

Interfaces e transmissão de dados

Camada de ligação de dados. Protocolos comerciais ligação de dados

3.3 – Protocolos comerciais ponto a ponto

Camada ligação de dados



Interfaces e transmissão de dados

Camada de ligação de dados. Protocolos comerciais ligação de dados

3.3.1 – Melhorias nos mecanismos ARQ tradicionais



Interfaces e transmissão de dados

Camada de ligação de dados. Protocolos comerciais ligação de dados

➤ Protocolos em *Pipeline*

✓ Melhorias no funcionamento básico dos mecanismos ARQ tradicionais

- Técnica de “piggyback acknowledgement” ou simplesmente “*piggybacking*”

- Numa comunicação bidireccional, as tramas de dados fluem nos dois sentidos
- Se o receptor também tiver dados para transmitir, pode evitar o envio de ACK realizando a confirmação nas tramas de dados em sentido oposto
- Se o receptor não tiver dados para transmitir, usa ACK para realizar a confirmação
- Se o receptor tiver dados para transmitir mas não tiver dados para confirmar, referencia o número da próxima trama de dados que espera receber



Interfaces e transmissão de dados

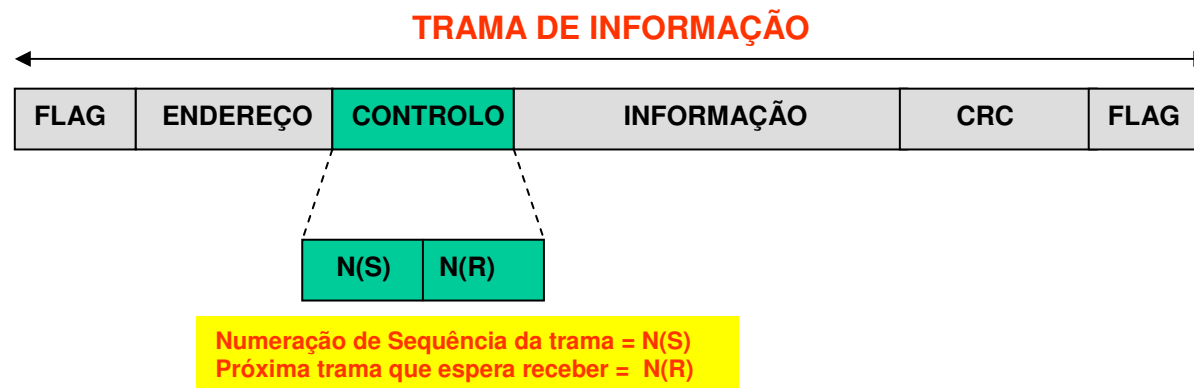
Camada de ligação de dados. Protocolos comerciais ligação de dados

➤ Protocolos em *Pipeline*

✓ Melhorias no funcionamento básico

• “piggybacking”

- A trama de informação referencia a próxima trama esperada (ACK) com N(R)
- O Campo de controlo da trama transporta agora não só o número de sequência, N(S) mas também o número para ACK – N(R)



Interfaces e transmissão de dados

Camada de ligação de dados. Protocolos comerciais ligação de dados

➤ Protocolos em *Pipeline*

✓ Melhorias no funcionamento básico

- “*piggybacking*”

- Variáveis de estado e convenções

- **N(S)** – Representa o número de sequência da trama corrente enviada (**S = Send**)

- **N(R)** – Também denominada *acknowledgement number*. Indica ao emissor qual a próxima trama que o receptor espera receber. Confirma todas as tramas anteriores até **N(R)-1**. (**R = Receive**).

- **V(S)** - É a variável de estado utilizada à emissão . Representa o próximo nº de sequência que o emissor tenciona utilizar.

- **V(R)** - É a variável de estado utilizada à recepção. Representa o próximo nº de sequência que o receptor espera receber do emissor.

Nota: Agora convencionou-se que **ACK(N)** confirma **N-1**.

N indica qual a próxima trama que o receptor espera do emissor

Na emissão, as variáveis **V(S)** e **V(R)** são copiadas para os campos **N(S)** e **N(R)** das tramas de informação a enviar. **V(R)** é copiado para o campo **N(R)** das tramas **ACK**



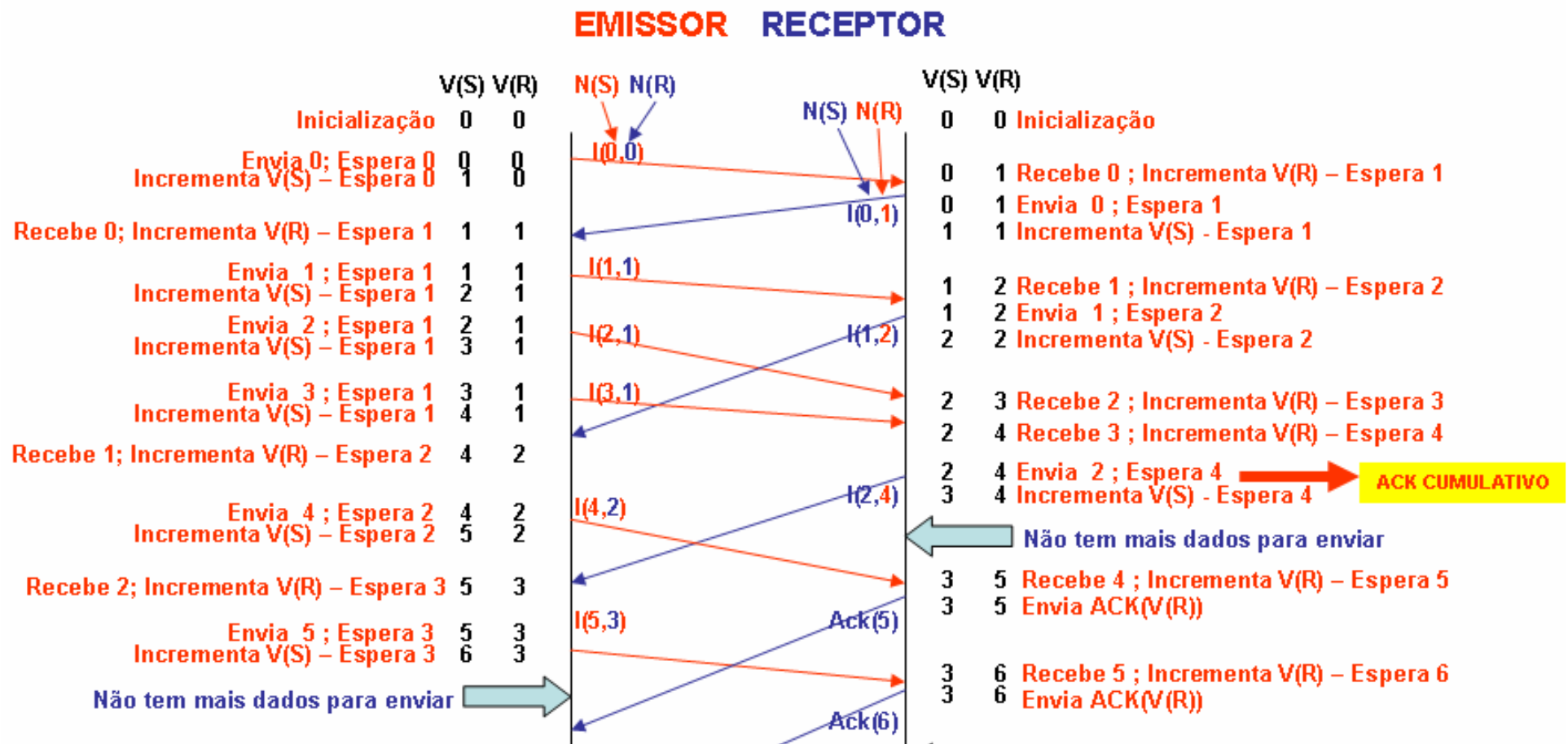
Interfaces e transmissão de dados

Camada de ligação de dados. Protocolos comerciais ligação de dados

➤ Protocolos em Pipeline

✓ Melhorias no funcionamento básico

• “piggybacking”



Interfaces e transmissão de dados

Camada de ligação de dados. Protocolos comerciais ligação de dados

➤ Protocolos em *Pipeline*

✓ Inicialização dos protocolos ARQ

• Motivos:

- As variáveis de estado, têm que ser inicializadas no emissor e receptor. (SETUP) Não poderão circular tramas na rede durante esta inicialização (DISCONNECT)
- São necessárias novas tramas, cuja tarefa é a inicialização e o término da ligação.

