RCO2

Modems Digitais

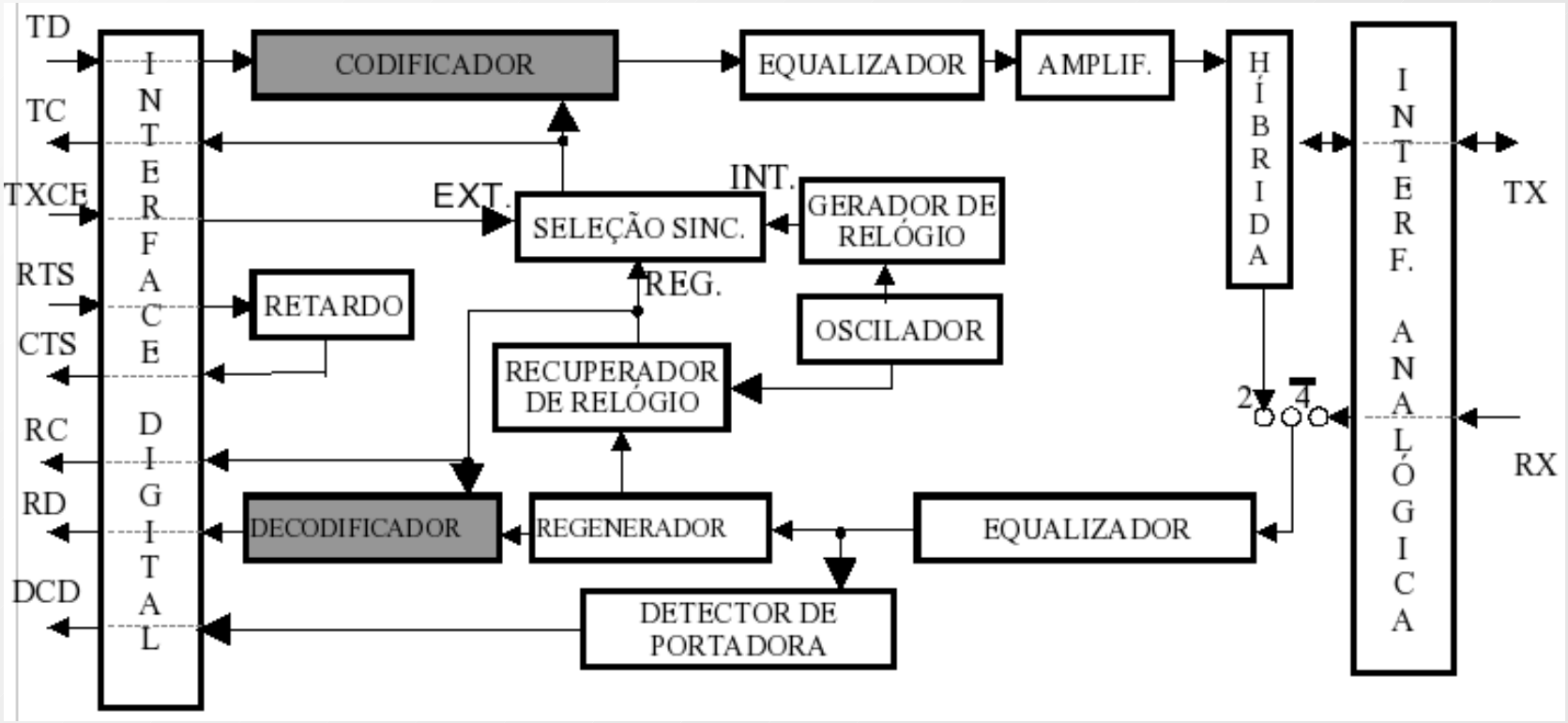
Modems Digitais

Modems (*MO*dulator / *DEM*odulator):

- Equipamentos para modulação ou codificação de sinais digitais
  - DCE do modelo básico de comunicação de dados
  - Faz a adaptação do sinal digital ao meio de transmissão
  - Provê o sincronismo para comunicação

Modems Digitais

- **Diagrama genérico de um modem digital**



Modems Digitais

- **Principais elementos do modem:**
  - ***Interface Digital (ID):*** interface com DTE; define um conjunto de sinais digitais de dados e controle
    - RS-232
    - V.35
    - V.36
    - G.703

