Sumário.

- Comunicação em sistemas distribuídos.
- Redes locais.
- Comportamento no tempo.
- Tolerância a faltas.

©Luís E. T. Rodrigues, 1996

Comunicação em sistemas distribuídos.

- Objectivo:

  Transferir informação de um nó para o outro.

- Como:

  Codificando a informação num sinal propagável num meio.

  Exemplos de meios: ligações hertzianas terrestres, ligações hertzianas via satélite, par enrolado, cabo coaxial, fibra óptica.

©Luís E. T. Rodrigues, 1996

Problemas que é necessário resolver

- Características do meio (material, isolamento, etc).
- Características do sinal (frequência, amplitude, modulação).
- Características das interfaces.
- Códigos utilizados.
- Estratégias de detecção/recuperação de erros.
- Estratégias de acesso ao meio quando partilhado.
- Método de identificação dos nós.
- Métodos de encaminhamento (redes interligadas).
- Fragmentação/agrupamento.

©Luís E. T. Rodrigues, 1996

Importância da Normalização

- Necessidade de interligar equipamentos de diferentes fabricantes.
- Sistemas ABERTOS.
- Maior flexibilidade.
- Menores custos.

©Luís E. T. Rodrigues, 1996

Redes disponíveis

- Redes proprietárias:

  Suportadas por um conjunto limitado de fornecedores.

- Normas *de-facto*: *Internet (TCP/IP).*
- Normas institucionais: *modelo de referência OSI (Open Systems Interconnection), da ISO.*

©Luís E. T. Rodrigues, 1996

OSI: estrutura estratificada.

- A estrutura estratificada é (igualmente) aconselhável na construção do sistema de comunicações:
- Que camadas devem então existir ?

  Introduzir uma nova camada sempre que é necessário um nível de abstração diferente na manipulação dos dados.

  Cada camada deve realizar funções bem definidas.

  As fronteiras dos níveis devem ser escolhidas de forma a minimizar a troca de informação nas interfaces.

©Luís E. T. Rodrigues, 1996

Níveis dependentes da estrutura da rede

- Físico: *Transmissão de uma cadeia de* bits *através dum canal de comunicação.*
- Comunicação de Dados: *Transferência de dados ponto-a-ponto.*
- Rede: *Independência face às técnicas usadas na transmissão de dados; encaminhamento; controlo de congestão.*

©Luís E. T. Rodrigues, 1996

Nível de harmonização rede-aplicações

- Transporte:

  Transferência de dados, fiável e ordenada entre pontos terminais; transparência face à estrutura da rede.

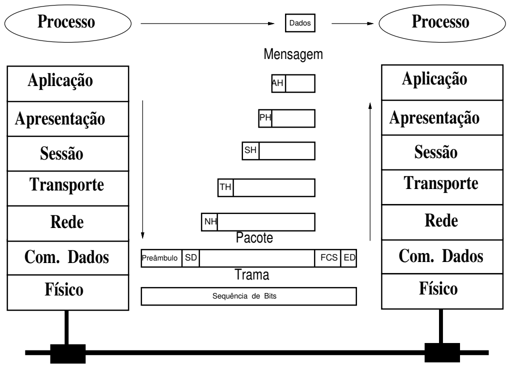
©Luís E. T. Rodrigues, 1996

Níveis orientados para o utilizador

- Sessão: *Mecanismos para organizar, estruturar e gerir a comunicação entre aplicações.*
- Apresentação: *Transparência da representação dos dados; compressão; cifra.*
- Aplicação: *Suporte à comunicação entre processos do utilizador.*

©Luís E. T. Rodrigues, 1996

OSI: Panorâmica de Operação



©Luís E. T. Rodrigues, 1996

Comportamento no tempo de protocolos de comunicação.

- Acesso ao meio:

  Quanto tempo é necessário esperar para enviar uma mensagem.
- Filas de espera.

  Quanto tempo fica uma mensagem em espera em caso de carga.
- Perda de mensagens.

  Como se mascara ou detecta/corrige a perda de informação.
- Problemas de conectividade.

  O que acontece quando uma (ou mais) estações ficam inacessíveis.