• Fases envolvidas na ligação de dados:

- Fase 1 – Inicialização com tramas dedicadas – Não há transferência de informação.
- Fase 2 – Transferência da informação. É nesta fase que se transfere a informação e ocorre controlo de fluxo se necessário
- Fase 3 – Término da ligação. É nesta fase que se termina a ligação para mais tarde ser inicializada.

• **Nota:** A fase 3 é necessária, para que se garanta que ao inicializar a ligação, não haja tramas em trânsito. No StopAndWait não é necessária.



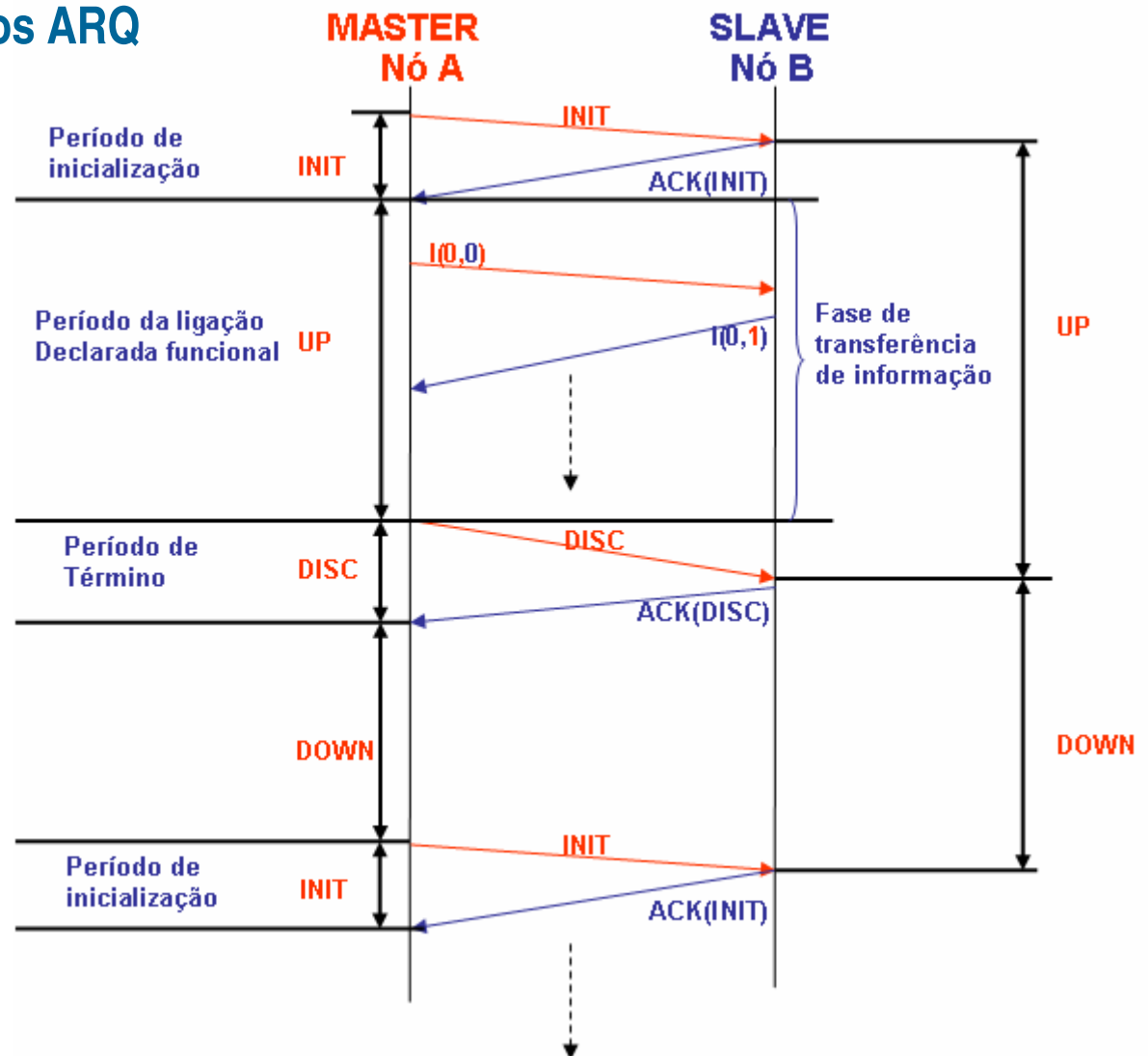
Interfaces e transmissão de dados

Camada de ligação de dados. Protocolos comerciais ligação de dados

➤ Protocolos em *Pipeline*

✓ Inicialização dos protocolos ARQ

- Um protocolo do tipo
MASTER / SLAVE



3.3.3 – O protocolo HDLC (High Level Data Link Control)



Interfaces e transmissão de dados

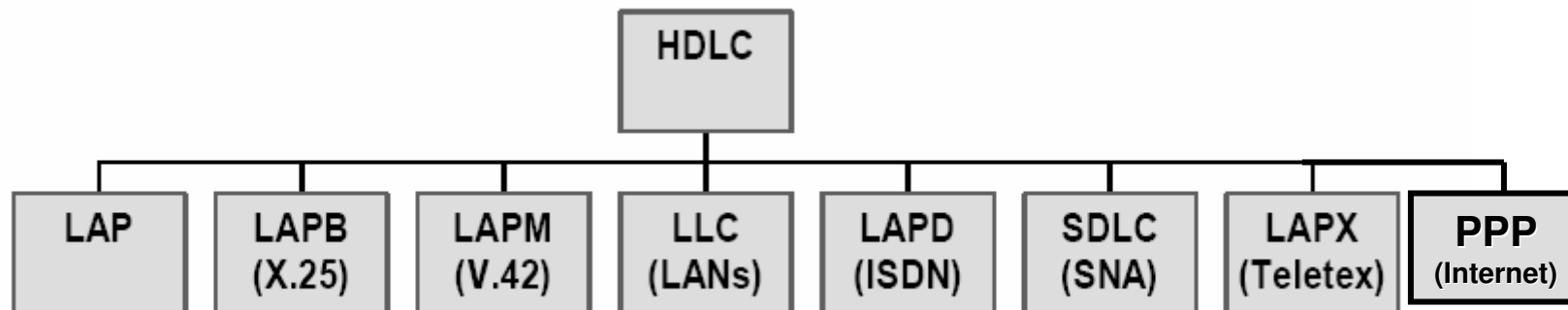
Camada de ligação de dados. Protocolos comerciais ligação de dados

❖ Protocolo HDLC

➤ High Level Data Link Control

✓ Protocolo síncrono orientado ao bit, de carácter geral para canais “full duplex” ponto-a-ponto ou multiponto muito usado actualmente

