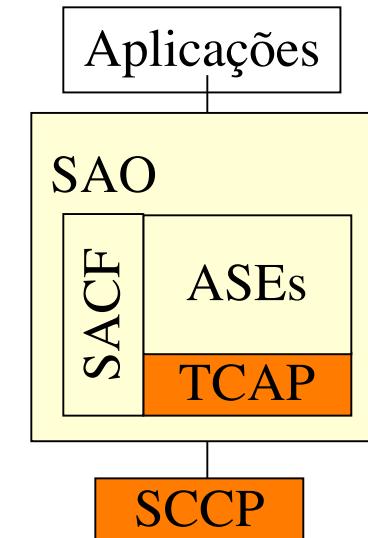
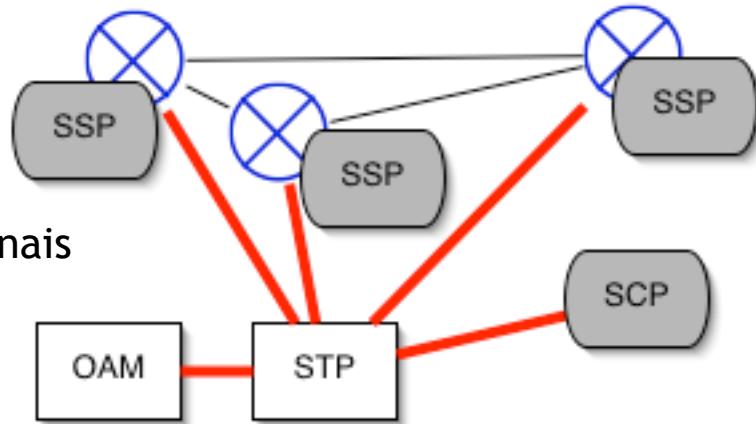


# Sinalização em redes de telecomunicações

- Necessidade e avaliação da sinalização
  - Sinalização na rede telefónica tradicional (PSTN) e IN
- Tipos de sinalização
  - Sinalização no lacete local
  - Sinalização entre nós comutadores (centrais)
- Redes e sistemas de sinalização normalizados
  - Sistema de sinalização n.o 6 e n.o 7 (SS7)

# Motivações e Aplicações: Plano físico na IN

- O plano físico identifica as entidades físicas que implementam as entidades funcionais e os protocolos que permitem a troca de informação entre as entidades físicas.
- As relações existentes entre as entidades funcionais são:
  - SCF-SSF (D)
  - SCF-SRF (E)
  - SCF-SDF (F)
  - São relações do tipo pergunta-resposta ou notificação
- Quando as entidades funcionais se encontram implantadas em entidades físicas distintas o fluxo de informação definido no plano funcional repartido é implementado no plano físico pelo protocolo de aplicação de rede inteligente: *INAP (Intelligent Network Application Protocol)*.
- O INAP utiliza para o seu transporte o SS7, sendo as suas mensagens encapsuladas em mensagens do protocolo *TCAP (Transaction Capabilities Application Protocol)* que por sua vez utiliza o SCCP: Signalling Connection Control Part do SS7.

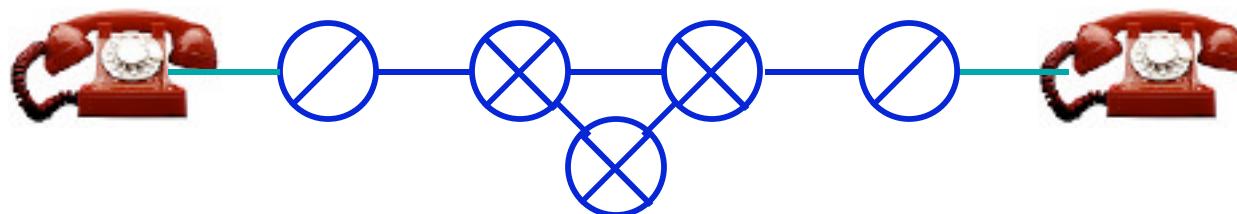


# Funcionalidade e evolução da sinalização

- Necessidades e evolução
  - Até 1890: aviso do operador na central de comutação de um pedido de chamada
  - De 1890 (Strowger) a 1976: estabelecimento (comutação) e aviso de chamadas, taxação.
    - (1950 - Introdução da *direct distance dialing - DDD*)
    - (1960 - Introdução da *international direct distance dialing - IDDD*)
  - Desde 1976: digitalização total: sinalização por canal comum
    - Separação entre os circuitos da chamada e de sinalização
    - Serviços suplementares (ex. Identificação do chamador)
    - Suporte para a troca de fluxos de informação entre elementos da IN
    - Suporte para a sinalização de/para redes móveis (MAP e CAP são transportados sobre SS7)

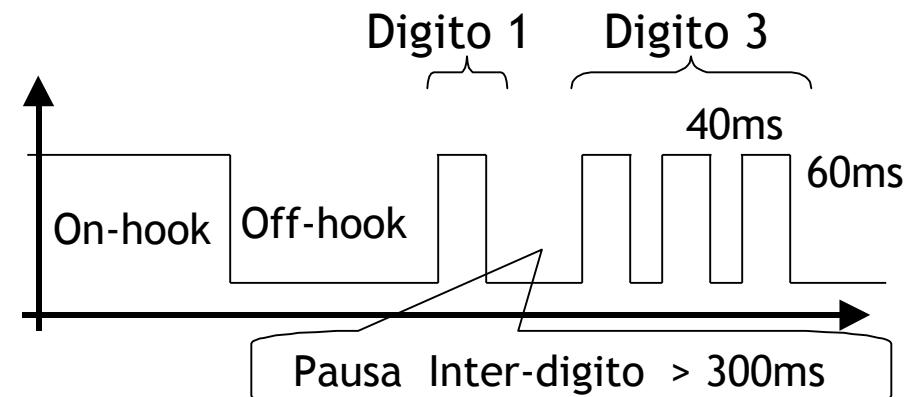
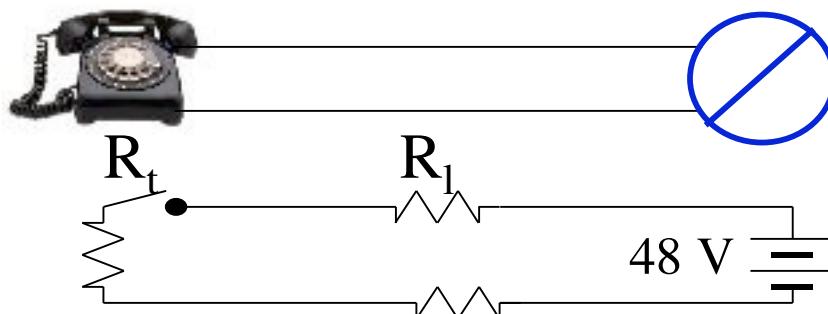
# Tipos de sinalização

- Sinalização entre o terminal do assinante e o seu nó de comutação (*subscriber signaling*):
  - Marcação por lacete
  - Marcação por multifrequência
  - Sistema de sinalização digital do assinante (DSS)
- Sinalização entre nós comutadores (*interchange signaling*):
  - Sinalização por canal associado
  - Sinalização por canal comum
    - Sistemas de sinalização n.o 6 e n.o 7 (SS7)

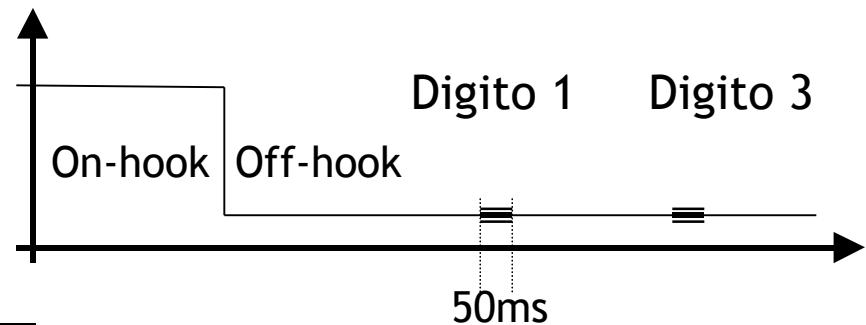
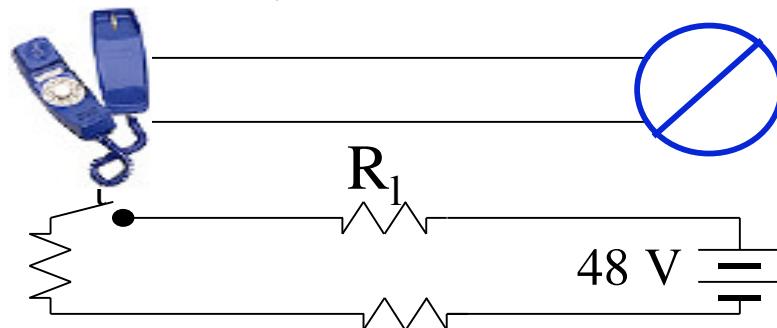


# Sinalização entre o terminal do assinante e o seu nó de comutação

- Sinalização por lacete



- Sinalização por multifrequência (DTMF)

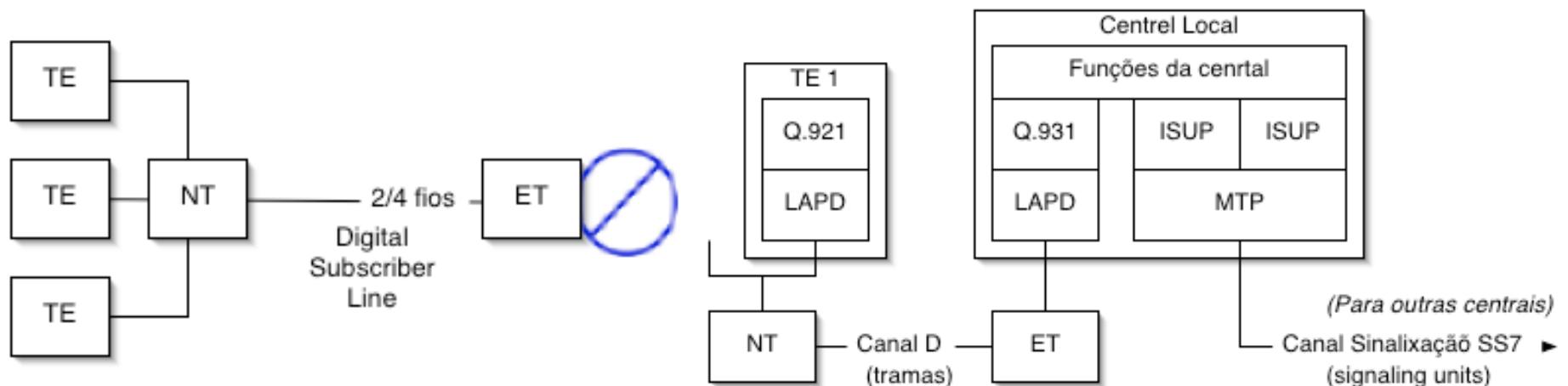


	F1	F2	F3	F4
f1	1	2	3	A
f2	4	5	6	B
f3	7	8	9	C
f4	*	0	#	D

$$\begin{array}{ll} F1 = 1209 \text{ Hz} & f1 = 697 \text{ Hz} \\ F2 = 1336 \text{ Hz} & f2 = 770 \text{ Hz} \\ F3 = 1447 \text{ Hz} & f3 = 852 \text{ Hz} \\ F4 = 1633 \text{ Hz} & f4 = 941 \text{ Hz} \end{array}$$

## Sinalização entre o terminal do assinante e o seu nó de comutação (DSS n.o 1)

- Sinalização digital no lacete local
    - Introduzida com a RDIS (entre o assinante RDIS a sua central local)
    - Capacidade da DSL (acesso básico 2B+D): 144kbps
      - $144\text{kbps} = (2*\text{B channel}) 2*64\text{kbps} + (\text{D channel}) 16\text{kbps}$
    - Canal D usado (normalmente) para sinalização utilizando a norma DSS1,
    - Digital Subscriber Signaling 1 - sistema de sinalização orientado às mensagens
    - Arquitectura de dois níveis: ligação de dados (LAPD) e rede (Q.931)
      - LAPD: O canal D suporta vários *data link connections* simultaneas
        - Tramas: endereçamento, tipo de trama (I, S, U), controlo de erros
      - Q.931: Diferentes tipos de mensagens estabelecimento, progresso, terminação de chamadas; e acções durante a chamada

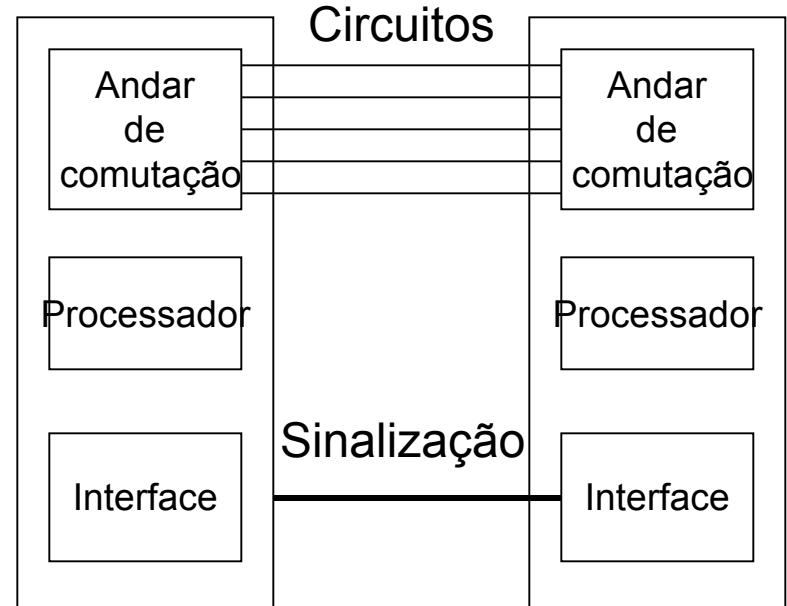


# Sinalização entre centrais: canal associado

- Unica forma de sinalização entre centrais até 1976
- Existente conjuntamente com diferentes tipos de multiplexagem (FDM, TDM) e transmissão (análogica e digital)
- Na sinalização por canal associado existe um canal de sinalização reservado para cada circuito de voz, usualmente partilhando (associado) ao canal de voz,
- As funções da sinalização por canal associado são:
  - A sinalização de linha cuja principal função é estabelecer uma ligação e supervisionar a mesma depois de estabelecida.
  - A sinalização entre registadores destinada à transmissão de toda a informação numérica.
- A sinalização pode ser:
  - Por lacete ou equivalente, utilizando um circuito dedicado
  - Por frequência na banda, se for usada a gama dos 300-3400Hz aproveitando os amplificadores de voz, exemplo CCITT nº4 2040-2400Hz para sinalização de linha e entre registadores bidirecional.
  - Por frequência fora da banda se estiver fora da faixa dos 300 aos 3400Hz

# Sinalização entre centrais: canal comum

- Na sinalização por canal comum um canal de sinalização é partilhado por vários circuitos de voz
- Principais características:
  - Diminuição do nº de circuitos
  - Aumento da velocidade na interacção com o processador
  - Informações mais ricas
  - Melhoria nos tempos de resposta
  - Melhoria na fiabilidade e menos possibilidade de fraude
  - Melhor interface com os órgãos de controlo
  - Evita interferências
  - Redução de custos de instalação e exploração e manutenção.



