

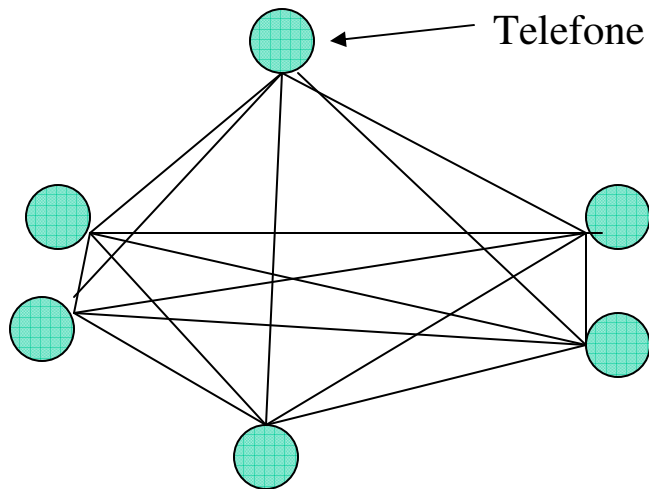
Rede Telefónica Pública Comutada - Principais elementos -

- Equipamento terminal:
 - o telefone na rede convencional
- Equipamento de transmissão:
 - meio de transmissão, e.g. cabos de pares simétricos, cabo coaxial, fibra óptica, feixes hertzianos, e repetidores
- Equipamento de comutação: comutador
 - electromecânico: passo a passo (step-by-step Strowger) e barras cruzadas (crossbar);
 - Digital (comutação temporal e comutação espacial).
- Equipamento de sinalização e gestão

Rede Telefónica Pública Comutada

- Estrutura geral: topologia -

- 1ª configuração: Rede com conexão total e com topologia em malha

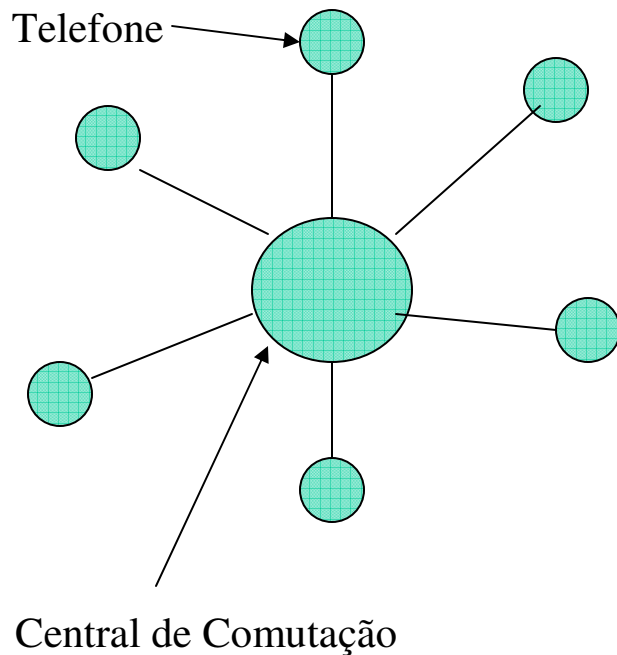


- Para n telefones, cada telefone necessita de $n-1$ linhas, logo o nº total de ligações é $N = n(n-1)/2$.
 - Configuração prática para n pequeno e comprimento das linhas reduzido.
 - Cada telefone tem que ter um comutador
- Quando n cresce e o comprimento das linhas aumenta \Rightarrow estrutura impraticável (custo muito elevado).

