

Enlace: controle de acesso ao meio e controle de enlace lógico

Eduardo Furlan Miranda

2024-08-01

Baseado em: Seduc-CE. Redes de Computadores. 2010.
https://www.seduc.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/37/2011/01/informatica_redes_de_computadores.pdf

OSI

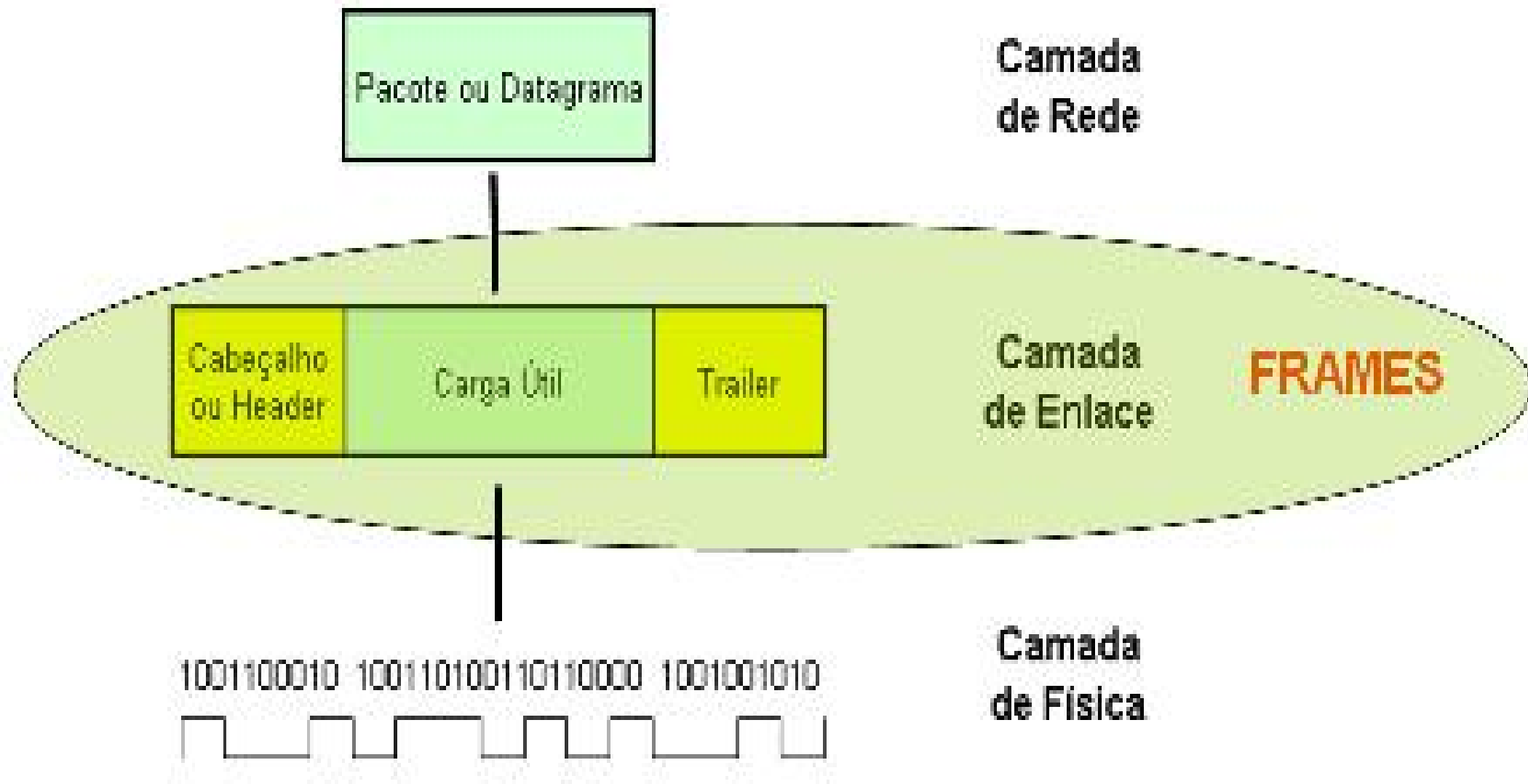
- RM-OSI (Reference Model – Open Systems Interconnection)

- Modelo de referência p/ interconexão de sistemas abertos
- Padrão ISO 7498, publicado em 1984
- Definição de interfaces e protocolos comuns p/ comunicação
- Não é uma Arquitetura de Rede

