

FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA
LICENCIATURA EM ENGENHARIA INFORMÁTICA
REDES DE COMPUTADORES II

TEMA: Integrated Services Digital Network

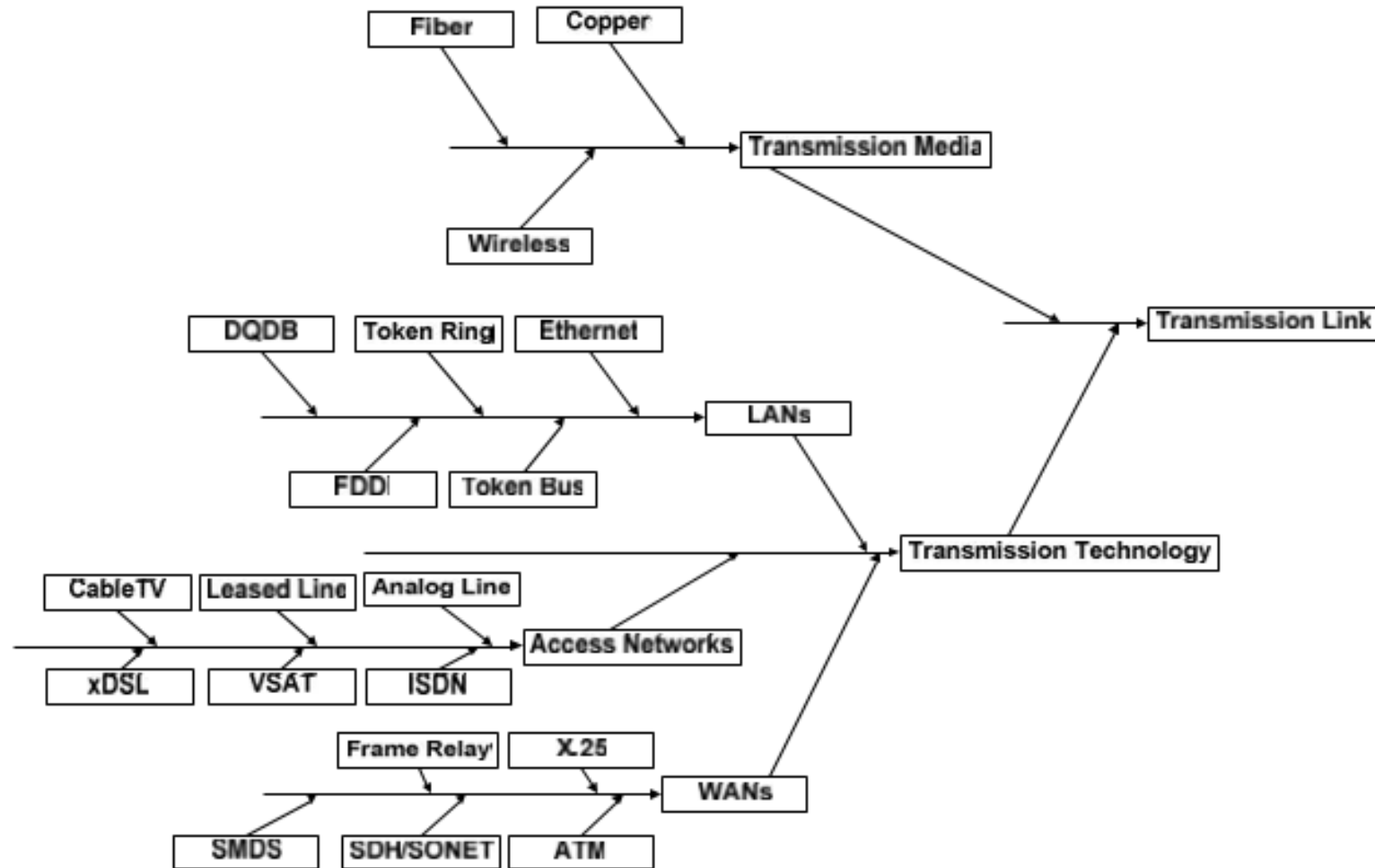
Grupo Docente:

- **Regente:** Eng^o. Felizardo Munguambe
- **Assistente:** Eng^o. Délcio Chadreca

Tópicos da Aula

1. Introdução
2. Introdução: Rede Digital Integrada
3. Introdução: Rede Digital de Serviços Integrados
4. Estrutura de Transmissão
5. Acesso do Usuário
6. Protocolo ISDN
7. ISDN de Banda Larga
8. Conclusão

Introdução: Tecnologias e Meios de Transmissão em Redes de Computadores



Introdução: Tecnologias de Acesso

Transmission Service	Bandwidth	<i>Distance/Coverage</i>
POTS (Dial-Up)	28.8-56 Kbps	50 Km (or ∞)
ISDN	64-128 Kbps	50 Km (or ∞)
ADSL	16Kbps-6.1 Mbps	18.000 feet
Leased Line - HDSL	64Kbps-1Mbps	0-50 Km
Cable TV	100-2400 Mbps	50 Km (or ∞)
Wireless	64Kbps-8Mbps	1m-10Km
VSAT	64Kbps-16Mbps	∞

Introdução

- O objectivo do estudo do ISDN é mostrar o seu funcionamento, as aplicações, vantagens e outras informações sobre tecnologia ISDN.
- Esta tecnologia surgiu na década de 1980 e é utilizada até hoje, depois de vários melhoramentos.
- **O que é ISDN**
- ISDN é a sigla para *Integrated Services Digital Network* (RDSI - **R**ede **D**igital de **S**erviços **I**ntegrados).
- Trata-se de um serviço disponível em centrais telefónicas digitais, que permite a ligação entre assinantes e o acesso à Internet e baseia-se na troca digital de dados, onde são transmitidos pacotes por multiplexagem sobre condutores de "par-trançado".