A Família de protocolos HDLC



Interfaces e transmissão de dados

Camada de ligação de dados. Protocolos comerciais ligação de dados

❖ Protocolo HDLC

➤ Arquitectura

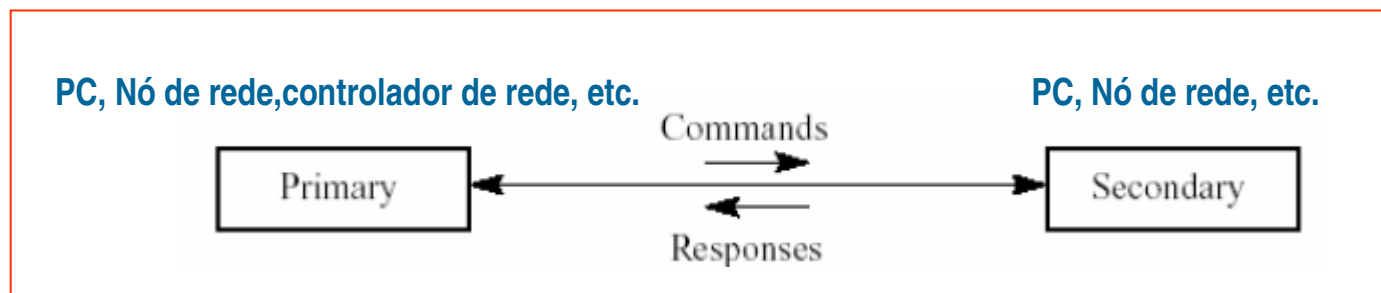
✓ Funcionamento original do tipo “master/slave”. Depois surgiu o combinado (Ambos são master ou slave)

• Primário

– Entidade do protocolo que tem autonomia para controlar e iniciar sequências de comunicação. É quem inicia o envio das tramas (A estas tramas são chamadas “comandos”)

• Secundário

– Entidade do protocolo sem autonomia para controlar e iniciar sequências de comunicação. Apenas responde às tramas que lhes são destinadas (A estas tramas são chamadas “respostas”)



Interfaces e transmissão de dados

Camada de ligação de dados. Protocolos comerciais ligação de dados

❖ Protocolo HDLC

➤ Topologias de rede

• Não balanceado ponto a ponto

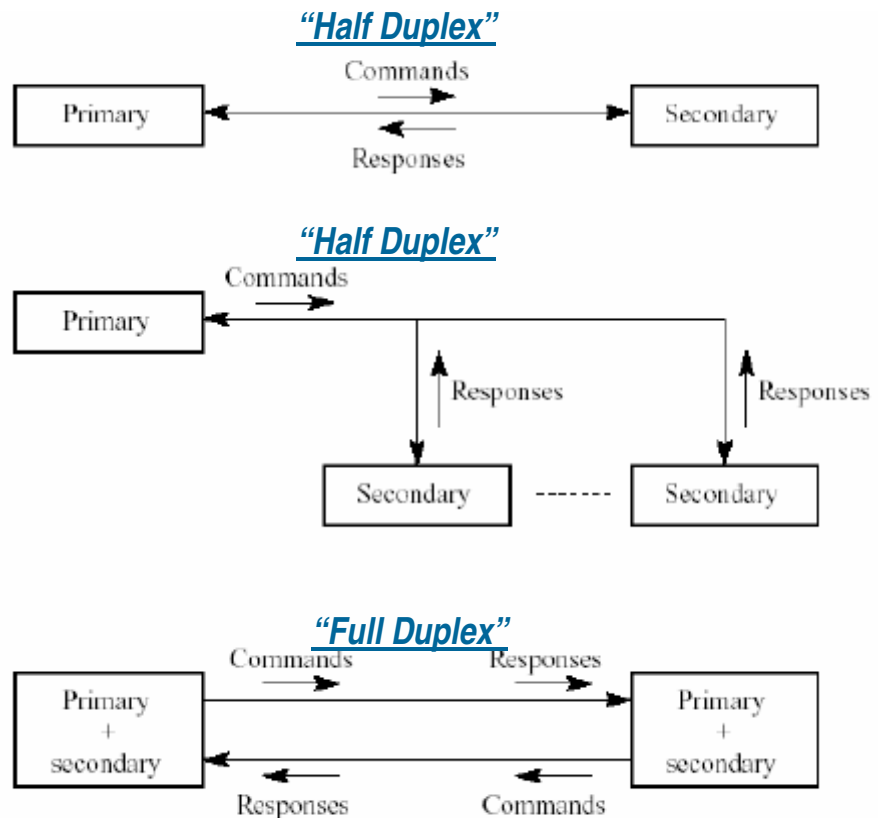
- 1 estação primária ou “master”
- 1 estação secundária ou “slave”
- (NRM e ARM, ver slide seguinte)

• Não balanceado multiponto

- 1 estação primária ou “master”
- Várias estações secundárias ou “slaves”
- (ARM e NRM, ver slide seguinte)

• Balanceado ponto a ponto

- Modo Combinado (balanceado) P/S
- 1 estação primária ou “master” ou “slave”
- 1 estação secundária ou “master” ou “slave”
- (ABM, ver slide seguinte)



Interfaces e transmissão de dados

Camada de ligação de dados. Protocolos comerciais ligação de dados

❖ Protocolo HDLC

➤ Modos de operação

➤ NRM - Normal Response Mode (ex.: SDLC)

- Configurações não balanceadas (Primário / Secundário)
- Ponto a Ponto ou Multi-Ponto
- Sec. só transmitem quando têm permissão do Prim.

➤ ABM - Asynchronous Balanced Mode (ex.: LAPB)

- Configurações balanceadas
- Ponto a Ponto
- Sec. pode transmitir sem permissão do Prim.

➤ ARM - Asynchronous Response Mode (ex.: LAP)-> Raramente utilizada

- Configurações não balanceadas
- Ponto a Ponto ou Multi-Ponto
- Sec. pode transmitir sem permissão do Prim. apenas em alguns casos



Interfaces e transmissão de dados

Camada de ligação de dados. Protocolos comerciais ligação de dados

❖ Protocolo HDLC

➤ Formato da trama HDLC

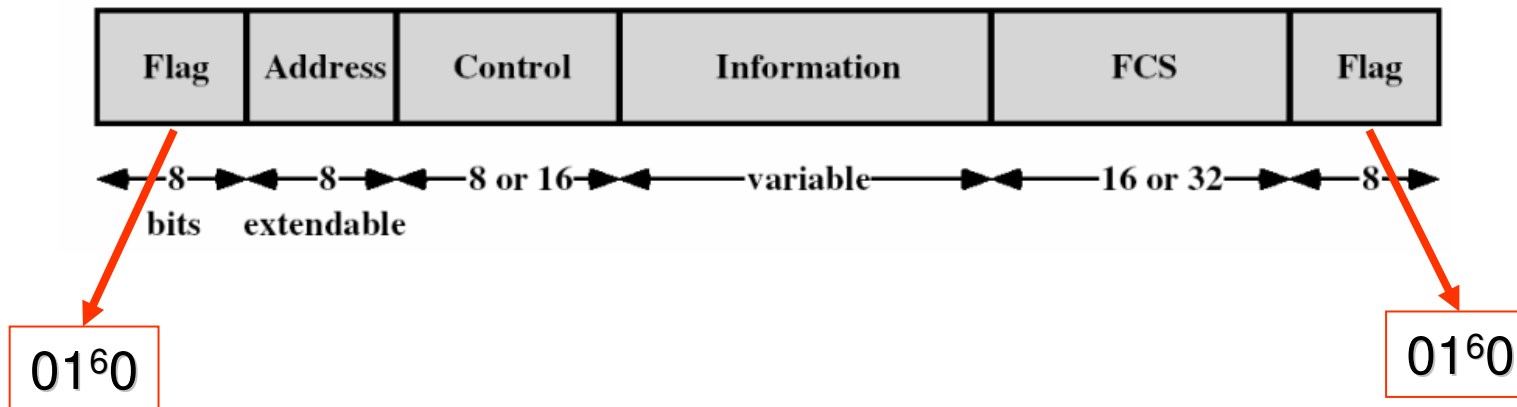
✓ O Formato é único para tramas de dados e de controlo

