

INSTITUTO FEDERAL
CEARÁ
Campus Fortaleza

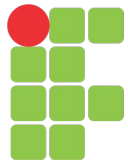
Comunicação de Dados

Prof. MSc. Estevão Simão

Sumário - Interfaces de comunicação de dados

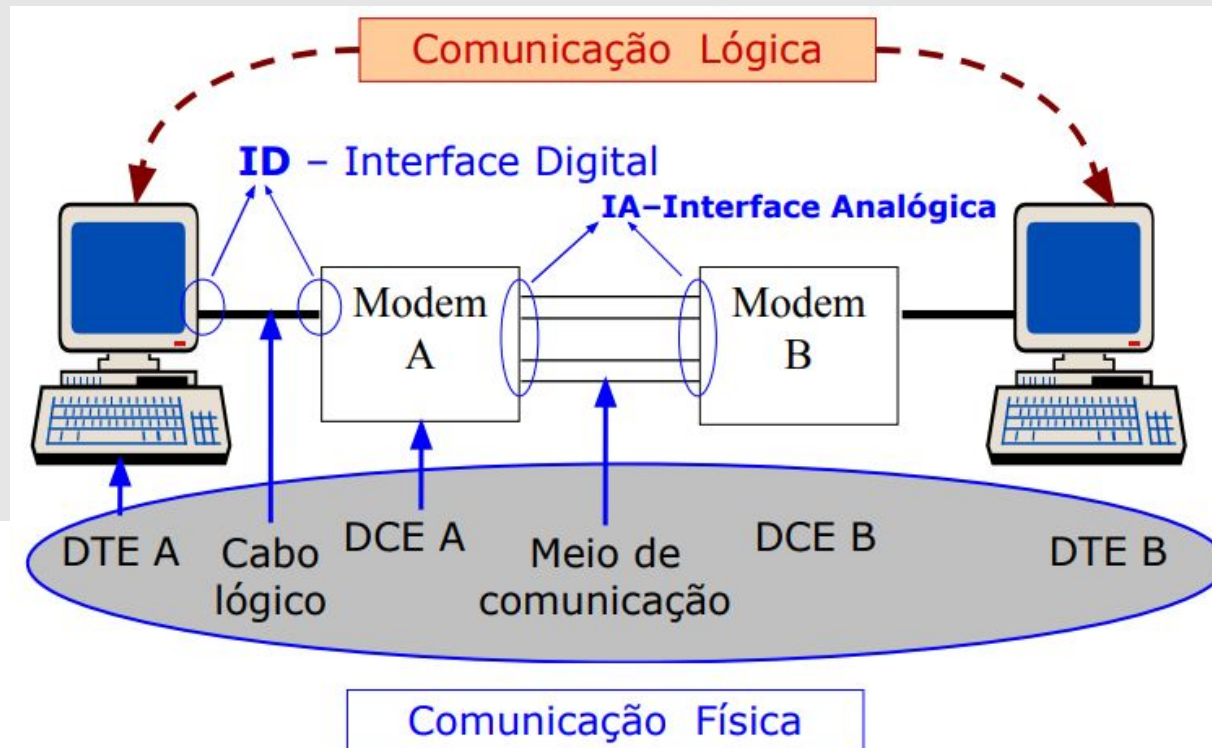
- Introdução

- Tipos de interfaces (RS-232, v35,etc).
- Interface de comunicação serial RS-232.
- Algoritmos de detecção e correção de erros
 - Paridade de caractere.
 - Paridade combinada.
 - Polinômio gerador (CRC).
- Modelo em camadas
 - Padronização de redes.
 - Modelo em camadas.
 - Modelo OSI.
 - Modelo TCP/IP.



Introdução

- Modelo Básico de Comunicação de Dados
 - DTE - Data Terminal Equipament
 - DCE - Data Communication Equipament



Introdução

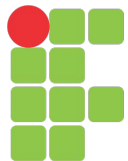
- Modelo Básico de Comunicação de Dados
 - Conexão FÍSICA elementar
 - Quando os limites de alcance dos sinais das IDs são respeitados



Introdução

- Caracterização da Comunicação de Dados

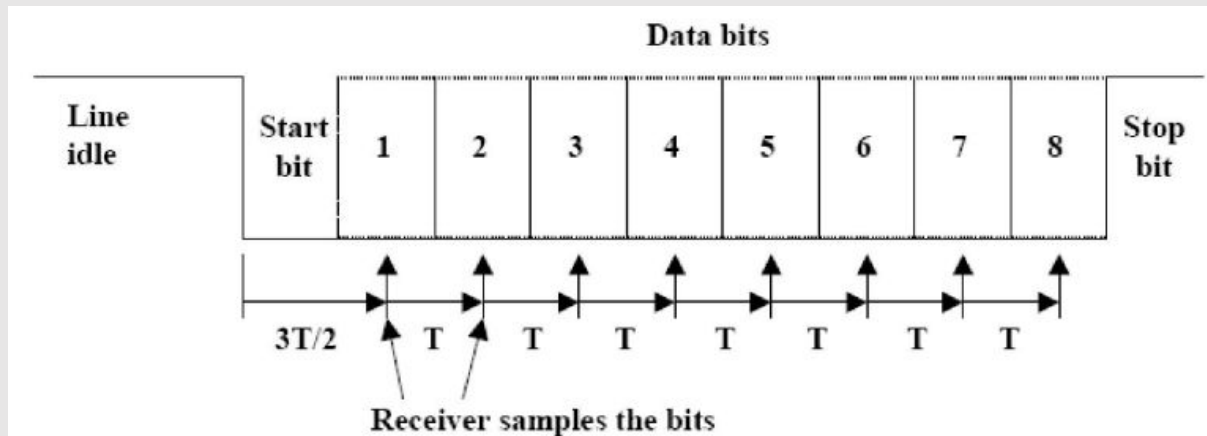
- Sentido da Transmissão
 - Simplex, Semi (half) duplex, (full) duplex
- Transporte da informação
 - Serial ou paralelo
 - Determina a capacidade, custo de Hardware, Flexibilidade e imunidade à ruídos
- Taxa de transmissão (bps)
- Sincronismo da Transmissão dos bits
 - **Síncrono ou Assíncrono**
- Número de links (meios de transmissão)
 - 1, 2 ...



Introdução

● Comunicação Assíncrona

- Exemplo de transmissão assíncrona com 8 bits e sem Paridade e estado inicial da linha alto
- Implementada pela UART (Unidade Assíncrona de Tx)

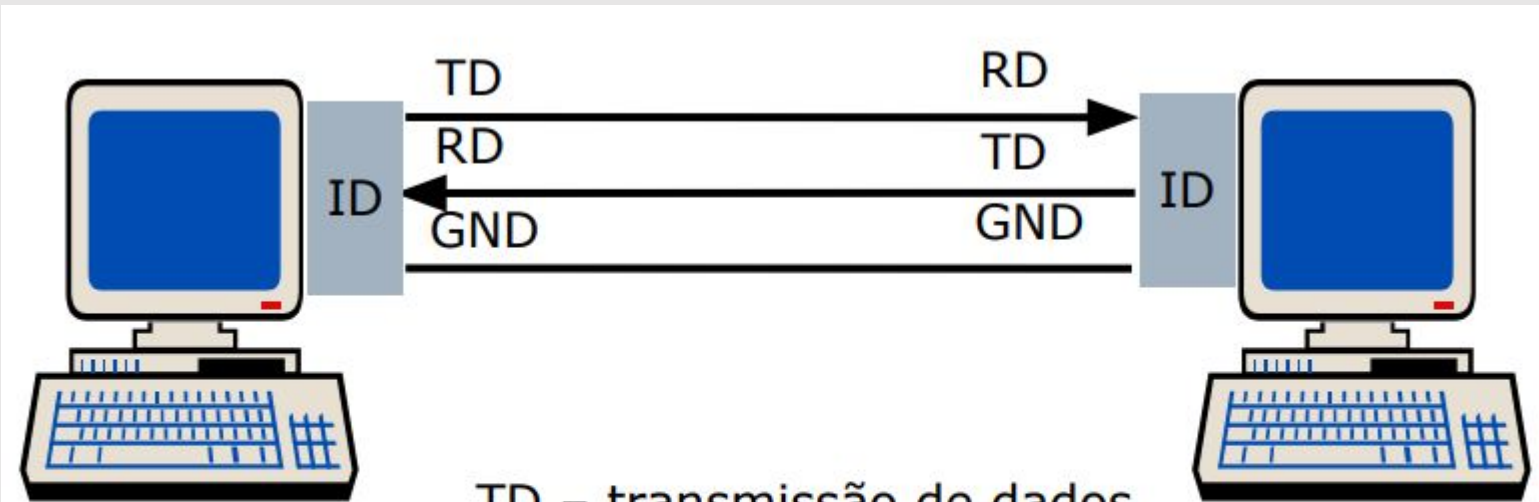


- Pode haver um 9º bit (bit de paridade) ou mais de um Stop bit

Introdução

- Comunicação Assíncrona

- Conexão FÍSICA elementar da ID em modo assíncrono duplex (Sem sinais de controle) - mínimo de 3 fios no cabo lógico



TD – transmissão de dados

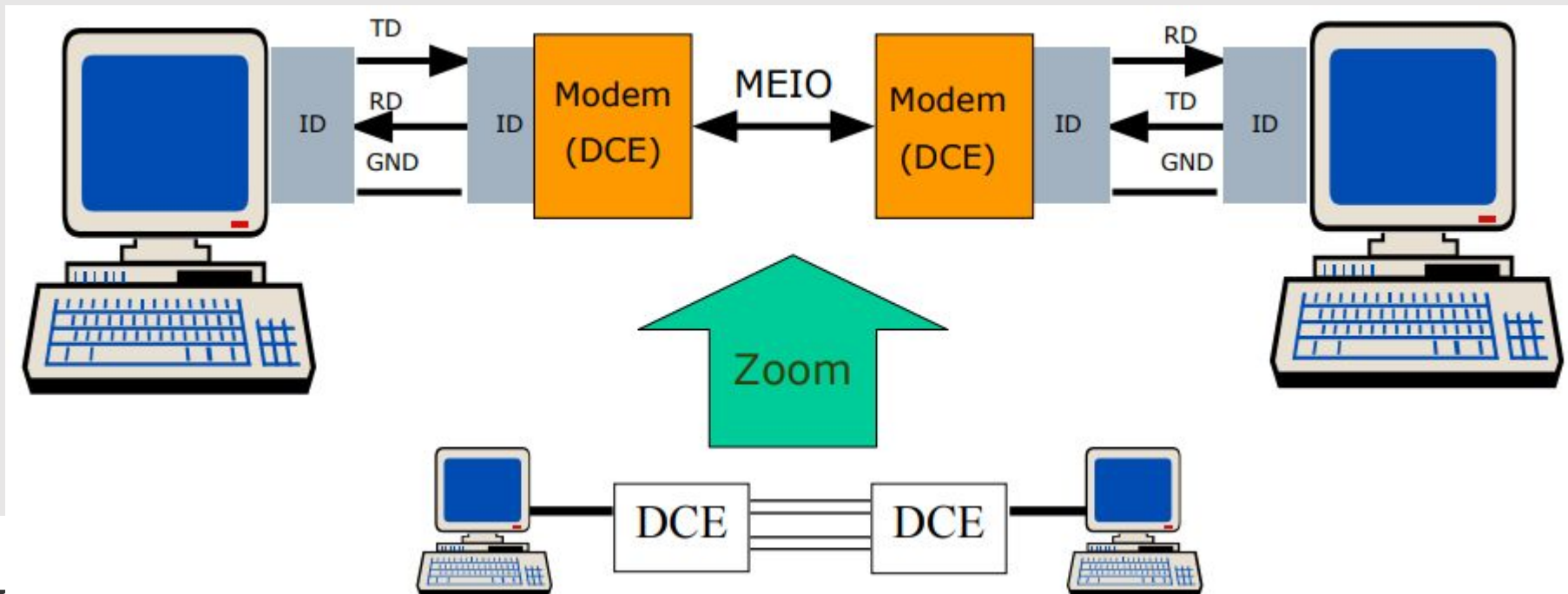
RD – recepção de dados

GND – terra ou referência digital (ground)

Introdução

- Comunicação Assíncrona

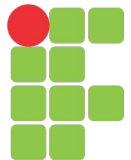
- Conexão FÍSICA da ID em modo assíncrono duplex em um modelo básico de comunicação de dados.



