

Comunicação série

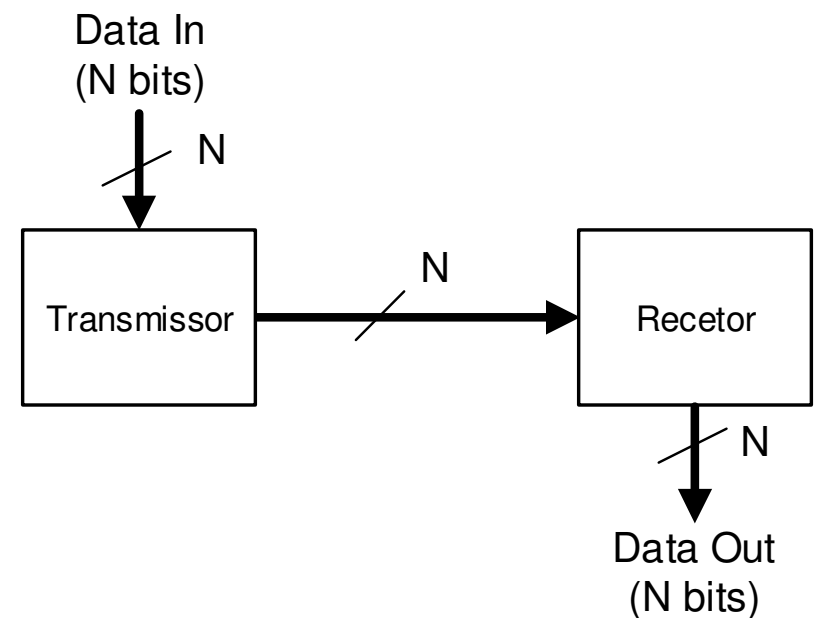
REVERSE ENGINEERING

José Luís Azevedo, Bernardo Cunha

deti universidade de aveiro
departamento de eletrónica,
telecomunicações e informática

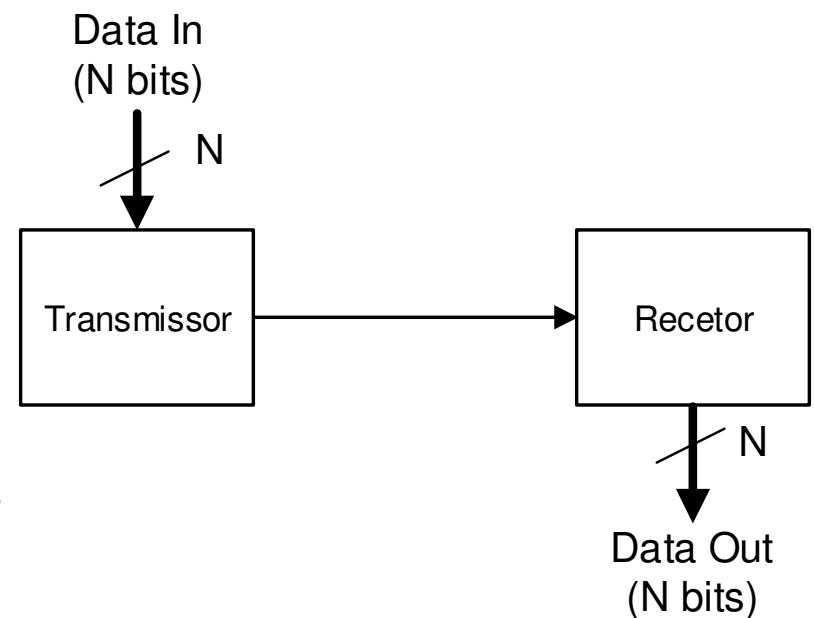
Comunicação paralelo

- Os dois sistemas estão interligados por um barramento de N linhas
- Os N bits de uma palavra de dados são transferidos simultaneamente do transmissor para o recetor
- Problemas:
 - Só funciona a distâncias curtas
 - Elevado número de fios de ligação e custo associado
 - Fichas de ligação volumosas e caras



Comunicação série

- A palavra de N bits é transferida do transmissor para o recetor, 1 bit de cada vez
- Vantagens:
 - Simplicidade de ligação de cablagem
 - Diminuição dos custos de interligação
 - Possibilidade de transmissão a distâncias elevadas (em par diferencial)
 - Débito elevado