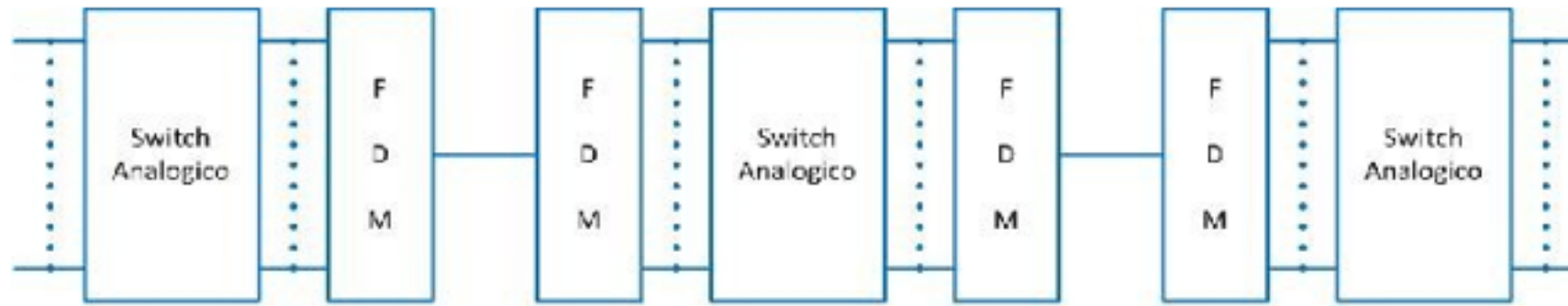
Introdução: Rede Digital Integrada

- A motivação para o desenvolvimento da tecnologia digital nos serviços de telecomunicações foi acelerada pela competição pelos diferentes intervenientes no mercado de telecomunicações em torno da redução dos custos dos serviços de telecomunicações e melhorar a qualidade da transmissão de voz e serviços da rede.
- Com o desenvolvimento dos outros segmentos da indústria de computação, como a computação distribuída e comunicação de dados houve necessidade de estabelecimento de um quadro para serviços digitais integrados.
- A evolução das redes de telecomunicações existentes e equipamento especializado dos provedores de serviços de telecomunicações para a redes digitais integradas tem como base dois aspectos ligados ao desenvolvimento tecnológico no sector de telecomunicações:
 - Comutação Digital (*Digital Switching*); e
 - Transmissão Digital (*Digital Transmission*)

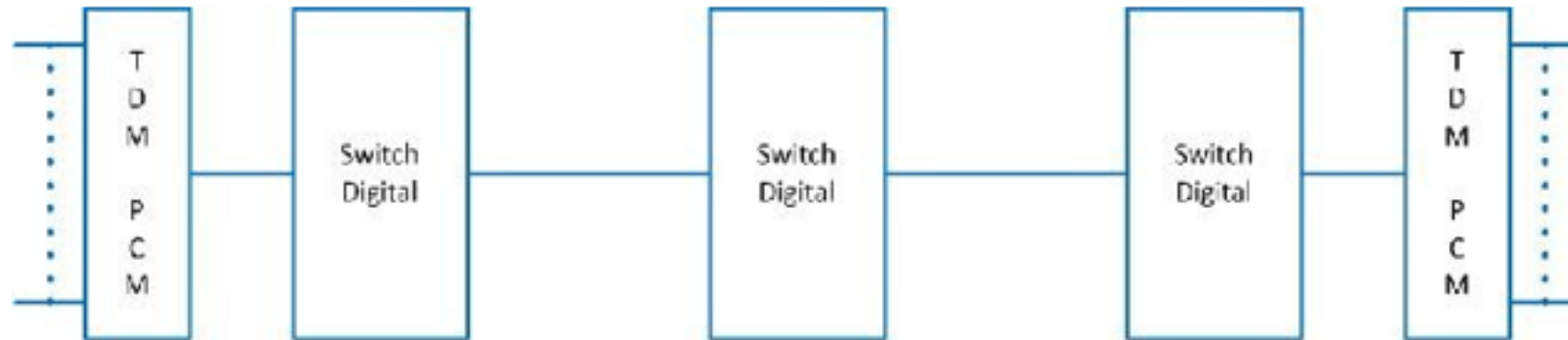
Introdução: Rede Digital Integrada

- A ideia revolucionária no desenvolvimento da tecnologia digital no serviços de telecomunicações foi a de que estas funções (transmissão e comutação), tradicionalmente oferecidos de forma independente, podiam ser integradas para formar a **Rede Digital Integrada** (*Integrated Digital Network – IDN*)
- Em redes analógicas de telecomunicações os sistemas de transmissão e de comutação eram desenhados e geridos por organizações diferentes.
- Nas redes analógicas de telecomunicações em cada centro de comutação analógica está associado um centro de multiplexação FDM (*Frequency Division Multiplexing*). A chamada passa por muitos centros de comutação e de multiplexação FDM (Multiplexação e Demultiplexação) antes de chegar ao destino final.
- Esta processo de repetição dos processos de multiplexação e demultiplexação leva a acumulação de ruído e a custos elevados.

Introdução: Rede Digital Integrada



(a) Nao Integrado



(b) Integrado

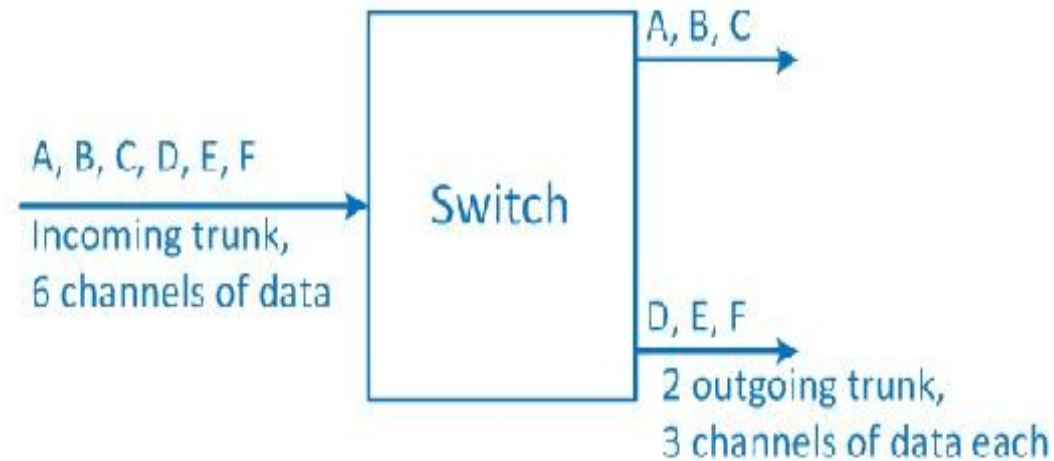
Integração das Funções de Comutação e Transmissão numa Rede Digital Integrada

Introdução: Rede Digital Integrada

- Quando os sistemas de transmissão e de comutação são digitais pode ocorrer a sua integração;
- As chamadas são digitalizadas usando PCM (*Pulse Code Modulation*) e multiplexadas usando o TDM (*Time Division Multiplexing*);
- Os comutadores digitais com base na divisão de tempo ao longo da transmissão podem fazer a comutação sem precisar de decodificá-los. Os canais de multiplexação e demultiplexação não são mais necessários nas estações intermediárias, já que essa função fica incorporada no sistema de comutação digital;