Introdução

● Comunicação Síncrona

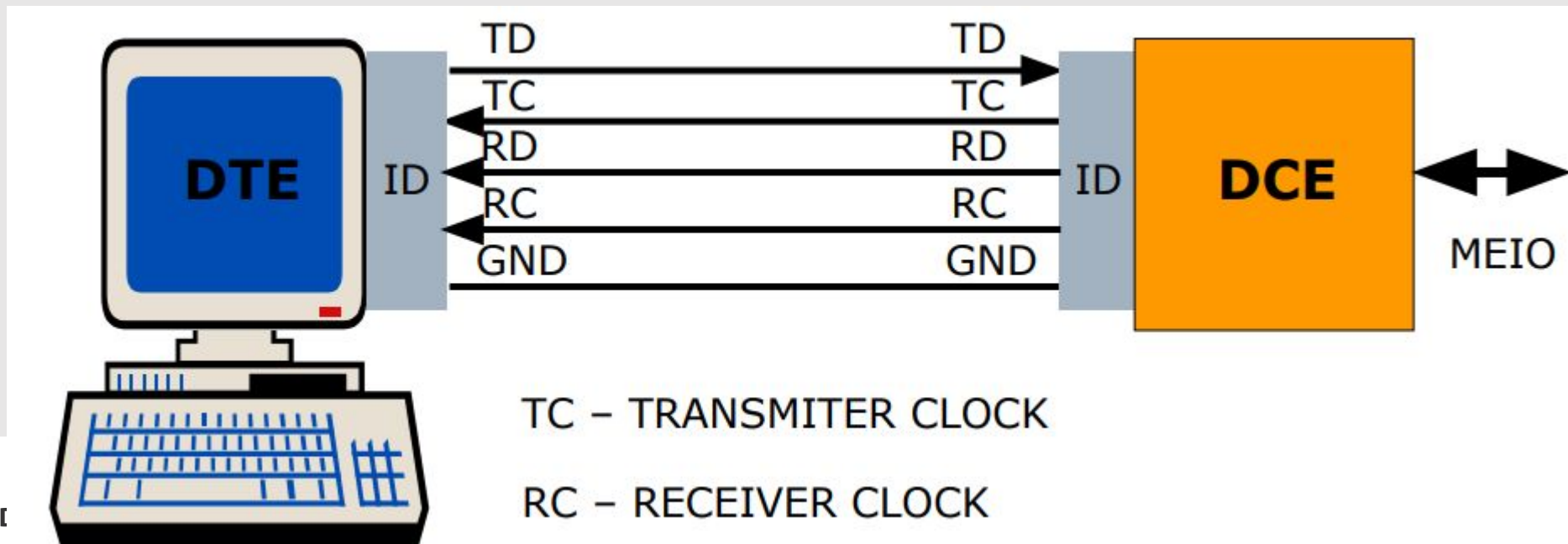
- O sinal de TD/RD na ID necessita de um sinal adicional separado para dar o compasso da amostragem dos bits de dados. Não há start/stop.
- Todos os bits de TD são dados
- EXIGÊNCIA de um protocolo na camada de enlace (orientado à bit ou à byte).
- Exige 5 fios na ID para uma comunicação full-duplex
- Uso de uma USART (Unidade Síncrona Assíncrona de Recepção e Transmissão) implementada em Hardware e/ou Software
- Custo elevado na ID porém é possível conseguir índices de eficiência mais próximos de 100%.



Introdução

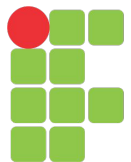
- Comunicação Síncrona

- Conexão FÍSICA da ID em modo síncrono duplex.
- Por padrão universal o DCE é o equipamento que deve gerar o sincronismo de TD e RD



Tipos de Interfaces

- Normatização das IDs
 - Necessário definir limites elétricos para que um sinal seja considerado “1” ou “0” lógico
 - A Associação da Indústria Eletrônica (EIA) definiu padrões como os Recommendation Standart (RS) RS232, RS485, RS423 etc...
 - Circuitos balanceados (diferenciais) ou não e as taxas em bps aplicáveis são as bases da criação dos padrões.
 - Ex.: RS530, V.35 estabelecem circuitos mistos diferenciais e não diferenciais para altas taxas.
 - As mais utilizadas nos circuitos de dados são RS232, RS485, V.35, V.36 e G.703.



Tipos de Interfaces

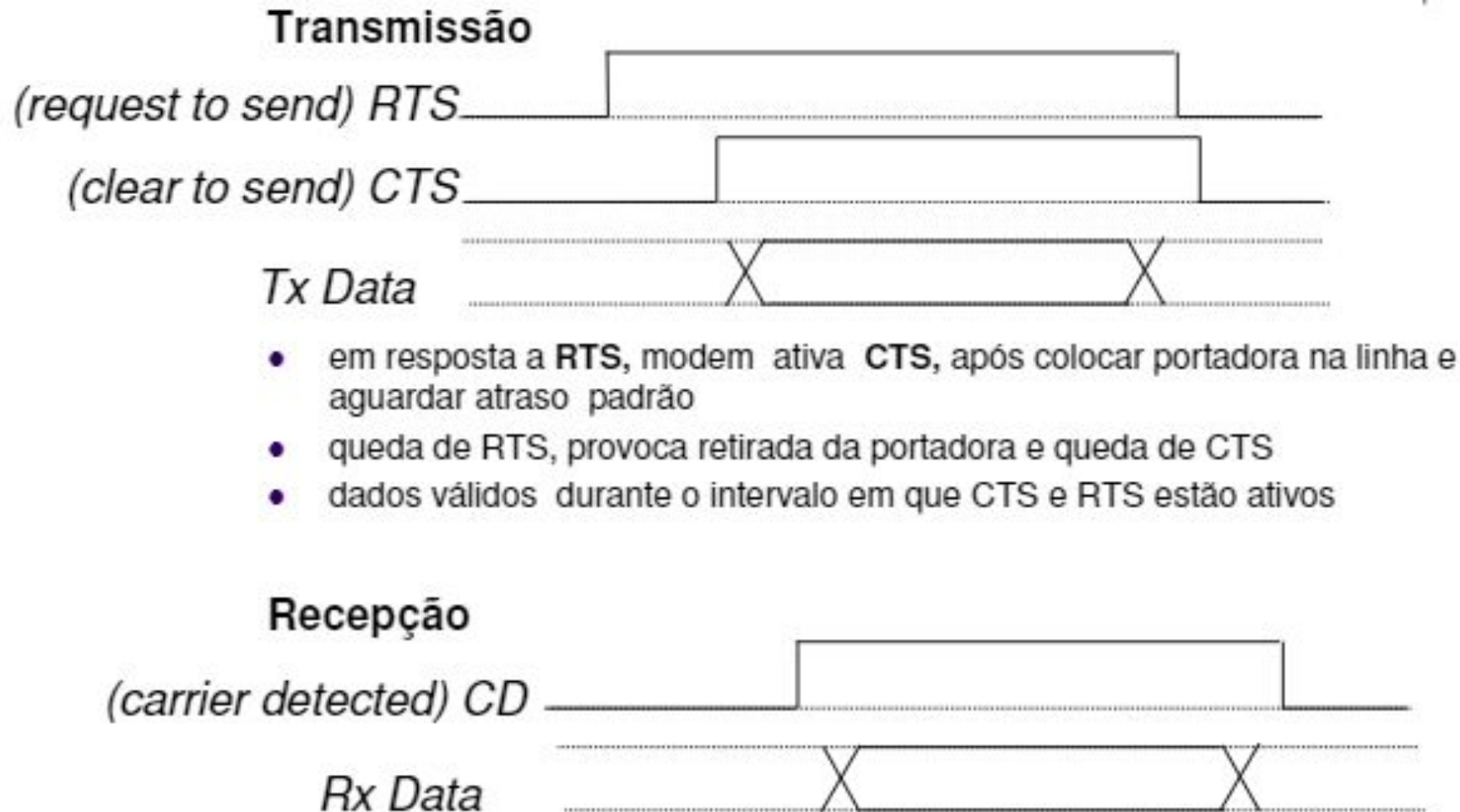
- Interfaces Modem
 - RS-232c ou V.24
 - V.36/V.11
 - RS-449/RS-422a
 - RS-449/RS-423a
 - V.35
 - G.703



Tipos de Interfaces

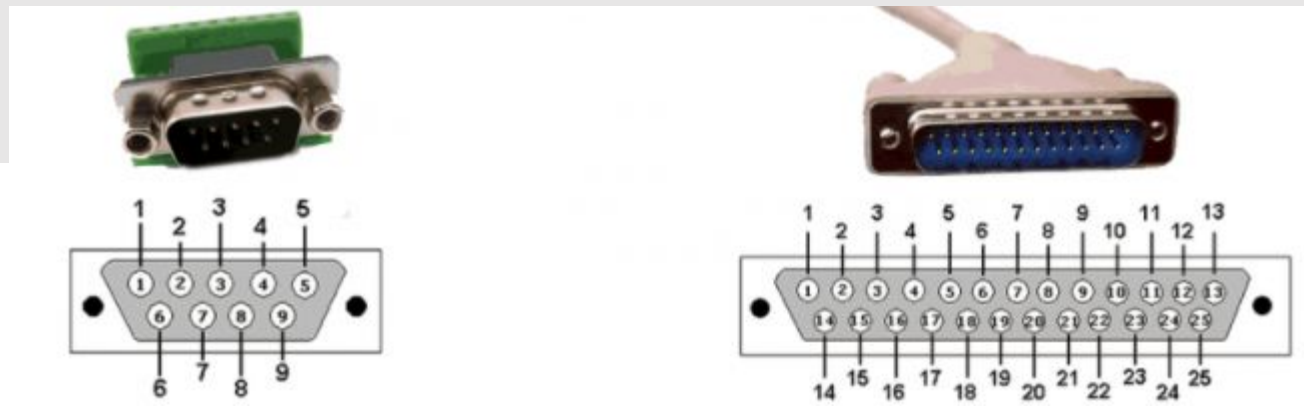
- Interfaces Modem

-



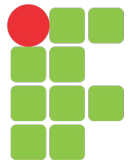
Tipos de Interfaces

- RS-232 (Também conhecido como EIA RS232c ou V.24)
 - Era muito utilizada para comunicação entre computadores e periféricos e é a forma mais popular de comunicação entre um CLP (controlador lógico programável) e um dispositivo externo.
 - É um padrão de protocolo para troca série de dados binários entre um DTE (terminal de dados, de Data Terminal equipment) e um DCE (comunicador de dados, de Data Communication equipment).
 - É comumente usado nas portas seriais dos PCs.



