

29/11

# 1. ENQUADRAMENTO

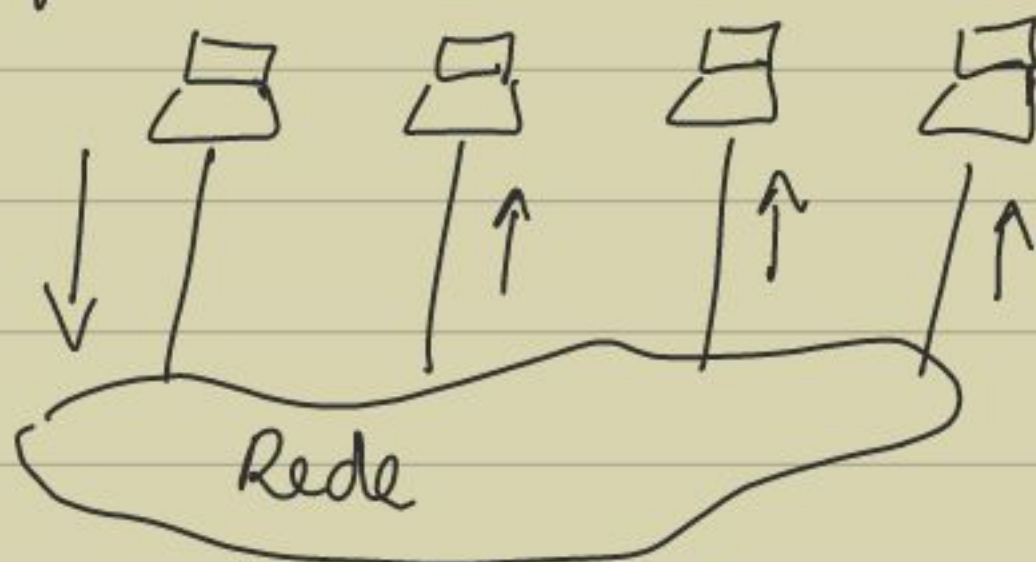
Camada de enlace

Site da disciplina  
↳ projeto

Qual o significado?

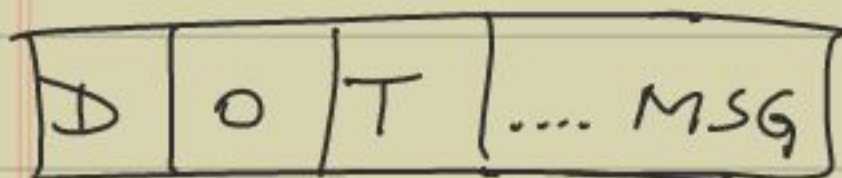
101110...

10111...  
tempo



O quadro (frame) é a unidade de transmissão da camada 2.

EX:



bits → 0 0 0  
cabeçalho

← QUADRO →

Como identificar o início do quadro?

- contagem de caracteres

A cada  $N$  caracteres o receptor considera um quadro

- Suporta apenas quadros de tamanho fixo.

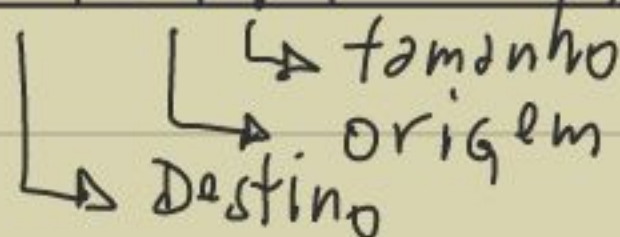
- Dificuldade p/ encontrar o 1º bit do quadro.

Usado pelas redes ATM (53 bytes)

