

**LIGA DE ENSINO DO RIO GRANDE DO NORTE
FACULDADE NATALENSE PARA O DESENVOLVIMENTO DO
RIO GRANDE DO NORTE**

SINALIZAÇÃO TELEFÔNICA R2 DIGITAL E ISDN

MARCOS ANTONIO DE MOURA

SINALIZAÇÃO TELEFÔNICA R2 DIGITAL E ISDN

Orientador: Aluizio Ferreira da Rocha
M.Sc.

**NATAL/RN
2008**

MARCOS ANTONIO DE MOURA

SINALIZAÇÃO TELEFÔNICA R2 DIGITAL E ISDN

SINALIZAÇÃO TELEFÔNICA R2 DIGITAL E ISDN



Monografia apresentada ao curso de Especialização em Redes de Computadores da Faculdade Natalense para o Desenvolvimento do Rio Grande do Norte como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Redes de Computadores.

Orientador: Aluizio Ferreira da Rocha Neto, M.Sc.

NATAL/RN
2008

RB: 31.686

FARN
BIBLIOTECA

Nº Reg. M001020

15/12/08

004.7:621.395

M888A

2008

ex. 01

Ficha Catalográfica

Moura, Marcos Antonio de

Sinalização telefônica R2 digital e ISDN / Marcos Antonio de Moura. –
Natal: FARN, 2008.
50 f.

Orientador: Aluizio Ferreira da Rocha Neto (M. Sc.)

Monografia (Especialização em Redes de Computadores) – Faculdade
Natalense para o Desenvolvimento do Rio Grande do Norte.

1. Redes de Computadores – Monografia. 2. Redes Telefônicas –
Monografia. 3. Sinalização Telefônica – Monografia. I. Título.

RN/FARN/BC

CDU

MARCOS ANTONIO DE MOURA

SINALIZAÇÃO TELEFÔNICA R2 DIGITAL E ISDN

Monografia apresentada ao curso de Especialização em Redes de Computadores da Faculdade Natalense para o Desenvolvimento do Rio Grande do Norte, aprovada em ____ de ____ de ____, pela banca examinadora composta pelos seguintes membros.

Aluízio Ferreira da Rocha Neto, M.Sc.
Orientador

Gleydson Azevedo Ferreira de Lima, M.Sc.
Examinador

RESUMO

Este trabalho apresenta os conceitos básicos da estrutura de telefonia, mostrando o comportamento das primeiras centrais de telefonia pública, o seu desenvolvimento e as mais modernas centrais digitais; apresentando as principais centrais deste mercado, os seus tipos e as suas características. A partir deste panorama, são apresentados os conceitos das principais sinalizações telefônicas, desde as sinalizações analógicas até as digitais. Nesta última, são tratados especificamente os protocolos de sinalização R2-Digital e ISDN (ou RDSI – Rede Digital de Serviços Integrado), que são as sinalizações utilizadas nas comunicações telefônicas entre as centrais privadas PABX, com as centrais de telefonia pública CPA-T e Rede NGN. Diante destes aspectos gerais, este trabalho tem como objetivo principal, proporcionar aos alunos e ou técnicos interessados, um conhecimentos básico geral para ser utilizado na tecnologia de telefonia, que se desenvolve sistematicamente.

Keywords: Telecom. Telephony. Signaling

Palavras-chave: Telecomunicação. Telefonia. Sinalização.

ABSTRACT

1 INTRODUÇÃO

This paper presents the basic concepts of the structure of telephony, showing the behavior of the first central telephony public, its development and the most modern digital central; with the main central of this market, their types and their characteristics. From this overview presents the concepts of the main signs telephone, since the analogue signalizations, until the digitals signalizations. In the latter, are treated specifically the signalizations protocols R2-Digital and ISDN (Integrated Services Digital Network), which are the signs used in telephone communications between the central private PABX, with the central public telephony CPA-T and Network NGN. Given these general aspects, this paper aims to give students or technical concerned, a general knowledge base to be used in the technology of telephony, which builds systematically.

Keywords: Telecom. Telephony. Signaling

3.1.1 Sinalização por Canal Associado em circuito analógico	19
3.1.2 Sinalização por Canal Associado em circuito digital	20
3.2 DIVISÃO DA SINALIZAÇÃO POR CANAL ASSOCIADO	23
3.2.2 Sinalização de Linha	24
3.3 TIPOS DE SINALIZAÇÃO DE LINHA	26
3.3.1 Sinalização E&M Pulsada	26
3.3.2 Sinalização E&M Contínua	27
3.3.3 Sinalização R2 Digital	28
3.4 SINALIZAÇÃO DE REGISTRO	29
3.4.1 Sinalização de Registro MFC-5C	29
3.5 SINALIZAÇÃO RDSI OU ISDN	34
3.6 SINALIZAÇÃO ENTRE TERMINAL TELEFÔNICO E CENTRAL	41
3.6.1 Sinalização Decádica	41
3.6.2 Sinalização DTMF	42
3.7 SINALIZAÇÃO POR CANAL COMUM Nº7	42
3.7.1 Rede de Sinalização Nº7	43
3.7.2 Modos de Sinalização	45
3.7.2.1 Modo Associado	45
3.7.2.2 Modo Não Associado	46
3.7.2.3 Modo Quase Associado	46
4 CONCLUSÃO	48
REFERÊNCIAS	49

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	08
1.1	OBJETIVOS	09
1.1.1	Objetivos Específicos	09
1.2	JUSTIFICATIVA	10
1.3	METODOLOGIA	10
2	A REDE TELEFÔNICA	11
2.1	CENTRAL TELEFÔNICA	13
2.2	CONFIGURAÇÃO GERAL DA REDE TELEFÔNICA	16
2.3	PLATAFORMA NGN	17
3	SINALIZAÇÃO TELEFÔNICA	19
3.1	SINALIZAÇÃO POR CANAL ASSOCIADO (CAS)	19
3.1.1	Sinalização por Canal Associado em circuito analógico	19
3.1.2	Sinalização por Canal Associado em circuito digital	20
3.2	DIVISÃO DA SINALIZAÇÃO POR CANAL ASSOCIADO	23
3.2.1	Sinalização Acústica	23
3.2.2	Sinalização de Linha	24
3.3	TIPOS DE SINALIZAÇÃO DE LINHA	26
3.3.1	Sinalização E&M Pulsada	26
3.3.2	Sinalização E&M Contínua	27
3.3.3	Sinalização R2 Digital	28
3.4	SINALIZAÇÃO DE REGISTRO	29
3.4.1	Sinalização de Registro MFC-5C	29
3.5	SINALIZAÇÃO RDSI OU ISDN	34
3.6	SINALIZAÇÃO ENTRE TERMINAL TELEFÔNICO E CENTRAL	41
3.6.1	Sinalização Decádica	41
3.6.2	Sinalização DTMF	42
3.7	SINALIZAÇÃO POR CANAL COMUM Nº7	42
3.7.1	Rede de Sinalização Nº7	43
3.7.2	Modos de Sinalização	45
3.7.2.1	Modo Associado	45
3.7.2.2	Modo Não Associado	45
3.7.2.3	Modo Quase Associado	46
4	CONCLUSÃO	48
	REFERÊNCIAS	49

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estrutura topológica da rede de telefonia.....	12
Figura 2: Mapa das regiões telefônica.....	13
Figura 3: Topologia da Rede Telefônica.....	15
Figura 4: Rede de telefonia de acordo com as classes.....	16
Figura 5: Configuração geral da rede de telefonia	17
Figura 6: Diagrama aberto de uma rede NGN.....	18
Figura 7: Diagrama de entrocamento do HIG1600 (<i>media gateway</i>)	18
Figura 8: Sinalização por Canal Associado em circuito analógico	20
Figura 9: Multiplexação de sinais	21
Figura 10: Conexão através de tronco E1	22
Figura 11: Quadro de pulso do PCM30.....	22
Figura 12: Sinalização por Canal Associado em circuito Digital	23
Figura 13: Sinalização acústica	24
Figura 14: Componentes da sinalização de linha	24
Figura 15: Sinalização de linha	25
Figura 16: Juntor analógico a seis fios	26
Figura 17: Canais utilizados para a Sinalização R2 Digital	28
Figura 18: Componentes da Sinalização MFC	31
Figura 19: Troca de sinalização R2 Digital	33
Figura 20: RDSI entre PABX e CPA-T	34
Figura 21: Exemplo de chamada RDSI	39
Figura 22: Chamada ISDN em bloco.....	41
Figura 23: Rede de sinalização	44
Figura 24: Modo associado	45
Figura 25: Modo não associado	46
Figura 26: Modo quase associado	46
Figura 27: Componentes da sinalização por canal comum	47

Quadro 1: Sentido dos sinais de linha.....	26
Quadro 2: Sinalização E&M pulsada	28
Quadro 3: Sinais da sinalização E&M Pulsada.....	28
Quadro 4: Sinalização E&M Contínua	29
Quadro 5: Codificação Digital para Sinalização de Linha R2 Digital	30
Quadro 6: Os sinais e suas combinações de frequências	32
Quadro 7: Grupos dos sinais para frente	33
Quadro 8: Grupos dos sinais para trás	33
Quadro 9: Frequências enviadas pelo aparelho telefônico.....	43

1 INTRODUÇÃO

O surgimento das Telecomunicações, bem como a sua evolução, tem sido reconhecido como uma enorme contribuição para a integração e desenvolvimento econômico e social das comunidades, povos e do mundo de uma maneira geral. Entretanto, limitado pelas disponibilidades tecnológicas, criou certas restrições na comunicação entre os homens, quando estes se encontravam distantes.

As telecomunicações se iniciaram verdadeiramente em 1844, quando Samuel MORSE transmitiu a primeira mensagem em uma linha metálica entre Washington e Baltimore; que foi o início do Telégrafo. A partir desse feito a tecnologia dos sistemas de comunicação foi evoluindo, devagar no princípio, assustadoramente veloz nos dias atuais, permitindo prever um mundo totalmente interligado.

Da necessidade de comunicação surgiu o telefone, e da necessidade de melhoria na comunicação surgiram às companhias telefônicas. E desde então, novos produtos e serviços vem surgindo no mercado, com o intuito de facilitar a comunicação e encurtar distâncias.

O telefone contribuiu para encurtar distâncias, suplantando o papel que anteriormente era exercido pelo telégrafo. O primeiro registro mundial deste aparelho data de 1876, com Alexandre Graham Bell e Elisha Gray. Em poucos anos, foram instaladas as primeiras redes telefônicas nos Estados Unidos pela Bell Telephone Company. O telefone espalhou-se rapidamente por todo o mundo, pois as cidades cresciam e mudavam de natureza, conseqüentemente necessitavam cada vez mais da comunicação telefônica.

Acompanhando as mudanças, as empresas também cresceram, de modo que as linhas telefônicas obtidas no decorrer do crescimento da empresas, não foram mais suficientes; pois para atender ou efetuar alguma ligação, os funcionários teriam que se deslocarem a uma sala ou à recepção da empresa. Pensando na necessidade de evitar este deslocamento, foi criado o PABX (*Private Automatic Branch Exchange*), em meados dos anos 80. Com o PABX, muda o cenário nas empresas; passa então a existir uma telefonista e um PABX, que contém algumas linhas telefônicas e vários

ramais, para o qual é feito um chaveamento ligando a rede interna da empresa com a Rede de Telefonia Pública Comutada.

Diante dessas mudanças, o mundo da comunicação/telefonia foi crescendo como empresas; e no mundo capitalista tornou-se um império, de modo que hoje empresas, sociedades e organizações são altamente dependentes dos serviços de telefonia. Do telefone de Graham Bell até o PABX, muitos passos foram dados e mudanças significativas aconteceram na telefonia; mudanças essas, como as sinalizações telefônicas, que será relatada neste trabalho.

Os sistemas de telecomunicações desempenham um papel muito importante na sociedade; e os desenvolvimentos atuais indicam que esse papel tornar-se-á ainda mais importante no futuro. Telecomunicações, define-se como sendo todos os processos que tornam possível transferir voz, dados e vídeo. O rádio, a televisão, o telefone e a internet são as partes mais visíveis dessa estrutura complexa. Essa estrutura, formada por diversas redes, demanda planejamento, especificação, regulamentação, implantação, manutenção e administração; e para essas atividades, as empresas de telecomunicações precisam de técnicos especializados.

1.1 OBJETIVOS

Este trabalho tem por finalidade apresentar uma introdução sobre a rede de telefonia, com mais ênfase nas sinalizações telefônicas, especificamente as sinalizações R2 Digital e RDSI (Rede Digital de Serviços Integrados); trabalhando a troca de sinalização entre PABX com as centrais de telefonia pública, com o objetivo de repassar um conhecimento técnico aos operadores e mantenedores desta plataforma.

1.1.1 Objetivos Específicos

Apresentar a troca de sinalização, R2 Digital e RDSI, entre a central telefônica pública e uma central privada PABX, mostrando seu funcionamento e suas mensagens

passo a passo, de maneira prática, para auxiliar no melhor entendimento, junto ao público estudante e/ou técnico interessado na referida área.

1.2 JUSTIFICATIVA

Este trabalho pretende conscientizar e mostrar a importância de se conhecer as sinalizações telefônicas R2 Digital e RDSI, para que seja utilizado o mesmo linguajar técnico, que servirá de apoio operacional junto aos técnicos da telefonia pública, para se dialogar ao mesmo nível de conhecimento, na ocasião de um possível problema na sinalização entre as centrais públicas e as centrais privadas.

1.3 METODOLOGIA

O desenvolvimento deste trabalho teve sua base, estrutura e organização das informações, baseadas diretamente em documentações e práticas de centrais telefônicas públicas NEAX 61 BR SIGMA da NEC, NGN da SIEMENS e MTX 100 da NORTEL; fazendo-se estudos, análises de documentos/manuais, como também testes práticos, para apresentar melhor as figuras representativas da realidade expressa.

