

Instituto Federal de Santa Catarina

# Instalação de Equipamentos de Redes IER 12503

O material para essas apresentações foi retirado das apresentações disponibilizadas pela Editora McGraw-Hill para o livro “Comunicação de Dados e Redes de Computadores” de Behrouz Forouzan.



# Capítulo 11

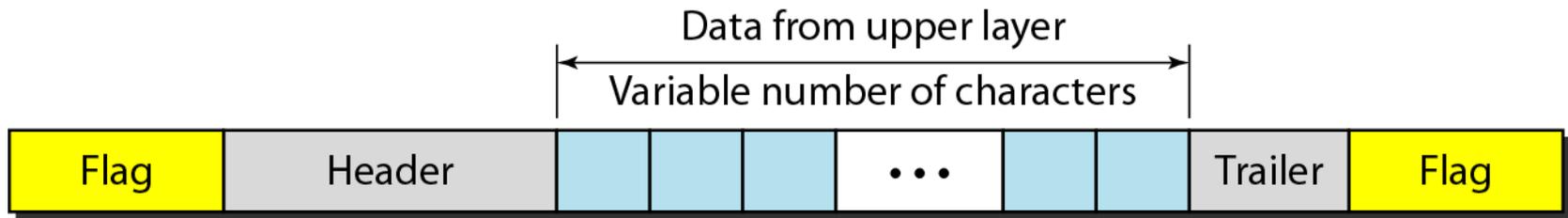
## Controle de Enlace de Dados – Data Link Control (DLC)

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

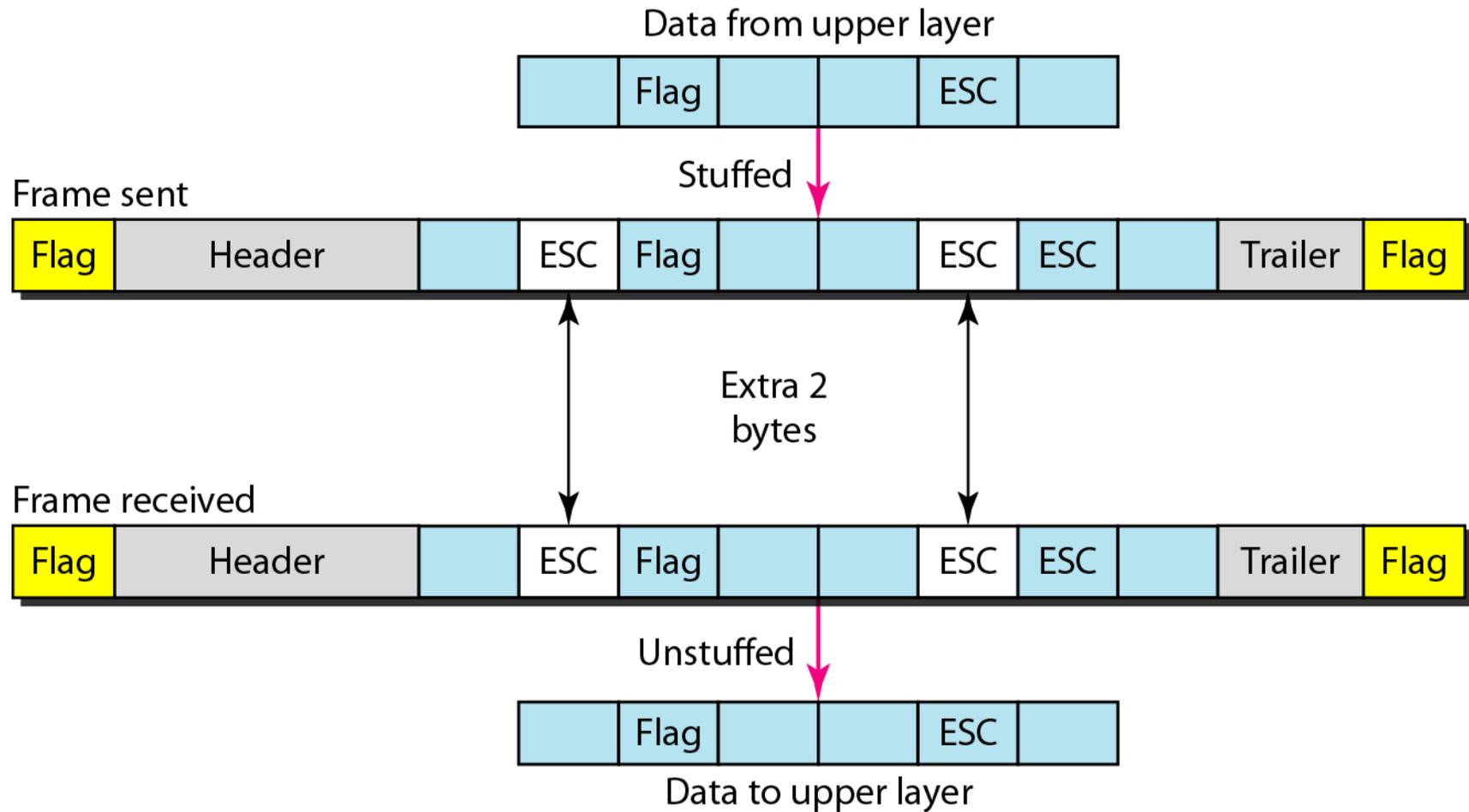
# Enquadramento

*A camada de enlace de dados precisa empacotar os bits em **quadros**, assim cada quadro é diferente uns dos outros.*

# Um quadro em um protocolo orientado a caractere

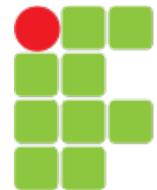


# Preenchimento e remoção de caractere

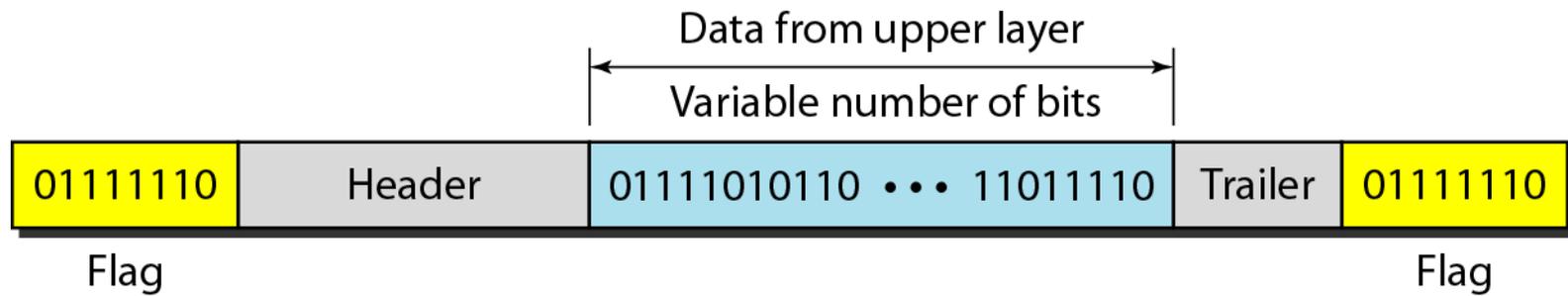


*Nota*

Preenchimento de caractere (byte) consiste no processo de adição de um caractere (byte) extra, quando há um caractere marcador ou de escape no texto.