- Caracteres Delimitadores

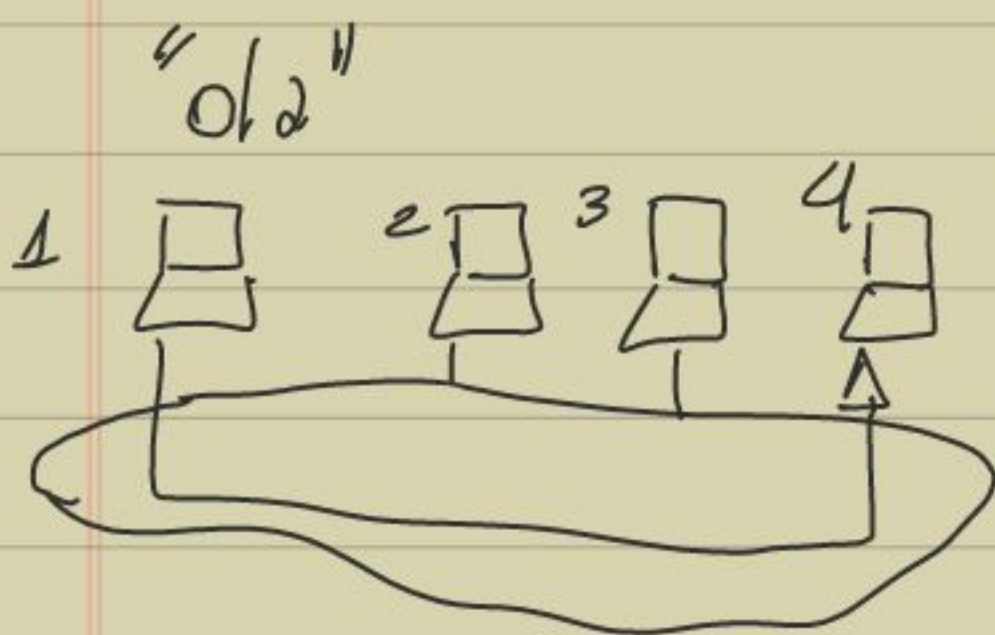
Um caracter especial marca o início do quadro.

Suponha o protocolo a seguir  
caracter 8 bits





transmissão de 1 p/ 4;



Suponha que  
o delimitador  
seja o caracter  
'\*'

Quadro: Delim. D O T MSG

'*'	'4'	'1'	3	'0'	'L'	'A'
-----	-----	-----	---	-----	-----	-----

cabecalho

E se o delimitador fizer parte da  
msg?

→ todas as vezes que o caracter  
delimitador ocorra na mensagem ou  
no cabeçalho, o transmissor auto-  
maticamente duplica sua ocorrência

O receptor retira delimitadores  
duplicados.

EX:

MSG

'*'	4	1	4	"0*LA"
-----	---	---	---	--------

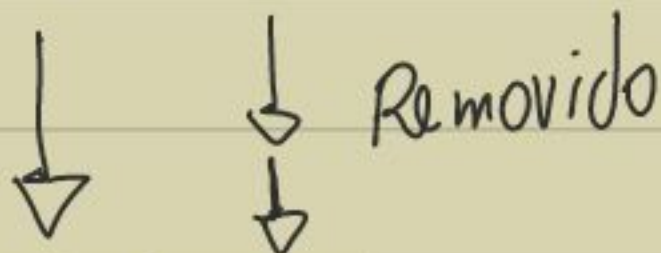
transmissão

'*'	4	1	4	"0**LA"
-----	---	---	---	---------

FÍSICA



*	4	1	4	"0**LA"
---	---	---	---	---------



*	4	1	4	"0**LA"
---	---	---	---	---------

## - Bits Delimitadores

Uma sequência de bits marca o início do quadro.

Exemplo: Delimitador = 1011

D	0	T	Dados
B	B	B	

Suponha uma transmissão de 1 p/4.

MSG = "ABC"