2 A REDE TELEFÔNICA

A rede telefônica evoluiu a partir do serviço básico de telefonia, para uma plataforma diversificada. A rede telefônica é constituída pela rede de longa distância, que inclui as centrais interurbanas e internacionais e os respectivos entroncamentos; e pela rede local, contendo as centrais com os entroncamentos e os terminais de assinantes nas áreas urbanas.

Os assinantes de uma operadora telefônica demandam diversos serviços:

- Telefonia Fixa;
- Telefonia Móvel;
- Transmissão de Dados;
- Acesso à Internet;
- Transmissão de Vídeo.

Para a provisão desses serviços, as operadoras estruturam seus sistemas em diferentes redes de comunicações, com características que otimizam o fornecimento de determinados serviços, como:

- Rede Telefônica Pública Comutada (RTPC);
- Sistema Móvel Celular (SMC);
- Rede NGN;
- Redes Privadas;
- Rede Pública de Transmissão de Dados;
- Provedores de Serviços Internet.

A rede telefônica tem sua estrutura topológica, classificada de acordo com a função dos diferentes tipos de centrais telefônicas; conforme ilustrada na figura 1.

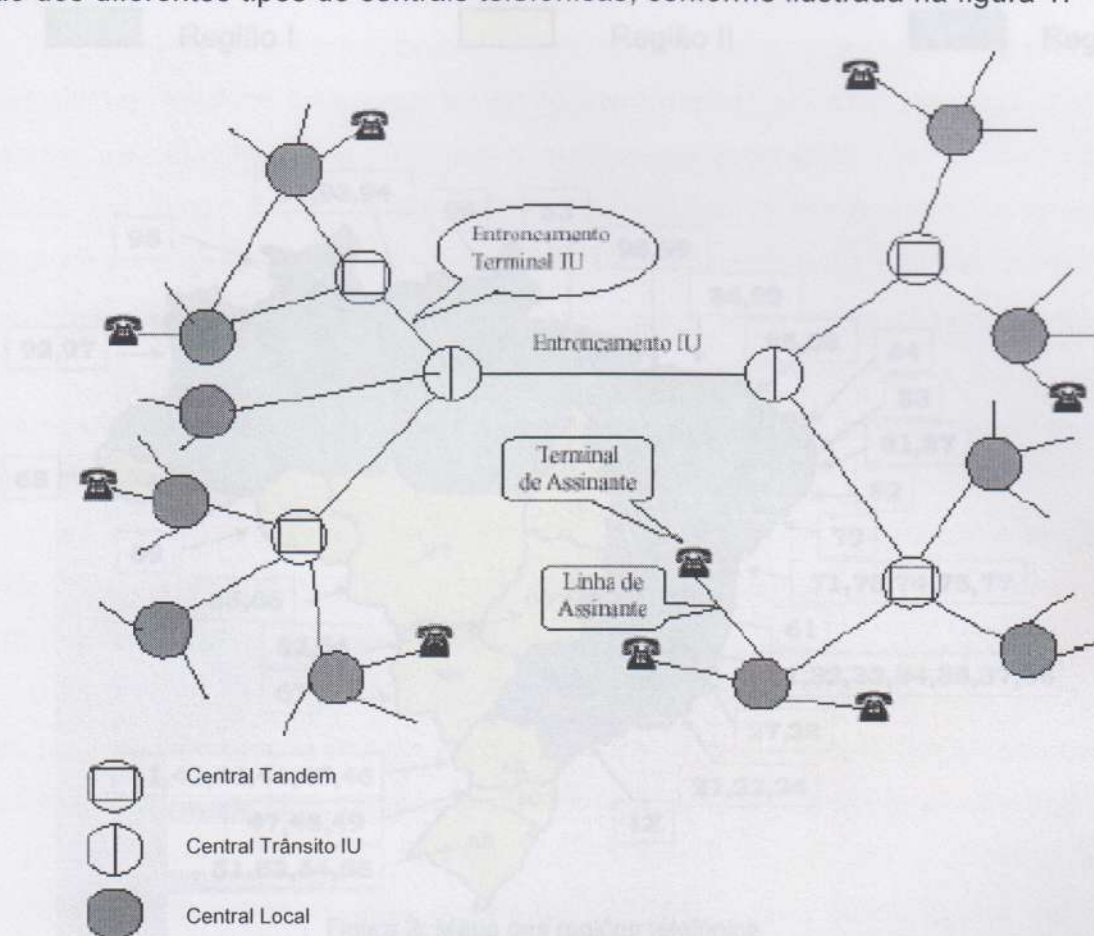


Figura 1: Estrutura topológica da rede de telefonia.
Fonte: Apostila Embratel (1999)

A rede telefônica brasileira é formada pelo plano de numeração e por divisões de regiões, conforme apresentado na figura 2.

Plano de Numeração Brasileiro: 0 X1X2 AB Y1Y2Y3Y4 MCDU

0 Prefixo Nacional

X1X2 Código de Operadora

AB Código de Área

Y1Y2Y3Y4 Prefixo da Central

MCDU Milhar do Usuário (numeração do assinante)

Divisões das Regiões Telefônicas com seus respectivos códigos de áreas:

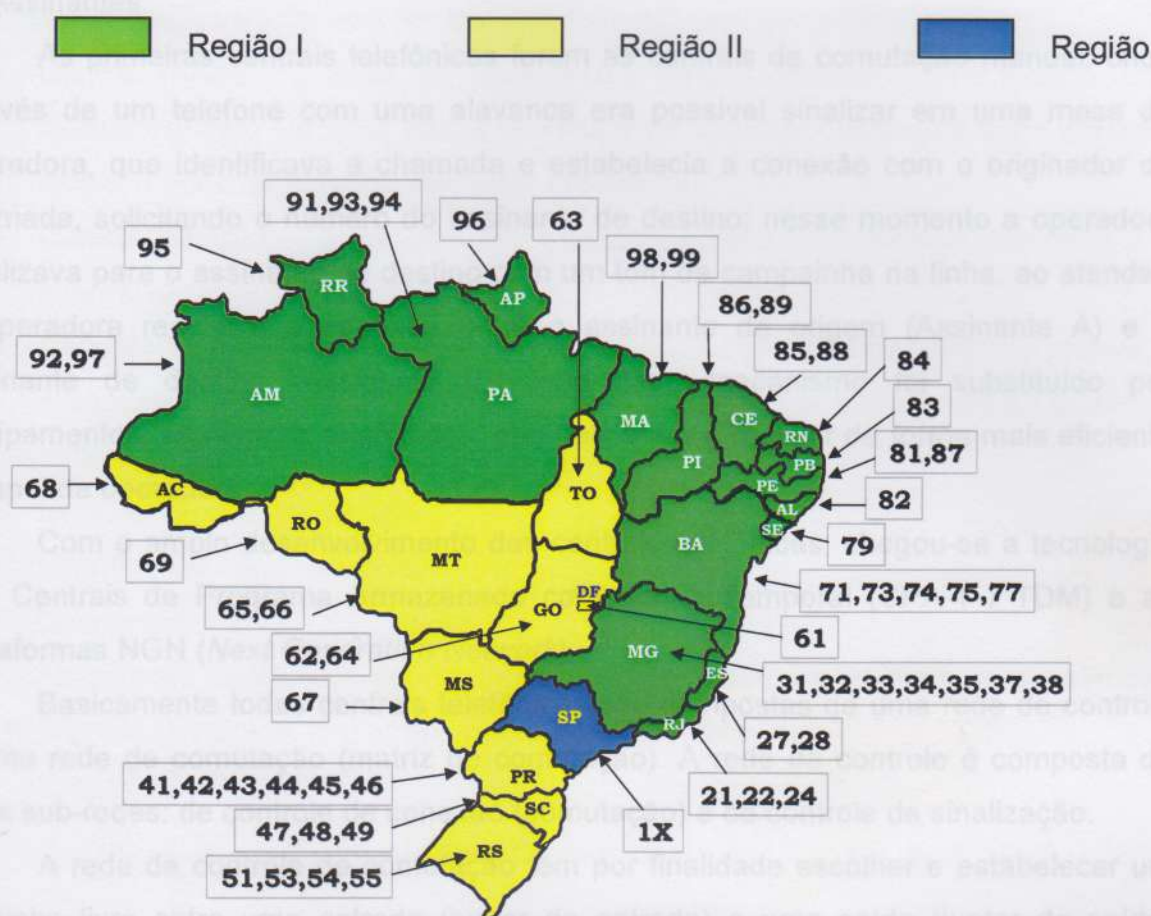


Figura 2: Mapa das regiões telefônica
Fonte: Apostila EMBRATEL (2001)

2.1 CENTRAL TELEFÔNICA

O invento de Graham Bell permitia que apenas duas pessoas se comunicassem diretamente por um par de fio. Evidentemente a necessidade de comunicação da sociedade era muito maior, porém fazer vários usuários falarem entre si representava sérios problemas; pois, para usuários de uma determinada localidade interligar-se diretamente, seriam necessários vários pares de fios. Surgiu então a idéia de, em vez de comutar o telefone diretamente ao assinante, se comutar todos os assinantes centralizados; ou seja, cada assinante corresponde a um par de fios, o que diminui a rede externa. O ponto central onde se dava a comutação e para qual convergiam os

pares de fios, ficou conhecido como Central Telefônica, e os pares de fio como Linhas de Assinantes.

As primeiras centrais telefônicas foram as centrais de comutação manual, onde através de um telefone com uma alavanca era possível sinalizar em uma mesa de operadora, que identificava a chamada e estabelecia a conexão com o originador da chamada, solicitando o número do assinante de destino; nesse momento a operadora sinalizava para o assinante de destino com um tom de campainha na linha, ao atender, a operadora realizava a conexão entre o assinante de origem (Assinante A) e o assinante de destino (Assinante B); todo esse mecanismo foi substituído por equipamentos, as centrais telefônicas, que passaram a realizar de forma mais eficiente o papel da operadora.

Com o amplo desenvolvimento das centrais telefônicas, chegou-se a tecnologia das Centrais de Programa Armazenado com matriz Temporal (CPA-T / TDM) e as plataformas NGN (*Next Generation Network*).

Basicamente todas centrais telefônicas são compostas de uma rede de controle e uma rede de comutação (matriz de comutação). A rede de controle é composta de duas sub-redes: de controle de conexão (comutação) e de controle de sinalização.

A rede de controle de comutação tem por finalidade escolher e estabelecer um caminho livre entre uma entrada (juntor de entrada) e uma saída (juntor de saída) dentro da matriz de comutação, e assim realizar a conexão. Já a rede de controle da sinalização, tem a finalidade de estabelecer a conversação entre duas centrais telefônica, utilizando-se dos protocolos de linha e de registro, de acordo com a conexão.

Quanto a aplicação, as centrais telefônicas são distribuídas da seguinte forma:

- Central Privada: Utilizada nas empresas. Os aparelhos conectados a essa central são chamados ramais, enquanto os enlaces com a central local são chamados troncos E1;
- Central Pública: Responsável pelo tratamento de todo serviço básico de telefonia. Possibilita também o acesso a outros serviços especiais ou suplementares.

Quanto a função na rede telefônica, as centrais se classificam em:

- Central Local: Centrais telefônicas onde estão ligados os assinantes e comutam as chamadas telefônicas de uma determinada área geográfica urbana.
- Central Tandem: Central que apresenta a função de uma central local e uma central trânsito. Ou seja, tem a finalidade de comutar chamadas entre centrais locais, e pode ter linha de assinante interligada.
- Central Trânsito: Central com a finalidade de comutar o tráfego interurbano e internacional;
- Central Celular: Central telefônica que processa chamadas de telefones móveis.

A comutação telefônica é efetuada através da técnica de comutação de circuitos; e a comutação de circuitos ocorre em três fases:

- Estabelecimento do circuito
- Informações / conversações
- Desconexão

As centrais telefônicas são distribuídas de acordo com as suas características dentro da rede telefônica, conforme apresentado na figura 3.

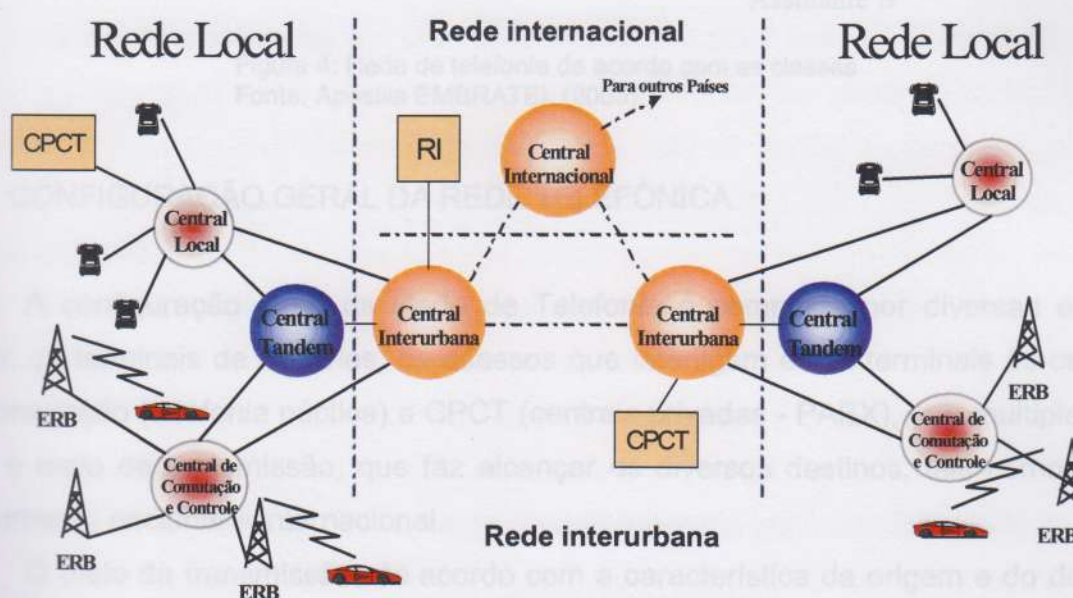


Figura 3: Topologia da Rede Telefônica
 Fonte: Apostila EMBRATEL (2003)

A rede telefônica também estar estruturada de acordo com as classes das centrais. Estas classes, referem-se a uma hierarquia de centrais, de acordo com o tráfego de destino a ser distribuído; conforme mostra a figura 4.

