Instituto Federal de Minas Gerais
Campus Ouro Branco

Transmissão de dados (revisão)

Professor: Saulo Henrique Cabral Silva

Transmissão de dados

- Um computador é basicamente um **processador de dados**.

- Ao longo desta disciplina falaremos muito sobre **transferência de dados** e suas variações.

- Temos 3 modos de transferência de dados:
  - Simplex
  - Half-duplex
  - Full-duplex

Simplex

- Temos um cenário com UM dispositivo com o papel de transmissor e UM dispositivo com o papel de receptor
  - Sendo que os papeis **nunca são invertidos**

- Esta transmissão é **unidirecional**
  - código morse (usando apenas uma lanterna)
  - TV
  - Rádio

Half-duplex

- Transmissão bidirecional, mas com a característica de compartilhamento do canal de comunicação
  - **Não é possível transmitir e receber dados ao mesmo tempo**.

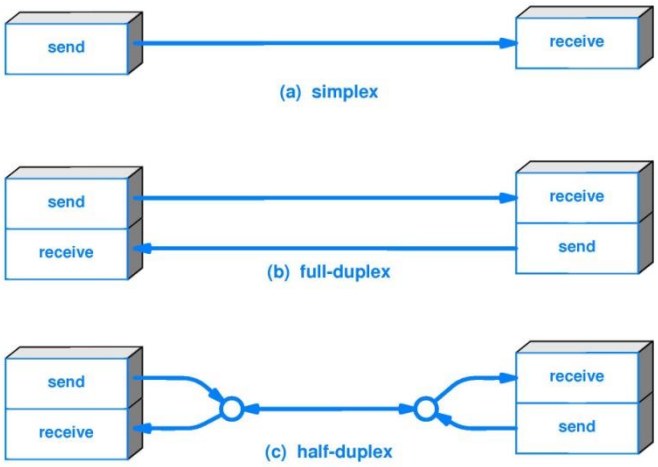
- Exemplos:
  - walkie-talkie
  - telefone de lata

Full-duplex

- Verdadeira comunicação **bidirecional**.

- dispositivos A e B podem transmitir e receber dados **ao mesmo tempo**.

- Exemplos:
  - Ligação telefônica
  - Comunicação entre computadores (desde que o meio de comunicação tenha canais de transmissão e recepção diferentes)



Canal

- O meio usado **para a transmissão** de dados é chamado canal. Esse canal pode ser unidirecional ou bidirecional.

- Como é de se supor, em um **canal unidirecional** , a transmissão é efetuada em uma única direção.
  - Se um canal unidirecional liga os dispositivos A e B
  - Somente um dos dispositivos poderá transmitir dados
  - Canal unidirecional implicará, em transmissão do tipo **simplex**

- Em um canal **bidirecional**, tanto A quanto B podem transmitir dados.
  - Se A e B usam o canal tanto para transmissão quanto para recepção de dados → **half duplex**
  - Se houver canais separados para transmissão e recepção dos dados então a comunicação será → **full duplex**

Canal

- Se um canal é **compartilhado** por vários dispositivos, ele é denominado **barramento**.
  - Mensagem pode ser encaminhada tanto para todos os nós que se conectam ao barramento
  - Mensagem pode ser encaminhada para um destinatário específico
    - Neste caso é preciso existir um sistema de endereçamento

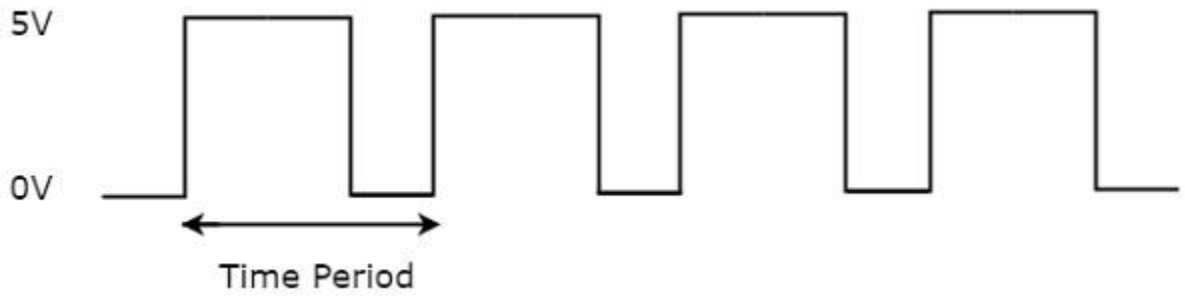
- Em um barramento apenas **dois dispositivos podem se comunicar-se entre si ao mesmo tempo**.
  - Os outros dispositivos terão de aguardar o canal estar livre para que o possam usar.
    - É preciso haver um **mecanismo de arbitragem**
    - É preciso ter acordo entre todos os dispositivos
    - **Política de conflitos** devem ser implementadas