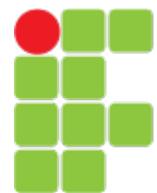


# Um quadro num protocolo orientado a bit

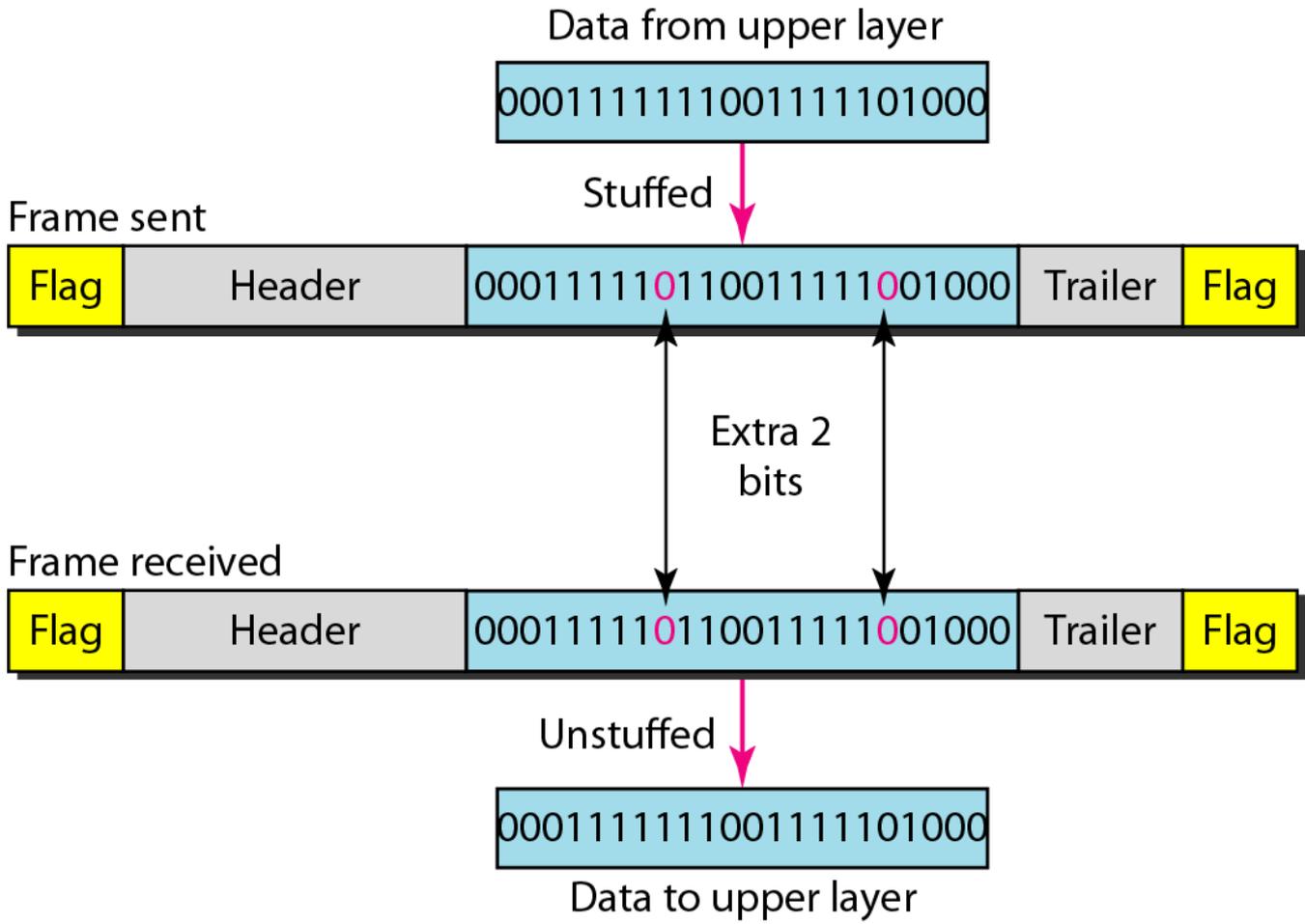


*Nota*

Preenchimento de bit é o processo de adicionar um 0 extra, quando ocorrer cinco 1s consecutivos seguidos de um 0 nos dados. Assim, o receptor não incorre em erro ao encontrar o padrão 0111110 para um marcador.

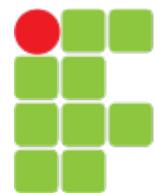


# Preenchimento e remoção de bit



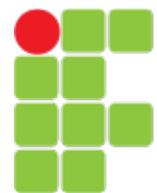
# Controle de fluxo e erros

*As responsabilidades mais importantes da camada de enlace são **controle de fluxo** e **controle de erro**. Coletivamente, essas funções são conhecidas como **controle de enlace de dados**.*



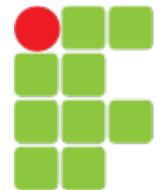
*Nota*

O controle de fluxo se refere ao conjunto de procedimentos para restringir a quantidade de dados que um remetente pode enviar antes de receber alguma confirmação de recebimento.



*Nota*

Controle de erro na camada de enlace de dados é baseado em requisição de repetição automática que é a retransmissão de dados.



# HDLC

**High-level Data Link Control (HDLC)** é um protocolo orientado a bit para comunicação de dados utilizando links ponto a ponto ou multiponto.

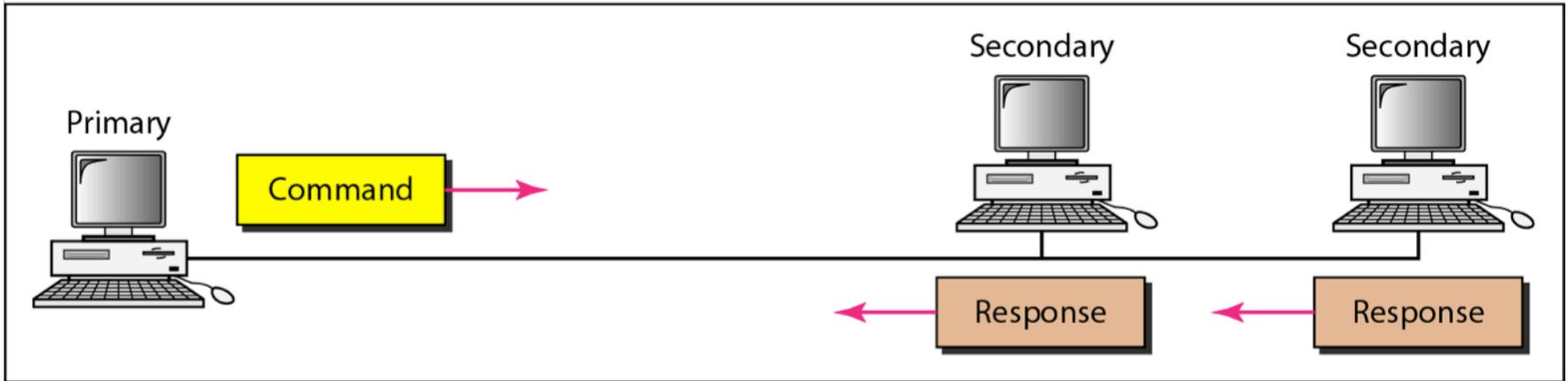
# Modos de transferência

- NRM (Normal Response Mode)
- ABM (Asynchronous Balanced Mode)