'A' em ASCII = 64 de

## QUADRO:

DELIMITADOR 1011	D	0	T	Dados
	00000100	01	'A'	40
	0000011	01000000		
	'B'	41	'C'	42
	01000001	01000010		

formato mais usado: Hexadecimal

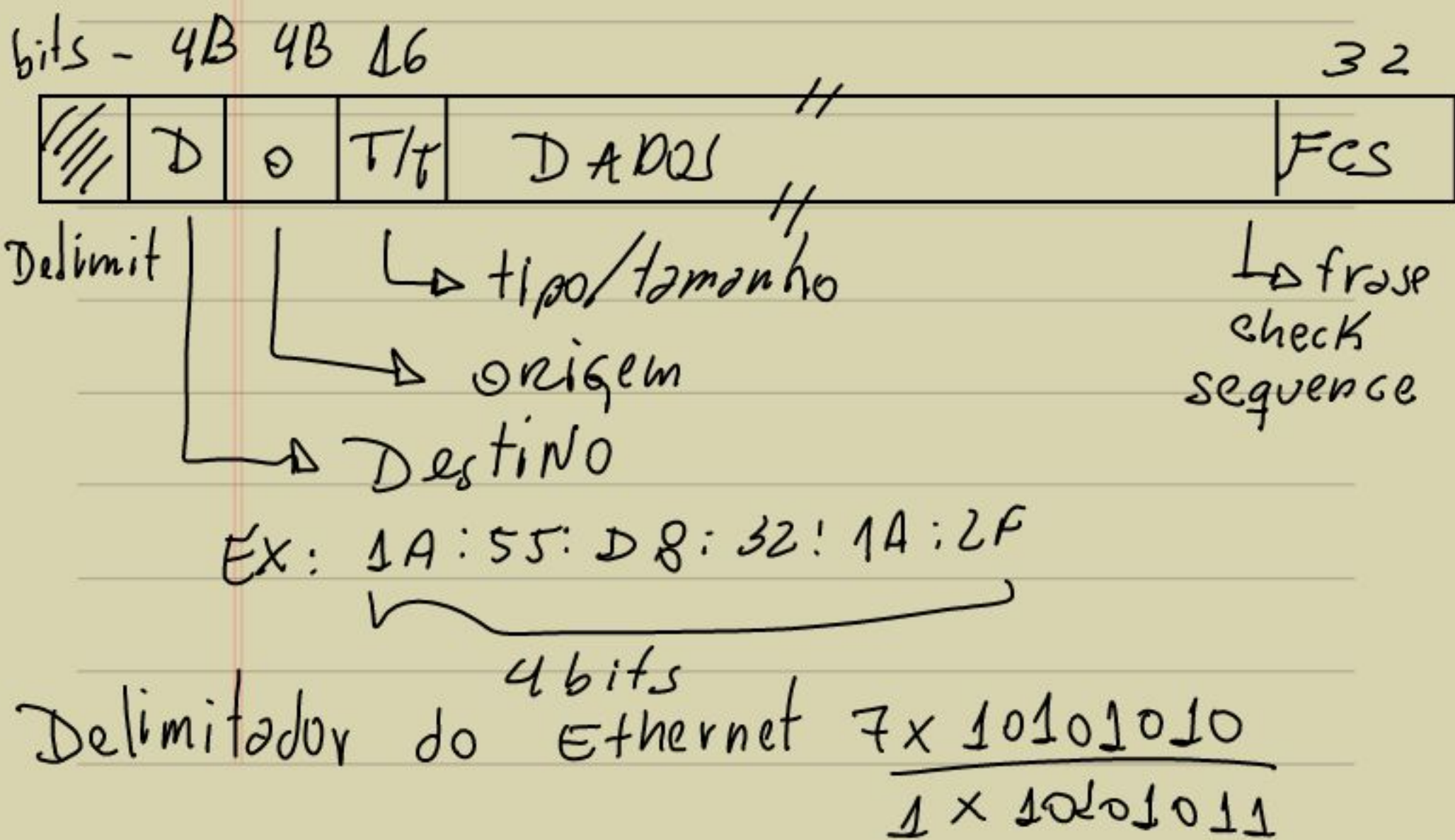
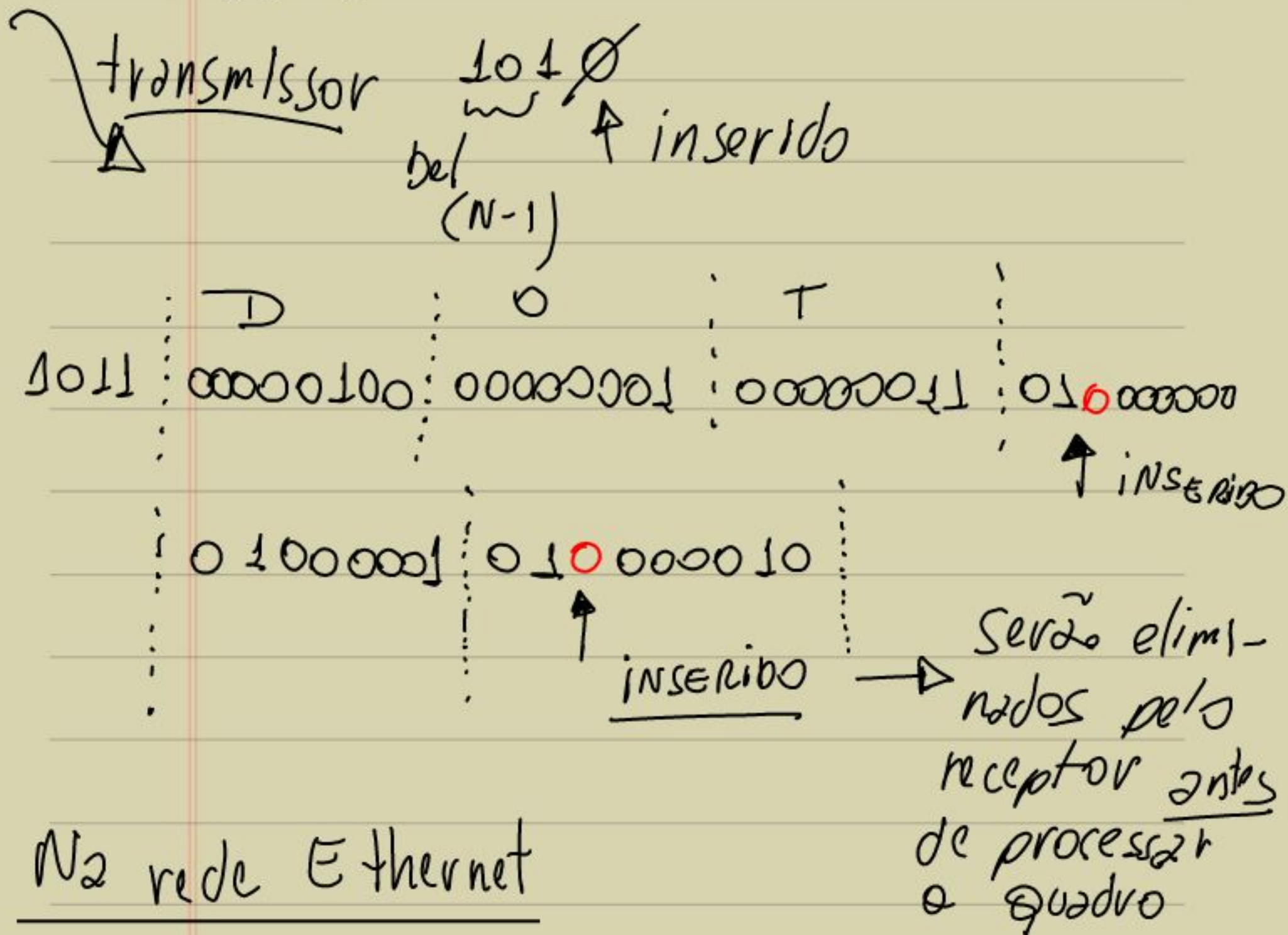
DEL = 1011