- Se um canal é dedicado, permite a conexão somente entre transmissor e o receptor, não aceitando outros dispositivos, **então temos uma conexão ponto-a-ponto**.

Clock

- Sinal usado para sincronizar o transmissor e o receptor de forma que eles possam se comunicar "**no momento certo**".
  - Imagine que o **receptor não esteja preparado** para receber os dados e o transmissor já tenha iniciado o envio das informações.
  - Imagine que o transmissor esteja enviado dados a um **ritmo mais rápido** que o receptor é capaz de receber.

- Geralmente o clock é feito através de um **sinal externo ao canal de comunicação** (normalmente uma onda quadrada).



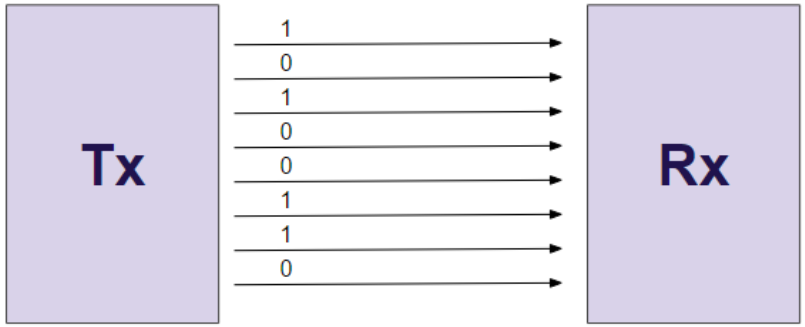
Clock

- O sinal de clock é medido em uma unidade chamada hertz (Hz). Um hertz significa **um ciclo por segundo**.
  - 10MHz → 10.000.000 ciclos por segundo
  - 1 GHz → 1.000.000.000 ciclos por segundo
  - O período de cada pulso é medido dividindo-se um pela frequência.
  - Nosso exemplo 10 MHz → 100 ns (0,0000001 segundo).
  - A cada **100 ns um dado é entregue**

- **Cada** sistema de **transmissão** de dados usa o **seu próprio clock**
  - Disco Rígido com a placa mãe
  - Placa de vídeo com o chipset da placa mãe
  - Processador com a memória (RAM)
  - O clock do processador é utilizado para sincronizar as **unidades que existem internas** a este.

Métodos de transmissão

- Dentro de um canal os dados podem ser transmitidos usando dois métodos distintos
  - transmissão **paralela**
  - transmissão em **série**



Transmissão Paralela de Dados

- Na transmissão paralela, vários bits são transmitidos **simultaneamente**.
  - Desvantagens
    - Várias trilhas ligando os dispositivos
      - Processador e memória temos 64 bits em paralelo com dois canais, logo temos **129** trilhas (fios) conectando os dois sistemas.
    - **Susceptibilidade a ruídos** → Um fio gera um campo eletromagnético ao seu redor
    - **Atraso de propagação** → Em cabos geralmente os fios tem o mesmo comprimento, mas em circuitos impressos isso é muito complicado.
      - Dados em trilhas **menores**, chegam mais **rápido**
      - Dados em trilhas **maiores**, **demoram** mais
      - É preciso aguardar todas a informação chegar (atraso)

