

---

# REDES DE TELECOMUNICAÇÕES

## *Sinalização*

*Eng<sup>a</sup> de Sistemas e Informática*

UALG/FCT/ADEEC 2003/2004

---

*Redes de Telecomunicações*

**1**

*Sinalização*

*Sumário*

---

### *Sumário*

- Princípios gerais
- Sinalização de assinante analógico
- Sistema de sinalização n<sup>o</sup>7

---

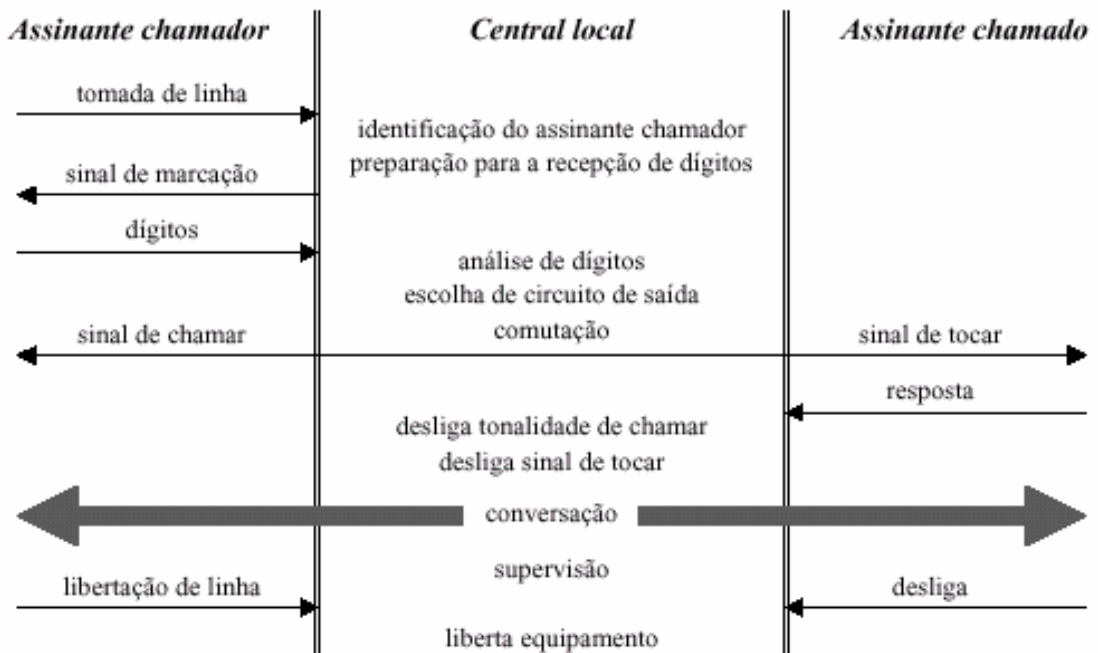
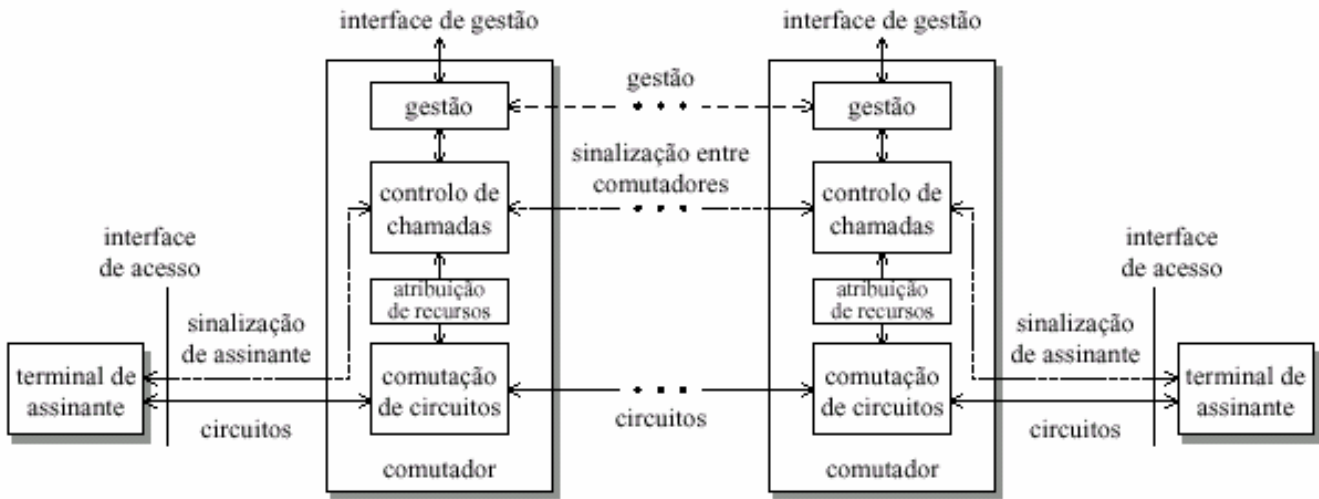
*Redes de Telecomunicações*

**2**

Áreas de sinalização

Sinalização numa rede de telecomunicações é responsável pela transferência de informação de controlo entre os utilizadores e a rede (sinalização de acesso) e entre as centrais da rede (sinalização de troncas)

- sinalização de acesso
- sinalização entre comutadores



Fases de sinalização numa chamada (atravessa uma única central)

<p>Tipo de canal de sinalização</p> <p>Áreas de sinalização</p>	<p>Sinalização de canal associado CAS - <i>Channel Associated Signalling</i></p> <p><i>um canal de sinalização por cada canal de comunicação</i></p>	<p>Sinalização de canal comum CCS - <i>Common Channel Signalling</i></p> <p><i>um canal de sinalização para múltiplos canais de comunicação</i></p>
<p>Sinalização de assinante</p> <p><i>entre o assinante e a central local a que está ligado</i></p>	<p>Sinalização de assinante analógico (acesso POTs)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• lacete a dois fios</li> <li>• lacete sobre transmissão digital</li> </ul>	<p>Sinalização de assinante digital (acesso RDIS)</p> <p><i>DSS1 - Digital Subscriber Signalling System number 1</i></p>
<p>Sinalização entre comutadores</p> <p><i>entre as centrais de comutação dos vários níveis</i></p>	<p>Sinalização DC</p> <p>Sinalização AC</p> <p>✗ sistemas obsoletos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• frequências fora da faixa</li> <li>• frequências dentro da faixa</li> </ul>	<p>Sistema de sinalização de canal comum nº7</p> <p><i>SS7 - Signalling System number 7</i></p>

