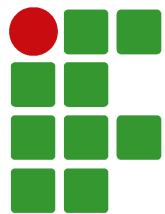


Comutação de dados

Rafael Viana de Carvalho



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

Instituto Federal Goiás – Câmpus Anápolis

Redes de comunicação

- Na maioria dos casos os nós entre os quais se pretende transferir informação não estão ligados por uma linha dedicada
- Se torna inviável conectar todos os nós de uma rede por linha dedicada
 - O número de linhas dedicadas ao interligarmos fisicamente estes nós se torna muito grande

Redes de comunicação

- Para tornar viável a comunicação entre um grande número de nós surge o conceito de rede de comunicação.
- Trata-se acima de tudo de um serviço de transferência de dados entre nós.
- Cada nó possui uma única interface ligada à rede, esta assegura a transferência de dados entre qualquer um dos nós que lhe estão ligados.

Redes de comunicação

- Numa topologia "full-connected" o nó de destino está implícito
 - Para cada destino possível existe uma interface separada.
- Numa rede de comunicação corrente, cada nó possui apenas uma interface que usa para comunicar com qualquer um dos outros nós
 - Quando um nó emite dados torna-se necessário indicar à rede qual é o nó de destino para esses dados utilizando-se endereços.

Redes de comunicação

- Cada nó ligado a uma rede de comunicação possui um endereço único que o identifica
 - A rede lida com os endereços de forma a fazer chegar os dados ao nó correcto.
- As redes de comunicação podem ser divididas em duas categorias distintas:
 - Redes de "Broadcast"
 - Redes de Comutação.

Redes de broadcast

- As redes de "broadcast" são essencialmente usadas em implementações locais (LAN).
- Implementações em que a funcionalidade da rede é em grande parte transferida para os nós
 - A rede em si é apenas um meio físico partilhado por todos os nós
 - Os dados emitidos chegam a todos os nós (daí a designação "broadcast")
 - Cada nó procede a uma filtragem, eliminando os dados que não lhe são destinados.

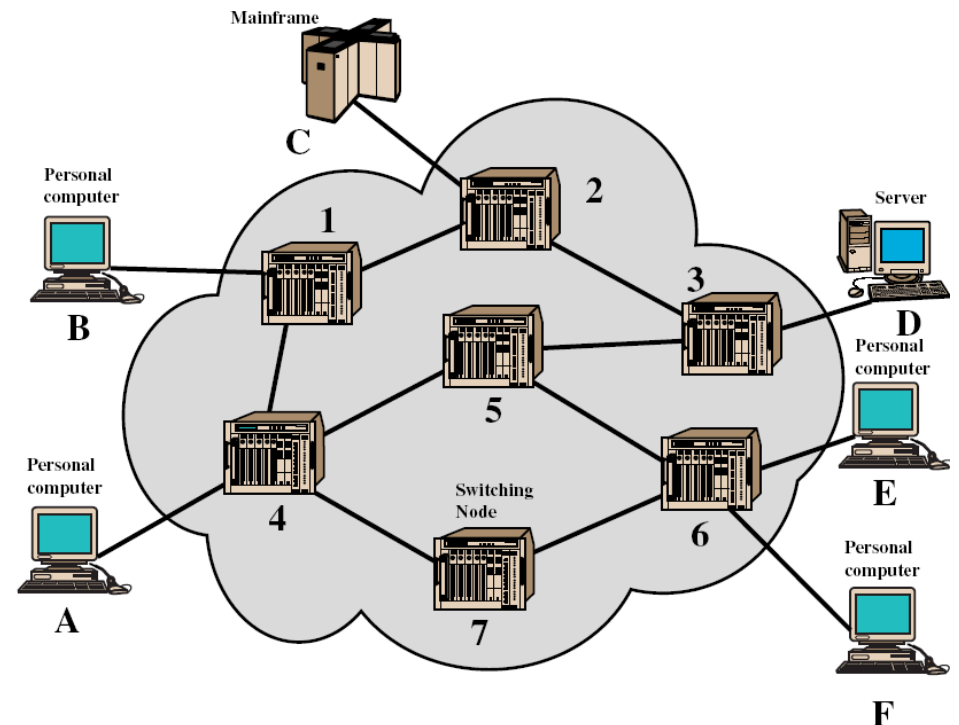
Redes de Comutação

- As redes de comutação são constituídas por um conjunto de nós intermédios, com várias ligações entre si
 - Geralmente com uma topologia mais simples do que "full-connected" (por razões econômicas).
- Os nós intermédios funcionam como um conjunto que assegura que os dados chegam ao destino correto
 - O modo como a rede assegura a transferência dos dados pode obedecer a vários princípios, dando origem a diversos tipos de rede de comutação.

