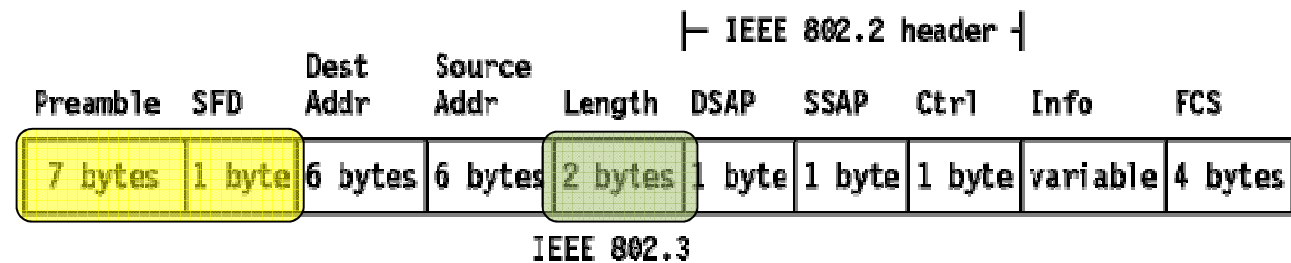


Parte III: Nível de Ligação de Dados (refs.)

- Delimitação de tramas
(Tanenbaum 2003, 3.1; Stallings Ch. 6)
- Controlo de erros e de fluxo
(Tanenbaum 2003, 3.1; Stallings Ch. 7)
- Códigos detectores e correctores de erros
(Tanenbaum 2003, 3.2; Stallings Ch. 6)
- Protocolos e controlo de erros e de fluxo e sua análise
(Tanenbaum 2003, 3.3, 3.4 ; Stallings Ch. 7)
 - “Stop-and-Wait”
 - “Go-back-N”,
 - “Selective Repeat”
 - “Piggyback”
- Protocolos HDLC e PPP
(Tanenbaum 2003, 3.6 ; Stallings Ch. 7)

Parte III: Nível de Ligação de Dados (questões.)

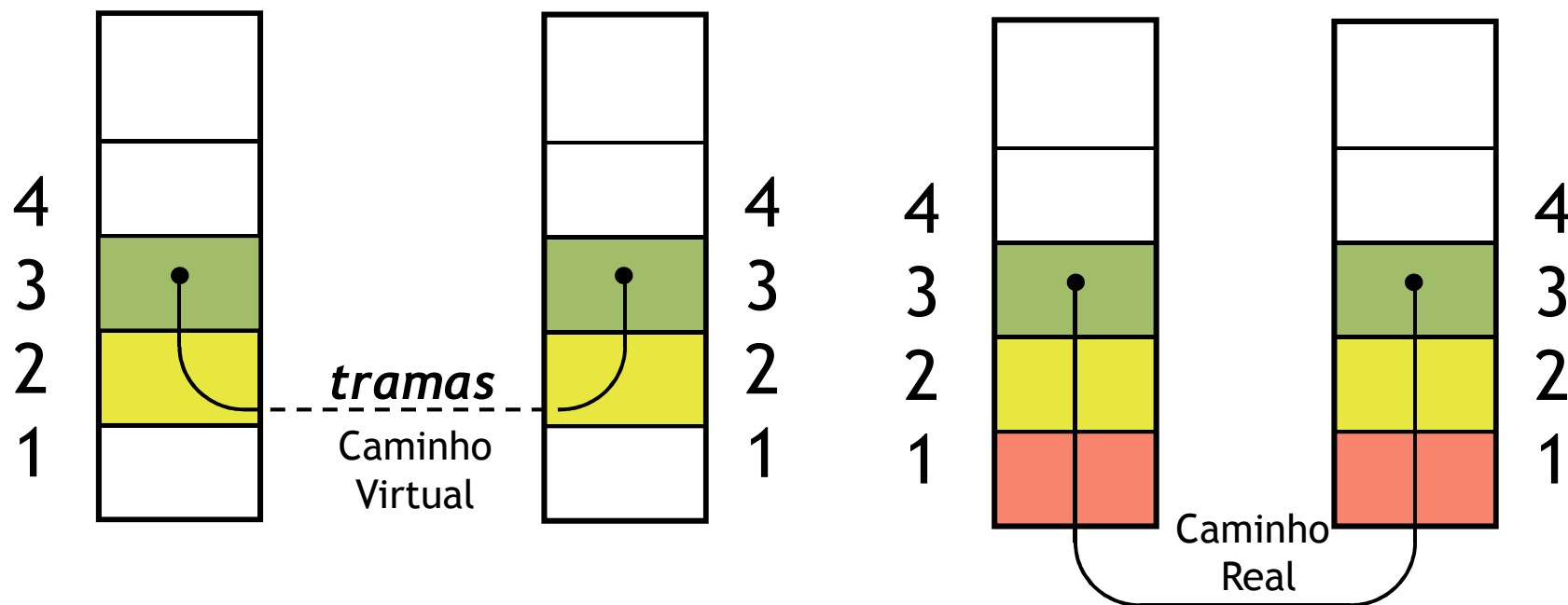
- Onde se situa na pilha protocolar OSI? (Funcionalidades.)
- Blocos de bits.
 - Sequências infinitas de bits ou blocos de bits?
(Como se assinala o princípio e o fim de um bloco?)



