

# **Tema 4 Mensajes y señales digitales**

**Formatos de transmisión.**

**Recuperación del mensaje.**

**Codificación de niveles múltiples.**

Distorsión intersimbólica.

Ancho de banda ocupado por la señal digital.

Señales digitales y ruido, probabilidad de error.

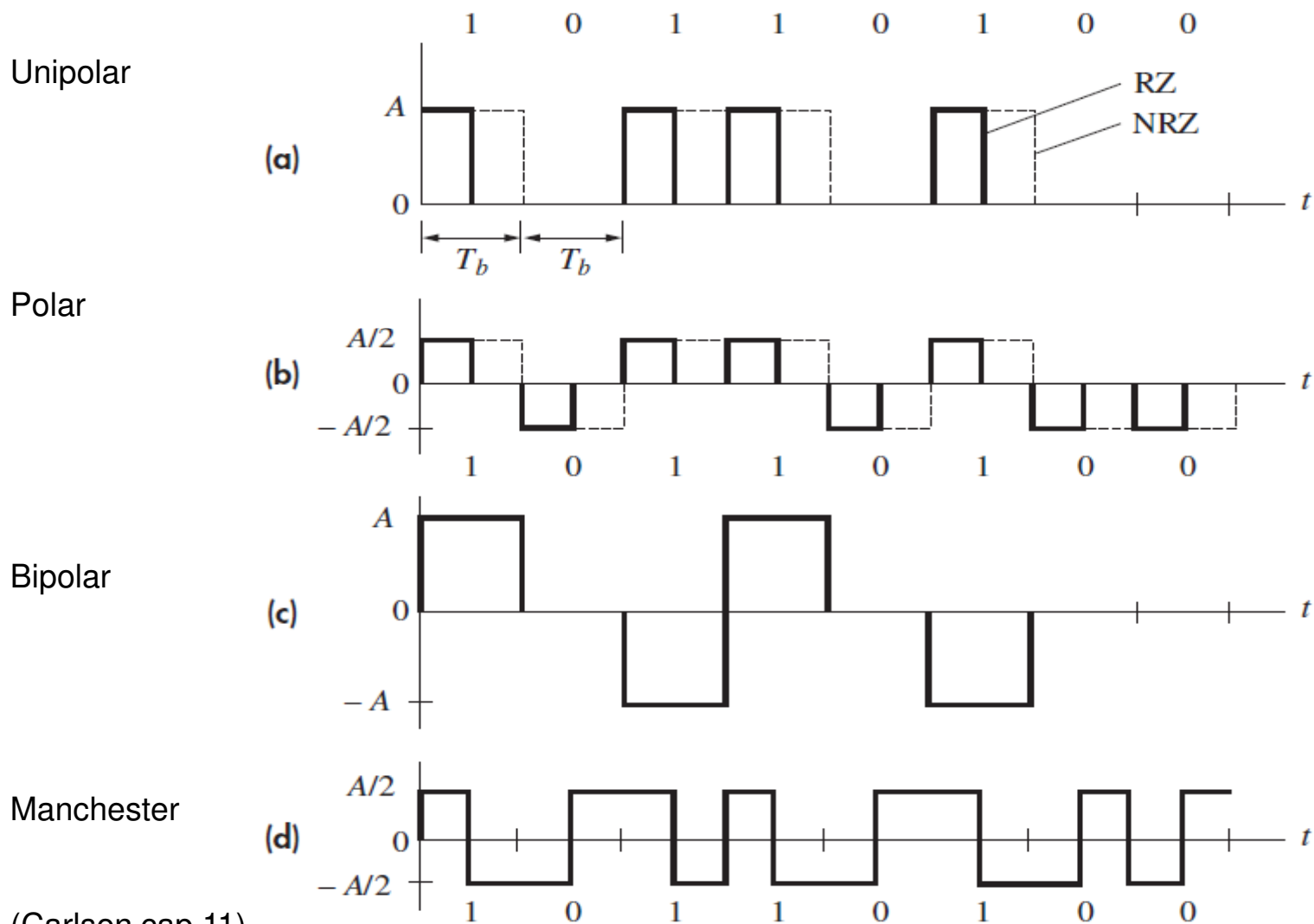
Transmisión de señales analógicas en forma digital. Muestreo. Sistemas PCM.