- Não especifica exatamente os serviços e protocolos



Frame (ou quadro)



Frame (ou quadro)

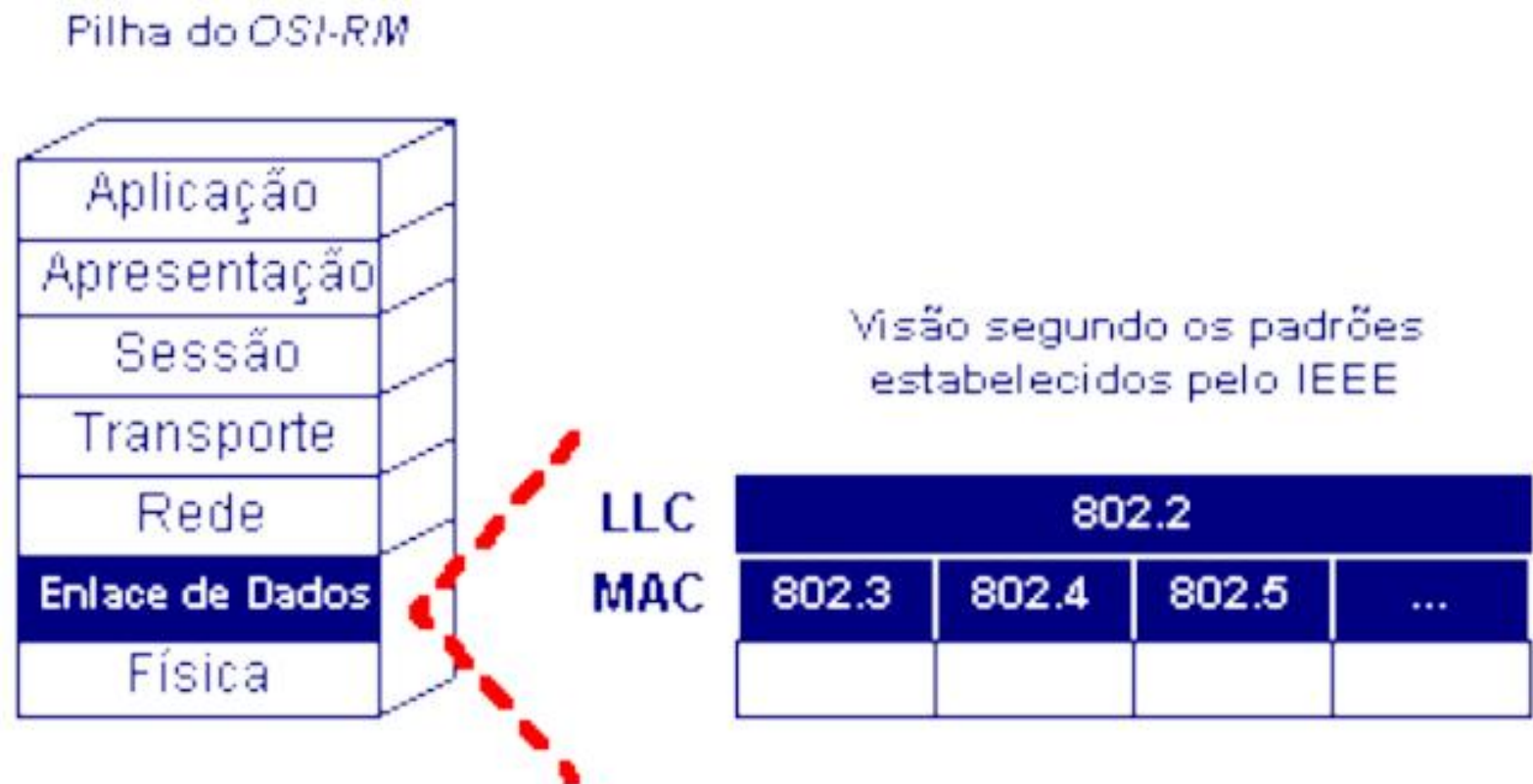
- Cabeçalho
 - Informações de controle do frame
 - ex.: endereçamento de acordo com o meio utilizado
- Dados
 - Informações a serem transmitidas
 - Pacote da camada de rede
- Trailer
 - Informações de controle anexadas no final do frame
- Tamanho
 - MTU – Maximum Transmission Unit (máx. 1500 bytes)

Camada de Enlace (CE)