- Como se detectam blocos de bits com erros?
- Como se corrigem blocos de bits com erros?
- Como pode o receptor controlar o ritmo do emissor?

Nível de Ligação de Dados (*Data Link Layer*)

Transporte de tramas entre nós adjacentes na rede (i.e., numa ligação). Presta serviços ao nível rede (L3) usando os serviços do nível físico (L1) - transporte tendo em conta as características do nível físico (e.g., atrasos, erros de bit, partilha do meio de transmissão).

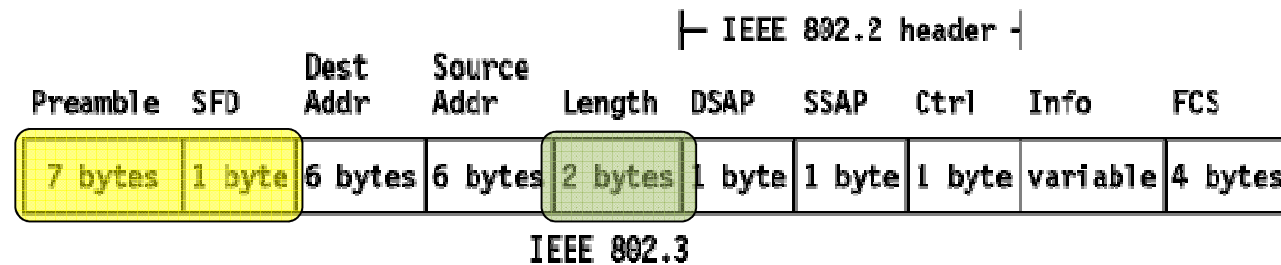


Funções do Nível 2 OSI

- Delimitação de tramas
- Transparência dos dados
- Controlo de erros: detecção e correcção
- Controlo de fluxo