Introdução: Rede Digital Integrada

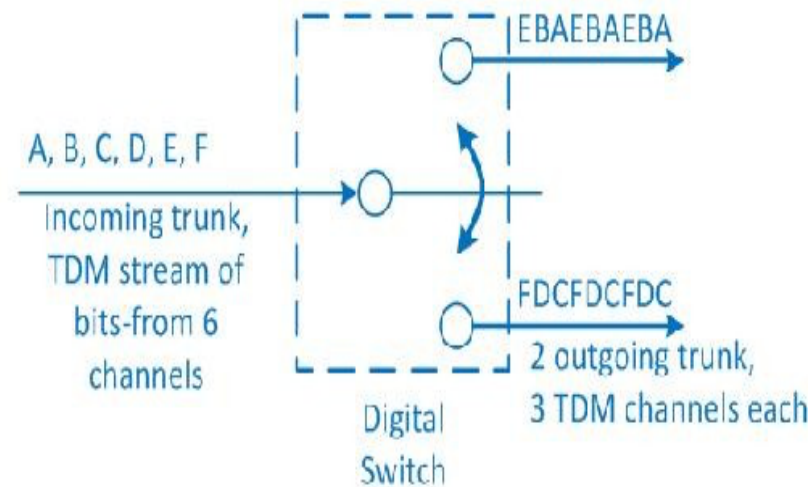
- A figura abaixo mostra o processo que ocorre num comutador intermediário numa Rede de Telecomunicações de Comutação de Circuitos que tem seis canais de voz designados A, B, C, d, E, e F
- Com base nas chamadas de voz, três dos canais devem ser comutados num *Trunk* (A, B, C) e os outros três canais noutra Trunk (D, E, e F).



(a) General block diagram

Introdução: Rede Digital Integrada

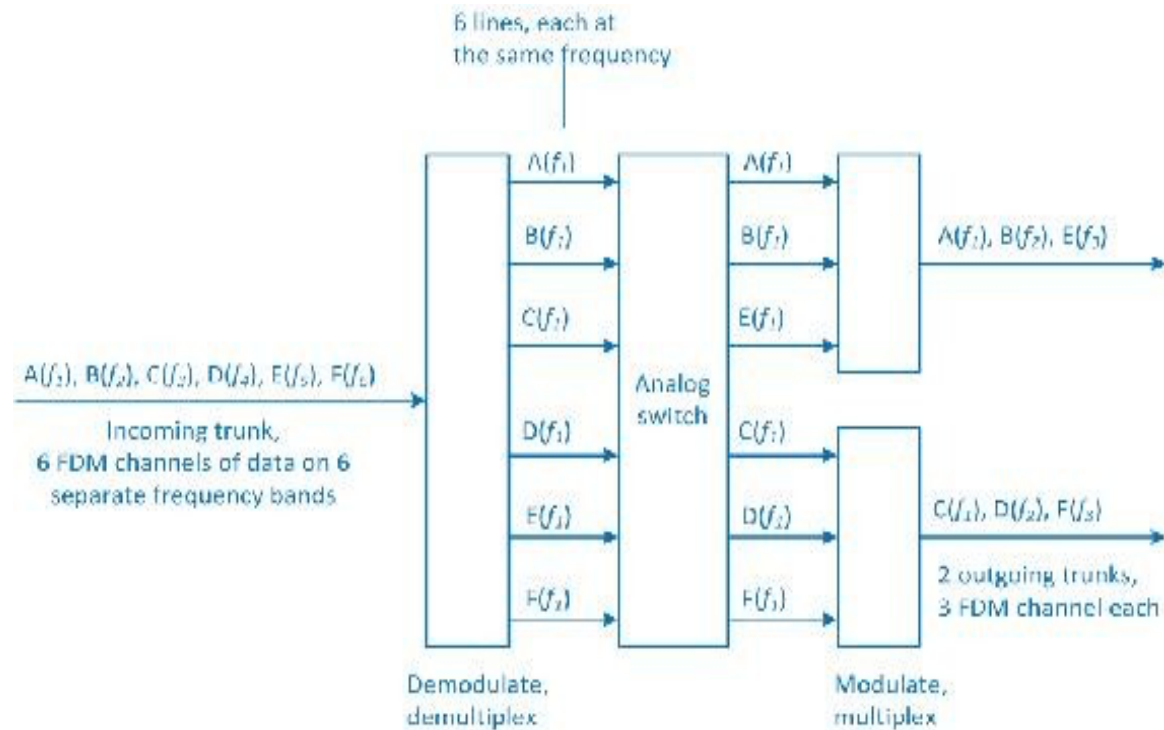
- Todos os três *trunks* estão ligados com outros comutadores, e todos os três *trunks* são multiplexados para transportar múltiplos canais de dados;
- No caso de um Sistema Digital os sinais de voz são digitalizados e transmitidos como um *stream* (corrente) de bits;
- Com base nas chamadas de voz, três dos canais devem ser comutados no Trunk (A, B, E) e os outros três canais no Trunk (C, D, F)



(b) Digital time division switch

Introdução: Rede Digital Integrada

- A arquitectura para o sistema analógico que implementa funções similares, apresentado na figura abaixo, é muito mais complexa.
- Cada canal de voz ocupa uma banda de frequência de cerca de 4 kHz.