Rede Telefónica Pública Comutada

- Estrutura geral: topologia (cont.) -

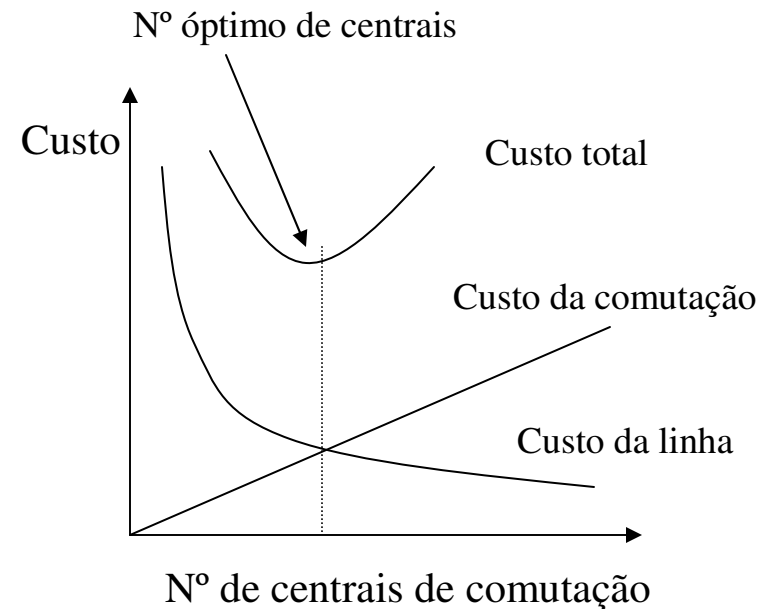
- 2ª configuração: Rede com conexão total e com topologia em estrela



- O problema da rede em malha pode ser resolvido:
 - concentrando toda a comutação numa central de comutação telefónica;
 - ligando cada assinante a essa central por meio de uma linha telefónica;
 - Assim, o nº total de ligações passa a ser $N = n$.

Rede Telefónica Pública Comutada - Número de centrais telefónicas -

- Quando a área coberta pela rede em estrela e o número de assinantes por ela servidos cresce interessa dividir essa rede em várias redes, cada uma servida pela sua própria central.
- Consequências:
 - o comprimento da linha de assinante decresce, diminuindo o seu custo;
 - o custo associado à comutação cresce.



- Conclusão: Existência de um número de centrais telefónicas óptimo que minimiza o custo total.

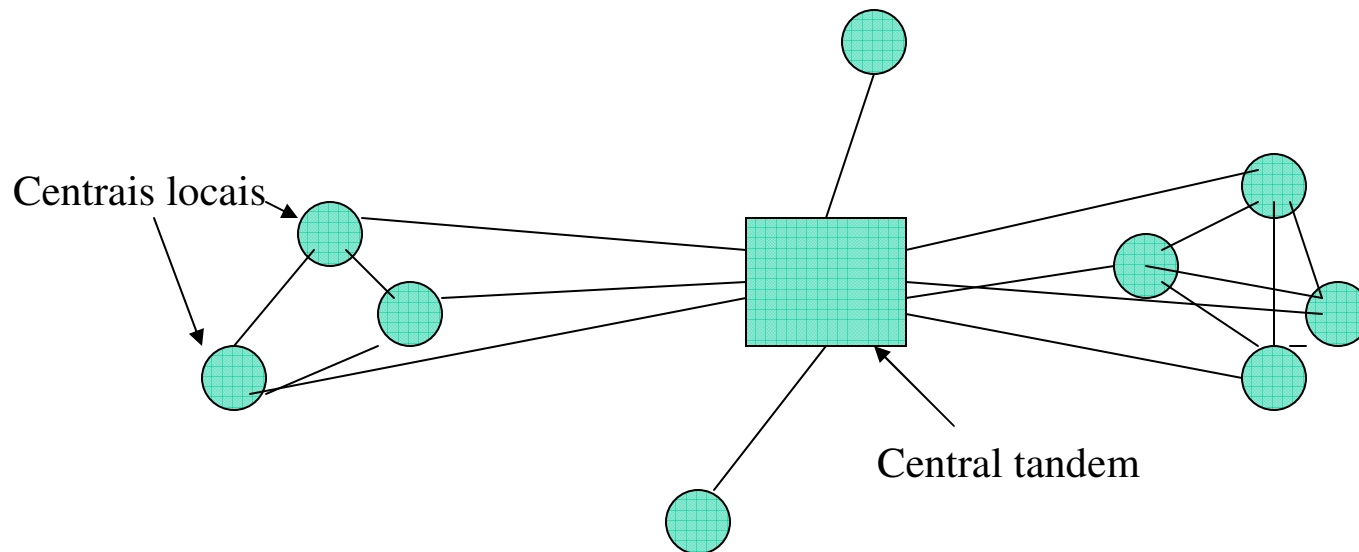
Rede Telefónica Pública Comutada

- Estrutura geral: rede de junção -

- É necessário estabelecer ligações, ou junções, entre as diferentes centrais locais de uma determinada área \Rightarrow rede de junção.
- Se as junções são estabelecidas entre todas as centrais locais, tem-se uma rede de junção com conexão total ou em malha.
- Uma rede de junção em malha pode ser pouco económica quando o tráfego é reduzido e as distâncias são grandes. Nesta situação
 - é preferível ligar as centrais locais entre si através de um centro de comutação central, designado por central tandem
 - introduz uma estrutura hierárquica na rede