- Desvantagens:
  - Não há teste automático do canal de voz
  - Falhas no canal de sinalização afectam um grande nº de circuitos

# Sinalização canal comum: conceitos

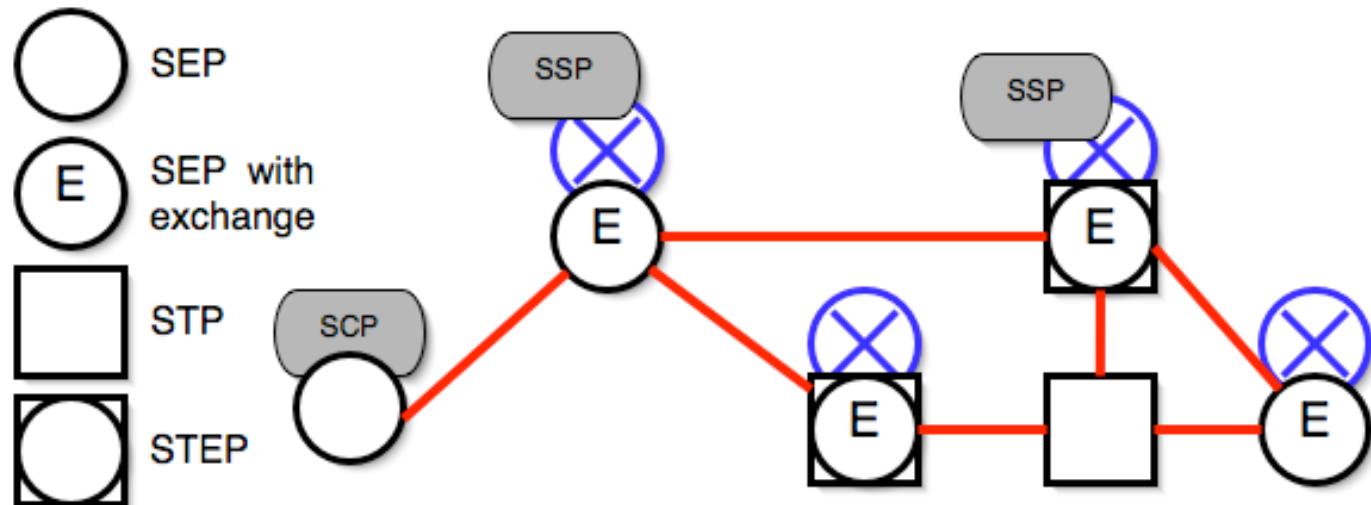
- Aparecimento do conceito de rede de sinalização (“paralela” à rede de transmissão usada para os “dados” do serviço)
- Rede sinalização composta por:
  - **Pontos de sinalização (signaling point - SP)**: entidade na rede de sinalização à qual estão ligado(s) circuito(s) de sinalização
    - Tipos de pontos de sinalização

**Signaling end point - SEP**: ponto extremo num caminho de sinalização (gera e consome informação de sinalização).

Alguns pontos extremos de sinalização podem acumular essa função com a função de comutadores na rede de circuitos de troncas, mas não necessariamente (e.g., um SCP).

**Signaling transfer point - STP**: ponto de sinalização intermédio num caminho de sinalização cuja função é apenas a transferência de mensagens

**Signaling transfer and end point - STEP**: ponto de sinalização que é um ponto extremo numas relações de sinalização e um ponto de transferência noutras

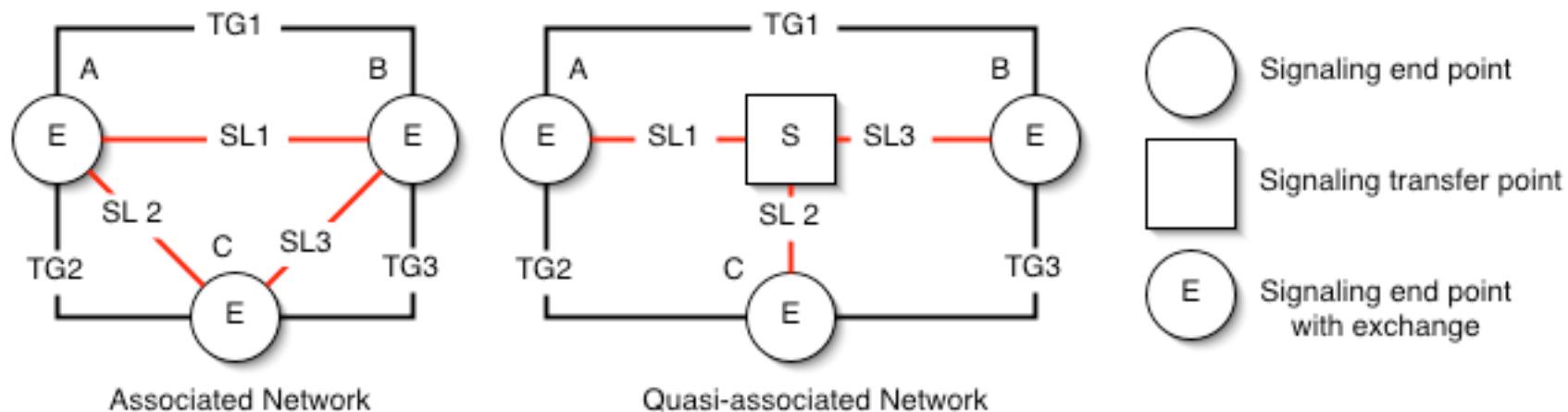


# Sinalização canal comum: conceitos

- **Ligaçāo de sinalizaçāo (*signaling link*):** Infraestrutura de transporte bidireccional que interliga dois nós da rede de sinalizaçāo, pontos de sinalizaçāo adjacentes (SP). Normalmente operam em partilha de carga - redundância. Definidas pelos níveis 1 e 2 do MTP.
- **Feixe de ligaçōes de sinalizaçō (signaling link set):** Conjunto de ligaçōes de sinalizaçō que interligam dois SP utilizados como um módulo operando (normalmente) em regime de partilha de carga).
- **Relaçō de sinalizaçō (signaling relation):** existe entre quaisquer dois pontos extremos de sinalizaçō (signaling end points) que necessitem de trocar informação de sinalizaçō entre si.  
Diz-se que existe uma relação de sinalizaçō entre dois SEP se for possível estabelecer comunicação entre os User Part correspondentes.
- **Rota de sinalizaçō (signaling route):** Caminho pré-determinado (sucessão de ligaçōes e pontos de transferência de sinalizaçō - STP), percorrido por uma mensagem de sinalizaçō entre o SEP origem e o SEP destino para uma dada relação de sinalizaçō.
- **Grupo de ligaçōes de sinalizaçō (signaling link group):** Conjunto de ligaçōes de sinalizaçō com as mesmas características dentro de um feixe (por exemplo a cada conjunto corresponde uma relação de sinalizaçō com características diferentes).

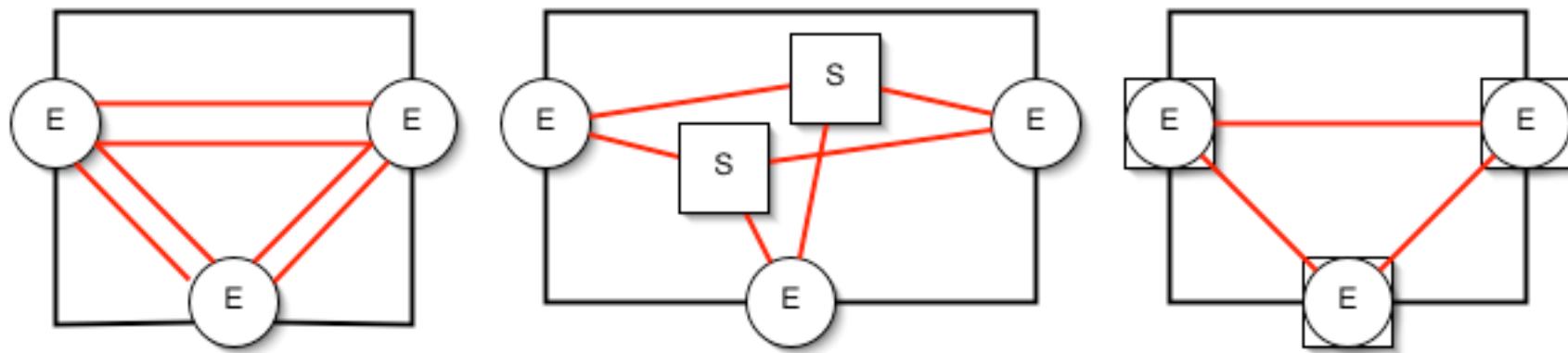
# Modos de sinalização por canal comum

- *O modo de sinalização classifica a associação entre o caminho percorrido por uma mensagem de sinalização e a relação de sinalização a que diz respeito*
  - *Modo associado*: cada rota corresponde a uma ligação de sinalização à qual está *associada* uma relação de sinalização. A ligação de sinalização SL1 corresponde à relação A,B e só transporta a informação de sinalização correspondente aos circuitos de TG1 (as mensagens para uma dada relação de dois SP adjacentes são transferidas através do feixe directo que os interliga)
  - *Modo quasi-associado*: o caminho seguido por uma mensagem para uma dada relação de sinalização é constituído por duas ou mais ligações em *tandem* (passando por um ou mais STP). Este caminho é fixo em cada instante. Cada ligação de sinalização transporta informação de sinalização respeitante a várias ligações.



# Redundância e balanceamento de carga na sinalização por canal comum

- **Redundância** necessária por forma a que falhas num circuito de sinalização não afectem um grande número de circuitos
- **Balanceamento de carga** necessário por forma a que o desempenho do sistema se mantenha em níveis aceitáveis em situações de elevado trágefo de sinalização em algumas ligações
- Técnicas:
  - Utilização de feixes de ligações de sinalização
  - Utilização de grupos de ligações de sinalização
  - Utilização de pontos de sinalização terminais como pontos de transferência



# Normalização da sinalização por canal comum

- Necessidade de normalização por forma a ser possível a interligação de sinalização entre diferentes redes
- Na sinalização por canal comum um canal de sinalização é partilhado por vários circuitos de voz
- A sinalização nº 6 e a nº7 do CCITT.
  - Nestes sistemas são considerados 4 níveis funcionais:
    - *O nível de ligação*- constituído pelo suporte físico de transmissão e respectivas terminações
    - *O nível função de canal comum*- responsável pela gestão da troca de informação. Este nível implementa as funções de delimitação de tramas, sincronização, detecção e correcção de erros.
    - *O nível de orientação de mensagens* - responsável pelo encaminhamento das mensagens de e para o respectivo subsistema de utilizador, e pela gestão da rede.
    - *O nível do subsistema de utilizador* - diferentes instâncias adequadas às aplicações de diferentes redes (PSTN, ISDN, IN)
  - A informação é trocada sobre a forma de mensagens ("pacotes") com um nº variável de campos, como por exemplo:
    - Informação útil (e.g., origem, destino e dados)
    - Dados de sincronização e numeração de controlo.
    - Informação redundante destinada à detecção e correcção de erros

# Sistemas de sinalização SS6 e SS7

## *O Sistema de Sinalização n.o 6*

- O sistema de sinalização nº 6 foi definido em 1972 para a rede internacional utilizando canais a 2.4 kbit/s para aplicações analógicas (no que respeita ao transporte das chamadas).
- Posteriormente surgiram versões a 4 e 56 kbit/s para aplicações digitais bem como extensão a redes nacionais.
- As mensagens são de tamanho fixo e relativamente pequeno, 28 bytes

## *O Sistema de Sinalização n.o 7*

- O sistema de sinalização nº7 do CCITT foi desenvolvido entre 1980 e 1983 com a possibilidade de operar tanto a nível nacional como internacional (*Yellow Book* em 1981)
- Prevê a sua aplicação em redes digitais e analógicas.
- As mensagens são de comprimento variável o que se traduz numa optimização de recursos.

# Sistema de sinalização SS7

## *O Sistema de Sinalização n.o 7*

- O Sistema de sinalização n° 7 é um sistema de sinalização por canal comum universal e normalizado a nível internacional.
- Consiste num protocolo de comunicação de dados para transferência fiável de informação entre processadores numa rede de telecomunicações.
- Responde não só às necessidades de sinalização para os serviços telefónicos mas também para outros serviços em redes de telecomunicações (e.g., a IN e na interligação de redes moveis)

## *Objectivos do Sistema de Sinalização n.o 7*

- Optimizada para operar em redes digitais de telecomunicações em conjunto com centrais SPC (controladas por computador).
- Capaz de responder às necessidades actuais e futuras de transferência de informação em redes de telecomunicações, para o controlo de chamada, sinalização, gestão e manutenção.
- Capaz de assegurar uma correcta troca de informação, sem erros nem duplicações

# Sistema de sinalização SS7

## *Outras características do Sistema de Sinalização n.o 7*

- Sistema de sinalização por canal comum com um vasto campo de aplicação não limitada à sinalização telefónica.
- Implementa uma rede para sinalização entre nós de uma rede de telecomunicações que não é mais do que uma rede de dados que pode também ser utilizada para outros fins
  - Funcionalidades de ligação de dados (controlo erros/fluxo) e rede (encaminhamento)
- Existência de diversos tipos de utilizadores da rede de sinalização comum, com funções muito diferentes, admitindo a existência de novos utilizadores que venham a ser definidos para aplicações particulares
  - Associado à existencia de diferentes implementações do *User Part*
- Sistema de Sinalização modular flexível que permite ser configurado de acordo com a aplicação ou aplicações a que se destina

# Sistema de sinalização SS7

## *Características gerais/requeridas para o sistema SS7*

- Rede de comutação de mensagens
- Alta disponibilidade:
  - Redundância de ligações
  - Mecanismos integrados de gestão da rede
- Alta fiabilidade:
  - Detecção de erros
  - Correcção de erros
  - Reencaminhamento automático em caso de falha
- Versatilidade
  - Estrutura dependente da aplicação pretendida

## *Componentes da rede*

- Pontos de sinalização ( Signalling Points - SP)
- Ligações de Sinalização (Signalling Links - SL)

\*As ligações de sinalização ligam os pontos de sinalização.

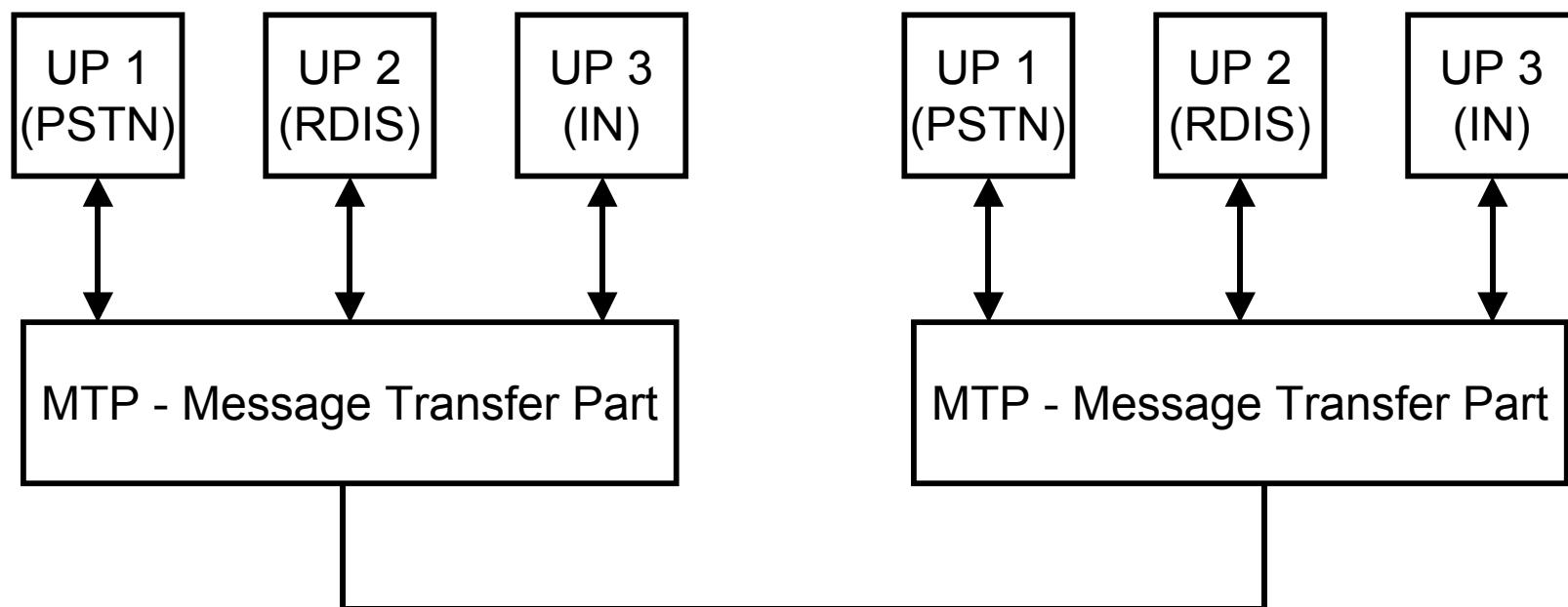
# Sistema de sinalização SS7

## *Campos de aplicação do Sistema de Sinalização n.o 7*

- Sinalização na rede telefónica tradicional -PSTN
- Sinalização não relacionada com o controlo do circuito. Permite troca de informação entre as duas centrais no extremo de uma chamada, (ex: informação que a chamada foi redireccionada, identificação de assinante).
- Sinalização para a RDIS
- Sinalização de/para redes móveis
- Transferência de informação entre nós de redes de telecomunicações e centros especializados do processamento de dados para controlo de serviços ou tratamento de informação administrativa.
- Transferência de informação entre de redes e centros de operação e gestão de rede

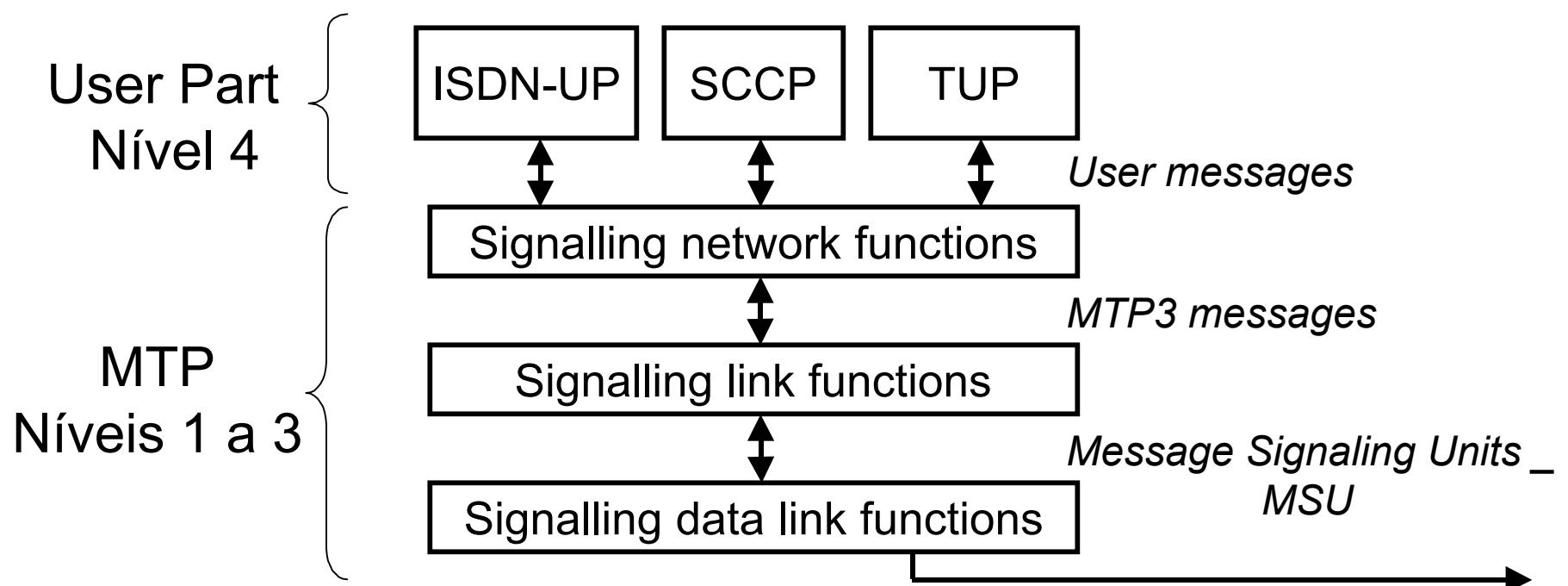
# Arquitectura do SS7

- Composta por dois blocos funcionais
  - MTP- Message Transfer Part que implementa um sistema flexível de transporte de informação entre 2 nós da rede de sinalização.
  - User Parts - entidade funcional utilizadora da rede de sinalização, instâncias adaptadas às necessidades de cada tipo de rede.



