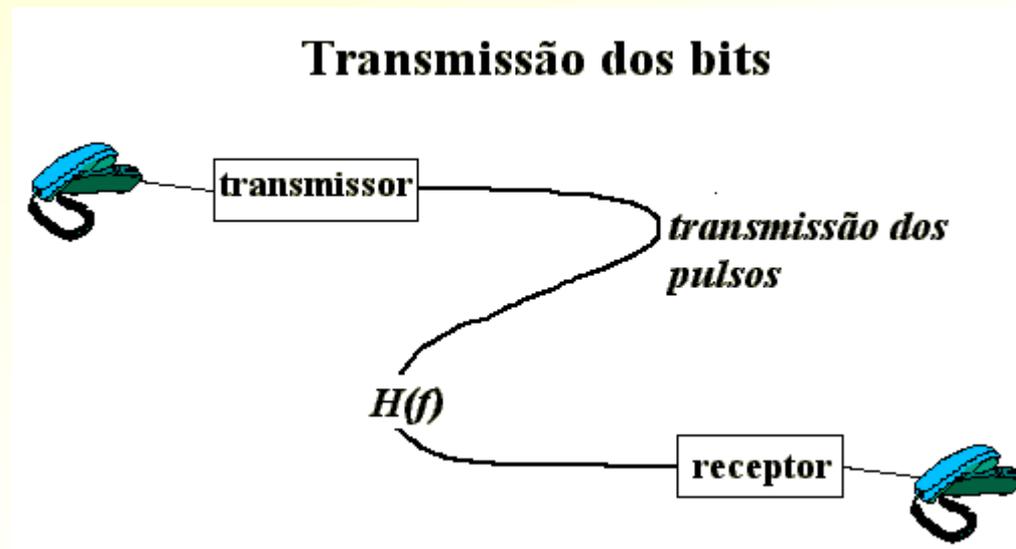
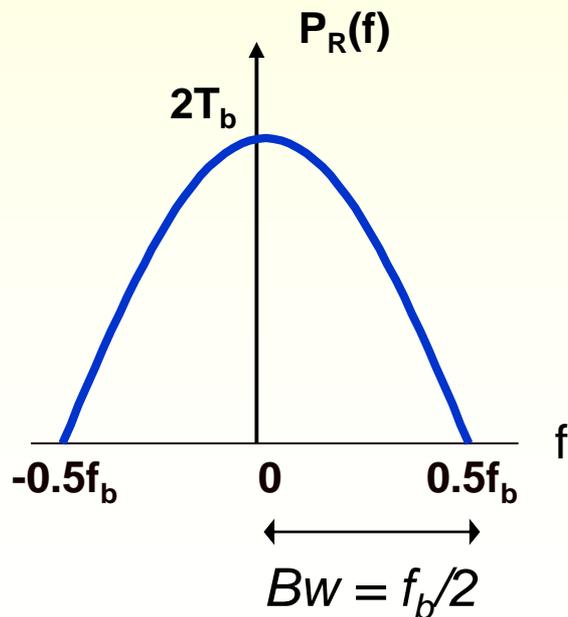


Sistemas de Resposta Parcial



1. Sistema Duobinário

- Também chamado de sistemas de resposta parcial.
- Anteriormente a ies era um fenômeno indesejável (degradação).
- Sistema duobinário: permite a introdução de uma quantidade controlada de ies.
- Benefício:** obtém-se largura de faixa mínima ($f_b/2$) para a transmissão dos dados.
- O sistema duobinário utiliza um pulso cujo espectro de amplitude tem a forma cossenoidal como abaixo:

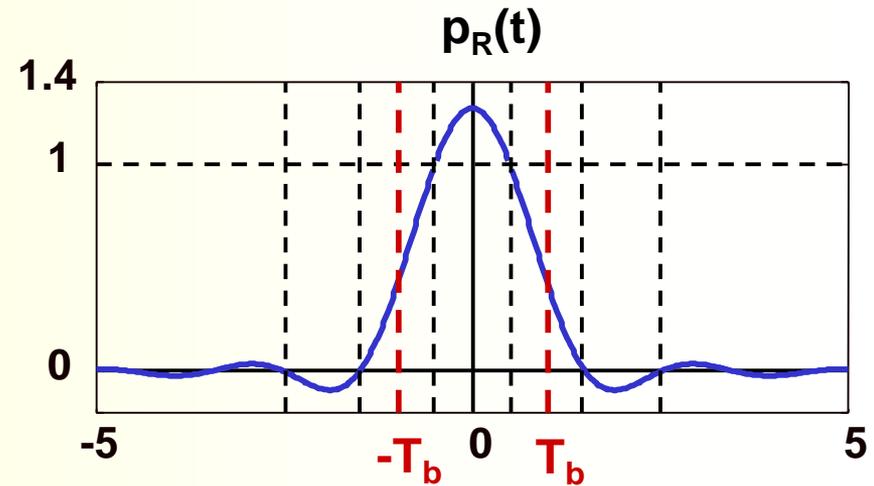


$$P_R(f) = \begin{cases} 2T_b \cos(\pi f T_b), & |f| \leq f_b / 2 \\ 0, & |f| > f_b / 2 \end{cases}$$



 No domínio do tempo tem-se que:

$$p_R(t) = \frac{4 \cos(\pi t / T_b)}{\pi 1 - (2t / T_b)^2}$$



Note que: $\{p_R(0) = 4/\pi\}$ e

$$\begin{cases} p_R(\pm T_b / 2) = 1 \\ p_R(\pm n T_b / 2) = 0, \quad n = 3, 5, \dots \end{cases}$$

 Neste sistema a decisão deve ser feita no ponto médio entre dois símbolos transmitidos:

 Os instantes de decisão serão: $T_a = mT_b - T_b/2$

 Seja $y(t)$ o trem de pulsos recebido. Desprezando o ruído tem-se:

$$y(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} a_k p_R(t - kT_b)$$



 Nos instantes de decisão: $T_a = mT_b - T_b/2$

$$y(mT_b - T_b/2) = \sum_k a_k p_R((m-k)T_b - T_b/2)$$

Válida para $k = m$ e $k = m-1$

 $k = m \Rightarrow p_R(-T_b/2) = 1$ $k = m-1 \Rightarrow p_R(T_b/2) = 1$

 Portanto:

$$y(T_a) = y(mT_b - T_b/2) = a_m + a_{m-1}$$

a ser detectado

interferência

 Somente o pulso precedente interfere no pulso atual.

 Portanto a ies é controlada.

 Admitindo que se conhece $a_{m-1} \Rightarrow$ pode-se reconhecer a_m .



📖 Considere pulsos polar [$\pm p(t)$]