Tipos de Interfaces

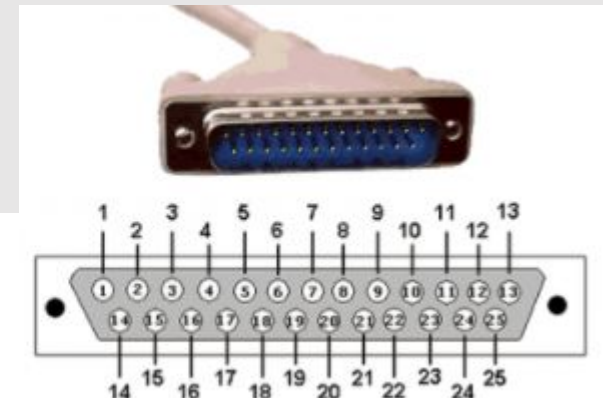
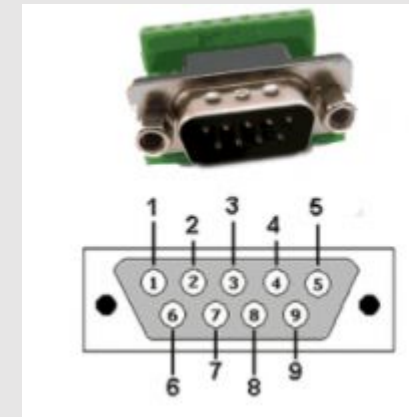
- RS-232 (Também conhecido como EIA RS232c ou V.24)
 - É um método assíncrono/síncrono de comunicação.
 - Sinais mais comuns (25 pinos)
 - TX, RX, RTS, CTS, DSR (Data Set Ready), CD, DTR (Data Terminal Ready), CR (common return), PG(protective ground).
 - Sinais para canal secundário
 - Clocks TX e RX para operação síncrona
 - Tx não balanceada: 1 fio por sinal e terra comum
 - Bit 1: $-25V < \text{voltagem} < -3V$, normal $-12V$
 - Bit 0: $+4V < \text{voltagem} < +25V$, normal $+12V$
 - Taxa, distância máxima: 20 kbps, 15 m



Tipos de Interfaces

- RS-232 (Também conhecido como EIA RS232c ou V.24)
 - Finalidade de cada pino nos 2 diferentes conectores na comunicação RS232

9 Pinos	25 Pinos	Finalidade
1	1	Terra ou GND do Chassi do Dispositivo
2	3	Recepção de Dados (RD)
3	2	Transmissão de Dados (TD)
4	20	Terminal de Dados Pronto (Ready) (DTR)
5	7	Terra ou GND do Sinal
6	6	Conjunto de Dados Pronto (Ready) (DSR)
7	4	Requisição para Enviar (RTS)
8	5	Limpar para Enviar (CTS)
9	22	Indicador de Campainha (RI) *somente para modems



Tipos de Interfaces

- RS-232 (Também conhecido como EIA RS232c ou V.24)
 - Finalidade de cada pino nos 2 diferentes conectores na comunicação RS232

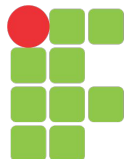
- Recepção de Dados (RD) – Este é o pino onde os dados do dispositivo externo entram no CLP por exemplo.
- Transmissão de Dados (TD) – Utilizando o exemplo acima, este é o pino onde os dados da porta serial do CLP deixa esta porta rumo ao dispositivo externo.
- Terminal de Dados Pronto (Ready) (DTR) – Este é o pino de controle master para os dispositivos externos. e quando ele está ligado (1), o dispositivo externo não pode transmitir ou receber dados.
- Conjunto de Dados Pronto (Ready) (DSR) – Tipicamente, os dispositivos externos possuem este pino permanentemente desligado “0” sendo que um CLP basicamente utiliza este pino para determinar se o dispositivo externo está ligado e pronto para comunicação.

9 Pinos	25 Pinos	Finalidade
1	1	Terra ou GND do Chassi do Dispositivo
2	3	Recepção de Dados (RD)
3	2	Transmissão de Dados (TD)
4	20	Terminal de Dados Pronto (Ready) (DTR)
5	7	Terra ou GND do Sinal
6	6	Conjunto de Dados Pronto (Ready) (DSR)
7	4	Requisição para Enviar (RTS)
8	5	Limpar para Enviar (CTS)
9	22	Indicador de Campainha (RI) *somente para modems

Tipos de Interfaces

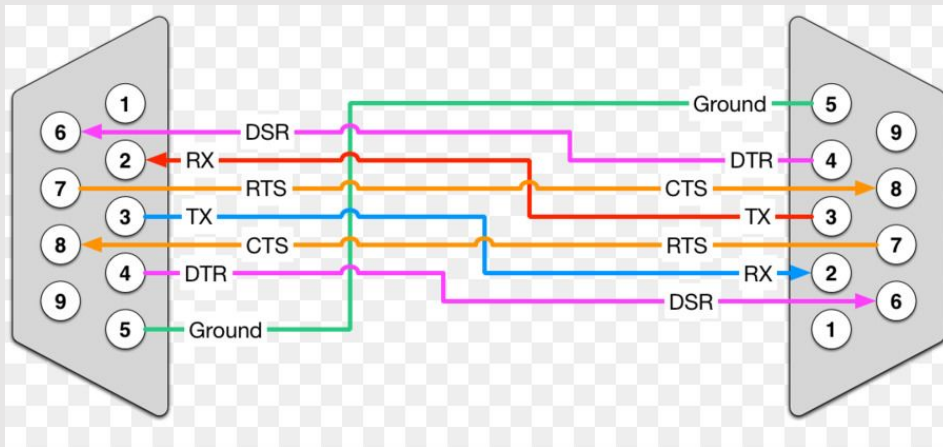
- RS-232 (Também conhecido como EIA RS232c ou V.24)
 - Finalidade de cada pino nos 2 diferentes conectores na comunicação RS232
- Requisição para Enviar (RTS) – Este é basicamente um pino para negociação. Quando o CLP precisa enviar dados para um dispositivo externo, ele seta este pino em “0” e diz “Estou querendo enviar dados para você, ok? O dispositivo externo então diz Ok para o CLP enviar os dados setando o pino CTS (limpar para enviar) em “0”. O CLP então envia os dados.
- Limpar para Enviar (CTS) – Este é o outro lado da negociação e como observado acima, o dispositivo seta este pino em “0” quando ele estiver pronto para receber os dados.
- Indicador de Campainha (RI) somente para modems – Este pino é utilizado apenas quando o CLP está conectado em um modem.

9 Pinos	25 Pinos	Finalidade
1	1	Terra ou GND do Chassi do Dispositivo
2	3	Recepção de Dados (RD)
3	2	Transmissão de Dados (TD)
4	20	Terminal de Dados Pronto (Ready) (DTR)
5	7	Terra ou GND do Sinal
6	6	Conjunto de Dados Pronto (Ready) (DSR)
7	4	Requisição para Enviar (RTS)
8	5	Limpar para Enviar (CTS)
9	22	Indicador de Campainha (RI) *somente para modems



Tipos de Interfaces

- RS-232 (Também conhecido como EIA RS232c ou V.24)
 - Finalidade de cada pino nos 2 diferentes conectores na comunicação RS232



Tipos de Interfaces

- Interface V.35
 - Aplicações exclusivamente síncronas
 - Velocidades acima de 48Kbps e até 2Mbps
 - Grupo de sinais de dados e Sincronismo São diferenciais (V.35)
 - Grupo de sinais de controle não diferenciais (V.28)
 - Conector padrão M.34 (ISO2593)



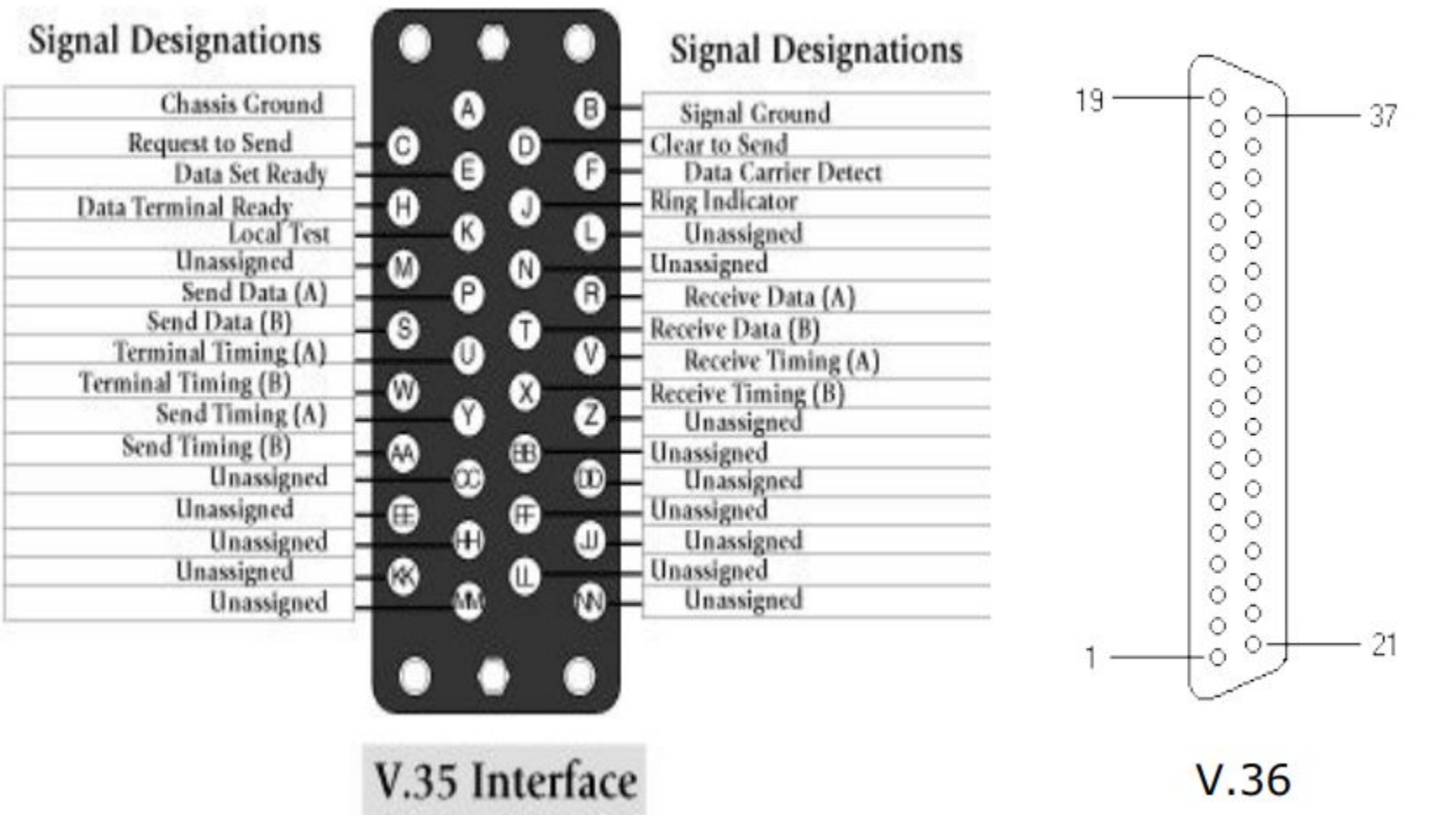
Tipos de Interfaces

- Interface V.36
 - Aplicações exclusivamente síncronas em ambientes ruidosos
 - Velocidades acima de 48Kbps e até 2Mbps (RS449)
 - Exceto os grupos de teste, os demais sinais são diferenciais (V.11)
 - Conector padrão DB37 (ISO4902)



