Sinalização em Redes de Comutação de Circuitos

- **Princípios gerais**
- **Sinalização de assinante analógico**
- **Sinalização de canal comum entre comutadores**
- **Sinalização de assinante digital**
- **Interoperação entre PSTN e redes IP**

Intencionalmente em branco

Princípios gerais

Sinalização de chamadas

Funções básicas da sinalização

– estabelecimento de chamadas
– terminação de chamadas
– suporte de serviços suplementares no decurso de chamadas
– translação de números ← aplicações de rede inteligente

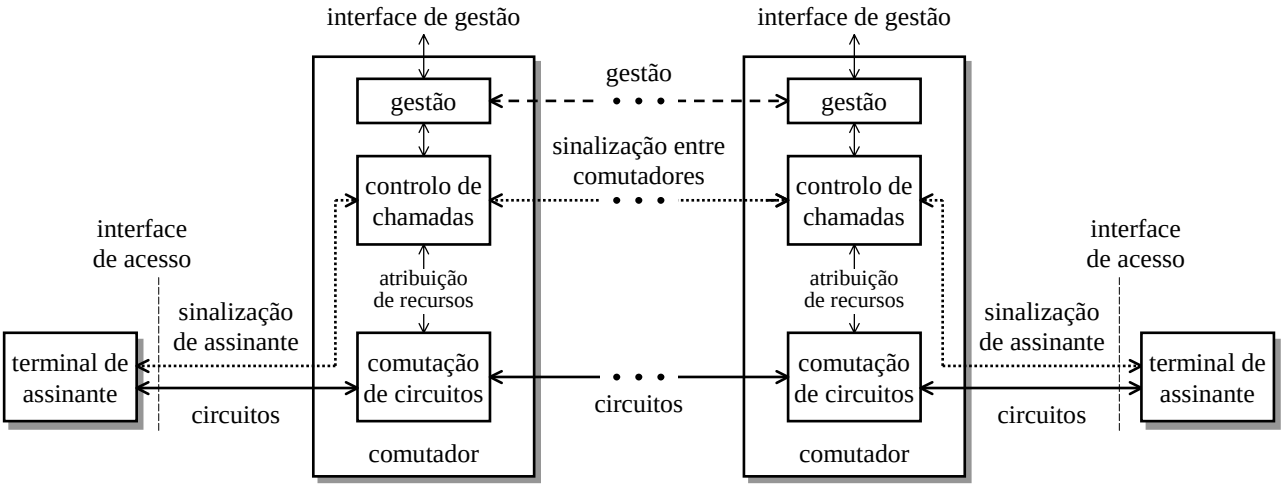
Funções de sinalização necessárias para o estabelecimento e terminação de chamadas		
Interface c/ Utilizador	Endereçamento	Gestão da linha
Aviso • corrente de chamar Progresso • tonalidade de marcar • tonalidade de chamar • tonalidade de ocupado • tonalidade de inacessível Taxação	Marcação de assinante • envio de dígitos Marcação entre centrais • envio de dígitos	Controlo da linha (para a frente) • tomada de linha • libertação de linha Estado da linha (para trás) • resposta • ocupado • desligado

Princípios gerais

Sinalização de chamadas

Áreas de sinalização

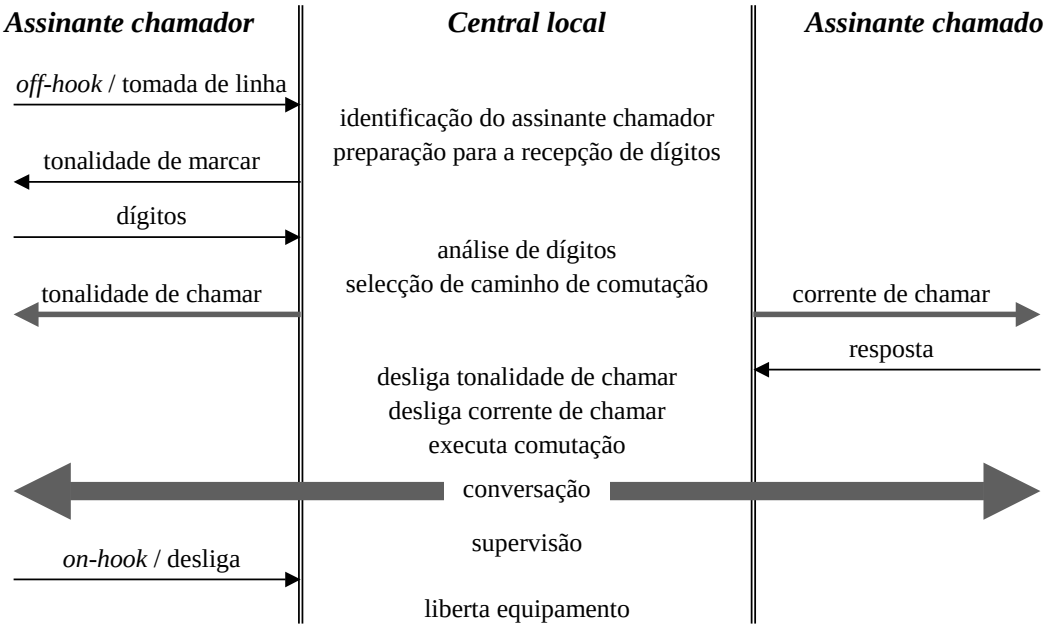
– sinalização de assinante
– sinalização entre comutadores



Áreas de sinalização numa rede de comutação de circuitos

Princípios gerais

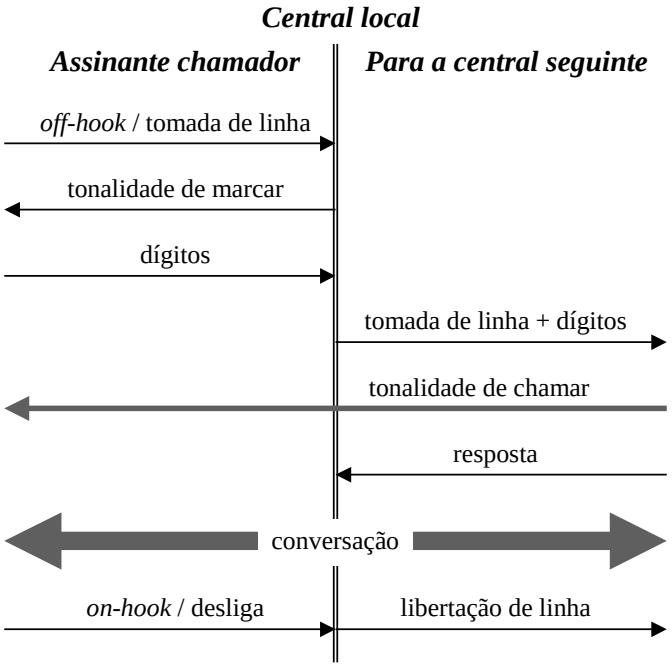
Sinalização de chamadas



Fases de sinalização numa chamada (atravessa uma única central)

Princípios gerais

Sinalização de chamadas



Fases de sinalização numa chamada (atravessa várias centrais)

Princípios gerais

Tipos de sistemas de sinalização

Tipo de canal de sinalização / Áreas de sinalização	Sinalização de canal associado CAS - *Channel Associated Signalling* *um canal de sinalização por cada canal de comunicação*	Sinalização de canal comum *CCS - Common Channel Signalling* *um canal de sinalização para múltiplos canais de comunicação*
Sinalização de assinante *entre o assinante e a central local a que está ligado*	Sinalização de assinante analógico (acesso POTs) • lacete a dois fios • lacete sobre transmissão digital	Sinalização de assinante digital (acesso RDIS) *DSS1 - Digital Subscriber Signalling system number 1*
Sinalização entre comutadores *entre as centrais de comutação dos vários níveis*	Sinalização DC Sinalização AC ✕ sistemas obsoletos • frequências fora da faixa • frequências dentro da faixa	Sistema de sinalização de canal comum nº7 *SS7 - Signalling System number 7*

Princípios gerais

Plano de numeração

recomendação E.164 (ITU)

Categorias de números

– números atribuídos a áreas geográficas — permitem encaminhar chamadas

máximo de 15 dígitos

código do país	código de destino nacional (opcional)	número do assinante
1-3 dígitos		

indicação de rede de destino, região ou ambas

351 - X...X	Portugal
33 - X...X	França
1 - X...X	EUA, Canada, ...

