

---

## Comunicação de Dados e Redes de Computadores

### Introdução

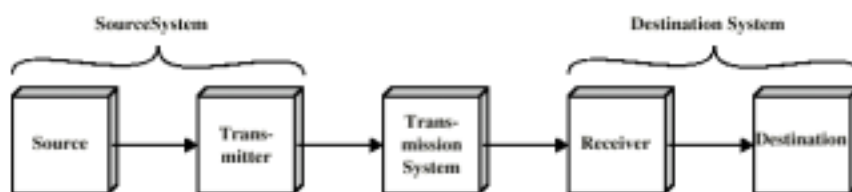
FEUP/DEEC/RCD – 2002/03

MJR/JAR

---

## Modelo de um Sistema de Comunicação

- » **Fonte** – gera a informação (dados) a transmitir
- » **Emissor** – converte os dados em sinais adequados ao sistema de transmissão
- » **Sistema de transmissão** – transporta os dados sob a forma de sinais
- » **Receptor** – converte os sinais em dados
- » **Destino** – consome os dados



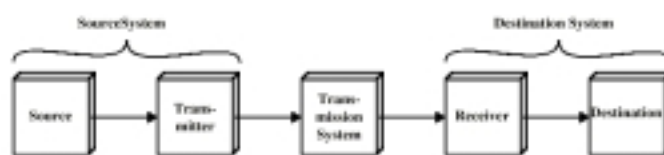
(a) General block diagram



(b) Example

## Funções de um Sistema de Comunicação

- » Utilização do sistema de transmissão
- » Interface com o sistema de transmissão
- » Geração de sinais a transmitir
- » Sincronização
- » Gestão da comunicação
- » Detecção e correcção de erros
- » Controlo de fluxo
- » Endereçamento e encaminhamento
- » Recuperação de anomalias
- » Formatação de mensagens
- » Segurança
- » Gestão de rede



(a) General block diagram



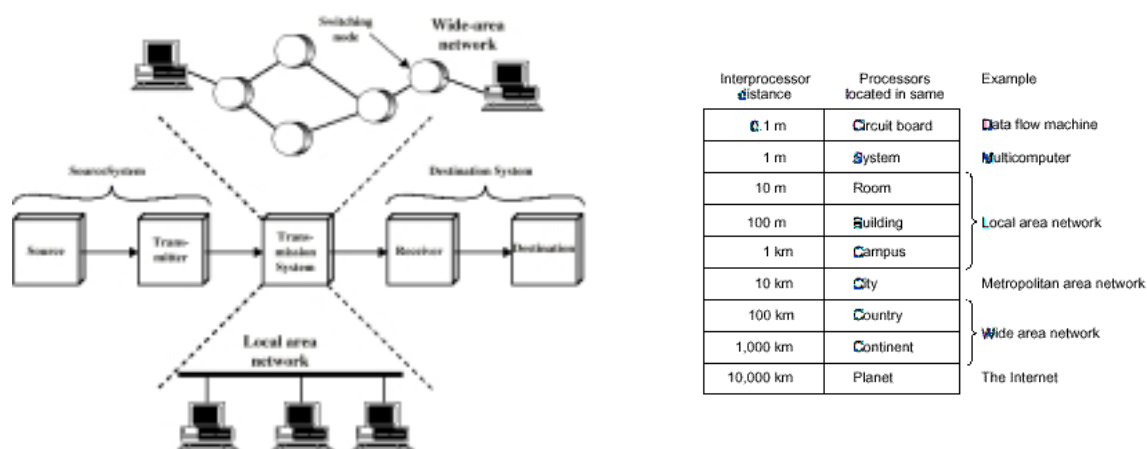
(b) Example

## Interligação de Computadores

- » A ligação directa entre pares de computadores não é prática nem viável quando
  - Número de computadores muito elevado
    - ◆ o número de ligações cresce exponencialmente com o número de computadores
  - Computadores geograficamente afastados e dispersos
    - ◆ custo elevado de comunicações
  - Requisitos de conectividade desconhecidos com antecedência
    - ◆ conectividade não deve ser restringida à partida
  - Padrão de tráfego irregular e com débito variável (*bursty*), típico do tráfego de dados entre computadores, o que levanta problemas de:
    - ◆ eficiência na utilização da capacidade instalada (não partilhada)
    - ◆ dimensionamento da capacidade das ligações (custo vs. desempenho)
- » Solução: os computadores devem comunicar através de uma rede constituída por elementos (nós) de comutação interligados
  - Possíveis topologias de interligação: malha, estrela, árvore, barramento, anel
- » Questão: qual a tecnologia de comutação mais adequada para comunicação de dados entre computadores?