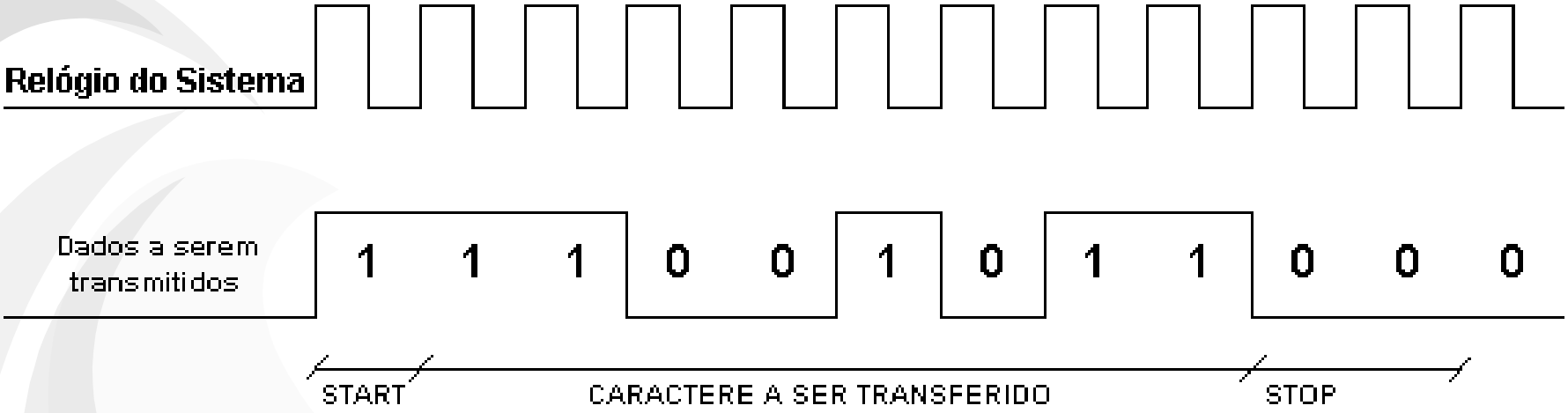
Transmissão em série

- Apenas **um bit** é transmitido por vez

- É comum imaginar que essa transmissão é mais lenta que a transmissão paralela
  - mas temos que **analisar o clock**
  - antigamente os computares possuíam duas portas disponíveis para conexão de dispositivos uma paralela (mais rápida), e outra em série (mais lenta) → cultural
  - Vantagens:
    - Utilizar apenas 2 (half duplex) ou 3 fios (full duplex)
      - lembre-se do clock
    - Atualmente é muito comum na transmissão full-duplex utilizar dois pares de fios (transmissão diferencial)
    - Maior imunidade a ruídos (menos correções e detecção de erros)

Transmissão em série Síncrona

- A transmissão em série síncrona usa um fio adicional para a transmissão do sinal de clock.
  - usado pelo receptor para saber onde começa e onde termina cada dado que será transmitido.



Transmissão em série Diferencial

- Com exceção da antiga porta serial e das antigas conexões de rede usando cabo coaxial, praticamente **todas as transmissões em série** hoje usam a técnica chamada **transmissão diferencial**.
  - Envia o mesmo sinal em dois fios diferentes (polaridade invertida no segundo)
    - D+
    - D-
  - Transmitindo a **mesma informação** em um fio **adjacente**, porém **invertida**, criamos um campo eletromagnético em **sentido contrário**.
    - Campos se “anulam”, criando uma proteção contra ruídos
  - Com esta técnica, o **receptor pode comparar as informações** enviadas nos dois fios.
    - A diferença entre os dois fios, indicará um ruído
  - Cabos de **rede locais**, normalmente possuem pares de fio que usam transmissão diferencial:
    - **Enrolados**
    - **Traçados**

Detecção e Correção de Erros

- A transmissão e o armazenamento de dados precisa de um mecanismo para verificar se os dados **chegaram íntegros** ao destino.

- Para isso, vamos estudar algumas técnicas de **verificação**:
  - Paridade
  - Repetição
  - Código de Correção de Erros
  - Soma de Verificação

Paridade

- O sistema de paridade **adiciona um bit a mais** no grupo de dados.
  - o valor desse bit variará de forma que o número total de “1”’s do número transmitido ou armazenado, **incluindo esse bit seja par**.
  - Ao recuperar o dado o dispositivo refaz o cálculo da quantidade de “1”’s e avalia se a quantidade é par
  - Exemplo: 01010001
    - 3 “1”’s, precisamos adicionar 1 para o bit de paridade
    - 010100011
    - Qual o problema neste método de detecção?

