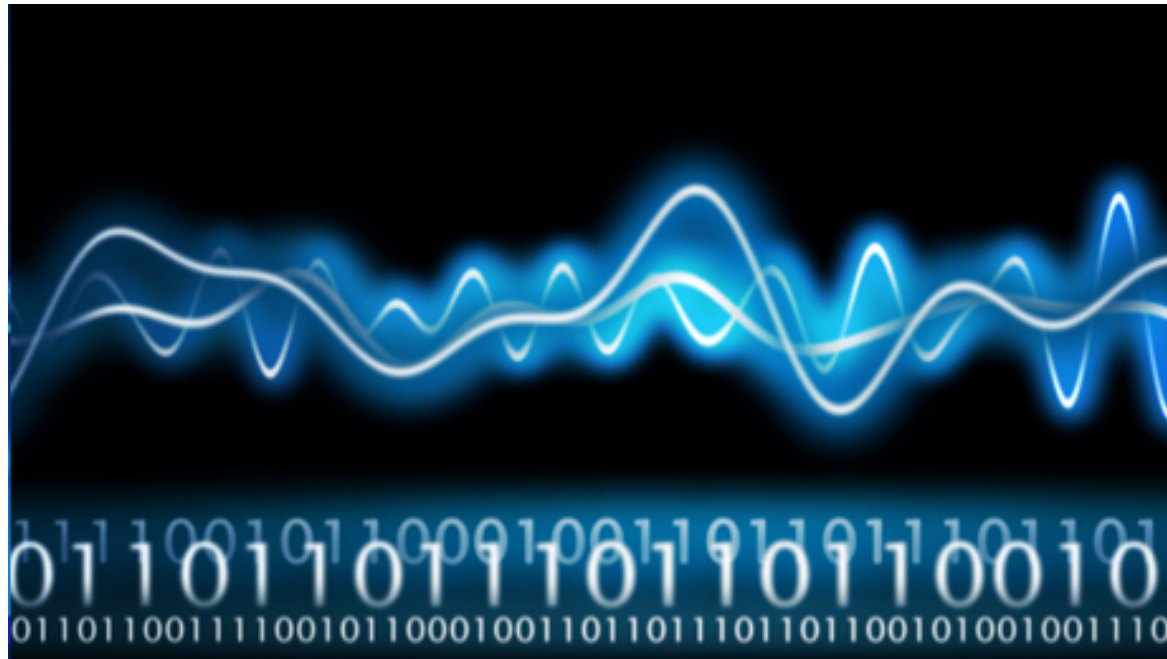


“Digital: Teorema de Shanon, pulsos: PAM, PPM, PWM, PCM, ASK, FSK, PSK, QAM.”



Rogelio Ferreira Escutia



Procesos de Codificación



Procesos de Codificación (1)

- **Los procesos de codificación más comunes que se utilizan son los siguientes:**
- **a) Datos digitales, señales digitales: El equipamiento para la codificación digital usando señales digitales es menos complicado y menos costoso que el equipamiento necesario para transmitir datos digitales modulando señales analógicas.**
- **b) Datos analógicos, señales digitales: La conversión de los datos analógicos en digitales permite la utilización de las técnicas más recientes de equipos de conmutación para transmisión digital.**



Procesos de Codificación (2)

- **c) Datos digitales, señales analógicas: Algunos medios de transmisión, como por ejemplo la fibra óptica y los medios no guiados, sólo permiten la propagación de señales analógicas**

Procesos de Codificación (3)

- **d) Datos analógicos, señales analógicas: Los datos analógicos de naturaleza eléctrica se pueden transmitir fácilmente y de una forma poco costosa en banda base. Esto por ejemplo es lo que se hace para la transmisión de voz en las líneas de calidad telefónica.**
- **La modulación se usa frecuentemente para desplazar el ancho de banda de la señal en banda base hacia otra zona del espectro. De esta manera se permite que varias señales, cada una en una posición diferente del espectro, compartan el mismo medio de transmisión. Este procedimiento se denomina multiplexación por división en frecuencia.**



Datos Digitales y Codificación Digital



NRZ (1)