*Sinalização de lacete a dois fios*

*assinante levanta o telefone*

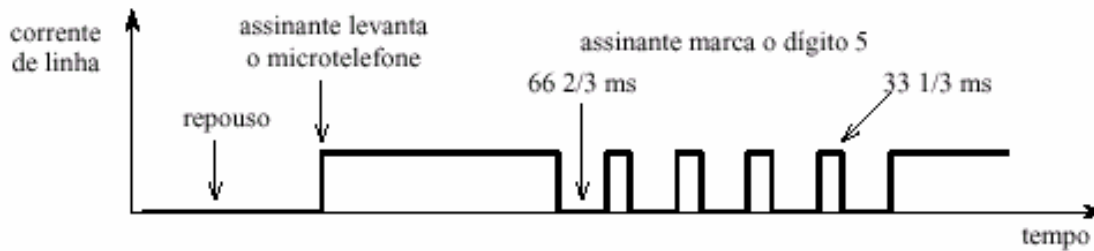
- impedância de entrada do telefone passa de dezenas MΩ para 200 a 200 Ω
- linha de assinante é percorrida por uma corrente continua obtida a partir da bateria central de -48 V (corrente mínima no lacete 6 a 25 mA)

*a central detecta a corrente de linha e sinaliza assinante*

- tonalidade de marcação -> 400 Hz contínuo

*assinante efectua marcação*

- marcação dedadica (interrupções de lacete por dígitos)
- marcação multifrequência (um par de frequências audio por dígito)



**Marcação decádica: corrente no lacete entre o assinante e a central local**

grupo de frequências baixas		$F_1$	$F_2$	$F_3$	$F_4$	grupo de frequências altas	
$f_1 = 697$ Hz	$f_1$	1	2	3	A	$F_1 = 1\ 209$ Hz	A B C D - funções adicionais raramente disponíveis
$f_2 = 770$ Hz	$f_2$	4	5	6	B	$F_2 = 1\ 336$ Hz	
$f_3 = 852$ Hz	$f_3$	1	1	1	C	$F_3 = 1\ 477$ Hz	
$f_4 = 941$ Hz	$f_4$	*	0	#	D	$F_4 = 1\ 633$ Hz	

**Marcação multifrequência: matriz de correspondência entre dígitos e pares de frequência**

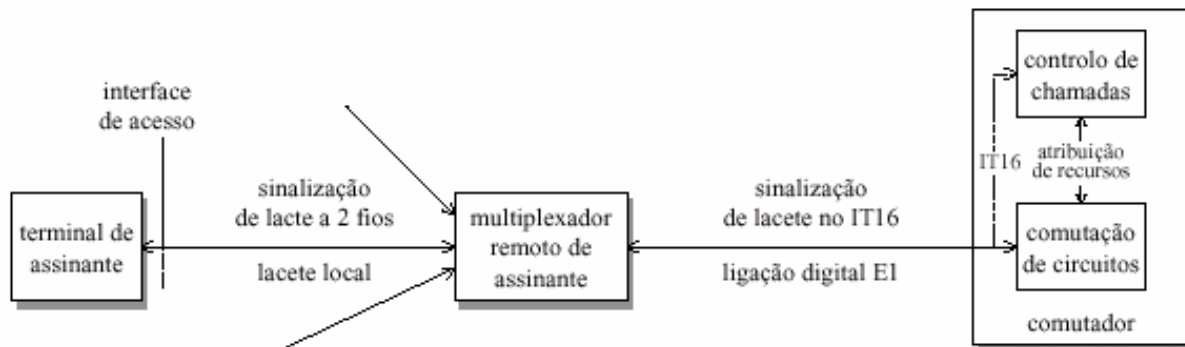
### Condições de sinalização

- central informa assinante chamador do estado da linha do assinante chamado
  - tonalidade de chamar 400 Hz 1 s On 5 s Off
  - tonalidade de ocupado 400 Hz 0,5 s On 0,5 s Off
  - tonalidade de inacessível 400 Hz 0,2 s On 0,2 s Off
- central de destino informa o assinante chamado que há uma chamada de entrada
  - sinal de chamar com 75 V rms, frequência 25 Hz
- assinante chamado levanta o seu microfone
  - cessa a sinalização
  - inicia-se a contagem de tempo para taxação
  - central envia impulsos de taxação de 12 kHz, com a duração de 180 - 250 ms (caso o chamador disponha de fiscalizador de chamadas)

## Sinalização de lacete sobre transmissão digital

### Características do sistema

- utilizado entre multiplexadores remotos de assinante e centrais digitais
- suportado em ligações E1
  - cada canal dispõe de 4 bits no IT16, por cada multitrama (período de 2ms)
  - são utilizados apenas 1 ou 2 bits em cada sentido (bit *a* ou bits *a* e *b*)