## Modelo Simplificado de uma Rede

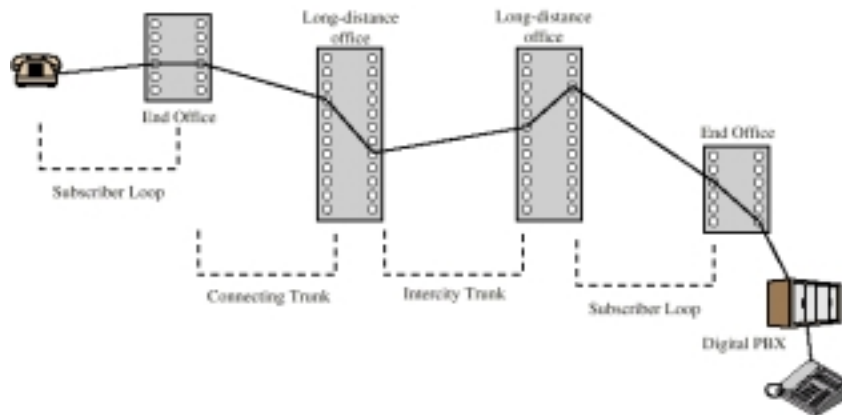


## Wide Area Networks - WAN

- » Cobertura de grandes áreas geográficas
- » Geridas por operadores de Telecomunicações
- » Recursos de transmissão podem ser dedicados ou partilhados
- » Diversas tecnologias de transporte (modos de transferência)
  - Comutação de circuitos (rede telefónica, RDIS)
  - Comutação de pacotes (X.25, IP)
  - Comutação de tramas (*Frame Relay*)
  - Comutação de células (ATM - *Asynchronous Transfer Mode*)
- » X.25 e IP representam dois paradigmas clássicos de comutação de pacotes, a que correspondem dois tipos de serviços: Circuitos Virtuais e Datagramas
- » *Frame Relay* e ATM são formas simplificadas de comutação de pacotes, que adoptam o modelo de comutação de Circuitos Virtuais

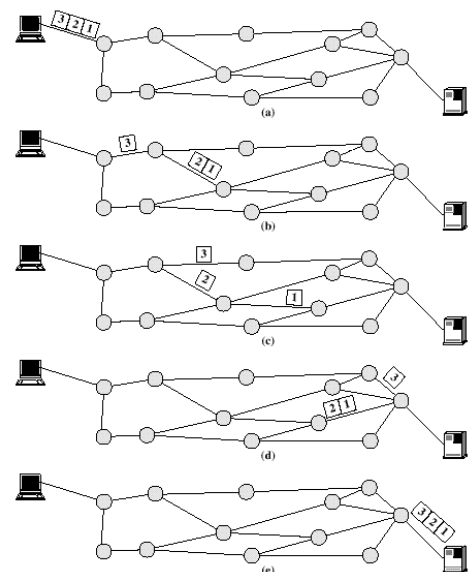
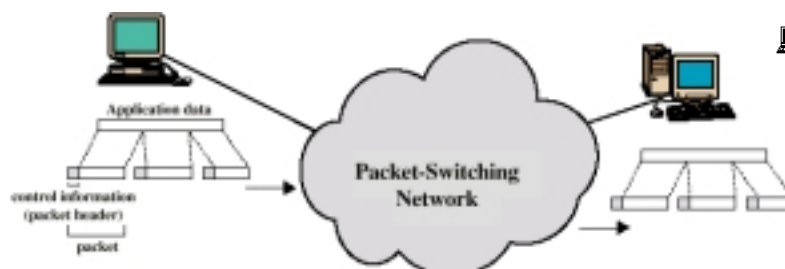
## WAN – Comutação de Circuitos

- Os recursos são reservados antecipadamente para a duração da conversação (“chamada”)
- Fases da chamada: estabelecimento, transferência de informação e terminação
- Durante o estabelecimento da chamada é definido o percurso da informação e são reservados os recursos necessários (nós de comutação e canais de comunicação); a reserva estática (fixa) de recursos não é adequada para suportar comunicação de dados *bursty* entre computadores
- Exemplo - Rede telefónica



## WAN - Comutação de Pacotes

- Modelo semelhante ao do serviço postal:
  - ♦ cartas / pacotes, centros de distribuição / nós de comutação
- A informação é enviada em unidades de dados - **pacotes** - que competem pelos recursos da rede (partilha dinâmica)
- Cada pacote contém informação (por exemplo, endereços) que permite o seu encaminhamento pela rede
- Os pacotes são comutados individualmente e enviados de nó para nó entre a origem e o destino (*store and forward*)
- A sequência de pacotes pode ser alterada (se percursos diferentes)
- A rede pode fornecer
  - ♦ Mecanismos para manter a sequência (ordenação) de pacotes nó a nó
  - ♦ Mecanismos para reordenação de pacotes antes da entrega
  - ♦ Mecanismos para detecção (e recuperação) de erros