- Organização dos bits da Camada Física em frames
- Detecção de erros
- Controle do fluxo de dados
- Identificação dos computadores num segmento de rede

Subcamadas da CE

- Controle de acesso ao meio (MAC)
 - Endereçamento das máquinas (Mac Address)
- Controle de enlace lógico (LLC)
 - Entregar o frame



Funções da CE

- Recebe frames de camadas superiores
- Separa frames em bits
- Reconstrói frames a partir de bits que são recebidos da Camada Física

Outras funções da CE

- Identificar dispositivos na rede
- Controlar e corrigir erros
- Controlar o acesso ao meio de transmissão
- Definir a topologia lógica da rede
- Controlar o fluxo de dados na forma de frames

Subcamadas da CE

- Controle de Acesso à Mídia (Media Access Control - MAC)
 - Controla os meios pelos quais vários dispositivos compartilham o mesmo canal de transmissão
- Controle de Enlace (Link) Lógico (Logical Link Control - LLC)
 - Estabelece e mantém enlaces entre dispositivos em comunicação

Controle de acesso ao meio de transmissão

10/34

- Meio de transmissão que suporta apenas um sinal por vez
- Se dois computadores ocuparem o canal de transmissão ao mesmo tempo, os seus sinais irão interferir um com o outro
- Formas de controle e acesso ao meio de transmissão aplicadas em redes
 - Contenção
 - Passagem de Fichas

Contenção

- Qualquer computador pode transmitir em qualquer momento:
- Pode ocorrer colisão



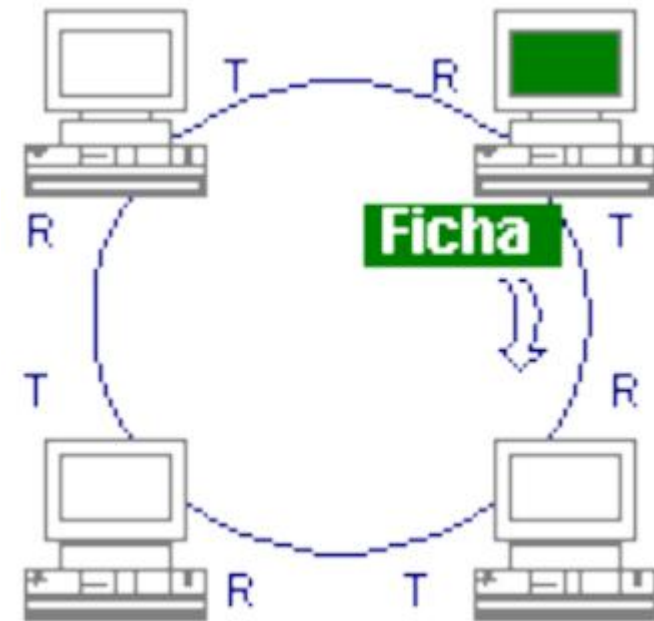
Figura 2.5:
Uma colisão em uma rede baseada em contenção

Colisão - mecanismos

- Carrier Sensing
 - Cada computador monitora a rede **antes de transmitir**
 - Se estiver ocupado, aguarda
 - Reduz as colisões
- Detecção de Colisão
 - Monitora a rede **durante a transmissão**
 - Se detectar um outro sinal tentando transmitir, suspende a transmissão, envia sinal de interferência, e aguarda durante um tempo aleatório antes de tentar transmitir
- Ethernet usa o protocolo Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD)
 - Usa os 2 mecanismos

Passagem de Fichas

- Utiliza um frame chamado ficha, que circula por toda a rede
- Quem precisa transmitir deve aguardar até que receba o frame de ficha
- Quando o computador acaba de transmitir, ele passa o frame de ficha para à próxima estação na rede
- Padrões
 - IEEE 802.5 (Token Ring)
 - IEEE 802.4 (rede de barramento)
 - FDDI (Fiber Distributed Data Interface)



Rede Token Ring

Endereçamento na CE

(endereço MAC)

14/34

- Endereços de dispositivos físicos, exclusivo, associado ao hardware
- Geralmente incorporado à interface de rede, definido no processo de fabricação
- Os padrões que se aplicam a uma rede específica determinam o formato do endereço
- Como o formato do endereço está associado ao método de controle de acesso ao meio de transmissão que está sendo usado,
 - os endereços de dispositivos físicos são frequentemente chamados de endereços da subcamada MAC