Redes de comutação de dados

- A comunicação de dados pode-se dar através de três mecanismos básicos;
 - Comutação por circuitos
 - Comutação por pacotes
 - Comutação por circuito virtual

Exemplo de rede comutada (fonte: Stallings)



Comutação por circuito

- É um tipo de alocação de recursos para transferência de informação que se caracteriza pela utilização permanente destes recursos durante toda a transmissão.
 - A rede assegura um circuito físico dedicado entre emissor e receptor
- É uma técnica apropriada para sistemas de comunicações que apresentam tráfego constante (ex: a comunicação de voz)
 - Necessitam de uma conexão dedicada para a transferência de informações contínuas.
- Ex. Sistema de telefonia

Comutação de circuitos

- Essencialmente, uma comunicação via comutação de circuitos entre duas estações se subdivide em três etapas:
 1. Uma rota fixa entre as estações envolvidas é estabelecida para que elas possam se comunicar
 2. As estações envolvidas podem trocar informações entre si, transmitindo e recebendo dados através do circuito já estabelecido.
 3. Após um período indeterminado, a conexão é finalmente encerrada, quase sempre pela ação de uma das estações comunicantes

Comutação de circuitos

- Após o estabelecimento, tem-se a impressão que há uma ligação direta entre as estações
- Atrasos
 - Estabelecimento de conexão
 - Transmissão
 - Número de bits / taxa de transmissão
 - Propagação
 - Distância entre nós / velocidade de propagação
- Ex.: rede telefônica
 - Conexão (circuito) precisa ser estabelecida para a comunicação iniciar
- Analogia: restaurante que faz reservas

Comutação de circuitos

- Chaveamento espacial
 - É estabelecido um caminho entre duas estações por meio de enlaces físicos permanentes durante toda a comunicação.
- Multiplexação:
 - Frequências: é estabelecida uma associação entre dois canais de frequência em cada enlace (FDM)
 - Por tempo: é estabelecida uma associação de dois canais de tempo em cada enlace (TDM)
 - Cada nó intermediário associa um canal TDM síncrono de uma linha com outro canal TDM síncrono de outra linha
- Chaveamento por Código

Comutação de circuitos

- **Vantagens**

- Garantia de recursos
- Disputa pelo acesso somente na fase de conexão
- Não há processamento nos nós intermediários
 - Menor tempo de transferência
- Controle nas extremidades

- **Desvantagens**

- Desperdício de banda durante períodos de silêncio
 - Problema para transmissão de dados
- Ruim quando o tempo de conexão é da ordem do tempo da comunicação
- Erros são recuperados fim-a-fim Probabilidade de bloqueio
 - Circuitos ocupados em um instante