Rede Telefónica Pública Comutada

- Estrutura geral: rede de junção (cont.) -



Rede Telefónica Pública Comutada

- Rede de longa-distância ou de troncas -

- Os utilizadores da rede necessitam de comunicar com pessoas em outras partes do país.
- As diferentes áreas estão ligadas entre si por circuitos de longa distância, que constituem a **rede de longa-distância ou rede de troncas**, cujo meio físico que assegura a ligação é a fibra óptica ou os feixes hertzianos.
- É muitas vezes, pouco económico ter as centrais de longa distância totalmente interligadas. Assim, para encaminhar o tráfego entre as diferentes áreas surgem as **centrais (ou centros) de trânsito**.

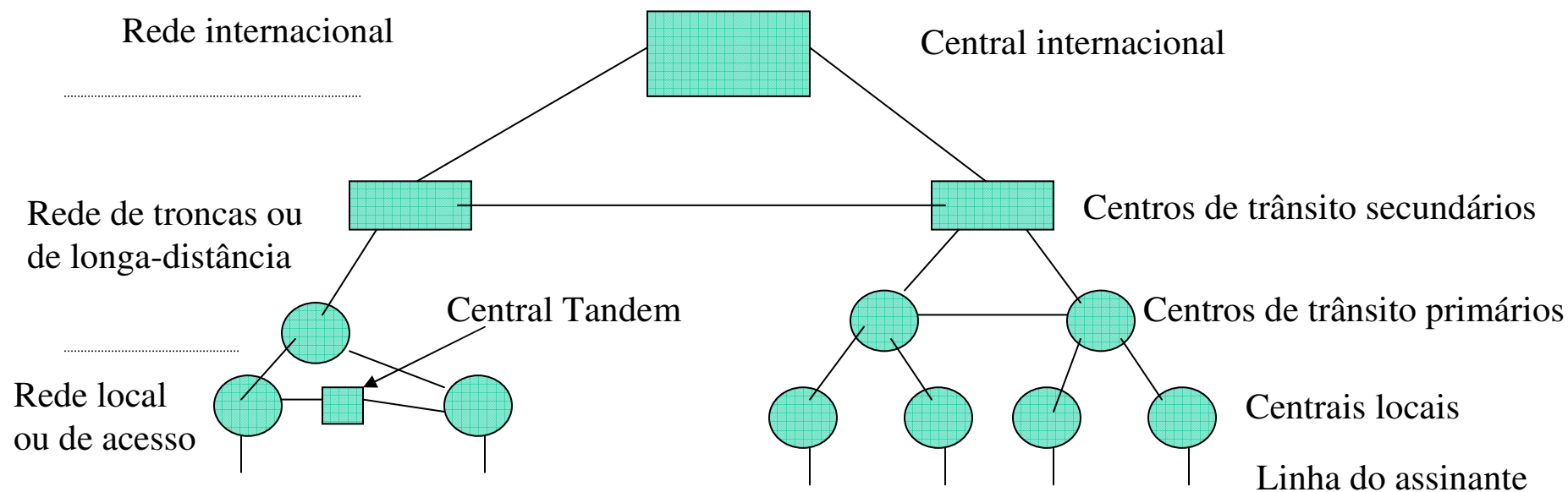
Rede Telefónica Pública Comutada

- Rede de longa-distância ou de troncas (cont.) -

- Um centro de trânsito primário constitui a interface entre a rede de junção e a rede de troncas: cada central local está ligada a um centro primário, seja directamente, seja através de uma central de junção tandem.
- Um centro primário constitui a primeira camada da rede de troncas, sendo o número de camadas adicionais dependente da dimensão do país.