Endereçamento na CE

- O endereço de dispositivo não é usado para rotear uma mensagem para um dispositivo específico
- Os frames em redes locais são normalmente transmitidos de forma que estejam acessíveis a todos os dispositivos da rede
- Cada dispositivo lê cada frame para determinar o endereço do dispositivo para o qual o frame está endereçado
- Se o endereço de destino do frame corresponder ao próprio endereço físico do dispositivo, o resto do frame será recebido

Sincronização de transmissão

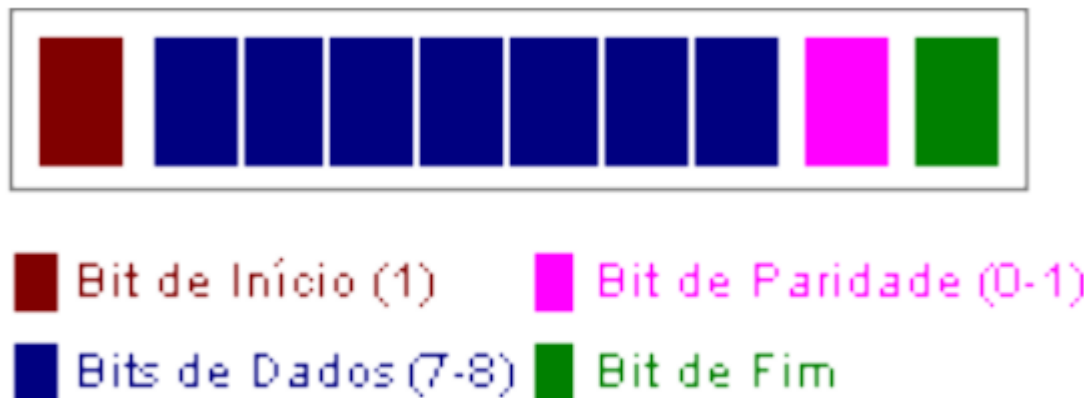
- A CE opera sobre os dados após os bits terem sido montados para formar caracteres, frames ou outros grupos de dados (unidades de informação)
- A CE sincroniza a transmissão de frames
 - Assíncrono
 - Síncrono
 - Isócrono

Transmissão Assíncrona

- Não utiliza um mecanismo de clock para manter os dispositivos emissores e receptores sincronizados
- A sincronização de bits é usada para estabelecer o sincronismo entre os dispositivos para cada frame que é transmitido
- Cada frame começa com um bit de início que permite ao dispositivo receptor ajustar-se ao timing do sinal transmitido
- As mensagens são breves para que os dispositivos de emissão e de recepção não percam o sincronismo no decorrer da mensagem

Transmissão Assíncrona

- Frequentemente usada para transmitir dados de caracteres
- Ambientes onde a transmissão é feita a intervalos irregulares
 - Assim como quando usuários digitam dados de caracteres
 - Tecnologia simples e barata, adequada para transmissão de pequenos frames em intervalos irregulares



Estrutura de um frame típico usado para transmitir dados de caracteres

Figura 2.7: Estrutura de um FRAME assíncrono

Transmissão Assíncrona

- Um bit de início
 - Sinaliza que um frame está começando e possibilita ao dispositivo receptor sincronizar-se com a mensagem
- Bits de dados
 - 7 ou 8 bits quando estão sendo transmitidos dados de caracteres
- Um bit de paridade
 - Método opcional grosseiro de detecção de erros
- Um ou mais bits de Fim
 - Sinalizam o fim do frame de dados

bit de paridade

- Paridade par
 - O bit de paridade é definido para assegurar que seja enviado um número par de bits 1
 - Se o campo de dados tiver três bits 1, o bit de paridade será definido em 1 para produzir um total de 4 bits “1”
- Paridade ímpar
 - O bit de paridade é definido para assegurar que seja enviado um número ímpar de bits 1
 - Se o campo de dados tiver três bits 1, o bit de paridade será definido em 0 para produzir um total de três bits “1”
- Detecta erros em 1 bit apenas

Transmissão Síncrona

- Clocks sincronizados nos dispositivos transmissor e receptor
- Transmitir **sinais de sincronização** junto com **dados**
 - Cada bit de dados transmitido inclui uma mudança no sinal, o que ajuda a manter o sincronismo
 - Um bit '1' pode ser representado por uma transição de alto para baixo, e um bit '0' por uma transição de baixo para alto
- Utilizar um **canal de comunicação separado** para transportar sinais de clock
 - Pode funcionar com qualquer técnica de codificação de sinais