# Hierarquia protocolar do SS7: níveis funcionais

- **Nível 1** (Signalling data link) - Suporte do canal de sinalização. Define as características físicas, eléctricas e funcionais das ligações de dados de sinalização.
- **Nível 2** (Signalling link) - Define as funções e procedimentos para a transferência de mensagens numa ligação de sinalização. Virtualiza o canal físico. Em conjunto com o nível 1 suporta uma ligação fiável entre dois nós da rede.
- **Nível 3** - Define as funções de rede comuns às diferentes ligações de sinalização Signalling Network Functions.
- **Nível 4** - É constituído pelos diferentes utilizadores da rede de sinalização (User Part). Cada um destes utilizadores define funções e procedimentos próprios de acordo com as suas características.

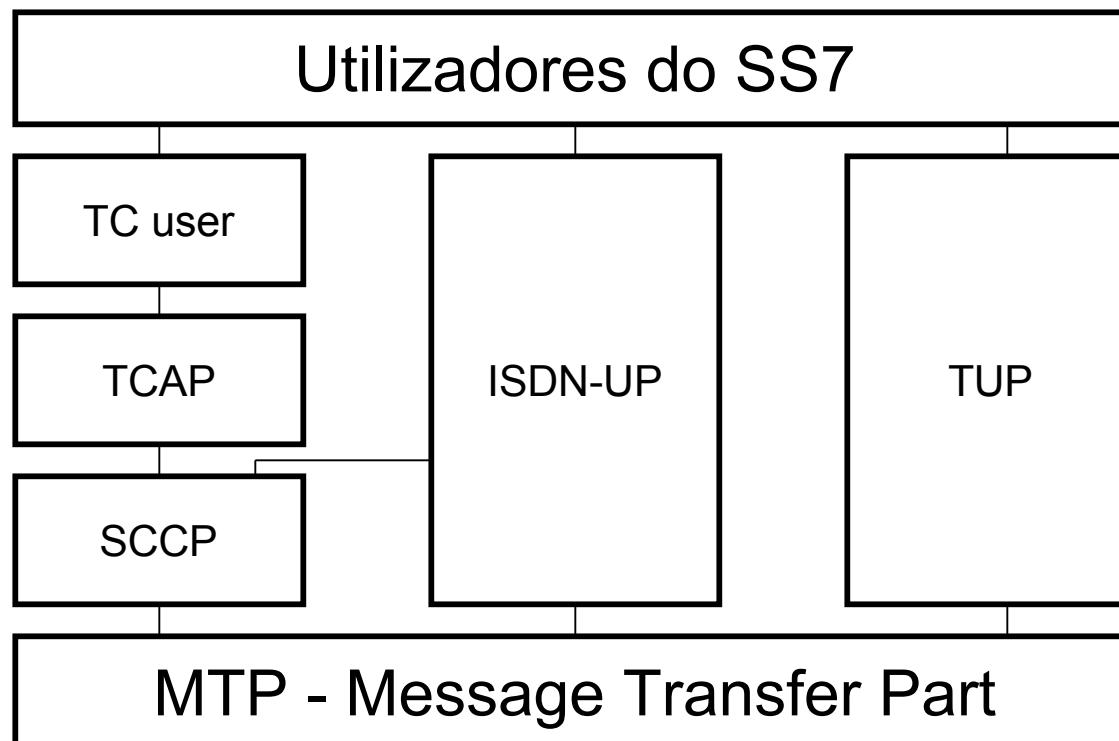


# Exemplos de instâncias no *User Part*

- TUP (Telephone User Part): Define as funções de sinalização necessárias para utilizar o SS7 como sistema de sinalização da rede telefónica internacional.
- ISUP (ISDN User Part): Define as funções necessárias para o fornecimento de serviços comutados e “User Facilities” para aplicações vocais e não vocais numa RDIS.
- DUP (Data User Part) Rec. X61 para controlo de circuitos comutados de dados entre centrais (muito pouco usado).
- SCCP (Signalling Connection Control Part): Tem funções adicionais ao MTP para permitir o fornecimento de serviço quer não orientados à ligação quer orientados à ligação na rede de sinalização fornecendo funções adicionais de encaminhamento

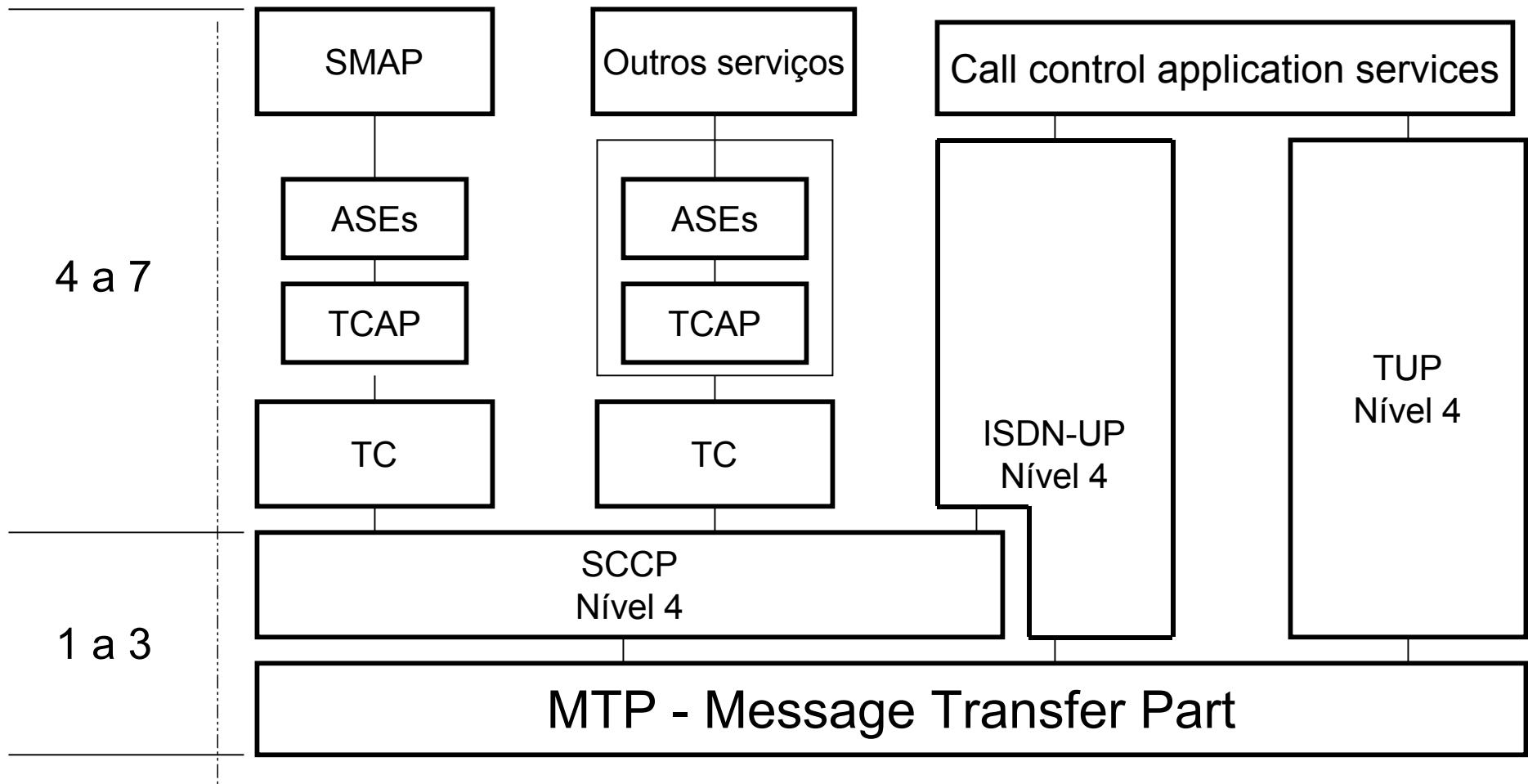
# Exemplos de utilizadores do SCCP

- ISUP (ISDN User Part): Usa o SCCP para sinalização ponto a ponto.
- TCAP (Transaction Capabilities Applications Part): Permite estabelecer comunicação para sinalização não associada a circuitos entre dois nós da rede (i.e., podem não ser comutadores ou nós do PSTN).  
Baseada num serviço não orientado à ligação fornecido pelo SCCP.



# Comparação entre o SS7 e o modelo OSI

## Níveis OSI



SCCP+MTP = NSP - Network Service Part: fornece os serviços definidos para os níveis 1 a 3 do modelo OSI

# Pontos de sinalização no SS7

- Entidades onde existem o MTP e/ou as User Parts do SS7.
- Podem ou não ser simultaneamente nós de outras redes. (ex: comutador telefónico - *exchange*).
- Um ponto de sinalização que só contenha a MTP é denominado: Ponto de transferência de sinalização (*Signalling Transfer Point - STP*).
- Um nó físico pode comportar mais do que um ponto de sinalização.
- Um ponto de sinalização é identificado por um código (point code - PC) único de 14 bits.
- Um ponto de sinalização pode funcionar nos seguintes modos:
  - Originante
  - Destinatário
  - Transferência (STP ou SP com função STP)

# Identificação de pontos de sinalização no SS7

- Os pontos de sinalização são identificados através de códigos de ponto (*point code*)
  - Pelo menos um nó em cada país deverá ter hipótese de funcionar como ponto de transferência para tráfego internacional, de forma a garantir flexibilidade total de encaminhamento.  
(Podem existir no máximo 8 por cada rede atribuída ao país - 3 bits V)

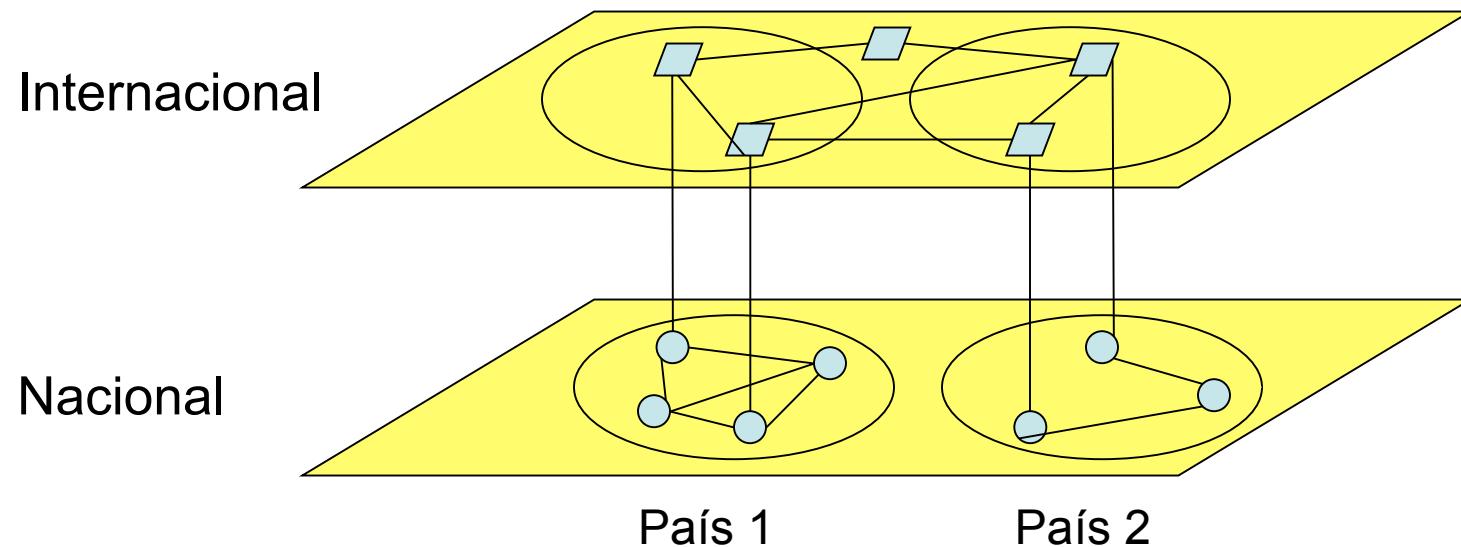
Código do ponto de sinalização internacional (CPSI)		
Z (3 bits)	U (8 bits)	V (3 bits)
Id. de zona	Id de rede	Id de ponto
(ou) Código da zona/rede de sinalização		

Z . Zonas Mundiais
Europa
América N C
Ásia
Oceânia
África
América Sul

Portugal	2-136 a 2-139
EUA	3-020 a 3-059
Ex URSS	2-100 a 2-119

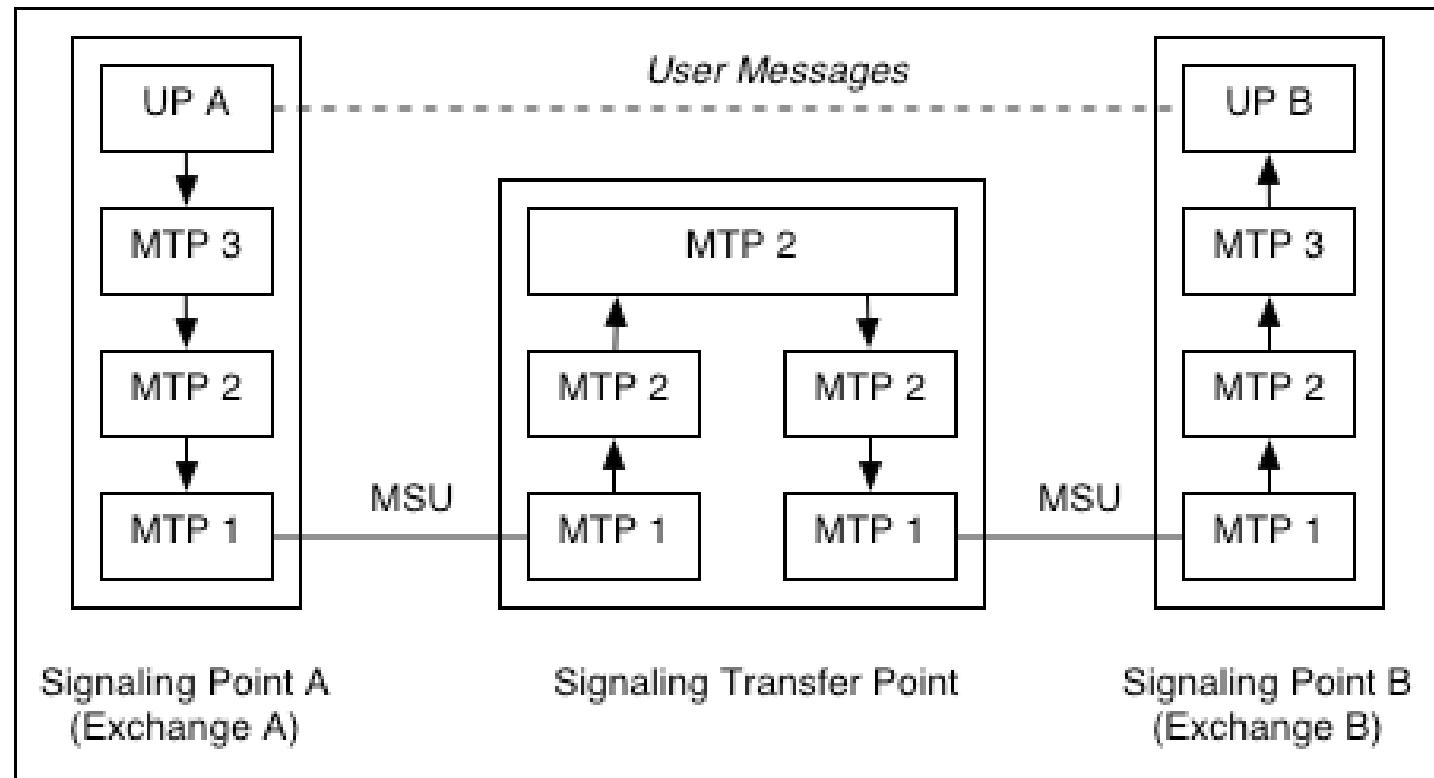
# Estrutura da rede de sinalização

- Existe uma independência estrutural entre a rede internacional e as redes nacionais, permitindo:
  - Uma gestão independente entre as redes nacionais e internacional
  - Uma atribuição independente dos Point Codes
  - Opções próprias das redes nacionais.