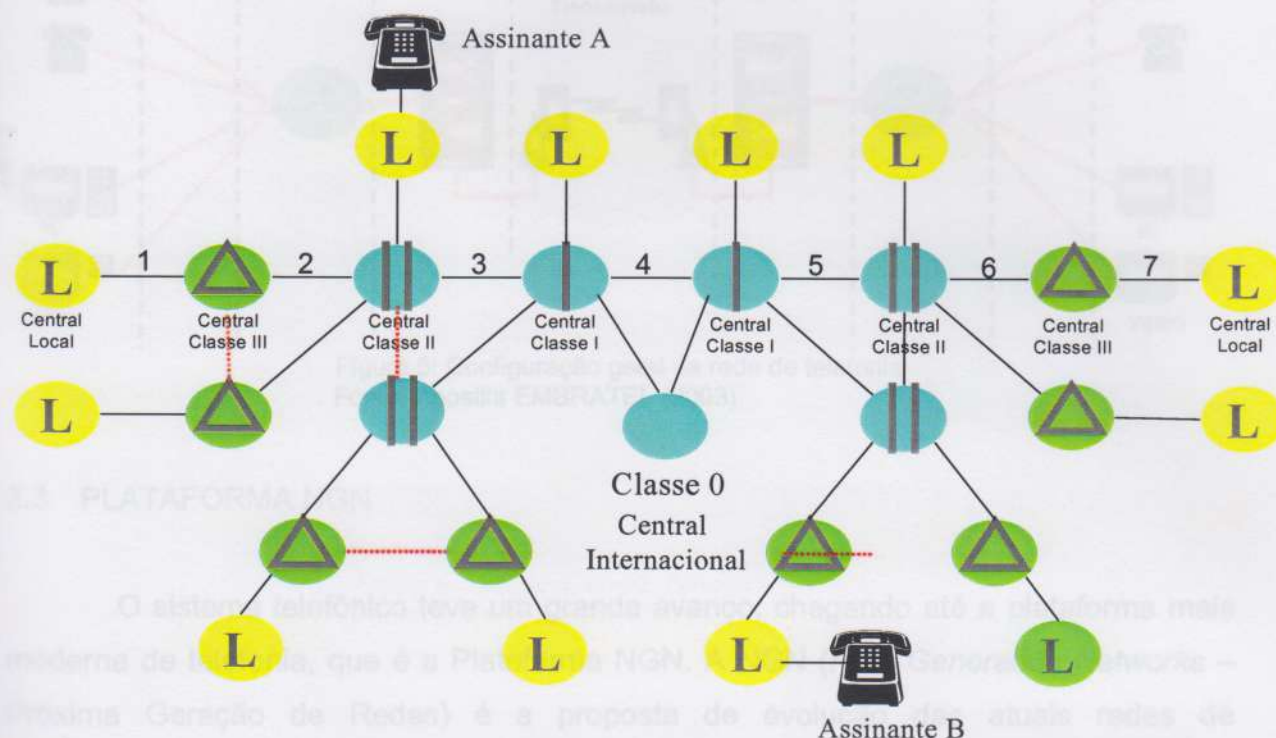


Figura 4: Rede de telefonia de acordo com as classes
Fonte: Apostila EMBRATEL (2003)

2.2 CONFIGURAÇÃO GERAL DA REDE TELEFÔNICA

A configuração geral da Rede de Telefonia é composta por diversas etapas, como: os terminais de usuários, os acessos que interligam estes terminais às centrais de comutação (telefonia pública) e CPCT (centrais privadas - PABX), e o multiplexador com o meio de transmissão, que faz alcançar os diversos destinos, tais como: local, interurbano, nacional e internacional.

O meio de transmissão, de acordo com a característica da origem e do destino, ele pode ser via par metálico ou fibra óptica ou rádio ou satélite.

Uma visão geral destes componentes de uma Rede de Telefonia é apresentada na Figura 5.

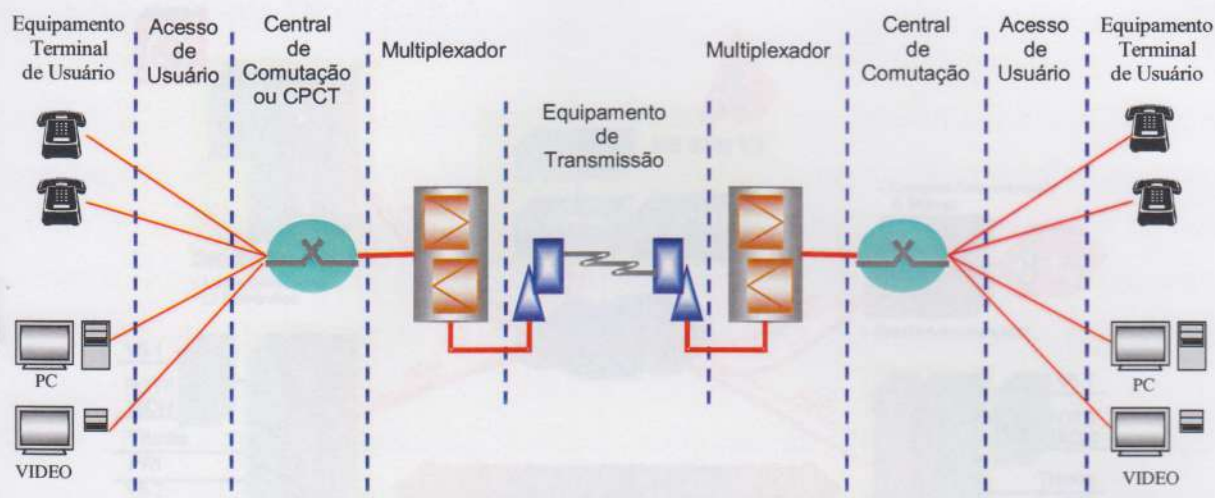


Figura 5: Configuração geral da rede de telefonia
Fonte: Apostila EMBRATEL (2003)

2.3 PLATAFORMA NGN

O sistema telefônico teve um grande avanço, chegando até a plataforma mais moderna de telefonia, que é a Plataforma NGN. A NGN (*Next Generation Networks – Próxima Geração de Redes*) é a proposta de evolução das atuais redes de telecomunicações centradas em voz, para redes centradas em dados; ou seja, são as redes que integram todos os serviços das redes modernas, podendo transmitir Voz sobre IP através de diversos protocolos. É uma rede de dados convergente, onde as operadoras utilizam sua rede (*backbones*, acesso DSL, etc.), para não somente prover transporte para rede de pacotes em alta velocidade, mas também telefonia (voz sobre IP), serviços multimídia (VOD), redes privadas virtuais (VPNs), etc.

Os principais equipamentos de uma rede NGN são:

- Media Gateways (HIG 1600 na NGN Siemens), que é o elemento essencial que faz a interconexão entre a rede comutada e a rede de pacotes.
- Softswitch (HIE 9200 na NGN Siemens), também chamado de *Media Gateway Controller*, que é o elemento central da rede NGN, que contém sua inteligência e controla os demais elementos da rede.

As figuras 6 e 7 a seguir, apresentam um diagrama de um NGN Siemens.

Figura 7: Diagrama de interconexão do HIG1600 (media gateway)
Fonte: Apostila Siemens (2007)

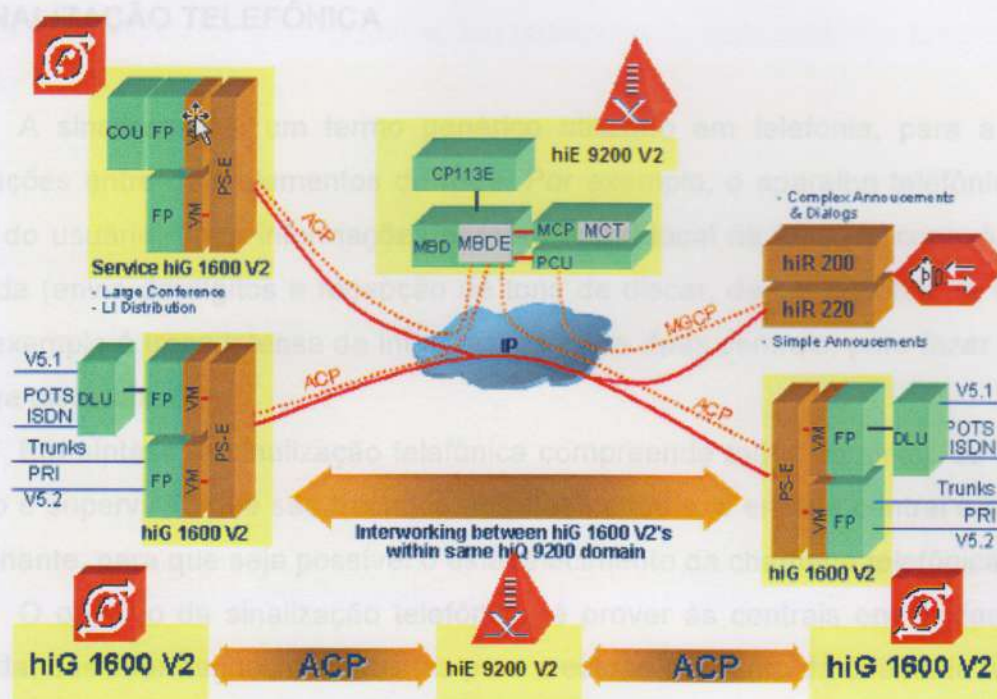


Figura 6: Diagrama aberto de uma rede NGN
Fonte: Apostila Siemens (2007)

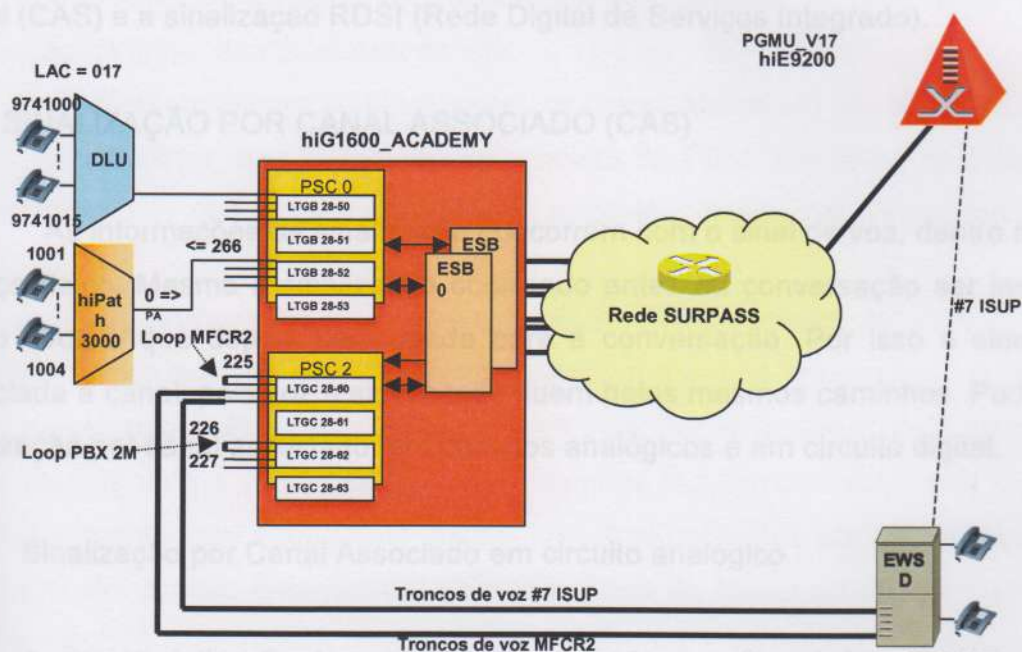


Figura 7: Diagrama de entrocamento do HIG1600 (media gateway)
Fonte: Apostila Siemens (2007)

3 SINALIZAÇÃO TELEFÔNICA

A sinalização é um termo genérico utilizado em telefonia, para a troca de informações entre dois elementos da rede. Por exemplo, o aparelho telefônico, com o auxílio do usuário, troca informações com a central local na fase de conexão de uma chamada (envio de dígitos e recepção de tons de discar, de campainha, de ocupado). Outro exemplo é troca intensa de informações entre duas centrais, para fazer conexões de longa distância.

Em síntese, a sinalização telefônica compreende todos os sinais de comando, seleção e supervisão que são trocados entre as centrais, e entre a central e o aparelho do assinante, para que seja possível o estabelecimento da chamada telefônica.

O objetivo da sinalização telefônica, é prover às centrais envolvidas em uma chamada, das informações necessárias para o estabelecimento da chamada telefônica.

Entre as centrais telefônicas públicas, a troca de sinalização é a Sinalização por Canal Comum (CCS) N7; e entre as centrais telefônicas públicas e as centrais privadas (PABX) existem dois tipos de sinalizações: a Sinalização do tipo Associada a Canal (CAS) e a sinalização RDSI (Rede Digital de Serviços Integrado).

3.1 SINALIZAÇÃO POR CANAL ASSOCIADO (CAS)

As informações de sinalização concorrem com o sinal de voz, dentro do mesmo espaço físico. Mesmo a sinalização ocorrendo antes da conversação ser iniciada, ela usa o circuito que depois será usado para a conversação. Por isso a sinalização é associada a canal, pois voz e sinalização fluem pelos mesmos caminhos. Pode-se ter a sinalização por canal associado, em circuitos analógicos e em circuito digital.