# Normal Response Mode (NRM)

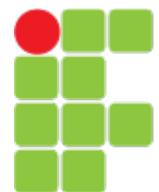


a. Point-to-point

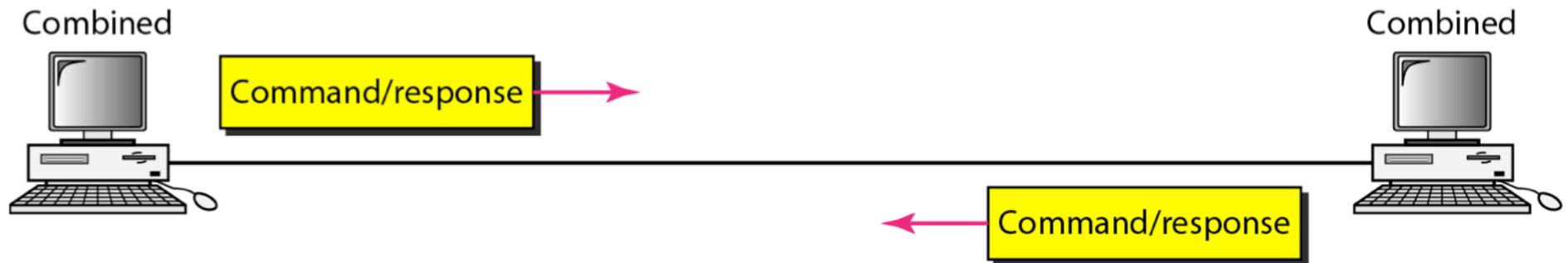


b. Multipoint

A configuração das estações não é balanceada. Uma estação primária é capaz de enviar comandos, ao passo que uma estação secundária pode apenas responder.



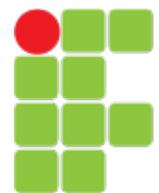
# Asynchronous Balanced Mode (ABM)



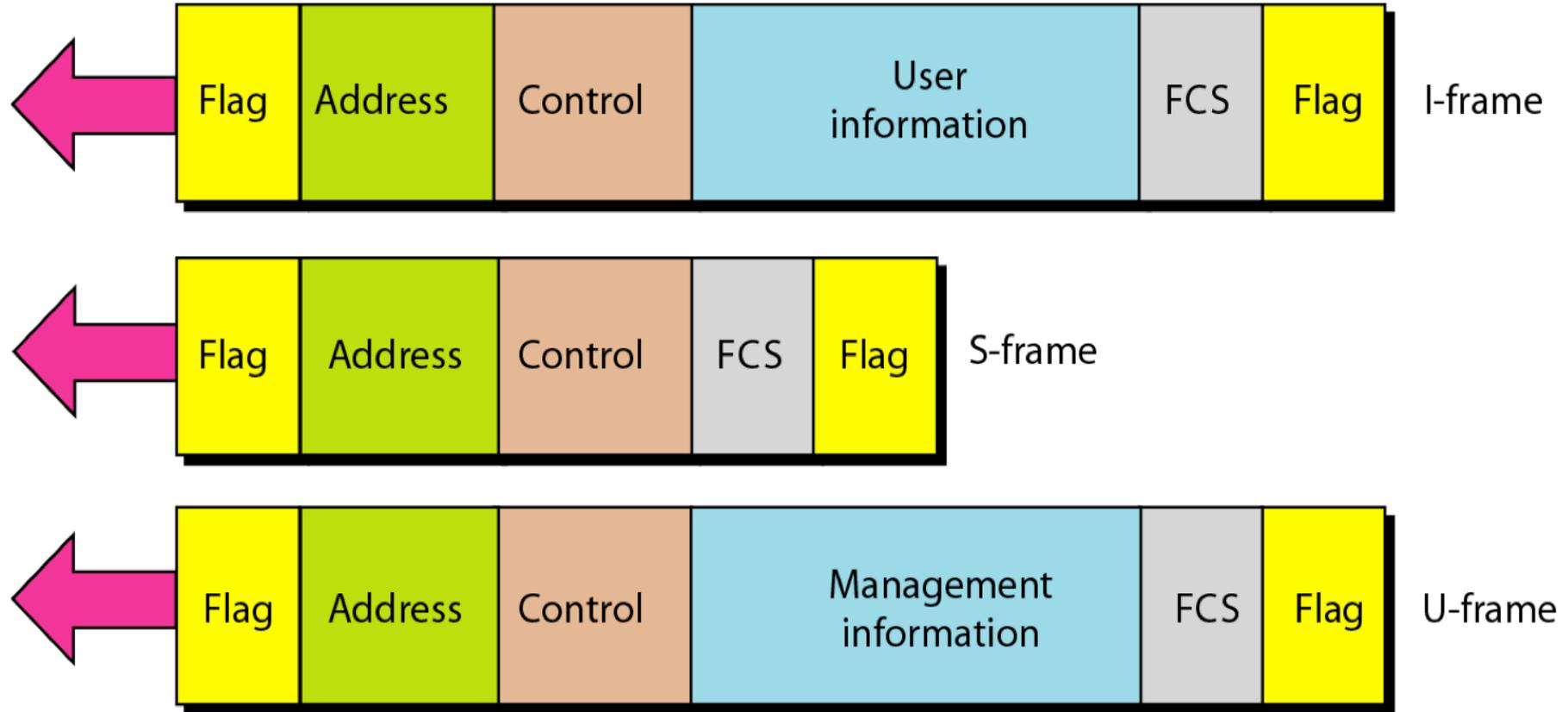
A configuração das estações é balanceada. O enlace deve ser ponto a ponto e cada estação pode funcionar como primária e/ou secundária (atuando aos pares).

# Quadros HDLC

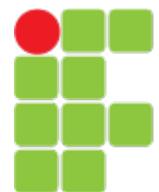
- Quadros de informação (I-frames): transporte de dados do usuário e controle desses dados;
- Quadros de supervisão (S-frames): transportar informações de controle;
- Quadros não numerados (U-frames): informações de gerenciamento do enlace em si.



# Quadros HDLC



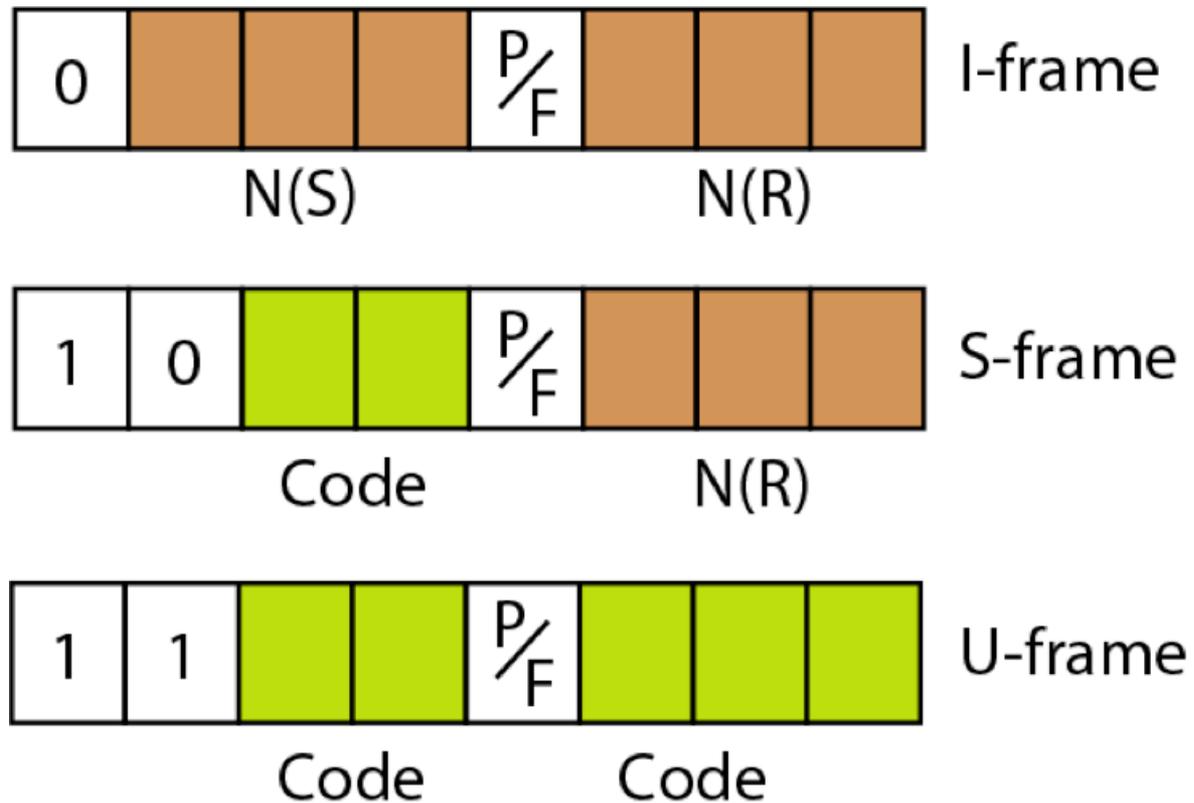
Cada quadro pode conter até se campos: flag de inicialização, endereço, controle, informações, FCS, flag de finalização.