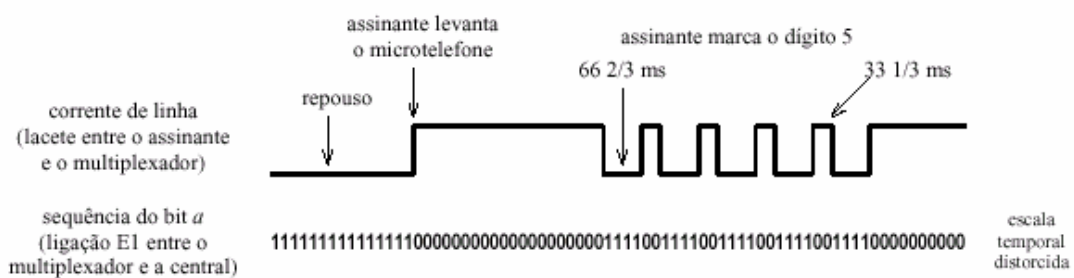


Aplicação da sinalização de lacete sobre transmissão digital

## Sinalização de lacete sobre transmissão digital

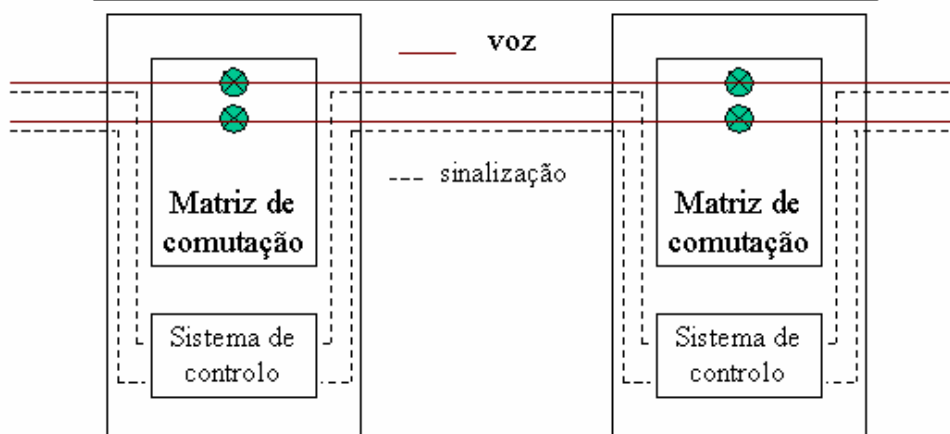
### Condições de sinalização

- sistema elementar baseado num único bit
  - sentido assinante → central: estado do bit *a* sinaliza a corrente de lacete
  - sentido central → assinante: estado do bit *a* sinaliza o sinal de tocar
- marcação pode ser decádica ou por multifrequência no canal de voz



Sistema elementar de sinalização suportado num único bit (início de uma chamada; sentido assinante chamador → central)

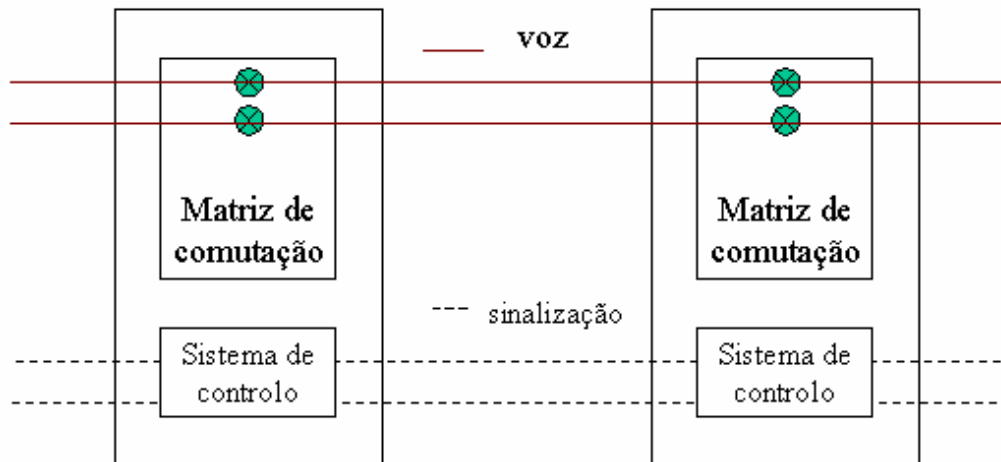
**Sinalização de canal associado**  
**CAS (Channel associated signalling)**



Os caminhos físicos de sinalização e de informação (voz) são os mesmos.



**Sinalização em canal comum**  
**CCS (Common channel signalling)**

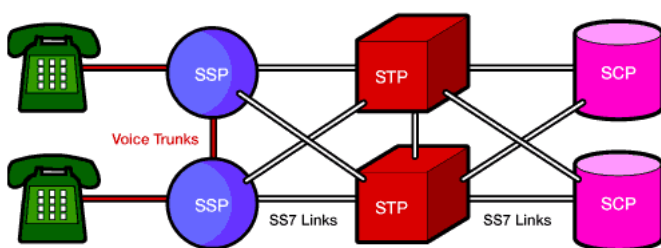


**Vantagens da sinalização em canal comum**

- maior rapidez de estabelecimento de chamadas;
- maior eficiência de utilização dos circuitos de voz;
- suporte de serviços de redes inteligentes (transmissão de dados);
- melhor controlo sobre o uso abuso da rede.

**Principais características**

- O sistema de sinalização em canal comum, desenvolvido pelo antigo CCITT (actual ITU-T) é chamado “CCITT Common Channel Signalling System Number 7” vulgarmente conhecido por SS7 (é o sistema de sinalização adoptado pela PT Comunicações, com algumas alterações específicas, para a sua rede)
- O SS7 foi projectado usando conceitos de comutação de pacotes e estruturado em diferentes níveis conforme o modelo OSI (“Open Systems Interconnection”), para ser usado em ligações nacionais e internacionais.
- A rede do SS7 pode ser vista como uma rede de comutação de pacotes, que é usada para transmitir mensagens de sinalização entre os processadores das várias centrais de comutação.
- Foi especificado de modo a poder ser utilizado em várias aplicações, nomeadamente em redes telefónicas em RDIS, em redes de comutação de dados, em redes móveis, em operações de gestão e manutenção ou em interacção com bases de dados

**Sinalização****Elementos funcionais**

Ponto de Sinalização ou SP (“Signalling Point”) – Nó terminal da rede onde os pacotes são criados ou recebidos.

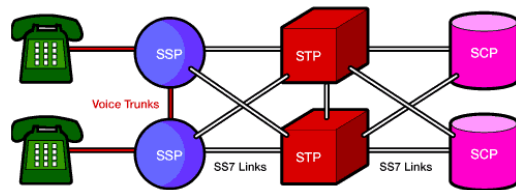
Ponto de Transferência de Sinalização ou STP (“Signalling Transfer Point”) – São comutadores de pacotes responsáveis pelo encaminhamento das mensagens de sinalização entre os vários SPs

Via de Sinalização ou SL (“Signalling Link”) – São ligações de dados capazes de suportar um débito binário de 64 kbit/s, podendo contudo operar sobre canais analógicos com velocidades mais baixas

Cada ponto de sinalização (PS) é identificado por um endereço único, o *point code*.

Cada PS tem a capacidade de ler o endereço de uma mensagem e determinar se a mensagem é para este nó. Cada ponto de sinalização utiliza uma tabela de routing para identificar o caminho apropriado para cada mensagem.

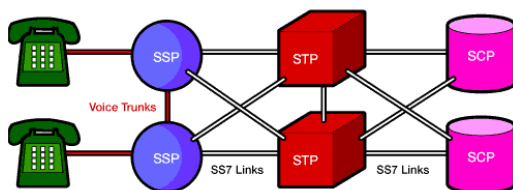




*Podem-se distinguir três tipos de SP:*

**Ponto de comutação, ou SP (“Switching Point”)** – é constituído pelo hardware e software, adicionado às centrais de comutação, responsáveis pela conversão do formato das mensagens de sinalização originadas na rede telefónica (ex.: sinal de chamar, sinal de impedido, ...) para o formato do SS7.