Comutação de pacotes

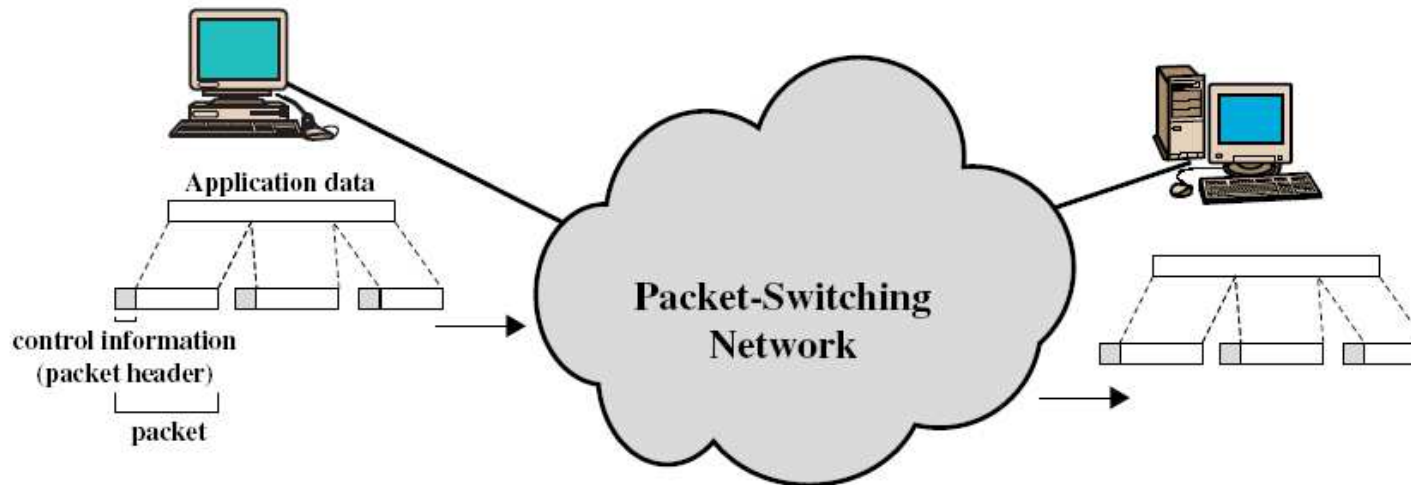
- Não há um estabelecimento de um caminho dedicado
 - Compartilhamento de enlaces ou partes de enlaces
- Não há reserva de recursos
 - Recursos são usados por demanda
- Informações a serem enviadas são quebradas em pacotes
 - Pacotes contém dados e cabeçalho (informação de controle)
 - maior *overhead*
 - Cabeçalho inclui informação para permitir a escolha de uma rota (roteamento) para o pacote

Comutação de pacotes

- Mensagem fragmentada percorrem os enlaces de comunicação distribuídos pelos roteadores e comutadores de enlace (switch)