3.1.1 Sinalização por Canal Associado em circuito analógico

A característica fundamental da sinalização por Canal Associado em circuito analógico é a troca de sinalização no mesmo canal, que posteriormente será transmitida a voz; o que permite afirmar que existe uma associação em um mesmo

canal de sinalização: de linha, acústica, de registro, e da voz; conforme apresentado na figura 8.

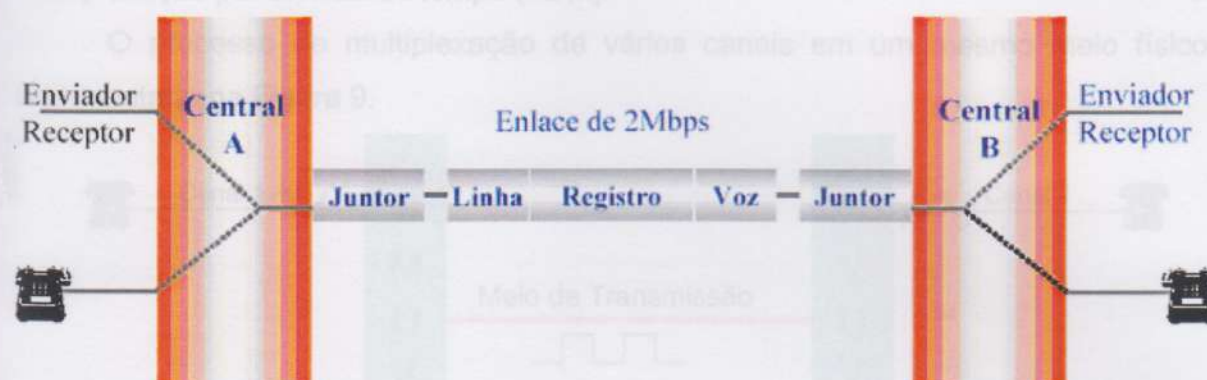


Figura 8: Sinalização por Canal Associado em circuito analógico
Fonte: Apostila EMBRATEL (2003)

3.1.2 Sinalização por Canal Associado em circuito digital

Neste caso, tem-se um enlace MCP onde os IT's (intervalos de tempo) de 1-15 e 17-31 transmitem sinalização de registro e voz, ficando o IT16 para transmitir sinalização de linha dos 30 canais de voz.

Para o entendimento da sinalização por Canal Associado em circuito digital, faz-se necessário iniciar pela introdução do conceito de PCM. Define-se primeiramente a nomenclatura E1; que é um padrão de transmissão digital com velocidade de 2048 Kbps.

Quando Graham Bell inventou o telefone, a transmissão do sinal de voz era analógico. Posteriormente os cientistas imaginaram que não era preciso transmitir todo o sinal de voz para que a conversa fosse inteligível. Por volta dos anos 20, um cientista descobriu que seria o suficiente amostrar o sinal de voz, limitado em 4 kHz a uma taxa de 8 kHz e representar a amplitude dessas amostras por 8 bits. Isto nada mais é do que a digitalização da voz. Esta digitalização com 8 bits de resolução resulta num sinal de $8 \times 8000 = 64000$ bit/s. Este processo foi chamado de PCM (*Pulse Code Modulation*). A voz foi digitalizada, porque assim se tornaria um aglomerado de 0's e 1's, e as máquinas digitais manipulariam mais facilmente um sinal digital do que um sinal analógico. Não demorou muito tempo, os engenheiros percebem que era possível

juntar vários sinais digitais, provenientes de várias conversas telefônicas, em um único sinal. Esta junção de sinais é feita através da multiplexação dos sinais; ou seja, esta é a multiplexação por divisão de tempo (TDM).

O processo de multiplexação de vários canais em um mesmo meio físico é representado na Figura 9.



Figura 9: Multiplexação de sinais
Fonte: Apostila EMBRATEL (2003)

O sistema PCM adotado no Brasil é de 32 times slots, que recebe as seguintes denominações:

- PCM30
- MCP-30
- PCM-2Mbps
- PCM padrão europeu

As palavras de códigos de 8 bits gerados pelos canais do PCM, são transmitidos sequenciadamente nos canais de 1 a 15 e 17 a 31 (trinta canais de voz); como o tempo de duração de cada amostra é 3,9 micro segundos, então cada palavra de 8 bits terá também a mesma duração de 3,9 micro segundos.

Em cada varredura do MUX TDM são inseridos o canal "0" para sincronismo e supervisão, e o canal "16" para sinalização telefônica, totalizando cada varredura com 32 canais. Cada varredura é chamada de um quadro (frame), onde o tempo de duração de um quadro é igual a quantidade de canais varridos vezes o tempo de cada canal.

Tempo do quadro = tempo de um canal x 32 canais, logo

$$T_g = 3,9 \mu s \times 32 = 125 \mu s$$

A interface de saída, 2048 Kbps (32 canais de 64Kbyte), é denominada interface E1 ou V3.

A conexão entre assinantes/empresas e as centrais públicas da Rede Brasileira de Telefonia é feita através de troncos E1, como exemplificado na figura 10.

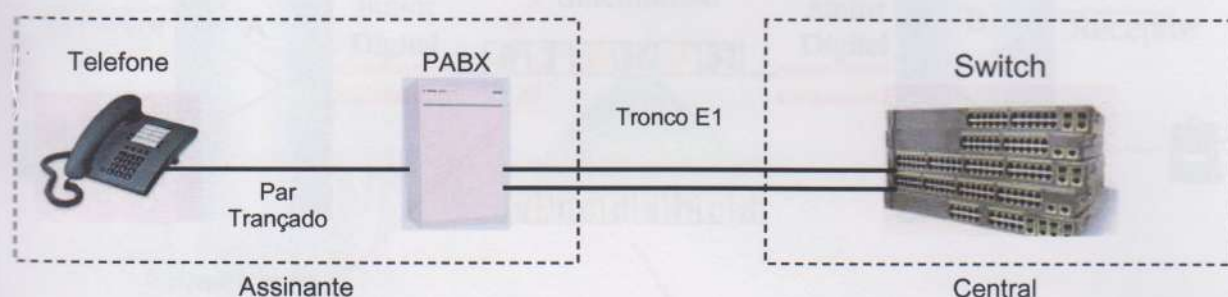


Figura 10: Conexão através de tronco E1
Fonte: O próprio autor (2008)

A interface para um tronco E1 é um conjunto de dois cabos coaxiais, um para transmissão (TX) e outro para recepção (RX), por onde passam 30 canais de voz digitalizados (de 1 a 15 e de 17 a 31), um canal de sinalização telefônica (16) e um canal de sincronismo e controle (0).

A figura 11 apresenta a numeração dos "times slots" de canal, de um quadro de pulsos do sistema de transmissão do PCM30.

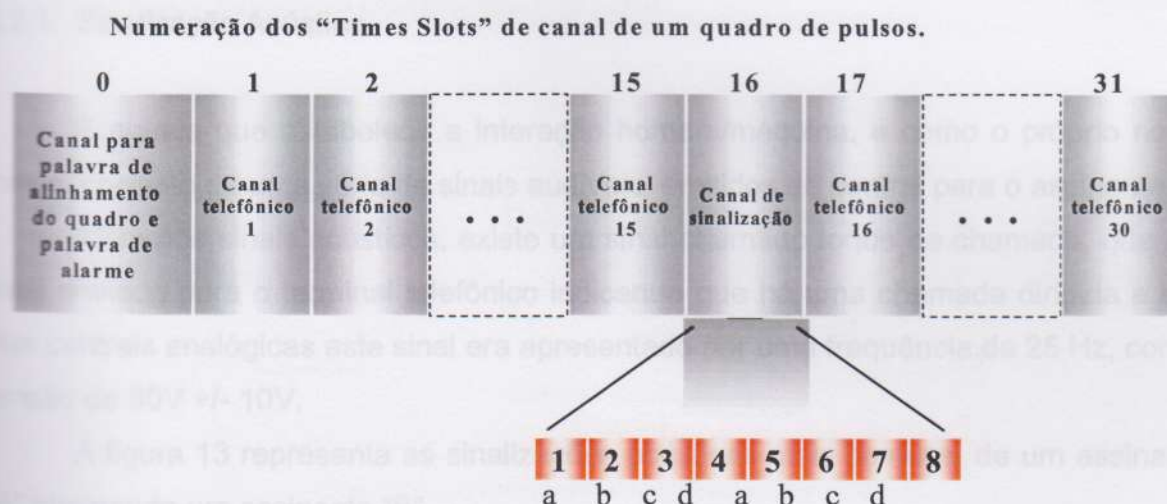


Figura 11: Quadro de pulso do PCM30
Fonte: Apostila EMBRATEL (2003)

A partir do básico conceito de MCP30, pode-se analisar melhor a figura 12, que representa a Sinalização por Canal Associado em circuito digital.

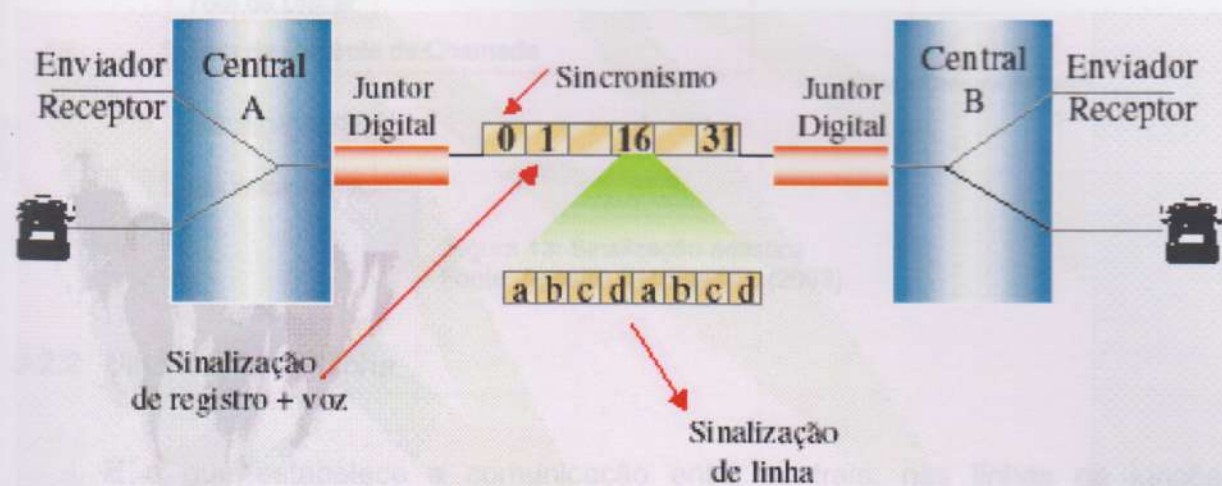


Figura 12: Sinalização por Canal Associado em circuito digital
Fonte: Apostila EMBRATEL (2003)

3.2 DIVISÃO DA SINALIZAÇÃO POR CANAL ASSOCIADO

A sinalização por canal associado está dividida em três grupos, denominados: Sinalização Acústica; Sinalização de Linha e Sinalização de Registrador.

3.2.1 Sinalização Acústica

É aquela que estabelece a interação homem/máquina, e como o próprio nome indica, consiste de uma série de sinais audíveis, emitidos da central para o assinante.

Além dos sinais acústicos, existe um sinal chamado toque de chamada, que é o sinal enviado para o terminal telefônico indicando que há uma chamada dirigida a ele. Nas centrais analógicas este sinal era apresentado por uma frequência de 25 Hz, com a tensão de 80V +/- 10V.

A figura 13 representa as sinalizações acústicas mais comuns, de um assinante "A" chamando um assinante "B".

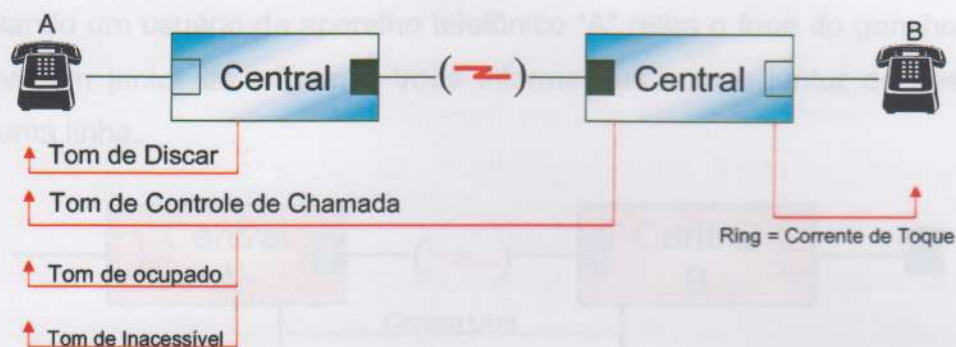


Figura 13: Sinalização acústica
Fonte: Apostila EMBRATEL (2003)

3.2.2 Sinalização de Linha

É a que estabelece a comunicação entre centrais, nas linhas de junções (juntões), e que age durante toda a conexão. São trocas de informações relacionadas com os estágios da conexão, controle e supervisão da linha de junção. Dessa forma, pode-se dizer que os sinais de linha se destinam à:

- Iniciar os procedimentos de ocupação e liberação de um juntor;
- Informar colocação e retirada do fone do gancho do assinante;
- Desligar e desconectar a linha.

As figuras 14 e 15 a seguir, apresentam um básico exemplo dos componentes e mensagens que compõem a sinalização de linha.