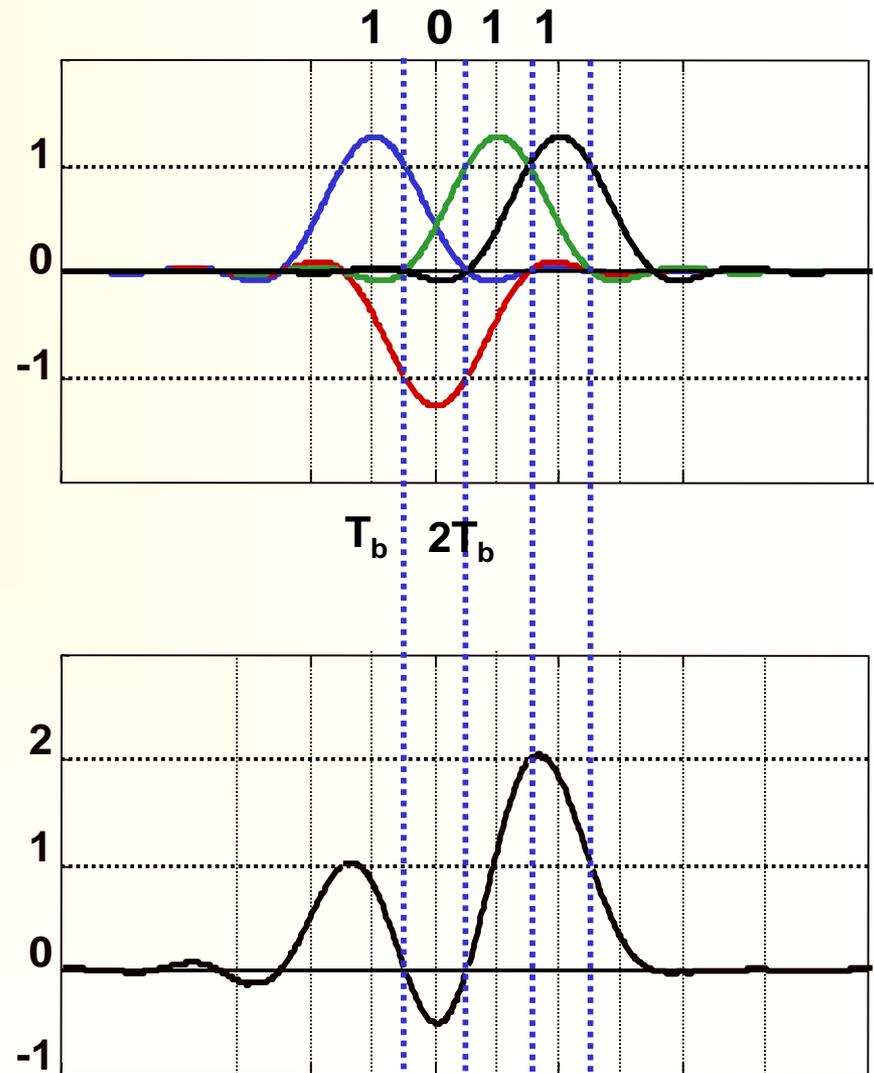
📖 Quando: “1” é seguido por “0” ou vice versa a tensão no ponto médio é nula.

⊠ Portanto dois dígitos de polaridades opostas são reconhecidos por uma tensão nula.

📖 Quando de tem dois “1” consecutivos as tensões se somam e no ponto médio tem-se o valor 2 (dobro da tensão).

📖 Quando de tem dois “0” as tensões se somam e no ponto médio tem-se o valor -2 .

📖 Figura ao lado a forma de onda resultante



Na decodificação:

- Existem três valores possíveis para as amostras: 2, 0 e -2.
- Se a valor da amostra no instante de decisão for 2 ou -2 então o dígito detectado será “1” ou “0”, respectivamente.
- Se o valor da amostra detectada for zero então o dígito detectado valerá “1” ou “0”, dependendo do dígito anterior valer “0” ou “1”.

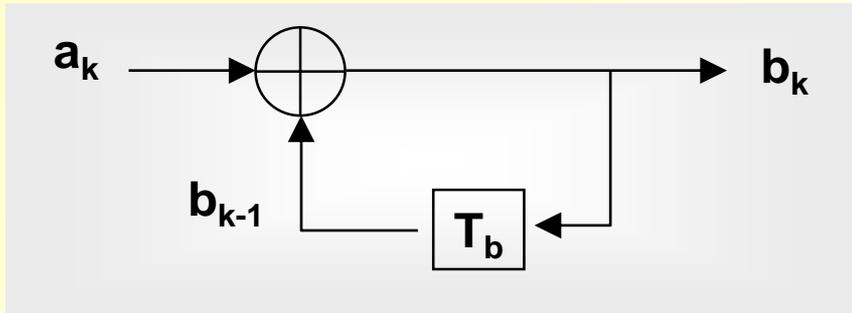
Pré-codificação

- Observe que: quando a amostra apresentar o valor zero o dígito detectado depende do anterior
- Portanto se ocorrer um erro no processo de detecção, ele pode se propagar.
- Uma maneira de se evitar esta propagação de erro é gerar uma nova seqüência b_k a partir através da seguinte regra:

$$b_k = a_k \oplus b_{k-1}$$

- onde o símbolo \oplus indica soma módulo 2 (ou exclusivo)





| a_k | \oplus | b_{k-1} | b_k |
|-------|----------|-----------|-------|
| 0 | | 0 | 0 |
| 0 | | 1 | 1 |
| 1 | | 0 | 1 |
| 1 | | 1 | 0 |

Se $a_k = 0$ então $b_k = b_{k-1} \Rightarrow$ dois símbolos consecutivos iguais $\Rightarrow a_k = 0 \Rightarrow$ nível de tensão ± 2 .