# Transferência de mensagens no SS7

- Formato, sequência, temporização e semântica de mensagens entre entidade pares definidas por **protocolos** (ex., TUP, TCAP)
- Utilização de serviços e encapsulamento de dados entre níveis no mesmo nó.
- Nós de transferência de mensagens (STP) apenas implementam o MTP
- *Semelhanças claras com outras redes de dados!*



# Estrutura e planeamento da rede de sinalização

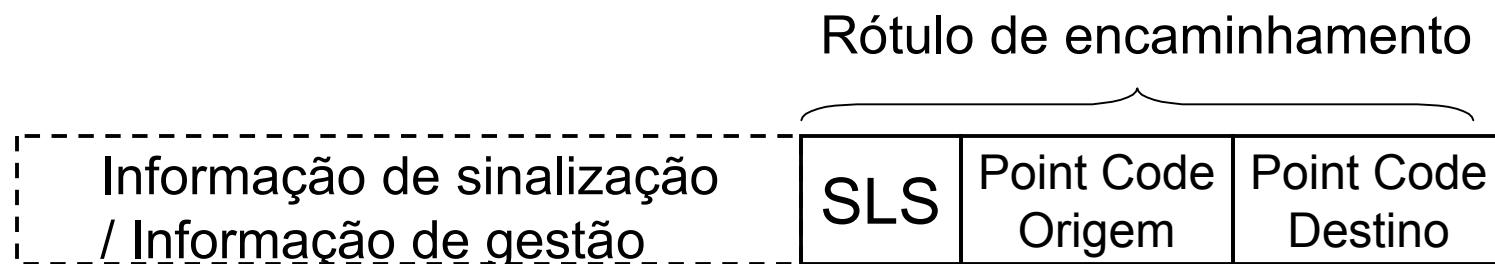
- A estrutura da rede de sinalização depende de:
  - Volume de sinalização (redundância)
  - Disponibilidade pretendida (fiabilidade)
  - Estrutura da rede de telecomunicações a controlar
  - Outros aspectos (ex: administrativos)
- Gestão da rede de sinalização
  - É independente da gestão da rede controlada
  - Existem meios automáticos incorporados no MTP
- O planeamento pode ter duas abordagens:
  - Planeamento com base nas relações de sinalização:
    - Rede largamente baseada no modo associado.
    - Estrutura muito próxima (ou idêntica) à rede controlada.
  - Planeamento na perspectiva da rede como um recurso comum capaz de satisfazer as necessidades de sinalização.
    - Rede largamente baseada no modo quase-associado
    - Estrutura independente da rede controlada
    - Melhor aproveitamento do potencial do sistema de sinalização
    - Uso de STPs - Uso de links comuns para relações com baixo volume sinal.
    - Desvantagem: Pode existir duplicação de mensagens em caso de falha
- *A capacidade da rede é sempre muito superior ao tráfego oferecido !*

# Estrutura e planeamento da rede de sinalização

- Existem alguns pontos recomendados a ter em atenção no planeamento da rede internacional, também aplicáveis às redes nacionais.
  - Minimização da utilização de ligações de sinalização via satélite.
  - Só devem existir dois STPs em cada relação de sinalização na rede internacional, este valor pode ser temporariamente superior em casos de falha.
  - Deve existir sempre redundância nas ligações de sinalização entre dois SP. O nº de ligações em partilha de carga depende de:
    - Tráfego total de sinalização
    - Disponibilidade de cada ligação individualmente
    - Disponibilidade pretendida entre dois SPs
    - Débito binário das ligações
  - Normalmente existem apenas duas ligações de sinalização entre 2 pontos com uma ocupação média de cerca de 15 a 20%. Deve existir sempre capacidade disponível para transportar o tráfego de outra(s) ligações em caso de falha e haver margens para suportar picos de tráfego.
  - A indisponibilidade de um conjunto particular de rotas de sinalização não deve exceder os 10 minutos/ano.

# Estrutura das mensagens de sinalização

- Uma mensagem de sinalização é um conjunto de informação definido nos níveis 3 (MTP) ou 4 (UP) e transferida como uma entidade pelo MTP.
- Informação comum a todas as mensagens:
  - Service Information Octet (SIO):
    - Identificação do utilizador que envia a mensagem
    - Indicação da rede a que pertence a mensagem
  - Etiqueta/rótulo de encaminhamento, (*routing label*)
    - Point Code de origem
    - Point Code de destino
    - Selector da ligação de sinalização ( a usar para partilha de carga)

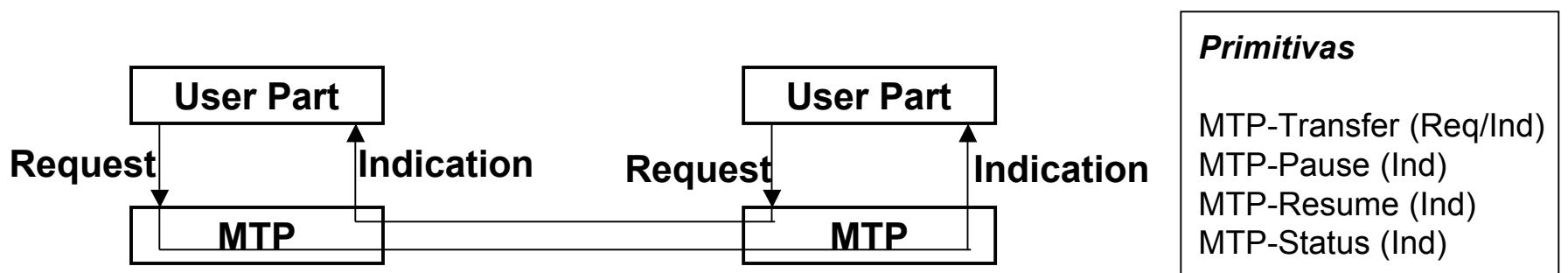


# Conjunto de recomendações ITU-T para o SS7

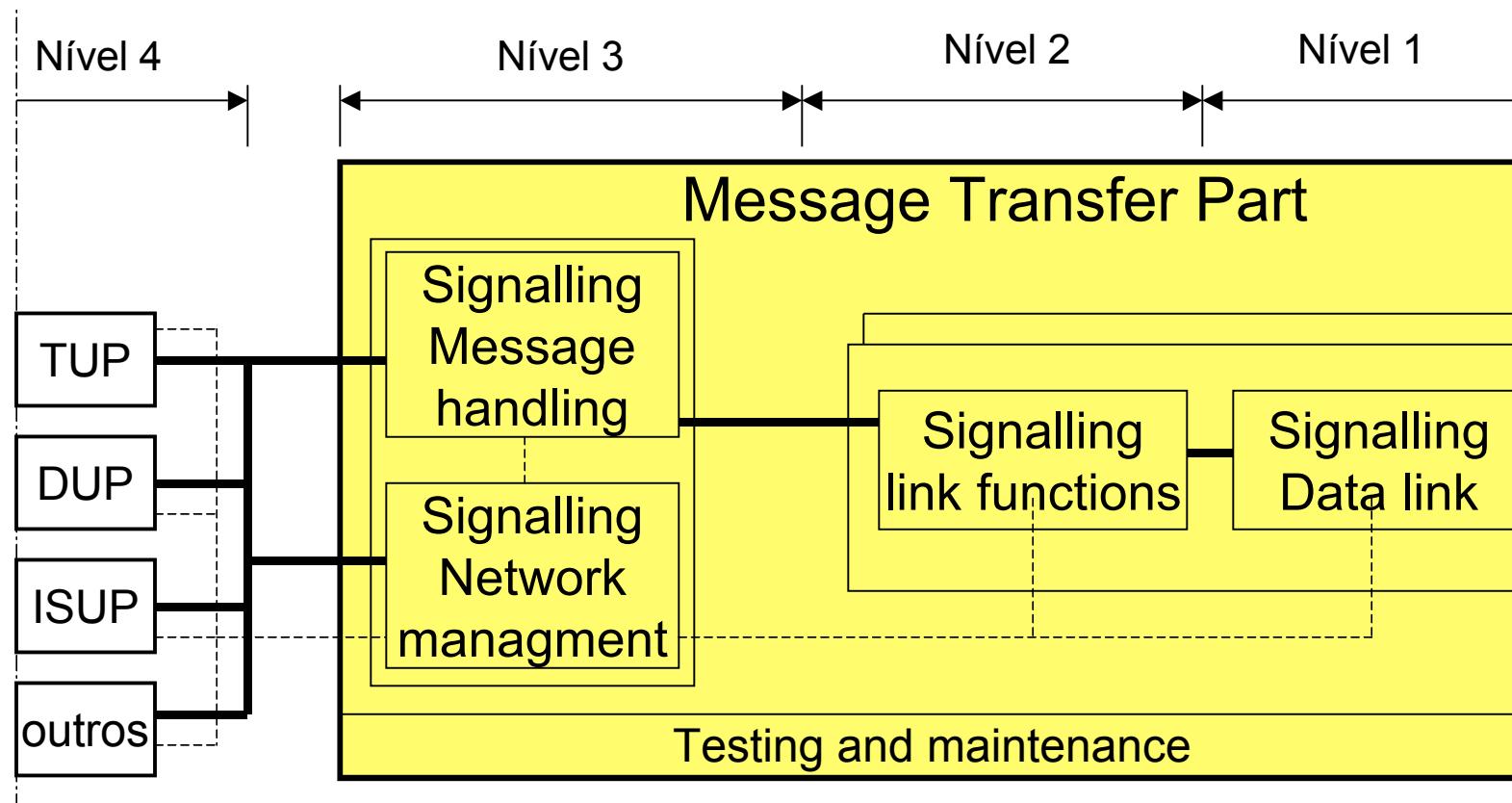
- Message Transfer Part: Q.701 a Q.704, Q.707 e Q.708.
- Telephone User Part: Q.721 a Q.725.
- ISUP: Q.761 a Q.764, Q.766, Q.767 Serviços.
- Data User Part: Q.741 (X.61).
- SCCP - Signalling Connection Control Part: Q.711 a Q.716.
- TC - Transaction Capabilities: Q.771 a Q.775.
- OMAP: Operation Maintenance and Administration Part: Q.750, Q.752 a Q.754, Q.795.
- Estrutura da Rede: Q.705
- Numeração dos “point codes”: Q.708.
- Especificações de Teste: Q.780 a Q.787.
- Monitorização da rede SS7: Q.752, Q.791.
- Outros: Q.709.
- Suplementares em ISDN: Q.730

# MTP: Message Transfer Part

- Implementa um sistema de transporte fiável para a transferência das mensagens de sinalização.
- Fornece um serviço similar ao de uma rede de comutação de pacotes. Cada mensagem é tratada individualmente e é autónoma (comutação de msgs).
- Inicialmente projectada tendo em vista as necessidades de sinalização para o serviço telefónico (alta disponibilidade e resistência a falhas).
- Para que seja possível a introdução fácil de novos tipos de utilizadores (*User Parts* do SS7) o seu interface com o nível superior é simples e bem definido.
- Não possui mecanismos para:
  - Assegurar a correcta sequência de mensagens no destino.
  - Segmentação e reconstrução de mensagens.
  - Controlo de ligações lógicas.
- Endereçamento limitado (endereço constituído apenas por *Point Codes*)
- Mensagens de tamanho varável (com máximo de informação de utilizador por mensagem: 272 bytes)



# Estrutura do *Message Transfer Part*



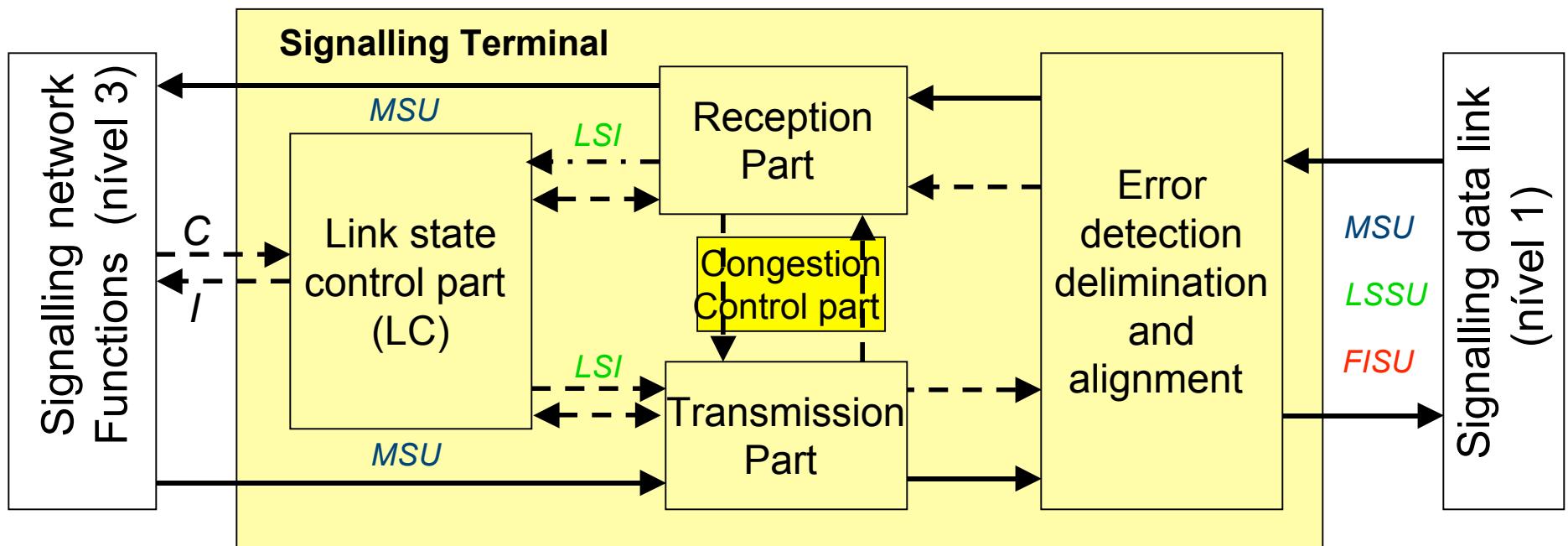
----- Controlos e indicações  
— Mensagens de sinalização

# Nível 1 - Ligação de dados de sinalização (*Signalling data link*)

- Suporte de uma ligação de sinalização (*signalling link*)
- Composto por um canal de transmissão e a interface ao terminal físico de sinalização.
- Canal bidireccional transparente operando em “full duplex” composto por canais de dados unidireccionais entre dois nós adjacentes.
- Dedicados para utilização do SS7.  
Normalmente estabelecido sobre meios de transmissão digitais
  - ex. slots num canal T1/E;
  - mas também pode utilizar meios analógicos.
- Em ligações digitais:
  - A taxa de débito binário não é fixa
    - Normalmente 64kbit/s
    - Mínimo para sinalização telefónica 4.8 kbit/s
  - Implementado por exemplo através de um *slot* em cada trama ou um bit em cada *slot*.