 - Pacotes transmitidos a uma taxa igual à de transmissão total do enlace
- Comutadores armazenam os pacotes em uma fila de saída antes de reenvialas (*store-and-forward*)
 - Reenvio só ocorre quando todos os pacotes de uma mensagem chegam ao comutador
 - Caso a fila (buffers de saída) estejam cheias, pode haver perda de pacote e os quadros agrupados pelo meio de transmissão

Comutação de pacotes

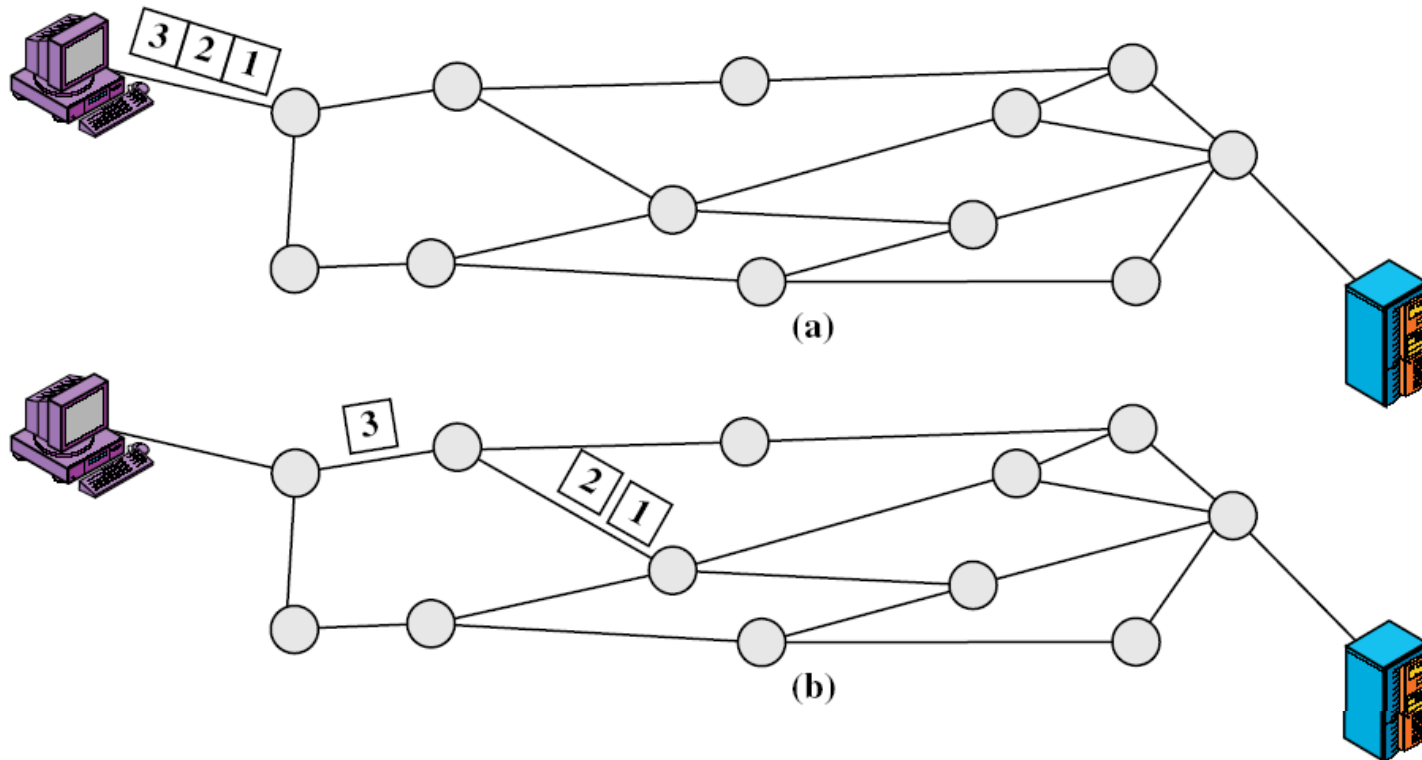
- Existem dois tipos de comutação por pacotes:
 - Comutação de pacote por datagrama
 - Comutação de pacote por circuito virtual:



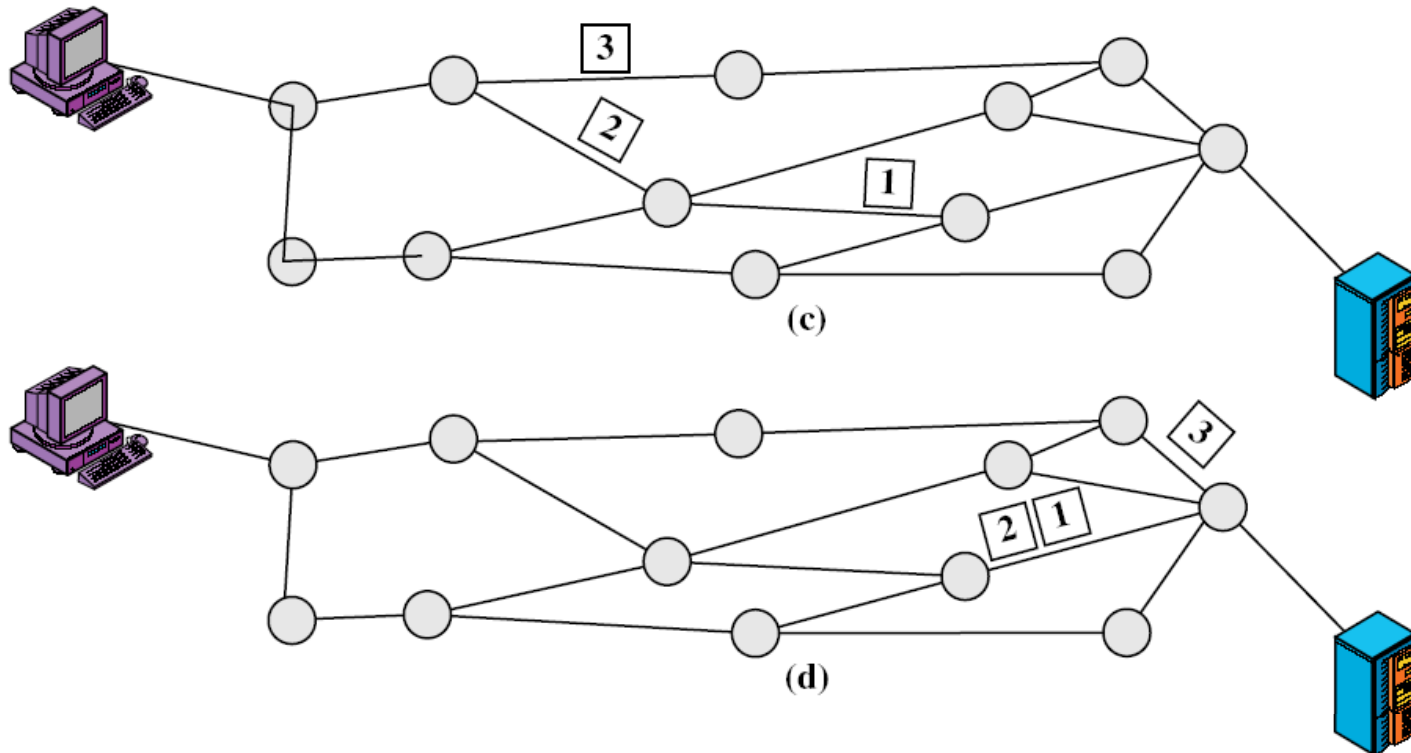
Comutação de pacotes por datagramas

- Transmite pacotes segundo endereços de sistemas finais de destino
 - Pacotes contém cabeçalho de destino
- Cada pacote é tratado independentemente
 - Pacotes podem chegar fora de ordem
- Não mantém informações de estado
- Geralmente não orientado a conexão
- Ex.: Internet (IP)

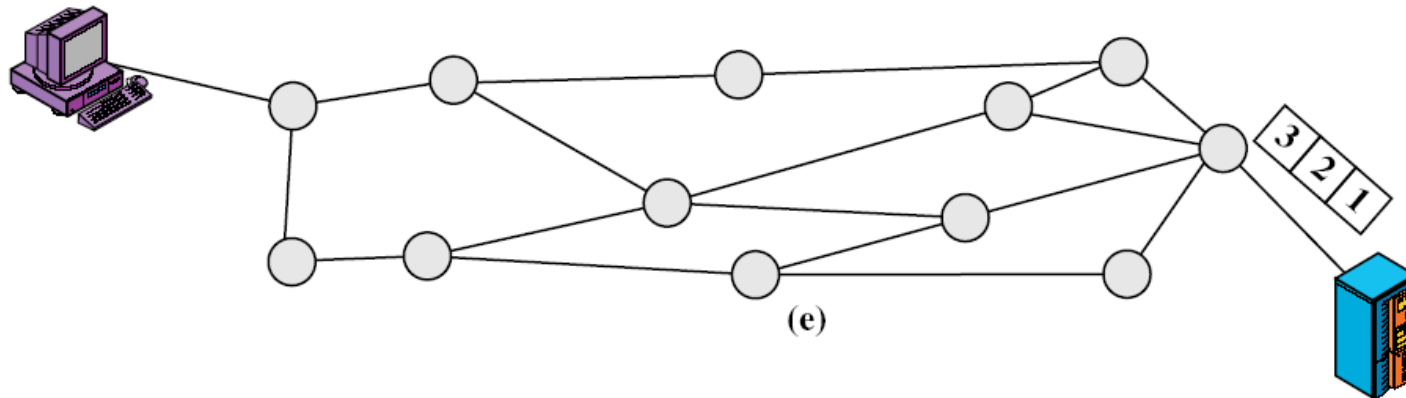
Comutação de pacotes por datagramas



Comutação de pacotes por datagramas



Comutação de pacotes por datagramas



Comutação de pacotes por datagramas

- **Vantagens**
 - Efetiva para dados em rajadas.
 - Facilidade em prover largura de faixa sob demanda com taxas variáveis.
- **Desvantagens**
 - Atrasos variáveis
 - Dificuldade em garantir QoS (serviço do melhor esforço).
 - Pacotes podem chegar fora de ordem