Rede Telefónica Pública Comutada

- Estrutura geral: rede nacional -

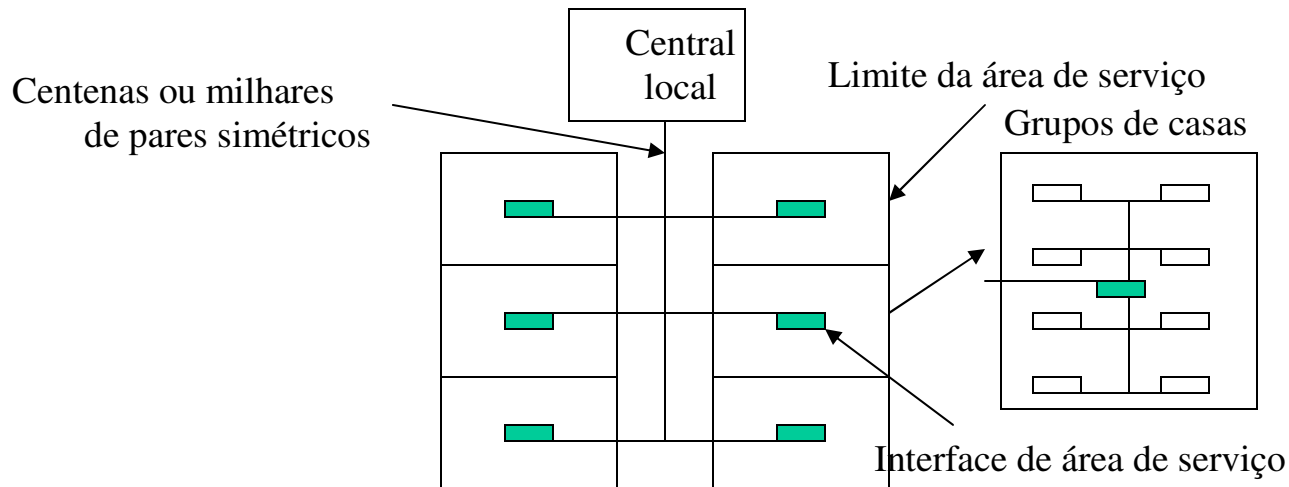


- Neste exemplo a rede de troncas é constituída por duas camadas
 - na camada mais elevada (topologia em malha), cada centro de comutação está ligado directamente à central internacional do país.
- A topologia da rede telefónica nacional é em árvore não pura.

Rede Telefónica Pública Comutada

- Estrutura geral: rede local ou de acesso -

- Uma grande parte da rede local é constituída pela infra-estrutura de cobre (fios de cobre entrelaçados - par simétrico - cooper twisted pair) que liga os telefones dos assinantes às centrais locais.

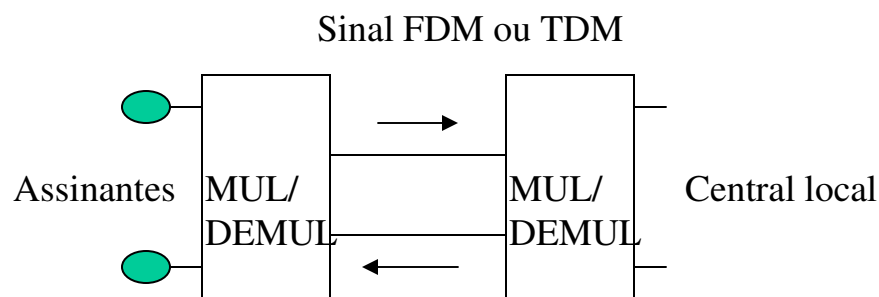


- As áreas de serviço podem ter diferentes dimensões, desde uma dezena de Km² nas áreas urbanas até algumas centenas nas áreas rurais.

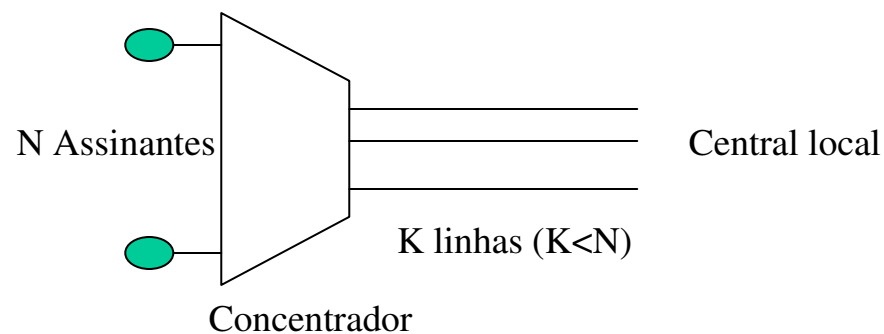
Rede Telefónica Pública Comutada

- Estrutura geral: rede local ou de acesso (cont.) -

- Multiplexagem: aproveitar um único suporte físico para assegurar a ligação a vários assinantes. Utilização de FDM ou TDM.