– números atribuídos a serviços globais — requerem translação

máximo de 15 dígitos

código do serviço	número do assinante
3 dígitos	

800 - X...X	serviços grátis
808 - X...X	serviços custos partilhados

– números atribuídos a redes

máximo de 15 dígitos

código de acesso	código de identificação	número do assinante
3 dígitos	1-4 dígitos	

881 - 8 - X...X	Globalstar
882 - 17 - X...X	Rede AT&T

Sinalização de assinante analógico

Sinalização de lacete a dois fios

Características do sistema

– utiliza a corrente de lacete, o sinal de chamar e várias tonalidades na banda de voz

Condições de sinalização

– assinante faz *off-hook* (fora do descanso)

- impedância de entrada do telefone passa de dezenas de MΩ para 200 a 300 Ω
- linha de assinante é percorrida por uma corrente contínua obtida a partir da bateria na central de -48 V (mínimo 20 mA; máximo 120 mA)

– central detecta a corrente de linha e sinaliza assinante

- tonalidade de marcar → **425 Hz** **contínuo**

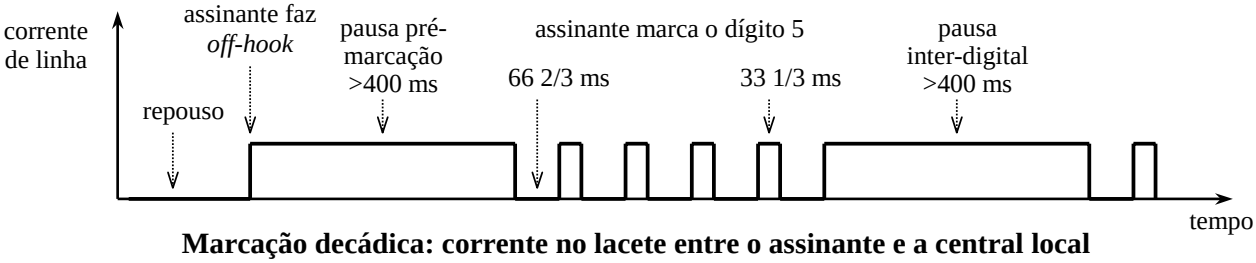
– assinante efectua a marcação

- marcação decádica ← *n* interrupções da corrente de lacete por dígito
- marcação multifrequência ← um par de frequências áudio por dígito

Sinalização de assinante analógico

Sinalização de lacete a dois fios

Condições de sinalização



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

grupo de frequências baixas

f_1 = 697 Hz
f_2 = 770 Hz
f_3 = 852 Hz
f_4 = 941 Hz

	F_1	F_2	F_3	F_4
f_1	1	2	3	A
f_2	4	5	6	B
f_3	7	8	9	C
f_4	*	0	#	D

grupo de frequências altas

F_1 = 1 209 Hz
F_2 = 1 336 Hz
F_3 = 1 477 Hz
F_4 = 1 633 Hz

A B C D - funções adicionais raramente disponíveis

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

Sinalização de assinante analógico

Sinalização de lacete a dois fios

Condições de sinalização

– central informa assinante chamador do estado da linha do assinante chamado

- tonalidade de chamar → **425 Hz 1 s ON 5 s OFF**
- tonalidade de ocupado → **425 Hz 0,5 s ON 0,5 s OFF**
- tonalidade de inacessível / congestão → **425 Hz 0,2 s ON 0,2 s OFF**

– central de destino informa o assinante chamado que há uma chamada de entrada

- corrente de chamar (75 Vrms) → **25 Hz 1 s ON 5 s OFF**

– assinante chamado faz *off-hook* (fora do descanso)

- cessa a sinalização
- inicia-se a contagem de tempo para taxação
- central envia impulsos de taxação de 12 kHz, com a duração de 250 ms (caso o chamador disponha de fiscalizador de chamadas)

Sinalização de assinante analógico

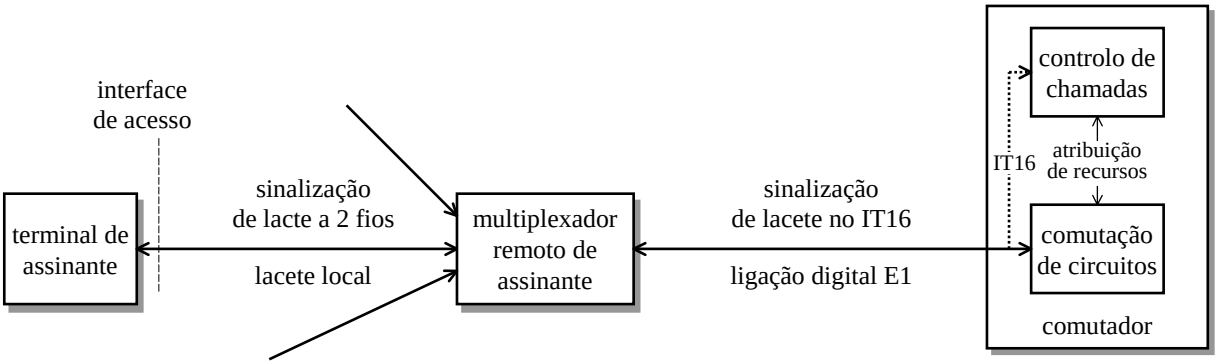
Sinalização de lacete sobre transmissão digital

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

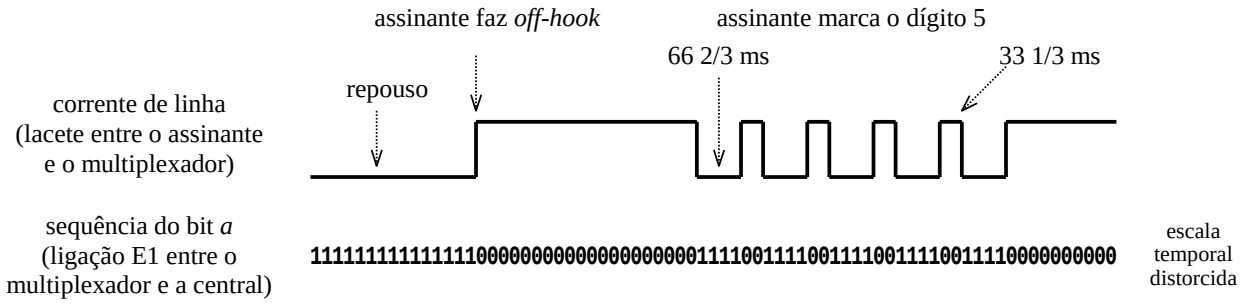
Sinalização de assinante analógico

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 corrente de chamar

– marcação pode ser decádica ou por multifrequência no canal de voz



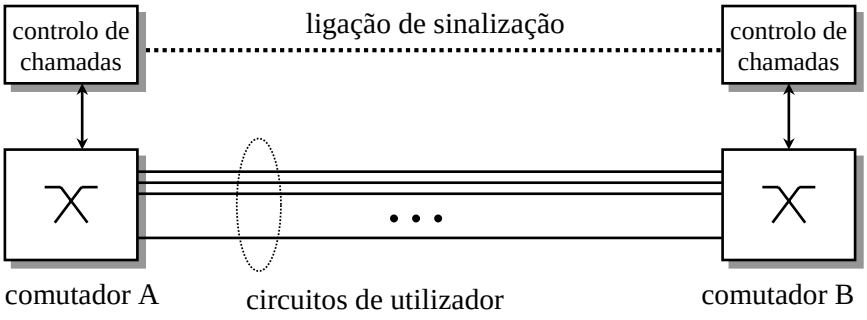
Sistema elementar de sinalização suportado num único bit
(início de uma chamada; sentido assinante chamador → central)