# Nível 2 - Ligação de sinalização (*Signalling link*)

- Define as funções necessárias para a transferência fiável de mensagens de sinalização entre dois nós adjacentes.
- Virtualiza uma ligação de sinalização (*signalling data link*).
- A informação é transferida em unidades de sinalização (*Signal Units*)
- Composto por:
  - Signalling data link - nível 1
  - Signalling terminal - executa funções do nível 2



# Funções do nível 2

- Delimitação de tramas
- Alinhamento das unidades de sinalização (sincronização)
- Detecção de erros
- Correcção de erros (por retransmissão)
- Monitorização da taxa de erros na ligação
- Alinhamento inicial da ligação (sincronização e qualidade da ligação)
- Controlo de fluxo (congestionamento do processador)

## **Tipos de unidades de dados no nível 2**

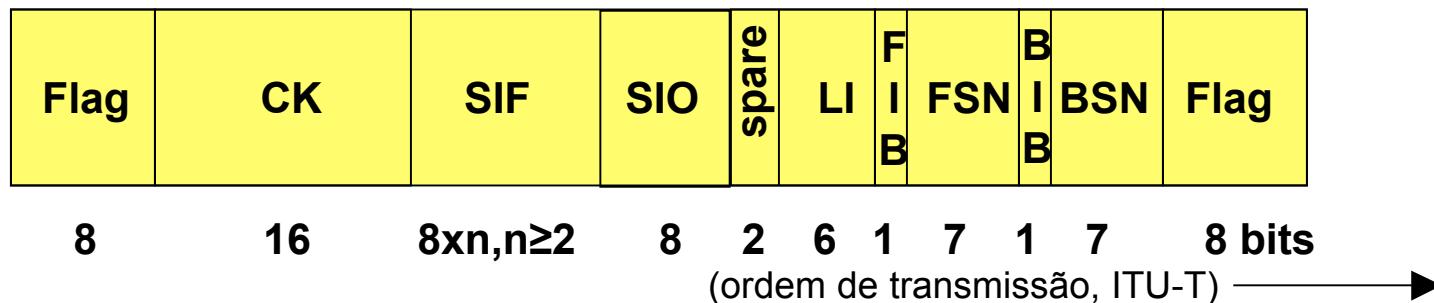
- Unidades de sinalização de Mensagem  
*MSU, Message Signal Units - (2 < LI <= 63). (= 63 indica >= 63 octetos)*
- Unidades de sinalização de Estado da ligação  
*LSSU, Link Status Signal Units- (LI = 1 ou 2).*
- Unidades de sinalização de enchimento  
*FISU, Fill-In Signal Units - (LI = 0).*

Todas as unidades de sinalização tem  
um número inteiro de bytes

Se LI = 63  
O comprimento pode ser até 272 bytes

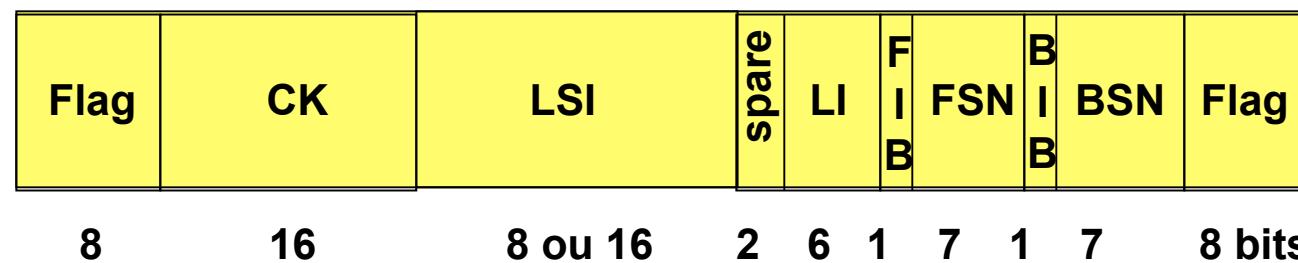
# Unidades de sinalização - MSU

- MSU - Unidades de sinalização de mensagem
  - São geradas pelo:
    - nível 3 mensagens de gestão de rede e teste
    - nível 4 - User Parts
  - transporta um máximo de 272 Bytes de informação de utilizador
- Campos do cabeçalho da MSU
  - *Flag*, = 01111110
  - *BIB* - Backward indicator bit
  - *BSN* - Backward sequence number
  - *FIB* - Forward indicator bit
  - *FSN* - Forward sequence number
  - *LI* - Length indicator,  $2 < LI < 64$
  - Mensagem de sinalização vinda do MTP3
    - *SIO* - Service Information Octet
    - *SIF* - Signalling Information Field
    - Ex: Initial Address Message (IAM), Release Message (REL)
  - *CK* - Check Block, campo detector de erros



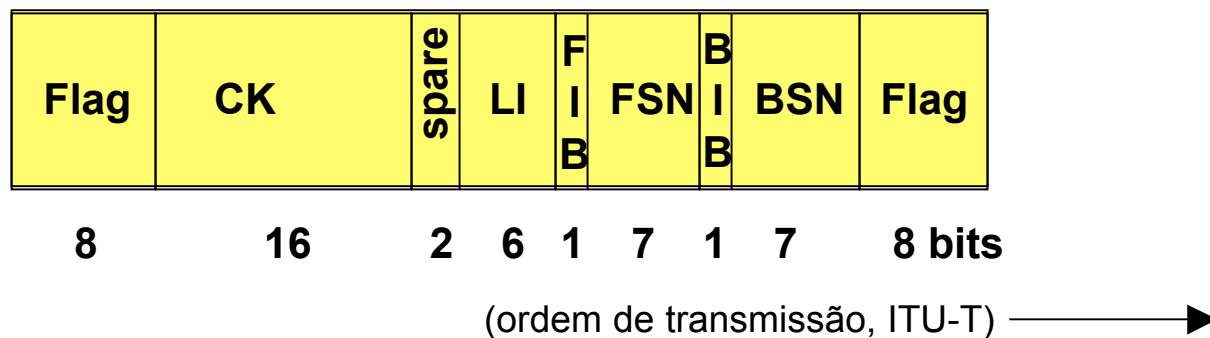
# Unidades de estado da ligação - LSSU

- *LSSU - Link state signaling unit*
  - São geradas pelo nível 2:
    - No alinhamento inicial da ligação
    - Durante o período de verificação da taxa de erros da ligação
    - Em casos de falha no terminal de sinalização
    - Em situações de congestão do nível 2
  - *LSI - Link State Information*: Transporta informação sobre o estado da ligação, exemplos:
    - Fora de serviço - SIOS
    - Fora de alinhamento - SIO
    - Alinhamento “Normal” - SIN
    - Alinhamento “Emergência” - SIE
    - Congestão - SIB
    - Estado de isolamento (Processor Outage) - SIPO



# Unidades de enchimento - *FISU*

- *FISU* - *Fill-in signaling unit*
  - Unidade de enchimento do canal de sinalização
    - Não representam uma fonte de congestionamento (o canal físico é dedicado exclusivamente para a sinalização)
  - São geradas pelo nível 2 quando não existem outras unidades de sinalização para transmitir.
  - Não transporta informação.
  - Serve para:
    - Monitorização contínua da taxa de erros na ligação.
    - Reconhecimento (acknowledge) de unidades de sinalização recebidas



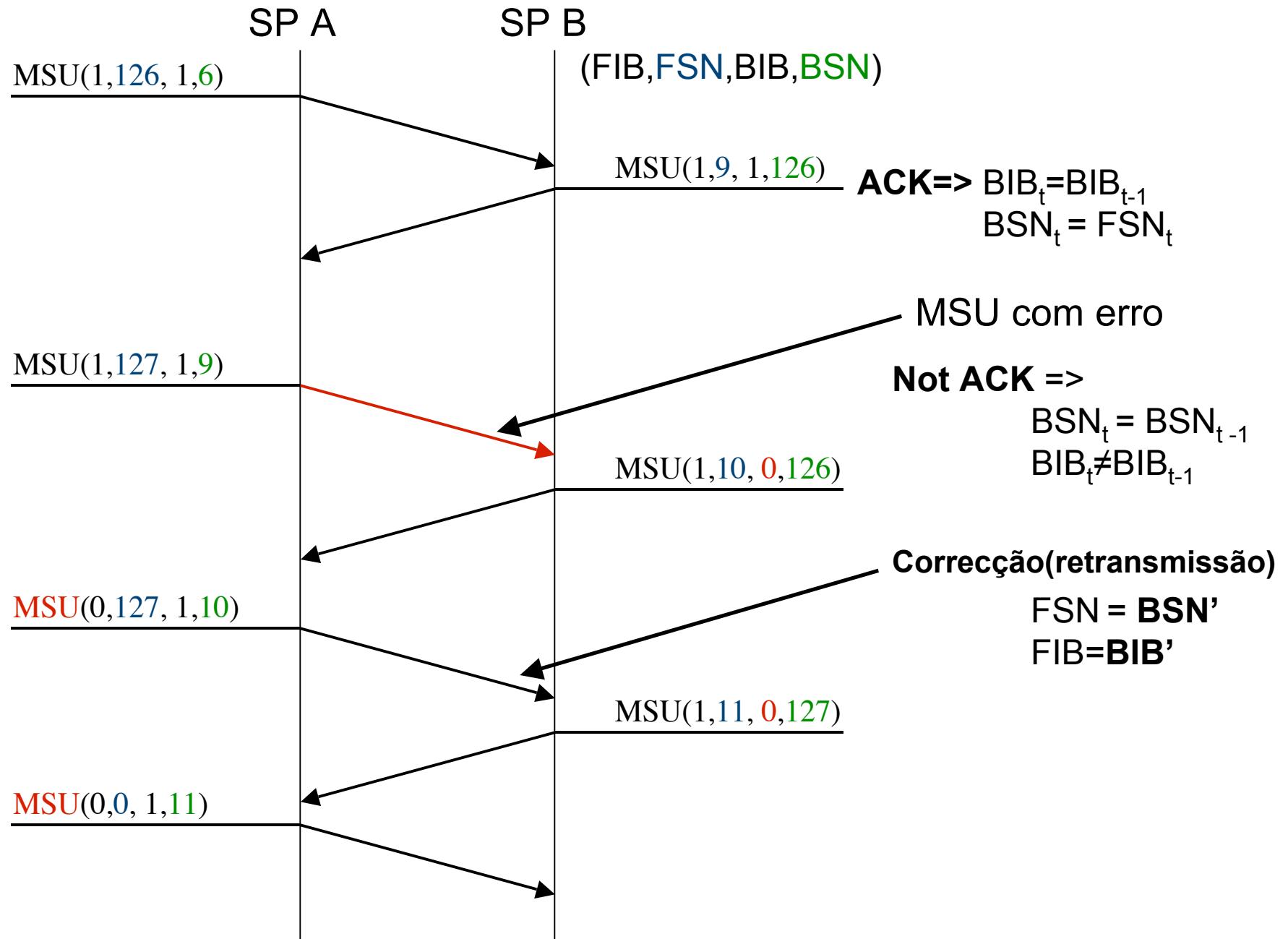
# Funções do MTP nível 2

- Delimitação das unidades de sinalização
  - Por bandeiras (tipo HDLC) 0111110
  - Transparência assegurada por inserção/remoção de um 0 após 5 uns seguidos - *bit stuffing (recordar o HDLC!)*
- Detecção de erros
  - É efectuado por um campo de 16 bits (CK - *check bits*) adicionados no final de cada S.U.
- Alinhamento das unidades de sinalização
  - Por reconhecimento de uma bandeira de abertura (não seguida de outra)
  - Teste ao comprimento da S.U, recebida (múltiplo de 8 bits e pelo menos 6 bytes e um máximo de 279 bytes)
  - Se foram recebidos mais de 7 uns seguidos ou mais de 279 bytes entra-se num ***modo de contagem de octetos*** - para detecção de situação de erro - e todos os bits até à próxima bandeira são descartados.

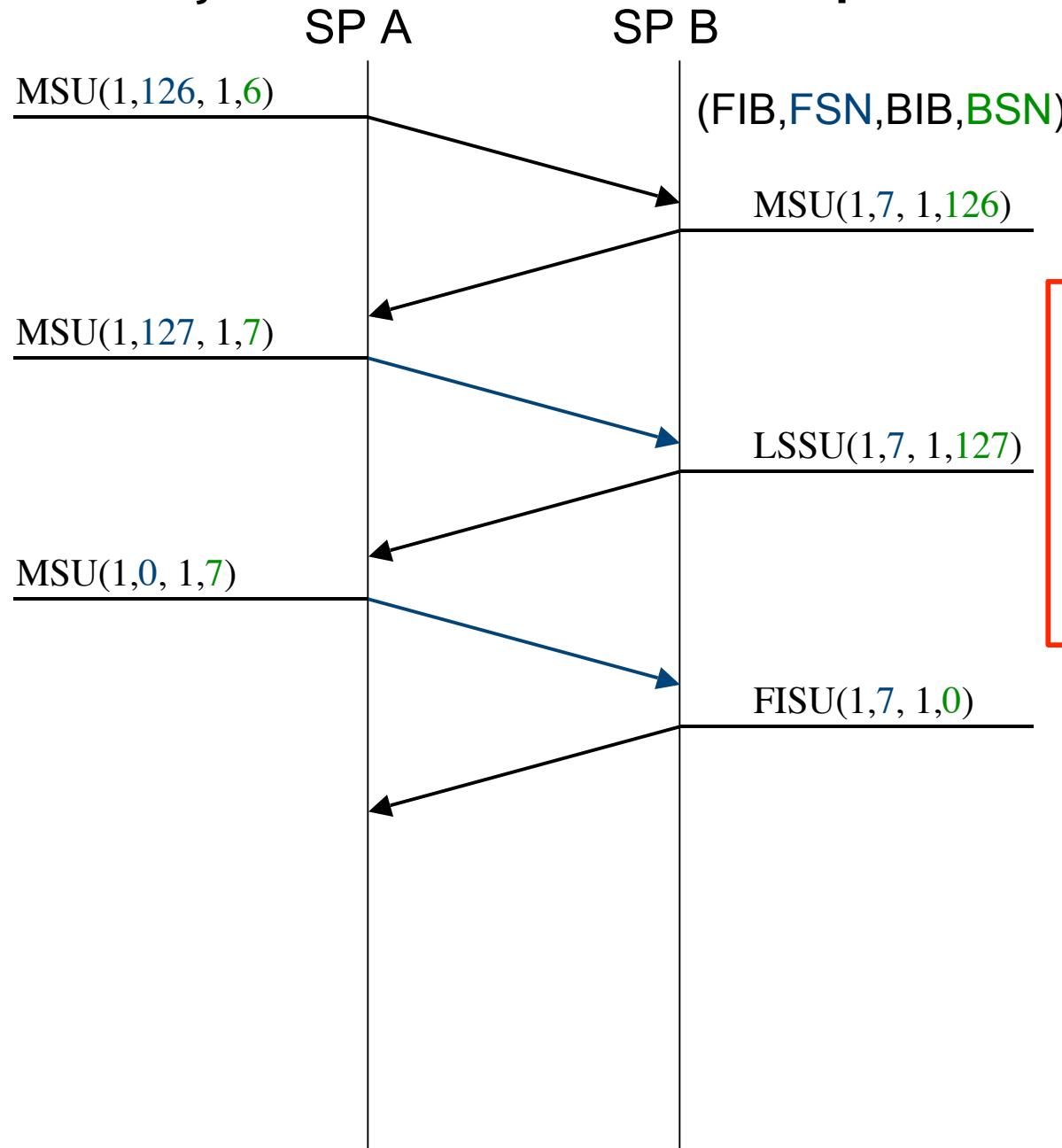
# Funções do MTP nível 2: Correcção de erros

- A correcção é efectuada por meio de retransmissão dos S.U. - apenas as MSUs.
- Cada SU tem um número de sequência FSN que é incrementado por cada MSU transmitida. (LSSU e FISU mantêm o FSN da última MSU.) (FSN=0...127).
- A sinalização de sucesso (insucesso) de S.U.s é feita recorrendo a *ack* positivos (negativos).
- Existem dois métodos para a correcção de erros:
  - **Básico**, utilizado quando o tempo de propagação na ligação é menor que 15 ms. Consiste na retransmissão paenas quando for recebido uma não confirmação negativa (NACK).
  - **Retransmissão cíclica preventiva**, utilizado quando o tempo de propagação na ligação é maior que 15 ms.  
Consiste na retransmissão quando não há MSUs para transmitir ou há muitas mensagens por confirmar.  
*Neste método não há confirmações negativas.*
  - Ambos os métodos requerem que exista um *buffer* para guardas as mensagens para as quais pode haver a necessidade de as repetir