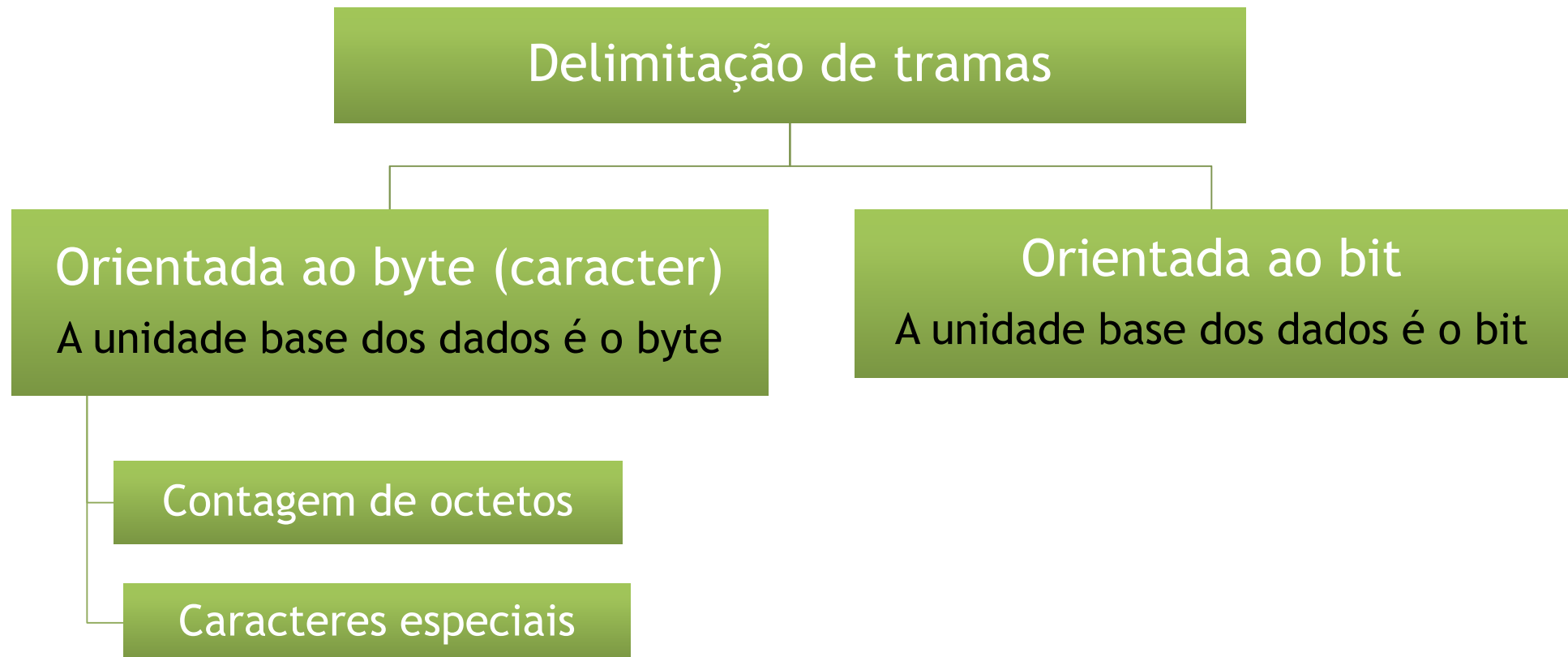
Nível Ligação de Dados (*Data Link Layer*)

- Como se definem blocos de bits?
 - Delimitação de tramas.



Delimitação de Tramas

Transmissão de dados (blocos de bits) em modo assíncrono (i.e., não sincronizada com um relógio) e sem um tamanho fixo pré-determinado.