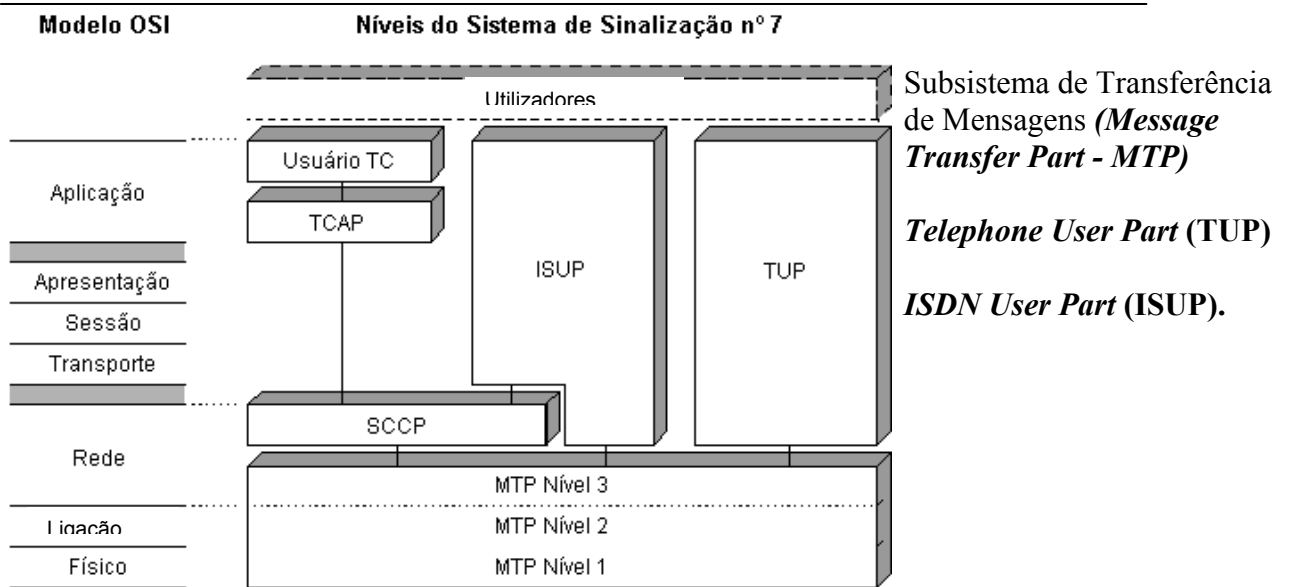
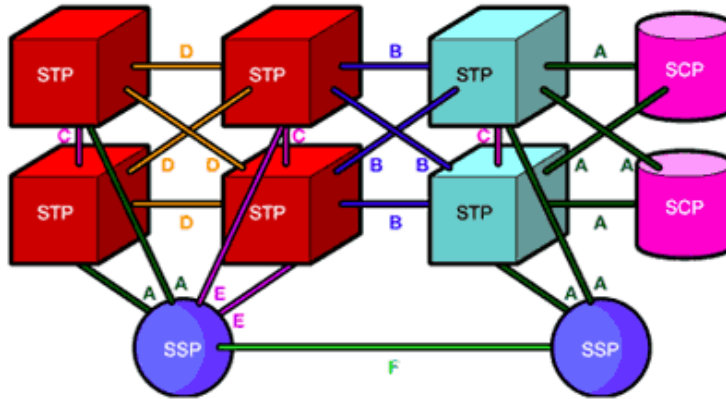
**Ponto de comutação de serviços, ou SSP (“Service Switching Point”)** – são centrais de comutação capazes de reconhecer chamadas que requerem tratamento especial (acesso a base de dados) antes de serem completadas (ex.: números verdes, números azuis, números de emergência, reencaminhamentos, ...). As centrais de comutação que possuem unicamente a funcionalidade garantida pelos SPs, necessitam de recorrer a centrais SSP para acederem a bases de dados. O SCP envia a resposta ao SSP que originou a chamada, essa resposta contém os números de comutação associados com o número pedido. Pode ser utilizado um número alternativo, se o dado estiver ocupado ou não responder durante um certo tempo.



**Ponto de controlo de serviços, ou SCP (“Service Control Point”)** – consiste num processador centralizado que controla a execução dos serviços mais complexos da rede através do acesso a bases de dados que suportam esses serviços.

**STP - Signalling Transfer Point** : ponto de sinalização com função de transferência, isto é, capaz de ser "intermediário" (nem a origem nem o destino final da mensagem), podendo receber uma mensagem vinda de outro PS e passá-la adiante. Pode actuar como uma firewall.

Dado que os SCPs e STPs são elementos críticos, fisicamente estão colocados aos pares em sítios físicos separados de modo a assegurar o serviço em caso de uma avaria isolada. Os links entre pontos de sinalização também existem aos pares. O tráfego é partilhado pelos links.



Para suportar outras aplicações na rede, foram criados: o **Signaling Connection Control Part (SCCP)**, que complementa os serviços do MTP para torná-lo funcionalmente equivalente ao nível de rede do modelo OSI, e o **Transaction Capabilities Application Part (TCAP)**, que fornece um conjunto de protocolos e funções usados por aplicações distribuídas na rede para que essas possam comunicar.

***O Subsistema de Transferência de Mensagens (MTP)***

O Subsistema de Transferência de Mensagens (*Message Transfer Part - MTP*) é o protocolo de transporte usado pelos outros protocolos de nível superior no SS7. O MTP fornece às demais camadas do SS7 os seguintes serviços:

- transmissão de dados nó a nó;
- esquema detecção e correção de erros básicos;
- sequenciamento de mensagens;
- encaminhamento de mensagens;
- discriminação de mensagens;
- funções de distribuição de mensagens.

***Nível 1 do MTP***

É equivalente ao nível 1 do modelo OSI. Define o nível as características físicas, eléctricas e funcionais do link digital de sinalização. As interfaces físicas incluem E-1 (2048 kbit/s) DS-1 (1544 kbit/s) V.35 (64 Kbit/s) DS-0 (64 Kb/s) e DS-OA (56 kbit/s)

***Nível 2 do MTP***

É equivalente ao nível 2 do modelo OSI (camada de ligação). Assegura a transmissão precisa das mensagens através de um link. Implementa controlo de fluxo, validação da sequência das mensagens, e detecção de erros. Quando ocorre um erro a mensagem ou conjunto de mensagens são retransmitidas.