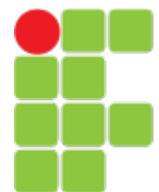
# Campos do Quadro HDLC

- Marcador (flag): indica o início e fim de um quadro;
- Endereço: Com o endereço da estação secundária;
- Controle: usado para controle de fluxo e erro;
- Informação: Contém os dados de usuário da camada de rede ou informações de gerenciamento;
- FCS (Frame Check Sequence): utilizado para detecção de erros em quadros.

# Formato do campo de controle



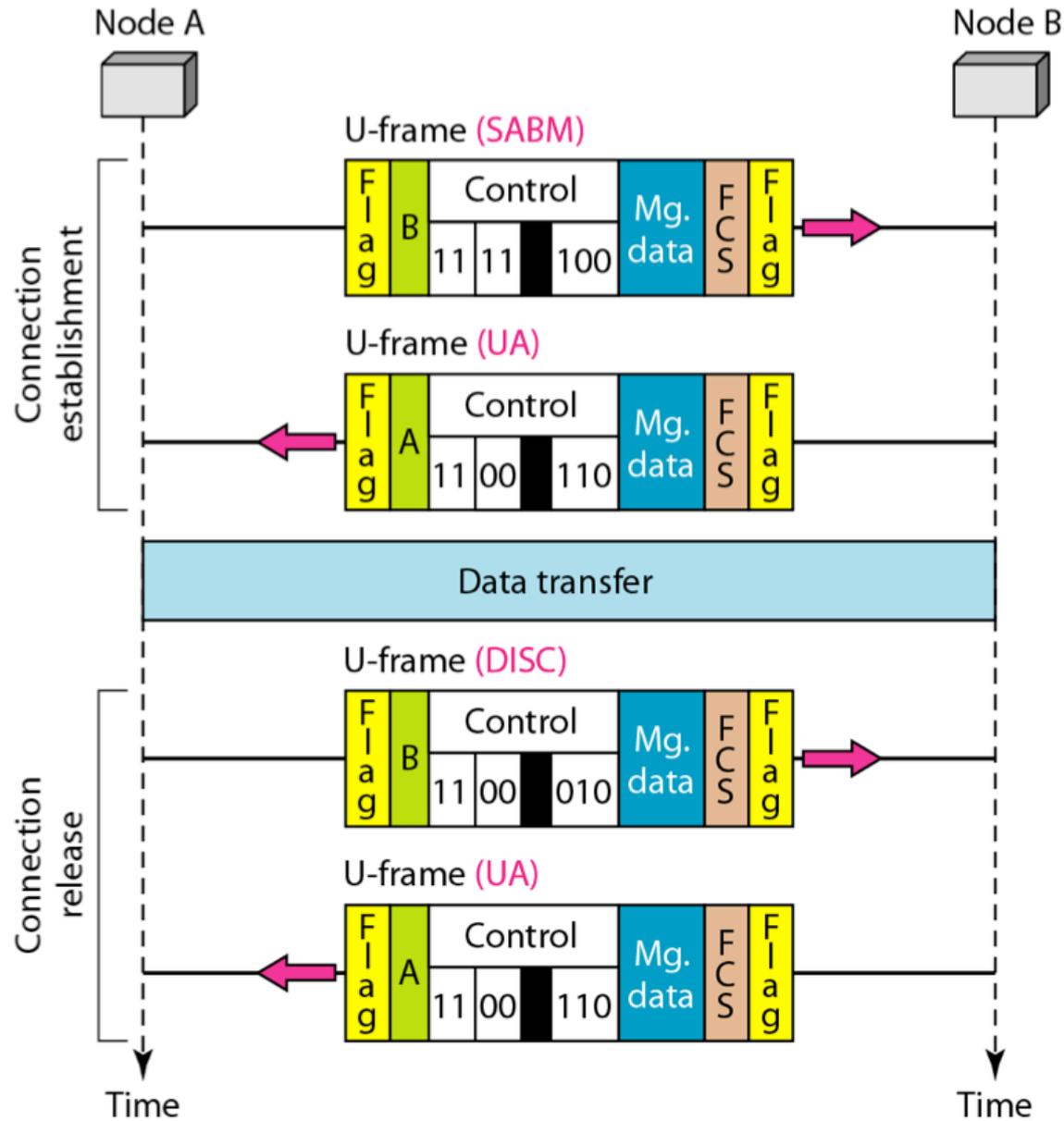
N(S) = número de sequência enviado, N(R) = número de confirmação, P/F = *poll* quando o frame é enviado de uma estação primária e *final* de secundária.  
 Códigos S-frame: Receive Ready (RR): recebimento correto, Receive not Ready (RNR): recebimento correto e anuncia que receptor está ocupado, Reject (REJ): NAK, Selective Reject (SREJ): NAK seletivo.



# Códigos de controle U-frame

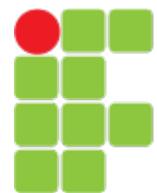
<i>Code</i>	<i>Command</i>	<i>Response</i>	<i>Meaning</i>
<b>00 001</b>	SNRM		Set normal response mode
<b>11 011</b>	SNRME		Set normal response mode, extended
<b>11 100</b>	SABM	<b>DM</b>	Set asynchronous balanced mode or <b>disconnect mode</b>
<b>11 110</b>	SABME		Set asynchronous balanced mode, extended
<b>00 000</b>	UI	<b>UI</b>	Unnumbered information
<b>00 110</b>		<b>UA</b>	<b>Unnumbered acknowledgment</b>
<b>00 010</b>	DISC	<b>RD</b>	Disconnect or <b>request disconnect</b>
<b>10 000</b>	SIM	<b>RIM</b>	Set initialization mode or <b>request information mode</b>
<b>00 100</b>	UP		Unnumbered poll
<b>11 001</b>	RSET		Reset
<b>11 101</b>	XID	<b>XID</b>	Exchange ID
<b>10 001</b>	FRMR	<b>FRMR</b>	Frame reject