Se $a_k = 1$ então b_k será o complemento de $b_{k-1} \Rightarrow$ a k -ésima amostra terá o valor zero.

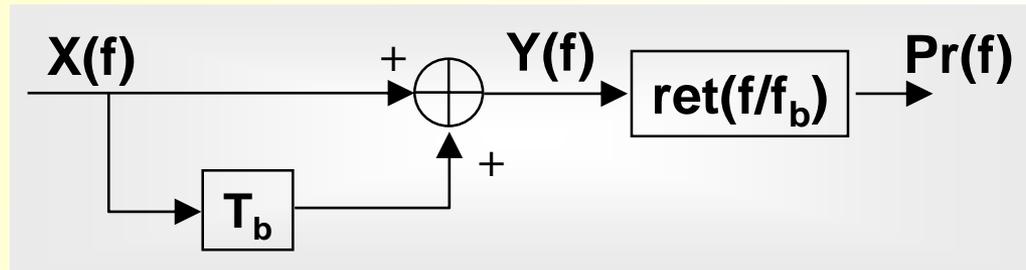
Regra de detecção

$$\begin{cases} a_k = 0 & \text{se } p_R(T_a) = \pm 2V \\ a_k = 1 & \text{se } p_R(T_a) = 0V \end{cases}$$

Observe que a propagação de erro foi eliminada pois, na detecção não se necessita mais do valor do dígito anterior.



Esquema de geração



$$Y(f) = X(f) + X(f)e^{-j2\pi f T_b}$$



$$H(f) = \frac{X(f)}{Y(f)} = 1 + e^{-j2\pi f T_b}$$

$$H(f) = 2e^{-j\pi f T_b} \cos(\pi f T_b)$$

Após o filtro passa baixas

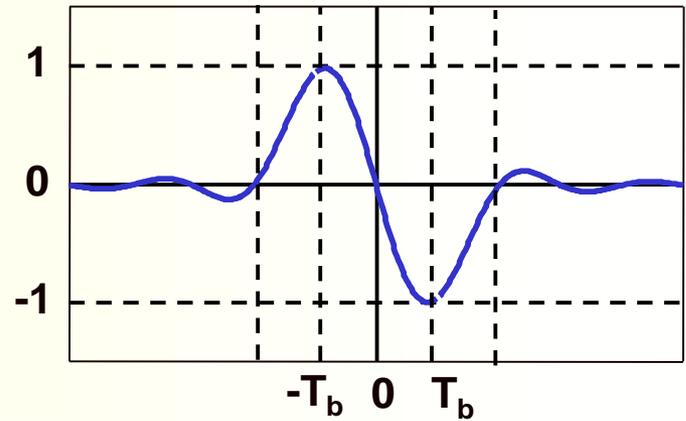
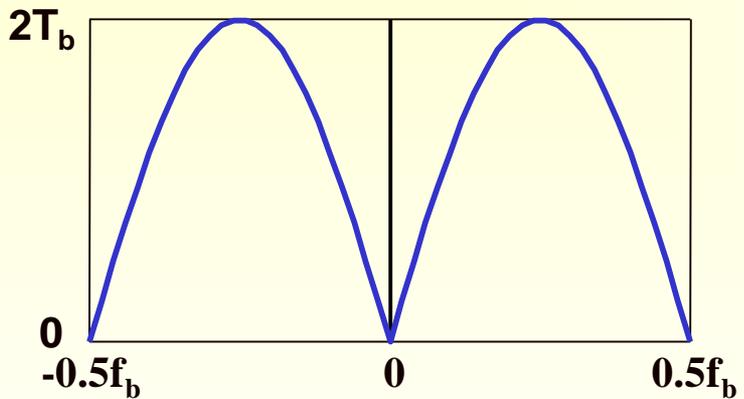
$$P_R(f) = \begin{cases} 2e^{-j\pi f T_b} \cos(\pi f T_b), & |f| \leq f_b / 2 \\ 0, & |f| > f_b / 2 \end{cases}$$



2. Sistema duobinário modificado

No sistema duobinário o espectro densidade de potência apresenta componentes em baixas freqüências.