***Nível 3 do MTP***

É equivalente ao nível 3 do modelo OSI (Network layer). Proporciona encaminhamento das mensagens entre os pontos de sinalização da rede SS7. Re-encaminha o tráfego para fora dos links avariados e controla o tráfego quando ocorre congestionamento.

---

***ISDN –UP (ISDN USER PART)- Subsistema do utilizador RDIS***

Define as mensagens de sinalização relativas à RDIS, a sua codificação e os procedimentos de sinalização necessários à utilização do SS7 no controlo de chamadas RDIS.

Contém as funções de sinalização requeridas para proporcionar serviços comutados e facilidades para aplicações de voz e de outros tipos de informação. Este bloco funcional é também adequado para aplicações em redes telefónicas, em redes de dados com comutação de circuitos, em redes analógicas ou mistas analógico –digitais.

***TUP (Telephone User Part)- Subsistema do utilizador Telefónico***

É utilizado para suportar o controlo de chamadas, quando os circuitos utilizados são puramente analógicos. Na maior parte dos países ISUP já substituiu completamente o TUP.

---

***SCCP (Signalling Connection Control Part) – Subsistema de Controlo de Conexões de sinalização***

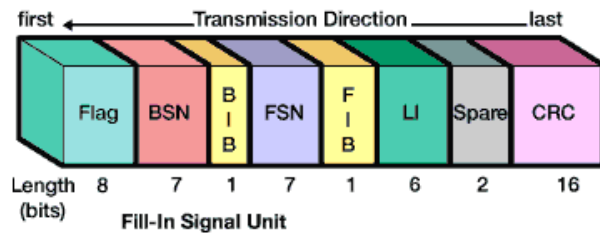
Capacidade de endereçar uma aplicação específica ( um subsistema) dentro de um ponto de sinalização. O MTP só pode receber e enviar mensagens para um nó como um todo.

O exemplo de um subsistema é o processamento de chamadas de pedido de informação horária, ou por exemplo repetição de marcação de chamada.

Pode executar routing parcial, i.e. o nó não tem necessidade de identificar o destino da mensagem, mas só identifica um nó de destino intermédio.

***Transaction Capabilities Application Part (TCAP)-***

Define os protocolos utilizados na comunicação entre aplicações. Utilizados em serviços de redes inteligentes.



### Fill-In Signal Units (FISUs)-Unidade de sinalização de preenchimento

São transmitidas continuamente nos links, quando não são transmitidas outras unidades. São transmitidas cada 150 ms e transportam só a informação se o sinal foi ou não recebido pelo destino, desde modo a qualidade do link é continuamente testada pelos dois pontos de sinalização extremos do link.

BSN	<i>Backward Sequence Number</i>	Nº de sequência da última mensagem reconhecida ou Nº de sequência a partir da qual é necessário retransmitir
BIB	<i>Backward Indication Bit</i>	Estado indica conteúdo de BSN
FSN	<i>Forward Sequence Number</i>	Nº de sequência da mensagem que está a ser transmitida
FIB	<i>Forward Indication Bit</i>	Estado indica início de retransmissão
LI	<i>Length Indicator</i>	Indicador de comprimento (FSSU → LI=0; LSSU → LI=1..2; MSU → LI=3..63)
SIO	<i>Service Indication Octet</i>	Indicador de rede, prioridade, tipo de serviço

• Quando uma unidade de sinalização recebe um sinal de ready para transmitir, o ponto de sinalização incrementa o FSN (Forward Sequence Number). O CRC (cyclic redundancy check) é calculado e o seu valor adicionado à mensagem.

• A mensagem ao ser recebida pelo ponto de sinalização remoto verifica o CRC e copia o valor do FSN no BSN (Backward Sequence Number) da mensagem que irá ser enviada para o ponto de sinalização inicial.

• Se o CRC está correcto, a mensagem de retorno é transmitida.

• Se o CRC está incorrecto o ponto de sinalização remoto indica um acknowledgment negativo (isto é feito modificando o BIB antes da mensagem de retorno ser transmitida).

• Quando o ponto de sinalização inicial recebe uma mensagem com um acknowledgment negativo, retransmite todas as mensagens começando pela mensagem corrompida, com o FIB alterado.

MSU	01111110	BSN	BIB	FSN	FIB	LI	-	SIO	mensagem de sinalização	CRC	
bits	8	7	1	7	1	6	2	8	8n , n ≤ 272	16	
LSSU	Idêntico a MSU							estado da ligação	CRC		
bits								8 ou 16	16		
FSSU	Idêntico a MSU							CRC			
bits								16			

BSN	<i>Backward Sequence Number</i>	Nº de sequência da última mensagem reconhecida ou Nº de sequência a partir da qual é necessário retransmitir
BIB	<i>Backward Indication Bit</i>	Estado indica conteúdo de BSN
FSN	<i>Forward Sequence Number</i>	Nº de sequência da mensagem que está a ser transmitida
FIB	<i>Forward Indication Bit</i>	Estado indica início de retransmissão
LI	<i>Length Indicator</i>	Indicador de comprimento (FSSU → LI=0; LSSU → LI=1..2; MSU → LI=3..63)
SIO	<i>Service Indication Octet</i>	Indicador de rede, prioridade, tipo de serviço