# Exemplo de conexão e desconexão

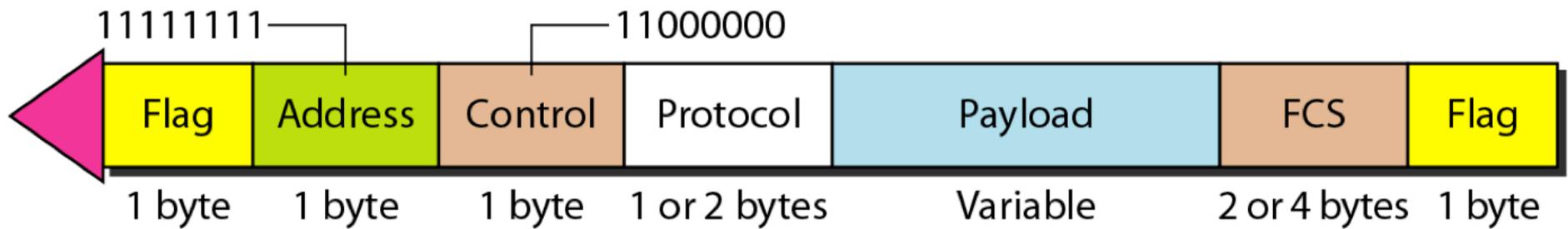


# Protocolo ponto a ponto

Embora o HDLC seja um protocolo genérico que possa ser usado tanto para configurações ponto a ponto como para multiponto, um dos protocolos mais comuns de acesso ponto a ponto é o **PPP (Point to Point Protocol)**. PPP é um protocolo orientado a byte.



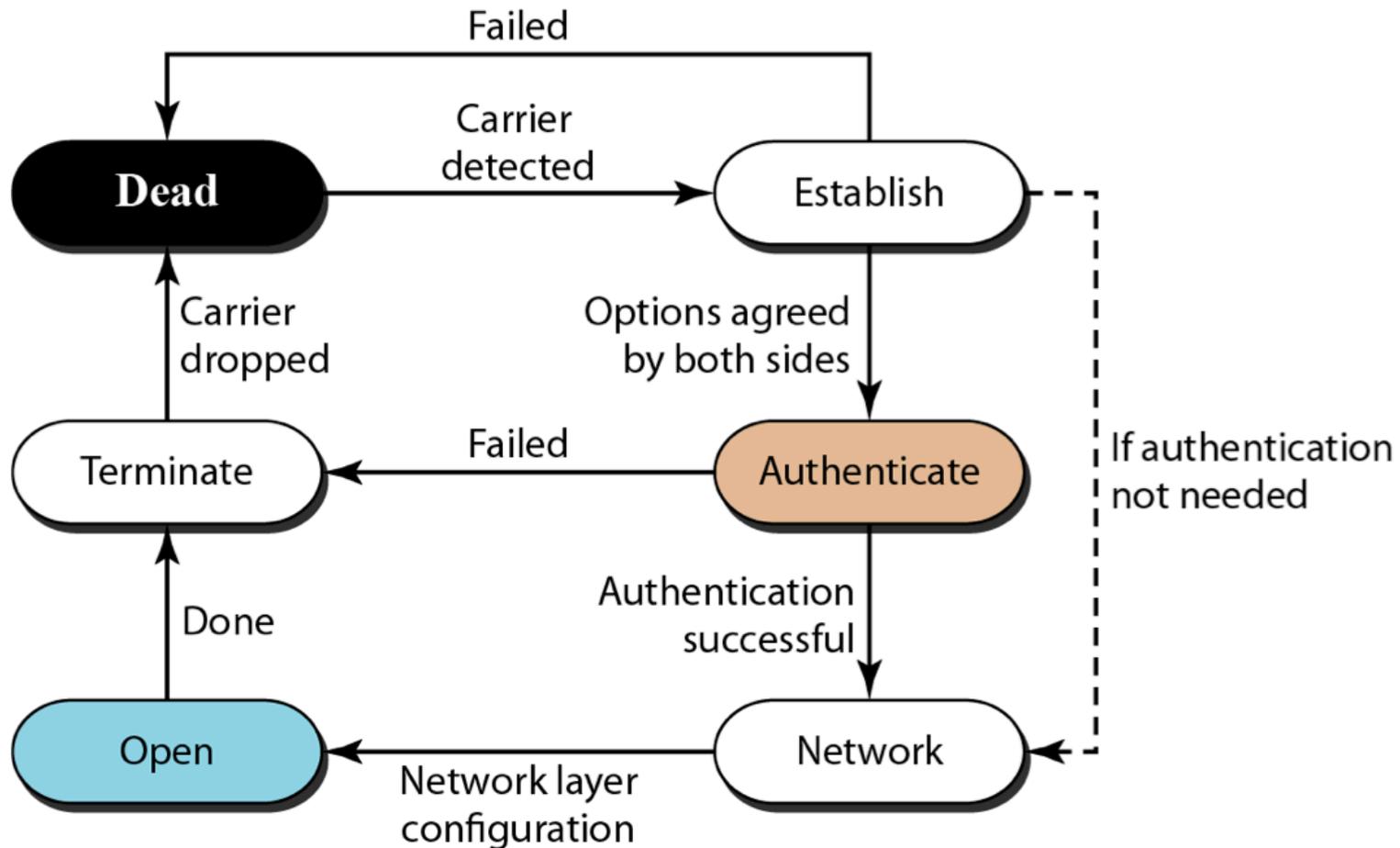
# Formato de frames PPP



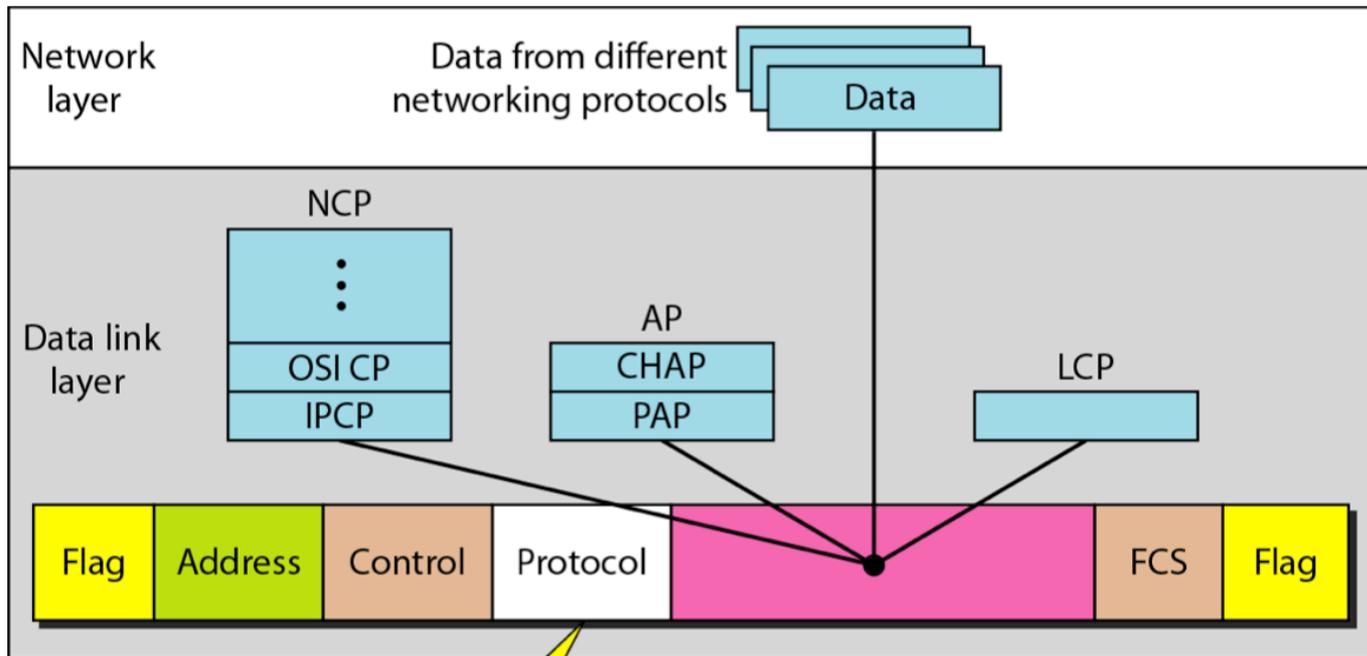
# Preenchimento

O PPP é um protocolo orientado a byte que usa preenchimento (inserção) de byte (byte stuffing), sendo o byte ESC igual a 01111101.