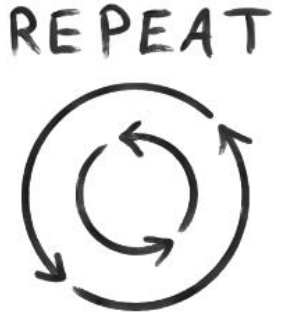
Paridade Par:

Carácter	Bit de Paridade	Sequência a Transmitir
1000100	0	10001000
1110000	1	11100001

Repetição

- Uma maneira de se **detectar e corrigir** automaticamente erros consiste em simplesmente transmitir **o mesmo** dado várias vezes e **comparar** os valores.

- Supondo um método usando **3 transmissões do mesmo dado**
  - se o receptor receber 3 vezes o mesmo valor, ele saberá que o dado está integro
  - Se os valores variarem ele sabe que houve algum erro
    - Se ele recebe dois “0”’s ele assume o correto como o valor zero
    - Se ele recebe dois “1”’s ele assume o correto como o valor um
    - Qual o problema aqui?

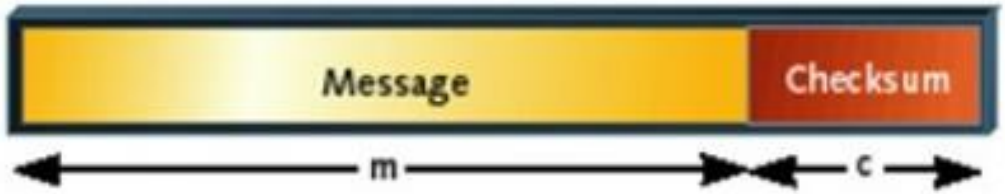


CRC - Cyclic Redundancy Check

- É uma forma de soma de verificação
- Antes da transmissão, o valor de **CRC é anexado aos dados originais**.
- No receptor, os dados recebidos juntamente com o valor de CRC são divididos pelo **mesmo polinômio gerador**.
- Se não houver erros na transmissão, o **resultado da divisão será zero**.
  - Qualquer outro resultado indica a presença de erros.
- O **receptor compara o valor de CRC** recalculado com o valor de CRC recebido.
- O CRC é amplamente utilizado em redes de computadores, como Ethernet, Wi-Fi e Bluetooth, para garantir a integridade dos dados transmitidos.
- É também empregado em protocolos de comunicação, como FTP, HTTP, e em sistemas de armazenamento de dados, como discos rígidos e memórias flash.

CRC

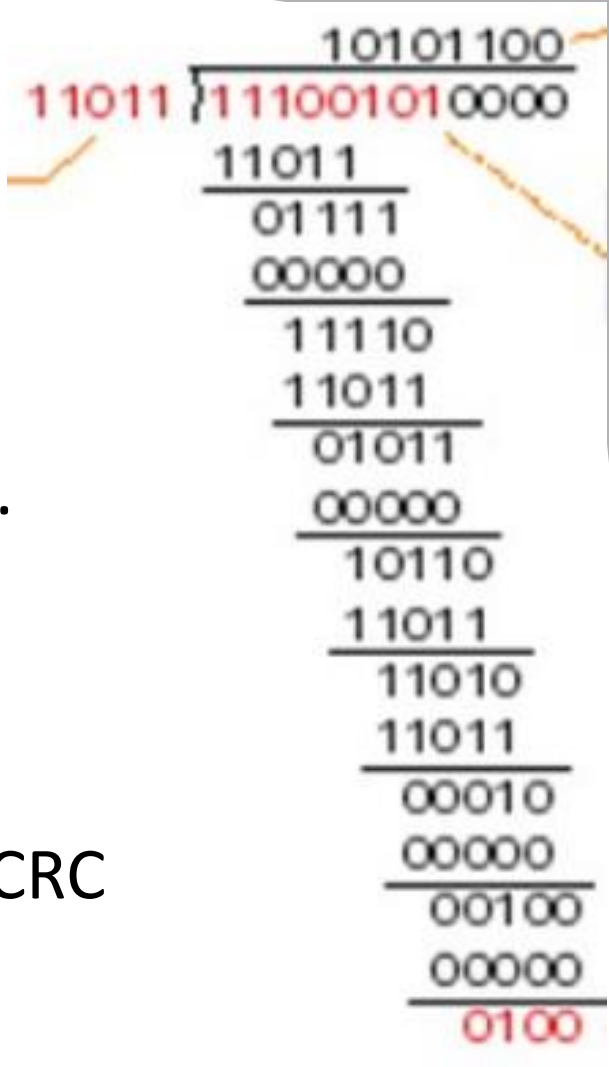
- Produz um valor expresso em poucos bits que será anexado à mensagem:
  - CRC-64 – 64 bits
  - CRC-32 – 32 bits
  - CRC-16 – 16 bits