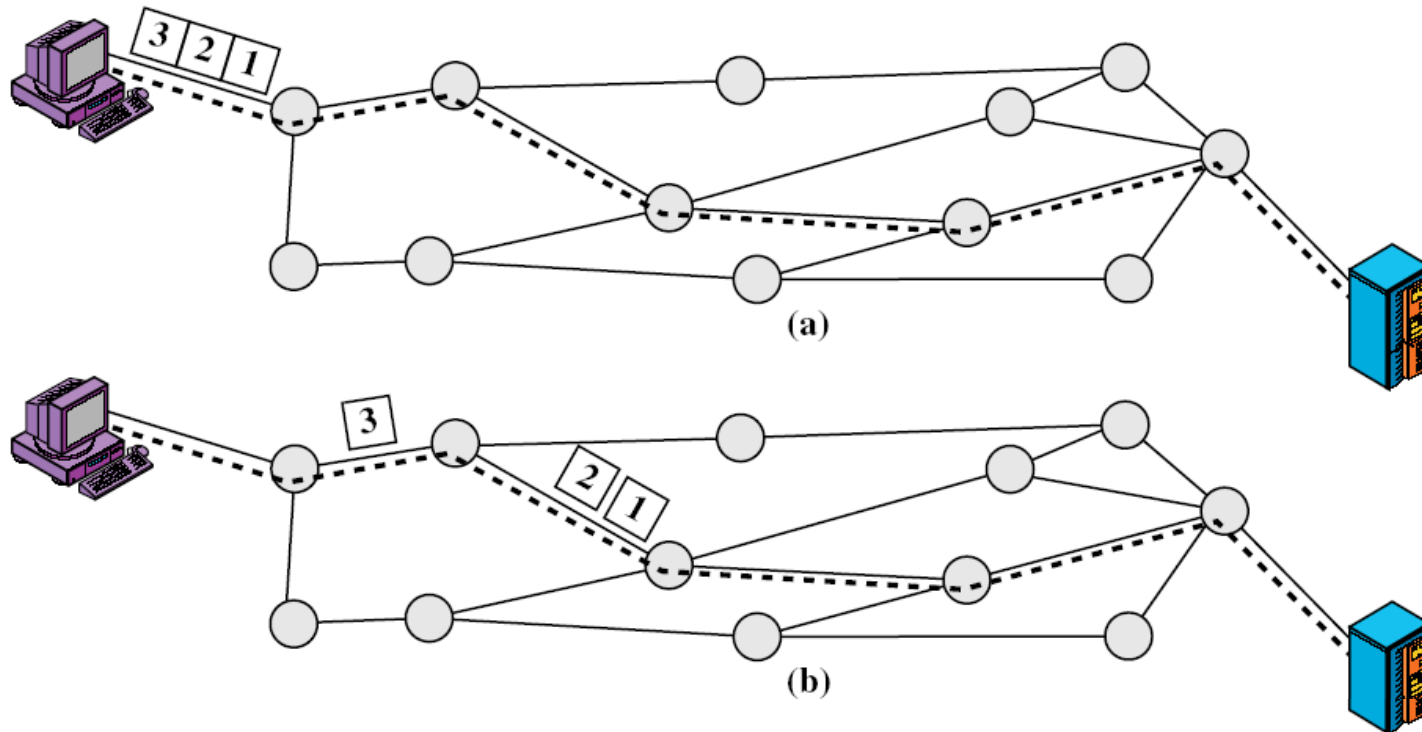
Comutação de pacotes por circuito virtual

- Esta técnica utiliza alguns princípios da comutação de circuitos, mas o circuito é meramente lógico.
- Existem igualmente três fases na comunicação:
 1. Estabelecimento do circuito virtual - o nó de origem pede à rede um circuito virtual para ligação a um dado endereço de destino, a rede define um caminho e atribui-lhe um identificador que devolve ao nó.
 2. Transmissão – os pacotes são enviados, mas em lugar do endereço de destino contêm o identificador do caminho a seguir, deste modo todos os pacotes seguem o mesmo caminho, estando por isso a ordem assegurada.
 3. Terminação do Circuito Virtual