## WAN – Frame Relay e ATM

### » Frame Relay

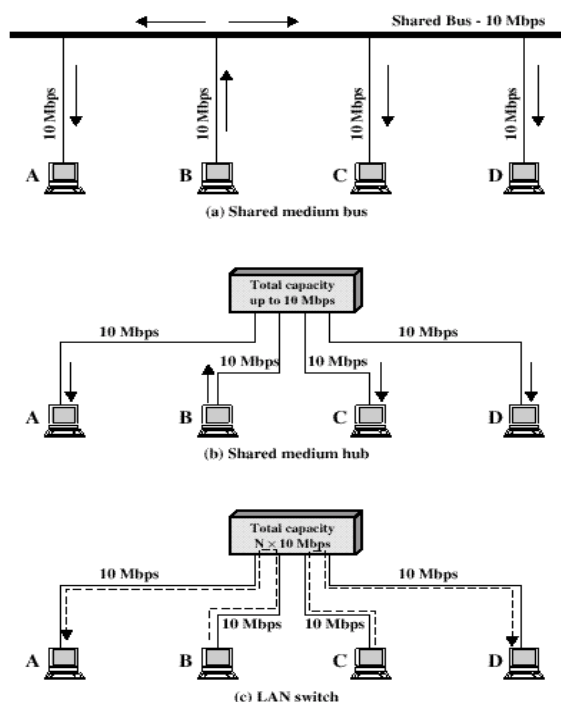
- A comutação de pacotes tradicional requer processamento intensivo nos nós
  - ◆ detecção e recuperação de erros
  - ◆ controlo de fluxo e de congestionamento
  - ◆ encaminhamento
 o que limita fortemente a capacidade de comutação da rede
- Os actuais sistemas de transmissão digital têm elevado grau de fiabilidade
  - ◆ se necessário os erros podem (com vantagem) ser tratados pelos sistemas de origem e destino
- *Frame Relay* – comutação de pacotes sem mecanismos internos de recuperação de erros
  - ◆ a comutação é mais simples e mais rápida que a comutação de pacotes tradicional

### » ATM (*Asynchronous Transfer Mode*)

- Princípio idêntico ao do *Frame Relay*
  - ◆ os pacotes são pequenos e têm comprimento fixo (células)
- Orientado para a integração de serviços (dados, áudio, vídeo, imagem)
  - ◆ oferece mecanismos de controlo de tráfego com diferenciação de Qualidade de Serviço, de acordo com as características e os requisitos de cada serviço
- Elevada capacidade de comutação (centenas de Mbit/s)

## Local Area Networks - LAN

- » Rede de pequena dimensão (edifício, campus)
- » Rede privada, controlada pela mesma organização que detém os computadores
- » Débitos elevados (Mbit/s, Gbit/s)
- » Inicialmente, a transmissão era feita usando técnicas de difusão (*broadcast*) em meios partilhados e, mais tarde, recorrendo a repetidores multiporta (*hubs*)
  - Necessários mecanismos para arbitrar o acesso ao meio
- » A utilização de sistemas comutados (pelo menos no *backbone*) é actualmente largamente explorada
  - *LAN switching* / LANs virtuais
  - ATM



## *Regras de Comunicação - Protocolos*

---

### » O que é um Protocolo?

- Conjunto de regras que regulam a comunicação entre entidades homólogas (*peer entities*) que residem (normalmente) em sistemas diferentes
  - ◆ Entidades (programas)
  - ◆ Sistemas (computadores)