- Propriedades:
  - Todos os bits da mensagem são utilizados no cálculo do valor CRC
  - Mudança de um único bit é refletida no valor do CRC

CRC

- Verificação de erros
  - Dividir a mensagem recebida pelo polinômio gerador e analisar o resto.
    - Resto = 0 → mensagem ok
    - Resto != 0 → mensagem com erro
  - Separar a mensagem recebida do CRC
    - Acrescentar N zeros à mensagem
    - Calcular o CRC da mensagem
    - Comparar o CRC calculado com o CRC recebido. Se o valor for idêntico, a mensagem está ok.



Divisão com operador XOR

CRC

Aplicação	Polinômio
CRC-1 (Paridade)	$x + 1$
CRC-8-ATM	$x^8 + x^2 + x + 1$
CRC-16-CCITT	$x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$
CRC-32-MPEG2 CRC-32-IEEE 802.3	$x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1$
CRC-64-ISO	$x^{64} + x^4 + x^3 + x + 1$

Representamos os termos existentes com bit 1 e termos não existentes como 0

Código de correção de erros

- Código de correção de erros ou **ECC** (*Error Correction Code*)
  - Tipicamente usando em memórias RAM para servidores e memórias do tipo flash
  - Código de Hamming

- Neste sistema, são **adicionados bits ao dado original** para identificação e possível correção do erro.
  - O número e bits extras é calculado pela regra de Hamming
    - $2^m >= m+k+1$
    - m é o número de bits adicionais
    - K é o número de bits do dado a ser transmitido
    - bits em posições de “potência de 2”

- A vantagem desse método é que além de **identificar o erro ele pode corrigir alguns problemas**

Código de Hamming

1101

001 010 011 100 101 110 111

H1 H2 B1 H3 B2 B3 B4

_ _ 1 _ 1 0 1

H1 → B1, B2, B4
H2 → B1, B3, B4
H3 → B2, B3, B4

Aplica-se a operação de XOR (iguais 0, diferentes 1)

Código de Hamming - correção

1101

001	010	011	100	101	110	111
1	**0**	**0**	**0**	**1**	**0**	**1**

H1 → H1, B1, B2, B4
H2 → H2, B1, B3, B4
H3 → H3, B2, B3, B4

Taxa de transferência

- Mede a **quantidade de dados** que é transferida em uma **quantidade de tempo**.
  - Mede a velocidade de transmissão de dados.

- Na transmissão em **série**, essa velocidade é medida em **bits por segundo** e abreviada por bps.
  - 10 Mbps → 10 milhões de bits por segundo
  - Largura de banda com transmissão em série:
    - LarguraBanda = clock * número de bits por pulso de clock

Taxa de transferência

- Comparando transmissão paralela com transmissão em série:
  - Uma transmissão em série de **um bit por vez** usando um **clock de 2,5 GHz** nos dará uma taxa de transferência de **2,5 Gbps (312,5 MB/s)**
  - Uma transmissão em paralelo de **32 bits por vez**, usando um **clock de 33 MHz** nos dará uma taxa de transferência de **132 MB/s.**
  - Mesmo transmitindo **32 bits** por vez, a comunicação paralela neste caso será bem mais lenta que a transmissão em série.