Tipos de Interfaces

- Interface V.35/V.36
 -



Tipos de Interfaces

● Interface V.35

PINO M34 ISO2593	PINO DB25 ISO2110	PINO DB25 TELERÁS	Circuito (CT)	SINAL	ORIGEM	FUNÇÃO
A	1	1	101	P.GND	-	TERRA DE PROTEÇÃO
B	7 23	13	102a 102b	S.GND	-	TERRA DIGITAL
P S	2 14	2 15	103	SDa SDb	DTE	DADOS TRANSMITIDOS
R T	3 16	4 17	104	RDa RDb	DCE	DADOS RECEBIDOS
C	4	5	105	RS	DTE	PEDIDO PARA TRANSMITIR
D	5	7	106	CS	DCE	PRONTO PARA TRANSMITIR
E	6	9	107	DM	DCE	MODEM PRONTO
H	20	-	108	DT	DTE	TERMINAL PRONTO
F	8	10	109	RR	DCE	PORTADORA DETECTADA
U W	24 11	11 24	113	TTa TTb	DTE	RELÓGIO DE TRANSMISSÃO EXTERNO
Y AA/aa	15 12	3 16	114	STa STb	DCE	RELÓGIO DE TRANSMISSÃO
V X	17 9	6 19	115	RTa RTb	DCE	RELÓGIO DE RECEPÇÃO

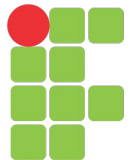
Interface V.36

PINO DB37 ISO4902	PINO DB25 ISO2110	PINO DB25 TELERÁS	Circuito (CT)	SINAL	ORIGEM	FUNÇÃO
1	1	1	101	P.GND	-	TERRA DE PROTEÇÃO
19 20	7 23	13	102a 102b	S.GND a S.GND b	-	TERRA DIGITAL (DE SINAL)
4 22	2 14	2 15	103a 103b	Sda SDb	DTE	DADOS TRANSMITIDOS
6 24	3 16	4 17	104a 104b	RDa RDb	DCE	DADOS RECEBIDOS
7 25	4 19	5 18	105a 105b	RSa RSb	DTE	PEDIDO PARA TRANSMITIR
9 27	5 13	7 20	106a 106b	CSa CSb	DCE	PRONTO PARA TRANSMITIR
11 29	6 23	9 21	107a 107b	Dma DMb	DCE	MODEM PRONTO
12 30	- -	- -	108a 108b	DTa DTb	DTE	TERMINAL PRONTO
13 31	8 10	10 22	109a 109b	RRa RRb	DCE	PORTADORA DETECTADA
17 35	24 11	11 24	113a 113b	TTa TTb	DTE	RELÓGIO DE TRANSMISSÃO EXTERNO
5 23	15 12	3 16	114a 114b	STa STb	DCE	RELÓGIO DE TRANSMISSÃO
8 26	17 9	6 19	115a 115b	RTa RTb	DCE	RELÓGIO DE RECEPÇÃO

Tipos de Interfaces

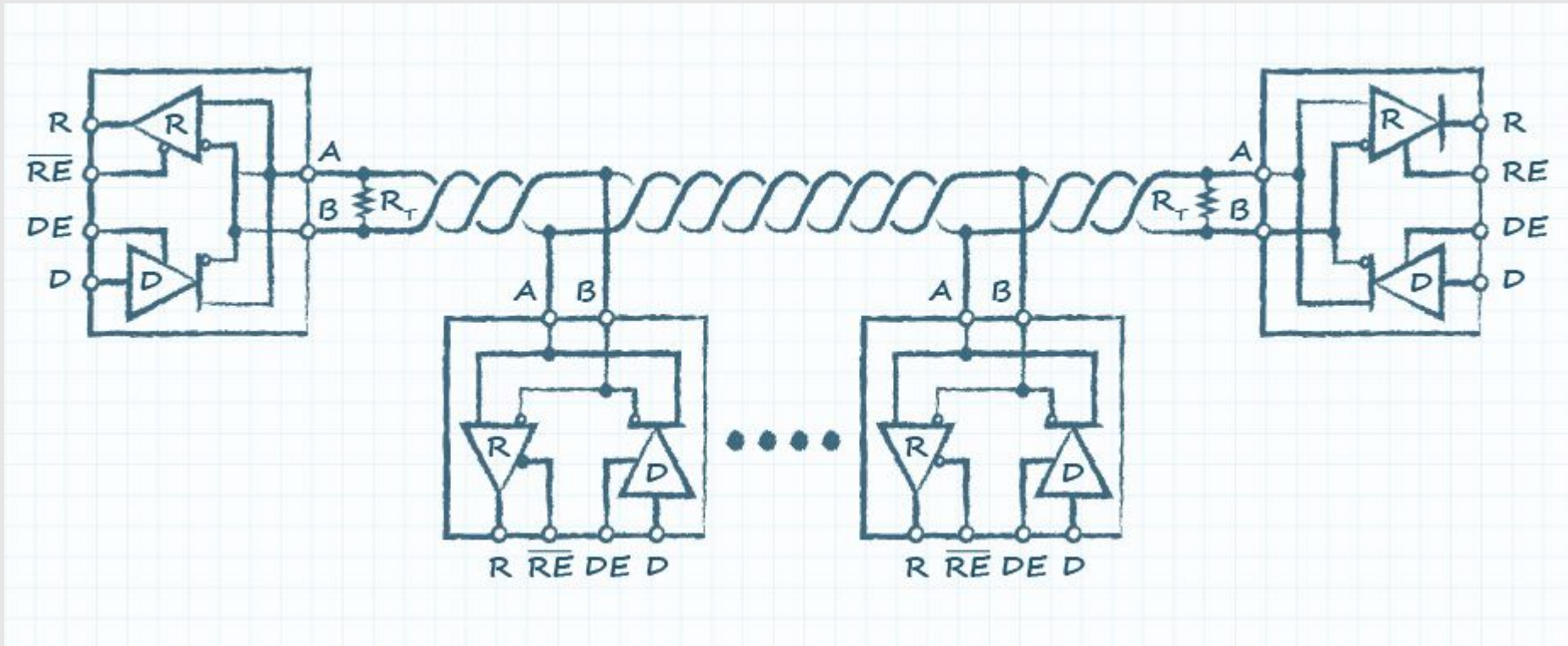
- Interface RS485

- Sinais diferenciais balanceados com saída tri-state.
- Conectada em barramento de 2 (half-duplex) ou 4 fios (full) com até 4000 pés (1219,2 metros).
- Obrigatório o uso de protocolos para endereçar os dispositivos.
- Adequada para redes multiponto com até 32 dispositivos em 2 fios com driver padrão (utilizando repetidores ou drivers especiais é possível muito mais!)
- ■ Possibilidade de criação de redes locais.



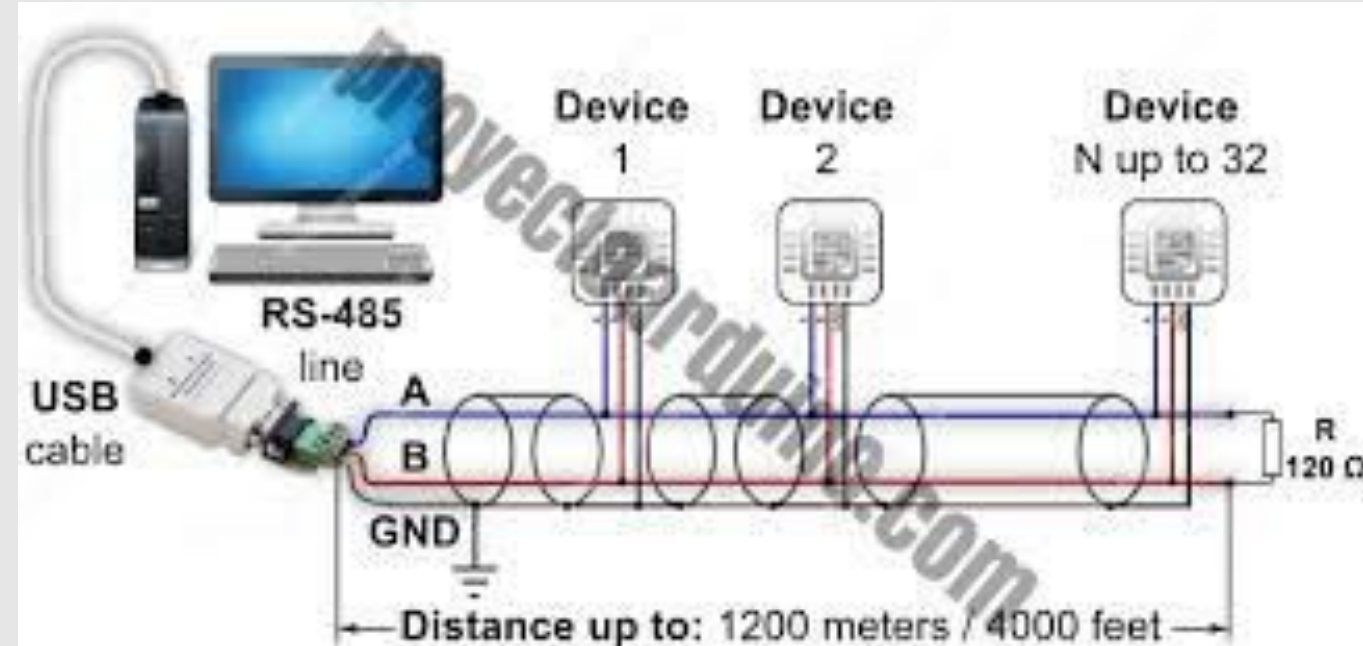
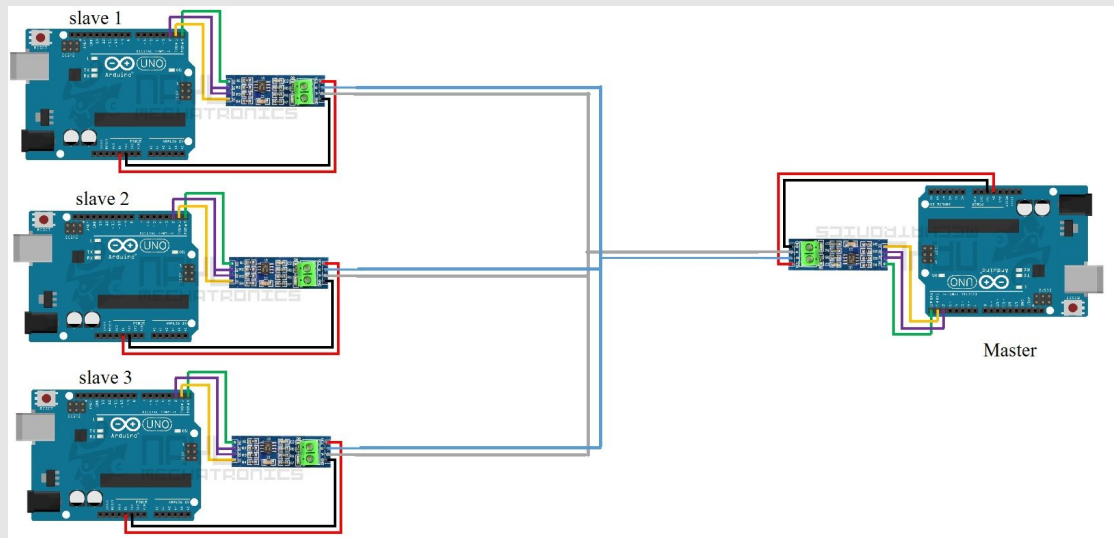
Tipos de Interfaces