# Correcção de erros: exemplo método básico



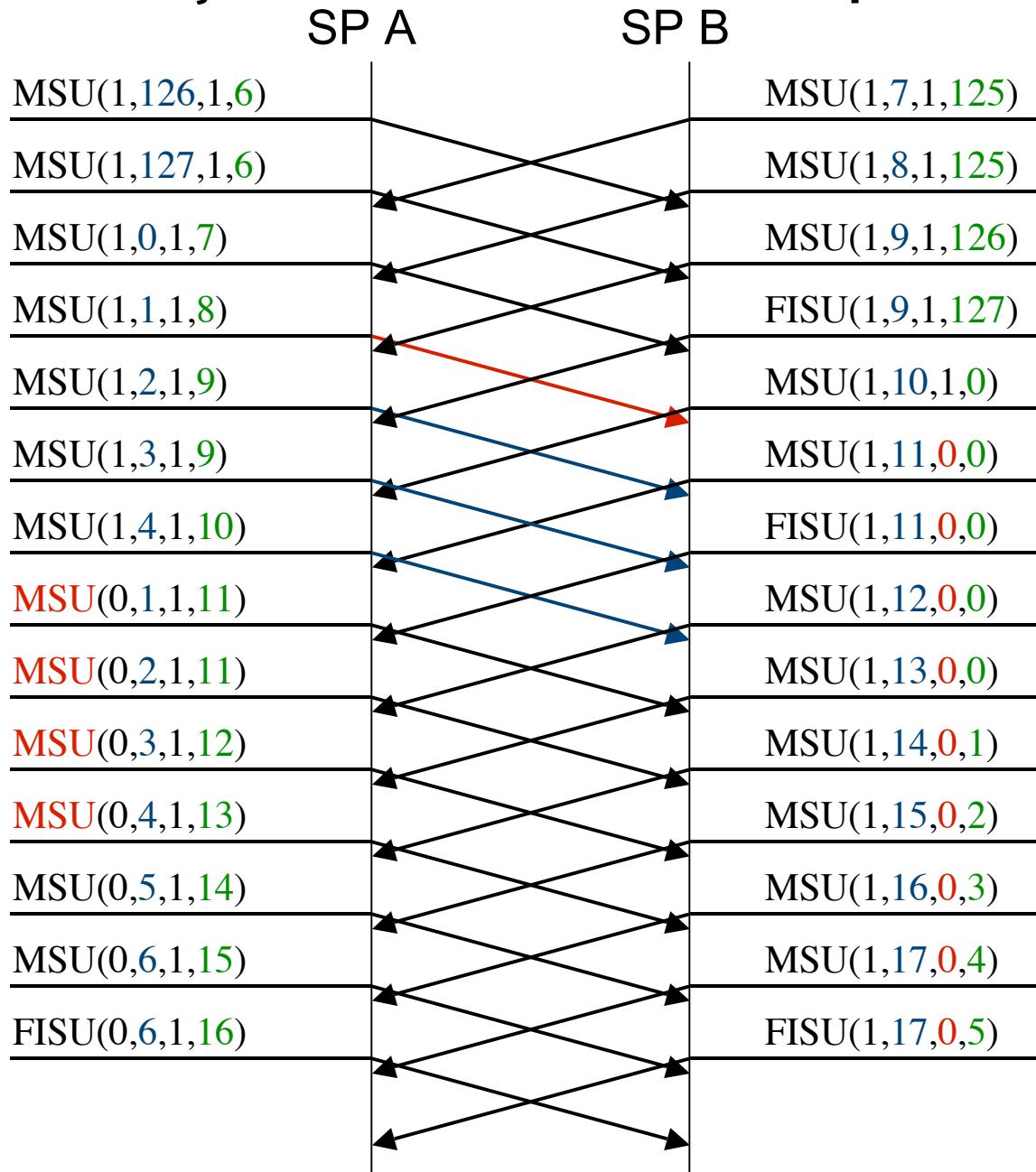
## Correcção de erros: exemplo método básico (2)



Apenas as MSU fazem avançar o FSN.

LSSU e FISU podem confirmar (ACK ou NACK) as MSU.

# Correcção de erros: exemplo método básico (3)



Método básico

(FIB, FSN, BIB, BSN)

**ACK=>**

$$\begin{aligned} BIB_t &= BIB_{t-1} \\ BSN_t &= FSN_t \end{aligned}$$

**Not ACK =>**

$$\begin{aligned} BSN_t &= BSN_{t-1} \\ BIB_t &\neq BIB_{t-1} \end{aligned}$$

Existe um “timer” (T7) para prevenir situações de perda de mensagens

# Funções do MTP nível 2: Alinhamento inicial

- **Objectivo:** Sincronização ao nível das Unidades de Sinalização utilizando LSSUs que vão indicando o estado da ligação. Confirmação da taxa de erros na ligação.
- Aplicável na activação e restauração de uma ligação.
- É executado independentemente em cada “link”.
- Existem dois períodos de prova:
  - Normal ( $2^{16}$  Tempo de transmissão de 1 octeto)
  - Emergência ( $2^{12}$  Tempo de transmissão de 1 octeto)
- Decisão tomada pelo nível 3 unilateralmente num dos extremos da ligação (invocação da primitiva ***start***). Se não houver link activo entre dois SP o nível 3 opta pelo alinhamento de emergência.
- Estados possíveis:
  - ***SIOS***: *Status Indication Out of Service* - depois de “power up” FSN=BSN=127, FIB=BIB=1 (LSSU enviadas até o nível 3 invocar a primitiva “*start*”).
  - ***SIO***: *Status Indication Out of Alignment* - o alinhamento ainda não foi adquirido.
  - ***SIN***: *Status Indication Normal Alignment* - caso normal existe outro “link” em funcionamento.
  - ***SIE***: *Status Indication Emergency Alignment* - não existe nenhum link entre os dois SP
  - ***SIPO***: *Status Indication Processor Outage* - serve para indicar o outro extremo que as mensagens não podem ser entregues pelo nível 2 ao nível 3.

# Funções MTP2: Monitorização da taxa de erros

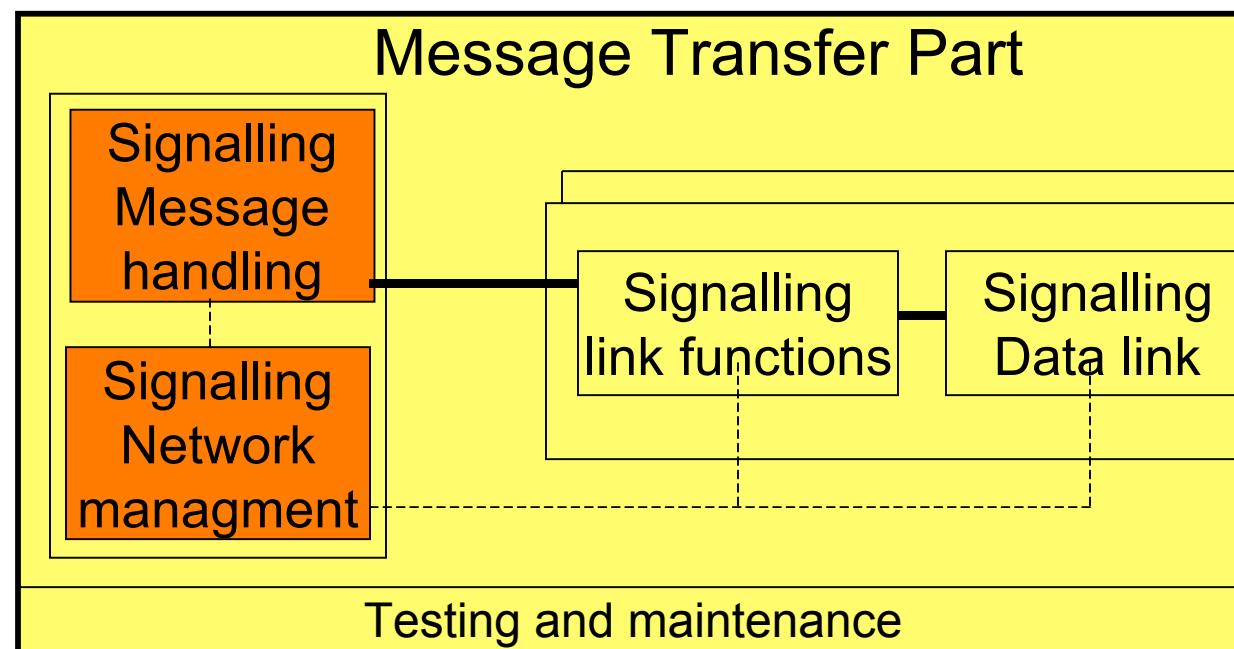
- Monitorização da taxa de erros é efectuada em duas fases:
  - Na fase de alinhamento da ligação (*Alignment error rate monitor - AERM*) em que:
    - Incrementa um contador por cada LSSU recebida com erro (ou incrementa o contador por cada N (N=16) bytes recebidos se no modo de contagem de octetos.)
    - O período de prova é abortado e o contador exceder um valor fixado. (Tnormal = 4, Temergencia = 1). Reinicia-se novo período de prova, (em emergência aceita uma taxa de erros de  $10^{-4}$ ).
    - Ao fim de M (M=5) tentativas a ligação é posta fora de serviço.
  - Com a ligação em serviço (*Signal unit error rate monitor - SUERM*), em que a taxa de erros medida com base no princípio do *token bucket*:
    - Por cada SU errada um contador é incrementado (No modo contagem de octetos o contador é incrementado por cada octeto lido)
    - O contador é decrementado de 1 por cada bloco de  $D$  SUs consecutivos correctas (não decrementa se contador = 0)
    - Caso o contador atinja um valor  $T$  o link é posto fora de serviço (se se verificar uma taxa de erros excessiva,  $>4 \times 10^{-3}$ ).
    - (Nota para links de sinalização de 64kbps temos  $D=256$  e  $T=64$ )

# Funções MTP2: Controlo de Fluxo

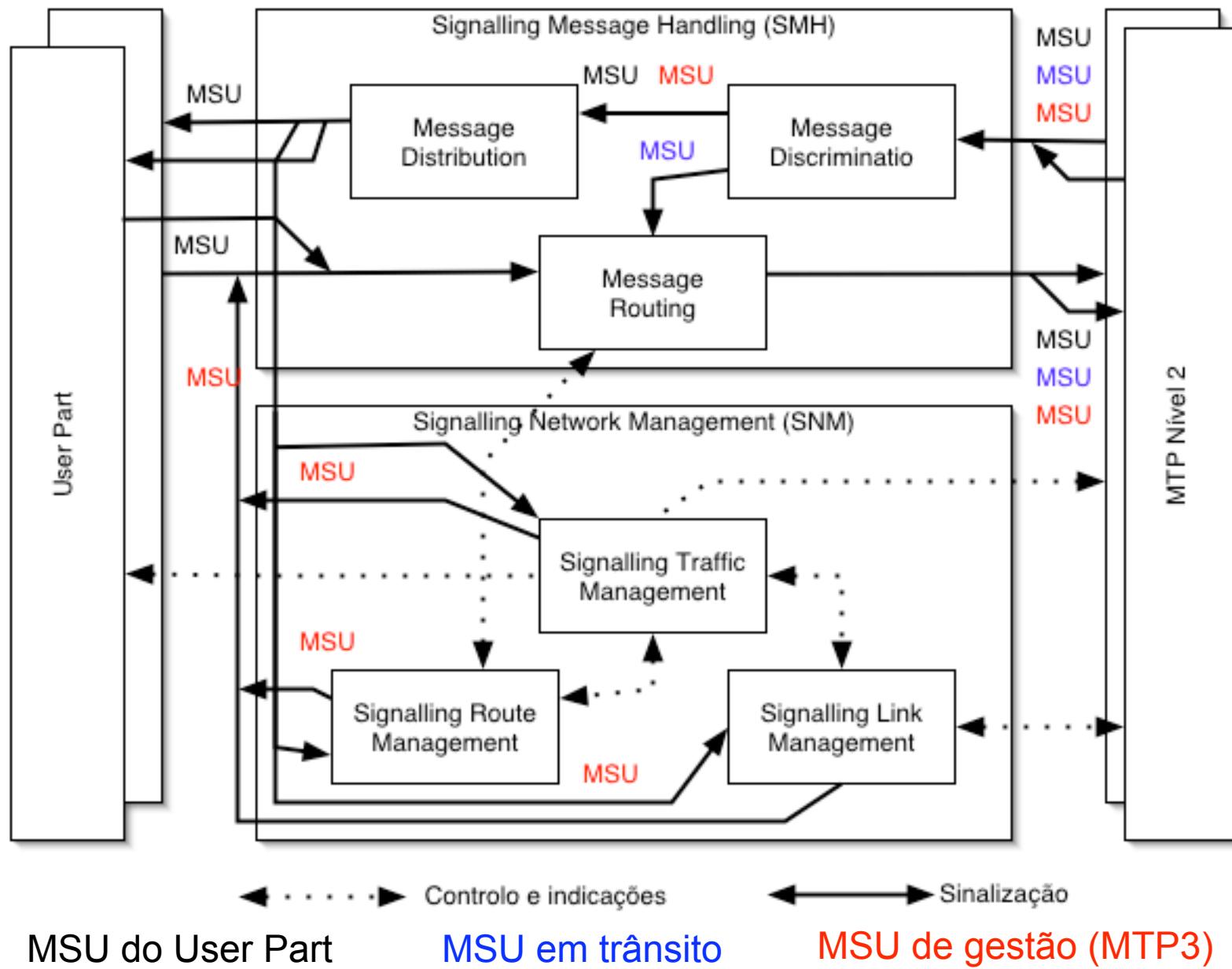
- O Processo detecção de congestão é dependente da aplicação.
- Quando é detectada congestão é enviado para o outro extremo uma LSSU com indicação de “SIB” -Status Indication Busy.
  - Ao mesmo tempo são retidos todos os ACKs das mensagens recebidas.
  - Periodicamente é reenviado “SIB” até que termine a condição (T5 - 80 a 120 milisegundos).
  - Na recepção de um LSSU com indicação de congestão, deixa de enviar mais mensagens.
- Se o tempo de ocorrência de congestão for demasiado longo a ligação é posta fora de serviço para o nível 3 (3 a 6 segundos.)
- Numa situação de congestão a transmissão pode continuar no outro sentido.

# Funções MTP nível 3: Funções de Rede

- Define um conjunto de funções comuns e independentes do funcionamento de cada ligação individual.
- São executadas em cada SP (e STP).
- Contém um vasto leque de funções e opções. O conjunto a aplicar depende da estrutura e exigências da rede.
- Existem dois grupos de funções:
  - Tratamento de mensagens de sinalização: actuam na fase de transferência da mensagem para determinar qual a ligação de sinalização a utilizar ou qual o utilizador a quem entregar a mensagem (encaminhamento - comutação).
  - Gestão da rede de sinalização: controlam os encaminhamentos e a configuração da rede baseado no seu estado. Tenta assegurar a manutenção das capacidades normais de transferência de mensagens em caso de falha na rede.

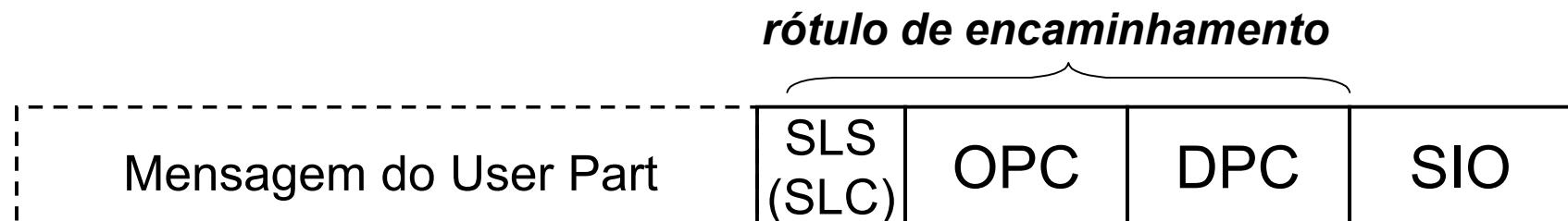


# MTP nível 3: Arquitectura



# MTP nível 3: Tratamento das mensagens (Signalling Message Handling)

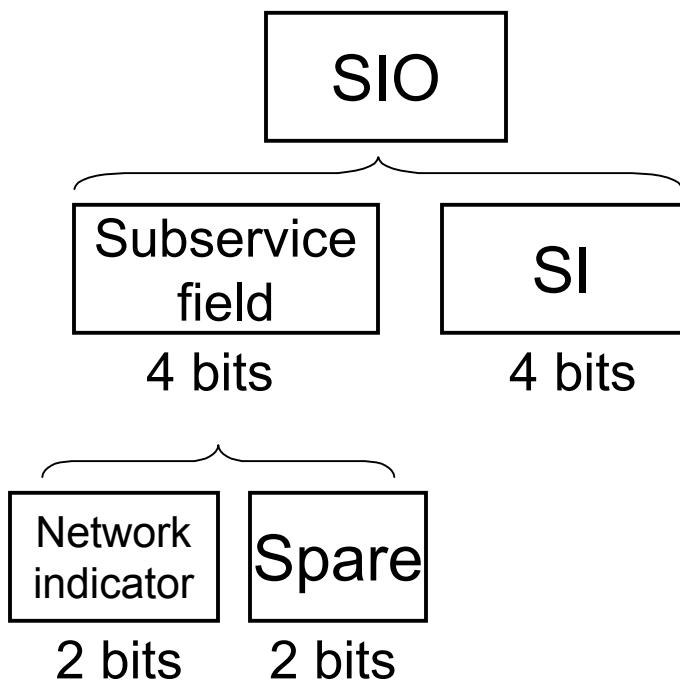
- **Discriminação (Discrimination):** é efectuada com base no DPC e determina se a mensagem é entregue a um utilizador (*User Part*) nesse nó ou se a mensagem é transferida para outro nó.
- **Distribuição (Distribution):** Com base no SIO determina qual o utilizador (UP) a que deve ser entregue a mensagem. Se não for possível fazer a entrega é devolvida uma indicação ao utilizador originante para que este reduza o tráfego com aquele destino.
- **Encaminhamento (Routing):** É realizado de uma forma independente em cada nó. É baseado em:
  - Rótulo de encaminhamento: determina a origem (OPC) o destino (DPC) e a ligação a usar (SLS - *Signalling Link Selection*, ou SLC - *SL Code*):



- Tabelas de encaminhamento actualizadas em função dos acontecimentos na rede. Para cada destino é definido um conjunto de rotas alternativas a utilizar em caso de falha.