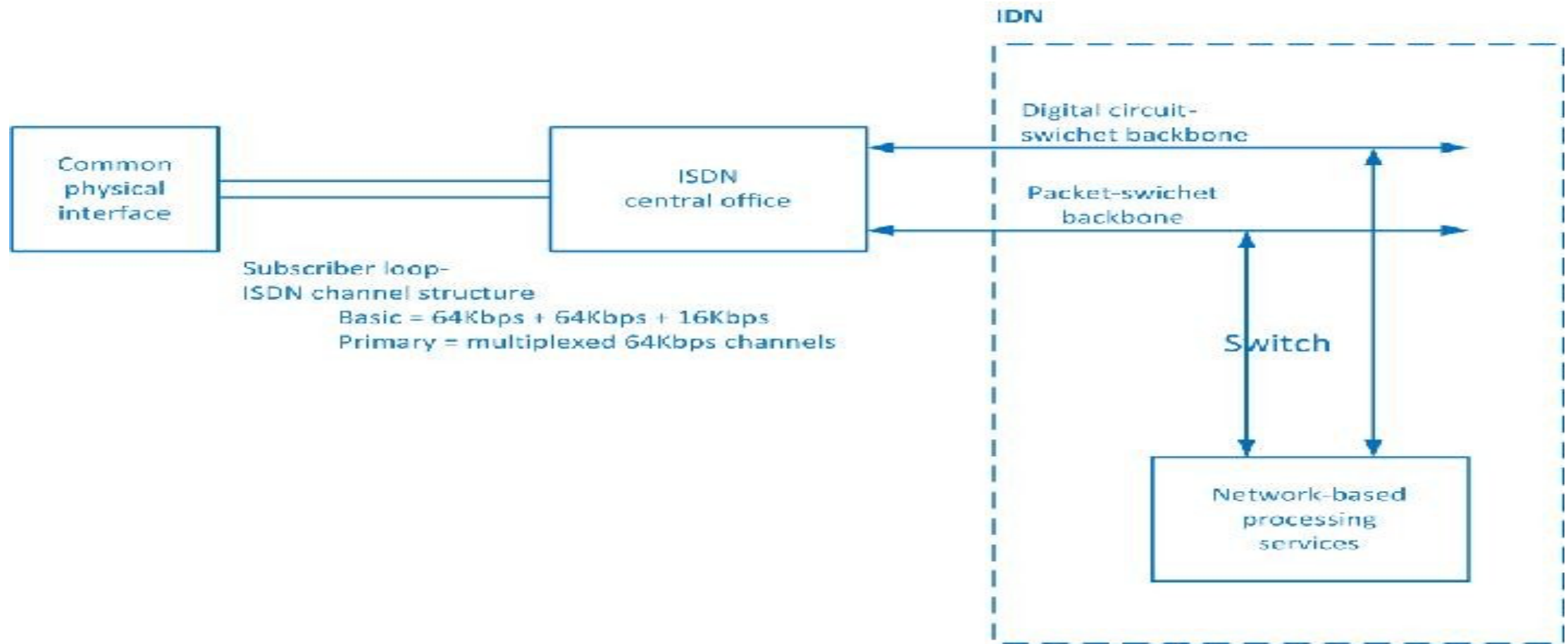
(c) Analog space-division switch

Introdução: RDSI - Rede Digital de Serviços Integrados

- As redes IDN resolveram somente o problema da convergência das funções de comutação e transmissão, mas não resolveram o problema de exploração de sinergias entre as redes de comunicação de dados (digitais) e as redes de telecomunicações (digitais);
- As redes de telecomunicações continuavam a ter tecnologias de acesso dos clientes sem usar tecnologias digitais
- A rede IDN que foi desenvolvida para responder aos desafios de prestar serviços telecomunicações para a transmissão de serviços de voz a custos relativamente baixos, está também preparada para responder as necessidades de serviços de comunicação de dados.
- O resultado da combinação da rede IDN com as redes de comunicação de dados é a rede ISDN (*Integrated Services Digital Network*)
- Neste novo contexto a palavra “*Integrated*” refere-se ao transporte simultâneo de sinais de voz digitalizada com uma variedade de tráfego de dados nas mesmas linhas de transmissão e pela mesmas centrais de comutação.

Arquitectura de ISDN

Diagrama em Bloco das Funções de ISDN



Arquitetura de ISDN

- Através do uso de um equipamento adequado, uma linha telefónica convencional é transformada em dois canais de 64 Kbps, onde é possível usar voz e dados ao mesmo tempo, sendo que cada um ocupa um canal.
- Também é possível usar os dois canais para voz ou para dados.
- Um computador com ISDN também pode ser conectado a outro que utilize a mesma tecnologia, um recurso interessante para empresas que desejem conectar diretamente filiais.
- A tecnologia ISDN possui um padrão de transmissão que possibilita aos sinais que trafegam internamente às centrais telefónicas serem gerados e recebidos em formato digital no computador do usuário, sem a necessidade de um modem

Arquitetura de ISDN

No entanto, para que um serviço ISDN seja ativado em uma linha telefônica é necessária a instalação de equipamentos ISDN no local de acesso do usuário e a central telefônica deve estar preparada para prover o serviço de ISDN.