- Concentração: atribuição de linhas disponíveis aos assinantes consoante estes necessitem:
 - Significa que o primeiro andar de comutação da central local foi deslocado para o lado dos assinantes. Introduce bloqueio.



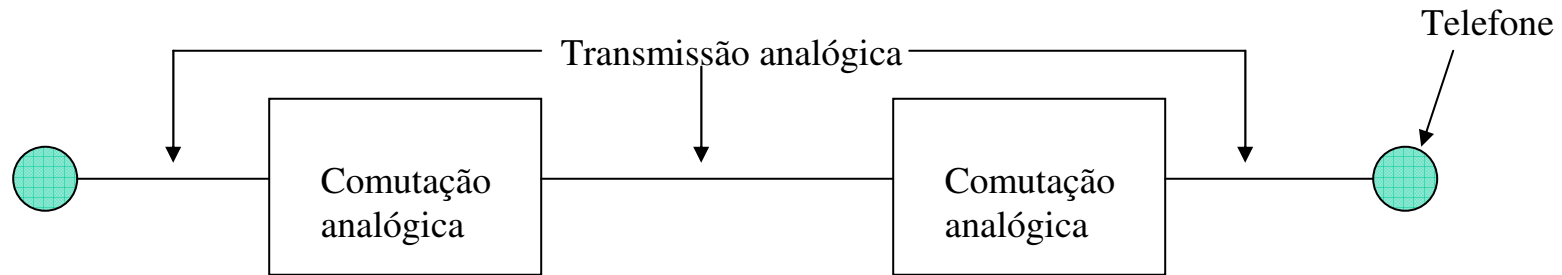
Rede Telefónica Pública Comutada

- Estrutura geral: rede local ou de acesso (cont.) -

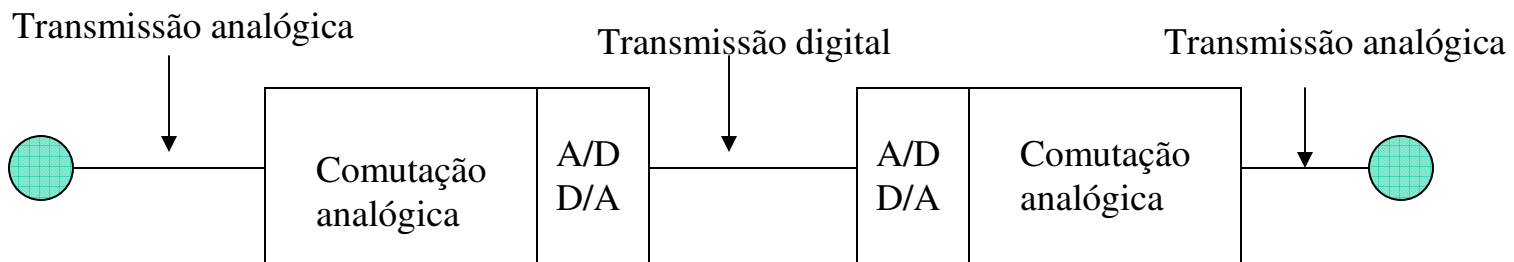
- Novos serviços, e.g. video a pedido, videoconferência, exigem uma largura de banda superior à do canal telefónico. Algumas soluções são:
 - RDIS (Rede Digital com Integração de Serviços), Acesso básico: 2 x 64 kbit/s + 16 kbit/s;
 - ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line), 8 Mbps (download) e 1 Mbps (upload);
 - FTTC (Fiber-To-The-Curb), colocar a fibra até um armário exterior às instalações do assinante (ou até ao quarteirão), ligando em seguida este armário ao assinante usando o cobre - custo aceitável;
 - FTTH (Fiber-To-The-Home), colocar a fibra directamente até à instalação do assinante - custo elevado.