# MTP nível 3: Tratamento das mensagens (Signalling Message Handling)

- ... pode ainda analisar o Service Information Octet (SIO), composto por:
  - Service Indicator*, permite encaminhamentos diferentes para cada utilizador
  - Network Indicator*, permite distinguir qual a estrutura de numeração do Point code a utilizar e qual a estrutura de rótulo de encaminhamento.



## **Network indicator**

- 00 International network
- 01 Spare for international use
- 10 National network
- 11 Reserved for national use

## **Service Indicator**

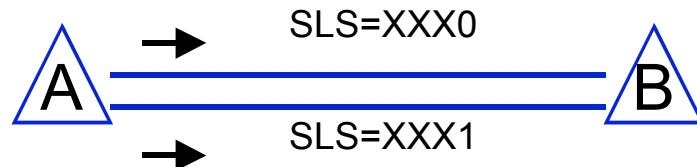
- 0000 Signalling network management
- 0001 Signalling network testing and maintenance
- 0010 Spare
- 0011 SCCP
- 0100 TUP
- 0101 ISUP
- 0110 DUP (call and circuit related)
- 0111 DUP (facility registration and cancelation)
- 1000 Reserved for MTP testing user part
- outros Spare

# MTP nível 3: Partilha de Carga, selecção de *links*

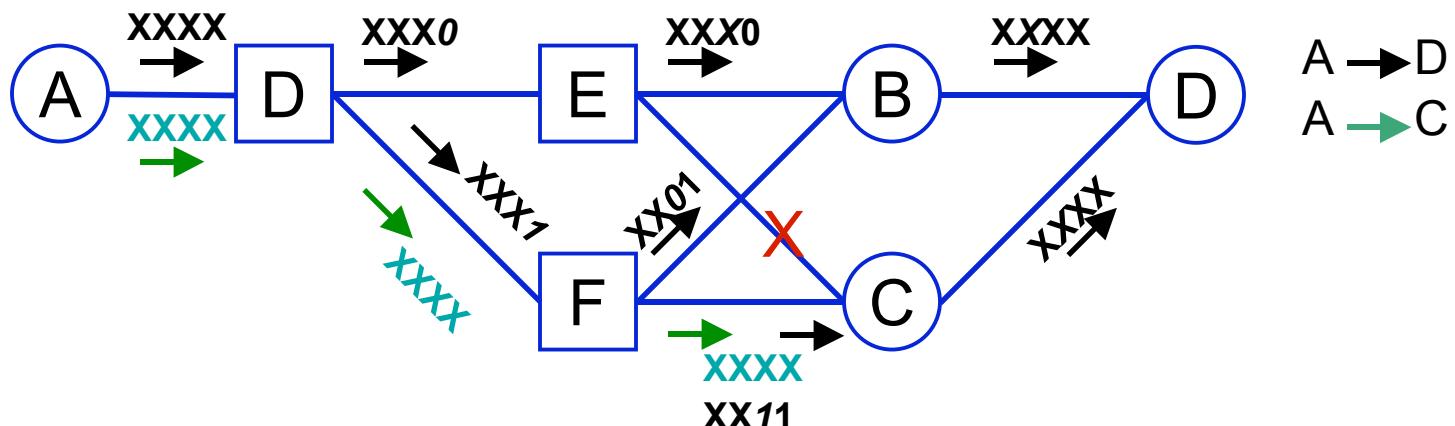
- A partilha de carga tem por função distribuir o tráfego pelas ligações de sinalização disponíveis para um dado destino.
- Vantagens:
  - Minimizar os efeitos de falhas
  - Maior capacidade para suportar picos de tráfego
- É efectuado com base no campo SLS do rótulo, todas as mensagens com o mesmo SLS utilizam a mesma ligação de sinalização (*signalling link*).
- A função é comandada pelo utilizador (UP) que gera a mensagem. O UP é o responsável por garantir a sequencialidade para uma dada transacção. Excepto em casos de falha na MTP.
- As mensagens do nível MTP 3 são um caso especial pois o SLC (e não SLS) depende do tipo da mensagem podendo indicar qual a ligação de sinalização a que se refere (o SLS respectivo) e não a que deve ser utilizada para o seu transporte.

# MTP nível 3: Exemplos de partilha de carga

- Entre ligações do mesmo “link set” (única situação possível no modo associado):



- Entre ligações de “link set” distintos:
  - Corresponde a utilizar rotas diferentes
  - Exige que existam STP(s) na rota
  - Normalmente só utilizado quando não existem ligações directas ao SP destino
  - Dentro de cada “link set” pode depois ser aplicado o método anterior

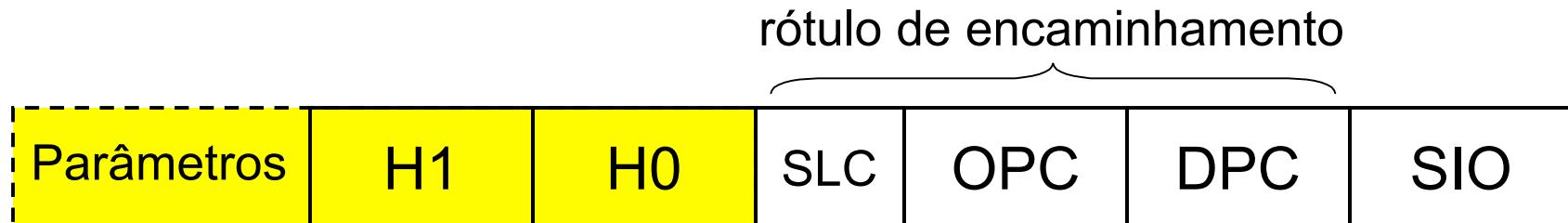


# MTP nível 3: Gestão da rede de Sinalização

- As duas principais funções da gestão da rede de sinalização são:
  - A *reconfiguração no caso de falhas*, as falhas podem ocorrer nos SP, nos STP, nas ligações.  
Em caso de falhas o tráfego será desviado para caminhos alternativos.
  - A *gestão de tráfego durante as situações de congestão*.  
Quando ocorre congestão em parte duma rede de sinalização o tráfego terá que ser reduzido até que a congestão desapareça.
- São três as funções genéricas para lidar com estas situações:
  - *Signalling link management*, gestão das ligações de sinalização, responsável por gerir as ligações locais e tenta manter o número normal de ligações em serviço num “link set”.
  - *Signalling traffic management*, gestão do tráfego de sinalização, responsável pelo encaminhamento de acordo com o estado da rede e pelo controlo de fluxo.
  - *Signalling route management*, gestão das rotas de sinalização, só aplicável no modo quase-associado e é responsável pela transferência entre os pontos de sinalização de informação relativa ao estado das rotas de sinalização.

# MTP nível 3: Formato das mensagens de gestão

- Service Information, SI=0000
- *Signalling Link Code - SLC*: identificação do link a que a mensagem de gestão diz respeito. (Caso a mensagem não se refira a nenhum *link* em particular SLC=0.)
- *Headers H0, H1*: H0 indica o grupo de funcionalidades a que a mensagem pertence (e.g., *Changeback*), H1 indica uma mensagem em particular dentro do grupo (e.g., *Changeback ack.*)



# MTP nível 3: Gestão das ligações de sinalização: *Signalling Link Management (SLM)*

- Estado das ligações de sinalização:
  - *Disponível*, pode transportar mensagens geradas nos níveis 3 e 4.
  - *Indisponível*, não pode transportar mensagens de sinalização (Com exceção, no caso de inibição, de mensagens de teste do nível 3.)

## Critérios de indisponibilidade:

- *Ligaçāo inactiva*, não existe comunicação com o nível 2 ou não há associação entre um “signalling data link” e um “signalling terminal”.
- *Ligaçāo com falha*, por indicação do nível 2 causada por:
  - Excesso de erros
  - Excessivo período de alinhamento
  - Excessivo período de congestão
- *Ligaçāo bloqueada*, existe uma condição de “Processor Outage” no terminal remoto.
- *Ligaçāo inibida*, por pedido explícito do sistema de gestão em qualquer dos extremos da ligação para efeitos de teste e manutenção, não havendo alteração de estado de nível 2 mas a ligação fica indisponível para transporte de tráfego dos UP's. Só pode transportar mensagens de nível 3 de teste e manutenção.  
Não pode causar inacessibilidade de nenhum destino.

# MTP3 (SLM): Atribuição de um “signalling data link” e de “signalling terminals” a um “signalling link”.

- Antes de activar um “signalling link” é necessário atribuir um “signalling data link” e um “signalling terminal” em cada extremo.  
(Um MTP3 pode escolher entre diferentes *signalling data links*, ex. diferentes *time slots*.)
- Estão definidos 3 conjuntos de procedimentos de acordo com o nível de automatização implementado:
  - ***Basic signalling link management***: A atribuição de “signalling data link” e de “signalling terminal” é feita manualmente.
  - ***Automatic allocation of signalling terminals only***: um terminal de sinalização é escolhido entre os disponíveis. A atribuição de um “signalling data link” é manual.
  - ***Automatic allocation of signalling data link and signalling terminals***: um terminal de sinalização é escolhido entre os disponíveis. O mesmo “signalling data link” tem que ser atribuído nos dois extremos.

# MTP3 (SLM): Procedimentos Básicos de Gestão de Ligação

- Activação, ligação entre o Signalling Data Link e o respectivo terminal de sinalização. Execução do procedimento de alinhamento inicial (nível 2). Execução de um teste para verificação que a ligação termina no destino pretendido.
- Restauro, é executado após ser detectada uma falha na ligação. Consiste na execução do procedimento de alinhamento inicial (nível 2) e execução de um teste para verificação que a ligação termina no destino pretendido.
- Desactivação, o terminal é desligado do Signalling Data Link, só pode ser executado se a ligação não transportar tráfego nesse momento.
- Activação de um conjunto de ligações, executado quando um conjunto de ligações não tem nenhuma ligação em serviço. Consiste na activação do maior número possível de ligações desse conjunto. O tráfego pode iniciar-se logo após a primeira ligação ter sido activada com sucesso.

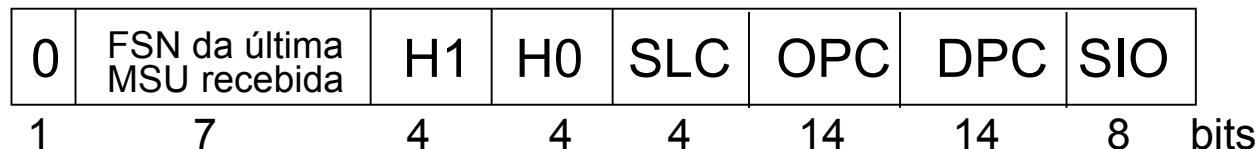
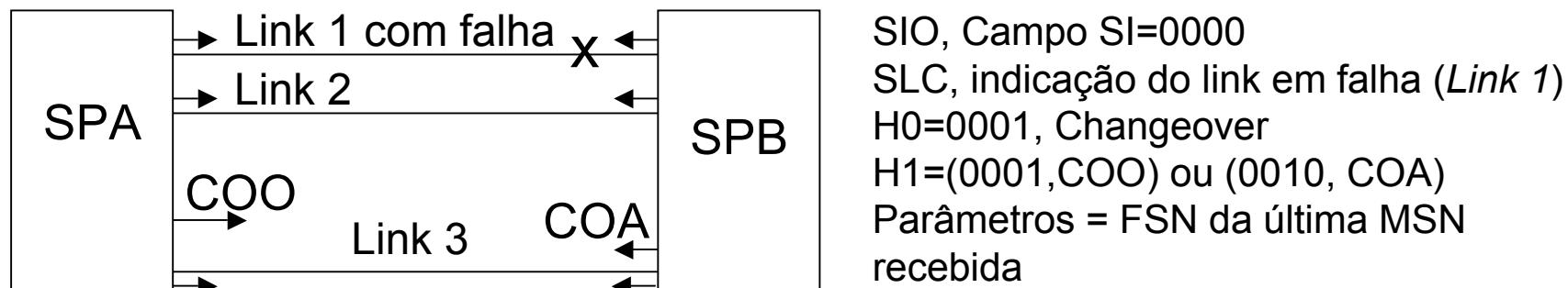
## MTP3: Relação com o *Signalling route management*

- O estado das rotas de sinalização é determinado por um dos STPs nessa rota que informa os nós adjacentes desse estado. O estado pode ser:
  - Disponível
  - Indisponível
- Estado das pontos de sinalização:
  - Disponível - quando pelo menos uma ligação local está disponível
  - Indisponível- quando todas as ligações estão indisponíveis.
- Nota: cada ligação, rota ou ponto de sinalização disponível pode também ser considerada como em congestão ou não.

# Funções MTP nível 3: Gestão da Rede

## Procedimentos de gestão de tráfego

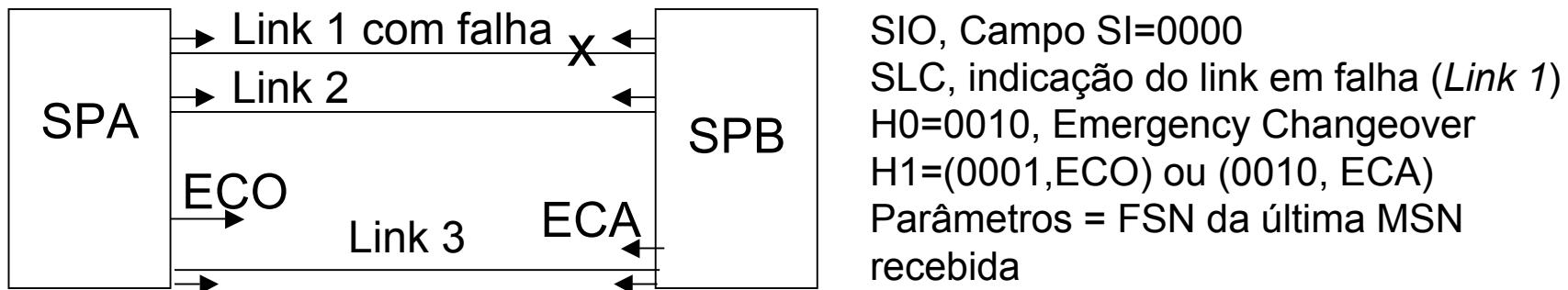
- Procedimento de *Changeover*,
  - Tem como objectivo o desvio, para uma ligação alternativa, do tráfego transportado por uma ligação que ficou indisponível, assegurando tanto quanto possível a manutenção a sequência das mensagens. O tráfego pode ser desviado para uma ou mais ligações alternativas. As ligações alternativas são:
    - As restantes ligações disponíveis no "link set"
    - Uma ou várias ligações dum "link set" alternativo (se não existir o anterior). É determinado de acordo com as rotas alternativas definidas para cada destino.
  - O tráfego já existente nas ligações alternativas não é interrompido.
  - Antes do desvio do tráfego é efectuado um procedimento para determinar o ponto a partir do qual deve ser reiniciada a transmissão das mensagens (o FSN da última MSU).
    - Mensagens trocadas: Changeover order signal (COO) / acknowledge (COA)



# Funções MTP nível 3: Gestão da Rede

## Procedimentos de gestão de tráfego

- Procedimento *Emergency Changeover*,
  - Tem os mesmos objectivos que o anterior mas aplica-se quando não for possível obter o FSN da última mensagem recebida correctamente. (isto pode acontecer devido a falhas no nível 2 desse SP).