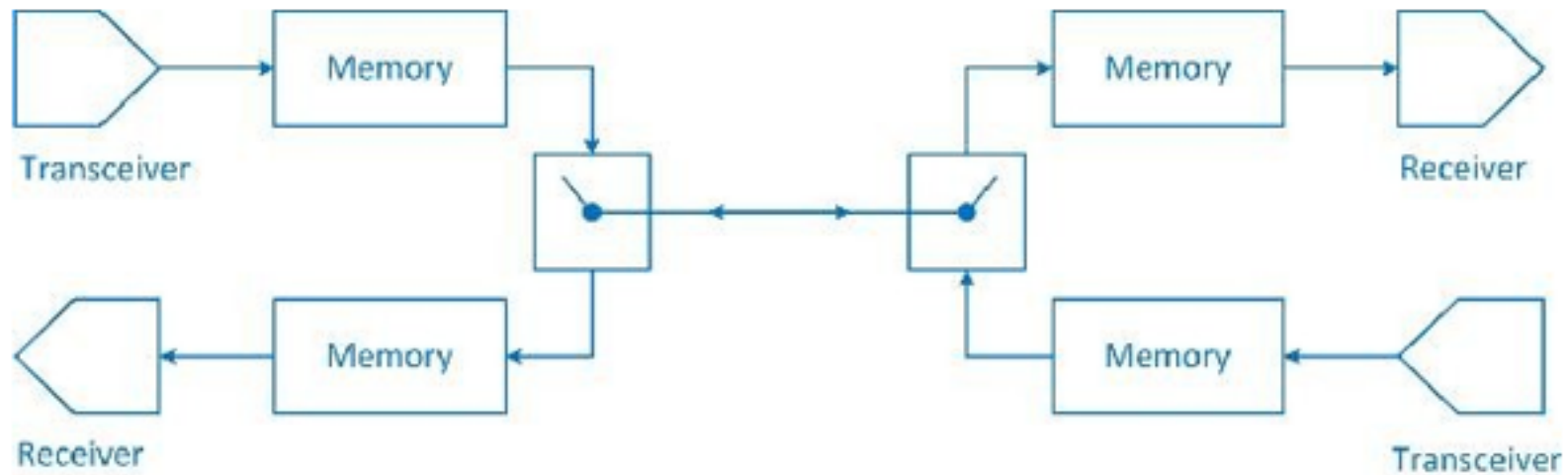
Arquitectura de ISDN

Principio de Funcionamento do Equipamento de ISDN

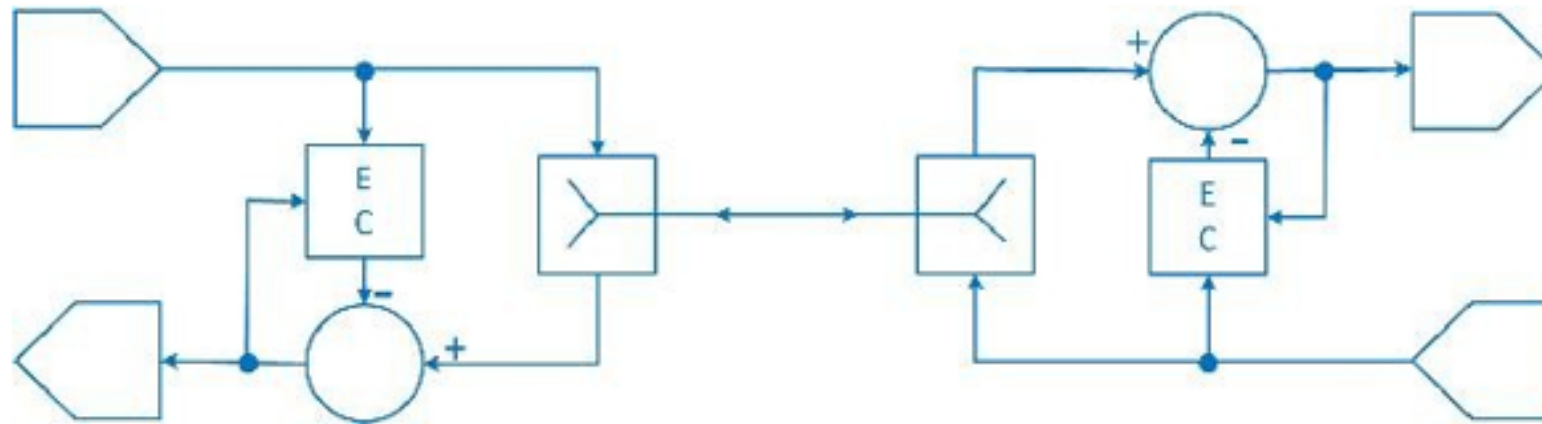
- A largura de banda de uma linha analógica convencional é de 4 KHz. Numa linha digital ISDN esse valor é de 128 Kbps, o que faz com que o sinal de 4 KHz não exista mais, pois a interface da central de comutação na outra "ponta da linha" não trabalha mais com sinais analógicos.
- Os circuitos electrónicos da central telefónica efectuam a equalização e detecção do sinal digital a 128 Kbps transmitido a partir do equipamento do usuário.
- Essa técnica de transmissão na linha digital é a conhecida como "Híbrida com Cancelamento de Eco".
- O equipamento do usuário recebe o fio do telefone proveniente da rede telefónica e disponibiliza duas ou mais saídas: uma para o aparelho telefónico e a outra para a conexão com o computador, geralmente via cabo serial.

Arquitetura de ISDN

Técnicas para a Transmissão Digital em Full-Duplex no Link de Acesso ao Usuário



a) Time Compression Multiplexing



b) Echo Cancellation

Arquitetura de ISDN

Princípio de Funcionamento do Equipamento de ISDN

- Quando o equipamento do usuário é informado pela central telefônica que chegará até ele uma chamada telefônica, ou quando o usuário aciona o aparelho telefônico para realizar uma ligação, automaticamente um dos dois canais utilizados na transmissão à 128 Kbps passa a transmitir os dados à 64 Kbps enquanto o usuário utiliza o telefone para voz, no canal disponibilizado.
- Após o término do uso de voz, o canal volta a ser usado para a transmissão de dados à 128 Kbps.
- No entanto, é importante frisar que o equipamento de ISDN do usuário tem que ter suporte a este mecanismo (conhecido como *call bumping*), caso contrário esse recurso pode não funcionar e o usuário não receber a ligação

Breve Historia do ISDN

- Os primeiros casos de uso da tecnologia ISDN datam entre os anos de 1984 e 1986, logo após o as primeiras especificações do ISDN terem sido determinadas.
- Nesta época não havia a necessidade de uma transmissão de dados à 128 Kb/s.

Mas então, para que a tecnologia ISDN foi desenvolvida?

- Na verdade, a tecnologia ISDN era uma "solução" para um "problema" que ainda não existia para a grande maioria dos usuários.
- Em 1990 o ITU-T (*International Telecommunication Union*), emitiu as especificações P_x64 para a videofone, cuja ideia central permitiria o uso de vídeo em ligações telefônicas.
- Entretanto, os preços dos terminais eram inviáveis para a grande maioria dos usuários e a troca de imagens e áudio em uma conexão telefônica era uma novidade da qual poucas pessoas tinham interesse, tal como se fosse uma ideia futurista (e não deixa de ser).

Breve Historia do ISDN

- Viu-se ainda que a videofonia nas linhas analógicas, gerava custos maiores para ter uma qualidade aceitável. O ISDN foi criado para solucionar este problema e deixar os equipamentos mais baratos.
- Pouco tempo depois, a Internet começava a aparecer para o mundo. Rapidamente, usuários que conseguiam velocidade satisfatória durante as conexões aos BBS (*Bulletin Board System/Service* - sistema disponível ao usuário comum no período conhecido como: "pré-Internet") perceberam que na Internet, a mesma eficiência não existia, mesmo com modems de 28.8 Kbps, os mais velozes na época.
- O despreparo das companhias telefônicas em fornecer acesso ao fenômeno "Internet", além do precário estado da infra-estrutura dos primeiros provedores de acesso, contribuíam para isso.

Breve Historia do ISDN

- No entanto, o mundo do "WWW" era algo fascinante e imperdível. Diante desta percepção, muitos começaram a se perguntar como obter velocidades maiores e mais estáveis nas conexões à Internet. A tecnologia ISDN se mostrou interessante a estes propósitos e passou então a ser usada para tal finalidade, substituindo seu objetivo de desenvolvimento inicial.