Comunicação série

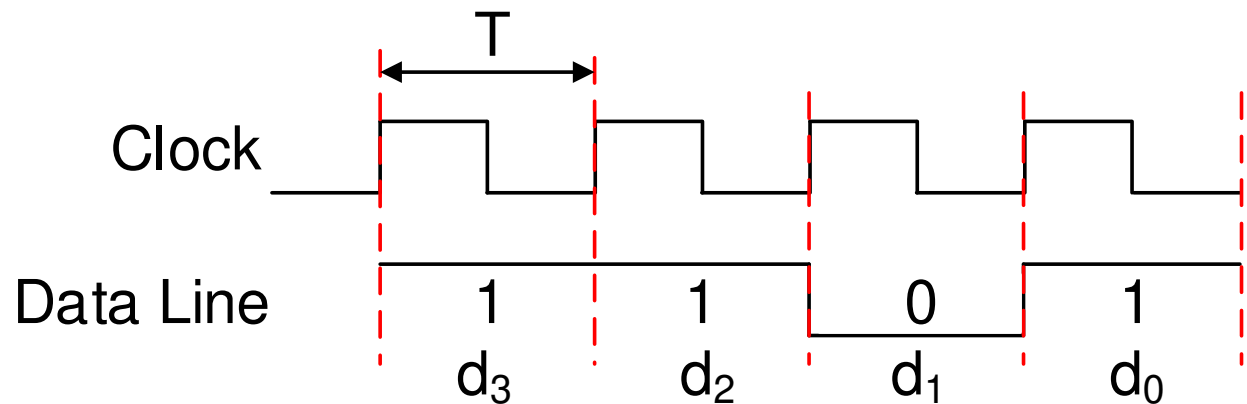
Princípio de funcionamento (transmissão)

- A palavra de N bits é serializada no transmissor (transmite-se 1 bit de cada vez)
- A palavra de N bits é armazenada num registo que depois é sucessivamente deslocado
 - Para a direita, a transmissão começa pelo bit menos significativo
 - Para a esquerda, a transmissão começa pelo bit mais significativo
- O ritmo do deslocamento é marcado por um sinal de relógio (para transmitir uma palavra de 8 bits são precisos 8 ciclos de relógio)

Comunicação série

Princípio de funcionamento (receção)

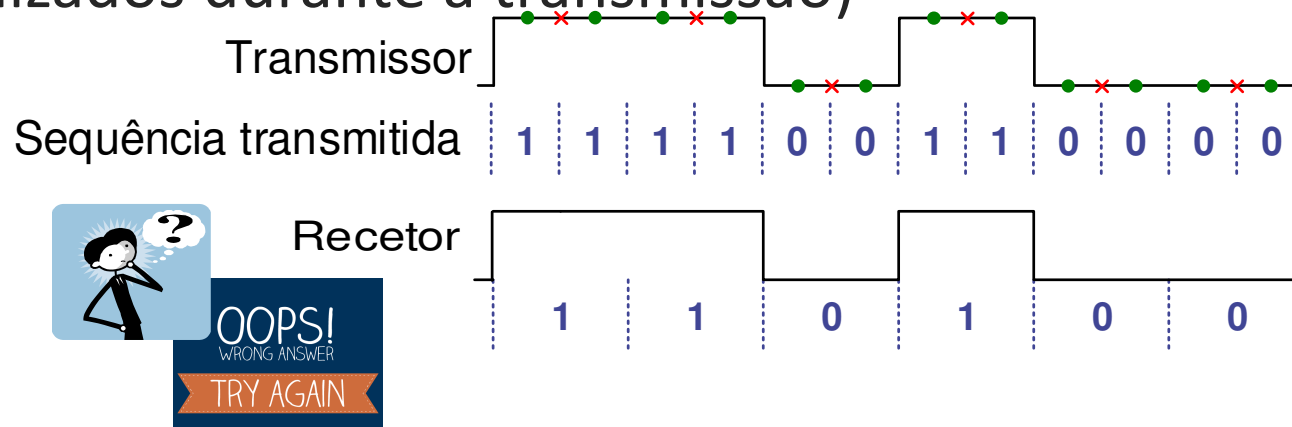
- Do lado do recetor é feita a operação inversa: cada bit enviado pelo transmissor é armazenado num registo
- Após N ciclos de relógio o recetor tem a palavra de N bits recuperada
- Exemplo de transmissão com 4 bits:
 - Data: 1101
 - $\text{Tempo_tx} = 4 \times T$