- Interface RS485



Tipos de Interfaces

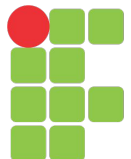
- Interface RS485



Tipos de Interfaces

- Interfaces Digitais

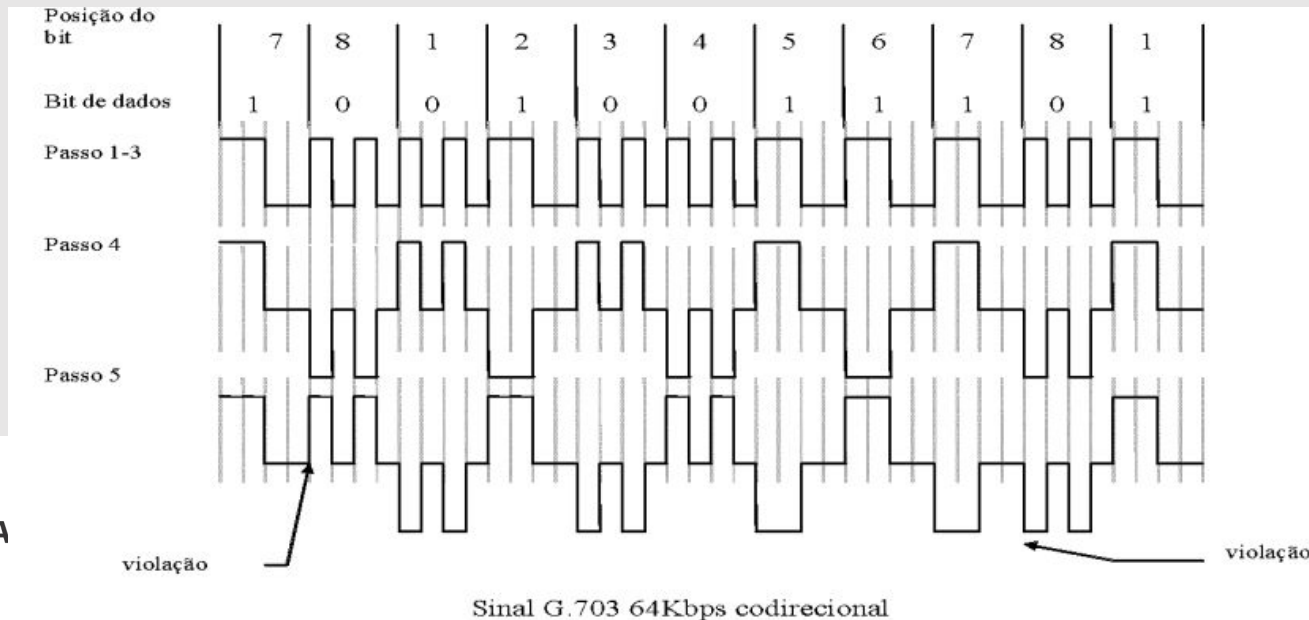
SPECIFICATIONS	RS232	RS423	RS422	RS485
Mode of Operation	SINGLE -ENDED	SINGLE -ENDED	DIFFERENTIAL	DIFFERENTIAL
Total Number of Drivers and Receivers on One Line	1 DRIVER 1 RECVR	1 DRIVER 10 RECVR	1 DRIVER 10 RECVR	32 DRIVER 32 RECVR
Maximum Cable Length	50 FT.	4000 FT.	4000 FT.	4000 FT.
Maximum Data Rate (40ft. - 4000ft. for RS422/RS485)	20kb/s	100kb/s	10Mb/s-100Kb/s	10Mb/s-100Kb/s
Maximum Driver Output Voltage	+/-25V	+/-6V	-0.25V to +6V	-7V to +12V
Driver Output Signal Level (Loaded Min.)	+/-5V to +/-15V	+/-3.6V	+/-2.0V	+/-1.5V
Driver Output Signal Level (Unloaded Max)	+/-25V	+/-6V	+/-6V	+/-6V
Driver Load Impedance (Ohms)	3k to 7k	>=450	100	54
Max. Driver Current in High Z State	N/A	N/A	N/A	+/-100uA
Max. Driver Current in High Z State	+/-6mA @ +/-2v	+/-100uA	+/-100uA	+/-100uA
Slew Rate (Max.)	30V/uS	Adjustable	N/A	N/A
Receiver Input Voltage Range	+/-15V	+/-12V	-10V to +10V	-7V to +12V
Receiver Input Sensitivity	+/-3V	+/-200mV	+/-200mV	+/-200mV
Receiver Input Resistance (Ohms), (1 Standard Load)	3k to 7k	4k min.	4k min.	>=12k



Tipos de Interfaces

- Interface G.703

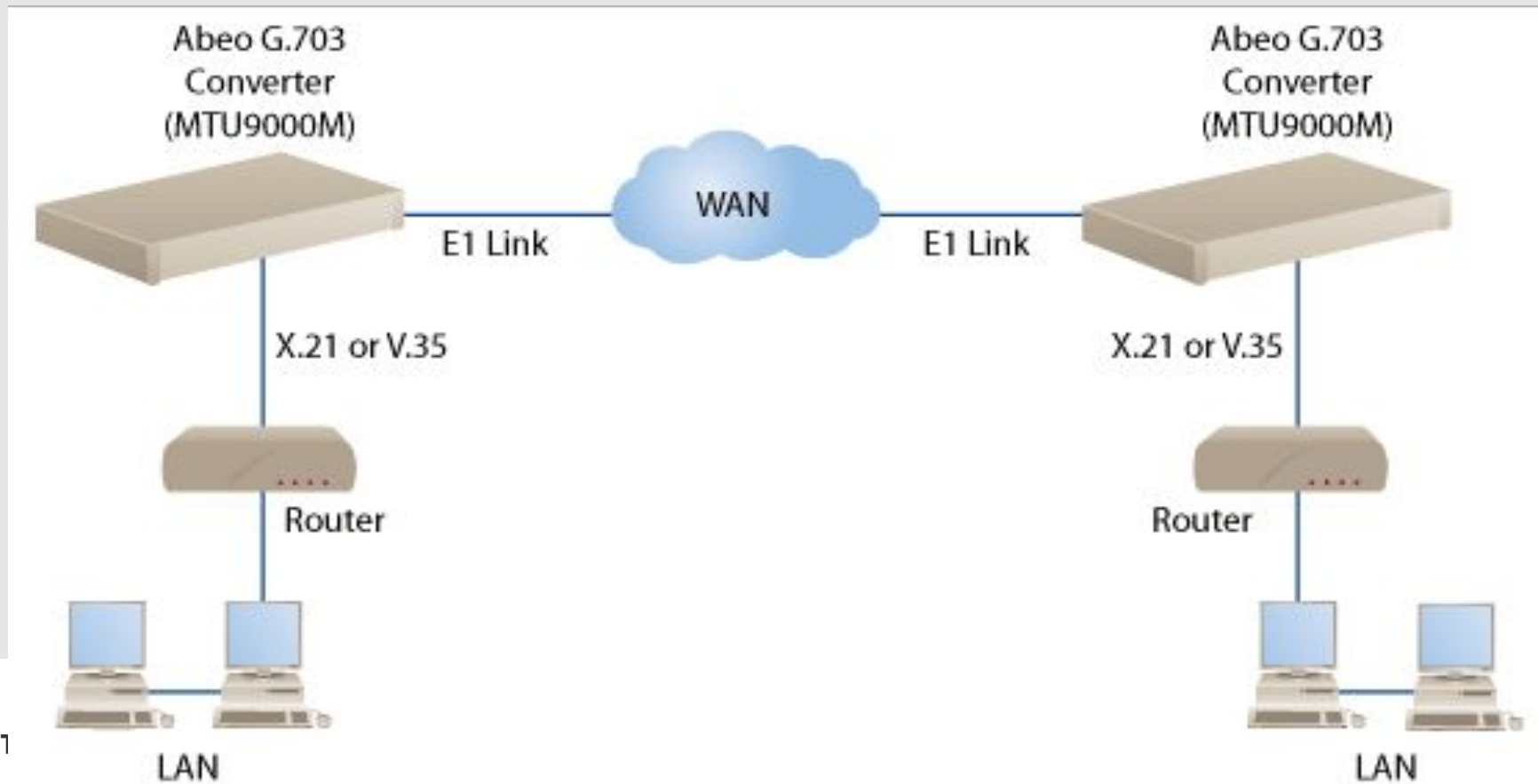
- Um único sinal codificado em cada par de fios de entrada/saída = Interface mecânica simplificada!
 - Usa código HDB3 para 2Mbps (75Ω)
 - Exemplo do padrão codirecional para 64Kbps (120Ω)