Error de cuantificación.

# Formatos de transmisión

## Señales digitales en banda base; Señalización; Códigos de línea

Dado un mensaje digital (p.ej. 11010010) existen diversos métodos para transmitirlo como una señal eléctrica (señal digital), algunos de los mas comunes, suponiendo transmisión sincrónica, se indican a continuación:

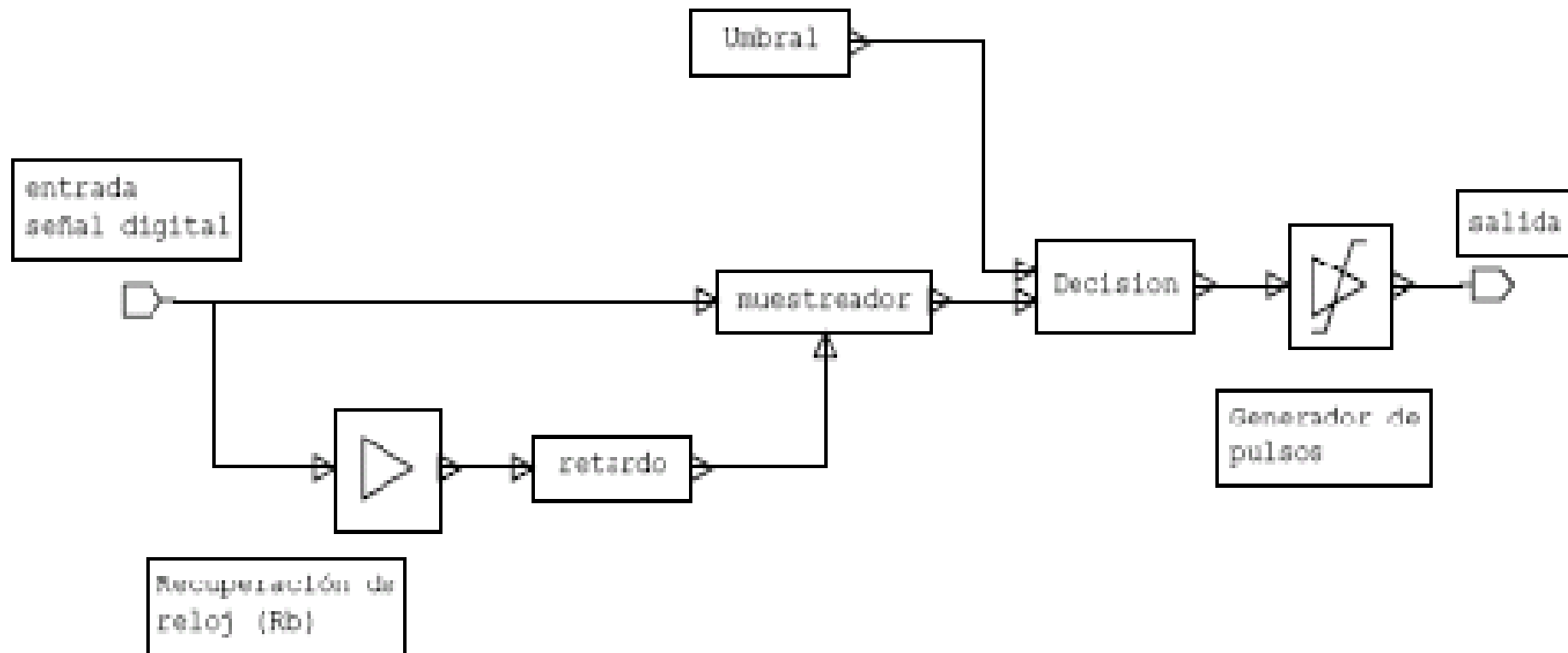


(Carlson cap.11)