**LSSU (Link Status Signal Unit)-Unidade de sinalização de estado de ligação**

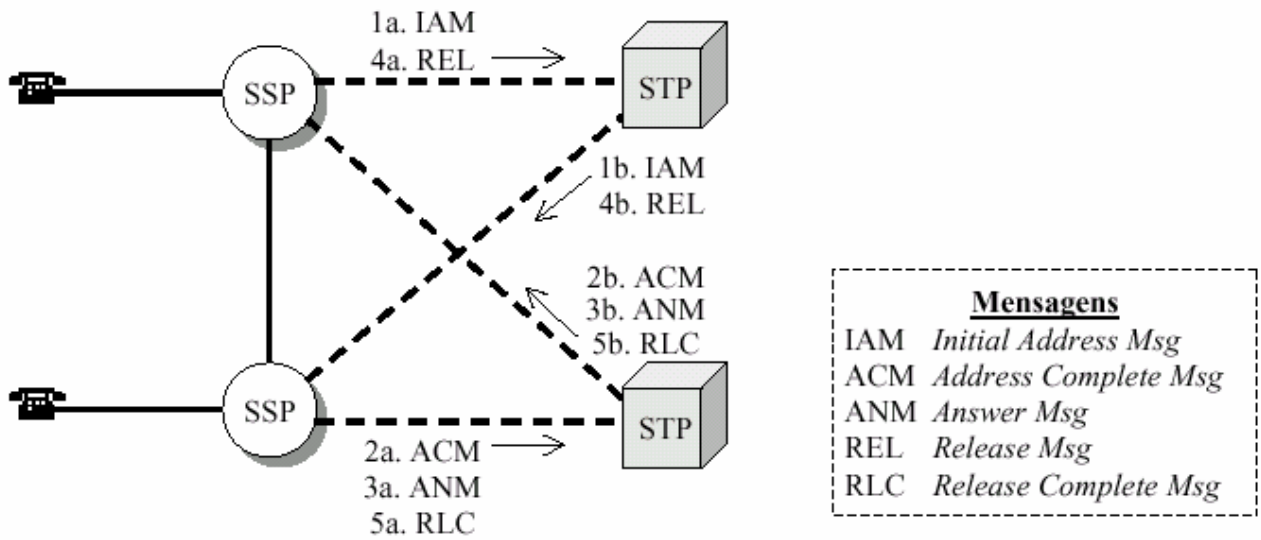
**MSU (Message signal Unit)- Unidade de sinalização mensagem**

- permite a entrega de mensagens no endereço de destino
- suporta as seguintes funções
  - encaminhamento de mensagens entre pontos de sinalização
  - controlo de congestionamento
- estrutura das mensagens
  - etiqueta de encaminhamento (endereço do destino e da origem)
  - código do circuito
  - tipo de mensagem
  - campos específicos de cada tipo de mensagem

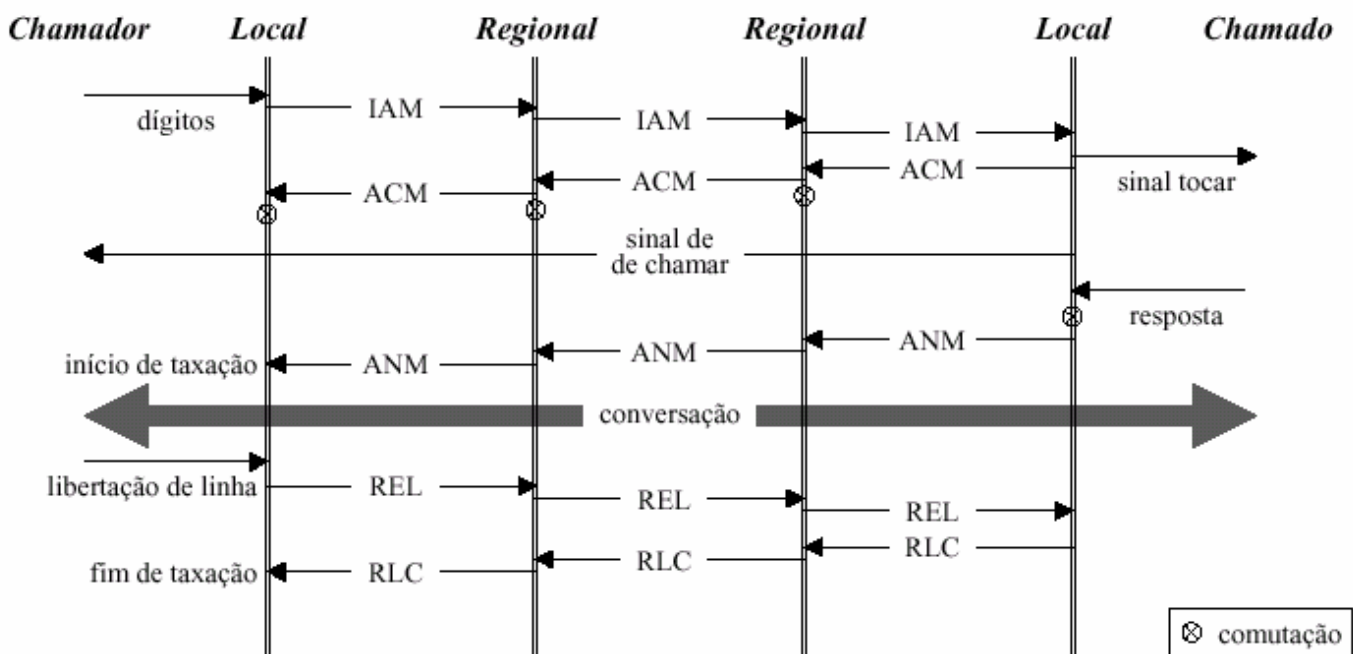
	endereço destino	endereço origem	selecção da ligação	código do circuito	tipo de mensagem	conteúdo específico da mensagem
bits	14	14	4	12	8	variável

• ISUP - "ISDN User Part"

Exemplos de mensagens para estabelecimento e libertação de uma chamada



Sinalização ISUP entre duas centrais locais



Sinalização ISUP entre várias centrais

**Exemplos de serviços de rede inteligente**

Serviço	Definição e sequência de acções na rede
Número verde (800...) Número azul (808...)	Número universal, independente da localização <ul style="list-style-type: none"> <li>• chamada encaminhada para nó de acesso a serviços de rede inteligente</li> <li>• consultada a base de dados e executada a translação do número</li> <li>• chamada reencaminhada para o novo número da rede fixa</li> </ul>
Número portado	Número associado a um acesso transferido para outra zona ou rede <ul style="list-style-type: none"> <li>• chamada inicialmente encaminhada para a zona / rede originária</li> <li>• devolvida a informação de que o número foi portado</li> <li>• chamada encaminhada para nó de acesso a serviços de rede inteligente</li> <li>• consultada a base de dados e executada a translação do número</li> <li>• chamada reencaminhada para o novo número</li> </ul>
Número pessoal	Número associado a uma pessoa, possuidora de um cartão de identificação <ul style="list-style-type: none"> <li>• terminal com o cartão inserido regista a localização numa base de dados</li> <li>• chamada encaminhada para nó de acesso a serviços de rede inteligente</li> <li>• consultada a base de dados e devolvida a localização do terminal</li> <li>• chamada reencaminhada para o destino físico do terminal</li> <li>• técnica utilizada em redes móveis</li> </ul>