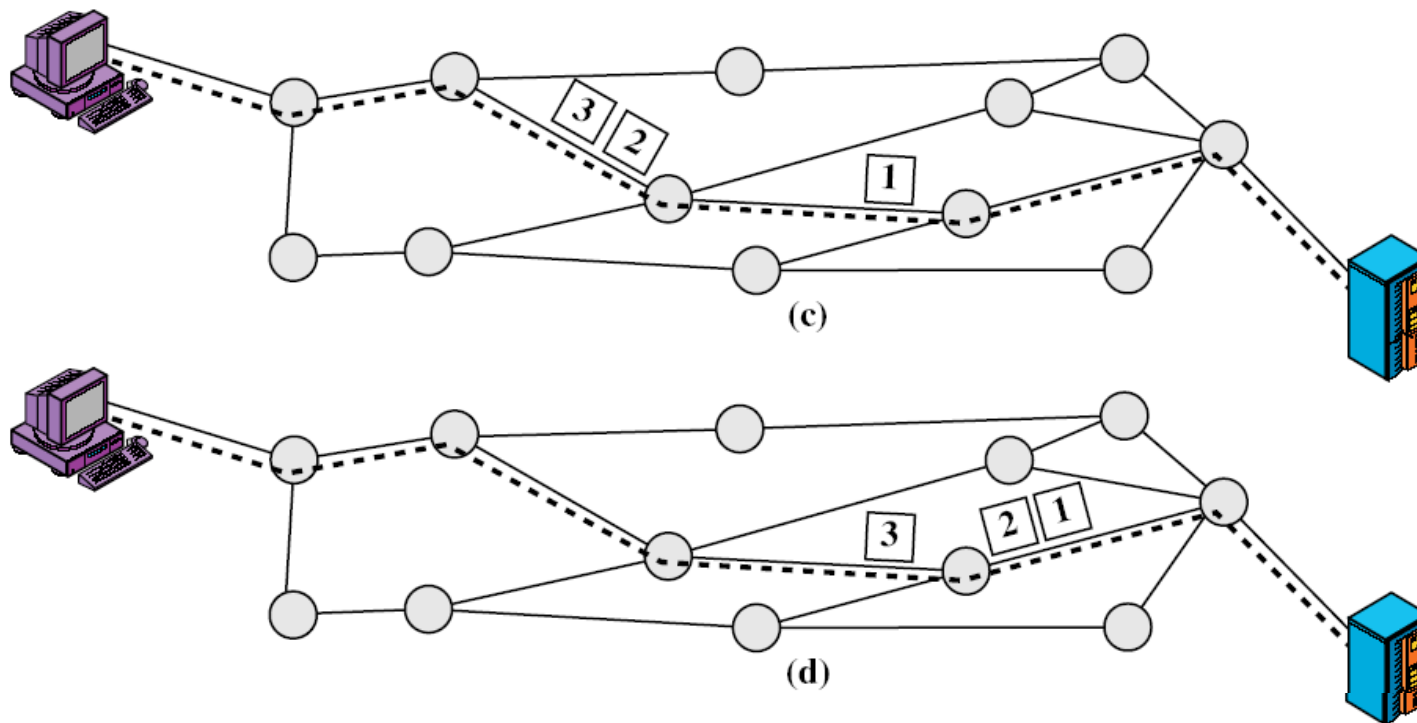
Comutação de pacotes por circuito virtual

- Roteia pacotes através do número de circuito virtual
 - Identificador local do nó → tamanho menor do que o endereço
- Todos os pacotes associados a uma sessão seguem a mesma rota.
- A rota é escolhida no início da sessão
- Mantém informações de estado
 - Tabela de tradução de números de circuitos virtuais
 - A comutação pode ser rápida apenas verificando a tabela de IDs em vez de consultar um endereço potencialmente grande de destino
- Ex: ATM (Asynchronous transfer mode)

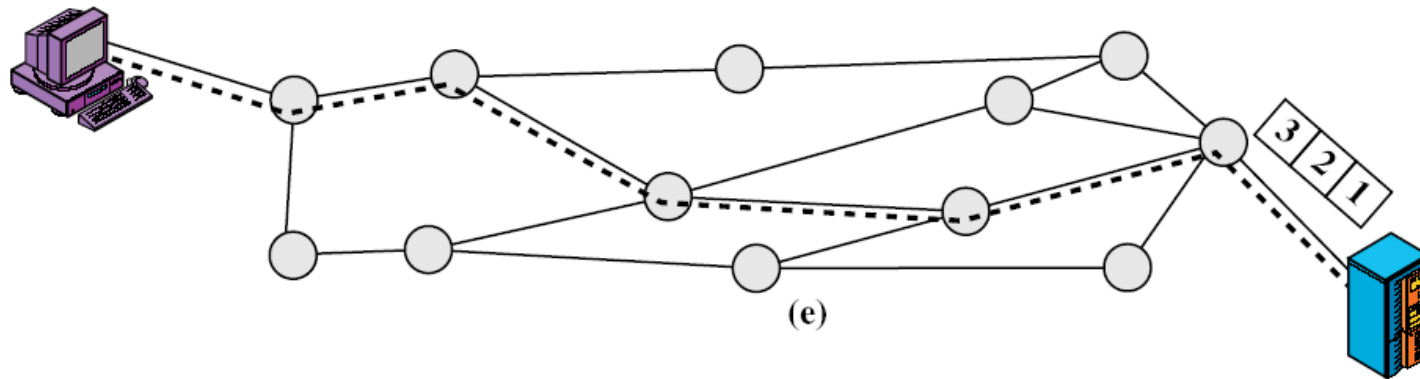
Comutação de pacotes por circuito virtual