Modems Digitais

- **Interface Digital (ID): sinais importantes**
  - ***TD (Tx Data):*** sinal de dados enviado pelo DTE
  - ***RD (Rx Data):*** sinal de dados recebido pelo DTE
  - ***TC (Tx Clock):*** relógio de transmissão a ser usado pelo DTE
  - ***TXCE (Tx Clock Ext.):*** relógio de transmissão externo informado pelo DTE
  - ***RC (Rx Clock):*** relógio de recepção usado pelo DTE
  - ***RTS (Ready To Send):*** DTE tem dados a transmitir
  - ***CTS (Clear to Send):*** DCE pode receber dados do DTE para transmitir
  - ***DCD (Data Carrier Detect):*** DCE detectou portadora na linha

Modems Digitais

- **Principais elementos do modem:**
  - ***Interface Analógica (IA):*** interface com o meio de transmissão
    - ***2 fios metálicos****:* half-duplex ou full-duplex com FDM (usa componente ***Híbrida*** do modem)
    - ***4 fios metálicos****:* full-duplex
    - ***8 fios metálicos !****:* full-duplex
    - ***Par de Fibras óticas****:* full-duplex
    - ***RF****:* half-duplex por natureza ...

Modems Digitais

- **Sincronismo: recepção do sinal no DTE B**
  - Modem B recebe o sinal da interface analógica
  - Modem B recupera o relógio usado para a transmissão do sinal pelo modem A
  - Modem B informa ao DTE B esse sinal de relógio, para que DTE B consiga entender os dados

Modems Digitais

- **Sincronismo: transmissão do sinal no modem A**
  - ***Relógio externo:*** modem A usa o sinal de relógio gerado pelo DTE A
  - ***Relógio interno:*** modem A usa seu sinal de relógio interno, e o informa ao DTE A
  - ***Relógio regenerado:*** modem A recupera o sinal de relógio a partir do sinal recebido na interface analógica, e o informa ao DTE A

Modems Digitais

- **Sincronismo: apenas uma fonte de relógio deve ser usada para a comunicação !**
  - Um dos modems deve usar relógio interno ou externo
  - Outro modem deve obrigatoriamente usar o relógio regenerado
    - Ex: modem A com relógio interno, e modem B com relógio regenerado (ou vice-versa)

Modems Digitais

- **Principais elementos do modem:**
  - ***Codificador e decodificador:*** efetua as conversões entre sinal digital original e sinal codificado
  - *Várias codificações usadas comumente:*
    - *HDB3* alta densidade bipolar
    - *2B1Q (modems HDSL)* High-bit-rate digital subscriber line
    - *AMI* bipolar
      text
    - *TC-PAM (modems SHDSL)* Symmetrical high-speed digital subscriber line
    - *QAM* (esta na verdade um tipo de modulação)
      - Ex: modems ADSL Asymmetric DSL: mais da banda é dedicada para downstream do que upstream

Conversão digital-analógica:
QAM (Modulação por amplitude na quadratura

Modems Digitais

- **Desempenho do modem digital:**
  - Alcance (distância) da transmissão
  - Taxa de bits
  - Taxa de erros (*BER*) aceitável
  - Maiores taxas de transmissão → menores distâncias