Comunicação série

Sincronização entre transmissor e recetor

- O sincronismo é obtido através da utilização do mesmo relógio no transmissor e no recetor (ou de relógios independentes que terão que estar sincronizados durante a transmissão)

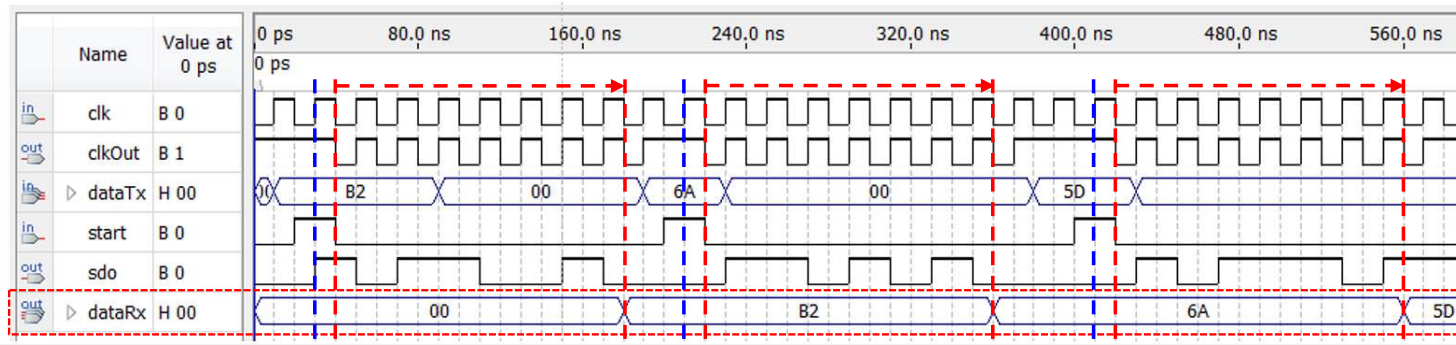
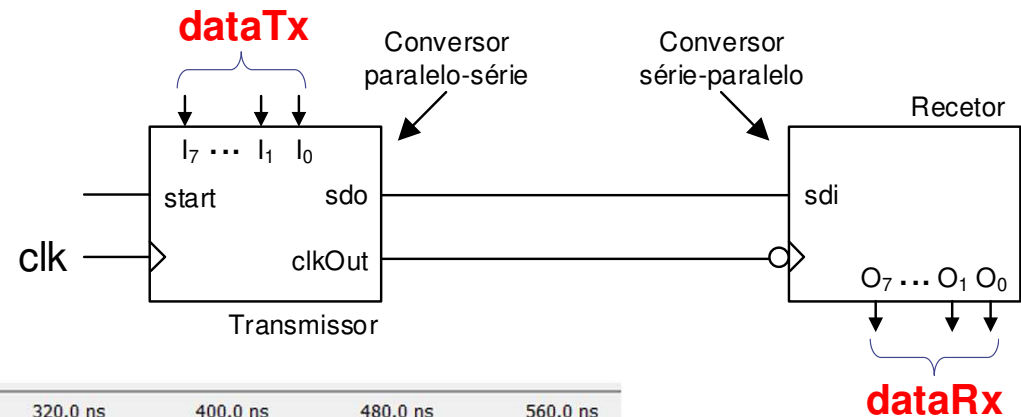


- Caso sejam distintos, os relógios do transmissor e do recetor têm de estar sincronizados para que a amostragem do sinal seja realizada nos instantes corretos

Comunicação série

Exemplo

- Transmissor gera o sinal de relógio que é também usado pelo recetor (o sinal "start" dá início à transmissão)
- Transmissão da sequência:
0xB2 (10110010),
0x6A (01101010),
0x5D (01011101)