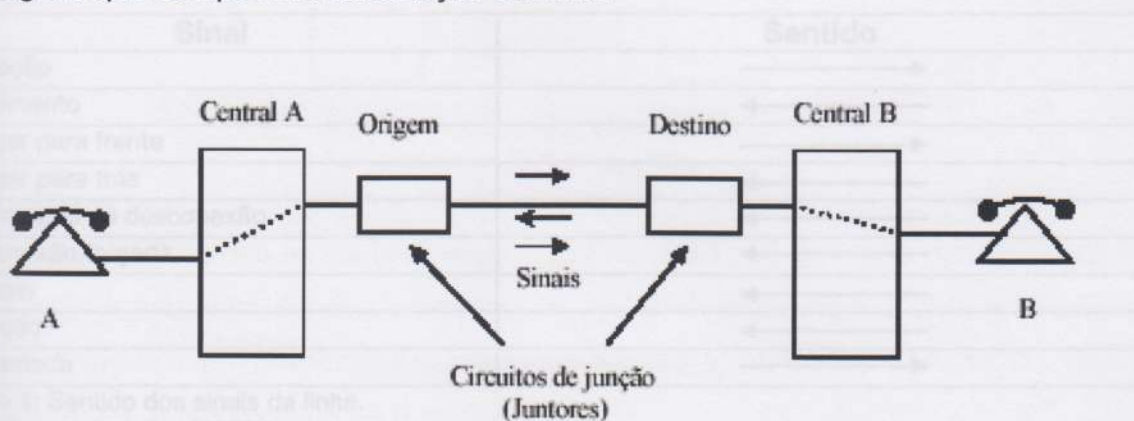


Figura 14: Componentes da sinalização de linha
Fonte: Apostila Embratel (1999)

Quando um usuário de aparelho telefônico "A" retira o fone do gancho, a central "A" reserva um juntor de origem e troca informações com o juntor de destino, para reservar uma linha.

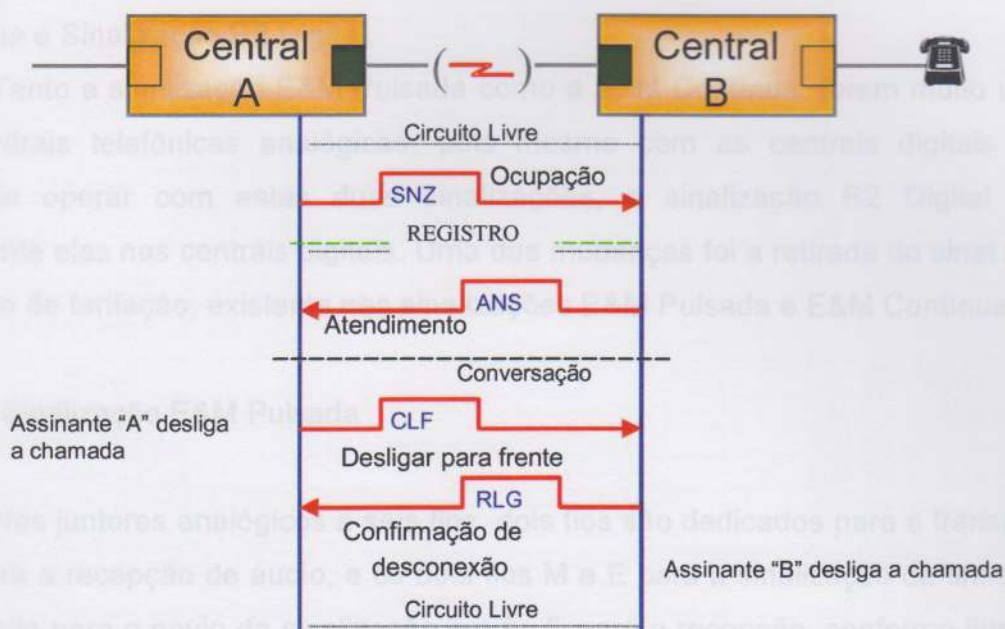


Figura 15: Sinalização de linha
Fonte: Apostila EMBRATEL (2003)

Os sinais que são utilizados para trocar informações entre juntores, são mostrados no quadro 1.

Sinal	Sentido
Ocupação	→
Atendimento	←
Desligar para frente	→
Desligar para trás	←
Confirmação de desconexão	←
Desconexão forçada	←
Bloqueio	←
Tarifação	←
Rechamada	→

Quadro 1: Sentido dos sinais de linha.
Fonte: O próprio autor (2008)

- Sinal para Frente: Sinal enviado da origem da chamada para o destino;
- Sinal para Trás: Sinal enviado do destino da chamada para a origem.

3.3 TIPOS DE SINALIZAÇÃO DE LINHA

A sinalização de linha está dividida em três diferentes tipos, onde englobam características analógicas e digitais: Sinalização E&M Pulsada; Sinalização E&M Contínua e Sinalização R2 Digital.

Tanto a sinalização E&M Pulsada como a E&M Contínua, foram muito utilizadas em centrais telefônicas analógicas; pois mesmo com as centrais digitais também podendo operar com estas duas sinalizações, a sinalização R2 Digital substituiu totalmente elas nas centrais digitais. Uma das mudanças foi a retirada do sinal para trás do pulso de tarifação, existente nas sinalizações E&M Pulsada e E&M Contínua.

3.3.1 Sinalização E&M Pulsada

Nos juntores analógicos a seis fios, dois fios são dedicados para a transmissão e dois para a recepção de áudio, e os dois fios M e E para a sinalização de linha; o fio M é utilizado para o envio da sinalização e o fio E para a recepção, conforme ilustrado na figura 16.

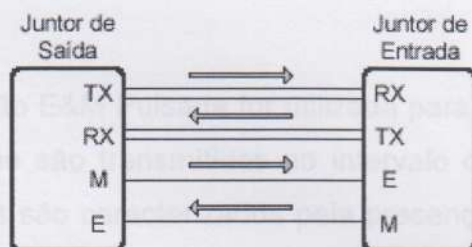


Figura 16: Juntor analógico a seis fios
Fonte: Apostila Embratel (1999)

Os pulsos podem ter curta duração ($150 \text{ ms} \pm 30 \text{ ms}$) ou longa duração ($600 \text{ ms} \pm 120 \text{ ms}$). A presença de sinais nos fios "E" e "M" é caracterizada pela presença de terra, tomando como referencial o potencial de -48 V , entre os juntores da central analógica e os equipamentos de transmissão.

Nos equipamentos de transmissão, estes pulsos são convertidos em:

- Tom com frequência de 3.825 Hz (fora da faixa de voz) em nível alto, quando o equipamento é MUX FDM; Em bits 1 (um) quando o equipamento é MUX PCM.

Os quadros 2 e 3 apresentam estes pulsos com os sentidos do sinal.

Sinal	Sentido do Sinal	Sinalização E+M Pulsada	
		Fio M	Fio E
Ocupação	→	150 ms	
Atendimento	←		150 ms
Desligar para trás	←		600 ms
Desligar para frente	→	600 ms	
Confirmação de desconec.	←		600 ms
Desconexão forçada	←		600 ms
Bloqueio	←		permanente
Tarifação	←		150 ms

Quadro 2: Sinalização E&M pulsada
Fonte: O próprio autor (2008)

Sinal	Sentido	Duração
Ocupação (SZ)	→	150 ms (pulso curto)
Atendimento (ANS)	←	150 ms (pulso curto)
Desligar para frente (CLF)	→	600 ms (pulso longo)
Desligar para trás (CBK)	←	600 ms (pulso longo)
Confirmação de desconec. (RLG)	←	600 ms (pulso longo)
Desconexão forçada (FRL)	←	600 ms (pulso longo)
Bloqueio (BLK)	←	Sinal constante
Tarifação (não usado)	←	Pulsos curtos periódicos
Rechamada (RCL)	→	150 ms (pulso curto)

Quadro 3: Sinais da sinalização E&M Pulsada
Fonte: O próprio autor (2008)

Quando a sinalização E&M Pulsada for utilizada para entroncamentos digitais, as informações de sinalização são transmitidas no intervalo de tempo do canal 16. Nos juntores digitais, os pulsos são caracterizados pela presença de valor binário "1" no bit representativo do sinal "M" ou "E".

3.3.2 Sinalização E&M Contínua

No sistema de Sinalização E&M Contínua em juntores analógicos, a presença ou ausência de sinal, isto é, do potencial de terra, denota certo estado de sinalização. No caso de entroncamento digital, o potencial terra continua sendo identificado como a presença do valor "1" no bit correspondente ao sinal "M" ou "E".

Figura 12: Canais utilizados para a Sinalização R&D Digital
Fonte: Agência ENBRATEL (2003)

Enquanto a Sinalização E&M Pulsada utiliza pulsos, a Sinalização E&M Contínua se caracteriza pela presença ou não de terra, referida a um potencial de -48 V em meio analógico; e no meio digital se caracteriza com a utilização do bit "b" do canal 16.

No quadro 4, pode-se observar que a linha tem dois estados possíveis em cada direção, ou seja, um total de quatro estados de sinalização.

Sinal	Sentido do Sinal	Sinalização E+M Contínua	
		Fio M	Fio E
Ocupação	→	Presente	Ausente
Atendimento	←	Presente	Presente
Desligar para trás	←	Presente	Ausente
Desligar para frente	→	Ausente	Presente
Confirmação de desconec.	←	Ausente	Ausente
Desconexão forçada	←	Presente	Ausente
Bloqueio	←	Ausente	Presente
Tarifação	←	Presente	Ausente durante 150 ms

Quadro 4: Sinalização E&M Contínua

Fonte: O próprio autor (2008)

3.3.3 Sinalização R2 Digital

A sinalização R2 digital utiliza, dentro do canal 16, dois canais de sinalização para frente e dois canais de sinalização para trás. Estes canais são utilizados na troca de informações entre juntores, que utilizam enlaces PCM.

A figura 17 apresenta os canais e o sentido da Sinalização de Linha R2 Digital.

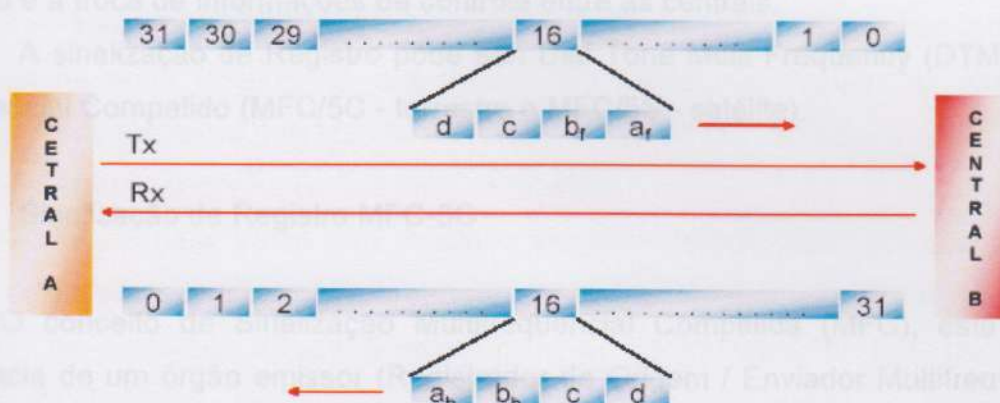


Figura 17: Canais utilizados para a Sinalização R2 Digital

Fonte: Apostila EMBRATEL (2003)

O quadro 5, ilustra os principais sinais utilizados na Sinalização de Linha R2 Digital, com suas características.

DESIGNAÇÃO DO SINAL	MENSAGEM	CODIFICAÇÃO	SENTIDO
Ocupação	SEZ	0001	→
Confirmação de Ocupação	ACK ou PTS	1101	←
Atendimento	ANS	0101	←
Desligar para frente	CLF	1001	→
Desligar para trás	CLB	1101	←
Confirmação de desconexão	RLG	1001	←

Quadro 5: Codificação Digital para Sinalização de Linha R2 Digital

Fonte: O próprio autor (2008)

3.4 SINALIZAÇÃO DE REGISTRO

A sinalização de registro é a responsável pela troca de informações entre os órgãos de controle das centrais, que trocam informações relativas a números e tipos de assinantes chamador (A) e chamado (B), assim como as condições dos assinantes, para se estabelecer uma conexão. Em resumo, pode-se dizer que a sinalização de registro é a troca de informações de controle entre as centrais.

A sinalização de Registro pode ser: Dial Tone Multi Frequency (DTMF) e Multi Frequencial Compelido (MFC/5C - terrestre e MFC/5S - satélite).

3.4.1 Sinalização de Registro MFC-5C

O conceito de Sinalização Multifrequencial Compelida (MFC), está ligada a existência de um órgão emissor (Registrador de Origem / Enviador Multifrequencial) e um órgão receptor (Registrador Destino / Receptor Multifrequencial), entre os quais ocorrem a troca de informações necessárias a orientação dos estágios comutadores.

Os registradores permanecem no circuito somente durante o estabelecimento da chamada, desconectando-se assim que forem completadas todas as fases da comutação. Esta sinalização foi desenvolvida na Europa e possui muitas variantes, sendo que no Brasil foi adotada a variante MFC/5C.

A troca de sinais MFC é do tipo compelida, ou seja, os sinais para frente e os sinais para trás são interdependentes, de forma que a duração de um sinal é determinada pela recepção de outro sinal enviado no sentido oposto, como resposta ao primeiro. Sendo assim, um sinal para frente permanecerá, teoricamente, sendo emitido indefinidamente pelo emissor, enquanto não for recebido em contrapartida um sinal para trás. Existem elementos temporizadores nos circuitos, que limitam a duração destes sinais; tais elementos só são atuados em casos especiais, ou de falha no circuito, quando o limite de tempo, padronizado, se esgotar. Nessa sinalização os sinais utilizados para troca de informação, são formados por combinações de duas freqüências, como aqueles utilizados em teclas de telefones.