©Luís E. T. Rodrigues, 1996

Nível Físico: Tópicos Fundamentais

- Transmissão dum fluxo de bits não estruturado através duma infra-estrutura básica de comunicação.
- Cobre especificação mecânica, eléctrica e funcional do meio físico e das correspondentes interfaces.
- Componentes Base:

  Meio de Comunicação.

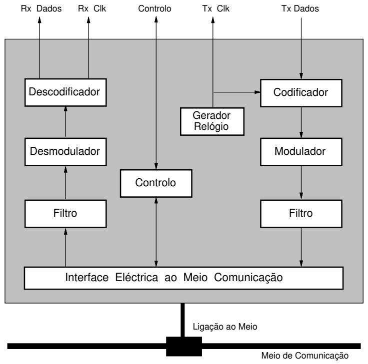
  Interface Eléctrica.

  Codificadores/Descodificadores.

  Moduladores/Desmoduladores – utilizados em sistemas de banda larga.

©Luís E. T. Rodrigues, 1996

Nível Físico: Estrutura Base



©Luís E. T. Rodrigues, 1996

Nível Físico: Meios de Comunicação

- Principais Limitações:

  Largura de Banda Limitada.

  Corrupção por ruído.

  Atenuação.

  Distorção de fase.

- Principais características:

  Taxa de transmissão (muito dependente da largura de banda).

  Taxa de erros binários (probabilidade de receber um bit *incorrecto).*

©Luís E. T. Rodrigues, 1996

Nível Físico: Codificação / Descodificação

- Imunidade ao ruído.
- Detecção e correcção de erros (*ruído térmico; interferência electromagnética.*)
- Informação redundante (detectar ou corrigir; bits de paridade; códigos detectores de erros.).
- Outros aspectos: *densidade espectral (eliminação componente contínua, limitação LB).*

©Luís E. T. Rodrigues, 1996

Nível de Comunicação de Dados: Tópicos Fundamentais

- Transferência de dados estruturados, em tramas, entre estações.

  Controlo do acesso ao meio de comunicação.

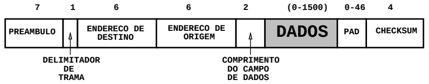
  Transparência de dados.

  Detectar e recuperar erros.

  Controlo de fluxo.

©Luís E. T. Rodrigues, 1996

Redes Locais



- Ligam máquinas geograficamente próximas.
- Elevado desempenho.
- Reduzida taxa de erros.
- Normas IEEE 802.

  802.3: CSMA/CD; 802.4: Token-Bus; 802.5: Token-Ring.

©Luís E. T. Rodrigues, 1996

Ethernet

- 1976: Xerox 2.94 Mbps CSMA/CD.

  Chamada Ethernet fazendo referência ao "luminiferous ether" que se julgava existir para suportar a propagação electromagnética.

  Suportado pela DEC e INTEL (10 Mbps).

  802.3.

- Organização física em barramento.

©Luís E. T. Rodrigues, 1996

CSMA/CD - Protocolo de acesso

- Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection.

  (1) Antes de transmitir, escuta o meio; (2) Quando ninguém transmite, envia; (3) Verifica se houve colisão; (4) Retransmite se necessário.

- Atraso binário exponencial.

  Após a colisão n, espera aleatoriamente entre 0 e $2^n - 1$ intervalos de tempo.

- Comprimento dos dados: *Entre 48 (mínimo) e 1500 (máximo).*

©Luís E. T. Rodrigues, 1996

CSMA/CD - Características

- Bastante simples.
- Tempo de acesso não determinístico.
- Sub aproveitamento da rede devido a colisões.
- Colisões aumentam com o número de estações.
- Ausência de prioridades.

©Luís E. T. Rodrigues, 1996

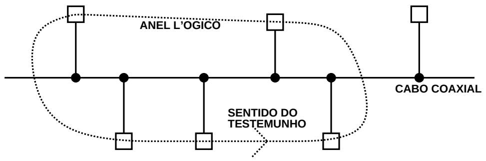
TDMA (Time Division Multiplexing)

- Cada estação só transmite em instantes de tempo pré-determinados e durante um intervalo também pré-determinado.
- Tempo máximo de acesso bem definido (fixo).
- Nunca existem colisões.
- Uma estação consome o seu intervalo, mesmo que não tenha informação útil para transmitir.
- Comportamento determinístico.