Sincronização entre transmissor e recetor

- Transmissão Síncrona

- O sinal de relógio é transmitido de forma explícita através de um sinal adicional, ou de forma implícita na codificação dos dados
- Os relógios do transmissor e do recetor têm de se manter sincronizados
- Quando o relógio não é explicitamente transmitido, o relógio do recetor é recuperado a partir das transições de nível lógico na linha de dados

- Transmissão Assíncrona

- Não é usado relógio na transmissão, nem há recuperação do relógio na receção
- É necessário acrescentar bits para sinalizar o princípio e o fim da transmissão (e.g. *start bit*, *stop bit*), que permitam ao recetor proceder à amostragem do sinal recebido, com o menor erro temporal possível

Sincronização entre transmissor e recetor

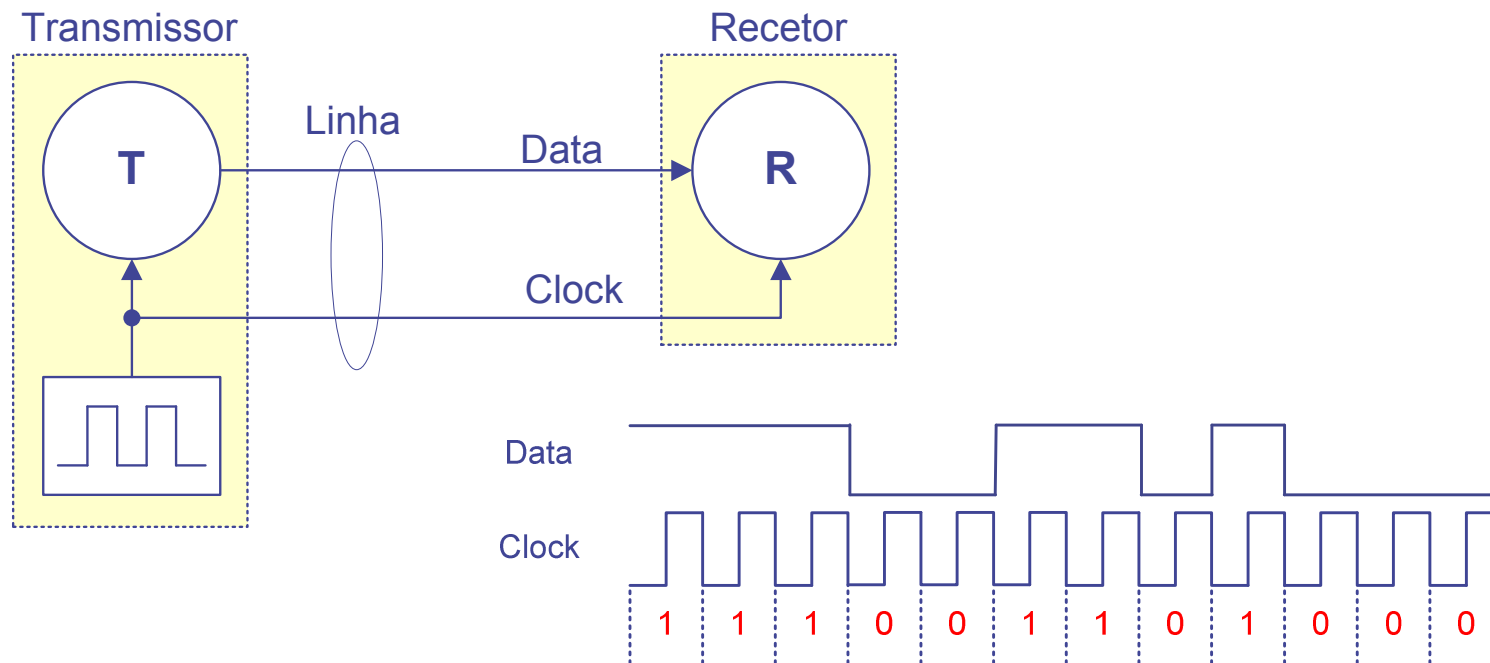
Técnicas

- Transmissão síncrona
 - Relógio explícito do transmissor (exemplo: SPI)
 - Relógio explícito mutuamente-sincronizado (exemplo: I2C)
 - Relógio codificado ("self-clocking") (exemplo: USB, Ethernet)
- Transmissão assíncrona
 - Relógio implícito (exemplo: RS232)