Tipos de Interfaces

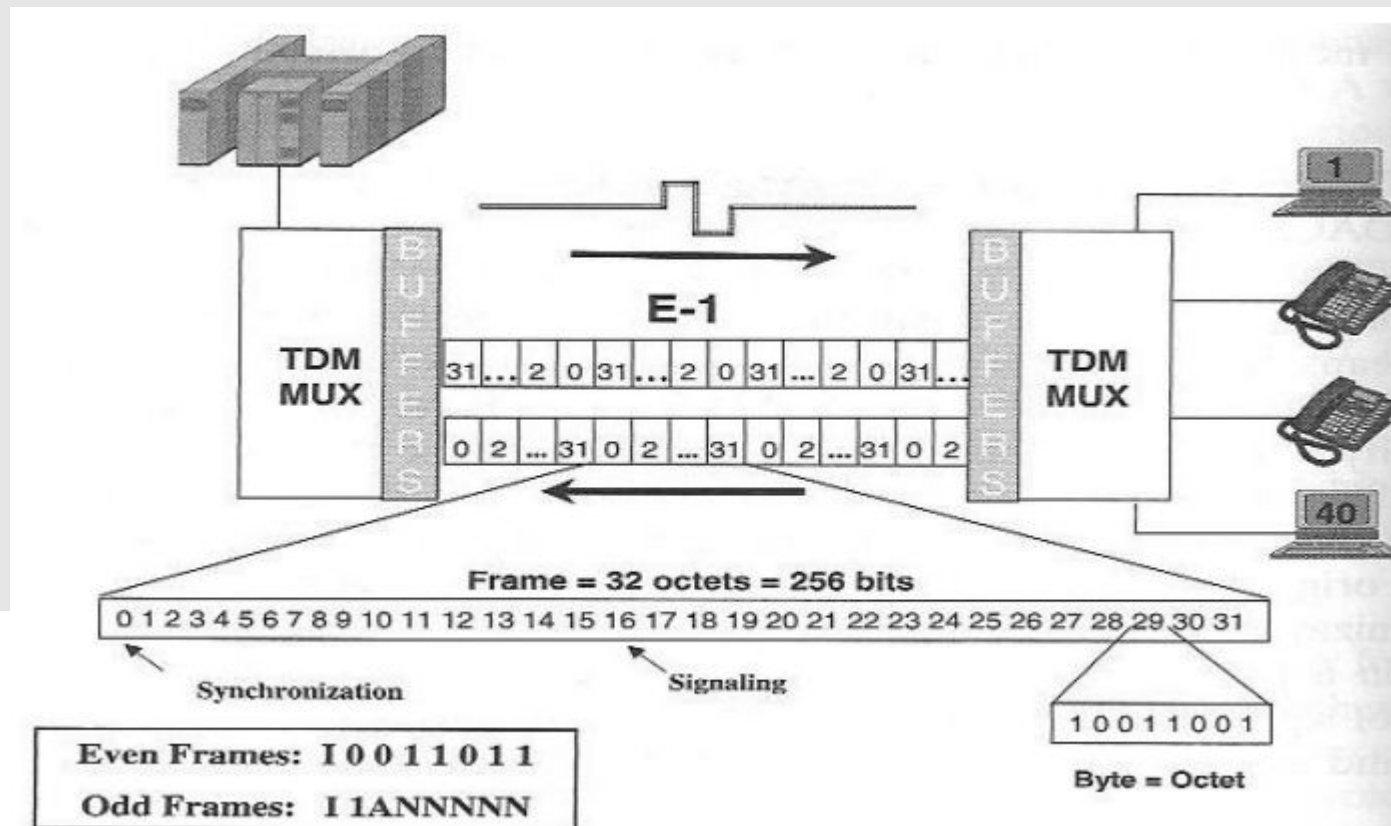
- Interface G.703

-



Tipos de Interfaces

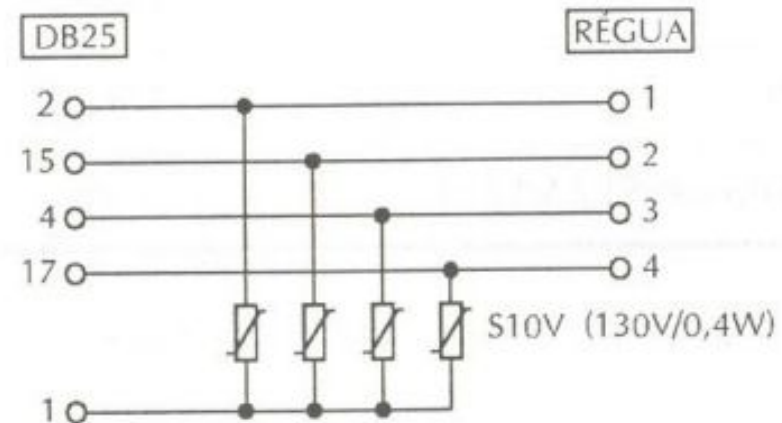
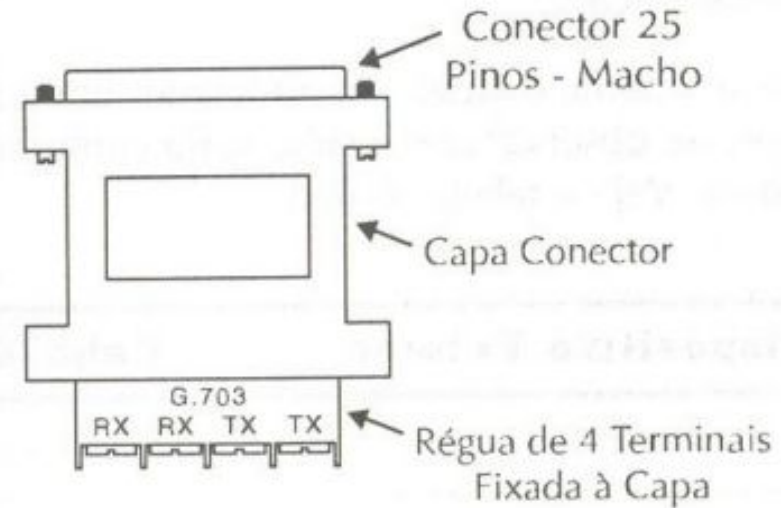
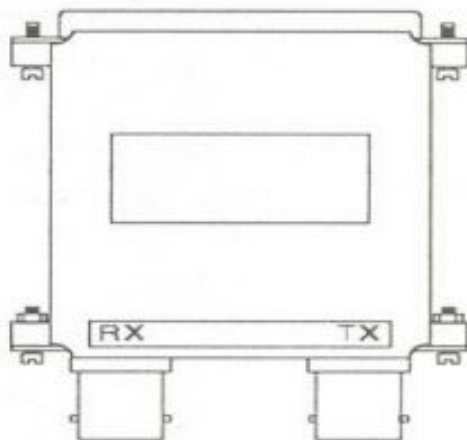
- Padrão G.704 define estrutura do sinal multiplexado
 - 32 canais de 64 kbps – quadro 32bytes – 125us, ciclo 4ms
 - As duas normas juntas G703/G704 são conhecidas como E1



Tipos de Interfaces

- Padrões mecânicos G.703

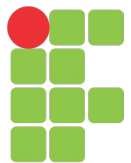
INTERLIGAÇÃO	
DB25	COAXIAL
4	CONDUT CN 1
17	MALHA CN 1
2	CONDUT CN 2
15	MALHA CN 2



Tipos de Interfaces

- Cabos lógicos

- Devem interligar adequadamente cada par de equipamentos respeitando basicamente:
 - Não ligar pinos de origem com outros de origem
 - Não ligar pinos de destino com outros de destino
 - Operação funcional do par origem/destino
- Cabos acima de 15m devem possuir malha ou fita de blindagem
- Para interfaces com sinais diferenciais cabos devem ser preferencialmente pareados (especialmente se $> 15m$).
- Utilizar a quantidade de pinos (pinout) realmente necessária na ID.



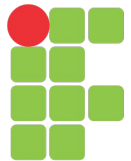
Interfaces de comunicação de dados

- **Dúvidas?**



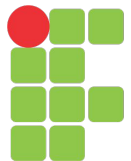
Algoritmos de detecção e correção de erros

- Um sistema de computação funciona em função da transferência de informação desde o nível de circuito integrados até aos níveis mais altos, como por exemplo gravação no disco ou comunicação entre computadores.
- Está sujeito a diversos erros, como os causados por interferências electromagnéticas, envelhecimento de componentes, curto-circuitos, etc.



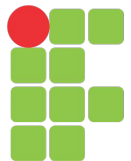
Algoritmos de detecção e correção de erros

- Características dos erros
 - São inevitáveis em qualquer sistema de comunicação real;
 - A distribuição dos erros não é homogênea: bits isolados ou em “rajadas” (bursts) de erros, com 8 ou mais bits sucessivos errados;
 - Deve-se levar em conta o meio físico de transmissão de dados, para incluir maior ou menor redundância na transmissão, a fim de garantir que a informação recebida seja confiável.



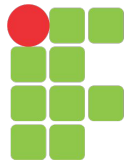
Algoritmos de detecção e correção de erros

- Características dos erros
 - Possíveis abordagens no tratamento de erros:
 - Ignorar o erro;
 - Eco (transmissão à origem de reflexos dos dados recebidos);
 - Sinalizar o erro;
 - Detectar e solicitar a retransmissão em caso de erro;
 - Detectar e corrigir os erros na recepção de forma automática;



Algoritmos de detecção e correção de erros

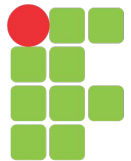
- Códigos de Detecção de Erros
 - Detectar um erro é uma tarefa mais simples do que detectar e corrigir;
 - Nem sempre é possível solicitar uma retransmissão;
 - Todos os métodos utilizam a inserção de bits extras; (Esses bits podem ser obtidos a partir da informação original e o receptor recalcula os bits extras)
 - Um método ineficiente mas muito utilizado para detectar erros é a Paridade;
 - Um método mais eficiente é o uso de um código polinomial ou CRC (Cyclic Redundancy Check);



Algoritmos de detecção e correção de erros

- **Paridade**

- Consiste basicamente no acto do transmissor adicionar um bit de redundância após um determinado número de bits (normalmente um byte):
 - nº par de 1's -> paridade par.
 - nº impar de 1's -> paridade impar.
- 000, 011, 101, 110 -> são mensagens transmitidas sem erro, tendo em conta que o último bit é o de paridade



Algoritmos de detecção e correção de erros

- **Paridade**

- Exemplos

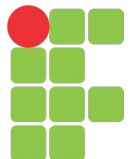
- O caracter A no código ASCII é representado por 1000001

- O bit P de paridade é calculado e transmitido:

- 1000001P -> nº par de 1's -> P = 0 (paridade **par**), logo transmite-se 1000001**0**

- O receptor calcula a paridade da mensagem e compara-a com o bit P recebido:

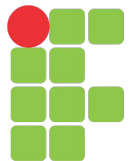
- P = paridade -> transmissão correta



Algoritmos de detecção e correção de erros

- **Paridade**

- Este processo pode ser vulnerável se houver mais do que um erro, permitindo assim que este passe até ao destino sem ser identificado.
 - Exemplo: 11010010 – devolve valor 0 mas existe erro.
- Usada em muitas aplicações de hardware (onde uma operação pode ser repetida em caso de dificuldade, ou onde é útil a simples detecção de erros).
 - Exemplo: Bus PCI e SCSI

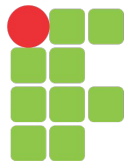


Algoritmos de detecção e correção de erros

- **Polinômio gerador (CRC)**

- CRC (Cyclic Redundancy Check)

- Esquema mais eficiente
- Emissor/receptor concordam num polinómio gerador $G(x)$, em que quanto maior for o seu grau maior será a capacidade de detecção de erros.
- Neste polinómio tanto o bit de maior ordem quanto o de menor ordem devem ser iguais a 1.
- Palavra inicial de k bits é representado por um polinómio de X de ordem $k-1$.
- palavra inicial = 10110001
- polinómio = $X^7 + X^5 + x^4 + 1$

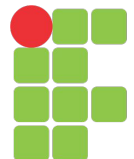


Algoritmos de detecção e correção de erros

- **Polinômio gerador (CRC)**

- CRC (Cyclic Redundancy Check)

- Execução: o polinômio $p(x)$ é representado pela palavra inicial somada aos bits de paridade e deve ser divisível por $G(x)$;
 - O receptor tenta dividir $p(x)$ por $G(x)$. Se houver resto $\neq 0$, houve um erro de transmissão;
 - Se houver um erro, em vez de se receber o polinômio $T(x)$, recebe-se $T(x)+E(x)$;
 - Cada bit 1 em $E(x)$ corresponde a um bit invertido;
 - $T(x)/G(x)$ é sempre zero, logo o resultado é $E(x)/G(x)$.



Algoritmos de detecção e correção de erros

- **Polinômio gerador (CRC)**

- CRC (Cyclic Redundancy Check)

- Exemplo

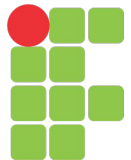
- $D(x) = 10110110$

- $G(x) = x^4 + x^3 + x^0 = 11001$

- O polinômio de 4º grau temos que adicionar 4 bits 0 a $D(x)$.