Estrutura de Transmissão - Canais ISDN

- Os links digitais entre a central telefónica e o cliente (assinante ou usuário) de serviços ISDN é usado para transportar um determinado número de canais de comunicação.
- A capacidade do link, e portanto, o número de canais a usar varia de usuário para usuário
- A estrutura de transmissão de qualquer link de acesso ISDN é construído com base nos seguintes tipos de canais:
 - **Canal B (*B Channel*): 64 Kbps**
 - **Canal D (*D Channel*): 16 ou 64 Kbps**
 - **Canal H (*H Channel*): 384, 1536, e 1920 Kbps**
- Com base na combinação destes canais o ISDN oferece dois tipos de serviços:
 - **Acesso Básico – *BRI (Basic Rate Interface)***
 - **Acesso Primário – *PRI (Primary Rate Interface)***

Estrutura de Transmissão em ISDN

From Computer Desktop Encyclopedia
© 1998 The Computer Language Co., Inc.

ISDN SERVICES

Basic Rate Interface (BRI)

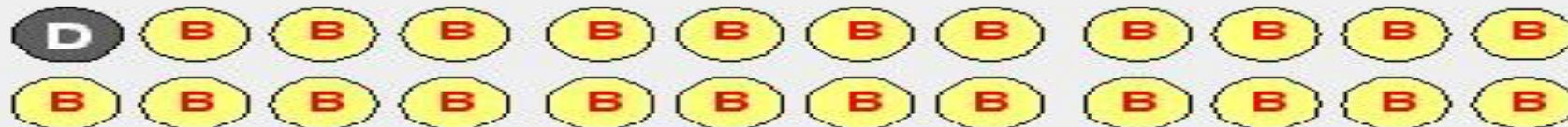
Two 64 Kbps B Channels, one 16 Kbps D Channel



Bonded  **+**  **= 128 Kbps**

Primary Rate Interface (PRI)

23 64 Kbps B Channels, 1 64 Kbps D Channel



Estrutura de Transmissão em ISDN

- **Formas de uso do ISDN**

- É possível usar duas formas de comunicação com ISDN, a serem vistas a seguir.

1. Acesso Básico - BRI

- A primeira forma é o acesso básico destinado ao usuário doméstico ou pequenas empresas: ISDN-BRI (***B*asic *R*ate *I*nterface**), onde é possível ligar vários equipamentos terminais.
- A ligação de acesso básico põe sempre à disposição dois canais, possibilitando assim o uso máximo de dois equipamentos ou ligações simultaneamente. No entanto, é possível conectar até 8 equipamentos ao ISDN, mas somente dois poderão utilizar a tecnologia ao mesmo tempo.

Estrutura de Transmissão em ISDN

1. Acesso Básico – BRI

- O reconhecimento do serviço é feito pelo MSN (*Multiple Subscriber Number*) que determina a qual dos equipamentos se destina a ligação.
- O ISDN-BRI também pode servir como substituto para acessos telefônicos tradicionais e é composto, conforme já citado, de dois canais de dados (*B Channels*) de 64 Kbps, e um canal de sinalização de 16 Kbps (*D channel*), totalizando 144 Kbps.
- Este serviço é o mais indicado para residências e pequenos escritórios e pode suportar aplicações como: voz, dados, link de acesso para redes de comutação de pacotes, link de acesso a central de serviços de alarmes, fax, etc.

Estrutura de Transmissão em ISDN

2. Acesso Primário – PRI

- A segunda forma é o acesso primário (**P**rimary Multiplex), que permite a utilização de, no máximo:
 - 23 canais de 64 Kbps e 1 canal D de 64 Kbps, com taxas de transmissão de 1544 Kbps ou 1,544 Mbps (USA e Japão)
 - 30 canais de 64 Kbps 1 canal D de 64 Kbps, com taxa de transmissão de 2048 Kbps ou 2,048 Mbps (Europa).
- Os Estados Unidos de America e o Japão usam uma estrutura de transmissão que tem 1,544 Mbps como taxa (*rate*) base, que corresponde a uma linha T1, usando o formato de transmissão DS-

1. A Europa usa 2,048 Mbps como taxa (*rate*) padrão.

- Neste caso, o ISDN é fornecido diretamente da central telefónica e não através de um linha telefónica convencional.
- O acesso primário possibilita a comunicação simultânea em 30 equipamentos, sendo portanto, útil a empresas de porte médio e grande e a provedores de acesso à Internet.

Estrutura de Transmissão em ISDN

3. O Canal D

- Independentemente do tipo de ISDN usado (BRI ou PRI) há um canal, denominado D (*D Channel*), que tem duas funções básicas
 - Transportar informação de sinalização para controlar as chamadas de comutação de circuitos nos canais B nos interfaces dos utilizadores (ex. protocolos de transmissão de dados, taxas, data e horas da ligação, duração das chamadas, etc.)
 - Transportar dados em comutação de pacotes, a baixas velocidades (aplicações de telemetria por exemplo), quando este canal não está sendo usado para transportar informação de sinalização de chamadas de comutação de circuitos.
- Com a combinação das características do Canal D com o equipamento de hardware adequado é que se torna possível "juntar" os canais B para transmitir dados com maior rapidez.

Estrutura de Transmissão em ISDN

4. O Canal H

- Transmissão de Fax a grande velocidade; Estes canais são usados para transporte de dados do usuário a grandes velocidades.
- O utilizador pode usar estas ligações como trunks de grande capacidade ou subdividi-lo de acordo com o esquema TDM do cliente.
- Exemplos de aplicações de Canal H incluem:
 - Transmissão de video (videoconferência);
 - Transmissão de dados a alta velocidade; e
 - Transmissão de voz de grande qualidade.
 - etc.