Sinalização de canal comum entre comutadores

Princípios da sinalização por canal comum

Características do sistema

– ligações de dados bidireccionais entre entidades de sinalização
– débitos elevados, tipicamente de 64 kbit/s (superior, se necessário)
– cada ligação transporta informação relativa a um elevado número de circuitos
– troca de informação é feita sob a forma de mensagens



Ligação de sinalização por canal comum entre dois comutadores

Sinalização de canal comum entre comutadores

Princípios da sinalização por canal comum

Vantagens da SCC

Sistema de Sinalização nº 7 (SS7)
sistema universal adoptado pela União Internacional de Telecomunicações

– operação totalmente digital
  - mais rápida
  - mais fiável
  - mais segura

– flexibilidade das redes de dados
  - rede de sinalização com uma arquitectura de camadas
  - topologia independente da rede de transporte

– melhor aproveitamento de recursos
  - a sinalização de cada canal é esporádica
  - há elevado ganho de multiplexagem estatística

– possibilidade de troca de informação durante a chamada

– possibilidade de comunicação entre elementos sem conexão directa
  - exemplo: serviços de Rede Inteligente

Sinalização de canal comum entre comutadores

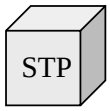
Sistema de Sinalização nº 7

- *Pontos de sinalização* ← nós da rede de sinalização

Tipos de pontos de sinalização

– SSP (*Service Switching Point*)
  - unidades associadas aos comutadores de circuitos
  - originam, terminam ou encaminham chamadas

– STP (*Signal Transfer Point*)
  - comutadores de pacotes
  - encaminham mensagens entre ligações de sinalização



– SCP (*Service Control Point*)
  - bases de dados com informação de serviços
  - suportam aplicações de Rede Inteligente

Pontos de sinalização identificados por um endereço de rede

Sinalização de canal comum entre comutadores

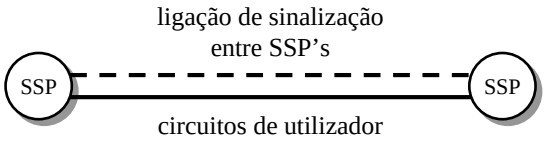
Sistema de Sinalização nº 7

- *Ligações de sinalização* ← ligações entre os nós da rede de sinalização

Tipos de ligações de sinalização

Modo associado de exploração

– ligações entre SSP's
  - ligação directa entre pontos terminais de sinalização



Ligações de sinalização no modo associado de exploração

Sinalização de canal comum entre comutadores

Sistema de Sinalização nº 7

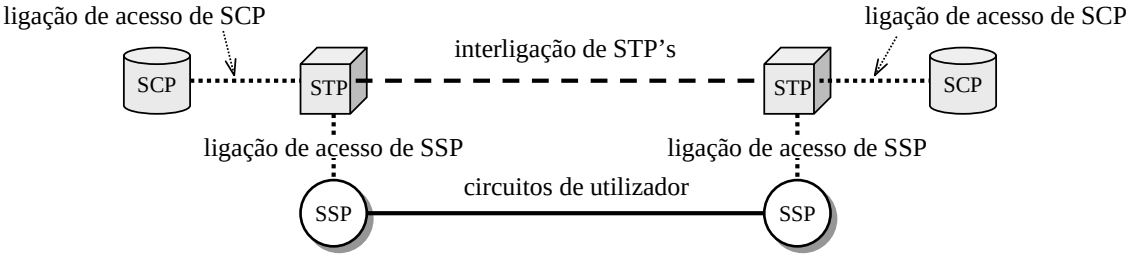
- *Ligações de sinalização*

Tipos de ligações de sinalização

Modo não associado de exploração

– ligações de acesso de SSP's e SCP's
  - permitem o acesso de SSP's e SCP's à rede de interligação baseada em STP's