©Luís E. T. Rodrigues, 1996

Token-bus

- 1983: General Motors e outras companhias industriais. *Utilização de um barramento mas as estações organizam-se num anel lógico com passagem de testemunho.*
- Norma 802.4.



©Luís E. T. Rodrigues, 1996

Token-bus - Protocolo de acesso

- Trama especial: testemunho:

  Circula num anel lógico.
- Quando recebe o testemunho:

  Transmite até não ter mais ou acabar um intervalo de tempo máximo.
- Prioridades.

  Várias filas de espera, por prioridade.
- Manutenção do anel.

  Regenerar o testemunho; Filiação; Bastante complicado.

©Luís E. T. Rodrigues, 1996

Token-bus - Características

- Tempo de acesso determinístico:

  Nas classes mais altas de prioridade, com tráfego controlado.

  Pior caso tem de considerar a regeneração do anel.
- Não há colisões em funcionamento normal.
- Protocolos complexos.
- Difícil de configurar.

©Luís E. T. Rodrigues, 1996

Protocolos do nível rede

- Forte dependência da topologia e estrutura da rede.
- Define:

  Endereçamento.

  Encaminhamento de pacotes.

  Controlo da congestão.

©Luís E. T. Rodrigues, 1996

Nomes, Endereços, Caminhos

- Nome: *símbolo que identica cada nó (*Exemplo: pandora*).*
- Endereço Rede: *identifica um nó ao nível da rede (*Exemplo: endereço IP da pandora 164.139.25.2*).*
- Endereço Físico: *identificação do nó ao nível da infra-estrutura base de comunicação (*Exemplo: o endereço Ethernet da pandora é 00:25:C9:F5:32:48*)..*
- Caminho: *conjunto de nós intermédios pelos quais o pacote deve/pode passar para chegar ao nó destino.*

©Luís E. T. Rodrigues, 1996

Encaminhamento

- Visa dirigir os pacotes que circulam na rede, em direcçãoo aos seus destinatários.
- Especificar ou deduzir o caminho que o pacote deve seguir, com base no seu endereço de destino.
- Pode desenvolver-se em três planos:

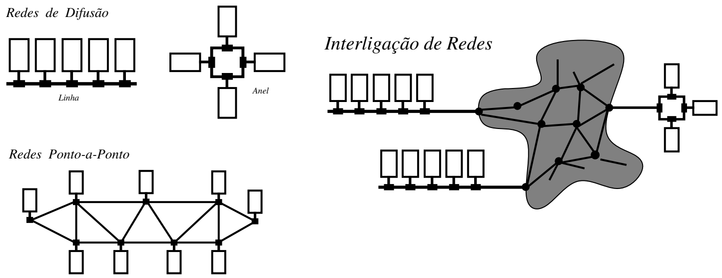
  *Redes de difusão (*onde assume funções muito limitadas*).*

  Redes ponto-a-ponto.

  *Redes interligadas (*onde é muito importante.

©Luís E. T. Rodrigues, 1996

Encaminhamento: ilustração



©Luís E. T. Rodrigues, 1996

Encaminhamento: classificação

- Encaminhamento na origem: *caminho decidido na origem e incorporado no pacote.*
- Encaminhamento incremental: *decisões tomadas nó-a-nó.*
- Encaminhamento híbrido: *combina ambos os métodos.*
- Algoritmos estáticos e dinâmicos.
- Algoritmos isolados, centralizados, distribuídos.

©Luís E. T. Rodrigues, 1996

Encaminhamento: algoritmos

- Inundação: *disseminação por todos os caminhos possíveis (deve incluir mecanismos de prevenção contra circuitos fechados).*
- Tabelas de custos: *Cada entrada da tabela contem: endereço de destino, alternativas de encaminhamento, métricas para tomada de decisão(largura de banda, atraso, etc).*

©Luís E. T. Rodrigues, 1996

Encaminhamento: congestão

- O tráfego que chega a um dado nó excede as capacidades (memória, processador) deste.
- Gerir a congestão entre pontos terminais é da responsabilidade do transporte.
- Soluções: reserva de recursos, descarte de pacotes, controlo do fluxo de pacotes na rede.