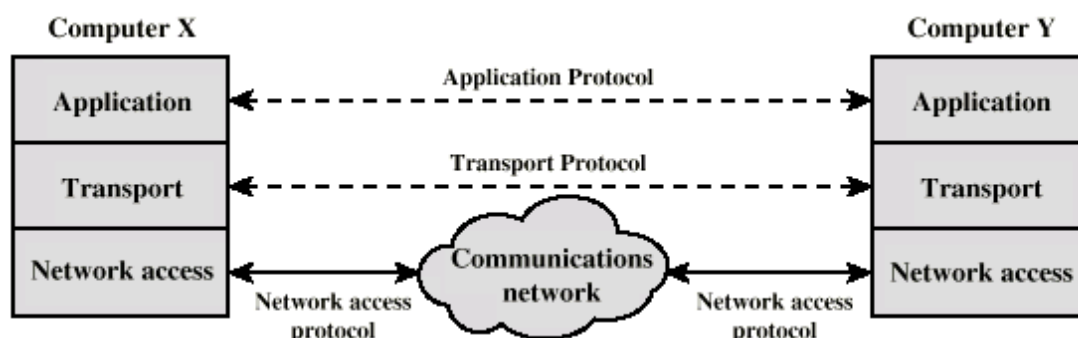
### » Elementos de um protocolo

- Sintaxe (formato dos dados, níveis de sinal, etc.)
- Semântica (informação de controlo, tratamento de erros) - procedimentos
- Temporizações (adaptação de velocidades, sincronização, ordenação dos dados)

## *Modelo arquitectónico simplificado*

---

- » Princípio fundamental: funções necessárias à cooperação entre sistemas são decompostas e organizadas em módulos independentes
- » Estrutura e relação entre módulos → *Arquitectura protocolar*
- » Modelo simplificado de 3 camadas:
  - Acesso à rede
  - Transporte
  - Aplicação (serviços)



## Funções de cada Camada

### » Acesso à rede

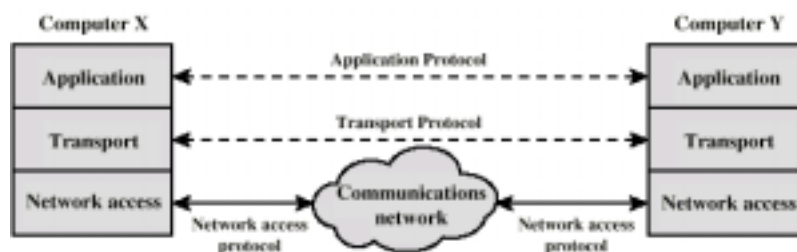
- Troca de dados entre o computador e a rede (acesso ao serviço disponibilizado pela rede)
- O computador origem fornece à rede o endereço do computador de destino (ou informação equivalente), o que permite à rede encaminhar os pacotes até ao nó de destino
- As funções dependem do tipo de rede (LAN, WAN), da tecnologia de comutação e do serviço oferecido pela rede

### » Transporte

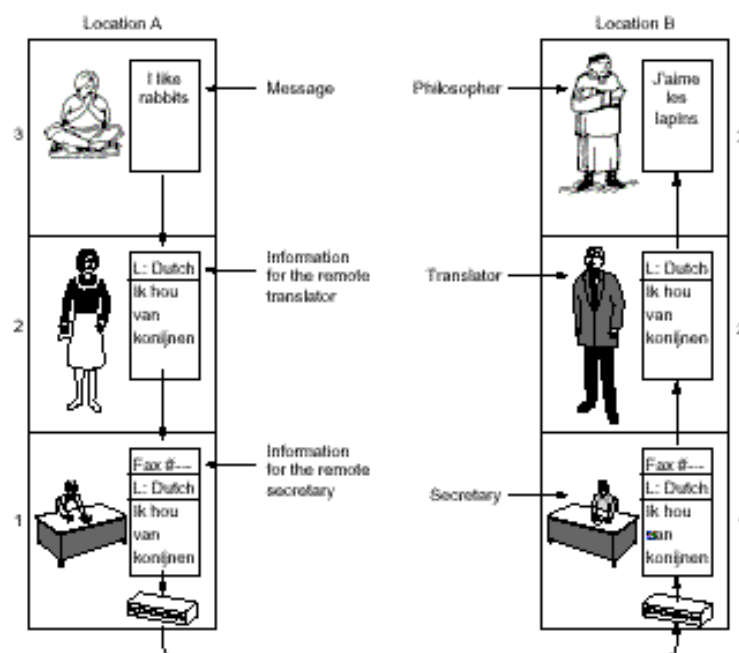
- Transferência de dados extremo-a-extremo (pretende-se em muitos casos que seja ordenada e fiável)
- Independente da rede e da aplicação

### » Aplicação

- Exemplo: transferência de ficheiros, correio electrónico, acesso a computador remoto