– ligações entre STP's
  - constituem a rede de interligação



Ligações de sinalização no modo não associado de exploração

Sinalização de canal comum entre comutadores

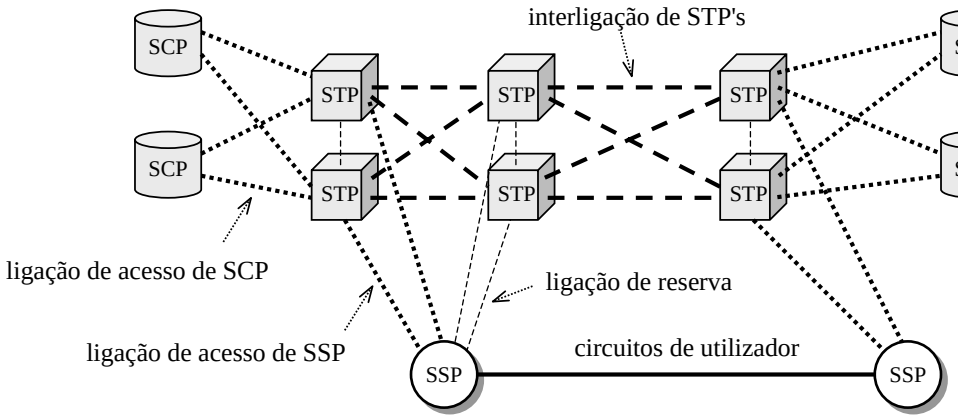
Sistema de Sinalização nº 7

- *Ligações de sinalização*

Redundância

– duplicação de STP's e SCP's — organização em quadras

– ligações adicionais de reserva — vários caminhos alternativos



Ligações de sinalização do Sistema de Sinalização nº 7

Sinalização de canal comum entre comutadores

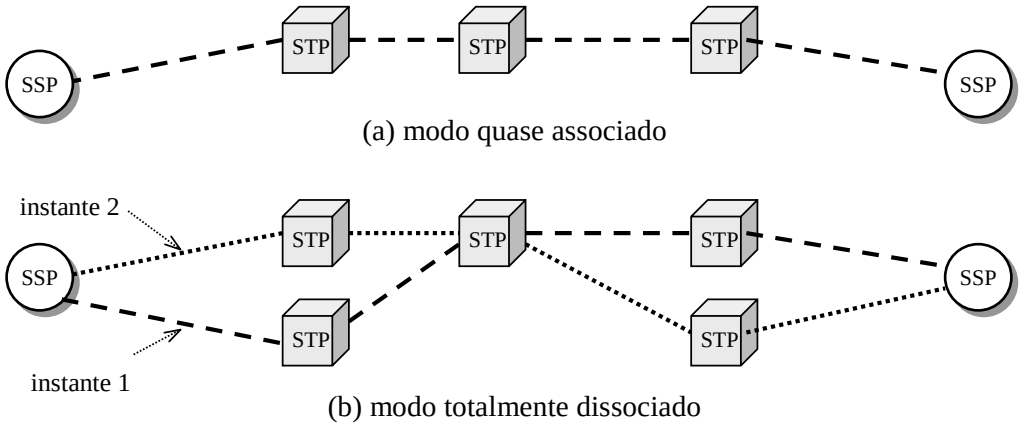
Sistema de Sinalização nº 7

- *Ligações de sinalização*

Exploração do modo não associado

– modo totalmente dissociado: encaminhamento dinâmico

– modo quase associado: encaminhamento pré-fixado



Modos de exploração da rede de sinalização por canal comum

Sinalização de canal comum entre comutadores

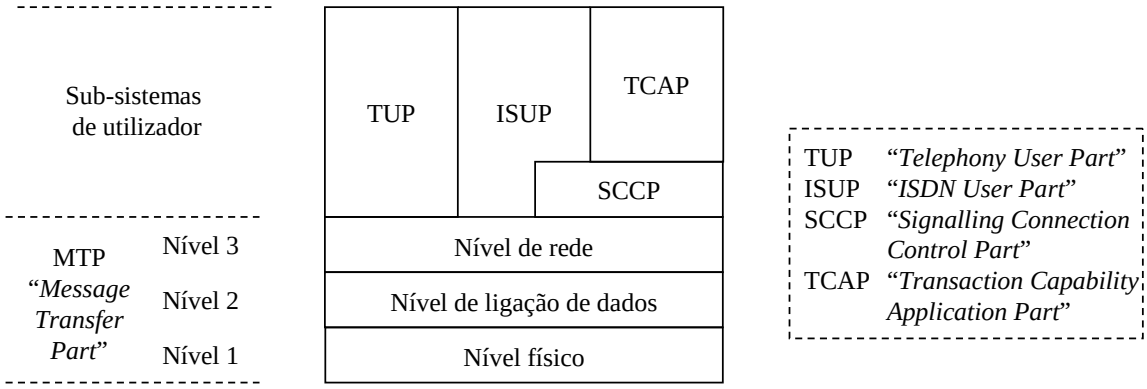
Sistema de Sinalização nº 7

- *Modelo de referência de camadas*

Princípios

– modelo de referência com 4 níveis

– níveis inferiores correspondem aproximadamente aos níveis do modelo OSI



Modelo de referência do SS7

Sinalização de canal comum entre comutadores

Sistema de Sinalização nº 7

- *MTP - "Message Transfer Part"*

Nível 1

– ligação física de dados

– suporte de transmissão
  - canal de 64 kbit/s de uma ligação E1 a 2 048 kbit/s (canal 16)
  - canal de 64 kbit/s com modem em circuito dedicado

– define interfaces e ligações
  - características físicas
  - características eléctricas
  - características funcionais

Sinalização de canal comum entre comutadores

Sistema de Sinalização nº 7

- *MTP - "Message Transfer Part"*

Nível 2

– permite a troca fiável de unidades de sinalização entre extremos da ligação

– suporta as seguintes funções
  - inicialização da ligação
  - controlo de erros
  - controlo de fluxo
  - delimitação de unidades de sinalização
  - monitoração da taxa de erros

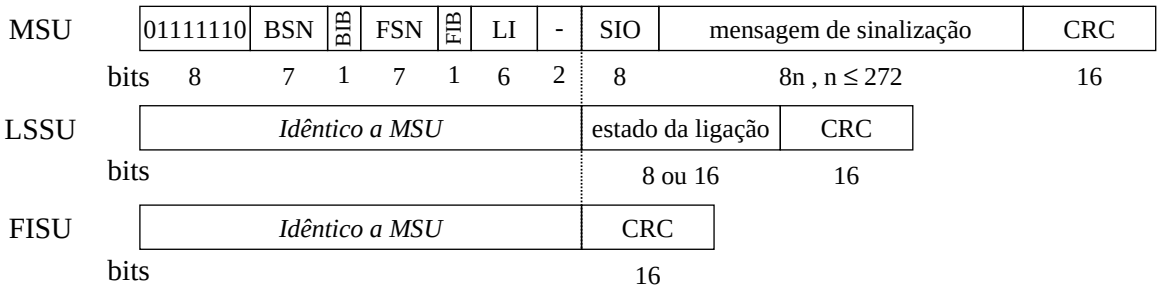
– tipos de unidades de sinalização (mensagens de nível 2)
  - MSU "*Message Signal Unit*": Unidade de sinalização de mensagem
  - LSSU "*Link Status Signal Unit*": Unidade de sinalização de estado da ligação
  - FISU "*Fill-In Signal Unit*": Unidade de sinalização de preenchimento

Sinalização de canal comum entre comutadores

Sistema de Sinalização nº 7

- *MTP - "Message Transfer Part"*

Nível 2



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

Unidades de sinalização SS7

Sinalização de canal comum entre comutadores

Sistema de Sinalização nº 7

- *MTP - "Message Transfer Part"*

Nível 3

– 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

Estrutura típica das mensagens de sinalização SS7

Sinalização de canal comum entre comutadores

Sistema de Sinalização nº 7

- *TUP - "Telephony User Part"*

Caracterização

– estabelece os procedimentos de estabelecimento e terminação de chamadas

– suporta apenas circuitos analógicos

– tem vindo a ser substituído pela ISUP

- *ISUP - "ISDN User Part"*

Caracterização

– estabelece os procedimentos de estabelecimento, gestão e terminação de chamadas

– aplicável a circuitos de voz ou dados

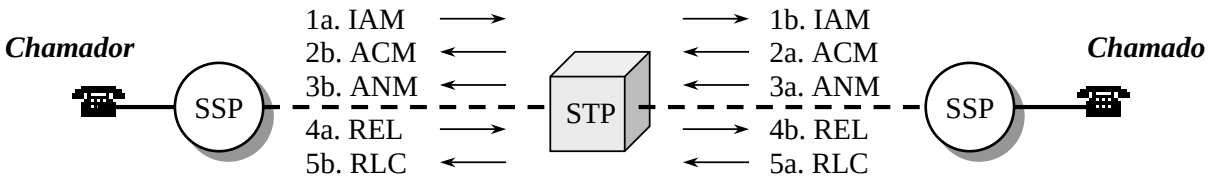
– utilizado para chamadas RDIS e não RDIS (ao contrário do que o nome sugere)

Sinalização de canal comum entre comutadores

Sistema de Sinalização nº 7

- *ISUP - "ISDN User Part"*

Estabelecimento e terminação de chamadas



Exemplo de sinalização ISUP num procedimento de chamada entre duas centrais locais

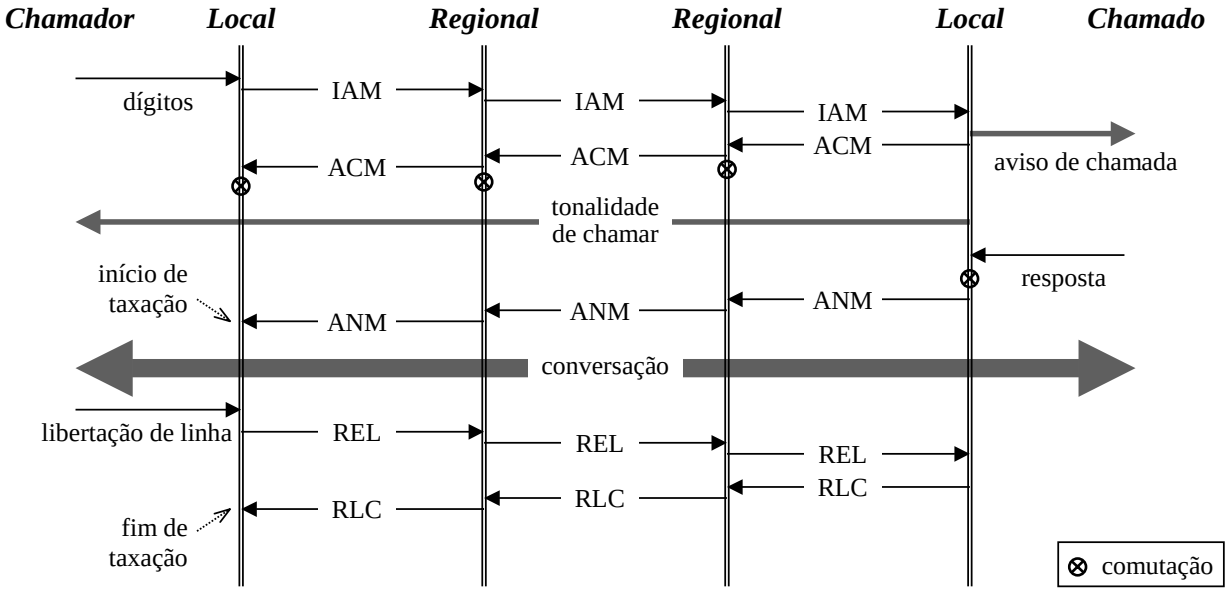
Mensagem (*)	Função
IAM *Initial Address Msg*	Pedido de estabelecimento de uma chamada
ACM *Address Complete Msg*	Indica que a mensagem IAM atingiu o destino e que o chamado foi alertado
ANM *Answer Msg*	Indica aceitação da chamada pelo chamado
REL *Release Msg*	Indica a libertação de circuitos
RLC *Release Complete Msg*	Confirma a libertação de circuitos