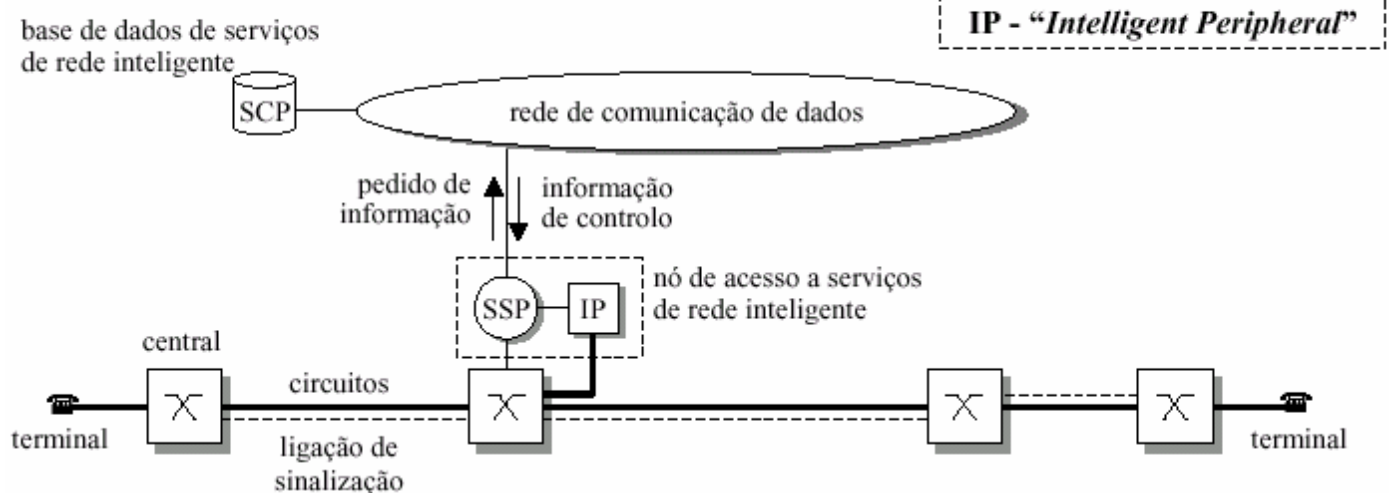
**Exemplos de serviços de rede inteligente**

Serviço	Definição e sequência de acções na rede
Centros de atendimento	Atendimento flexível personalizado (empresas, serviços de audiotexto) <ul style="list-style-type: none"> <li>• utilizados os mecanismos de números verde, azul ou portado</li> <li>• encaminhamento dependente da hora do dia e do dia da semana</li> <li>• possível otimizar os recursos afectos ao atendimento</li> </ul>
Reencaminhamento de chamadas / Sistemas de mensagens de voz	Redireccionamento de chamadas para destinos pré-fixados <ul style="list-style-type: none"> <li>• chamada encaminhada para o número original</li> <li>• devolvida a informação de reencaminhamento activo</li> <li>• chamada encaminhada para nó de acesso a serviços de rede inteligente</li> <li>• consultada a base de dados e executada a translação do número</li> <li>• chamada reencaminhada para o novo número / centro de mensagens</li> <li>• caso de mensagens: acesso a periférico de registo e reprodução de voz</li> </ul>
Pagamento alternativo	Pagamento de chamadas através de um PIN <ul style="list-style-type: none"> <li>• chamada encaminhada para nó de acesso a serviços de rede inteligente</li> <li>• acesso a periférico de recepção de dígitos e validação de PIN</li> <li>• chamada reencaminhada para o número de destino</li> </ul>



### Características dos serviços de rede inteligente

- serviços avançados que requerem a translação de números para encaminhamento
- possível disponibilizar funções adicionais através de periféricos inteligentes



### Interoperação entre PSTN e redes de voz sobre IP (VoIP)

#### Requisitos

- necessário interligar rede comutação circuitos - rede IP através de *gateways*
- SS7 assegura a interoperabilidade pelo lado da rede de comutação de circuitos
- novos sistemas de sinalização desenvolvidos para a rede IP →

UIT → H.323  
IETF → SIP

#### • Configurações de interoperação

##### **Gateways integradas de voz e sinalização**

- suportam conjuntamente o acesso a canais de voz e uma ligação de sinalização
- otimização de custos complexa

pequeno número de grandes *gateways* → entrega de tráfego distante do destino  
grande número de pequenas *gateways* → custo de sinalização excessivo

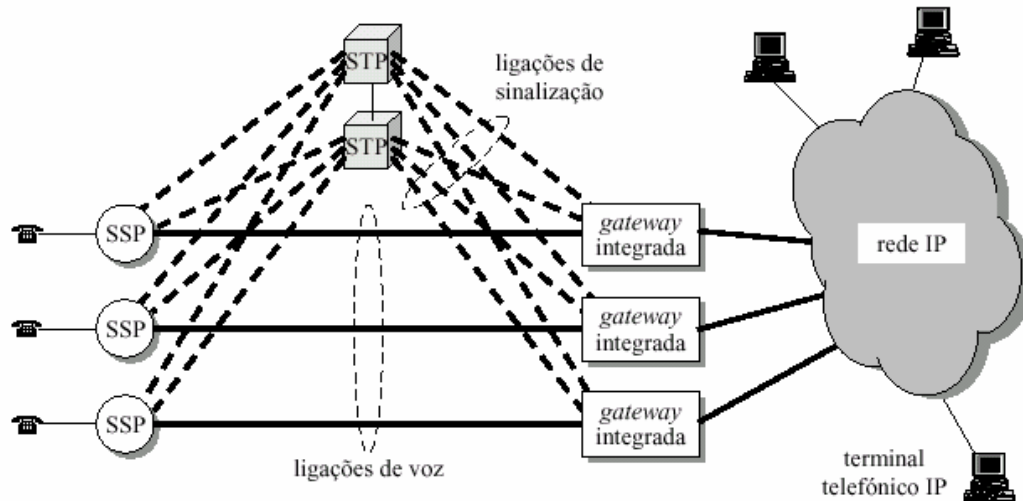
##### **Gateways separadas de voz e sinalização**

se nº canais < 1000 (valor típico)