# Fases de transição



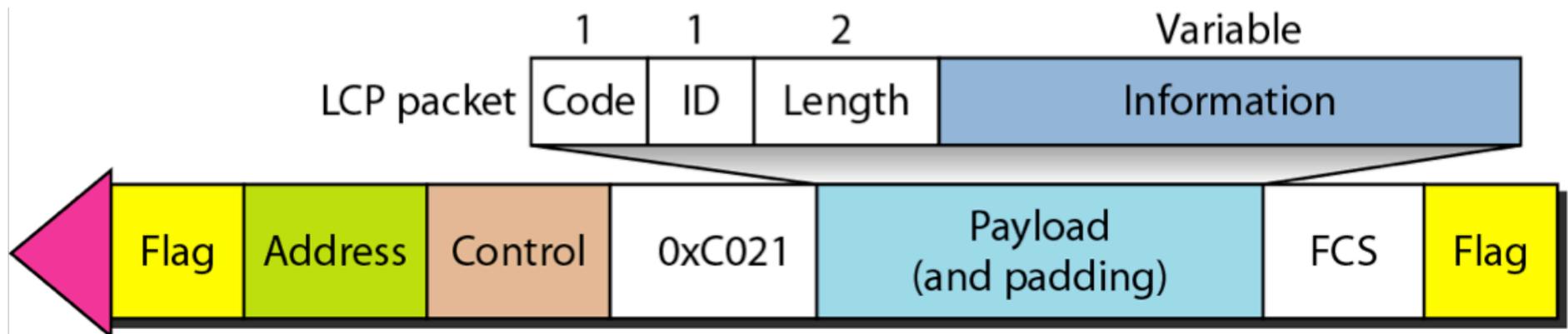
# Multiplexação no PPP



LCP: 0xC021  
AP: 0xC023 and 0xC223  
NCP: 0x8021 and ....  
Data: 0x0021 and ....

LCP: Link Control Protocol  
AP: Authentication Protocol  
NCP: Network Control Protocol

# Pacote LCP encapsulado no frame



O LCP (Link Control Protocol) é responsável por estabelecer, manter, configurar e encerrar enlaces físicos (links).

# Pacotes LCP

<i>Code</i>	<i>Packet Type</i>	<i>Description</i>
0x01	Configure-request	Contains the list of proposed options and their values
0x02	Configure-ack	Accepts all options proposed
0x03	Configure-nak	Announces that some options are not acceptable
0x04	Configure-reject	Announces that some options are not recognized
0x05	Terminate-request	Request to shut down the line
0x06	Terminate-ack	Accept the shutdown request
0x07	Code-reject	Announces an unknown code
0x08	Protocol-reject	Announces an unknown protocol
0x09	Echo-request	A type of hello message to check if the other end is alive
0x0A	Echo-reply	The response to the echo-request message
0x0B	Discard-request	A request to discard the packet

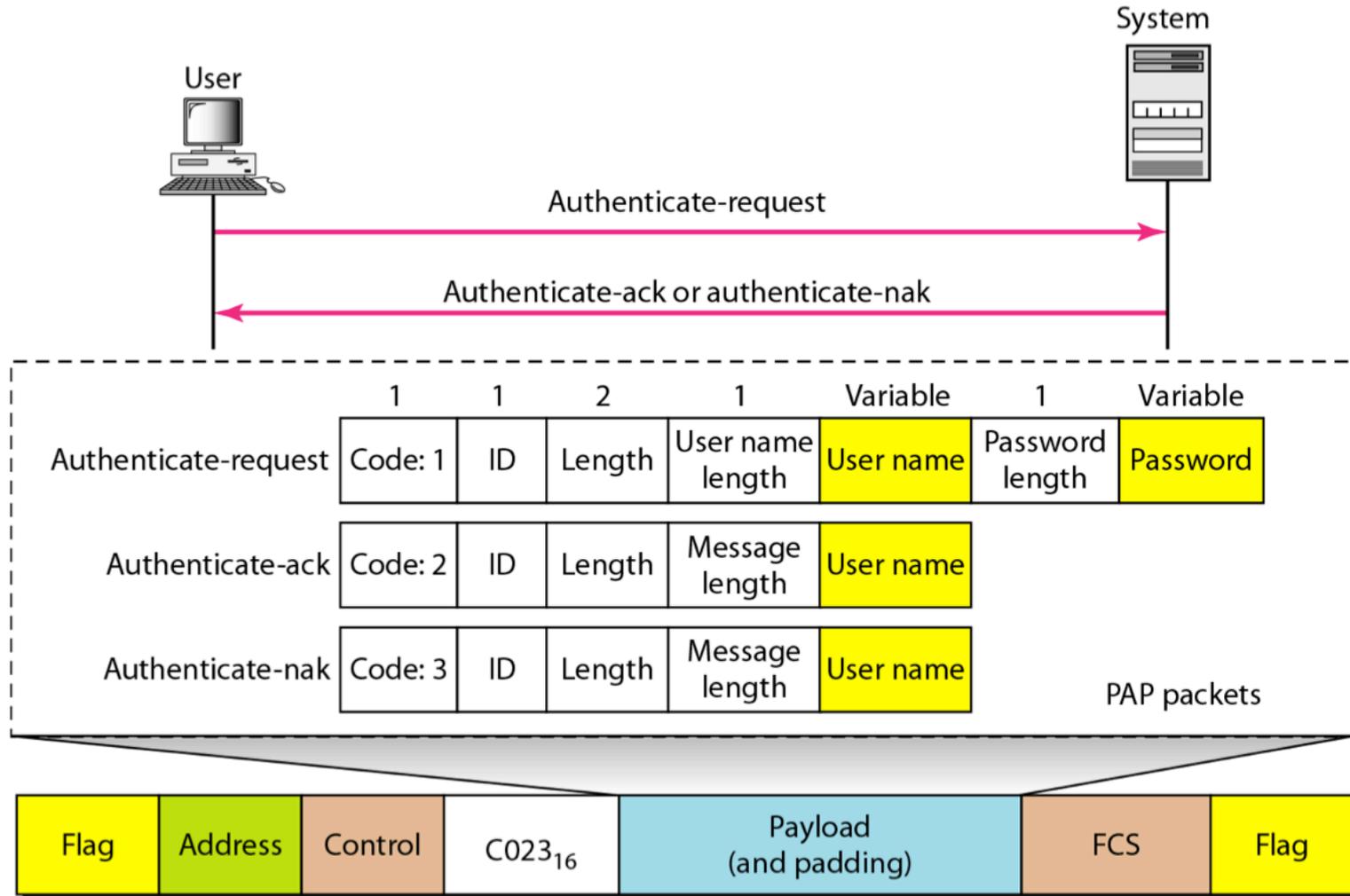
Pacotes para configurar (3 primeiros), terminar (5 e 6), monitoramento e depuração (5 últimos).