Rede Telefónica Pública Comutada : Evolução

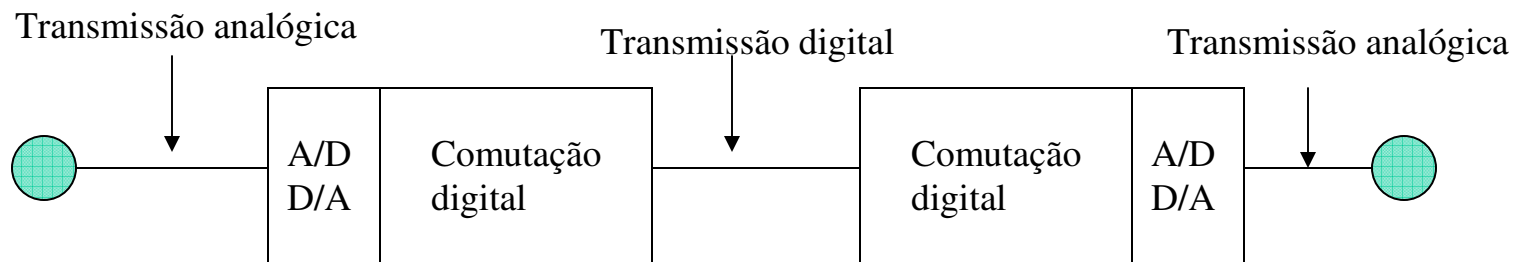
- Rede telefónica analógica



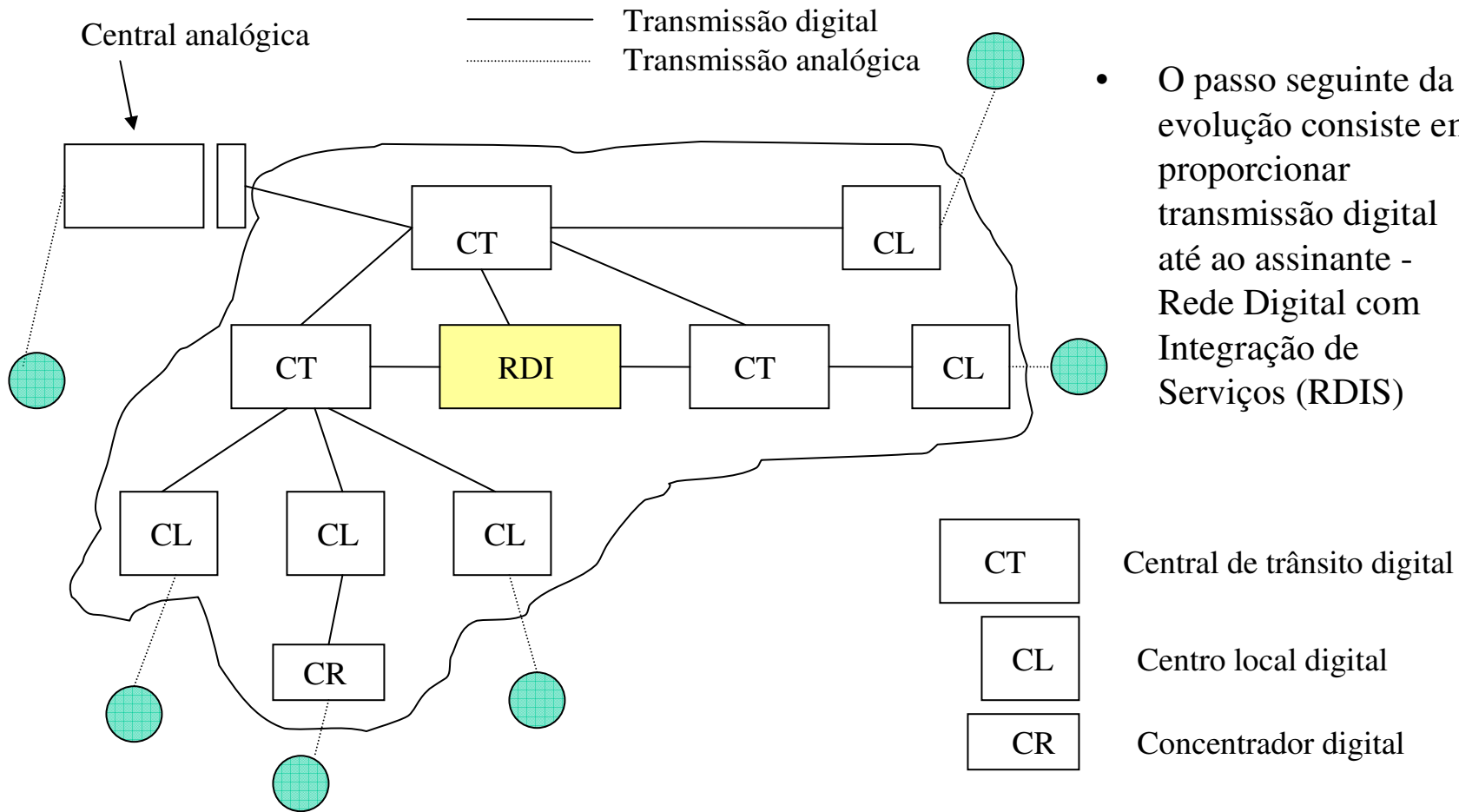
- Rede telefónica híbrida



- Rede Digital Integrada (RDI)