Sincronização de relógio

Relógio explícito do transmissor

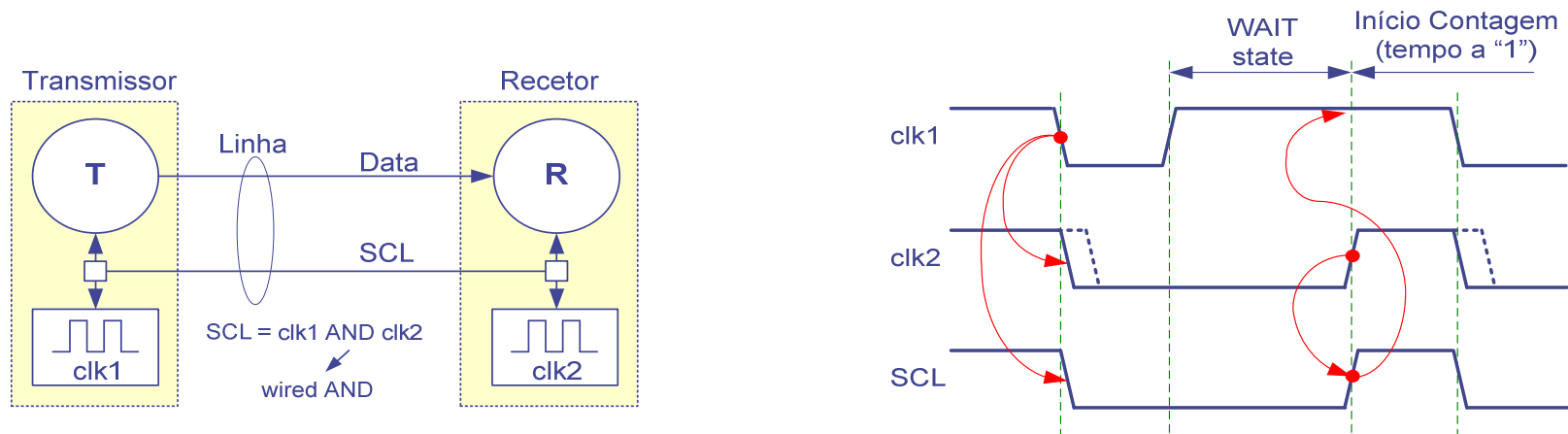
- O transmissor envia os dados e informação de relógio em linhas separadas



Sincronização de relógio

Relógio explícito mutuamente-sincronizado ("clock stretching")

- Transmissor e Recetor têm o seus próprios relógios, que se sincronizam mutuamente