- **La forma más frecuente y fácil de transmitir señales digitales es mediante la utilización de un nivel diferente de tensión para cada uno de los bits.**
- **Los códigos que siguen esta estrategia comparten la propiedad de que el nivel de tensión se mantiene constante durante la duración del bit; es decir, no hay transiciones (no hay retorno al nivel cero de tensión).**

NRZ (2)

- **La ausencia de tensión se puede usar para representar un 0 binario, mientras que un nivel constante y positivo de tensión puede representar al 1.**
- **Aunque es más frecuente usar un nivel negativo para representar un valor binario y una tensión positiva para representar al otro. NRZ-L se usa generalmente para generar o interpretar los datos binarios en las terminales y otros dispositivos. Si se utiliza un código diferente, éste se generará usualmente a partir de la señal NRZ-L.**

NRZI (1)

- Una variante de NRZ se denomina NRZI ("Nonreturn to Zero, invert on ones"). Al igual que NRZ-L, el NRZI mantiene constante el nivel de tensión mientras dura un bit.
- Los datos se codifican mediante la presencia o ausencia de una transición de la señal al principio del intervalo de duración del bit. Un 1 se codifica mediante la transición (bajo a alto o alto a bajo) al principio del intervalo del bit, mientras que un cero se representa por la ausencia de transición.

NRZI (2)

- **NRZI es un ejemplo de codificación diferencial. En la codificación diferencial, en lugar de determinar el valor absoluto, la señal se decodifica comparando la polaridad de los elementos de la señal adyacentes.**
- **Una ventaja de este esquema es que en presencia de ruido puede ser más seguro detectar una transición en lugar de comparar un valor con un umbral.**

NRZI (3)

- Otra ventaja es que en un sistema complicado de transmisión, no es difícil perder la polaridad de la señal.
- Por ejemplo, en una línea de par trenzado, si los cables se invierten accidentalmente, todos los 1's y 0's en el NRZ-L se invertirán. Esto no pasa en un esquema diferencial.

NRZI (4)

- **Los códigos NRZ son los más fáciles de implementar y además se caracterizan por hacer un uso eficaz del ancho de la banda.**
- **Por ejemplo, si se usa un código NRZ para generar una señal con una razón de datos de 9600 bps, la mayor parte de la energía estará concentrada entre la componente en continua y 4800 Hz.**

Limitaciones de Codificaciones NRZ (1)

- **La principal limitación de las señales NRZ es la presencia de una componente de continua y la ausencia de capacidad de sincronización. Para ilustrar esta última desventaja, téngase en cuenta que una cadena larga de unos o de ceros en un esquema NRZ-L o una cadena de ceros en el NRZI, se codificará como un nivel de tensión constante durante un largo intervalo de tiempo.**
- **En estas circunstancias, cualquier fluctuación entre las temporizaciones del transmisor y el receptor darán lugar a una pérdida de sincronización entre ambos.**

Limitaciones de Codificaciones NRZ (2)

- Debido a su sencillez y a la respuesta en bajas frecuencias, los códigos NRZ se usan con frecuencia en las grabaciones magnéticas.
- No obstante, sus limitaciones hacen que estos códigos no sean atractivos para aplicaciones de transmisión de señales.

Codificación Binaria Multinivel

- **Las técnicas de codificación denominadas binario multinivel subsanan algunas de las deficiencias mencionadas para los códigos NRZ. Estos códigos usan más de dos niveles de señal.**
- **En el caso del esquema bipolar- AMI, un 0 binario se representa por ausencia de señal y el 1 binario se representa como un pulso positivo o negativo. Los pulsos correspondientes a los 1 deben tener una polaridad alternante.**

Ventajas de la Codificación Binaria Multinivel (1)

- **En primer lugar, no habrá problemas de sincronización en el caso de que haya una cadena larga de 1.**
- **Cada 1 obliga a la transición, por lo que el receptor se puede sincronizar en dicha transición. Una cadena larga de ceros, todavía es un problema.**

Ventajas de la Codificación Binaria Multinivel (2)

- **En segundo lugar, ya que los elementos de señal correspondientes a 1 alternan el nivel de tensión, no hay componente continua. Además, el ancho de banda de la señal resultante es considerablemente menor que el correspondiente a NRZ.**
- **Por último, la alternancia entre los pulsos proporciona una forma sencilla de detectar errores. Cualquier error aislado, tanto si elimina como si introduce un pulso, significa un incumplimiento de dicha propiedad.**

Codificación Bifase

- Hay otro conjunto de técnicas de codificación alternativas, agrupadas bajo el término de bifase, que superan las limitaciones encontradas en los códigos NRZ.
- Dos de estas técnicas, denominadas Manchester y Diferencial, se usan frecuentemente.