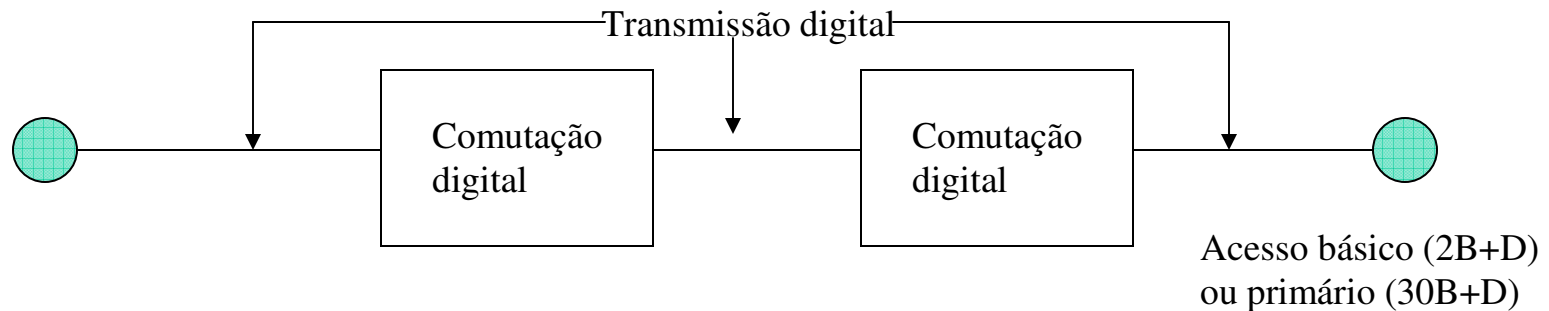
Rede Telefónica Pública Comutada: - RDI (cont.)



- O passo seguinte da evolução consiste em proporcionar transmissão digital até ao assinante - Rede Digital com Integração de Serviços (RDIS)

Rede Telefónica Pública Comutada : Evolução (cont.) -

- Rede Digital com Integração de Serviços (RDIS)