Ex: padrão Telebrás para fios 26 AWG e BER 50ppm

Velocidade	Alcance [Km]
600	30
1200	22
2400	16
4800	11
9600	8
19200	5,4

Modems Digitais

- **Desempenho do modem Digitel DT2048 SHDSL**

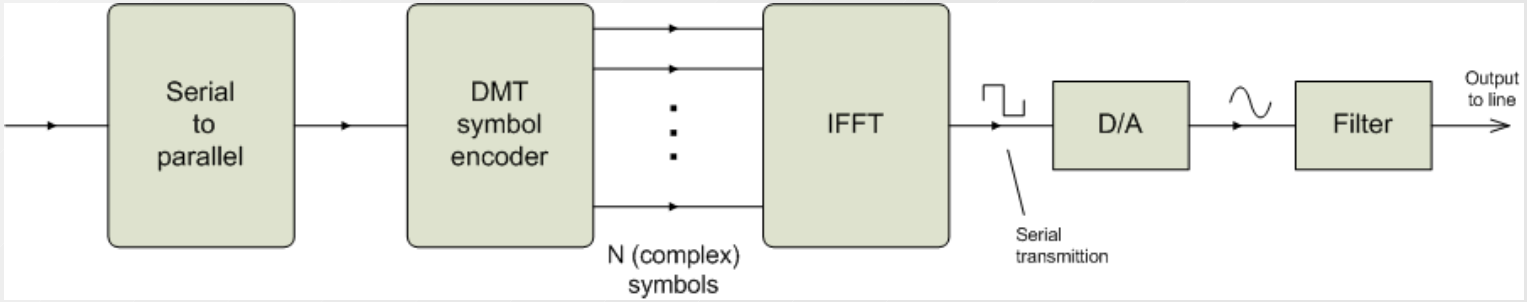
Velocidade	Alcance**	Velocidade	Alcance**
64 kbps	6500 m	1216 kbps	4100 m
128 kbps	6500 m	1280 kbps	4100 m
192 kbps	6500 m	1344 kbps	4050 m
256 kbps	6100 m	1408 kbps	4050 m
320 kbps	5750 m	1472 kbps	4050 m
384 kbps	5450 m	1536 kbps	4000 m
448 kbps	5250 m	1600 kbps	4000 m
512 kbps	5100 m	1664 kbps	4000 m
576 kbps	4950 m	1728 kbps	3950 m
640 kbps	4800 m	1792 kbps	3950 m
704 kbps	4650 m	1856 kbps	3950 m
768 kbps	4550 m	1920 kbps	3900 m
832 kbps	4450 m	1984 kbps	3900 m
896 kbps	4350 m	2048 kbps	3900 m
960 kbps	4250 m	2112 kbps	3800 m
1024 kbps	4200 m	2176 kbps	3800 m
1088 kbps	4150 m	2240 kbps	3800 m
1152 kbps	4150 m	2304 kbps	3800 m

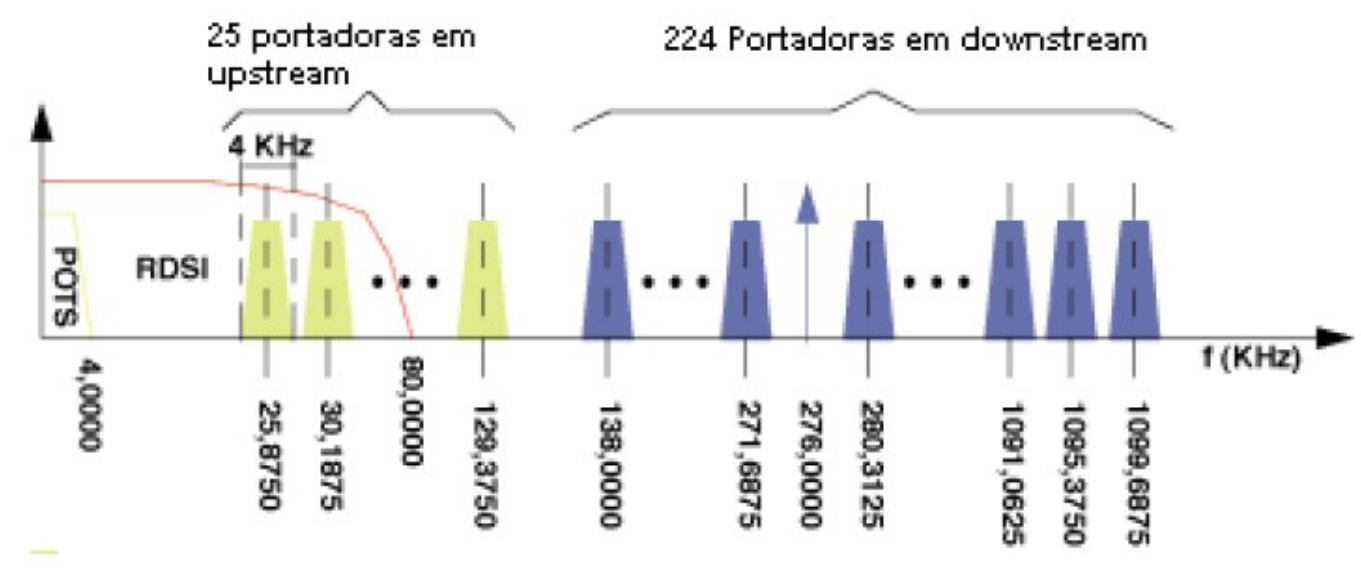
** Configurações default.*

*** Alcances determinados com linha de 0,4 mm sem ruído.*

Modems Digitais

- **Códigos (ou modulações) especiais para altas taxas de transmissão**
  - **DMT:** *Discrete Multi Tone*
    - Modulação multi-portadora (FDM)
    - Usada em modems xDSL (ex: ADSL e SHDSL)



Modems Digitais

- **DMT:** *Discrete Multi Tone (usado no aDSL)*
  - Múltiplos canais com largura de banda de 4 kHz
  - Cada canal modulado com QAM