(*) Indicado apenas um sub-conjunto de mensagens necessárias para estabelecer e terminar uma chamada simples

Sinalização de canal comum entre comutadores

Sistema de Sinalização nº 7

- *ISUP - "ISDN User Part"*



Exemplo de sinalização ISUP num procedimento de chamada através de várias centrais

Sinalização de canal comum entre comutadores

Sistema de Sinalização nº 7

- *SCCP "Signalling Connection Control Part"*

Caracterização

– oferece extensões a MTP correspondentes a funções de nível 3 do modelo OSI
  - determina endereços de pontos de sinalização (translação de endereços)
  - assegura o encaminhamento extremo a extremo

– suporta serviços orientados e não orientados a conexões
  - fornece uma camada de transporte para serviços TCAP

- *TCAP "Transaction Capability Application Part*

Caracterização

– permite a troca de dados não relacionados com o estabelecimento de circuitos

– transporta pedidos de informação e respostas entre SSP's e SCP's

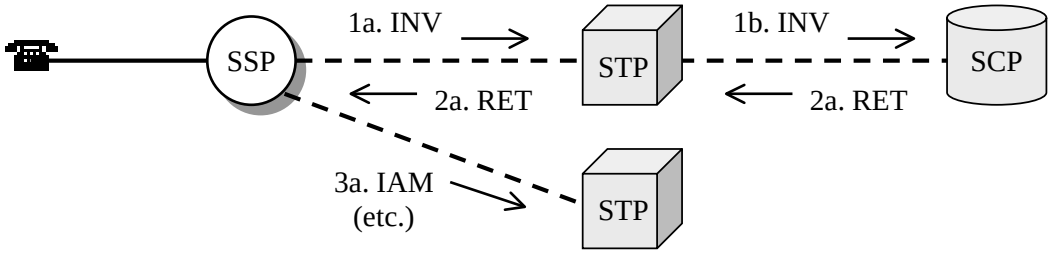
– utilizado em serviços de rede inteligente

Sinalização de canal comum entre comutadores

Sistema de Sinalização nº 7

- *TCAP "Transaction Capability Application Part*

Translação de números



Exemplo de sinalização TCAP numa transacção para translação de números

Mensagem	Função
INV *Invoke Msg*	Pedido de translação de dígitos marcados
RET *Return Result Msg*	Dígitos convertidos para encaminhamento

Sinalização de canal comum entre comutadores

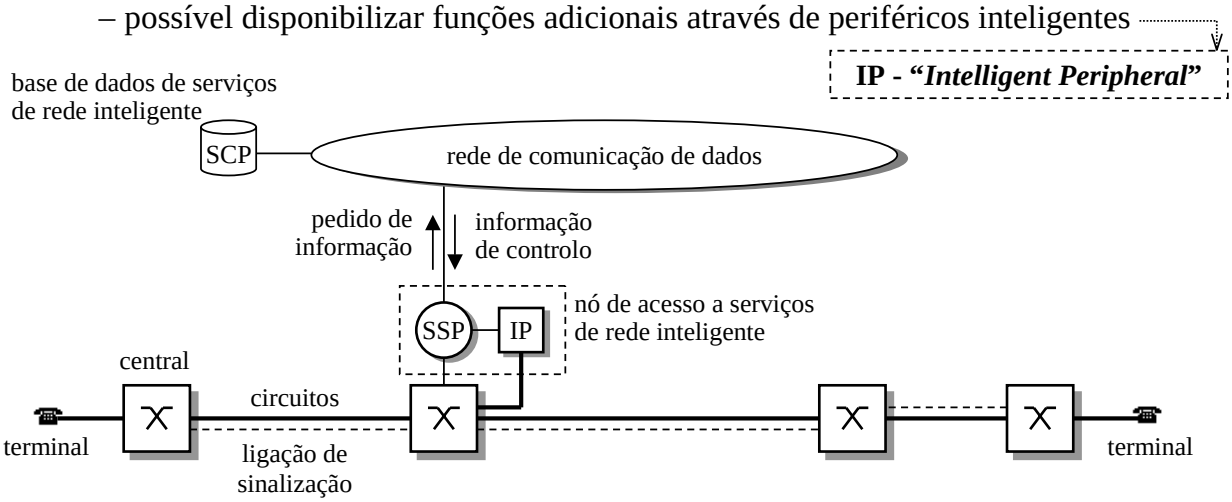
Sistema de Sinalização nº 7

- *Serviços de rede inteligente*

Características dos serviços de rede inteligente

– serviços avançados que requerem a translação de números para encaminhamento

– possível disponibilizar funções adicionais através de periféricos inteligentes



Conceito de rede inteligente

Sinalização de canal comum entre comutadores

Sistema de Sinalização nº 7

- *Serviços de rede inteligente*

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 • chamada encaminhada para nó de acesso a serviços de rede inteligente • consultada a base de dados e executada a translação do número • chamada reencaminhada para o novo número da rede fixa
Número portado	Número associado a um acesso transferido para outra zona ou rede • chamada inicialmente encaminhada para a zona / rede originária • devolvida a informação de que o número foi portado • chamada encaminhada para nó de acesso a serviços de rede inteligente • consultada a base de dados e executada a translação do número • chamada reencaminhada para o novo número
Número pessoal	Número associado a uma pessoa, possuidora de um cartão de identificação • terminal com o cartão inserido regista a localização numa base de dados • chamada encaminhada para nó de acesso a serviços de rede inteligente • consultada a base de dados e devolvida a localização do terminal • chamada reencaminhada para o destino físico do terminal • técnica utilizada em redes móveis

Sinalização de canal comum entre comutadores

Sistema de Sinalização nº 7

- *Serviços de rede inteligente*

Exemplos de serviços de rede inteligente

Serviço	Definição e sequência de acções na rede
Centros de atendimento	Atendimento flexível personalizado (empresas, serviços de audiotexto) • utilizados os mecanismos de números verde, azul ou portado • encaminhamento dependente da hora do dia e do dia da semana • possível optimizar os recursos afectos ao atendimento
Reencaminhamento de chamadas / Sistemas de mensagens de voz	Redireccionamento de chamadas para destinos pré-fixados • chamada encaminhada para o número original • devolvida a informação de reencaminhamento activo • chamada encaminhada para nó de acesso a serviços de rede inteligente • consultada a base de dados e executada a translação do número • chamada reencaminhada para o novo número / centro de mensagens • caso de mensagens: acesso a periférico de registo e reprodução de voz
Pagamento alternativo	Pagamento de chamadas através de um PIN • chamada encaminhada para nó de acesso a serviços de rede inteligente • acesso a periférico de recepção de dígitos e validação de PIN • chamada reencaminhada para o número de destino

Sinalização de canal comum entre comutadores

Sistema de Sinalização nº 7

- *Serviços de rede inteligente*

Vantagens das redes inteligentes

– facilidade e rapidez de introdução de novos serviços
  - desnecessário alterar o software das múltiplas centrais digitais
  - serviços criados apenas num pequeno número de pontos de controlo de serviço
  - serviços disponíveis imediatamente em toda a rede

– facilidade de gestão de dados
  - integridade e consistência dos dados desde a criação até à fase de exploração
  - actualização de dados em tempo real

– serviços à medida
  - possibilidade de satisfazer requisitos específicos que podem mudar ao longo do tempo