# Opções negociadas comumente

<i>Option</i>	<i>Default</i>
Maximum receive unit (payload field size)	1500
Authentication protocol	None
Protocol field compression	Off
Address and control field compression	Off

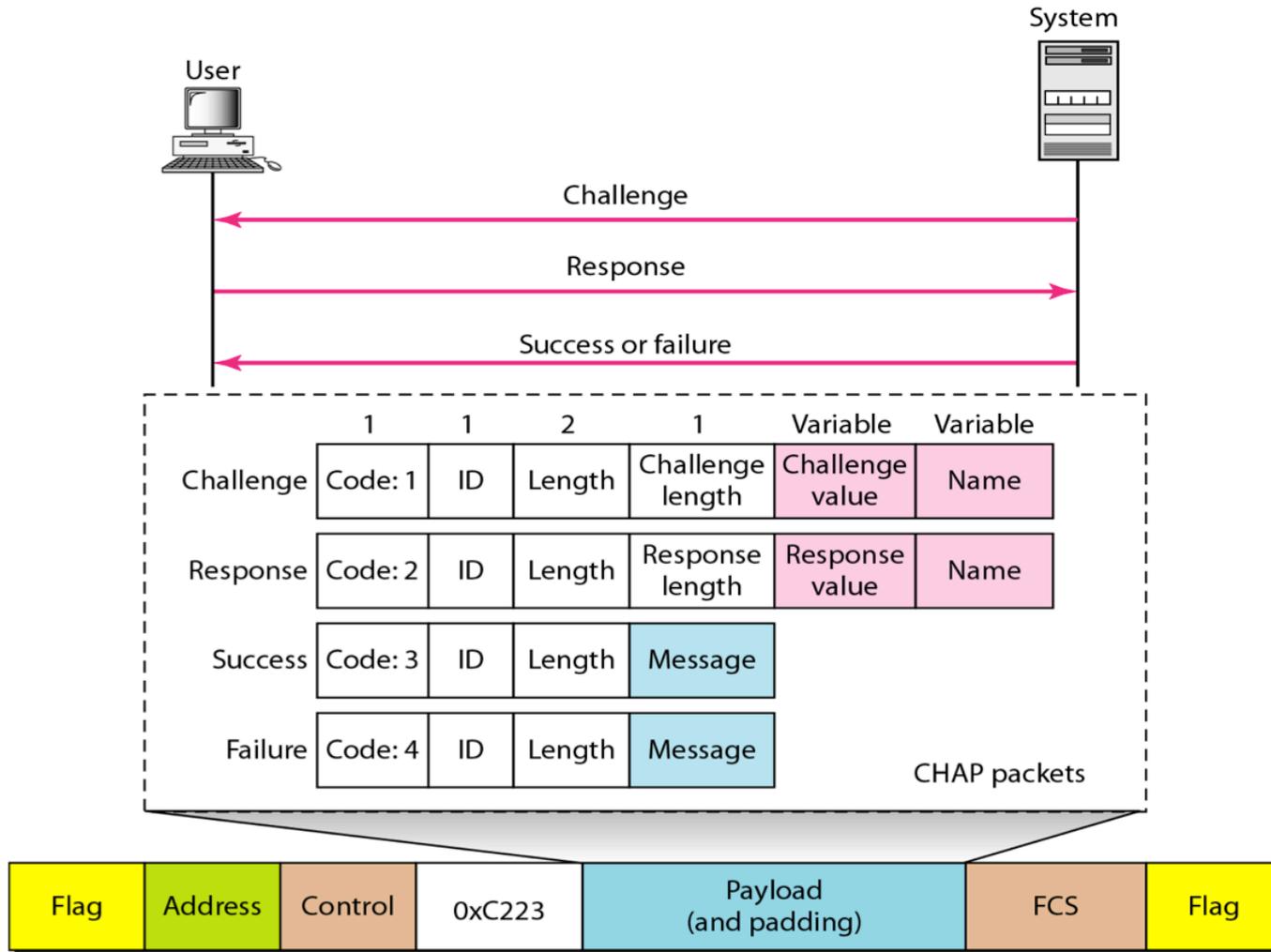
Existem muitas opções que podem ser negociadas entre as duas extremidades. As opções são inseridas no campo de informações dos pacotes de configuração.

# Pacotes PAP



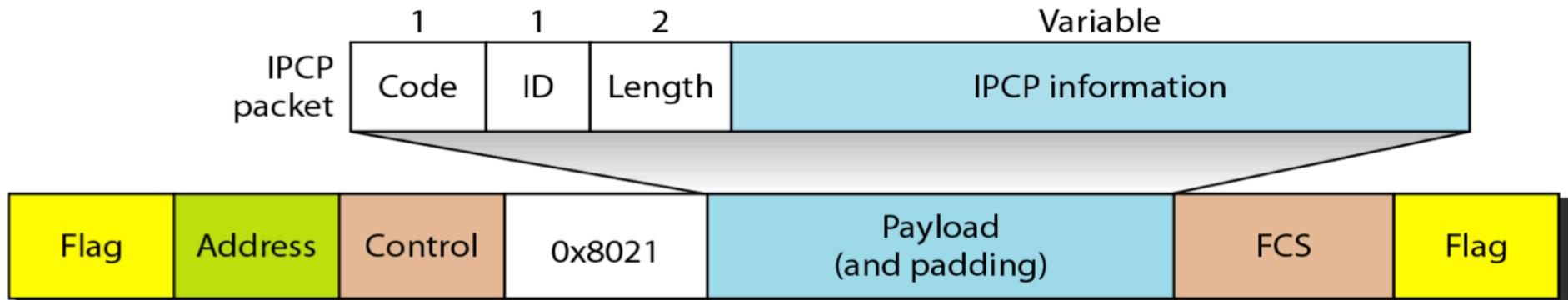
O PAP (Password Authentication Protocol) provê procedimentos simples de autenticação por processos de envio de identificação (usuário e senha) e validação da identidade.

# Pacotes CHAP



O CHAP (Challenge Handshake Authentication Protocol) é um protocolo de autenticação de três etapas. É mais seguro, pois a senha é mantida secreta.