# DetECCIÓN o recuperación de la señal digital

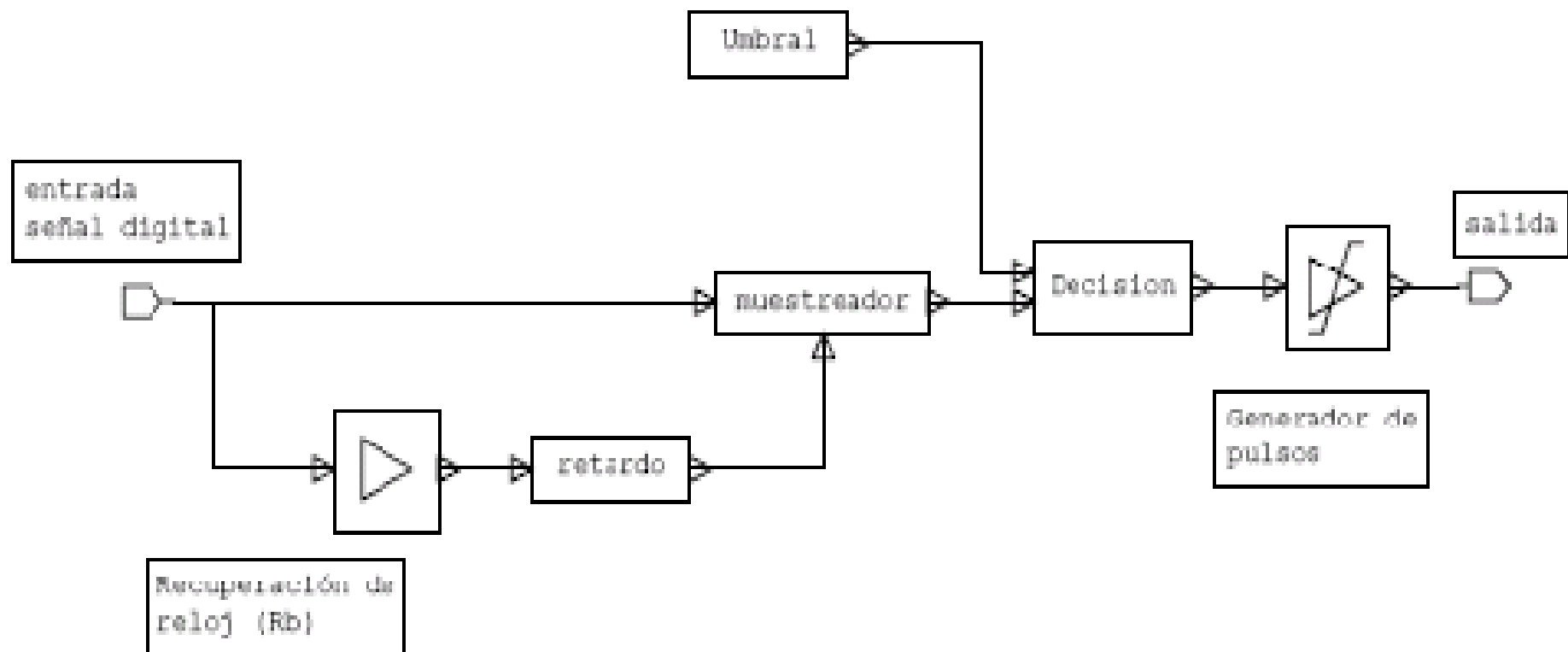
Para la recuperación de la señal digital, se debe definir un método de detección de la información transmitida mediante la señal digital. Un esquema usual es el de muestreo y decisión que en su versión mas simple consiste en:

- Tomar una muestra de la señal digital en un instante apropiado (p.ej. el centro de cada elemento).
- Comparar su valor con algún umbral conveniente



Notar lo siguiente:

- En el extremo receptor, hace falta conocer el tiempo de duración de cada bit ( $T_b$ ) y la velocidad de señalización ( $R_b = 1/T_b$ ).
- Se debe ubicar el centro o la posición mas adecuada para leer la muestra
- En la señal recibida, el valor de interés de amplitud es únicamente el correspondiente al instante de la muestra.