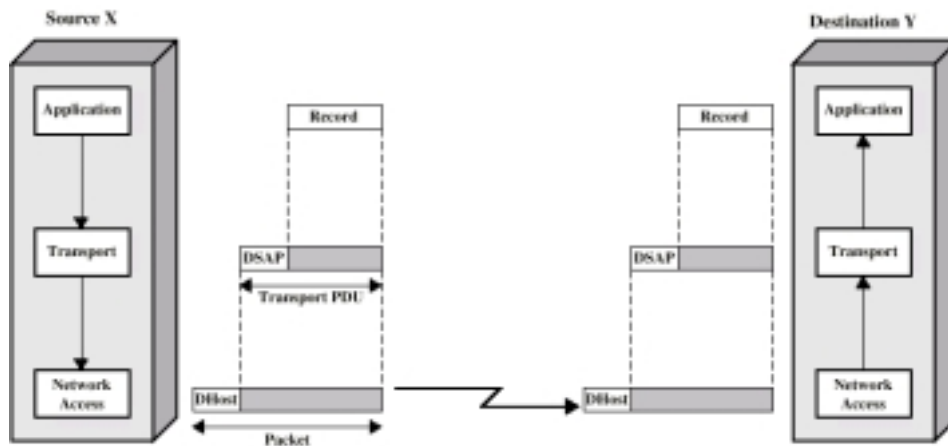


## Analógia



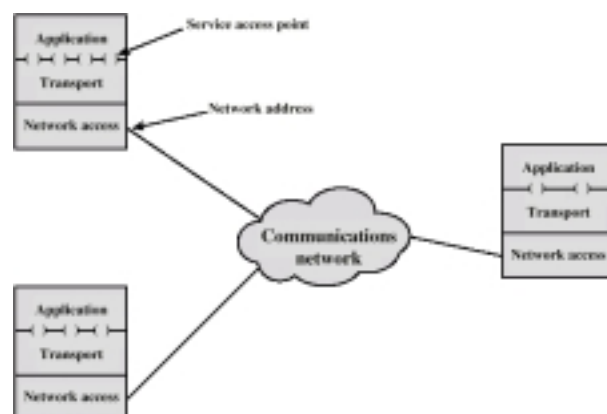
## Protocol Data Units (PDU)

- » **Protocol Data Unit** (Unidade Protocolar de Dados) - informação trocada entre entidades protocolares da mesma camada
  - ficheiros, pacotes, tramas e células são exemplos de PDUs
- » Um PDU é transportado usando os serviços da camada inferior
- » Cada camada adiciona informação de controlo ao PDU da camada superior (encapsulamento)



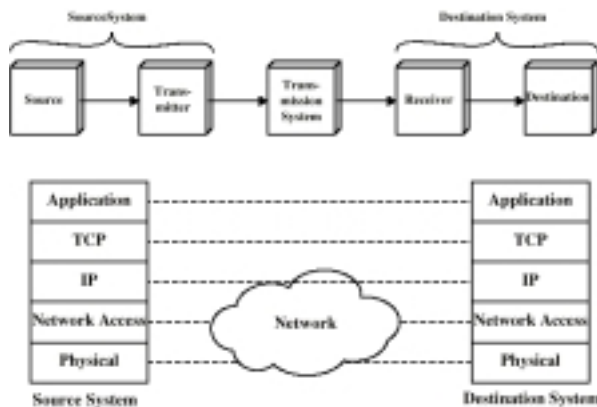
## Endereçamento

- ♦ Cada computador precisa de um endereço que o identifique numa rede ou subrede
  - » Exemplo – endereço IP (192.35.246.18)
- ♦ Cada aplicação precisa de um “endereço” (identificador) dentro do computador
  - » Exemplo – servidor de HTTP (porta 80)





## Pilha protocolar TCP/IP



### Camadas protocolares

- » Aplicação – serviços de utilizador
  - HTTP, FTP, telnet
- » Transporte (TCP)
  - Transmissão fiável e ordenada de dados
  - Extremo-a-extremo
- » Internet (IP)
  - Encaminhamento através de múltiplas (sub)redes interligadas (*internetworking*)
  - Implementado em computadores (*hosts*) e nós intermédios (*routers*)
- » Acesso à (sub)rede
  - Acesso à (sub)rede e comunicação entre estações (*hosts / routers*) ligadas à mesma (sub)rede
- » Física
  - Características eléctricas e mecânicas da ligação física ao meio de transmissão (níveis de sinal, débitos de transmissão, conectores, etc.)

## Modelo de Referência OSI (*Open Systems Interconnection*)

- » Aplicação
  - Acesso, gestão, aplicações
- » Apresentação
  - Negociação da sintaxe de transferência, transformação da representação de dados
- » Sessão
  - Controlo de diálogos, sincronização
- » Transporte
  - Transferência de dados extremo-a-extremo
- » Rede
  - Comutação e encaminhamento numa rede e entre redes
- » Ligação de dados
  - Controlo da ligação lógica (mecanismos de confirmação, controlo de erro e de fluxo)
- » Físico
  - Características eléctricas e mecânicas da ligação física ao meio de transmissão