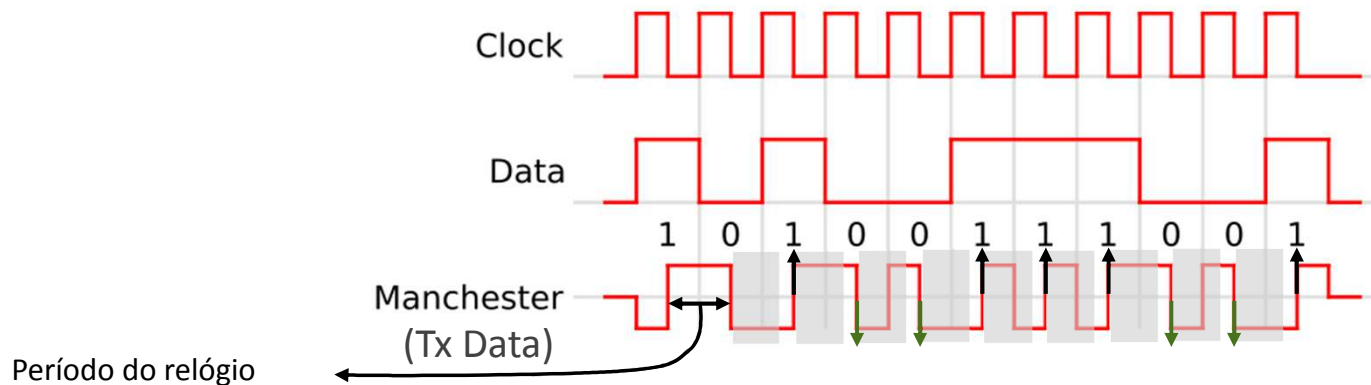
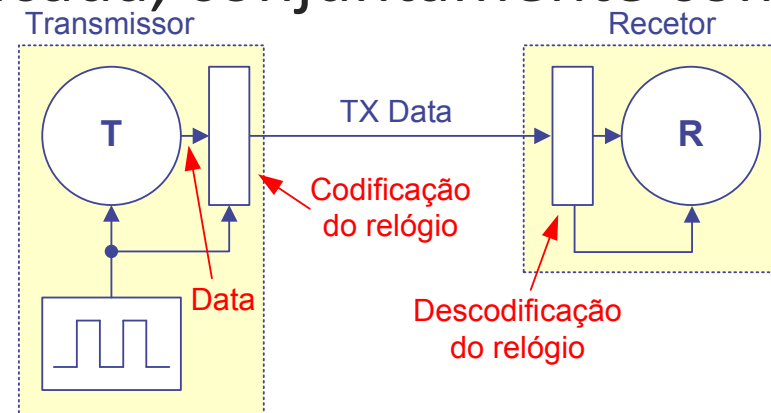
- Neste exemplo, o tempo a 0 do relógio (SCL) é determinado pelo recetor; o tempo a 1 é determinado pelo transmissor

Sincronização de relógio

Relógio codificado

- O relógio é enviado, de forma codificada, conjuntamente com os dados

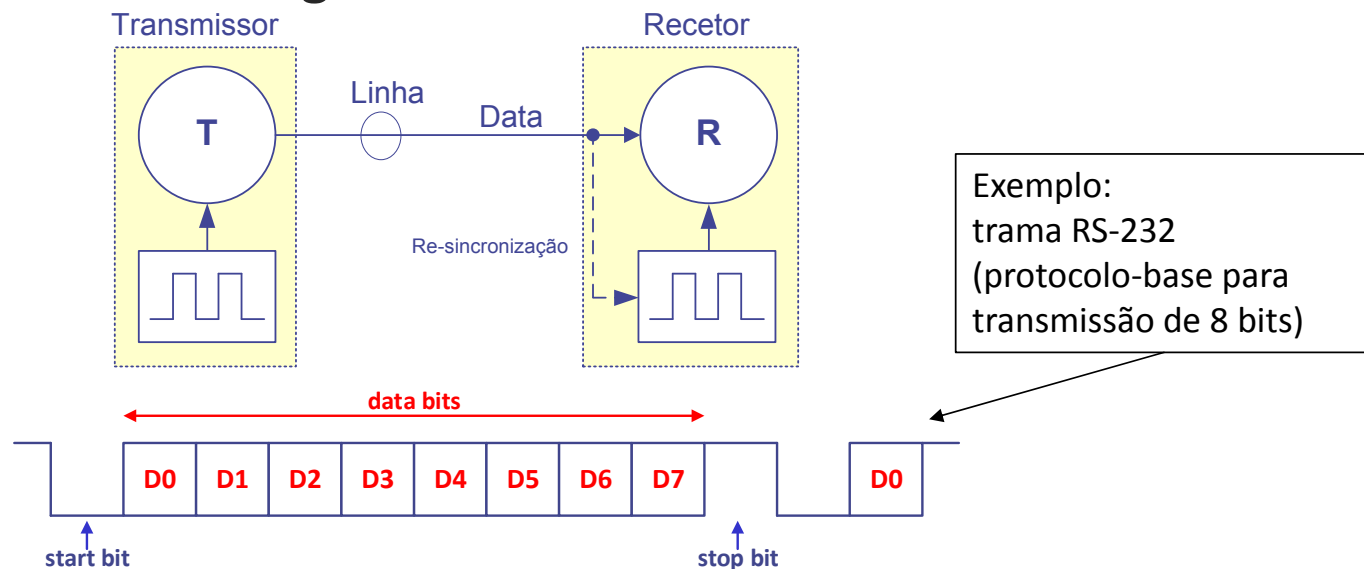
- Exemplo: codificação Manchester
- A informação transmitida resulta do "ou exclusivo" entre o bit a transmitir e o sinal de relógio