Comutação de pacotes por circuito virtual



Comutação de pacotes por circuito virtual



Comutação de pacotes por circuito virtual

- **Vantagens**
 - Economiza cálculos de rotas (Precisa ser feito somente uma vez no início da sessão).
 - Economiza o tamanho do cabeçalho.
 - Facilita o fornecimento de QoS.
- **Desvantagem**
 - Mais complexo
 - Menos flexível

Atraso/perda em redes de comutação de pacote

- Eventos que podem ocorrer com um pacote enquanto ele transita da origem ao destino
 - Pacote parte de um sistema final, passa por uma série de roteadores até chegar ao destino
 - Pode sofrer diversos tipos atrasos em cada nó existente no caminho
- Atraso de processamento nodal
- Atraso de fila
- Atraso de transmissão
- Atraso de propagação

Juntos se acumulam para formar o atraso nodal total

Atraso de processamento nodal

- Atrasos ocorridos por erro ou lentidão no processamento
 - Tempo requerido para examinar o cabeçalho do pacote e determinar para onde direcioná-lo
 - Tempo necessário para verificar os erros em bits existentes no pacote durante a transmissão
- Em roteadores de alta velocidade, esses atrasos normalmente são de microssegundos ou menos
- Depois do processamento nodal o roteador direciona o pacote à fila que precede o enlace com o roteador B

Atraso de fila

- Atrasos ocorridos enquanto o pacote espera para ser transmitido no enlace
 - O tamanho do atraso dependerá da quantidade de outros pacotes já existentes na fila esperando a transmissão
 - Caso a fila esteja vazia e não houver pacote sendo transmitido no momento, não haverá atraso
 - Caso tráfego esteja pesado e muitos pacotes na fila, haverá um grande atraso
- Em geral, atrasos de fila podem ser da ordem de micro a milissegundos

Atraso de transmissão

- Atrasos ocorridos devido ao tempo gasto por cada bit de um pacote serem enviados
 - É a quantidade de tempo requirida para transmitir todos os bits do pacote para o enlace
 - É uma função do comprimento do pacote e da taxa de transmissão do enlace
 - Ex.: Um pacote com L bits cujo a velocidade do enlace entre o roteador A para B é R bits/s, o atraso será L/R
- Em geral, atrasos de transmissão podem ser da ordem de micro a milissegundos

Não possui relação com a distância entre os roteadores

Atraso de propagação

- É o tempo necessário para propagar um bit desde o início do enlace em A até o roteador B que varia de acordo com a distância entre eles.
- O atraso de propagação está na faixa de $2 \cdot 10^8$ m/s a $3 \cdot 10^8$ m/s (velocidade da luz)
 - O atraso de propagação é a distância entre dois roteadores dividida pela velocidade de propagação
 - É uma função da distância entre os dois roteadores

Não possui relação com o tamanho do pacote ou com a taxa de transmissão do enlace

O que é um protocolo

- **protocolos humanos:**
 - “que horas são?”
 - “tenho uma dúvida”
- Há mensagens específicas que são enviadas e ações específicas que são realizadas em reação às respostas recebidas ou a outros eventos
- **Protocolos de rede:**
 - máquinas ao invés de pessoas
 - todas as atividades de comunicação nas redes são governadas por protocolos
- É preciso que duas entidades comunicantes executem o mesmo protocolo para que uma tarefa seja realizada

protocolos definem o formato, ordem das mensagens enviadas e recebidas pelas entidades da rede, e ações tomadas quando da transmissão ou recepção de mensagens