Codificación Manchester

- **En el código Manchester, siempre hay una transición en mitad del intervalo de duración del bit.**
- **Esta transición en la mitad del bit sirve como un procedimiento de sincronización a la vez que se transmiten los datos: una transición de bajo a alto representa un 1, y una transición de alto a bajo representa un 0.**

Codificación Manchester Diferencial

- **En Manchester Diferencial, la transición a mitad del intervalo se utiliza tan solo para proporcionar sincronización.**
- **La codificación de un 0 se representa por la presencia de una transición al principio del intervalo del bit, y un 1 se representa mediante la ausencia de transición.**
- **El Manchester Diferencial tiene como ventajas adicionales las derivadas de la utilización de una aproximación diferencial.**

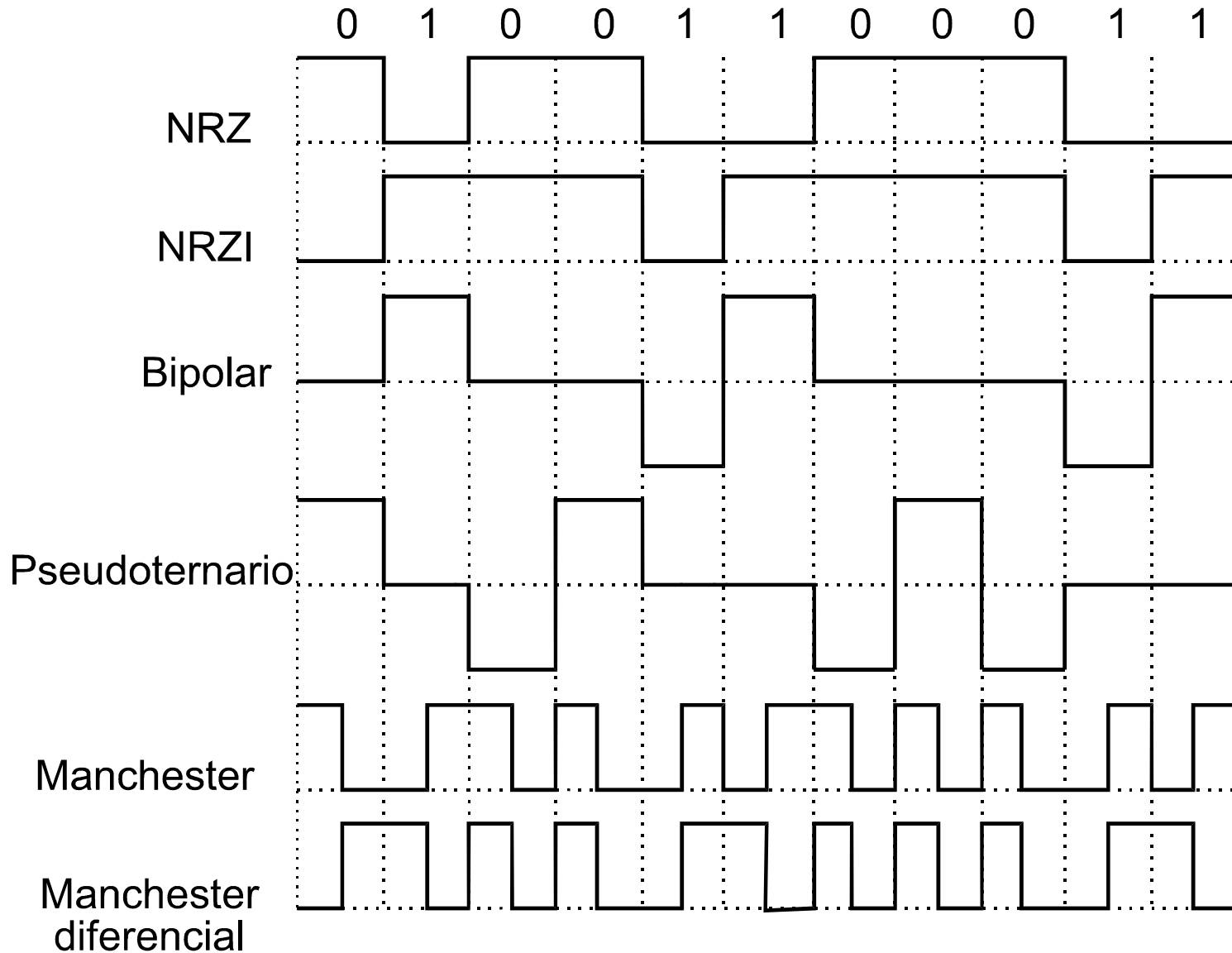
Ventajas de Esquemas Bifase (1)