©Luís E. T. Rodrigues, 1996

Nível Transporte

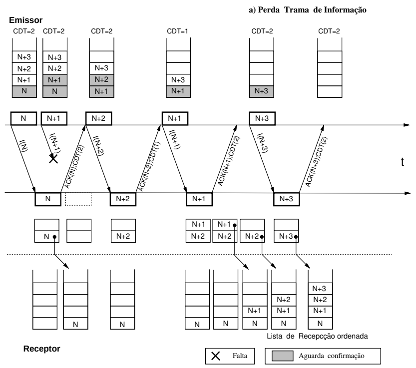
- Segmentação de mensagens.
- Controlo de fluxo:

  Créditos, janelas-deslizantes, controlo da taxa de transmissão.
- Controlo de erros:

  Numeração, confirmação e re-transmissão de pacotes.

©Luís E. T. Rodrigues, 1996

Protocolo transporte: ilustração



©Luís E. T. Rodrigues, 1996

Modo de tranferência asíncrono

- ATM: *Asynchronous Transfer Mode.*
- Packet switch network: *conjunto de ligações ponto-a-ponto interligadas por "switchers".*
- Débitos entre os 155 Mbps até 2.5 Gbps.
- Largura de banda dividida em células, correspondentes a um número fixo de octetos: *protocolo orientado á ligação garante o débito desejado.*
- Latência assume uma maior importância (relativamente ao débito): *esta está limitada pela velocidade da luz.*

©Luís E. T. Rodrigues, 1996

Comportamento determinístico.

- Tempos de entrega de mensagens conhecidos e limitados.

  Limitar o tempo de acesso ao meio; Limitar os tempos em filas de espera; Limitar o tempo de mascara ou detecção/recuperação de perdas.
- Configuração do sistema: *Disposição física e carga.*
- Assegurar a conectividade.

  Garantir que a rede está sempre acessível, usando redundância se necessário.
- Mascarar as falhas.

  Continuidade de serviço na presença de falhas.

©Luís E. T. Rodrigues, 1996

Mascaramento de falhas: redundância espacial

- Utilizar mais que um meio de comunicação.
- Multiplicando todos os componentes (cabo, adaptadores, etc).
- Colocando os cabos criteriosamente, para evitar falhas de modo comum.
- Enviar as mensagens nos vários meios.

©Luís E. T. Rodrigues, 1996

Mascaramento de falhas: redundância temporal

- Para a frente:

  Retransmissão incondicional.

  Assume-se que uma das transmissões não será deturpada.

- Para trás (confirmações):

  Esperam-se confirmações.

  Retransmite-se só quando estas não chegam.

  Quando enviar as confirmações é menos dispendioso que re-enviar a mensagem.

©Luís E. T. Rodrigues, 1996

Confirmações positivas/negativas

- Confirmações positivas:

  É enviada em cada transmissão.

  Permite detectar a omissão num tempo pré-determinado.

  Consome recursos.

- Confirmação negativa:

  Só é enviada quando se detecta que faltou uma trama (após receber uma fora de ordem).

  Poupa recursos mas atrasa a detecção de omissões.

©Luís E. T. Rodrigues, 1996

Inacessibilidade em redes locais.

- Evitar as partições físicas:

  Redudância no meio.

- Tolerar interrupções temporárias de serviço.

  Devido a falhas de estações, entrada de estações, etc.

©Luís E. T. Rodrigues, 1996

Resumo

- Comunicação em sistemas distribuídos.

  Funcionalidades, protocolos. Modelo OSI.

- Redes locais.

  Ethernet, Token-Bus.

- Comportamento no tempo.

  Acesso ao meio, filas de espera, falhas.

- Tolerância a faltas.

  Redundância e recuperação.

©Luís E. T. Rodrigues, 1996