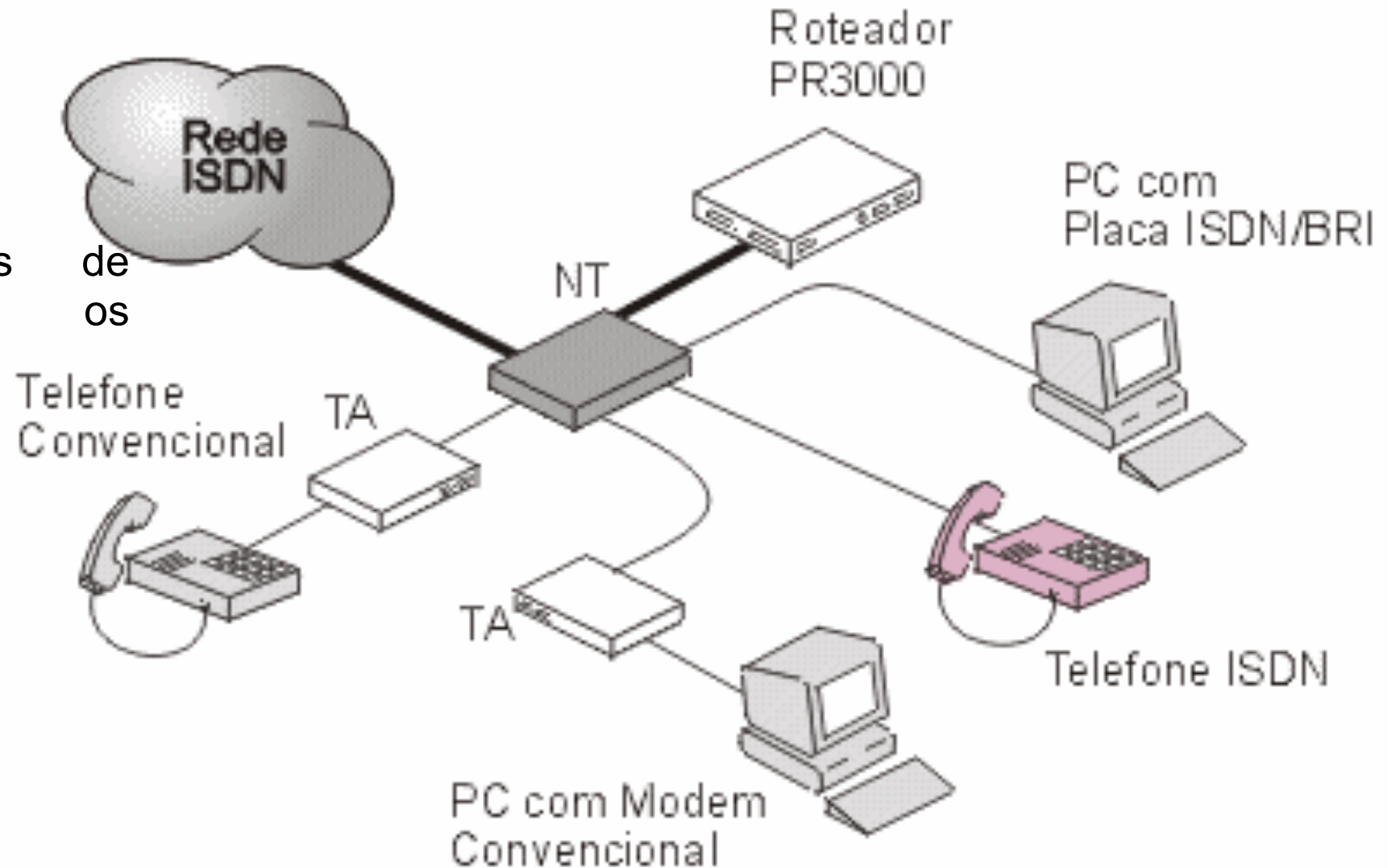
Componentes ISDN

NT- Network Terminator

TA-Terminal Adapter

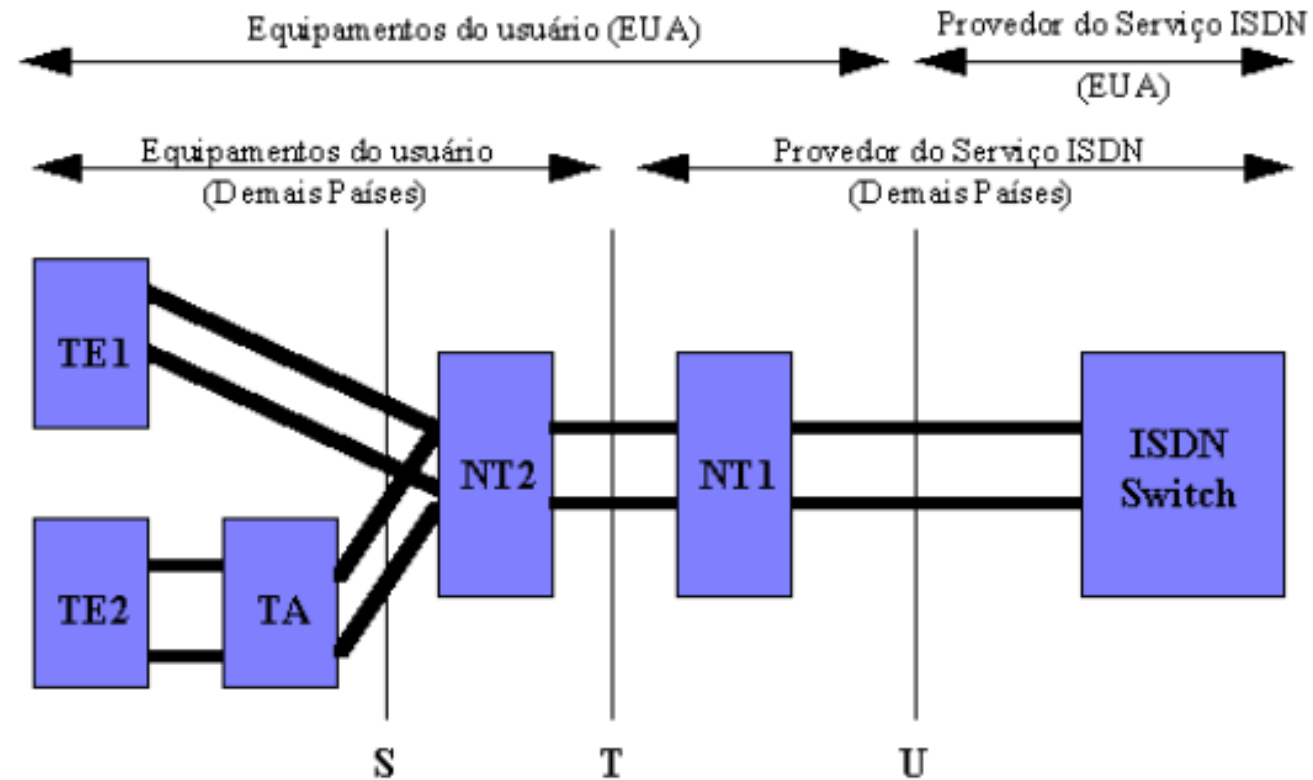
TE-Terminal Equipment

S,T e U- Interfaces de comunicacao entre equipamentos



Componentes ISDN

Modelo de Referência ISDN



NT1 - Network Termination 1

NT2 - Network Termination 2

TA - Terminal Adapter

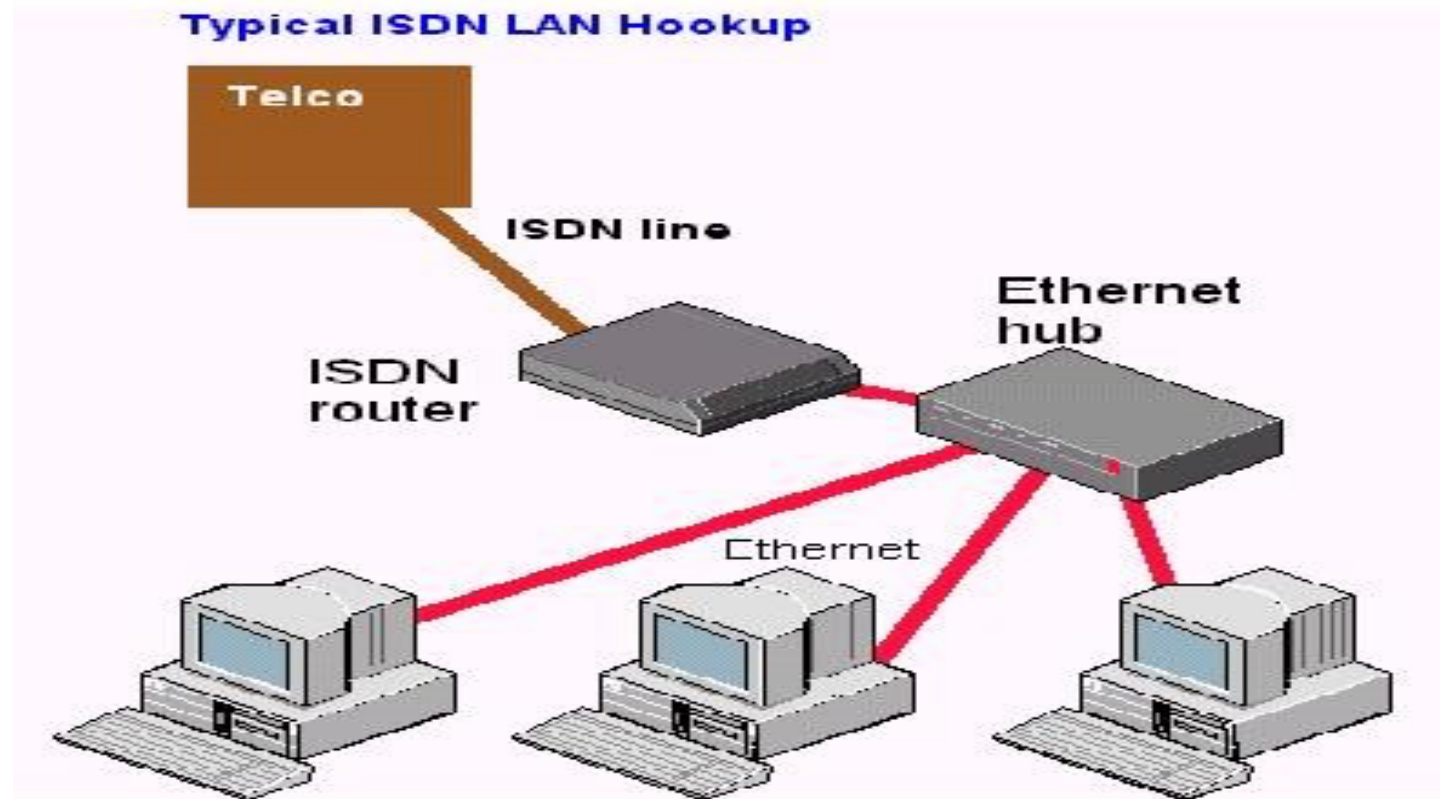
TE1 - Terminal Equipment

TE2 - Terminal Equipment

S, T e U - Interfaces de comunicação entre os equipamentos

Equipamento Terminal e Ligação do ISDN

From Computer Desktop Encyclopedia
© 1999 The Computer Language Co., Inc.



Arquitectura do ISDN: Protocolos do ISDN

Application	End-to-end User signaling					
Presentation						
Session						
Transport						
Network	Call control 1.451/Q.931	X.25 Packet level	(Further study)			
Data Link	LAPD (1.441/Q.921)			Frame Relay	X.25 packet level	
Physical	1.430 basic interface + 1.431 primary interface					
	Signal	Packet	Telemetry	Circuit Switched	Semipermanent	Packet Switched
	D Channel			B Channel		

Arquitetura do ISDN: Protocolos do ISDN

- Protocolos de acesso a rede (Nível Físico): **I.430 e I.431**: especificam a interface física para os serviços básico (I.430) e primário (I.431)
- Nível de Ligação de Dados: **LAPD (I.441 e Q.921)**
 - Para o Canal D: o Protocolo LAPD (Link Access Protocol D Channel) define o Frame LAPD e suporte três aplicações:
 - Control e sinalização, comutação de pacotes, e telemetria