– suporte eficiente de mobilidade em redes de rádio celular

Sinalização de assinante digital

Sistema DSS1 - *Digital Subscriber Signalling system number 1*

Caracterização

– sistema adoptado em acessos RDIS → abordado em detalhe no capítulo de RDIS

Mensagens de estabelecimento e terminação de chamadas

protocolo Q.931

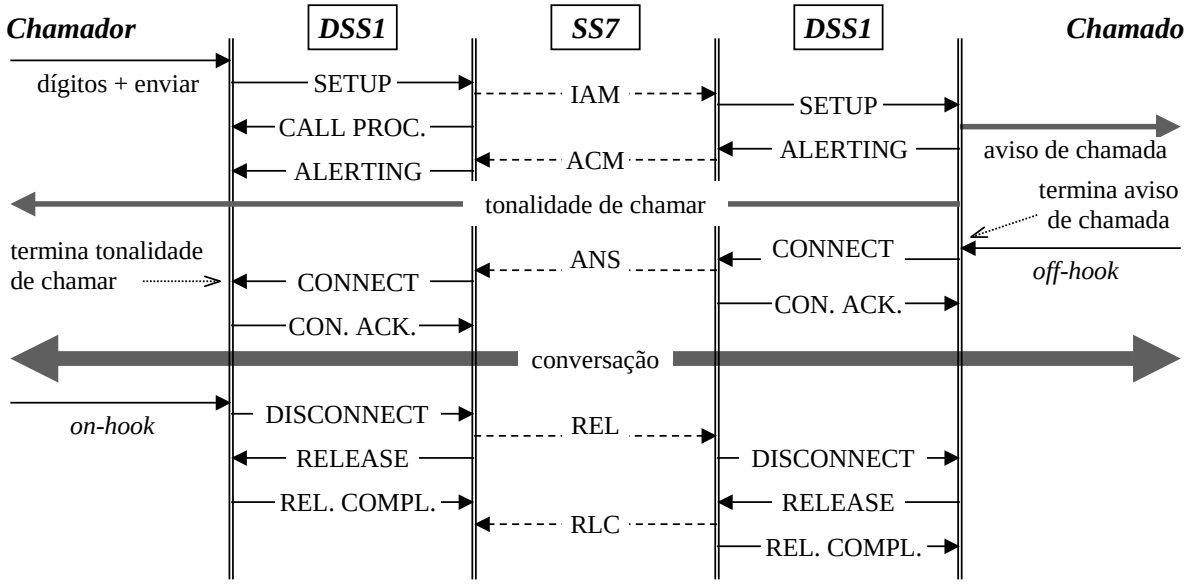
Mensagem (*)	Função
Setup	Pedido de estabelecimento de uma chamada
Call Proceeding	Indica início do estabelecimento de chamada, e que não é requerida mais informação
Alerting	Indica início do alerta do utilizador chamado
Connect	Indica aceitação da chamada pelo utilizador chamado
Connect Acknowledge	Resposta a uma mensagem de *Connect*, indicando que a chamada foi activada
Disconnect	Solicita o desligamento de uma chamada
Release	Indica a terminação de uma chamada
Release Complete	Confirma a terminação de uma chamada

(*) Indicado apenas um sub-conjunto de mensagens necessárias para estabelecer e terminar uma chamada simples

Sinalização de assinante digital

Sistema DSS1 - *Digital Subscriber Signalling system number 1*

Estabelecimento e terminação de chamadas → interoperação com SS7



Exemplo de sinalização DSS1 num procedimento de chamada com interoperação através de SS7

Interoperação entre PSTN e redes IP

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 → ITU → H.323; IETF → SIP

Configurações de interoperação → exemplo de VoIP (voz sobre IP)

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

– suportam conjuntamente o acesso a canais de voz e uma ligação de sinalização

– optimização 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

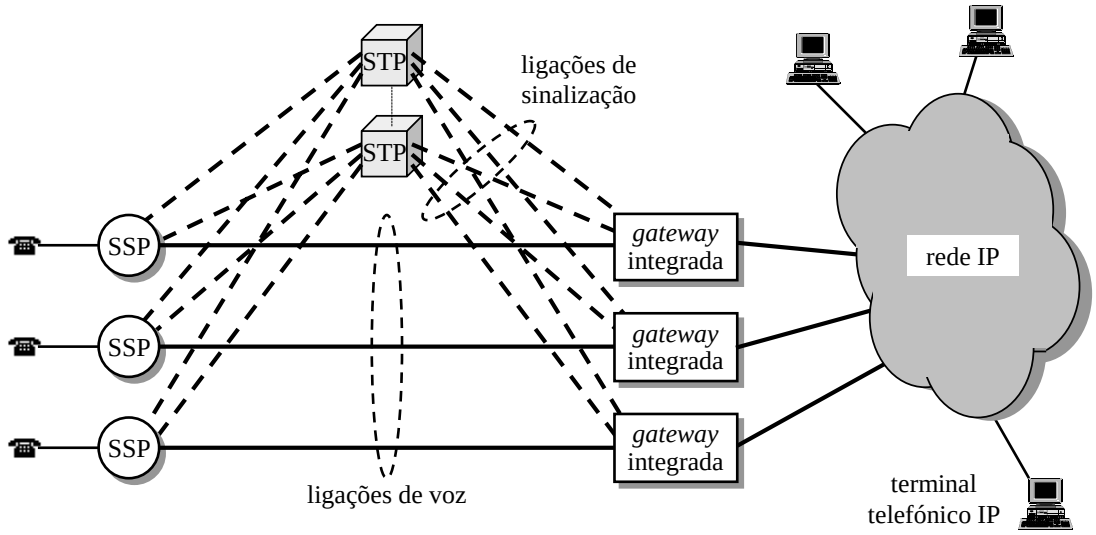
– optimização de custos possível

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

Interoperação entre PSTN e redes IP

Configurações de interoperação → exemplo de VoIP

Cenário 1 - *gateways* integradas

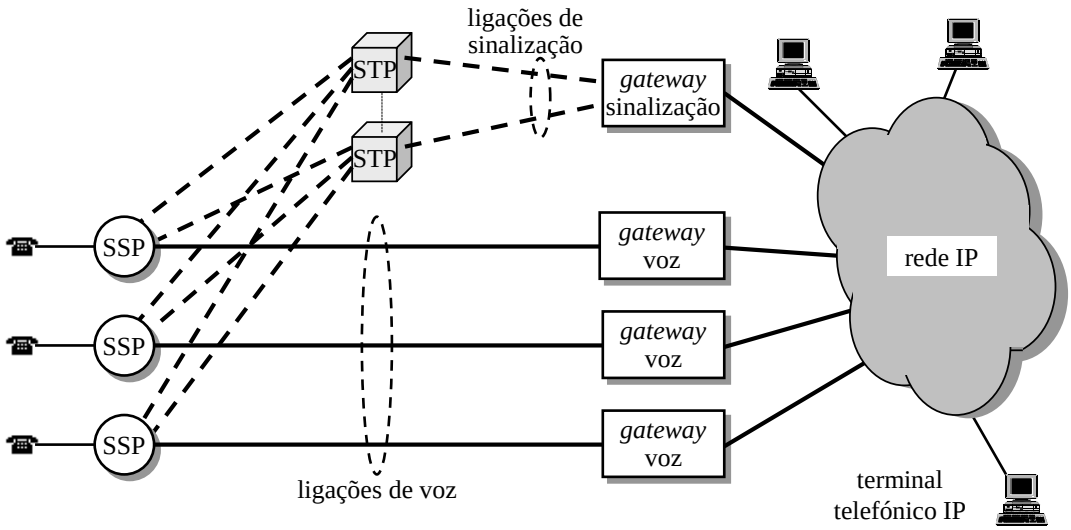


Interoperação com redes de voz sobre IP com *gateways* integradas

Interoperação entre PSTN e redes IP

Configurações de interoperação → exemplo de VoIP

Cenário 2 - *gateways* separadas



Interoperação com redes de voz sobre IP com *gateways* de voz e sinalização separadas