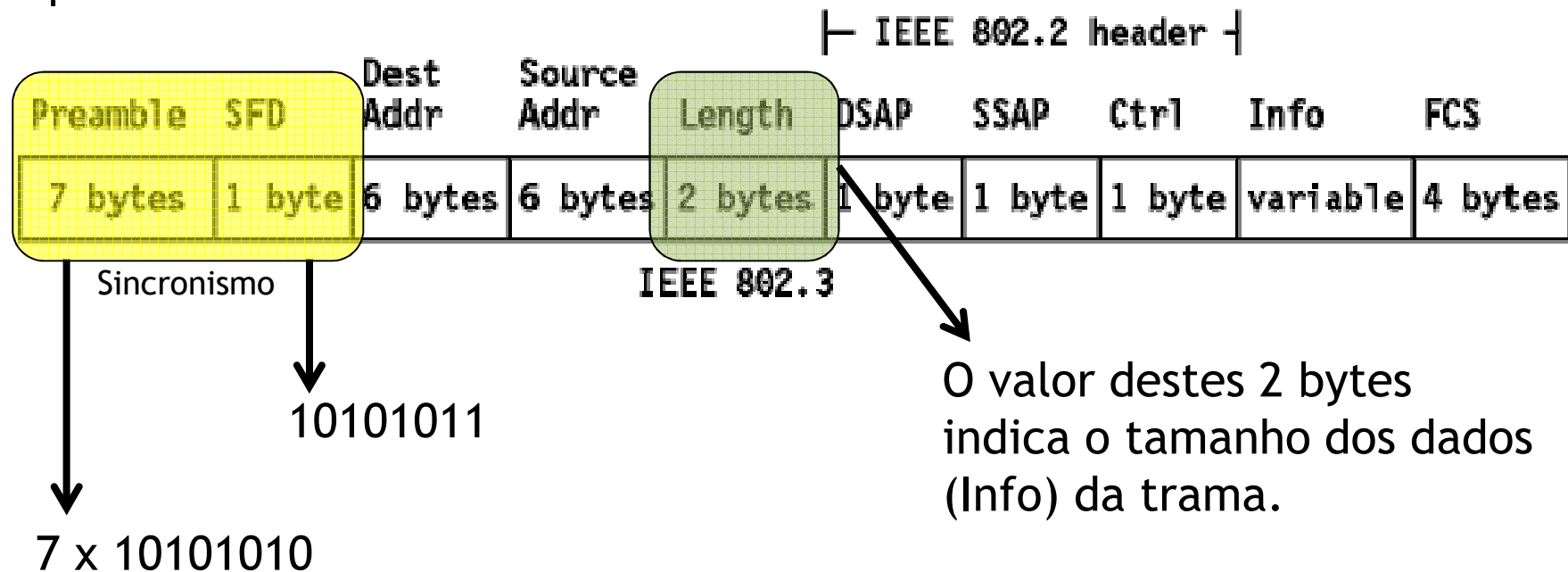


Delimitação de Tramas orientada ao byte

- Contagem de octetos (e.g., Ethernet, IEEE 802.3)



O valor de um campo da informação de controlo (*header*) indica explicitamente o tamanho da trama.



Delimitação de Tramas orientada ao byte

- Caracteres especiais



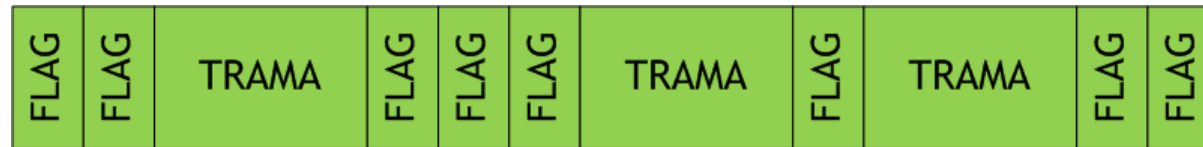
Caracteres especiais delimitam a trama e/ou parte desta.

Os caracteres dos dados (i.e., texto) possuem um conjunto de valores distinto dos caracteres especiais (e.g., Dados ASCII [32 - “ ” a 126 - “-”]).

Dec	Hx	Oct	Char
0	0	000	NUL (null)
1	1	001	SOH (start of heading)
2	2	002	STX (start of text)
3	3	003	ETX (end of text)
4	4	004	EOT (end of transmission)
5	5	005	ENQ (enquiry)
6	6	006	ACK (acknowledge)
7	7	007	BEL (bell)
8	8	010	BS (backspace)
9	9	011	TAB (horizontal tab)
10	A	012	LF (NL line feed, new line)
11	B	013	VT (vertical tab)
12	C	014	FF (NP form feed, new page)
13	D	015	CR (carriage return)
14	E	016	SO (shift out)
15	F	017	SI (shift in)
16	10	020	DLE (data link escape)
17	11	021	DC1 (device control 1)
18	12	022	DC2 (device control 2)
19	13	023	DC3 (device control 3)
20	14	024	DC4 (device control 4)
21	15	025	NAK (negative acknowledge)
22	16	026	SYN (synchronous idle)
23	17	027	ETB (end of trans. block)
24	18	030	CAN (cancel)
25	19	031	EM (end of medium)
26	1A	032	SUB (substitute)
27	1B	033	ESC (escape)