✓ FLAG – “0111 1110” e é utilizada no início e no final de cada trama -> Serve para o receptor sincronizar (Hunt mode)

✓ FCS – CRC 16 bit Normalizado pelo ITU -> $G(x)$: CCITT $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$

✓ Ou CRC-32 quando a implementação é em redes locais (802.3)

$$\text{CRC - 32} = X^{32} + X^{26} + X^{23} + X^{16} + X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^8 + X^7 + X^5 + X^4 + X^{22} + X + 1$$



A transparência dos dados é obtida através do “bit stuffing” estudado -> Ao fim de 1⁵, adiciona “0”



Interfaces e transmissão de dados

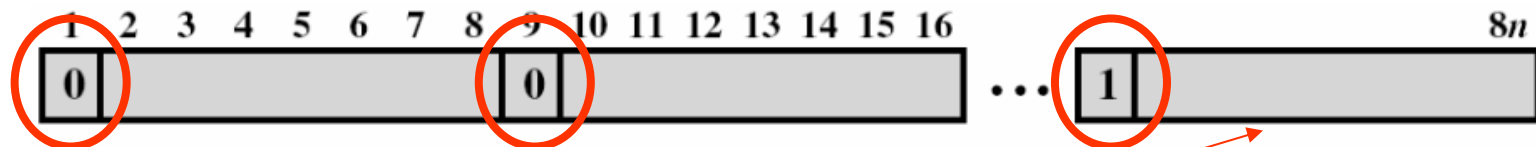
Camada de ligação de dados. Protocolos comerciais ligação de dados

❖ Protocolo HDLC

➤ Formato do campo de endereço da trama HDLC



- ✓ Identifica a estação de destino dos dados (ou de origem, no caso de ser uma resposta a uma trama)
- ✓ Normalmente tem 8 bits de comprimento
- ✓ Pode ser extendido a múltiplos de **7 bits** (extended address)
 - Quando se utiliza extended address, o primeiro bit indica onde o campo termina
 - Se fôr **1** significa que **é o último octeto de endereço**. Se fôr 0 indica que não há mais octetos para formar o endereço (extended)
- ✓ Todos os bits a 1 (1111111) significa que é um **broadcast**. -> A mensagem é para todas as estações fisicamente ligadas ao meio. (A este tipo de endereçamento é chamado “*broadcast address*”)



Extended Address Field

Último octeto do campo endereço

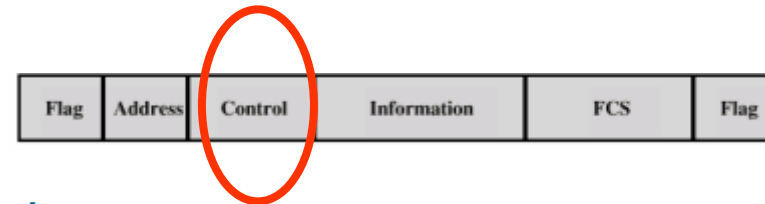


Interfaces e transmissão de dados

Camada de ligação de dados. Protocolos comerciais ligação de dados

❖ Protocolo HDLC

➤ Campo de Controlo na trama HDLC



✓ Os primeiros 2 bits deste campo indicam o tipo de trama

➤ Tipos de tramas no HDLC

1 - Tramas de dados ou informação -> “*Information frames*”

– Transportam os dados do utilizador (fornecidos pelo nível 3 do OSI)

2 - Tramas de controlo ou supervisão da ligação

– Controlam e gerem o estabelecimento e a manutenção das ligações de dados

✓ Supervisory frames (Trama S)

– Para controlo de erros (ARQ) quando não é utilizado o *piggybacking*. Têm números de sequência

✓ Unnumbered Frames (Trama U)

– Estabelecimento / terminação / recuperação da ligação. Não têm números de sequência

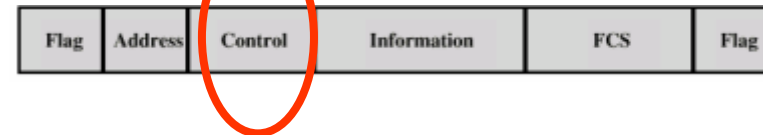


Interfaces e transmissão de dados

Camada de ligação de dados. Protocolos comerciais ligação de dados

❖ Protocolo HDLC

➤ Campo de Controlo na trama HDLC

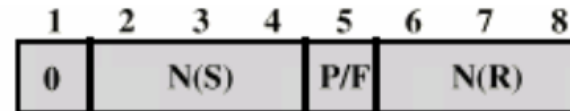


✓ Campo de controlo com 8 bits

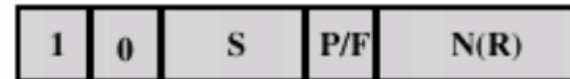
São utilizados 3 bits para numeração de sequência:

módulo 8 $M = 2^n$

I: Information



S: Supervisory



U: Unnumbered

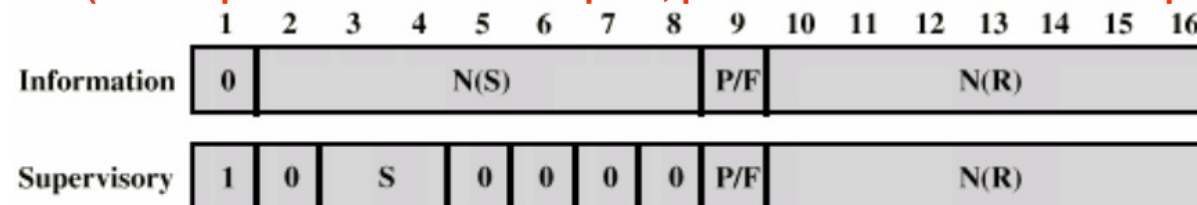


N(S) = Send sequence number
N(R) = Receive sequence number
S = Supervisory function bits
M = Unnumbered function bits
P/F = Poll/final bit

✓ Campo de controlo com 16 bits (Não é aplicável a tramas do tipo U, pois não têm números de sequência)

São utilizados 7 bits para numeração de sequência:

módulo 128 $M = 2^n$

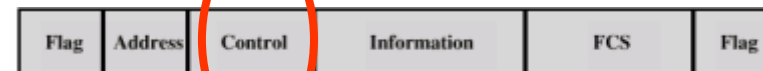


Interfaces e transmissão de dados

Camada de ligação de dados. Protocolos comerciais ligação de dados

❖ Protocolo HDLC

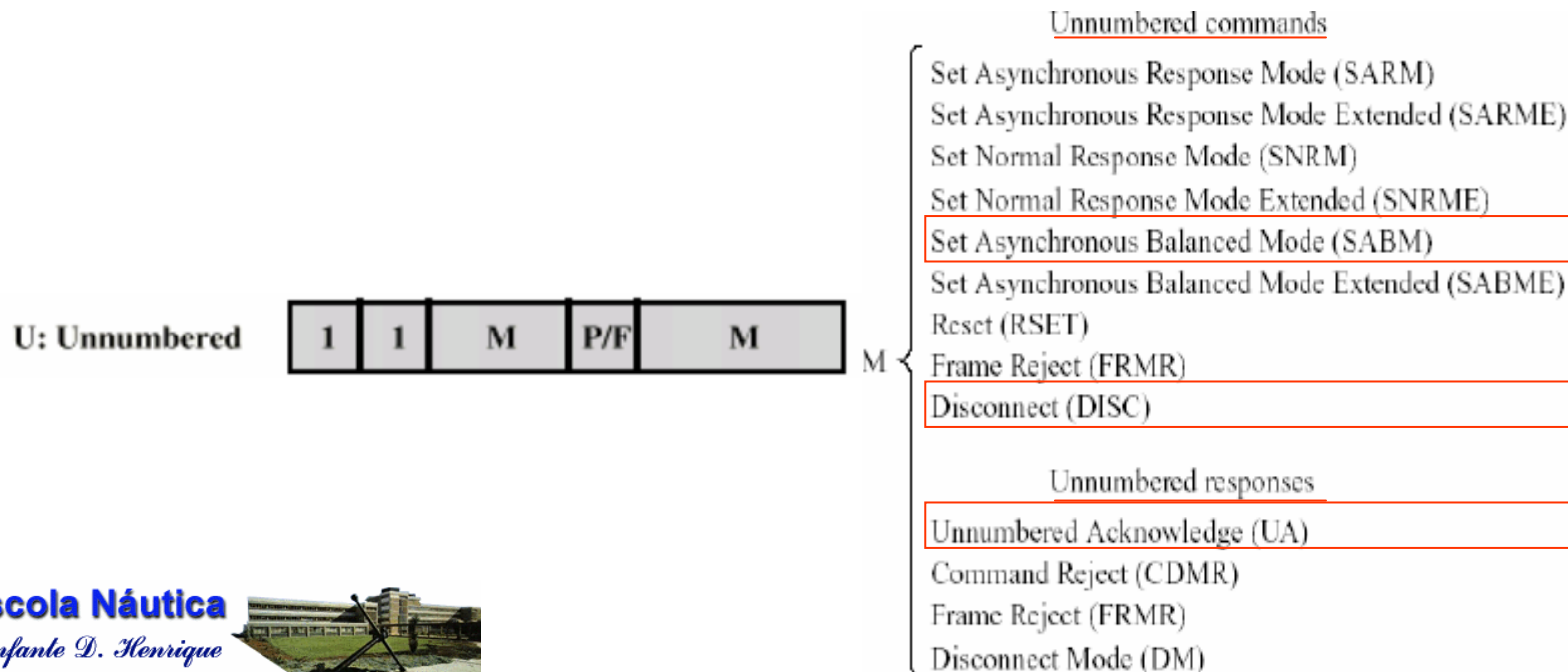
➤ Formato do campo de controlo (Bits 3-N)



✓ Tramas S -> 4 bits indicam o tipo da trama. Utilização para ARQ (incluindo controlo de fluxo)



✓ Tramas M -> 4 bits indicam o tipo da trama. Utilização para estabelecimento / término / recuperação da ligação

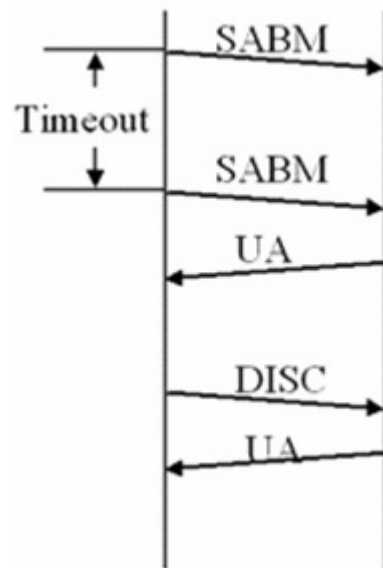


Interfaces e transmissão de dados

Camada de ligação de dados. Protocolos comerciais ligação de dados

❖ Protocolo HDLC Operação sem erros

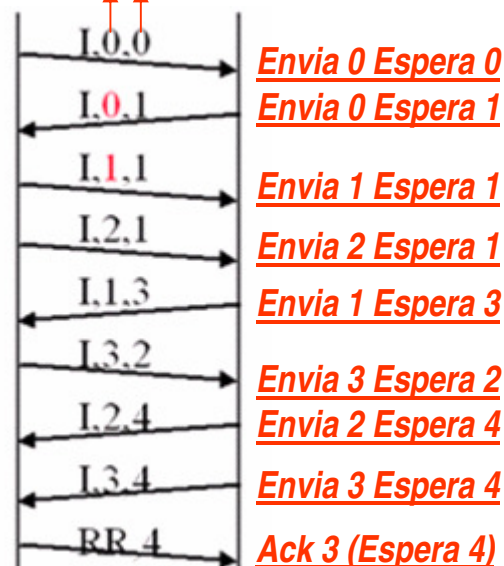
Inicialização



- Estabelecimento e término da ligação (Nota: SABM indica o modo e pode ser:
- SABM, SNRM ou SARM

Operação

$N(s), N(R)$



Comunicação de dados bi-direccional:

- Recorre a piggybacking
- As tramas ACK são denominadas RR (Receiver Ready)

Quando não há informação, a confirmação é por RR

As tramas RR também funcionam como “keep-alives” (Não representado na figura)



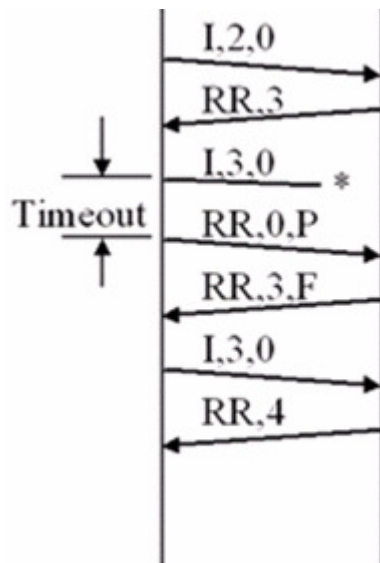
Interfaces e transmissão de dados

Camada de ligação de dados. Protocolos comerciais ligação de dados

❖ Protocolo HDLC Operação com erros

Retransmissão implícita

Recuperação erros por “CheckPointing”



-É o método básico para recuperação de erros e está disponível em todos os modos de operação do HDLC:

-Funciona para os casos em que se perdem as tramas de informação ou os ACK

-O emissor despoleta uma interrogação, a pedir ao receptor qual o último nº de sequência recebido (**Poll bit: P = 1**)

-O receptor responde com indicação do próximo nº de sequência esperado, com o **Final bit F = 1**