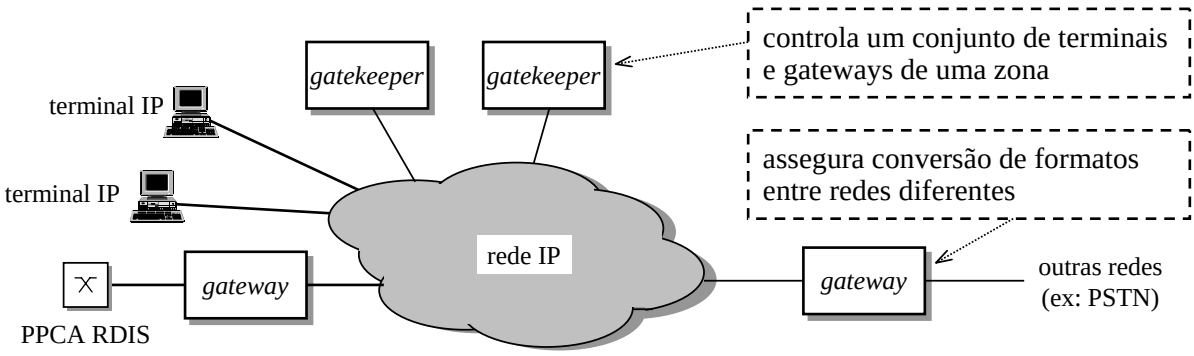
Interoperação entre PSTN e redes IP

Arquitectura ITU H.323

Caracterização

– especifica os componentes, protocolos e procedimentos que permitem comunicações multimédia (áudio, vídeo e dados) sobre redes de pacotes

– inclui normas para sinalização baseadas em Q.931, aplicáveis a VoIP



Arquitectura H.323, mostrando os principais componentes

Interoperação entre PSTN e redes IP

Arquitectura ITU H.323

Funções de *Gatekeeper*

– controlo de registo e admissão de terminais e gateways

– translação de endereços para encaminhamento; exemplos:

- translação identificador H.323 (como user@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)

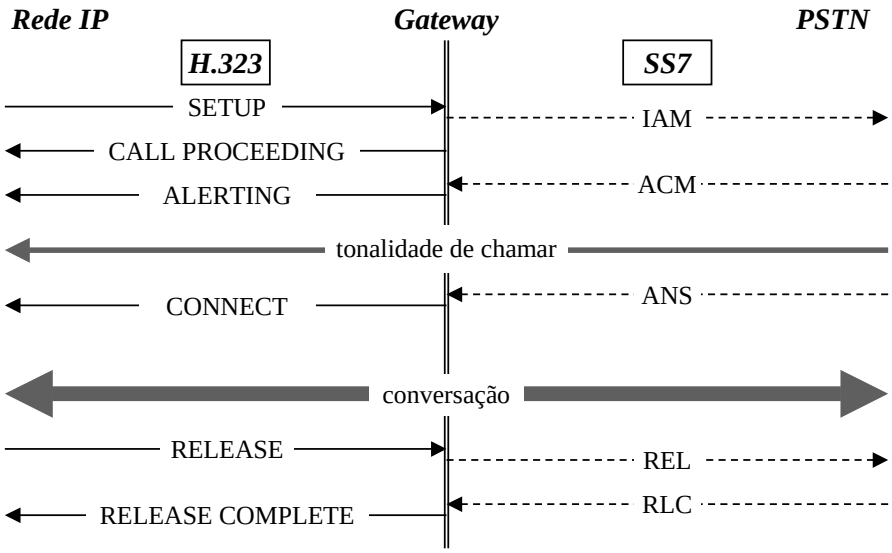
– conversão de formatos de *media* das duas redes; exemplo:

- conversão codificação voz G.723.1 (5,3/6,3 kbit/s) ↔ G.711 (64 kbit/s)

Interoperação entre PSTN e redes IP

Arquitectura ITU H.323

Estabelecimento e terminação de chamadas numa *gateway* PSTN - Rede IP

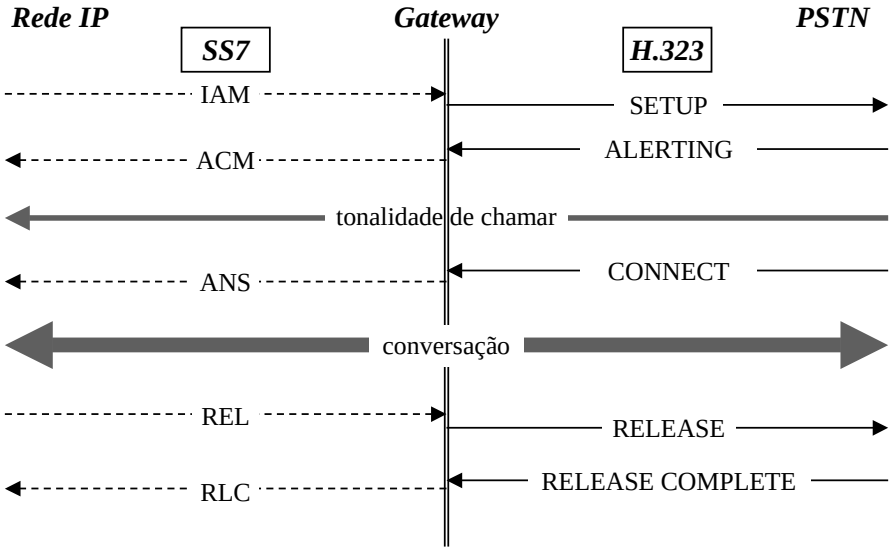


Exemplo de sinalização num procedimento de chamada iniciada na rede IP

Interoperação entre PSTN e redes IP

Arquitectura ITU H.323

Estabelecimento e terminação de chamadas numa *gateway* PSTN - Rede IP

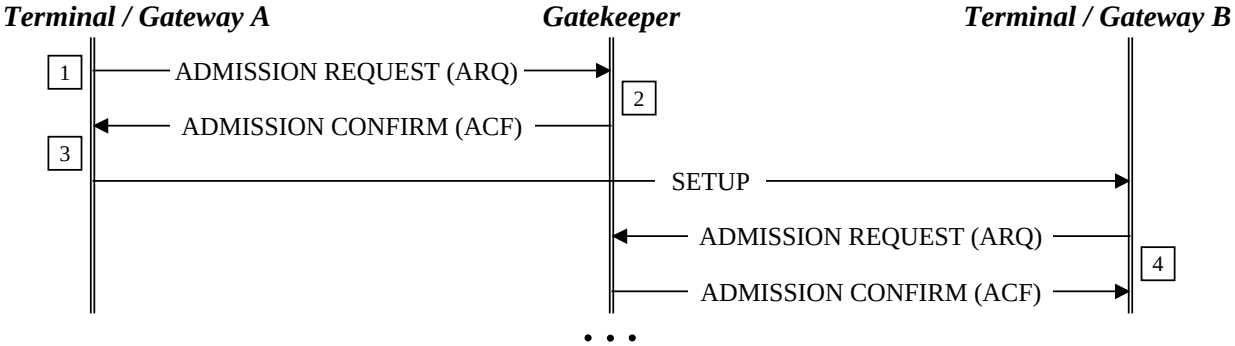


Exemplo de sinalização num procedimento de chamada iniciada na rede telefónica comutada

Interoperação entre PSTN e redes IP

Arquitectura ITU H.323

Admissão numa *gatekeeper*



1. Terminal / Gateway A pede permissão para ligar a Terminal / Gateway B
2. Gatekeeper verifica que o Terminal / Gateway B está registado e confirma a admissão da chamada indicando o endereço do Terminal / Gateway B
3. Terminal / Gateway A recebe confirmação e envia SETUP para Terminal / Gateway B
4. Repete-se o procedimento de admissão para o Terminal / Gateway B