Delimitação de Tramas orientada ao bit

- Delimitação por bandeiras (*flags*)



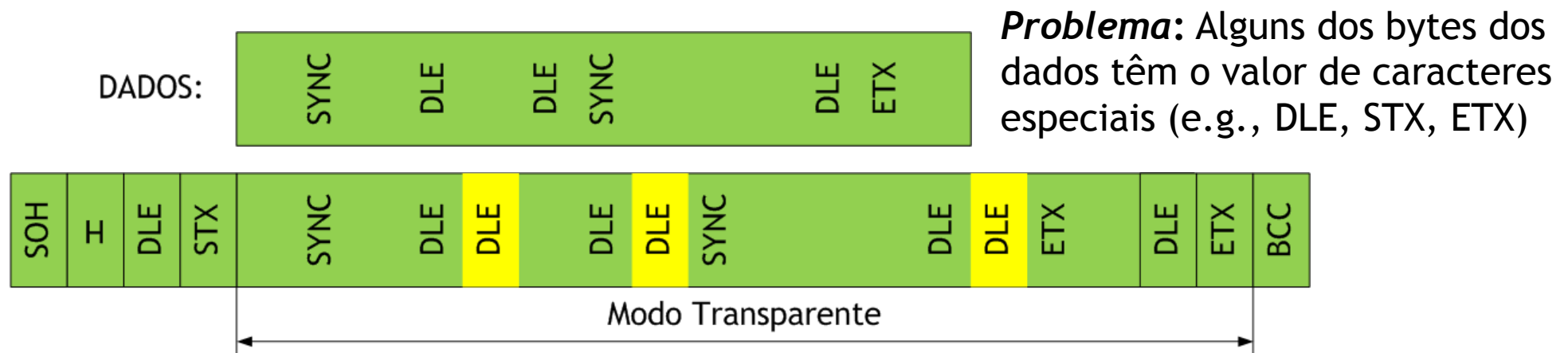
- Sequências pré-definidas de bits (*flags*) sinalizam o início e o fim de uma trama.
- O valor mais comum para esses bits é 01111110
- A sequência de bits dos dados não pode conter a “*flag*”.

Representa uma limitação grave !

Transparência

A propriedade de transparência dos dados permite que não haja qualquer restrição aos dados transportados (i.e., os bytes de dados podem ter qualquer valor de 0x00 a 0xFF, ou conter a sequência 01111110).

• Character Stuffing



• Bit Stuffing (HDLC)

Solução: Garantir uma interpretação única dos delimitadores (pode implicar *stuffing*.)

0110100111111011011111011111111001

011111100110100111110101101111100111110111100101111110

Série de Problemas nº 4 - Prob. I

Calcule uma estimativa (indicando a simplificação utilizada) para a taxa média de aproveitamento da largura de banda disponível pelas entidades de nível de ligação de dados nas quais é feita delimitação de tramas (*framing*) da seguinte forma:

- a) Os dados transportados pelas tramas são sequências de 512 caracteres ASCII imprimíveis. Utiliza-se delimitação de tramas “normal” (recorrendo aos caracteres especiais **STX** e **ETX**).
- b) Os dados transportados pelas tramas são sequências de 512 bytes, sendo equiprovável qualquer dos valores possíveis para cada byte. Utiliza-se delimitação de tramas em modo transparente (recorrendo aos caracteres especiais **DLE**, **STX** e **ETX**).
- c) Os dados transportados pelas tramas são sequências de 2048 bits, sendo equiprovável qualquer dos valores possíveis para cada bit. Utiliza-se delimitação por bandeiras (**flags**) 01111110.