Interfaces e transmissão de dados

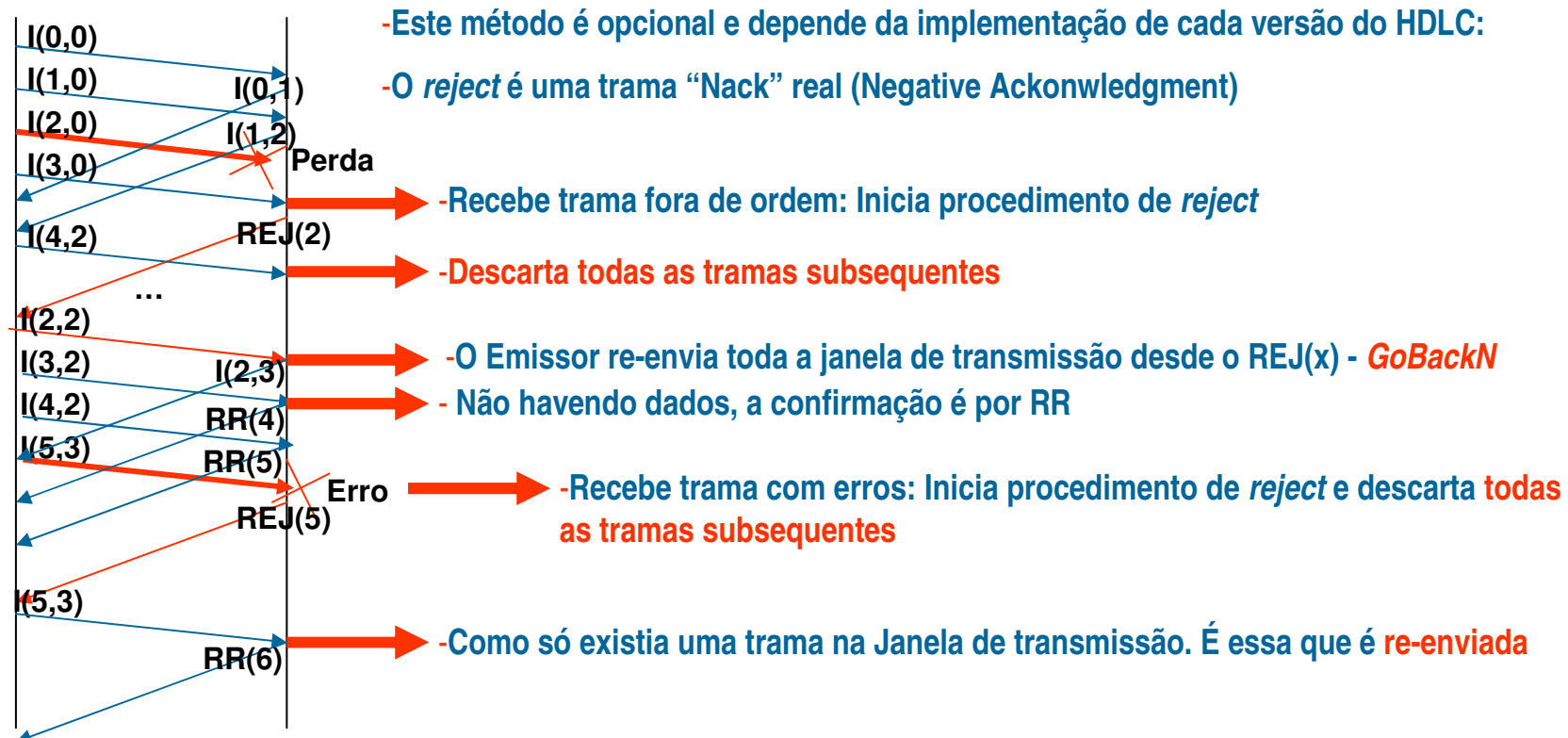
Camada de ligação de dados. Protocolos comerciais ligação de dados

❖ Protocolo HDLC Operação com erros

Retransmissão explícita (Opcional)

Recuperação erros por "REJ"(Reject) : Implementa o GO-Back-N

Objectivo: Acelerar o processo de retransmissão em caso de erros



Interfaces e transmissão de dados

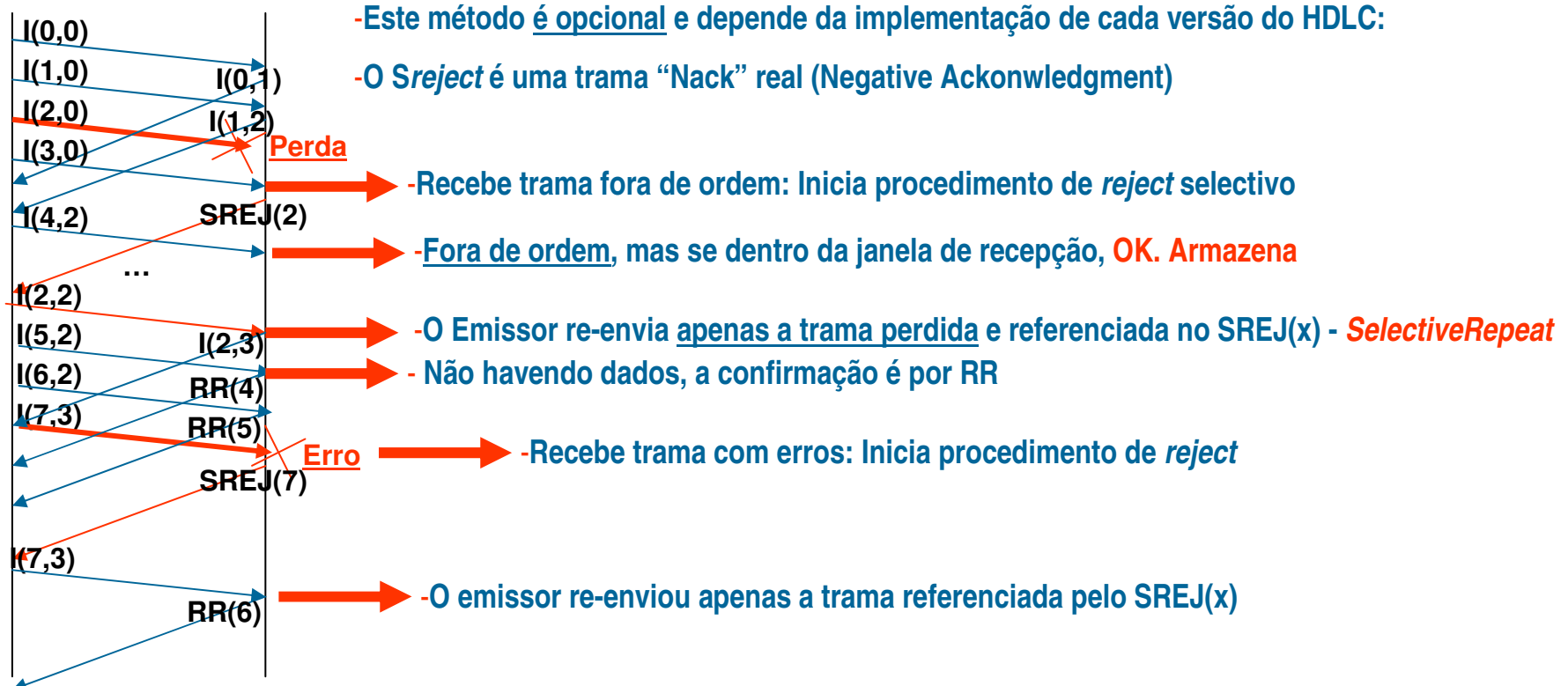
Camada de ligação de dados. Protocolos comerciais ligação de dados

❖ Protocolo HDLC Operação com erros

Retransmissão explícita (Opcional)

Recuperação erros por "SREJ"(Selective Reject) : Implementa o Selective Repeat

Objectivo: Aumentar o throughput evitando retransmissão de tramas já correctamente recebidas



Interfaces e transmissão de dados

Camada de ligação de dados. Protocolos comerciais ligação de dados

3.3.4 – O Protocolo PPP. “*Point to Point Protocol*”



Interfaces e transmissão de dados

Camada de ligação de dados. Protocolos comerciais ligação de dados

➤ Protocolo PPP

✓ Introdução

- ✓ Desenvolvido para encapsular IP em ligações série
- ✓ Subconjunto restrito do protocolo HDLC
- ✓ Permite operação sobre ligações **síncronas e assíncronas** (*Dial Up* para acesso Internet)
- ✓ Permite operação sobre qualquer tipo de ligação física ponto a ponto (F.O. SDH, ADSL, modems, etc.)