 - I.451/Q.931 (no Nível de Rede): estes protocolos são usados para a sinalização e controle. Este protocolo é usado para estabelecer, manter e terminar chamadas telefônicas ou ligações nos canais B
 - Para o Canal B: o Protocolo LAPB (Link Access Protocol B Channel) define o Frame LAPB para comutação de pacotes
- Nível de Rede: **X.25**
 - O Canal D pode ser também usado para serviços de comutação de pacotes oferecidos ao assinante. Neste caso é usado o protocolo X.25. os pacotes de X.25 são transmitidos no Frame LAPD
 - O protocolo X. 25 é usado para estabelecer circuitos virtuais no Canal D

Conclusão

- O ISDN oferece quatros tipos de serviços para ligações ponto-a-ponto (ende-to-end)
 - Comutação de circuitos nos canais B
 - Ligações semi-permanentes nos canais B
 - Chamadas de Comutação de pacotes nos canais B
 - Ligações de Comutação de Pacotes nos canais D.
- Exemplos de uso do serviço RDIS da empresa TDM em Moçambique.
- Exemplos de uso de ISDN como serviços contratados pelo Governo de Moçambique para implementar a GovNet
 - Nas ligações entre Maputo e as províncias
 - Nas ligações entre as instituições do Governo ao nível central e o NOC da GovNet em Maputo

Questões de reflexão

Bibliografia consultada

- ▶ Larry L. Peterson and Bruce S. Davie – Computer Network a system approach 5th Edition
- ▶ Tanenbaum A. S. and Wetherall D. J. - *Computer networks* 5th Edition.
- ▶ Mário Vestias Redes - Cisco para profissionais - 6ª Edição
- ▶ Adaptado do Professor Doutor Lourino Chemane

OBRIGADO !!!