SINC	SINC	CARACTER	...	CARACTER	CRC	FIM
------	------	----------	-----	----------	-----	-----

2 estruturas possíveis de mensagens

SINC	SINC	DADOS BINÁRIOS	CRC	FIM	DADOS DE PREENCHIMENTO	SINC	SINC	DADOS	CRC	FIM
------	------	----------------	-----	-----	------------------------	------	------	-------	-----	-----

- SYNC informa ao receptor o início de um frame
- Sinais sincronizados geralmente utilizam um padrão de bits que não pode aparecer em qualquer ponto nas mensagens
 - garantindo que eles serão sempre distintos e fáceis de serem reconhecidos pelo receptor
- Como o transmissor e o receptor permanecem sincronizados durante a transmissão, os frames podem ser extensos
- Quando os frames são maiores, a paridade passa a não ser mais um método adequado de detecção de erros
 - Usa-se CRC

- Quando os enlaces de transmissão síncrona estão inativos,
 - transmitirem-se bits de preenchimento que mantêm os dispositivos sincronizados,
 - eliminando a necessidade de ressincronizar dispositivos quando um novo frame é transmitido
- A transmissão síncrona é eficaz no uso da banda passante
- Velocidades maiores
- Melhor detecção de erros
- Maior complexidade
- Ethernet usa

Transmissão Isócrona

- Dispositivo comum que fornece um sinal de clock compartilhado por todos os dispositivos na rede
 - cria slots de tempo
- dispositivos com dados a serem transmitidos monitoram a rede e inserem dados em slots de tempo abertos,
 - à medida que eles se tornam disponíveis
- Um determinado slot de tempo pode ser preenchido até a sua capacidade com vários frames
- Garante taxas de transmissão, previsível, e baixo overhead
- Necessário assegurar que o dispositivo de clock é tolerante a falhas

Serviços de conexão da CE

- Tipos de serviços
 - Controle de fluxo
 - Evita que o dispositivo transmissor sobrecarregue o receptor
 - Pode ocorrer em diversas camadas (níveis de protocolos),
 - Incluindo a subcamada LLC
 - Controle de erros
 - Erros nos frames recebidos e solicita a retransmissão de frames
 - Uma função da subcamada LLC
 - Controle de sequência
 - Remonta os frames de dados em sua ordem original
 - Uma função da camada de Rede

Três tipos de serviços de conexão

- Serviços sem conexão não confirmados
 - Sem controle de fluxo, erro ou sequência
 - Alto desempenho
- Serviços baseados em conexão
 - Com controle de fluxo, erro ou sequência, usando confirmações
 - Overhead, baixo desempenho, maior confiabilidade
- Serviços sem conexão confirmados
 - Conirmações para fornecer controle de fluxo e erro em conexões ponto a ponto

Controle de fluxo na subcamada LLC

- Evita que dispositivos receptores sejam sobrecarregados por dispositivos transmissores mais rápidos
 - Controle de fluxo com taxa garantida
 - Controle de fluxo de janela

Controle de fluxo com taxa garantida

- Emissão e recepção negociam uma taxa de transmissão mutuamente aceitável
 - Normalmente essa taxa de transmissão se mantém constante durante a sessão de comunicação
- Para assegurar que os frames sejam recebidos sem erro, alguns protocolos exigem que o receptor confirme cada frame à medida que é processado
- Se nenhum erro for detectado, um frame de confirmação será retornado ao transmissor, instruindo-o a enviar o próximo frame