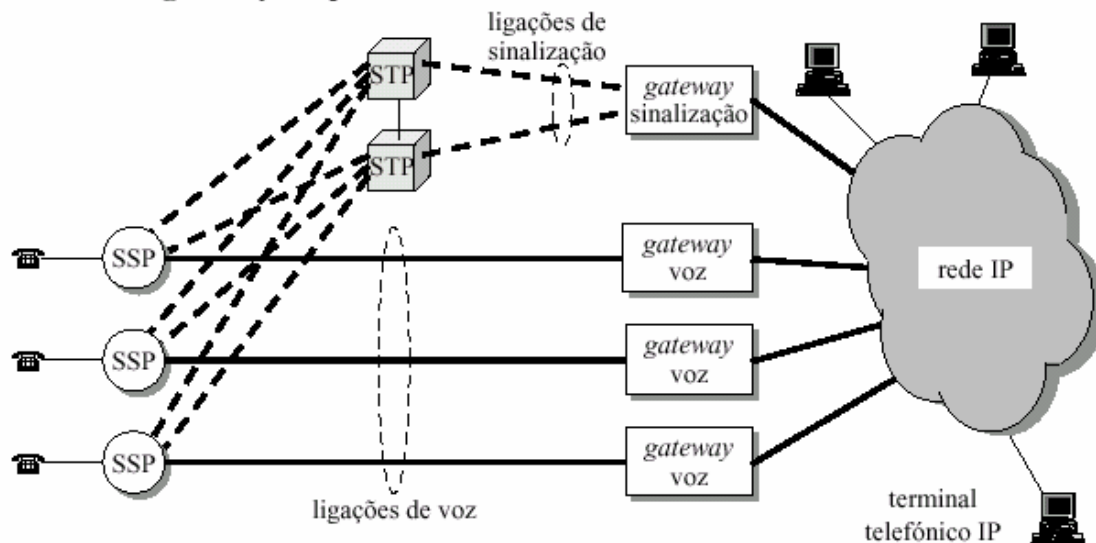
- pontos de entrega de tráfego e de sinalização separados
- otimização de custos possível

múltiplas *gateways* de voz próximo do destino do tráfego  
reduzido número de ligação de sinalização exploradas em modo não associado

- Configurações de interoperação

**Cenário 1 - gateways integradas**

- Configurações de interoperação

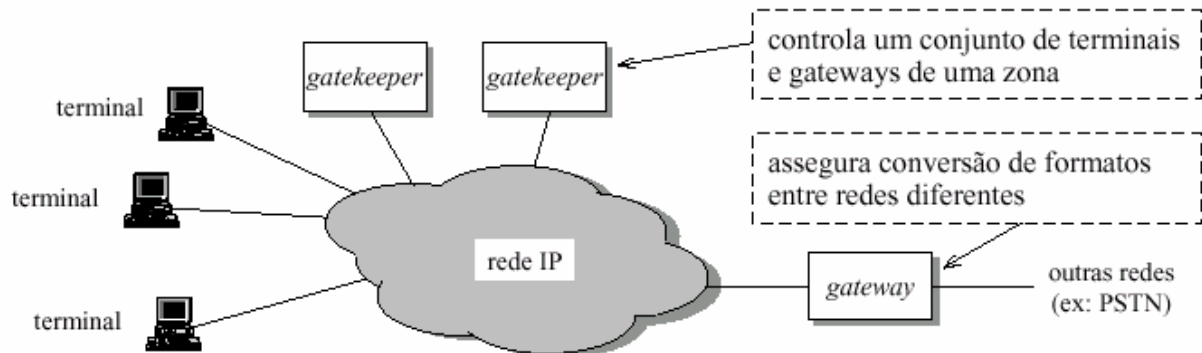
**Cenário 2 - gateways separadas**

---

- Arquitectura UIT H.323

**Definição**

- especifica os componentes, protocolos e procedimentos que permitem comunicações multimédia (áudio, vídeo e dados) sobre redes de pacotes
- inclui normas para sinalização baseadas em SS7, aplicáveis a VoIP




---

- Arquitectura UIT H.323

**Funções de Gatekeeper**

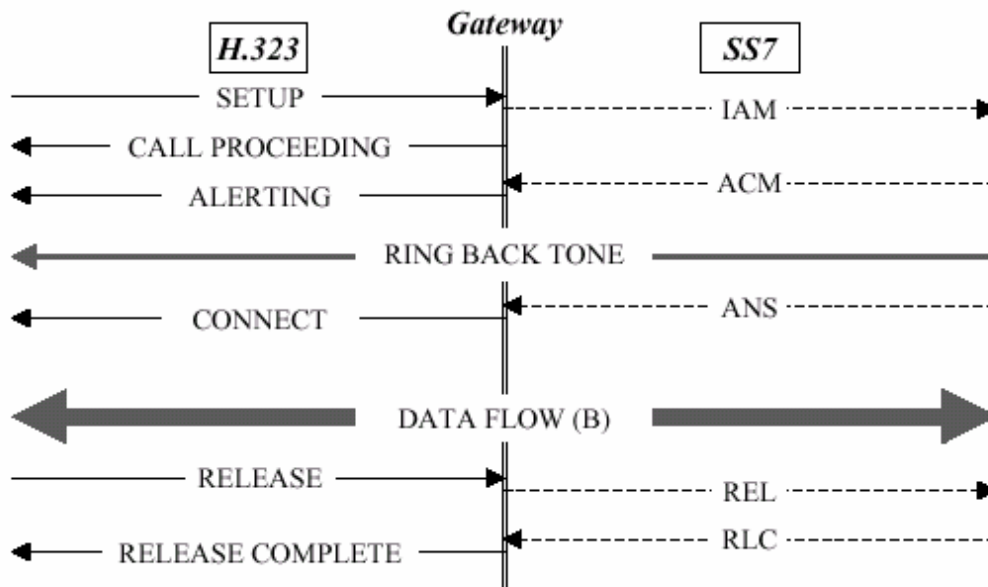
- controlo de registo e admissão de terminais e gateways
- translação de endereços; exemplos:
  - translação identificador H.323 (como abc@domain.com) → endereço IP
  - translação número E.164 → endereço IP
- controlo de atribuição de banda
- gestão de contas e respectiva taxação e facturação

**Funções de Gateway**

conversões de formatos de forma transparente para o utilizador

- conversão de formatos de sinalização das duas redes; exemplos:
  - conversão sinalização H.323 ↔ SS7
  - conversão sinalização H.323 ↔ DSS1 (sinalização de acesso RDIS)
- conversão de formatos de *media* das duas redes; exemplo:
  - conversão codificação voz G.723.1 (5,3/6,3 kbit/s) ↔ G.711 (64 kbit/s)

Exemplo de procedimento de chamada através de uma *gateway* PSTN - Rede VoIP



Procedimentos de uma chamada iniciada na rede de voz sobre IP