- Caso o receptor tiver recebido a seguinte mensagem

- 101101110111 a divisão pelo polinômio gerador não daria zero, como tal iria pedir a retransmissão da mensagem.



Algoritmos de detecção e correção de erros

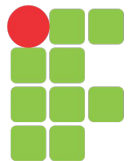
- **Dúvidas?**



Modelo em Camadas

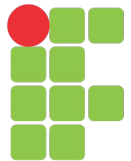
- Padronização de redes

- A conectividade em rede de computadores envolve meios de transmissão, conectores e equipamentos físicos, que formam o hardware de rede, e também protocolos de comunicação, que formam o software de rede.
- Durante os primeiros tempos das redes de computadores os diversos fabricantes trabalharam de forma separada no desenvolvimento de suas tecnologias, muitas delas incompatíveis entre si.
- Com o intuito de padronizar e permitir uma integração entre as diversas tecnologias, organismos internacionais de padronização definiram um modelo de referência para as redes de computadores, conhecido como modelo OSI (Open System Interconnection), com sete camadas de protocolos.



Modelo em Camadas

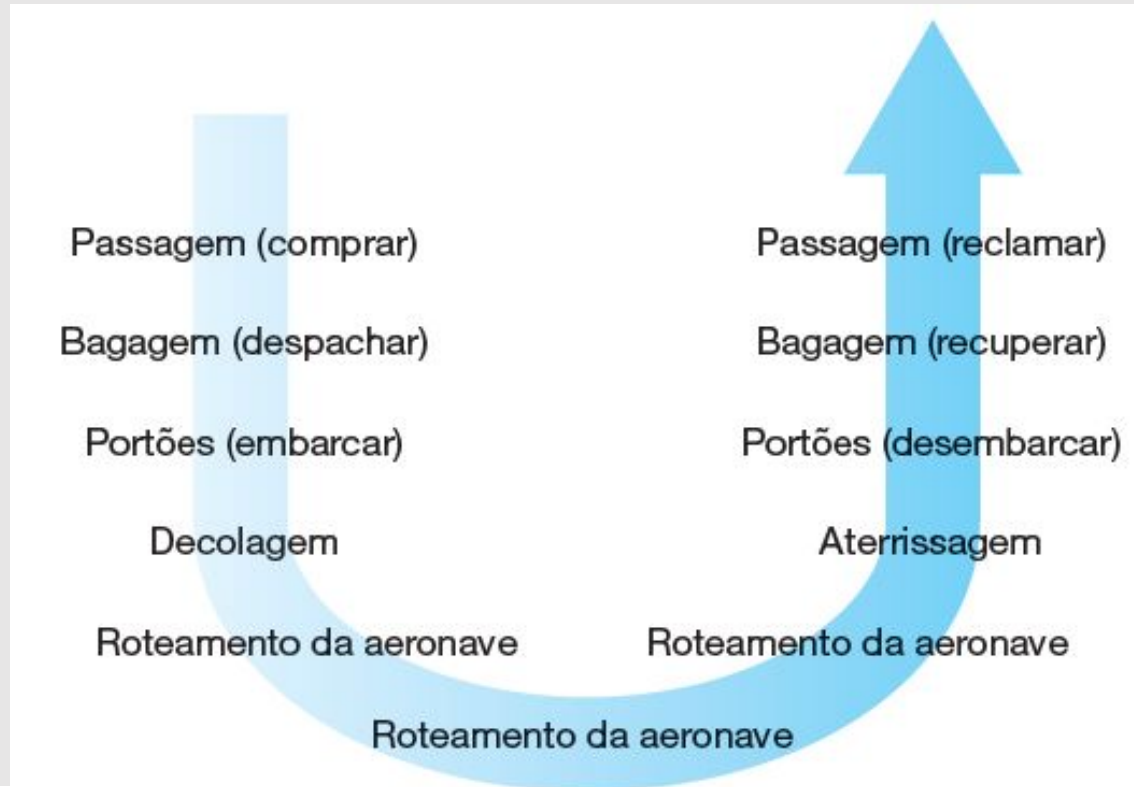
- Padronização de redes
- Alguns exemplos de regras definidas pelos protocolos de rede são:
 - Como a mensagem é formatada ou estruturada;
 - Como dispositivos de rede compartilham informações sobre rotas;
 - Como e quando mensagens de erro são passadas entre dispositivos;
 - A configuração e término das sessões de transferência de dados.
- Camadas
- Mensagens
- Segmentos
- Datagramas
- Quadros



Modelo em Camadas

- Arquitetura em camadas

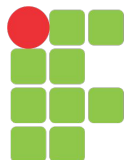
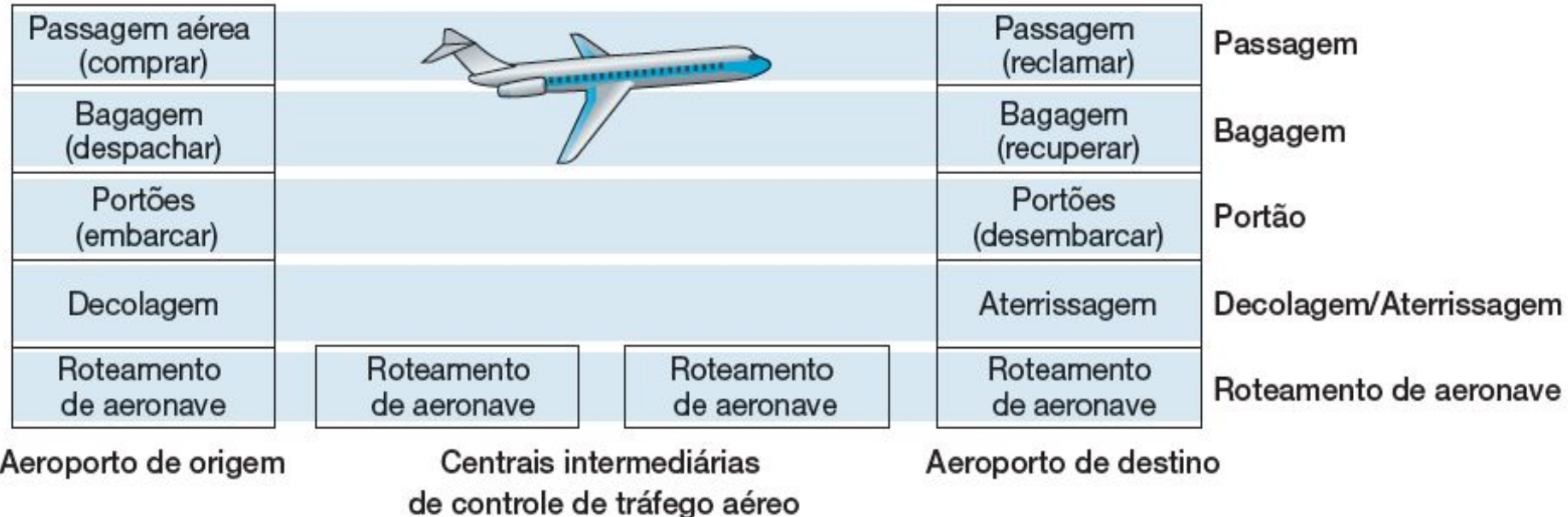
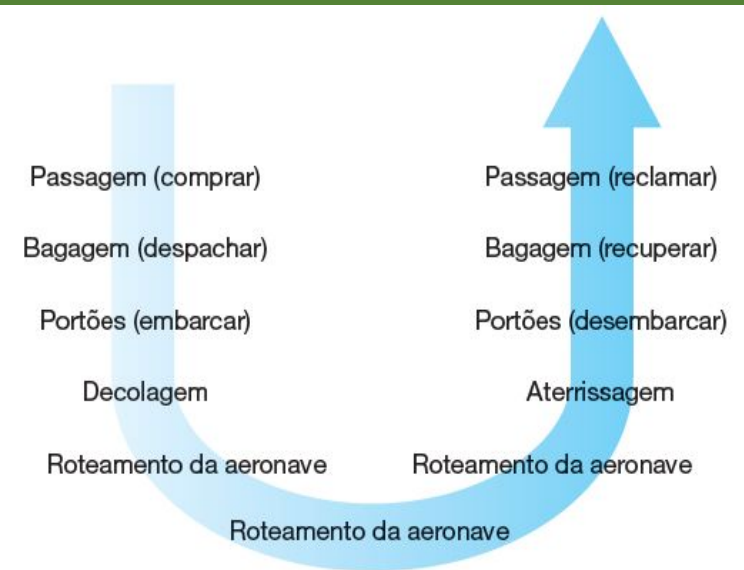
-



Modelo em Camadas

- Arquitetura em camadas

-



Modelo em Camadas

- Arquitetura em camadas
 - Pilha de Protocolos



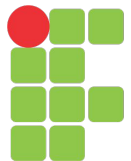
Modelo de Referência OSI



Modelo TCP/IP

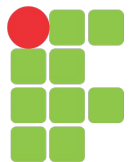
Modelo em Camadas

- Arquitetura em camadas
 - Pilha de Protocolos
 - **Principais Vantagens**
 - Reduz a complexidade do processo de comunicação, pois dividir um problema complexo em problemas menores nos possibilita chegar mais facilmente a uma solução;
 - Facilita o desenvolvimento de novos produtos ou a inclusão de novos serviços em qualquer camada, sem ter que alterar as restantes.



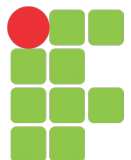
Modelo em Camadas

- Arquitetura em camadas
 - Pilha de Protocolos
 - **Camada de Aplicação**
 - É onde residem aplicações de rede e seus protocolos
 - Um protocolo de camada de aplicação é distribuído por diversos sistemas finais, e a aplicação em um sistema final utiliza o protocolo para trocar pacotes de informação com a aplicação em outro sistema final.
 - Chamaremos de **mensagem** a esse pacote de informação na camada de aplicação.



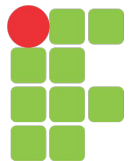
Modelo em Camadas

- Arquitetura em camadas
 - Pilha de Protocolos
 - **Camada de Transporte**
 - Carrega mensagens da camada de aplicação entre os lados do cliente e servidor de uma aplicação.
 - TCP
 - Provê serviços orientados a conexão para suas aplicações.
 - UDP
 - Provê serviço não orientado a conexão para suas aplicações.
 - **Segmento** é um pacote da camada de transporte.



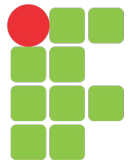
Modelo em Camadas

- Arquitetura em camadas
 - Pilha de Protocolos
 - **Camada de Rede**
 - É responsável por prover conectividade ao computador e selecionar caminhos para que os pacotes de dados possam trafegar.
 - O protocolo de camada de transporte da Internet (TCP ou UDP) em um hospedeiro de origem passa um segmento da camada de transporte e um endereço de destino à camada de rede.
 - Protocolo IP
 - O endereçamento IP permite que o dispositivo possa se conectar em uma mesma rede ou em redes diferentes.