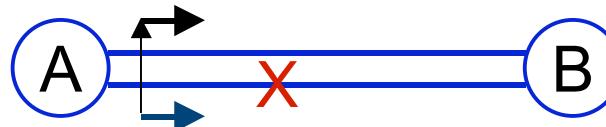


- Procedimento *Time-Controlled Changeover*,
  - É aplicado quando não se pode ou não é aconselhável trocar as mensagens usuais do Changeover (COO, COA). (isto pode acontecer quando um "link" for colocado em "inhibit", em que não se deve perder mensagens quando se desvia o tráfego para uma rota alternativa.).  
O SP desvia o tráfego ao fim de T1 segundos.
- Procedimento de *Changeback*
  - Procedimento oposto ao *Changeover*,
  - Tem como objectivo o restaurar o mais rapidamente possível o fluxo de tráfego para a sua ligação normal. É executado quando a ligação normal para um determinado tráfego deixa de estar indisponível.  
Pode provocar perda de sequência das mensagens.

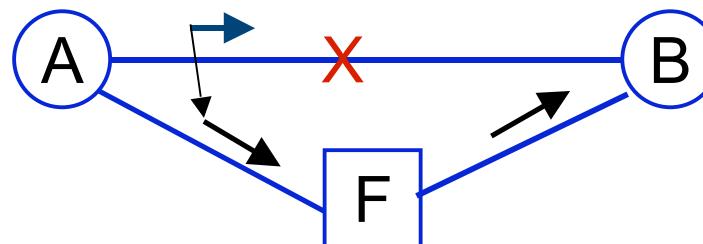
# Funções MTP nível 3: Gestão da Rede

## Exemplos de desvios de tráfego

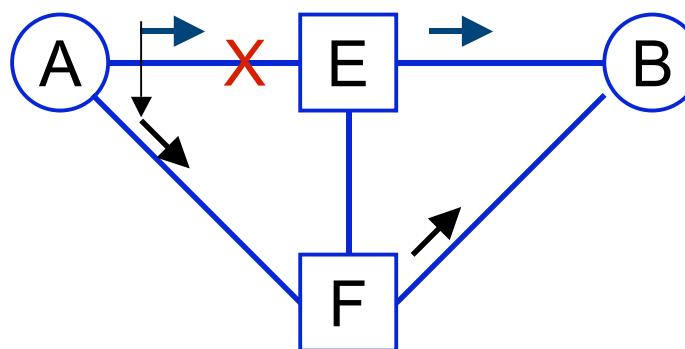
- Passagem para um canal alternativo paralelo.



- Passagem para um canal de socorro pertencente a um caminho de sinalização passando por um ponto de sinalização remoto.



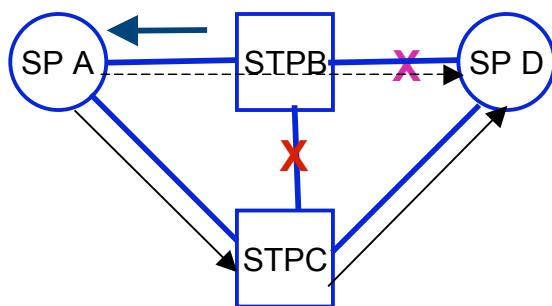
- Passagem para um canal de socorro que não passa pelo mesmo ponto de sinalização remoto.



# Funções MTP nível 3: Gestão da Rede

## Procedimentos de gestão de tráfego

- Procedimento de *Forced Rerouting*,
  - Tem como objectivo restaurar o mais rapidamente possível a capacidade de sinalização para um destino cuja rota ficou inacessível sendo o tráfego desviado para uma rota alternativa.  
É executado quando se recebe uma mensagem indicando que o destino em causa ficou inacessível para um STP desta rota (*Transfer Prohibited*). Distingue-se do *changeover* porque a falha não é detectada localmente e só afecta o tráfego para o destino em causa.  
Existe uma alta probabilidade de perda de sequência das mensagens, a estrutura da rede pode diminuir esta probabilidade. Só é aplicado no modo quase-associado.



1. A rota A-B-C está inacessível.  
O STP B avisa SP A que a rota que estava a ser utilizada para SP D está inacessível.
2. Necessidade de desviar o tráfego  
Usar A-B-C-D (seria um *changeover*)  
*Solução: A-C-D*

- Controlled Rerouting,
  - Tem como objectivo restaurar o encaminhamento normal das mensagens para um determinado destino minimizando a possibilidade de perda de sequencialidade.  
Procedimento oposto ao *Forced Rerouting*. É executado quando é recebida uma mensagem indicando o retorno ao estado de disponibilidade de uma rota (*Transfer Allowed*).  
Só é aplicado no modo quase-associado.

# Funções MTP nível 3: Gestão da Rede

## Procedimentos de gestão de tráfego

- Management Inhibiting

- Tem como objectivo tornar uma ligação indisponível para o transporte de tráfego gerado pelo nível 4.  
É executado a pedido do sistema de gestão do nó para que possam ser efectuadas operações de manutenção e teste na ligação.  
Não causa mudança de estado no nível 2.
- O pedido não é executado se causar a inacessibilidade de algum destino ou for causa de congestão.
- A ligação mantém-se inibida até que o sistema de gestão faça um pedido de desinibição ou se for necessário restaurar a acessibilidade de um destino.
- Se a ligação transportar tráfego este pedido causa o desvio do tráfego para ligações alternativas através do procedimento de *changeover*.

<b>Mensagem, valores de H0, H1</b>	H1=0001, LIN- Link Inhibit Signal
	H1=0010, LUN- Link Uninhibit Signal
H0 = 0110	H1=0011, LIA- Link Inhibit Acknowledgment Signal
	H1=0100, LUA- Link Uninhibit Acknowledgment Signal
	H1=0101, LID- Link Inhibit Deneid Signal
	H1=0110, LFU- Link Forced Uninhibit Signal
	H1=0111, LLT- Link Local Inhibit Test Signal
	H1=1000, LRT- Link Remote Inhibit Test Signal

# Funções MTP nível 3: Gestão da Rede

## Procedimentos de gestão de tráfego

- *MTP restart*

- Um SP ou STP está completamente isolado da rede quando todos os "links" para nós adjacentes não estão disponíveis.
- MTP Restart tenta trazer de novo o SP ou STP à rede através da restauração do tráfego com os nó adjacentes.
- Durante uma situação de isolamento de um SP ou STP ele não recebe mensagens de "Transfer prohibited ou restrict" pelo que as suas tabelas de encaminhamento não estão actualizadas. É muito importante a troca de informação para actualização das tabelas e que o procedimento seja breve para evitar alterações de estado durante o mesmo.
- Para actualizar as tabelas os nós adjacentes enviam dois tipos de mensagens ao SP que executa o MTP restart:
  - TRP- Transfer prohibited (ou TFR Transfer restricted opção nacional)
  - TRA- Traffic restart Allowed

### ***Mensagem, valores de H0, H1***

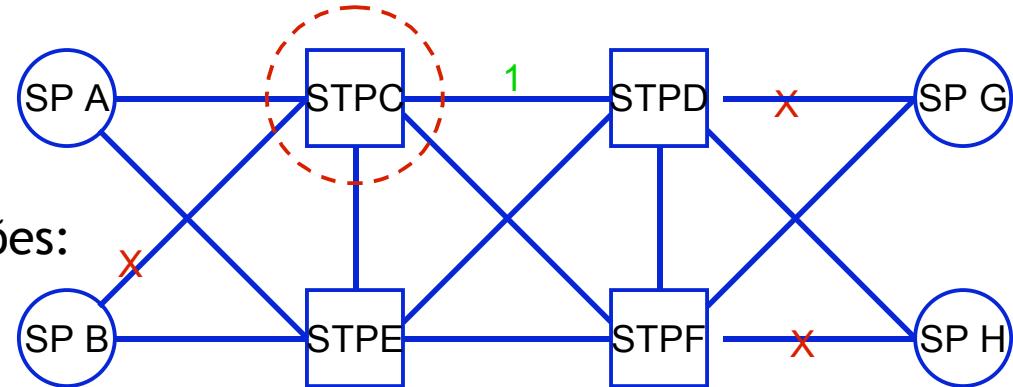
H0 = 1000, H1= 0001

# Funções MTP nível 3: Gestão da Rede

## Procedimentos de gestão de tráfego

- Exemplo *MTP restart*

1. O nó C encontra-se isolado
2. Entretanto falham as ligações:
  1. G-D, H-F e B-C.
3. Se a ligação C-D fica boa
4. O Nó STP D envia TFP e TFR para o STP C.
5. Depois envia TRA para o STP C.
6. A primitiva MTP-RESUME é então enviada para os utilizadores
7. Se o caminho D-E-C ficar disponível, mensagens TFP e TFR são enviadas para o STP C por este caminho



# Funções MTP nível 3: Gestão da Rede

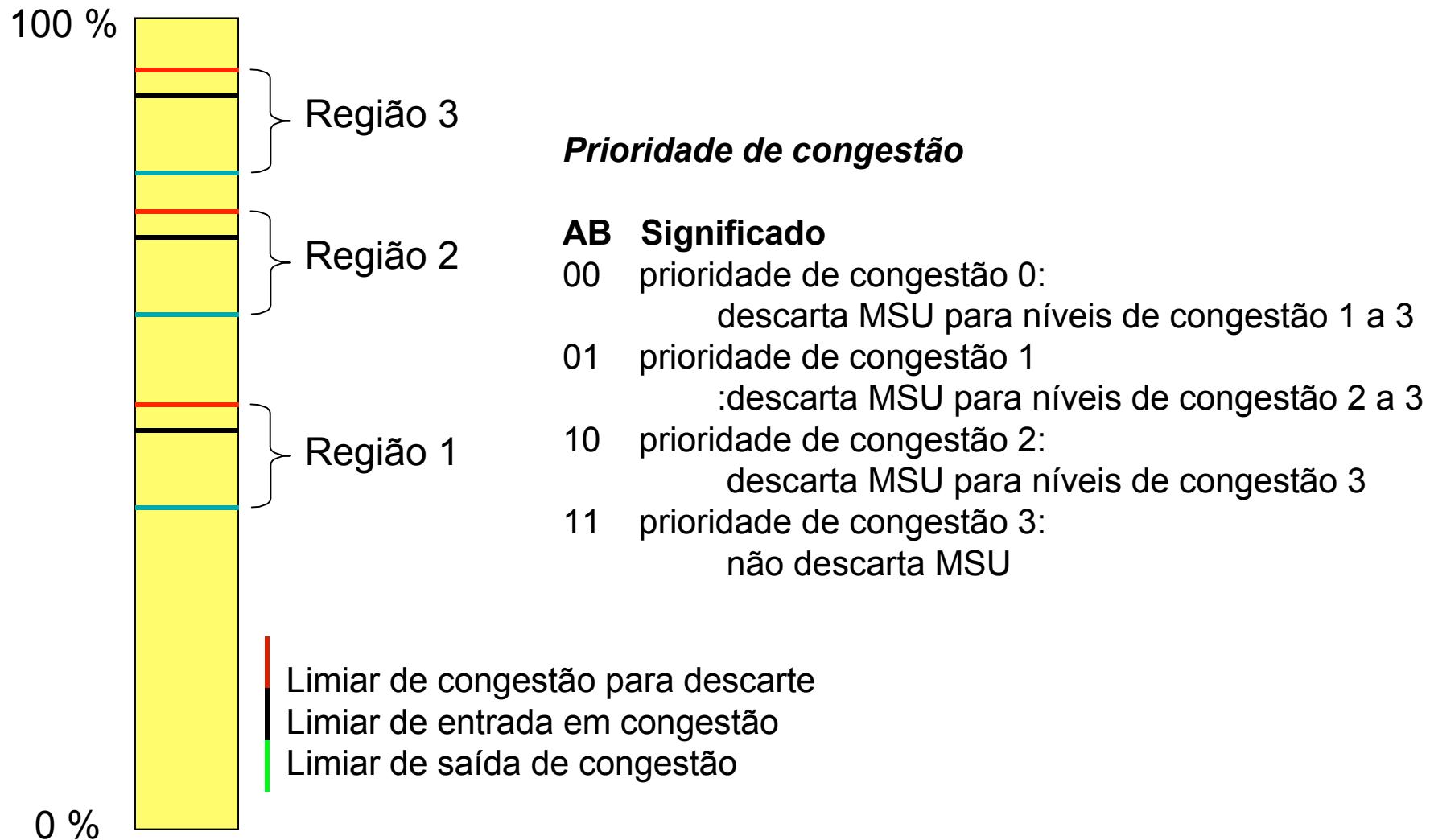
## Procedimentos de gestão de tráfego

- Controlo de Fluxo (*Flow Control*)
  - Tem como objectivo limitar o fluxo de tráfego na fonte quando a rede não pode transportar todo o tráfego oferecido.  
É executado devido a falha na rede que provocou a inacessibilidade de um nó, congestão numa ligação ou nó, ou falha num utilizador que impeça a entrega das mensagens recebidas pelo MT, só afecta o tráfego referente a este utilizador.
  - Quando as condições cessam é reposto o fluxo normal.
  - Signalling link Congestion, é medida pela ocupação dos buffers do nível 2. Existe um limiar de congestão acima do qual se considera o “link” congestionado e um limiar abaixo do qual se considera que terminou aquela situação. Os limiares são distintos para evitar oscilações.
  - Na rede internacional o link ou é considerado em congestão ou não.
  - Na rede nacional podem se definir até 4 estados de congestão, um não congestionado e três referentes a 3 níveis diferentes de congestão.  
Se se definirem prioridades para as MSUs pode se ter uma rede de sinalização nacional usando múltiplos estados de congestão. Este último é usado nos EUA

# Funções MTP nível 3: Gestão da Rede

## Procedimentos de gestão de tráfego

- Controlo de Fluxo: Exemplo de um *buffer* com 4 níveis



# Funções MTP nível 3: Gestão da Rede Tratamento da congestão (internacional)

- A congestão de uma ligação é detectada pelo nível 2 com base no nível de MSUs nos buffers de transmissão e retransmissão.
- A detecção da congestão de um nó é dependente da implementação.
- A MTP não limita o tráfego enviado pelos utilizadores. Apenas lhes indica essa necessidade.
- A MTP não despreza mensagens a não ser em casos extremos de falta de recursos.
- Um conjunto de rotas é considerado congestionado se, pelo menos uma das ligações desse conjunto estiver congestionado, ou for recebida essa indicação de um STP adjacente.
- No caso de um utilizador enviar uma mensagem para um conjunto de rotas congestionado a mensagem é passada ao nível 2 para transmissão e o utilizador é informado da situação de congestão.
- O fim do estado de congestão é detectado pelos utilizadores quando ao enviar uma mensagem não recebem indicação de congestão .

# Funções MTP nível 3: Gestão da Rede

## Gestão de rotas

- Assegura que todos os nós tem informação actualizada sobre o estado das rotas de sinalização. Modo quasi-associado:
  - *Transfer prohibited* -Transferência proibida, objectivo: Informar os nós adjacentes que uma dada rota ficou indisponível. Executada só em nós com funções STP, quando um STP detecta que um destino ficou inacessível envia uma indicação para todos os nós adjacentes, ou quando um STP recebe uma mensagem para um desti-no inacessível envia a indicação para o nó de onde a mensagem foi recebida. O nó adjacente que recebe esta mensagem executa um “forced rerouting”, se não for possível executa por sua vez este procedimento.
  - *Transfer allowed*, Transferência permitida, objectivo: Informar os nós adjacentes que uma dada rota retorna ao estado disponível. Executada só em nós com funções STP, quando um STP detecta os nós adjacentes podem cursar tráfego através dele. Pode desencadear “Controlled Rerouting” nos nós adjacentes.
  - *Transfer restricted* Transferência controlada, objectivo: propagar a indicação de congestão desde o SP que detectou congestão até ao originante. Enviado por um STP para um nó adjacente quando recebe deste uma mensagem para uma rota congestionada.

# Funções MTP nível 3: Gestão da Rede

## Gestão de rotas

- *Signaling Route Set Test*, é a função utilizada quando um SP recebe dum STP adjacente a mensagem “transfer prohibited” ou a mensagem “transfer restricted” para um destino particular. A finalidade deste teste é detectar quando termina a condição que desencadeou aquelas mensagens. É enviada a mensagem “ route set test” priodicamente ( 30 a 60 s) do SP para o STP. Quando o SP recebe “Transfer allowed” termina o envio de “route set test”.
- *Signaling Route Set Congestion*. Em cada SP existe um estado de congestão associado a cada ligação (“link”). Considera-se que um caminho para um dado destino se encontra congestionado se pelo menos um “link” do caminho para esse destino ficar congestionado. Dois procedimentos podem actualizar o estado de congestão dum caminho:
  - “*Transfer controlled procedure*” só para redes que não utilizem múltiplos níveis de congestão) e utiliza a mensagem “Transfer controlled” enviada pelo STP para o SP que ao receber-la reduz o tráfego para o SP mencionado. O STP reenvia esta mensagem a cada 8 mensagens enquanto dure a situação.
  - “*Signaling Route Set Congestion procedure*” utiliza a mensagem “Route Set Congestion test”. Enviada pelo SP que reduziu o tráfego para o SP destino para pedir uma actualização do estado de congestão