- As taxas de transferências que calculamos são todas **máximas teóricas**.
  - Calculamos o máximo de um canal (largura de banda)
  - Os cálculos assumem que o **transmissor estará efetuando uma transferência a cada pulso de clock** e que o receptor estará recebendo os dados no mesmo ritmo.
  - Isto dificilmente ocorre devido:

Taxa de transferência - problemas

- Primeiro, a mais óbvia, assume que o transmissor estará **enviando dados sem parar**, o tempo todo. Isto nem sempre ocorre.

- Segundo, se **houver erro na transmissão**, o receptor pedirá uma retransmissão ao transmissor.
  - taxa de transferência cai, já que o bloco inteiro deve ser descartado e retransmitido.

- Terceiro, além dos dados do usuário, temos dados de cabeçalho e **informações de verificação**.
  - Dados de controle
  - Esse é um dos motivos que a conversão de bps é realizada **dividindo por 10** e não por 8

Taxa de transferência - problemas

- Quarta, no caso de canais compartilhados (barramentos), se existirem duas ou mais conexões sendo feitas ao mesmo tempo, a **velocidade individual de cada conexão será dividida**
  - Imagine um canal com taxa de transferência de 10Mbps
  - Existem **duas conexões** distintas ocorrendo
    - Cada comunicação será feita a 5Mbps
    - Embora os dados no canal estejam fluindo a 10 Mbps.

- Quinta, o transmissor não consegue transmitir na velocidade máxima do canal
  - SATA-600 oferece largura de banda de 6 Gbps
  - mas **discos rígidos ou unidades ópticas não conseguem transmitir a esta velocidade**

Taxa de transferência

- É muito importante fazer distinção entre a taxa de transferência máxima suportada e a taxa de transferência “na prática” (quantidade de dados do usuário)
  - **throughput** é a taxa de transferência mais próxima a aplicação do usuário

- Lembre-se Largura de banda teórica X Largura de banda “prática”

Exercícios

- Dada uma transmissão em **série** usando um **clock de 3.1 GHz** e uma transmissão em **paralelo** usando um clock de **1.8 MHz** e **transmitindo 64 bits a cada pulso**. Diga qual a transmissão que possui a maior uma taxa de transferência.

- Imagine um arquivo com tamanho de 32 GB que precisa ser transferido de um pendrive, para um computador. Imagine que este pendrive está conectado através de uma USB 3.0 (série) operando a um clock de 4.8 GHz. Calcule o tempo aproximado para que a cópia do arquivo seja integralmente realizada. Desconsidere fatores externos (memória secundário, perdas, ...)

- Deseja-se transmitir o seguinte dado: 101100110, faça a **devida modificação** para que este dado seja transmitido utilizando a técnica de paridade.

Exercícios

- Para o dado 1111001000100110, verifique se o mesmo esta correto utilizando a verificação CRC com polinômio **10011**.

- Utilizando a técnica de Hamming, transmita o seguinte dado:

1001110001

- Um dado transmitido com a técnica de Hamming chegou no computador receptor. Verifique se o mesmo, está integro, ou seja, esta correto, se não estiver, encontre o bit onde o erro ocorreu:

1010111001100001101

Dúvidas


WHEN? WHY? WHERE? WHY? WHO? WHERE? WHAT? HOW? WHEN? WHAT? HOW? WHY? WHEN? WHO? WHERE? HOW? HOW? WHEN? WHAT? WHEN? WHERE? WHERE? WHOSE? WHEN? WHY? WHEN? WHERE? HOW? WHICH? WHOSE? WHAT? HOW? WHY? WHO? WHERE? WHAT? HOW? WHERE? WHICH? WHOSE? WHEN? WHY? WHY? HOW? WHERE? WHAT? WHO? WHOSE? WHERE? WHAT? HOW? WHY? WHO? WHERE? WHICH? WHOSE? WHEN? WHY? WHERE? HOW? HOW? WHO? WHERE? WHAT? HOW? WHAT? HOW? WHY? WHERE? WHAT? HOW? HOW? WHERE? HOW? WHAT? WHERE?