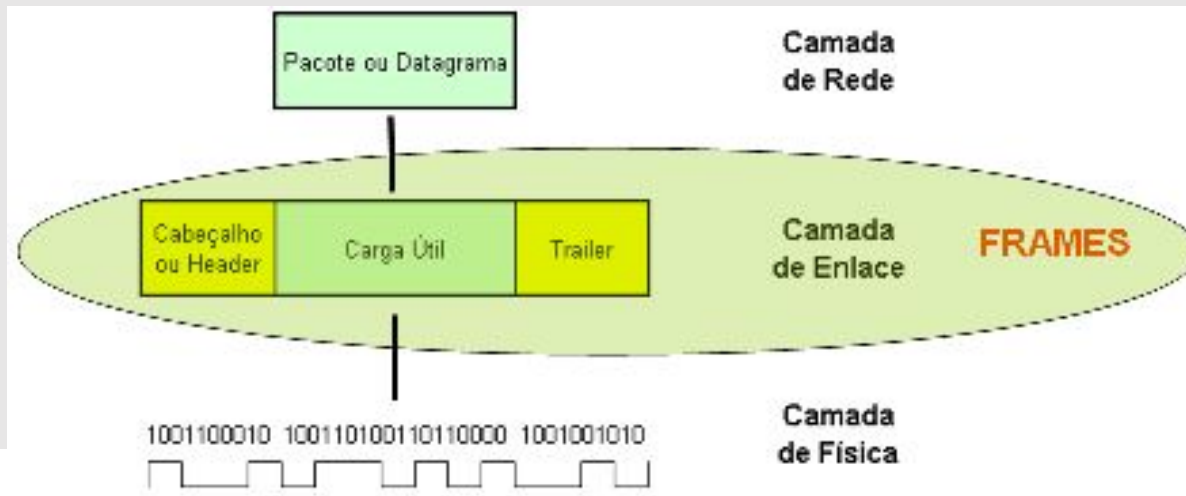
Modelo em Camadas

- Arquitetura em camadas
 - Pilha de Protocolos
 - **Camada de Enlace**
 - É responsável por rotear um datagrama por meio de uma série de roteadores entre a origem e o destino.
 - Os serviços prestados pela camada de enlace dependem do protocolo específico empregado no enlace. Por exemplo, alguns desses protocolos proveem entrega garantida entre enlaces, isto é, desde o nó transmissor, passando por um único enlace, até o nó receptor.



Modelo em Camadas

- Arquitetura em camadas
 - Pilha de Protocolos
 - **Camada de Enlace**
 - A unidade de dados é chamada de Quadro ou Frame



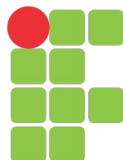
Modelo em Camadas

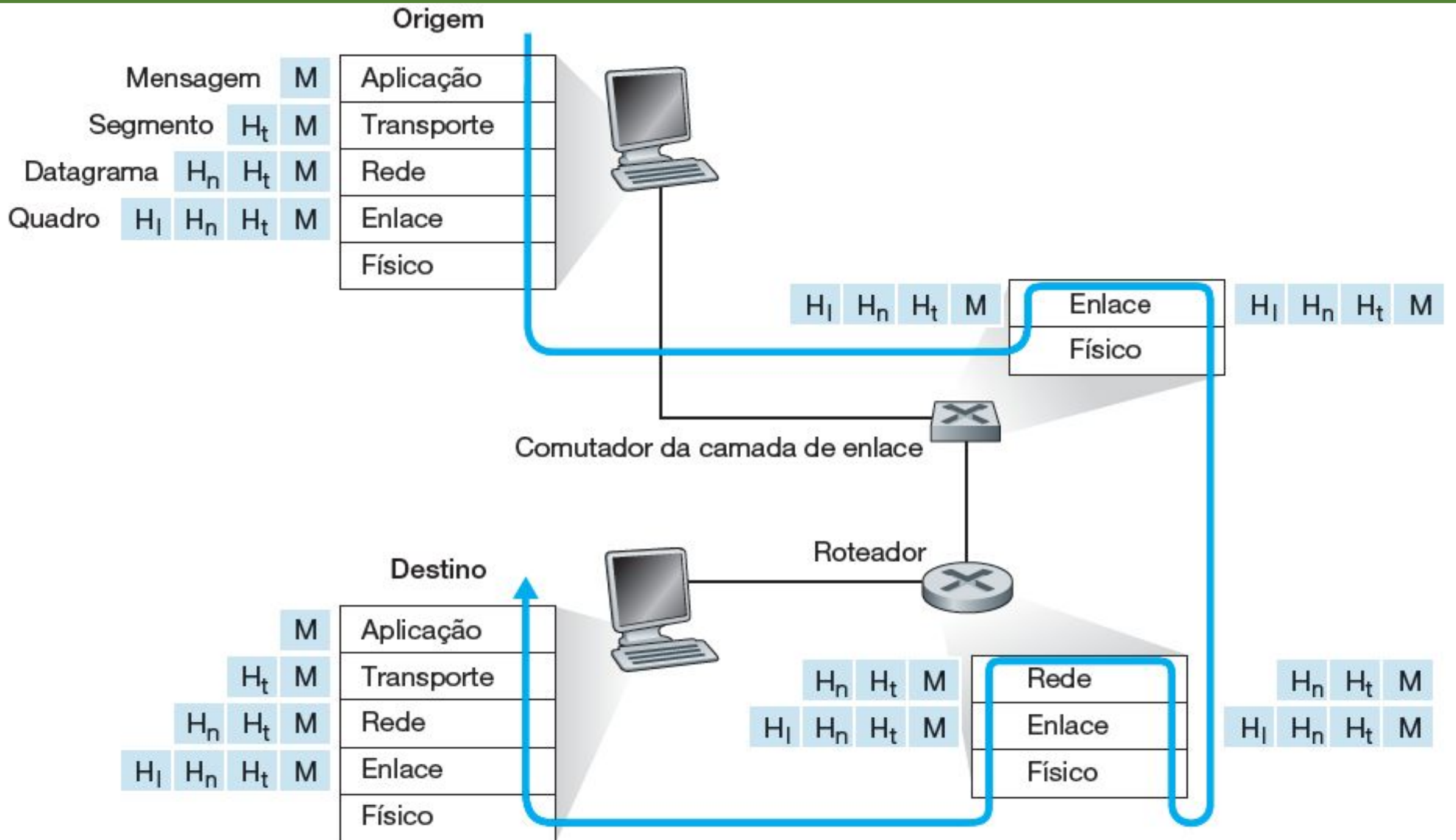
- Arquitetura em camadas
 - Pilha de Protocolos
 - **Camada de Física**
 - Tem como função movimentar os bits individuais que estão dentro do quadro de um nó para o seguinte.
 - Os protocolos nessa camada dependem do enlace e, além disso, do próprio meio de transmissão do enlace.
 - Fios de cobre trançado
 - Fibra ótica monomodal

Modelo em 7

- Resumo do M

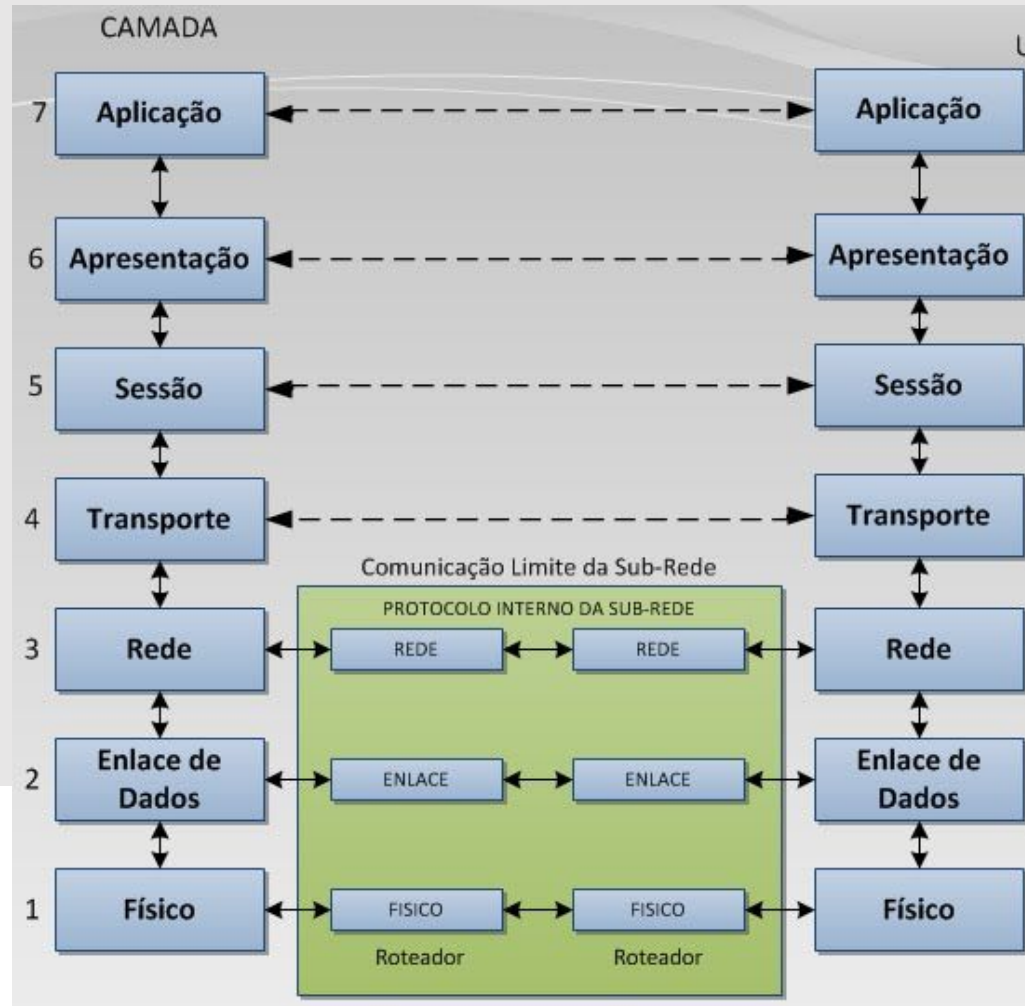
	Camadas	Protocolos	Função
1	Aplicação	HTTP, RTP, SMTP,FTP,SSH, Telenet, SIP, RDP, IRC, SNMP, NNTP, POP3, IMAP, BitTorrent, DNS...	Prover serviços de rede às aplicações
2	Apresentação	XDR, TLS...	Criptografia, codificação, compressão e formatos de dados
3	Sessão	NetBIOS...	Iniciar, manter e finalizar sessões de comunicação
4	Transporte	NetBEUI, TCP, UDP, SCTP, DCCP, RIP...	Transmissão confiável de dados, segmentação
5	Rede	IP, (IPv4, IPv6), Ipsec, ICMP, ARP, RARP, NAT	Endereçamento lógico e roteamento; Controle de tráfego
6	Enlace	Ethernet, IEEE 802. 1Q, HDLC, Token ring, FDDI, PPP, Swicth, Frame, relay, ATM...	Endereçamento físico; Transmissão confiável de quadros
7	Física	Modem, 802. 11 WIFI, RDIS, RS-232, EIA-422, RS-449, Bluetooth, USB, 10BASE-T, 100BASE, TX, ISDN, SONET, DSL...	Interface com meios de transmissão e sinalização





Modelo em Camadas

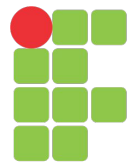
- Arquitetura em camadas
 - Encapsulamento
 -



Modelo em Camadas

- **Dúvidas?**





Comunicação de Dados

Próxima aula:

Protocolos de Acesso ao Meio