# Pacote IPCP

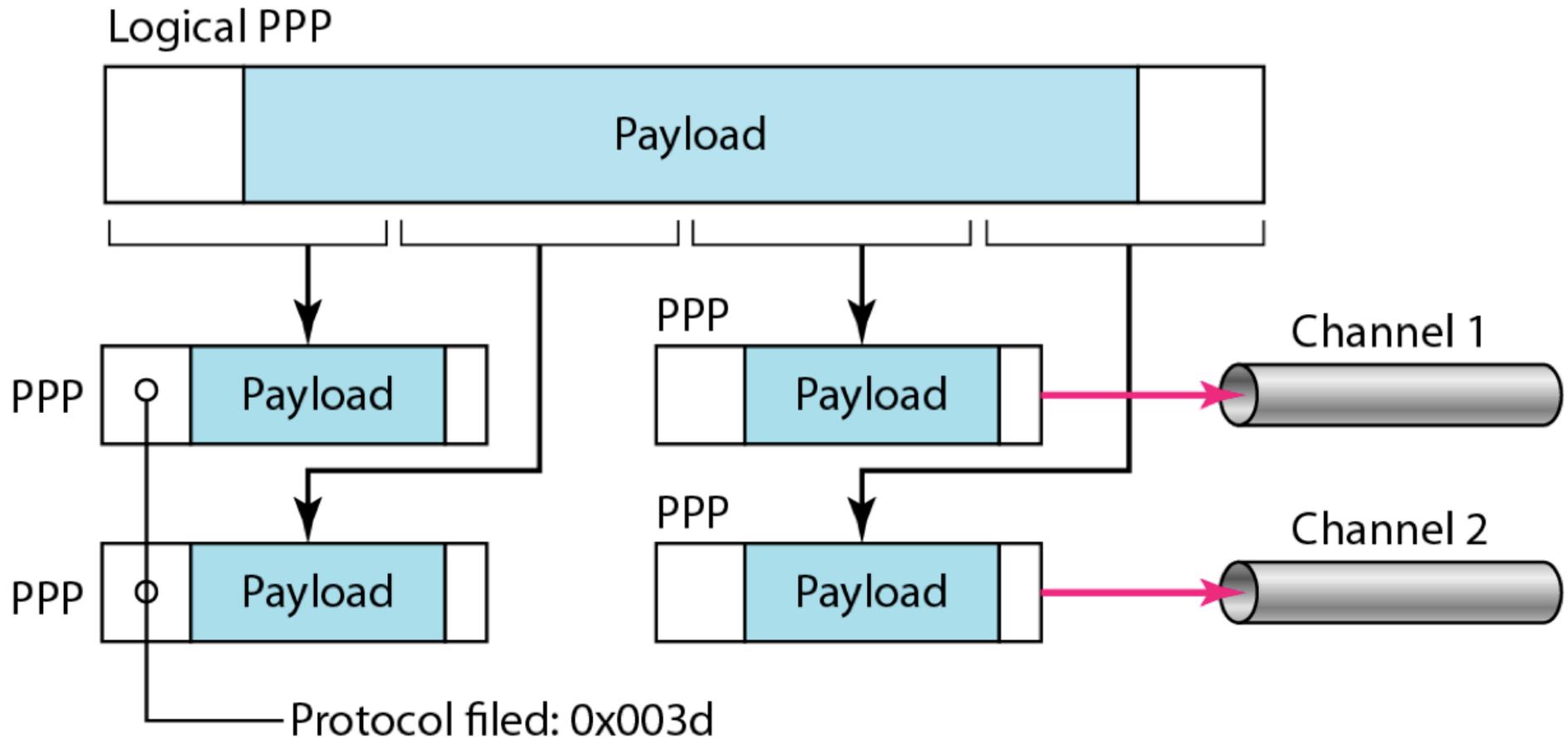


PPP é um protocolo que suporta múltiplas redes. Definiu-se um NCP (Network Control Protocol) específico para cada protocolo de rede suportado. Um dos protocolos é o IPCP (Internet Protocol Control Protocol) para transportar pacotes IP na Internet.

# Valor de código para pacotes IPCP

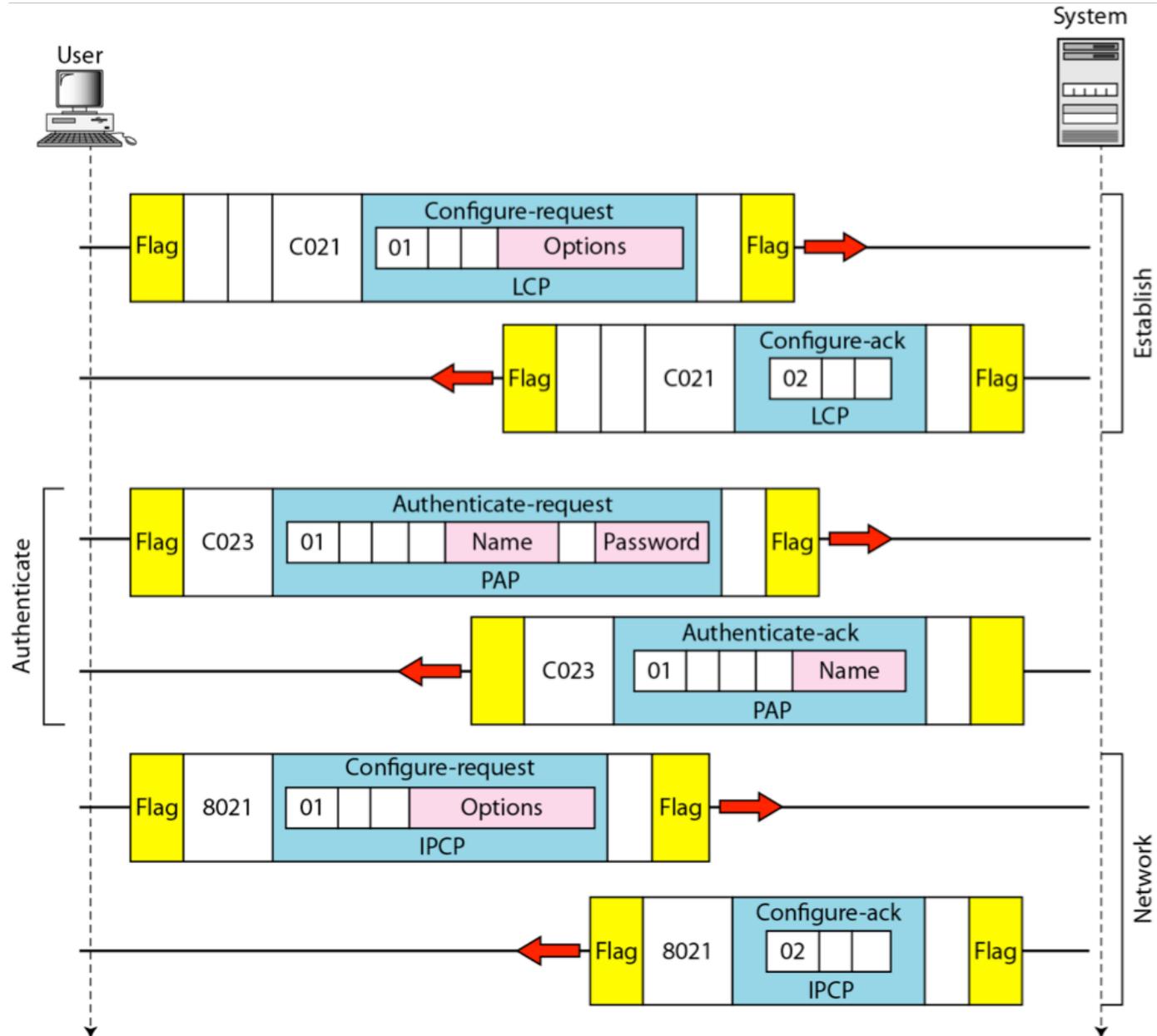
<i>Code</i>	<i>IPCP Packet</i>
0x01	Configure-request
0x02	Configure-ack
0x03	Configure-nak
0x04	Configure-reject
0x05	Terminate-request
0x06	Terminate-ack
0x07	Code-reject

# PPP Multilink



A disponibilidade de vários canais em um único enlace motivou o desenvolvimento do PPP Multilink. Um frame lógico é dividido em frames PPP.

# Exemplo



# Exemplo (continuação)