Sincronização de relógio

Relógio implícito

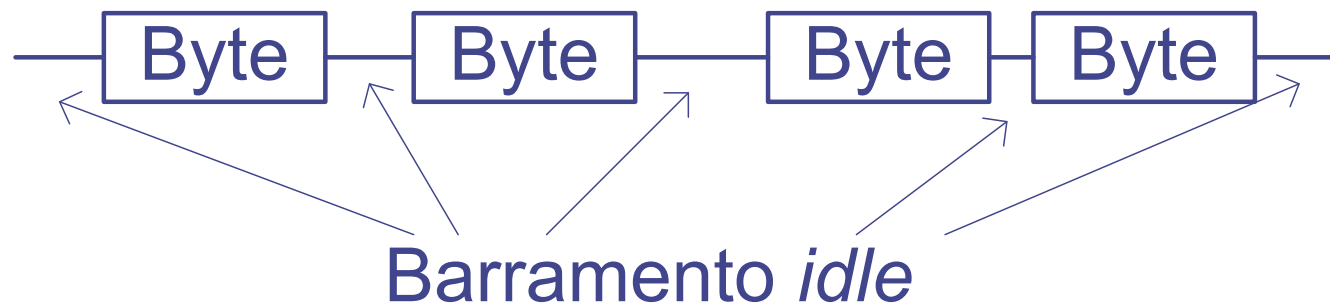
- Os relógios são locais (i.e. não há comunicação do relógio)
- Os instantes de amostragem no recetor são sincronizados ocasionalmente com o transmissor por meio da receção de símbolos específicos
- Entre instantes de sincronização o desvio dos relógios depende da estabilidade/precisão dos relógios do transmissor e do recetor



Transmissão de dados

Transmissão orientada ao Byte

- O envio de um byte é a operação atômica (indivisível) do barramento
- Alguns bytes podem estar reservados para estruturar a informação



- Exemplo de transmissão orientada ao byte: RS232

Transmissão de dados

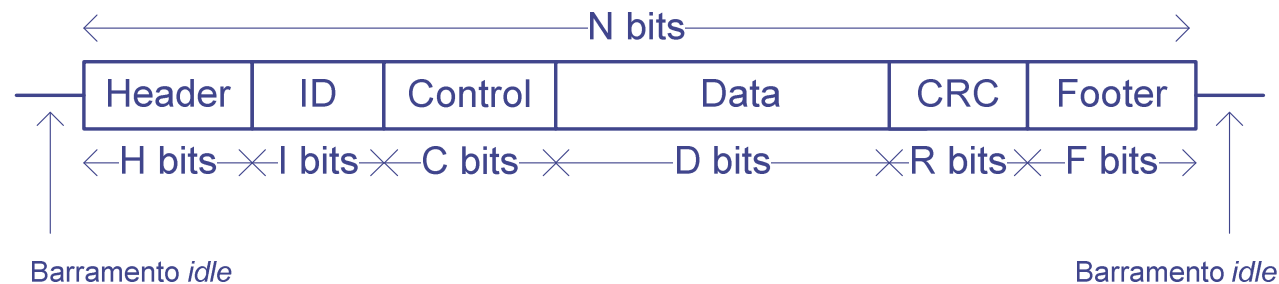
Transmissão orientada ao bit

- A informação é organizada em tramas (sequência de bits intercalada entre duas situações de meio livre)
- As tramas são constituídas por um símbolo de sincronização (delimitador, constituído por 1 ou mais bits) seguido por uma sequência de bits de comprimento arbitrário
- As tramas podem conter campos com diferentes funções:
 - Sincronização: sinalização de início e de fim da trama
 - Arbitragem de acesso ao meio (em barramentos multi-master)
 - Identificação. Diversas formas possíveis: quem produz, qual o destino, identificação da informação que circula na trama, ...
 - Quantidade de informação transmitida
 - Dados
 - Detecção de erros de transmissão