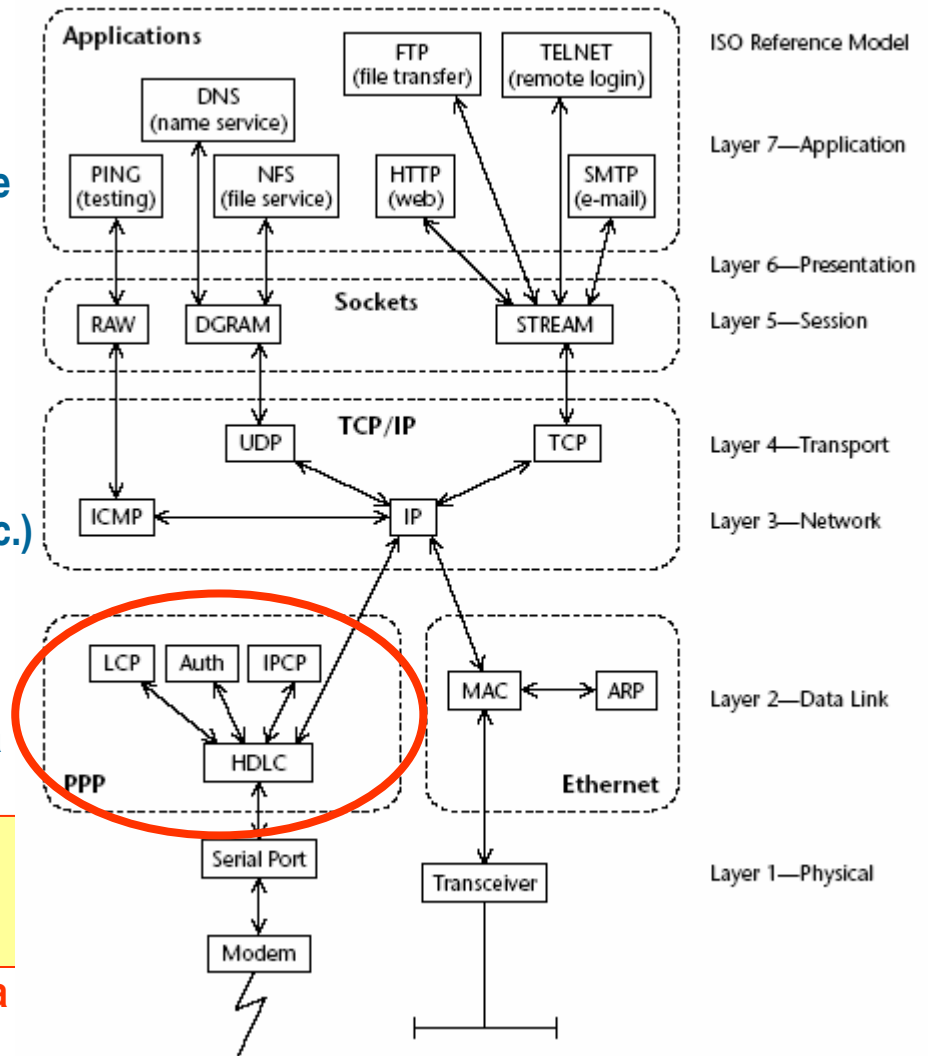
✓ Características do PPP

- ✓ Detecção de erros
- ✓ Detecção de falha nas ligações físicas e reporte à camada superior

✓ Sem correcção e recuperação de erros (ARQ)

✓ Sem controlo de fluxo e ordenação de tramas

Mais simples: Esta funcionalidade é assegurada apenas pelas camadas superiores



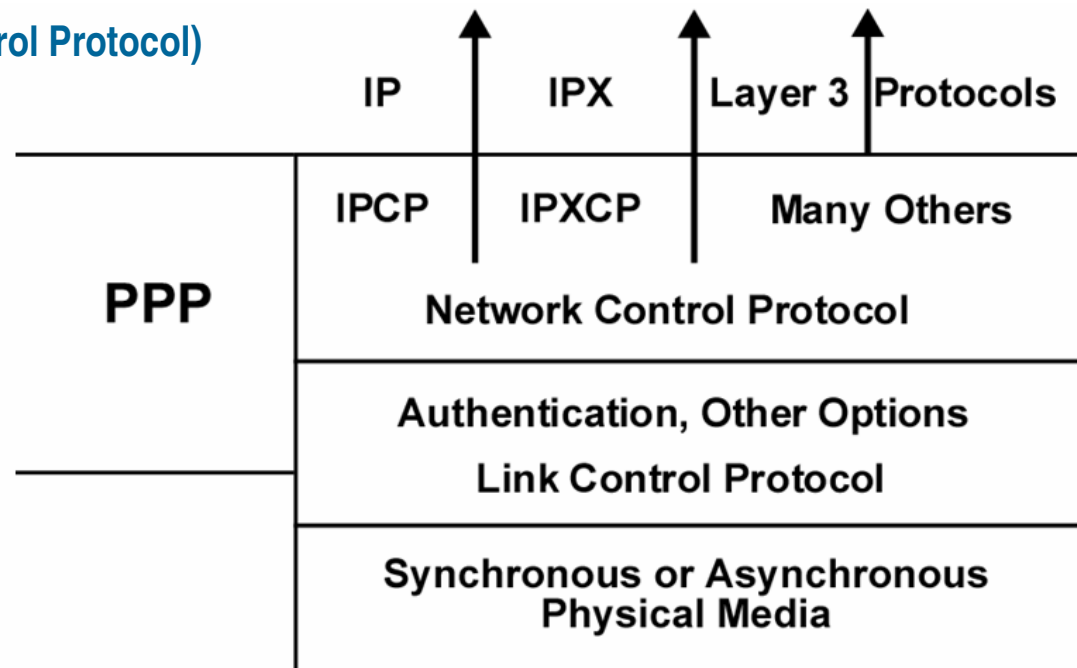
Interfaces e transmissão de dados

Camada de ligação de dados. Protocolos comerciais ligação de dados

➤ Protocolo PPP

✓ Componentes do PPP

- ✓ LCP (Link Control Protocol)
- ✓ Autenticação
- ✓ NCP's (Network Control Protocol)

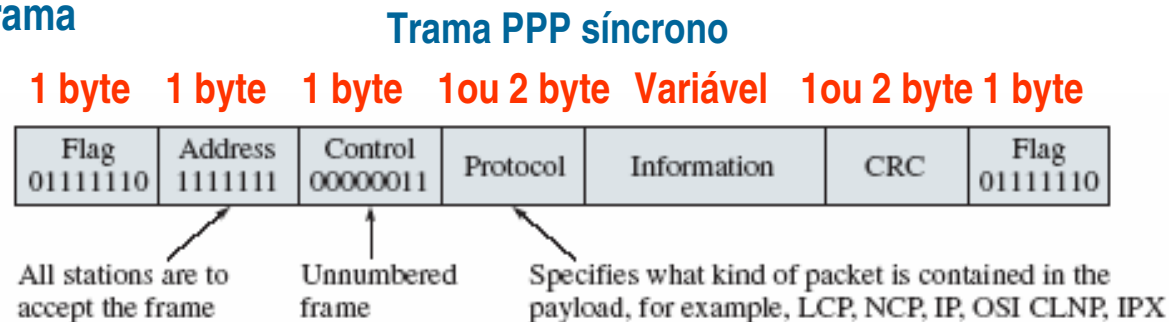


Interfaces e transmissão de dados

Camada de ligação de dados. Protocolos comerciais ligação de dados

➤ Protocolo PPP

✓ Formato da trama



✓ Delimitação por FLAG – Conforme o HDLC

✓ Campo **endereço** fixo tudo a 1's: O **PPP aplica-se a ligações PTP**. Todos os destinos aceitam a trama

✓ Campo **controlo** fixo a 0⁶1²: Significa que trabalha no modo “unnumbered”. **Não há numeração** de tramas. **Modo não fiável**. Não utiliza **nenhuma estratégia ARQ** nem controlo de fluxo. (Deixa esta tarefa para os protocolos nos níveis superiores do OSI)
(Para ligações ruidosas, poderá ser utilizada **numeração de tramas**, para utilizar o **modo ABM** do HDLC)