'ABC' = Dados

transmissor



O que ocorre se o delimitador  
 ocorrer na mensagem ou no  
 cabeçalho.





## - Controle de Erros

Métodos:

- ECO: O receptor devolve todos os quadros que recebe.

↓  
reduz a capacidade de transmissão da rede pela metade.

- PARIDADE: inserir um bit de controle a cada  $N$  bits de dados com o resultado de um XOR sobre os dados

XOR	
00	0
01	1
10	1
11	0

$N < B$

Dados	PARIDADE	
	PAR	ÍMPAR
10110110	1	0
11001100	0	1
11111111	0	1

Problema:  
↓  
Caso ocorra um nº par de erros, a paridade não detecta

## CRC - Código Cíclico Redundante

objetivo: detectar erros com uma sequência redundante obtida através de uma divisão módulo 2 dos dados por um polinômio gerador.



Ex: Suponha a sequência de dados  
 $D = 10110101$  e o polinômio  
gerador

$$P = 1011$$

$$1 \cdot x^3 + 0 \cdot x^2 + 1 \cdot x^1 + 1 \cdot x^0$$

ORDEN = 3

SERÃO GERADOS 3 BITS REDUNDANTES  
(= a ordem de  $P$ )

$D$

	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0
XOR	1	0	1	1							
	<del>0</del>	0	0	0	0						
XOR		0	0	0	0						
		<del>0</del>	0	0	0	1					
XOR			0	0	0	0					
			<del>0</del>	0	0	1	0				
XOR				0	0	0	0				
				<del>0</del>	0	1	0	1			
XOR					0	0	0	0			
					<del>0</del>	1	0	1	0		
XOR						1	0	1	1		
						<del>0</del>	0	0	1	0	
XOR							0	0	0	0	
							<del>0</del>	0	1	0	0
								0	0	0	0
								<del>0</del>	1	0	0

$$\begin{array}{r} 1011 \\ \hline 10000100 \end{array}$$

Resto é a  
sequência redundante  
 $CRC \Rightarrow \underline{\underline{100}}$



Verificação: D CRC LP

Se Resto = ~~000~~ OK

Conferência:

10110101100 } 1011  
Xor 1011 | | | | |  
      ~~0000~~ | | | | |  
          ↓ ↓ ↓ ↓ ↓  
          01011  
          1011  
          ~~0000~~ 00  
                  OK!

$BER = 10^{-6}$

BER: Bit Error Rate

Ethernet 100 mbps

100 RASET  $\rightarrow 10^{-8}$   
~~~~~  
BER

↓ No Ethernet é utilizado  
um CRC-32

1 quadro  
ethernet

↓ MPA  
1500 bits  
\* 8

12000 bits

$1,2 \cdot 10^4$  bits

$BER = 10^{-4}$