Controle de fluxo com taxa garantida

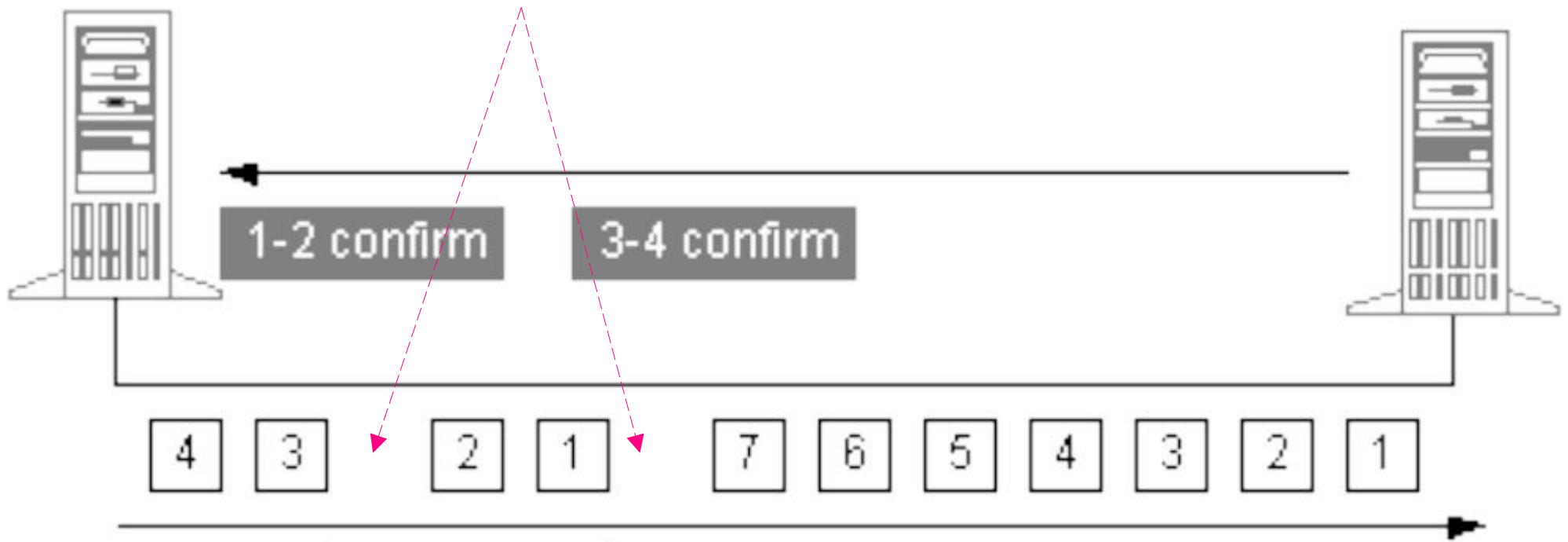
- Se forem detectados erros, o receptor fará uma das duas coisas:
 - enviará um pedido de retransmissão ou
 - simplesmente aguardará até que o transmissor encerre e retransmita o frame
- Admite que o receptor processa uma unidade da mensagem (bit ou frame) para cada unidade transmitida
- Esse método bastante inflexível geralmente não aproveita ao máximo as capacidades de transmissor, receptor e canal de comunicação

Controle de fluxo da janela

- Armazenamento em buffer
 - Espaço de memória que pode receber dados da rede e armazená-los até que o receptor possa processá-los e confirmar que foram recebidos
 - Permite aos transmissores e receptores operarem com mais flexibilidade
- Operação com janelas
 - Permite ao transmissor enviar vários frames de dados antes de receber confirmação do receptor
 - Vários frames podem ser armazenados em buffer no receptor à medida que são processados
 - O número de frames que um transmissor pode enviar sem receber uma confirmação é conhecido como o tamanho da janela

Controle de fluxo da janela

- O tamanho da janela limita o um número de frames
- Normalmente definido pelo número de frames que cabem no buffer de entrada do receptor
- Se o tamanho da janela for 7, o transmissor poderá ter até sete frames pendentes
- Um oitavo frame não poderá ser transmitido até que um dos frames pendentes seja confirmado



Controle de fluxo da janela

- Janelas flutuantes ou deslizantes
 - Quando é possível ajustar o tamanho da janela
- Receptor envia um frame de estrangulamento quando o seu buffer está perto da capacidade
 - Sinaliza ao transmissor para ir mais devagar
- Transmissor diminuir o ajuste da sua taxa de transmissão
- Depois aumenta lentamente a taxa até receber um outro frame de estrangulamento
- Dessa forma, a utilização da banda passante é otimizada

Controle de erros

- 2 condições de erros de LLC:
 - Quando são detectados erros de CRC
 - Quando as confirmações esperadas não são recebidas
- Os frames de dados síncronos incorporam um campo de verificação de redundância cíclica (CRC) que pode ser usado para detectar erros de transmissão
- Quando um dispositivo receptor detecta um erro de CRC, ele pode transmitir uma confirmação negativa (NAK) que solicita a retransmissão do frame

Controle de erros

- O transmissor espera frames de confirmação (ACK) do receptor de cada frame (ou um grupo de frames num protocolo de janelas)
- Quando um intervalo específico de tempo expira sem uma confirmação, o transmissor admite que o frame foi perdido e o retransmite