas de protocolos, no qual um processo é tratado por uma sequência de protocolos, cada um em um nível hierárquico diferente como é demonstrado no modelo de sinalização da rede na figura abaixo:



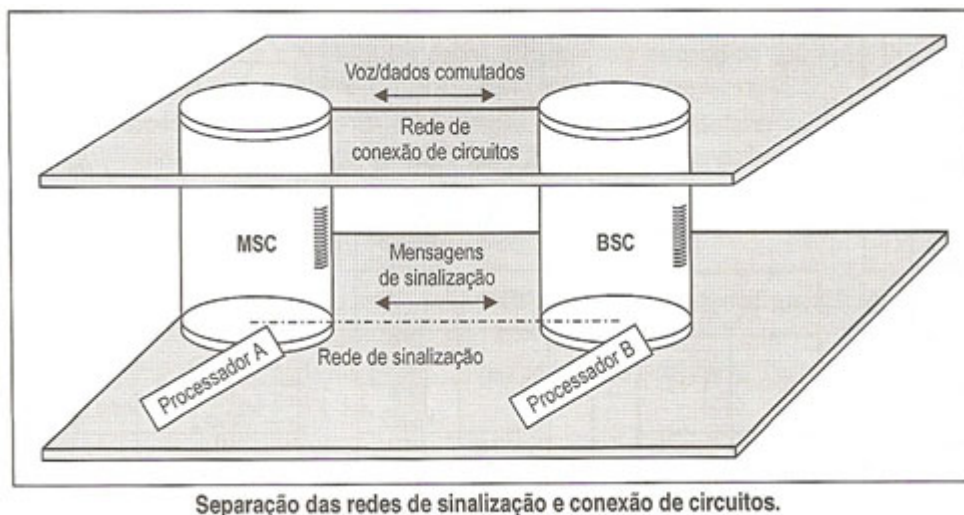
Sinalização por canal comum número 7 (SCC#7)

As redes telefônicas passaram a implementar processamento distribuído por meio de centrais controladas por programa armazenado, os CPA, e meios digitais de transmissão, exigindo assim uma sinalização de maior eficiência que pudesse ampliar a comunicação entre os nós e acrescentar novos serviços, como integração a Rede Digital de Serviços Integrados (RDSI) e a rede telefônica pública. Logo surgiu a técnica de se criar um novo canal exclusivo para sinalização e esse canal de sinalização é chamado número 7 e seu padrão internacional diz que deve otimizar operações em redes digitais, satisfaça as necessidades atuais e futuras de transferência de informação ligadas a sinalização de vários processos, que seja robusto, protegido de distúrbios de transmissão e falhas na rede e assim com a criação desse canal a rede foi dividida em duas redes:

Rede de sinalização: utilizada para toda movimentação de sinalização, necessária para implementar as conexões

Rede de conexão de circuitos, para transportar dados e voz.

Uma esquematização dessas redes podem ser vistas na figura abaixo:



E, com o intuito de obter uma rede flexível, esse sistema de sinalização por canal foi dividido em dois subsistemas:

- Subsistema de transferência de mensagem (Message Transfer Part - MTP)
- Subsistema de usuários (User Part - UP)

MTP

O protocolo MTP tem como função estabelecer um caminho de comunicação de sinalização que interliga todos os subsistemas de usuários que necessitam de sinalização uns dos outros. Esse protocolo é dividido em três níveis, e são eles:

- Nível 1: Camada física que é responsável pela padronização das características físicas e funcionais do enlace de dados de sinalização, e o meio para acessá-lo. E o meio de transmissão digital tem uma taxa de transmissão de 64 Kbits/s.
- Nível 2: Camada de enlace, que por sua vez garante a integridade do enlace usado na comunicação. Usada para detectar e corrigir erros, delimita as mensagens, controla a sequência de mensagens enviadas entre outras funções relacionadas
- Nível 3: Camada de rede, que trata as mensagens de sinalização, encaminhando-as para o destino certo, também gerencia a rede para garantir que os caminhos possam ser traçados dando origem ao destino, corretamente.

UP

O protocolo UDP (User Part) é quem define as funções específicas para cada tipo de usuário, como a telefonia, dados, RDSI, ou outros, onde cada tipo de usuário tem suas próprias particularidades, tendo que ser tratado por protocolos diferentes ao se integrarem a essa rede. E os subsistemas de usuários são:

- Subsistema de usuários para a rede digital de serviços (Integrated Service Digital Network User Part - ISUP): Integra a rede RDSI à rede GSM:
- Subsistema de aplicação do sistema de estação base (Base Station System Application Part - BSSAP): faz o trabalho de conectar a BSS à MSC;

- Subsistema de aplicação da capacitação de transações (Transaction Capabilities Application Part - TCAP) que oferece serviços não orientados a conexão;
- Subsistema de controle de conexão de sinalização (Signaling Connection Control Part - SCCP): ele fornece funções adicionais ao MTP para serviços orientados ou não à conexão.

Protocolo de gerenciamento de estação transceptora base (Base Transceiver Station Management - BTSM)

É o protocolo responsável pelo tratamento de mensagens de recursos de rádio (Radio Resources RR) que podem ser transparentes a BTS.

Procedimentos de acesso a enlaces no canal D (LAPD)

Esse procedimento de acesso a enlaces no canal D (Link Access Procedures on the D-channel - LAPD) é o protocolo usado na camada 2 para transportar mensagens Abis. Protocolo esse que é usado na rede RDSI.

Procedimentos de acesso a enlaces no canal D modificado (LAPDm)

O LAPDm (Link Access Procedures on the D-channel modified) é usado para transportar mensagens de interface aérea. É uma variação do LAPD adaptada para transportar sinais de RF pelos canais da interface aérea

Bibliografia

http://www.gsmhistory.com/who_created-gsm/#:~:text=GSM%20can%20trace%20its%20origins,started%20in%20USA%20and%20Japan.

<https://www.electronics-notes.com/articles/history/cellphone-history/gsm-history-groupe-special-mobile.php>

<http://www.di-srv.unisa.it/~ads/corso-security/www/CORSO-9900/a5/gsmreport/gsmreport.pdf>

<https://encyclopedia2.thefreedictionary.com/History+of+GSM>

<https://www.3gpp.org/specifications/gsm-history>

https://www.gta.ufrrj.br/ensino/eel879/trabalhos_vf_2008_2/ricardo/1_2.html

https://www.oficinadanet.com.br/artigo/733/gsm_o_que_e_e_como_funciona

https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialinova1/pagina_2.asp

http://www.telecom.uff.br/pagina/posgraduacao/Lato-Sensu/uploads/6/9/4/8/6948141/comunicaes_mveis_-_parte_2_-_gsm_rev_2012.pdf

https://www.silvamello.org/Luiz_da_Silva_Mello/Apostilas_files/Apost_2_GSM.pdf