• • •

Exemplo de procedimento de admissão de uma chamada na rede IP

Interoperação entre PSTN e redes IP

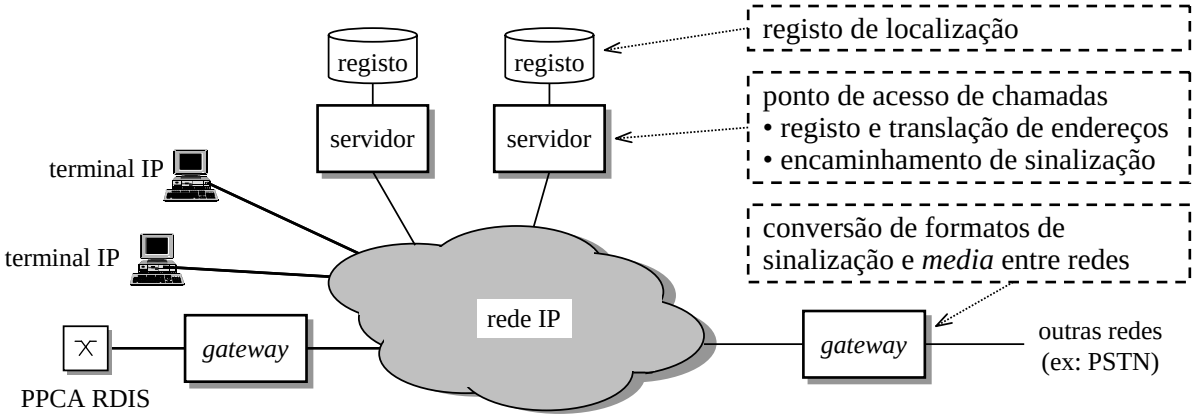
Arquitectura SIP - *Session Initiation Protocol*

Caracterização

– SIP: protocolo de sinalização estabelecido pelo IETF para redes IP

– baseado em codificação textual (como HTTP, SMTP, etc.)

– adoptado em sistemas móveis de 3ª geração suportados em IP



Arquitectura SIP, mostrando os principais componentes

Interoperação entre PSTN e redes IP

Arquitectura SIP - *Session Initiation Protocol*

Mensagens SIP

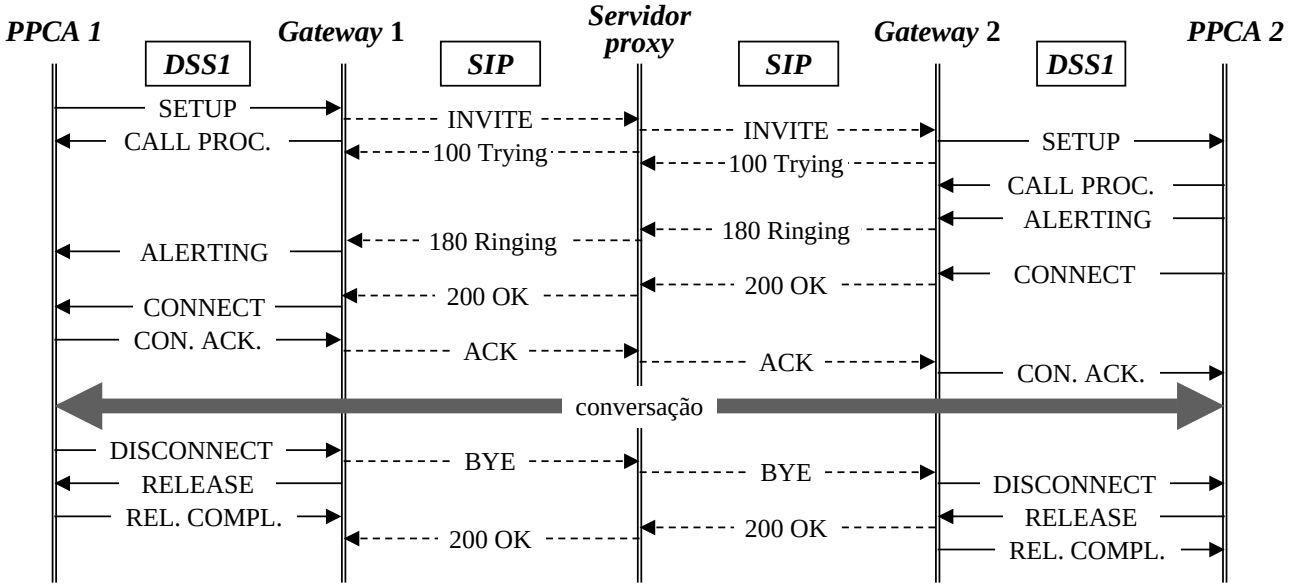
Tipo		Mensagem (*)	Função
Pedido		*INVITE*	Pedido para participação numa sessão de chamada
		ACK	Recebida a resposta final a um *INVITE*
		BYE	Indicação de terminação de uma chamada
		REGISTER	Pedido de registo do endereço de um utilizador
Resposta	Informação	*100 Trying*	Acção em curso, mas o utilizador ainda não foi encontrado
		180 Ringing	Encontrada uma localização registada do utilizador, que foi alertado
	Sucesso	*200 OK*	O pedido foi bem sucedido
	Redireccio-namento	*300 Multiple Choices*	O utilizador poderá ser encontrado num de vários endereços indicados
		301 Moved Permanently	O utilizador passou a utilizar o endereço indicado
		302 Moved Temporarily	O utilizador poderá ser encontrado no endereço indicado

(*) Indicado apenas um sub-conjunto de mensagens necessárias para estabelecer e terminar uma chamada simples

Interoperação entre PSTN e redes IP

Arquitectura SIP - *Session Initiation Protocol*

Estabelecimento e terminação de chamadas entre *gateways* PSTN - Rede IP

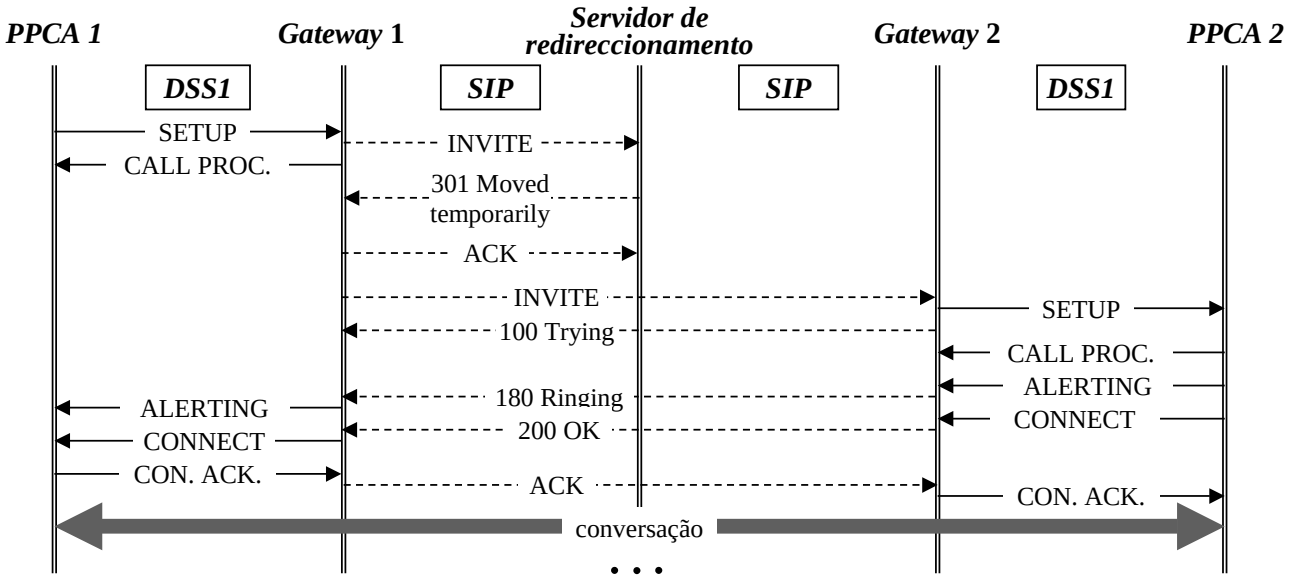


Exemplo de sinalização num procedimento de chamada envolvendo um servidor *proxy*

Interoperação entre PSTN e redes IP

Arquitectura SIP - *Session Initiation Protocol*

Estabelecimento e terminação de chamadas entre *gateways* PSTN - Rede IP



Exemplo de sinalização num procedimento de chamada envolvendo um servidor de *redireccionamento*