O sistema duobinário modificado resolve este problema utilizando pulsos com espectro senoidal.

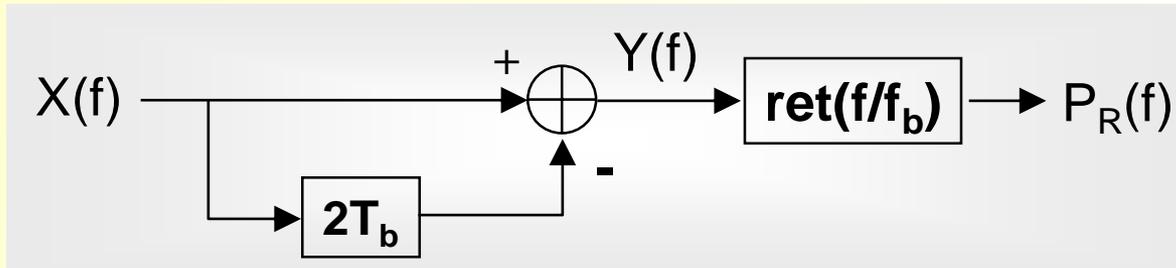


$$P_R(f) = \begin{cases} 2jT_b \text{sen}(2\pi f T_b), & |f| \leq f_b / 2 \\ 0, & |f| > f_b / 2 \end{cases}$$

$$p_R(t) = \frac{2 \text{sen}(\pi t / T_b)}{\pi (t / T_b)^2 - 1}$$



Esquema de geração



$$Y(f) = X(f) - X(f)e^{-j4\pi f T_b}$$



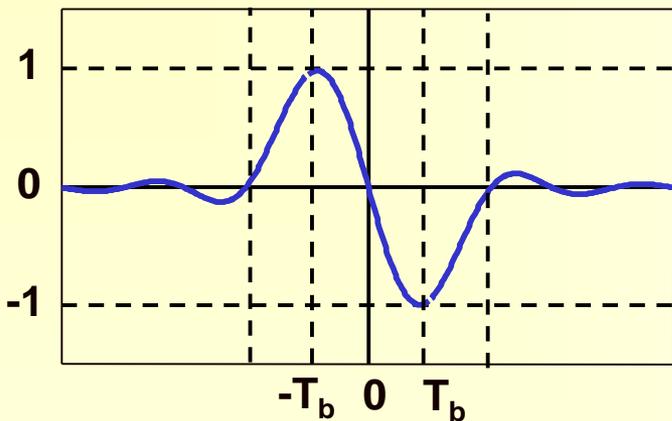
$$H(f) = \frac{X(f)}{Y(f)} = 1 - e^{-j4\pi f T_b}$$

$$H(f) = 2j e^{-j2\pi f T_b} \text{sen}(2\pi f T_b)$$

Após o filtro passa baixas

$$P_R(f) = \begin{cases} 2j e^{-j2\pi f T_b} \text{sen}(\pi f T_b), & |f| \leq f_b / 2 \\ 0, & |f| > f_b / 2 \end{cases}$$





$$\begin{cases} p_R(0) = 1 \\ p_R(-T_b) = 1 \quad e \quad p_R(T_b) = -1 \\ p_R(\pm nT_b) = 0, \quad n = 2, 3, 4, \dots \end{cases}$$

- Neste sistema os instantes de decisão serão: $T_a = mT_b - T_b$
- Seja $y(t)$ o trem de pulsos recebido. Desprezando o ruído tem-se:

$$y(mT_b - T_b) = \sum_k a_k p_R((m - k - 1)T_b) = a_m p_R(-T_b) + a_{m-2} p_R(T_b)$$

Válida para $k = m$ e $k = m - 2$

$$y(T_a) = y(mT_b - T_b) = a_m - a_{m-2}$$

a ser detectado

interferência