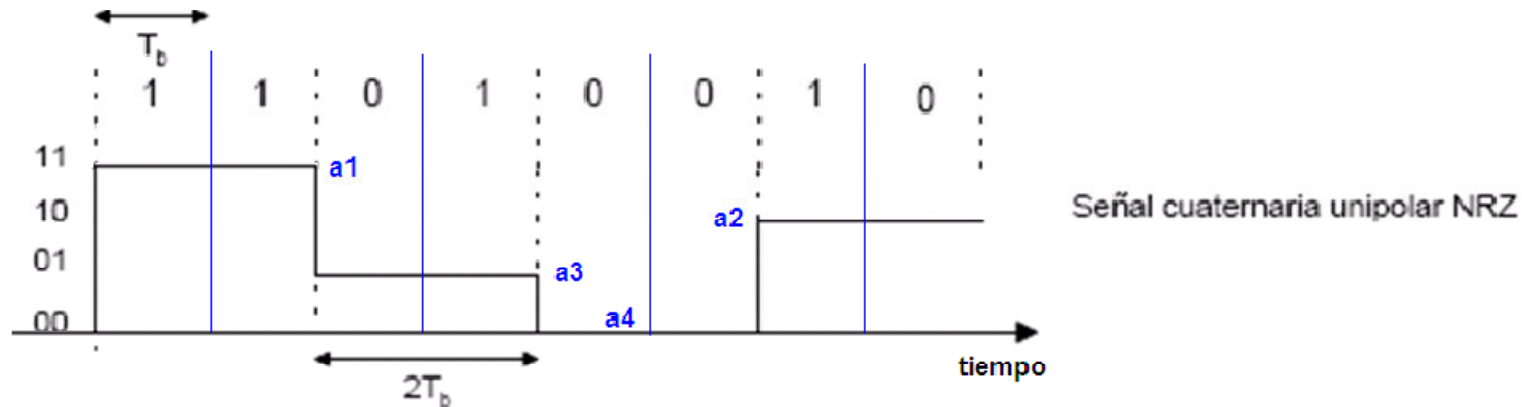


# Codificación de niveles múltiples

Transmisión n - aria

- Bit a bit:  $n=1$ , transmisión bi-naria (dos amplitudes  $a_k$ ,  $k=1, 2$ )
- De a 2 bit:  $n=2$ , transmisión cuater-naria (cuatro amplitudes  $a_k$ ,  $k=1, 2, 3, 4$ )
- etc

Los métodos indicados hasta ahora transmiten bit por bit, es decir, un elemento del mensaje digital se transforma en un elemento de la señal digital, ambos con la misma duración. Es posible generar una señal digital en que, cada elemento represente una determinada secuencia de bits del mensaje digital. En éste caso, la señal digital no será binaria.



En la figura de arriba, se codifican los bits del mensaje de a dos y se asigna a cada elemento de la señal digital un valor de amplitud diferente para cada una de las cuatro secuencias posibles (00, 01, 10, 11). En general, si se codifican  $n$  elementos del mensaje digital, harán falta  $2^n$  niveles de la señal digital. Cada uno de estos niveles puede durar hasta  $nT_b$  segundos sin que se produzca distorsión intersimbólica, es decir que la velocidad de

transmisión se puede reducir a  $R_{br} = \frac{1}{nT_b}$  [baud].

**Ventaja: transmisión en menor ancho de banda** **Desventaja: a mayor  $n$  aumenta la dificultad de detección. Se pueden confundir los símbolos o distorsión intersimbólica.**