As freqüências utilizadas são da faixa de voz. Os sinais para frente são formados pela combinação de 2 freqüências dentre 6, compreendidas entre 1.380 e 1.980 Hz (freqüências altas); e os sinais para trás utilizam as 6 freqüências de 540 a 1.140 Hz (freqüências baixas). A faixa de freqüências vocais, efetivamente transmitidas pelos circuitos telefônicos, estende-se de 300 a 3.400 Hz. Os extremos da faixa são um pouco mais atenuados do que o restante; por isso escolheu-se a freqüência de referência 1.260 Hz, a partir da qual são alocadas as "n" freqüências, com espaçamento de 120 Hz.

As freqüências obtidas pela soma sucessiva de 120 Hz até a freqüência 1.260 Hz, constituem as freqüências dos sinais para frente. As freqüências obtidas pela subtração sucessiva de 120 Hz até a freqüência 1.260 Hz, constituem as freqüências dos sinais para trás, conforme ilustrado na tabela 6.

Os sinais para frente são divididos em dois grupos, denominados Grupo I e Grupo II. Os sinais do Grupo I referem-se às informações numéricas e informações de controle; os sinais do Grupo II referem-se às informações do tipo de assinante chamador (A).

Sinal	Combinação	Frequência em Hz					
		Para frente	1380	1500	1620	1740	1860
		Para Trás	1140	1020	900	780	660
		Código					
		0	1	2	4	7	11
1	0+1	X	X				
2	0+2	X		X			
3	1+2		X	X			
4	0+4	X			X		
5	1+4		X		X		
6	2+4			X	X		
7	0+7	X				X	
8	1+7		X			X	
9	2+7			X		X	
10	4+7				X	X	
11	0+11	X					X
12	1+11		X				X
13	2+11			X			X
14	4+11				X		X
15	7+11					X	X

Quadro 6: Os sinais e suas combinações de frequências

Fonte: O próprio autor (2008)

Os sinais para trás são também divididos em dois grupos, denominados Grupo A e Grupo B. Os sinais do Grupo A referem-se à solicitação da central de destino à origem; os sinais do Grupo B referem-se às informações sobre condições do assinante chamado (B). Os sinais para trás, são denominados Variante 5C, que é atualmente a empregada no Brasil. A figura seguinte, apresenta o diagrama em bloco dos sinais para frente e para trás.

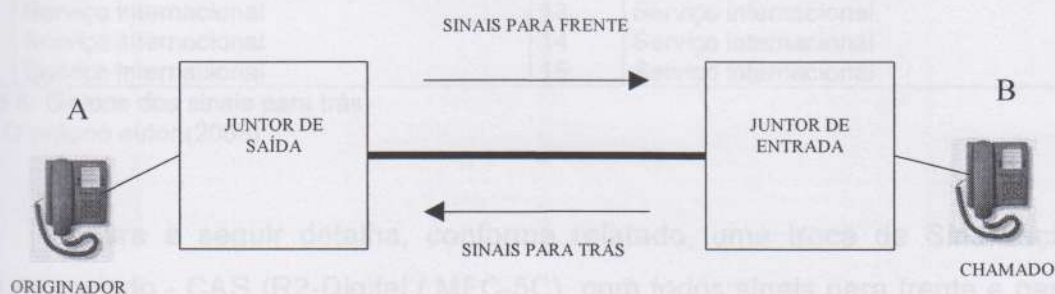


Figura 18: Componentes da Sinalização MFC

Fonte: O próprio autor (2008)

Os seguintes quadros 07 e 08 apresentam, respectivamente, os grupos com seus referidos sinais para frente e para trás, da sinalização MFC.

GRUPO I		GRUPO II	
1	Algarismo 1	1	Assinante comum
2	Algarismo 2	2	Assinante com tarifação imediata
3	Algarismo 3	3	Equipamento de manutenção
4	Algarismo 4	4	Telefone público
5	Algarismo 5	5	Operadora
6	Algarismo 6	6	Equipamento de transmissão de dados
7	Algarismo 7	7	Telefone público interurbano
8	Algarismo 8	8	Informação de chamada a cobrar
9	Algarismo 9	9	Serviço internacional
10	Algarismo 0	10	Serviço internacional
11	Acesso à posição de operadora; Inserção do semi-supressor de eco na origem	11	Chamada transferida
12	Pedido recusado; Indicação de trânsito internacional	12	Reserva
13	Acesso a equipamento de manutenção	13	Reserva
14	Inserção de supressor de eco no destino	14	Reserva
15	Fim de número	15	Reserva

Quadro 7: Grupos dos sinais para frente

Fonte: O próprio autor (2008)

GRUPO A		GRUPO B	
1	Enviar o próximo algarismo	1	Assinante livre com tarifação
2	Enviar o primeiro algarismo	2	Assinante ocupado
3	Preparar a recepção do sinal do grupo B	3	Assinante com número mudado
4	Congestionamento	4	Congestionamento
5	Enviar categoria e identidade do assinante chamador	5	Assinante livre sem tarifação
6	Reserva	6	Assinante livre com tarifação. Colocar retenção sob a chamada
7	Enviar o algarismo n-2	7	Nível vago
8	Enviar o algarismo n-3	8	Assinante com defeito
9	Enviar o algarismo n-1	9	Reserva
10	Reserva	10	Reserva
11	Enviar indicação de trânsito internacional	11	Serviço internacional
12	Serviço internacional	12	Serviço internacional
13	Serviço internacional	13	Serviço internacional
14	Serviço internacional	14	Serviço internacional
15	Serviço internacional	15	Serviço internacional

Quadro 8: Grupos dos sinais para trás

Fonte: O próprio autor (2008)

A figura a seguir detalha, conforme relatado, uma troca de Sinalização por Canal Associado - CAS (R2-Digital / MFC-5C), com todos sinais para frente e para trás, entre dois PABX de cliente, passando pela central de telefonia pública.

3.5 SINALIZAÇÃO RDSI OU ISDN

A partir da década de 70, a Rede Telefônica passa por modificações tecnológicas e conceituais profundas, visando atender, não somente o serviço de telefonia, mas um percentual cada vez maior de aplicações baseadas em tráfego de dados de computador. A Rede Telefônica passa lentamente a incorporar uma nova concepção em termos de serviços, não mais um sistema de serviço único (telefonia), mas uma rede de comunicação de dados, inteligente, de alta velocidade e desempenho, cuja característica principal passa a ser a capacidade de integração de serviços múltiplos, como: voz, dados e vídeo em tempo real. A partir da década de 80, o ITU (*International Telecommunication Union*) desenvolve um novo conceito de Rede de Telecomunicações, conhecido como ISDN (*Integrated Service Digital Network*), ou RDSI (Rede Digital de Serviços Integrados), conforme figura 20.



Figura 20: RDSI entre PABX e CPA-T
Fonte: Apostila Embratel (2003)

A característica principal deste novo conceito de rede de telecomunicações, é como diz o próprio nome, a integração de múltiplos serviços, como: voz, dados e imagem, em tempo real, além do fato de ser totalmente digital, ponta a ponta. As concretizações desta rede de telecomunicações globais, segundo a própria ITU, pressupõem uma infra-estrutura do tipo RDI (Rede Digital Integrada) e passa por um

estágio de desenvolvimento que irá fazer parte deste estudo; como a RDSI de faixa estreita, ou N-ISDN (*Narrowband ISDN*)

A RDSI de faixa estreita, é essencialmente baseada na comutação de "n" canais de voz digitais básicos de 64 kbit/s; em que "n" varia desde 2 até um máximo de 30 canais de usuário. Além dos canais de usuário, o acesso N-ISDN implica na associação ao usuário de um canal de sinalização, canal D, que pode ser de 16 kbit/s ou 64 kbit/s. Desta forma, a RDSI programa a sinalização através de uma infra-estrutura de canais dedicados próprios, que formam um novo plano de rede chamado plano de sinalização. O plano de sinalização, que suporta os protocolos de sinalização, é distinto do plano de rede de usuário, que, desta forma, trafega somente os dados do usuário. Esta estratégia de sinalização fora da banda do usuário, confere à RDSI tempos de estabelecimento de conexão e desconexão extremamente reduzidos. A taxa de acesso básico da RDSI é de 144 kbit/s (dois canais básicos "B", de 64 kbit/s cada, mais um canal "D" de sinalização de 16 kbit/s, formando um conjunto $2B + D = 144$ kbit/s); no acesso básico (2B+D), a configuração corresponde a um débito total de 192 kbit/s, incluindo a sincronização e o cabeçalho da trama com 48Kbits/s. Já o acesso chamado primário, possui taxa de 2,048 Mbit/s, que é constituído de 30B+D e mais o canal (0) para alinhamento de quadro e controle de alarme do PCM.

No acesso primário existem duas configurações relacionadas com as hierarquias de transmissão digital: Europa usa 2048 kbit/s (30B+D), que é o usado no Brasil. Já nos EUA, Canadá e Japão usam 1544 kbit/s (23B +D).

A RDSI evoluiu a partir das Redes Digitais Integradas (RDI), do inglês *Integrated Digital Networks*, que são redes que integram os conceitos de transmissão digital e comutação digital. A utilização da transmissão e comutação digital, permite a conectividade digital fim a fim.

A RDSI dá suporte a uma gama muito grande de serviços, incluindo serviços de voz e de dados. Estes serviços são providos em conformidade com recomendações, que especificam um conjunto limitado de interfaces e estruturas de transmissão. A RDSI possui uma arquitetura de protocolos em camadas, que é utilizada para definir o acesso à rede através de interfaces usuário-rede.

Embora o modelo OSI (*Open Systems Inteconnection*) não sirva para representar todas as funções de protocolos necessárias em uma RDSI, o ITU-T (*International Telecommunication Union – Telecommunication Standardization Sector*) desenvolveu na Recomendação I.320, um modelo de referência de protocolos para a RDSI. Neste modelo, os protocolos são empilhados em camadas pertencentes a três diferentes planos: plano de usuário, plano de controle e plano de gerenciamento. O plano de usuário é responsável por transmitir as informações de usuários transparentemente pela rede. O plano de controle é responsável pelo estabelecimento, manutenção e término de chamadas. O plano de gerenciamento é responsável pela gerência da rede.

A camada física da RDSI possui a mesma estrutura de protocolos nos planos de usuário e de controle. Portanto, é utilizada pelos usuários RDSI e pela sinalização RDSI. Esta camada é definida nas Recomendações I.430 e I.431. Acima da camada física, encontra-se a camada de enlace; a estrutura de protocolos dessa camada divide-se de acordo com os planos de usuário e de controle; no plano de controle, é utilizado somente o protocolo LAPD (*Link Access Protocol – D Channel*), que é definido na Recomendação Q.921; no plano de usuário, são utilizados os protocolos LAPB (*Link Access Protocol – B Channel*) e o protocolo definido na Recomendação I.465. O protocolo LAPD também pode ser utilizado no plano de usuário, permitindo aos usuários RDSI utilizar serviços de chaveamento de pacotes.

Acima da camada de enlace, encontra-se a camada de rede. No plano de controle é utilizado o protocolo definido na Recomendação Q.931; este protocolo é responsável pela sinalização RDSI; é utilizado para estabelecer, manter e encerrar conexões nos canais B. No plano de usuário é utilizado o protocolo X.25; o protocolo X.25 é utilizado para estabelecer circuitos virtuais através do canal D até outros usuários, e para trocar pacotes de dados entre usuários.

Acima da camada de rede, encontram-se outras camadas do modelo OSI. No plano de controle existe a possibilidade de troca de informações de sinalização fim a fim de usuários; no plano de usuário outras pilhas de protocolos de camadas altas podem ser interconectadas, possibilitando, por exemplo, o tráfego de protocolos TCP/IP (*Transport Control Protocol/Internet Protocol*) sobre a RDSI.

A estrutura de transmissão da RDSI é baseada em canais, que compartilham os recursos dos enlaces físicos da rede através da multiplexação por divisão de tempo, do inglês TDM (*Time Division Multiplexing*). Desta forma, para cada canal de uma dada interface, é alocado um *slot* de tempo, onde são alojados os *bits* do fluxo de informações que está sendo transportado.

Os canais "B" RDSI, são canais digitais de 64 kbps que podem ser utilizados para carregar dados digitais, voz digital codificada com PCM (*Pulse Code Modulation*) ou uma mistura de ambos os tráfegos (frações de 64 kbps); neste caso, todo o tráfego do canal deve ser destinado ao mesmo ponto de destino.

Os canais "D" são primeiramente utilizados para carregar informações de sinalização, associadas aos canais "B" na interface usuário-rede, portanto liberando estes canais do tráfego de sinalização.

Como vimos anteriormente, os canais "B" carregam tráfego de usuários, incluindo dados, voz e uma mistura de ambos, a uma taxa de 64 kbps. Os canais "B" são disponibilizados nas interfaces ITP (Interface de Taxa Primária - 30B+D) e ITB (Interface de Taxa Básica - 2B+D) da RDSI e suportam conexões de chaveamento de pacotes, chaveamento de circuitos e semi-permanentes.

Os canais "D" carregam tráfego de sinalização entre os usuários e a rede; também podem ser usados para carregar pacotes de dados de usuários a baixas taxas. Na interface ITP operam a 64 kbps, enquanto na interface ITB operam a 16 kbps; suportam apenas conexões de chaveamento de pacotes.

Na Europa, a ITP (Sistema usado também no Brasil) segue o padrão da CEPT (*Conférence Européenne des Postes et Télécommunications*) para o nível 1 da hierarquia de transmissão digital, ou seja, o E1. O ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*) definiu um sistema com 32 *slots* de tempo; o primeiro deles é utilizado para sincronização e marcação de *frames*; o décimo sexto *slot* de tempo é utilizado para sinalização; os outros 30 *slots* de tempo restantes são usados para acomodar vários tipos de canais sobre demanda.