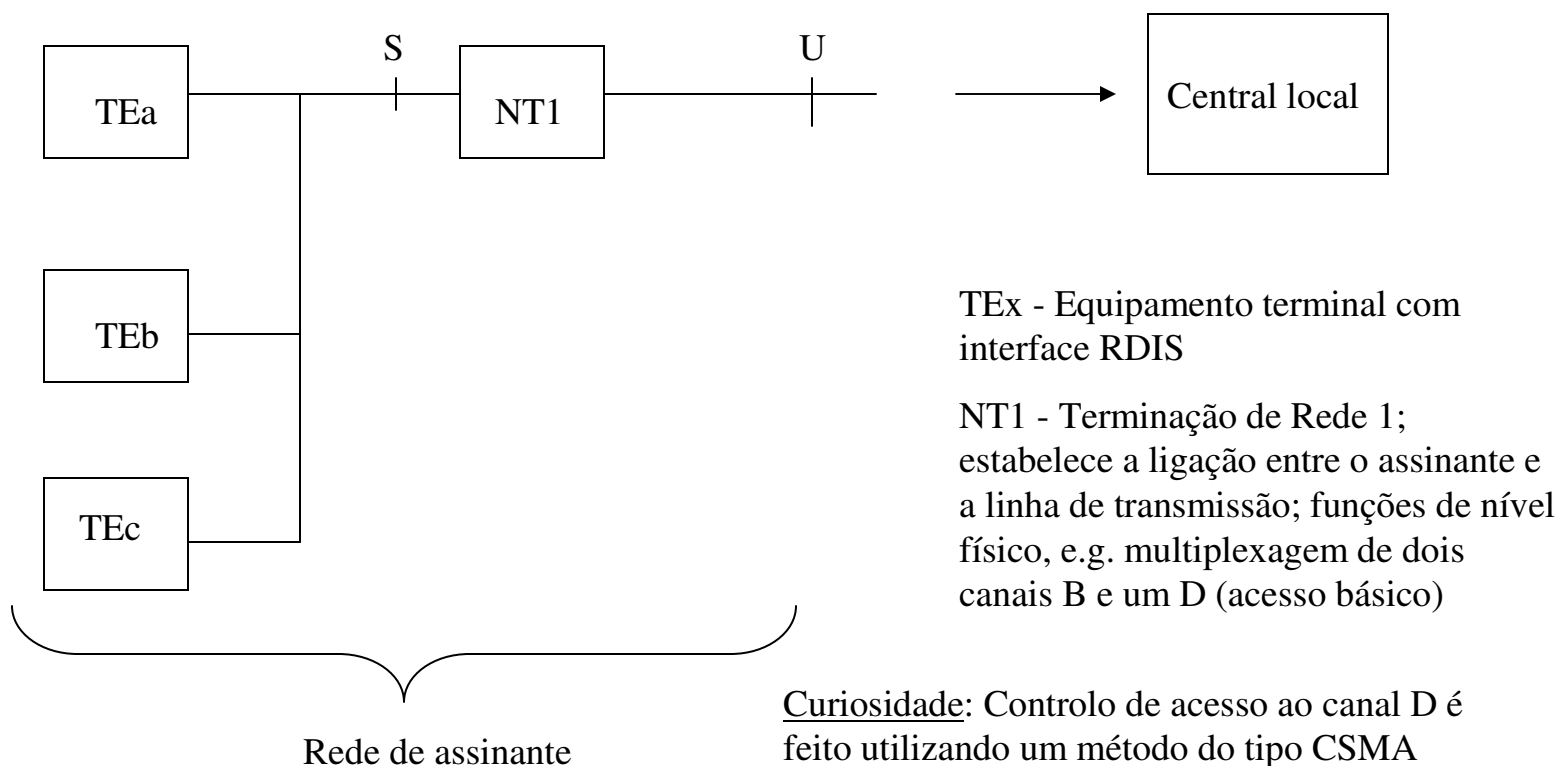
- Rede Digital com Integração de Serviços : características
 - Possibilidade de implementação de uma larga gama de serviços de voz, dados, texto e imagens;
 - Suporte de vários modos de transferência da informação (comutação de circuitos e pacotes);
 - Compatibilidade com o ritmo de comutação básico de 64 kbit/s das centrais digitais actuais;
 - Utilização de uma arquitectura de protocolos de acordo com o modelo de referência OSI

Rede Digital com Integração de Serviços - Interfaces de acesso do utilizador -

- Tipos de canais disponíveis na RDIS:
 - canal B - 64 kbit/s - estas ligações podem utilizar a comutação de circuito e de pacote;
 - canal D - 16 kbit/s - transporte de sinalização associada aos canais B; nos tempos mortos pode ser usado para dados dos utentes em modo pacote;
 - canal H - 384, 1536 ou 1920 kbit/s.
- Estes canais são agrupados segundo dois tipos de acesso que são oferecidos ao utente:
 - acesso básico (2B+D) - Esta configuração corresponde a um débito total de 192 kbit/s, incluindo a sincronização e o cabeçalho da trama;
 - Acesso primário - oferece duas configurações relacionadas com as hierarquias de transmissão digital - Europa usa 2048 kbit/s (30B+D) e os EUA, Canadá e Japão usam 1544 kbit/s (23B +D) - Portadora T1

Rede Digital com Integração de Serviços (RDIS)

- Modelo entre o terminal de assinante e a central local -



RDIS de banda larga

- Aspectos gerais -

- Tem como característica a integração de todos os serviços, incluindo aqueles que requerem um débito binário elevado, e.g.
 - video interactivo em tempo real, a distribuição de televisão de alta definição, transmissão de dados de alto débito
- Utiliza um novo modo de transferência da informação
 - ATM (Asynchronous Transfer Mode) - célula de 53 bytes
 - Este modo garante uma rede flexível capaz de se adaptar a diferentes ritmos de transmissão
- Requer suportes de transmissão e tecnologias de comutação bastante diferentes da RDIS de banda estreita
 - Transmissão óptica - uso da técnica WDM (Wavelength Division Multiplexing);
- Actualmente a tecnologia ATM é usada apenas no interior (core) da rede