Transmissão de dados

Transmissão orientada ao bit

- Exemplo de estrutura de uma trama

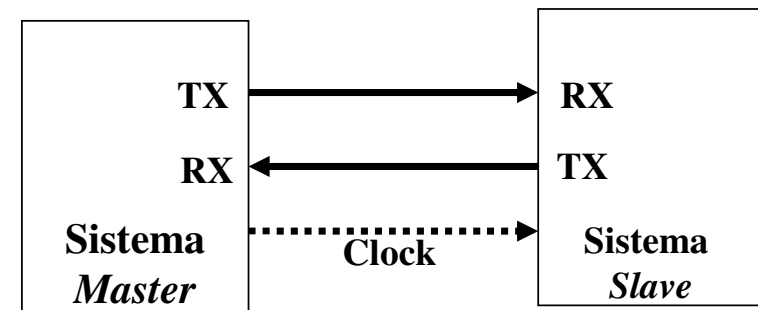
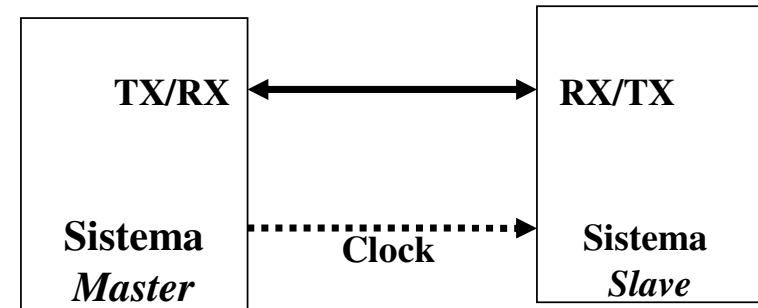


- "Header" e "footer": delimitadores de início e fim de trama
- Data: campo de dados
- CRC ("cyclic redundancy check"): código usado para detetar, no recetor, erros na comunicação
- Exemplo de transmissão orientada ao bit: barramento CAN ("Controller Area Network")

Topologias de comunicação série

Comunicação bidirecional ponto a ponto

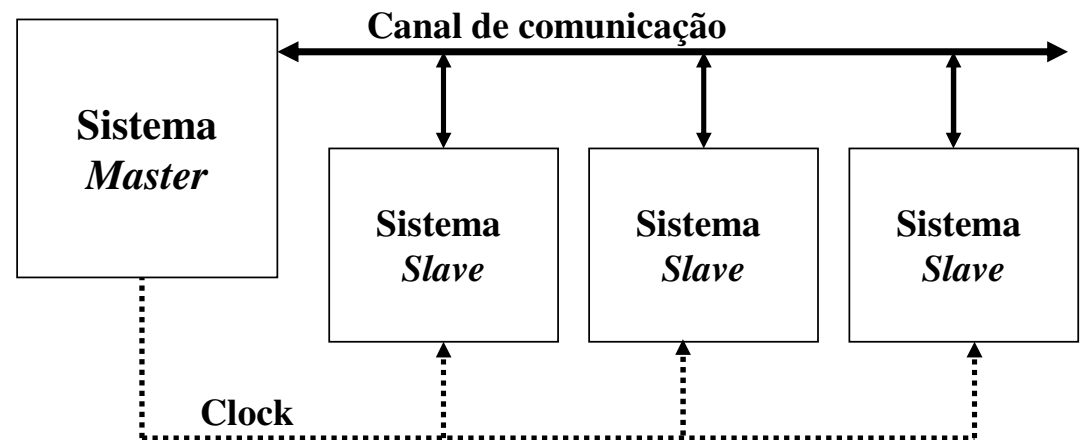
- *Half-duplex*: os dois dispositivos podem transmitir e receber dados, mas não simultaneamente
- *Full-duplex*: os dois dispositivos podem transmitir e receber dados simultaneamente



Topologias de comunicação série

Comunicação bidirecional multiponto

- Canal de comunicação partilhado
- *Half-duplex*



Elementos de uma ligação série

- Exemplo de uma ligação série entre um sistema embutido ("*embedded*" ou dedicado) e um computador de uso geral (PC)