A interface de taxa primária (ITP) é voltada para o atendimento de assinantes, que necessitem de uma largura de faixa superior a 128 kbps. Dentro deste contexto, a ITP pode ser utilizada em:

- Provedores de serviços Internet (ISP – *Internet Service Provider*) – Talvez a principal aplicação da ITP, uma vez que ela prover acesso digital, sinalização orientada por pacotes e terminação de requisições de chamadas digitais e analógicas.
- Centrais telefônicas digitais – A ITP permite a identificação flexível de grupos de chamadas e de linhas, bem como o estabelecimento rápido de chamadas. A implementação destas centrais pode ser feita através de equipamentos PBX. (*Private Branch Exchange*), posicionados como dispositivos NT2.
- Provedores de serviços de videoconferência – A ITP oferece conexões discadas a faixa larga para o atendimento de serviços de videoconferência e de vídeo remoto. A implementação destes provedores pode ser feita através de multiplexadores invertidos, também posicionados como dispositivos NT2.
- Acesso à redes locais e servidores remotos – A ITP oferece acesso digital, validação de chamadas e alocação de largura de faixa sobre demanda. Neste caso, as aplicações são suportadas em roteadores (NT2) ou em servidores de acesso remoto (NT2).
- Acesso a *mainframes* – O acesso a *mainframes* pode ser implementado através de processadores *front-end* (NT2), que fornecem largura de faixa sobre demanda a um custo baixo.
- Serviços no Modo de Circuitos – Tipicamente, os serviços de portadora no modo de circuitos são caracterizados por transmitirem as informações de usuários em canais “B” ou “H” e as informações de sinalização em canais “D”. Estes serviços são tradicionalmente oferecidos por redes telefônicas públicas. Os atributos *default* dos serviços de portadora no modo de circuitos são: *full-duplex* sobre demanda e ponto a ponto.

A figura 21 apresenta a troca de pacotes de sinalização estilizada, entre um usuário e uma rede RDSI, para estabelecer uma chamada de voz via uma interface de taxa primária (ITP). Todos os pacotes de sinalização são carregados no canal “D”.

PCM (Pulse Code Modulation).

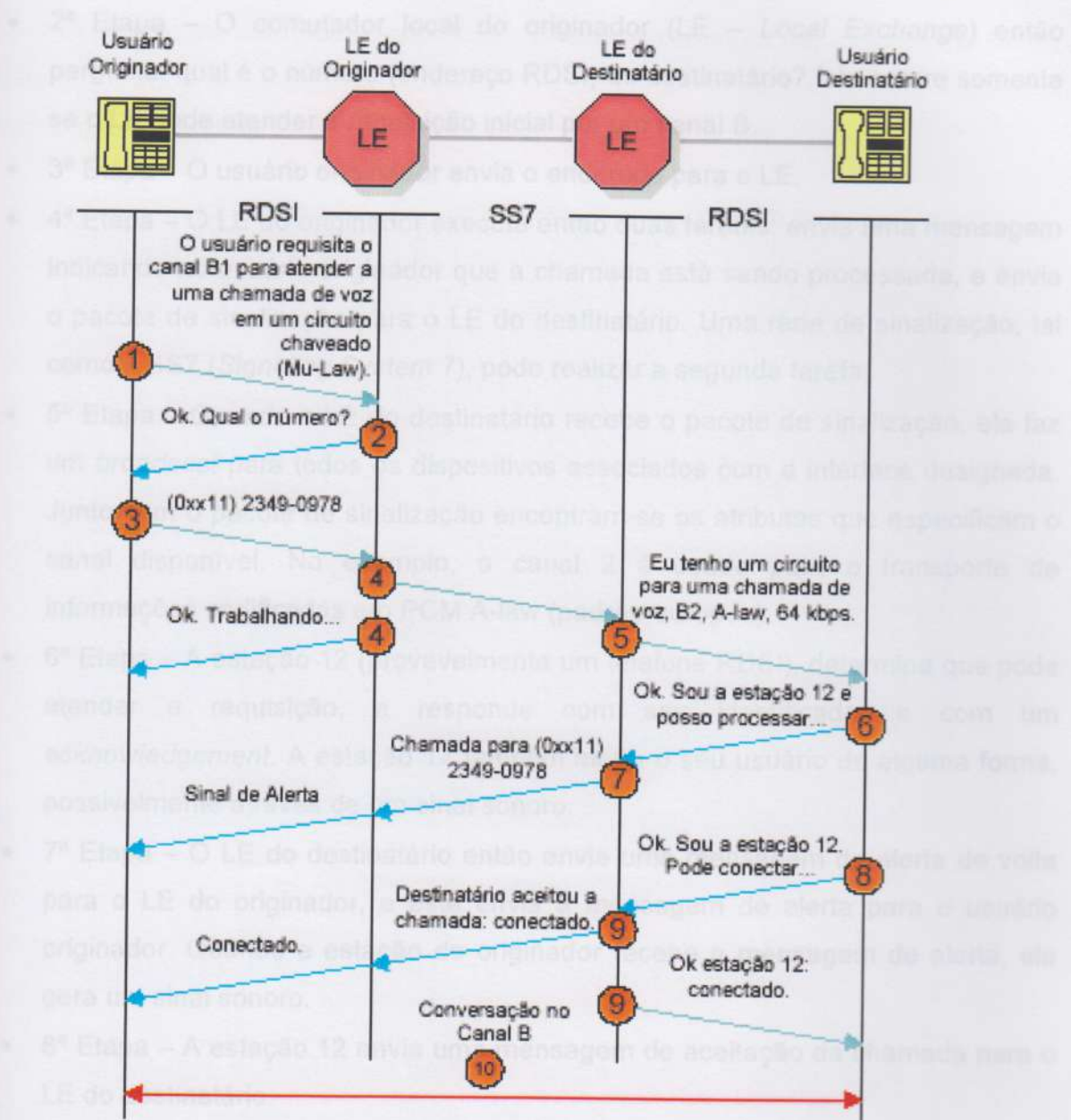


Figura 21: Exemplo de chamada RDSI
Fonte: Internet (2008)

O estabelecimento da chamada de voz se dá em 10 etapas:

- 1ª Etapa – O usuário originador inicia a chamada enviando um pacote de estabelecimento (*setup*), que contém atributos especificando um canal B1 para uma chamada de voz em um circuito chaveado utilizando a codificação m-255 PCM (*Pulse Code Modulation*).

- 2ª Etapa – O comutador local do originador (LE – *Local Exchange*) então pergunta: qual é o número (endereço RDSI) do destinatário? Isto ocorre somente se o LE pode atender a requisição inicial por um canal B.
- 3ª Etapa – O usuário originador envia o endereço para o LE.
- 4ª Etapa – O LE do originador executa então duas tarefas: envia uma mensagem indicando ao usuário originador que a chamada está sendo processada, e envia o pacote de sinalização para o LE do destinatário. Uma rede de sinalização, tal como a SS7 (*Signaling System 7*), pode realizar a segunda tarefa.
- 5ª Etapa – Quando o LE do destinatário recebe o pacote de sinalização, ele faz um *broadcast* para todos os dispositivos associados com a interface designada. Junto com o pacote de sinalização encontram-se os atributos que especificam o canal disponível. No exemplo, o canal 2 é usado para o transporte de informações codificadas em PCM A-law (padrão europeu).
- 6ª Etapa – A estação 12 (provavelmente um telefone RDSI), determina que pode atender a requisição, e responde com seu identificador e com um *acknowledgement*. A estação 12 também alerta o seu usuário de alguma forma, possivelmente através de um sinal sonoro.
- 7ª Etapa – O LE do destinatário então envia uma mensagem de alerta de volta para o LE do originador, e este envia a mensagem de alerta para o usuário originador. Quando a estação do originador recebe a mensagem de alerta, ela gera um sinal sonoro.
- 8ª Etapa – A estação 12 envia uma mensagem de aceitação da chamada para o LE do destinatário.
- 9ª Etapa – O LE do destinatário confirma tanto para a estação 12 quanto para o LE do originador, que a chamada foi aceita. O LE do originador repassa a mensagem de aceitação para o usuário originador.
- 10ª Etapa – Os dois usuários, nos caso telefones RDSI, iniciam a conversão através de um canal "B".

A figura 22 apresenta em bloco, o estabelecimento de chamadas ISDN, mostrando a troca de sinalização no canal "D", com suas mensagens, até completar a conversação pelo canal "B".



Figura 22: Chamada ISDN em bloco
Fonte: Internet - Apostila UFC/IEL/INATEL (2008)

3.6 SINALIZAÇÃO ENTRE TERMINAL TELEFÔNICO E CENTRAL

A sinalização dos terminais telefônico com a central, é composta por dois tipos, conforme descrito a seguir:

3.6.1 Sinalização Decádica

Esta foi a sinalização utilizada nos telefones analógicos a disco. Na sinalização decádica, os dígitos são enviados pelos terminais telefônicos para a central na forma de pulsos, através da abertura e fechamento do circuito. Assim, quando o usuário, por exemplo, disca o dígito 4, o telefone abre e fecha o circuito 4 vezes consecutivas.

3.6.2 Sinalização DTMF

É a sinalização utilizada atualmente nos aparelhos telefônicos, para troca de informações entre o aparelho telefônico e a central telefônica; podendo também ser usada para troca de informações entre centrais. A desvantagem desta sinalização, é a não existência de sinais para trás controlando sobre se o que foi enviado foi recebido. Nesta troca de sinalização, cada dígito é convertido em um par de frequência na faixa de áudio, e enviado no próprio circuito estabelecido entre o terminal telefônico e a central. A tabela seguinte mostra os pares de frequência, em Hz, utilizados na discagem multifrequencial.

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

Quadro 09 – Frequências enviadas pelo aparelho telefônico

Fonte: O próprio autor (2008)

3.7 SINALIZAÇÃO POR CANAL COMUM N.7

Quando duas centrais de comutação telefônica digital pública, estiverem interligadas, a sinalização utilizada entre elas poderá ser a Sinalização por Canal Comum N.7; que é a sinalização que estar sendo usada atualmente em todas as centrais da rede pública.

O sistema de Sinalização por Canal Comum, utiliza um canal separado e independente dos canais de voz, sendo esse canal denominado de Canal de Sinalização. A utilização do canal de sinalização, permite que sejam enviados todos os sinais necessários para realização de uma conexão, além de outros sinais utilizados para os diversos serviços de comunicação, tais como sinais de controle e gerência de rede de comunicação e informações de tarifação. Outra grande vantagem da rede de sinalização por canal comum N.7, é a transferência de dados de sinalização de maneira rápida e com alta confiabilidade.

3.7.1 Rede de Sinalização N.7

A Sinalização por Canal Comum se baseia na troca de mensagens entre dois pontos. Estas mensagens, contêm as informações necessárias ao estabelecimento da comunicação ou interação gerencial associada, e são transmitidas sobre enlaces dedicados que unem os centros dotados de recursos para processar a informação recebida. O conjunto das trajetórias possíveis entre todos esses centros, constitui uma rede de sinalização, que é independente da rede de conversação. A rede de sinalização N.7 é formada por "NÓS" que são denominados Pontos de Sinalização (PS).

Dependendo da posição de um determinado Ponto de Sinalização em relação a comunicação a ser estabelecida, ele poderá se constituir num Ponto de Origem ou Ponto de Destino da sinalização. Um Ponto de Sinalização que, ao receber uma mensagem, a transfere para outro enlace, sem processamento da informação do usuário, constitui-se num Ponto de Transferência de Sinalização (PTS).

Existem ainda aqueles pontos de sinalização com a função mista (PS+PTS), que para determinadas mensagens existe o processamento da informação do usuário, enquanto para outras mensagens existe apenas a transferência.

A interligação dos pontos de sinalização é feita através de enlaces de sinalização; ou seja, Enlace de Sinalização é a ligação física entre um PS-PTS ou PS-PS, com velocidade de transmissão de 64 kbits/s, geralmente utilizando o canal 16 de um E1, para troca de informações de sinalização. Pode-se também utilizar qualquer outro canal entre 1 e 31.

Sempre que há possibilidade de comunicação entre duas centrais telefônicas, existe uma relação de sinalização entre elas.

Dois pontos de sinalização são adjacentes, quando os mesmo estão diretamente interligados por um enlace de sinalização; quando não há esta interligação eles são não-adjacentes.

Conforme a explicação, a figura 23 mostra um exemplo de uma Rede de Sinalização por Canal Comum N.7.

Figura 23: Rede de sinalização
Fonte: O próprio autor (2008)

3.7.2 Modos de Sinalização

Os modos de sinalização são definidos a seguir levando-se em consideração o caminho seguido por cada mensagem de sinalização e o caminho seguido pelas mensagens de sinalização de referência.

3.7.2.1 Modo Associado

No Modo de Sinalização Associado, as mensagens de sinalização de referência são encaminhadas diretamente entre dois pontos de sinalização adjacentes e as mensagens de sinalização de referência são encaminhadas diretamente entre dois pontos de sinalização adjacentes.

PS

3.7.2.2 Modo Não Associado

No Modo de Sinalização Não Associado, as mensagens de sinalização de referência são encaminhadas diretamente entre dois pontos de sinalização adjacentes e as mensagens de sinalização de referência são encaminhadas diretamente entre dois pontos de sinalização adjacentes.