✓ Campo **Protocol**: Identifica o protocolo da camada ou sub-camada superior, transportado no campo informação

✓ Campo **CRC**: 16 ou 32 bits polinómio standard



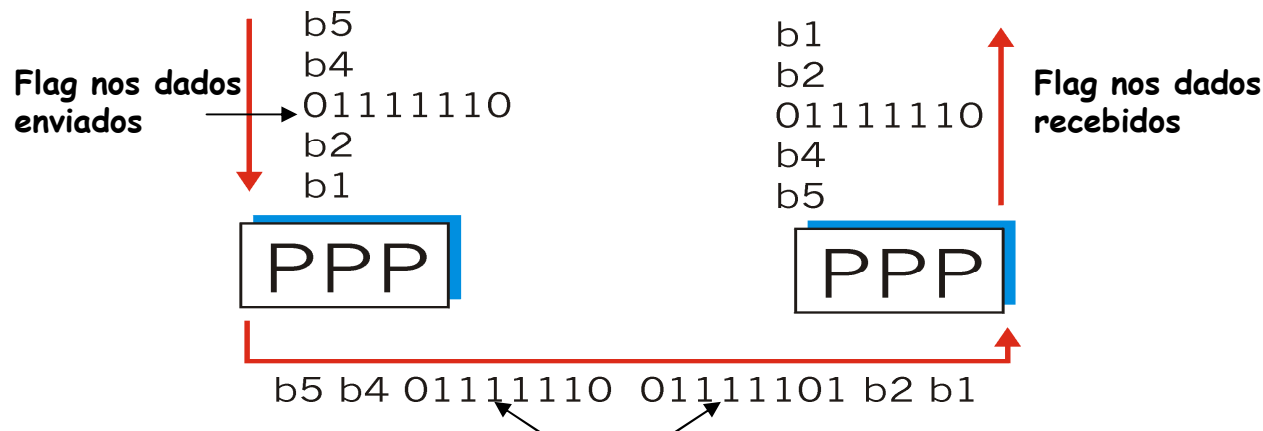
Interfaces e transmissão de dados

Camada de ligação de dados. Protocolos comerciais ligação de dados

➤ Protocolo PPP

- ✓ Transparência dos dados ➡ Byte Stuffing
 - ✓ O campo de informação poderá conter o padrão 01⁶0
 - ✓ O PPP funciona com múltiplos de 8 bits (equivalente a caracteres)
 - ✓ Emissor: Adiciona <01111101> (sequência de escape) após cada <01111110> byte de dados
 - ✓ Receptor: <01111110> <01111101> descarta o 1º byte e continua processamento dos dados
- Um único byte <01111110>, é uma FLAG

Exemplo Byte Stuffing



Byte correspondente à flag e byte stuffed nos dados transmitidos:

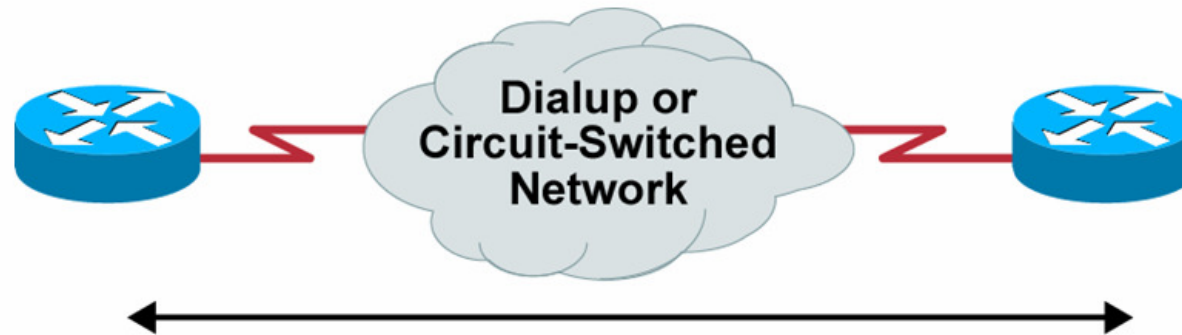


Interfaces e transmissão de dados

Camada de ligação de dados. Protocolos comerciais ligação de dados

➤ Protocolo PPP

✓ Estabelecimento de ligações



✓ Fase 1: Estabelecimento do link (ligação) --- LCP Link Control Protocol

- ✓ LCP Link Control Protocol: Estabelece , configura, mantém e termina a ligação.
- ✓ São trocadas mensagens entre os pares para configurar a ligação.

✓ Fase 2: Autenticação (Opcional)

- ✓ Existem dois protocolos de autenticação: *PAP* Password authentication protocol
CHAP Challenge authentication protocol

✓ Fase 3: Configuração do(s) protocolo(s) de rede (nível 3 OSI) --- NCP Network Control Protocol

- ✓ Exemplo para IP, configura o endereço.



Interfaces e transmissão de dados

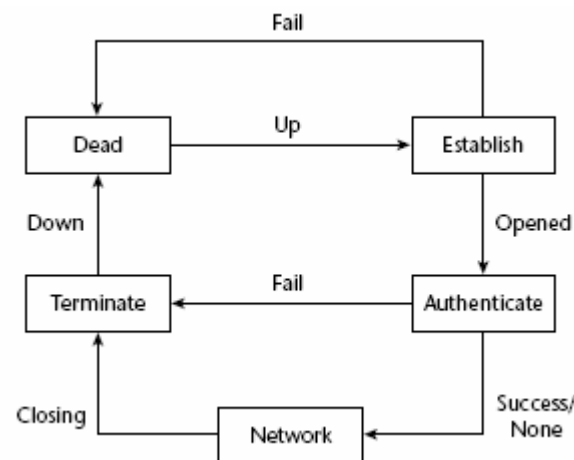
Camada de ligação de dados. Protocolos comerciais ligação de dados

➤ Protocolo PPP

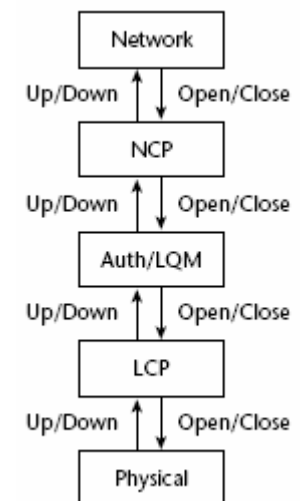
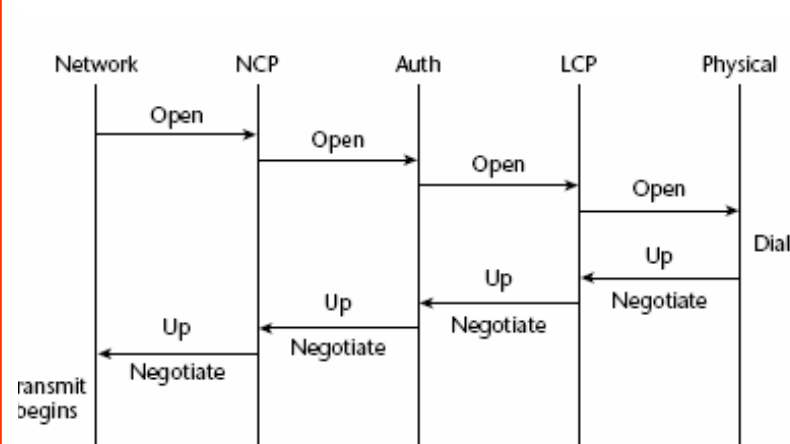
✓ Cenário de operação

✓ Ligação de um PC à Internet através da rede telefónica

Fases da ligação (RFC 1661)



Ligação a pedido (PC à internet)



Interfaces e transmissão de dados

Camada de ligação de dados. Protocolos comerciais ligação de dados

FIM