Relação de Sinalização
Enlace de Sinalização



Ponto de Sinalização



Ponto de Transferência e Sinalização

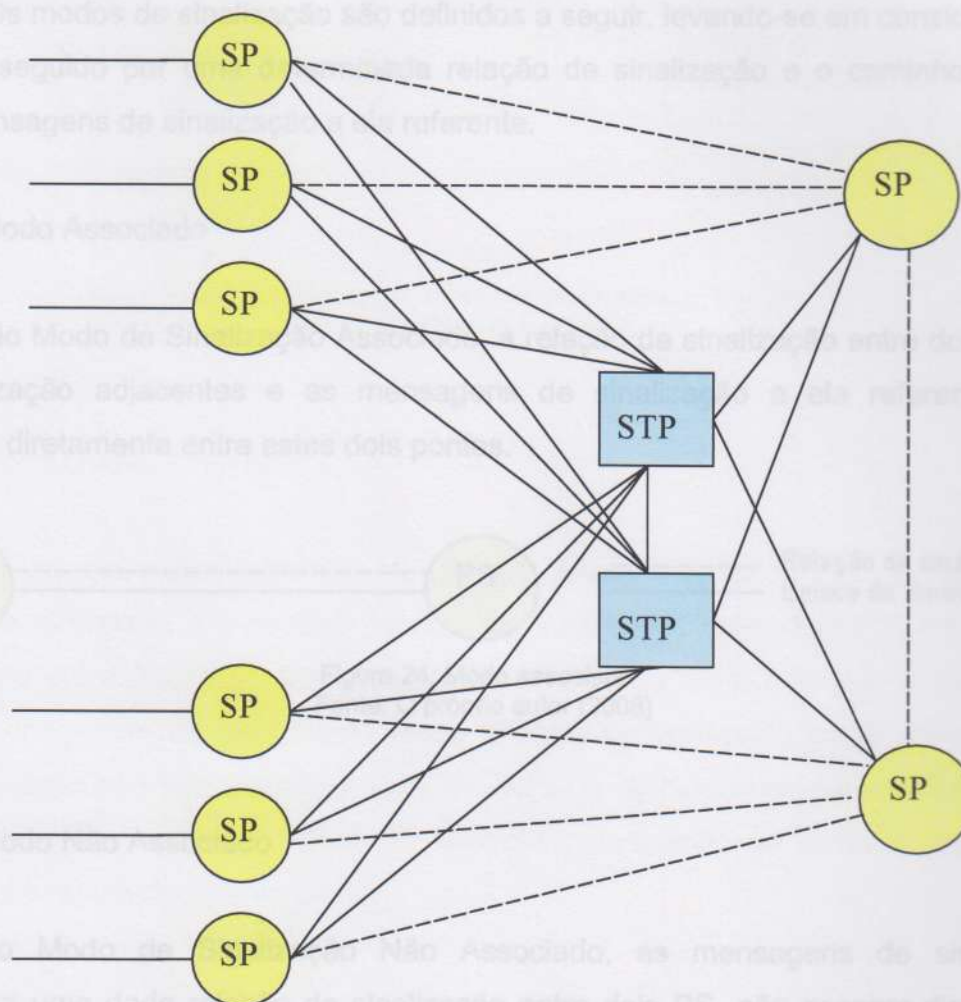


Figura 23: Rede de sinalização
Fonte: O próprio autor (2008)

3.7.2 Modos de Sinalização

Os modos de sinalização são definidos a seguir, levando-se em consideração o caminho seguido por uma determinada relação de sinalização e o caminho seguido pelas mensagens de sinalização a ela referente.

3.7.2.1 Modo Associado

No Modo de Sinalização Associado, a relação de sinalização entre dois pontos de sinalização adjacentes e as mensagens de sinalização a ela referentes, são passadas diretamente entre estes dois pontos.

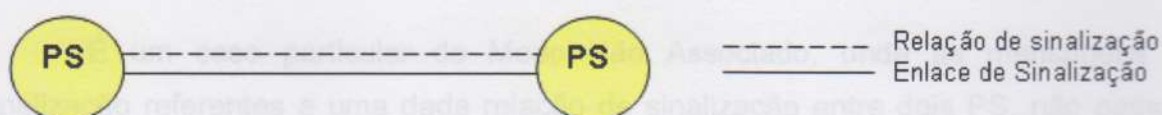


Figura 24: Modo associado
Fonte: O próprio autor (2008)

3.7.2.2 Modo Não Associado

No Modo de Sinalização Não Associado, as mensagens de sinalização referente a uma dada relação de sinalização entre dois PS, não passam diretamente entre esses pontos, passando por dois ou mais enlaces de sinalização antes de chegar ao destino; Ou seja, caminho percorrido pela mensagem não é único; e sim será um caminho com várias alternativas para a sinalização (caminho não fixo).

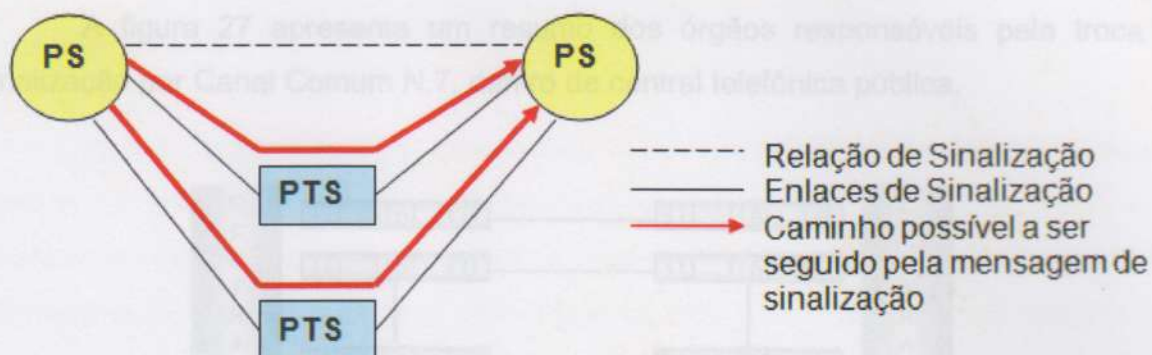


Figura 25: Modo não associado
Fonte: O próprio autor (2008)

3.7.2.3 Modo Quase Associado

É um caso particular do Modo Não Associado, onde as mensagens de sinalização referentes a uma dada relação de sinalização entre dois PS, não passam diretamente entre esses pontos, passando por dois ou mais enlaces de sinalização antes de chegar ao destino. Neste modo o caminho percorrido pelas mensagens é único em caso normais (caminho fixo); ou seja, o outro enlace de sinalização será ocupado quando o enlace principal for obstruído, retomando ao caminho principal no momento do restabelecimento deste.

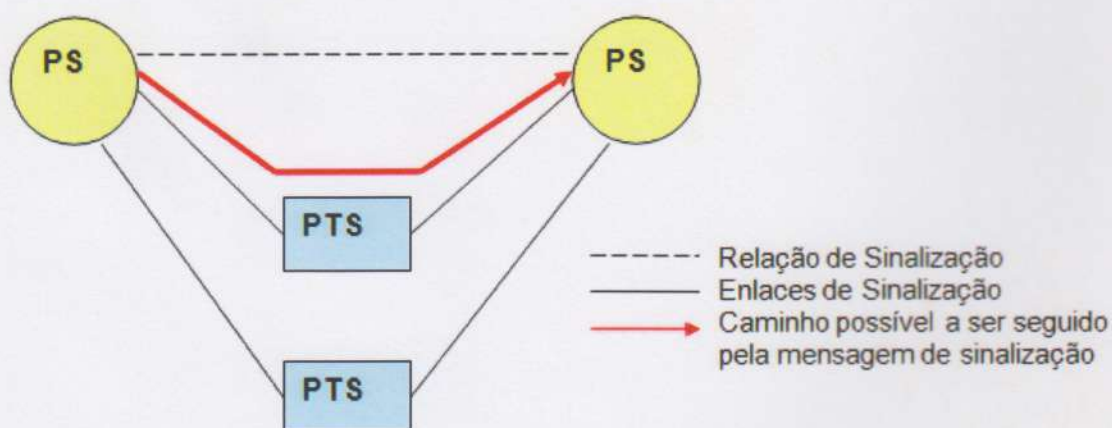


Figura 26: Modo quase associado
Fonte: O próprio autor (2008)

A figura 27 apresenta um resumo dos órgãos responsáveis pela troca de Sinalização por Canal Comum N.7, dentro da central telefônica pública.

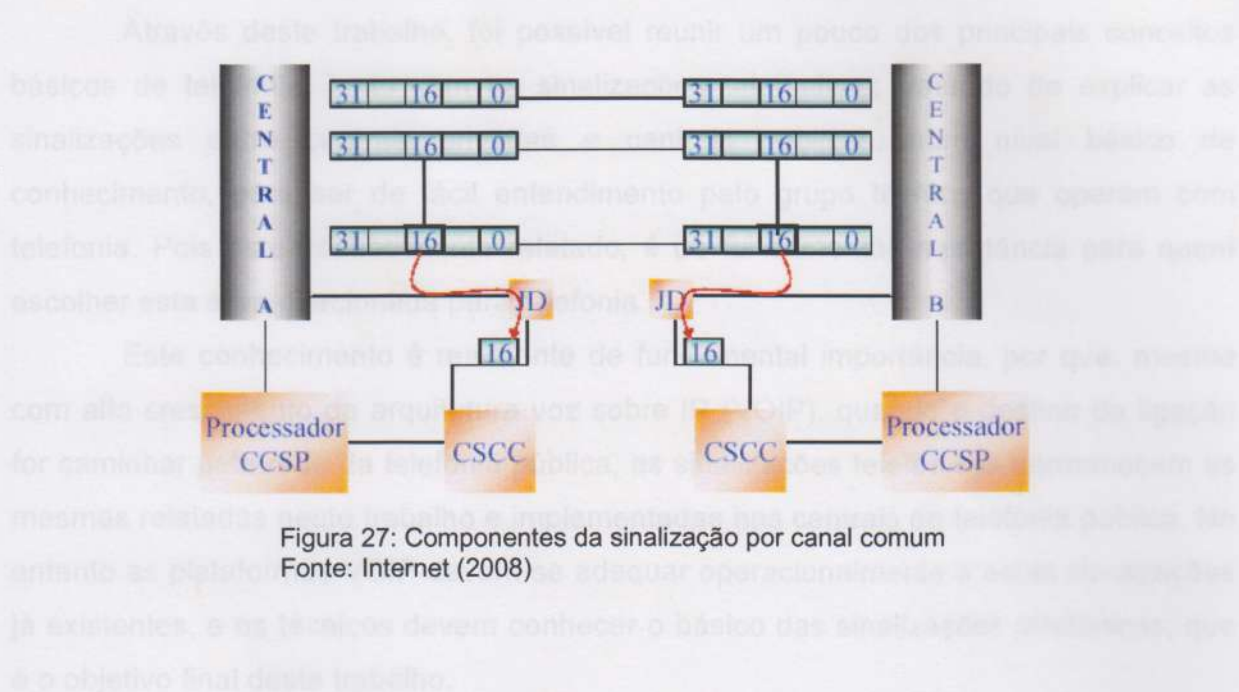


Figura 27: Componentes da sinalização por canal comum
Fonte: Internet (2008)

4 CONCLUSÃO

Através deste trabalho, foi possível reunir um pouco dos principais conceitos básicos de telefonia, junto com as sinalizações telefônicas; tratando de explicar as sinalizações entre centrais privadas e centrais públicas, num nível básico de conhecimento, para ser de fácil entendimento pelo grupo técnico que operam com telefonia. Pois este conhecimento relatado, é de fundamental importância para quem escolher esta área direcionada para telefonia.

Este conhecimento é realmente de fundamental importância, por que, mesmo com alto crescimento da arquitetura voz sobre IP (VOIP), quando o destino da ligação for caminhar pela rede da telefonia pública, as sinalizações telefônicas permanecem as mesmas relatadas neste trabalho e implementadas nas centrais de telefonia pública. No entanto as plataformas VOIP devem-se adequar operacionalmente a estas sinalizações já existentes, e os técnicos devem conhecer o básico das sinalizações telefônicas, que é o objetivo final deste trabalho.

- EMPRESA BRASILEIRA DE TELECOMUNICAÇÕES. Curso Básico de Telefonia. Rio de Janeiro: EMBRATEL, 2003.
- NOKIA SIEMENS NETWORKS. HIG1500-OSM Especial. Curitiba: SIEMENS, 2007.
- MOTOYAMA. Sinalização Telefônica, 2004. Disponível em: <http://www.dl.fee.unicamp.br/~motoyama/ce081/eposallas/Capa%203.pdf>. Acesso em 20 de maio de 2008.
- RODRIGUES, Alexandre A., Barcellos, et al. Apostila de Telefonia. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia e Comunicação, 2004. 313p. Disponível em: http://www.dci.UFRJ.br/~nrcd/aulas/da_telefonia.html. Acesso em 20 de maio de 2008.
- SALES, Prof. Fraldo Barreto, Sistemas Telefônicos. Disponível em: <http://www.fraldoeng.br>. Acesso em 20 de maio 2008.

REFERÊNCIAS

- EMPRESA BRASILEIRA DE TELECOMUNICAÇÕES. **Curso Básico de Telefonia**, Rio de Janeiro: EMBRATEL, 1999
- SOUZA, Miguel Raimundo A. da Silva. **Básico de Telefonia**, Salvador: EMBRATEL, 2004.
- FLORES, Milton M. **Telefonia Básica**, Rio de Janeiro: EMBRATEL, 2003
- NEC DO BRASIL S/A. **Rede Digital de Serviços Integrados (RDSI)**, São Paulo: NEC, 1998
- NEC DO BRASIL S/A. **Sinalização por Canal Comum N.7 ISUP**, São Paulo: NEC, 1998
- NOKIA SIEMENS NETWORKS. **HIG1600-O&M Especial**, Curitiba: SIEMENS, 2007
- MOTOYAMA. **Sinalização Telefônica**, 2004. Disponível em: <http://www.dt.fee.unicamp.br/~motoyama/ee981/apostilas/Capitulo7.pdf>. Acesso em 20 de maio de 2008.
- RODRIGUES, Alexandre A. Barcellos. et al. **Apostila de Telefonia**. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia e Computação. 2003, 313p. Disponível em: http://www.del.UFRJ.br/~ricardo/apostilas_de_telefonia.html Acesso em 20 de maio de 2008.
- SALES, Prof. Fraide Barreto, **Sistemas Telefônicos**. Disponível em: <http://www.fraide.eng.br>. Acesso em 20 de maio 2008.