- **Todas las técnicas bifase obligan al menos una transición por cada bit pudiendo tener hasta dos en ese mismo periodo. Por tanto, la máxima velocidad de modulación es el doble que en los NRZ; esto significa que el ancho de banda necesario es mayor. No obstante, los esquemas bifase tienen varias ventajas:**
 - **a) Sincronización:** Debido a la transición que siempre ocurre durante el intervalo de duración correspondiente a un bit, el receptor puede sincronizarse usando dicha transición. Debido a esta característica, los códigos bifase se denominan también auto-sincronizados.

Ventajas de Esquemas Bifase (2)

- **b) No tiene componente en continua: Con todas las implicaciones que antes se mencionaron.**
- **c) Detección de errores: Se pueden detectar errores si se detecta una ausencia de la transición esperada en mitad del intervalo. Para que el ruido produjera un error no detectado tendría que invertir la señal antes y después de la transición.**

Formatos de codificación con señal digital



Aplicaciones de Códigos Bifase

- Los códigos bifase se usan con frecuencia en los esquemas de transmisión de datos. Uno de los más conocidos es el código Manchester que se ha elegido como parte de la especificación de la normalización IEEE 802.3 para la transmisión en redes LAN con bus CSMA/CD usando cable coaxial en banda base o par trenzado.
- El Manchester Diferencial se ha elegido en la normalización IEEE.802.5 para redes LAN en anillo con paso de testigo, en las que se usan pares trenzados apantallados.

Datos Digitales y Codificación Analógica



Aplicaciones de Codificación Analógica (1)

- Tomando ahora el caso de la transición de datos digitales usando señales analógicas, podemos decir que es la situación más conocida, la cual es la transición de datos digitales a través de la red telefónica.

Aplicaciones de Codificación Analógica (2)

- **Esta red se diseñó para recibir, conmutar y transmitir señales analógicas en el rango de frecuencias de voz entre 300 y 3400 Hz. No es, por tanto, adecuada para la transmisión de señales digitales desde el terminal de abonado (aunque esto está progresivamente cambiando).**
- **No obstante, se pueden conectar dispositivos digitales a través de la red mediante el uso de dispositivos modem (modulador-demodulador), que convierten los datos a digitales en señales analógicas y viceversa.**

Técnicas de Codificación

- **La modulación afecta a uno o más de los parámetros característicos de la señal portadora: la amplitud, la frecuencia y la fase. Por consiguiente, hay 3 técnicas básicas de codificación o modulación, que transforman los datos digitales en señales analógicas:**
 - **a) Desplazamiento de amplitud (ASK, "Amplitudes Shift Keying").**
 - **b) Desplazamiento de frecuencia (FSK, "Frequency Amplitudes Shift Keying").**
 - **c) Desplazamiento de fase (PSK, "Phase Shift Keying").**

ASK

- En ASK, los dos valores binarios se representan mediante dos amplitudes diferentes de la portadora.
- Es usual que una de las amplitudes sea cero, es decir, uno de los dígitos binarios se representa mediante la presencia de la portadora a amplitud constante, y el otro mediante la ausencia de la portadora.
- ASK es sensible a cambios repentinos de la ganancia además de una técnica de modulación ineficaz. En líneas de calidad telefónica, ASK se usa típicamente a 1200 bps como mucho.

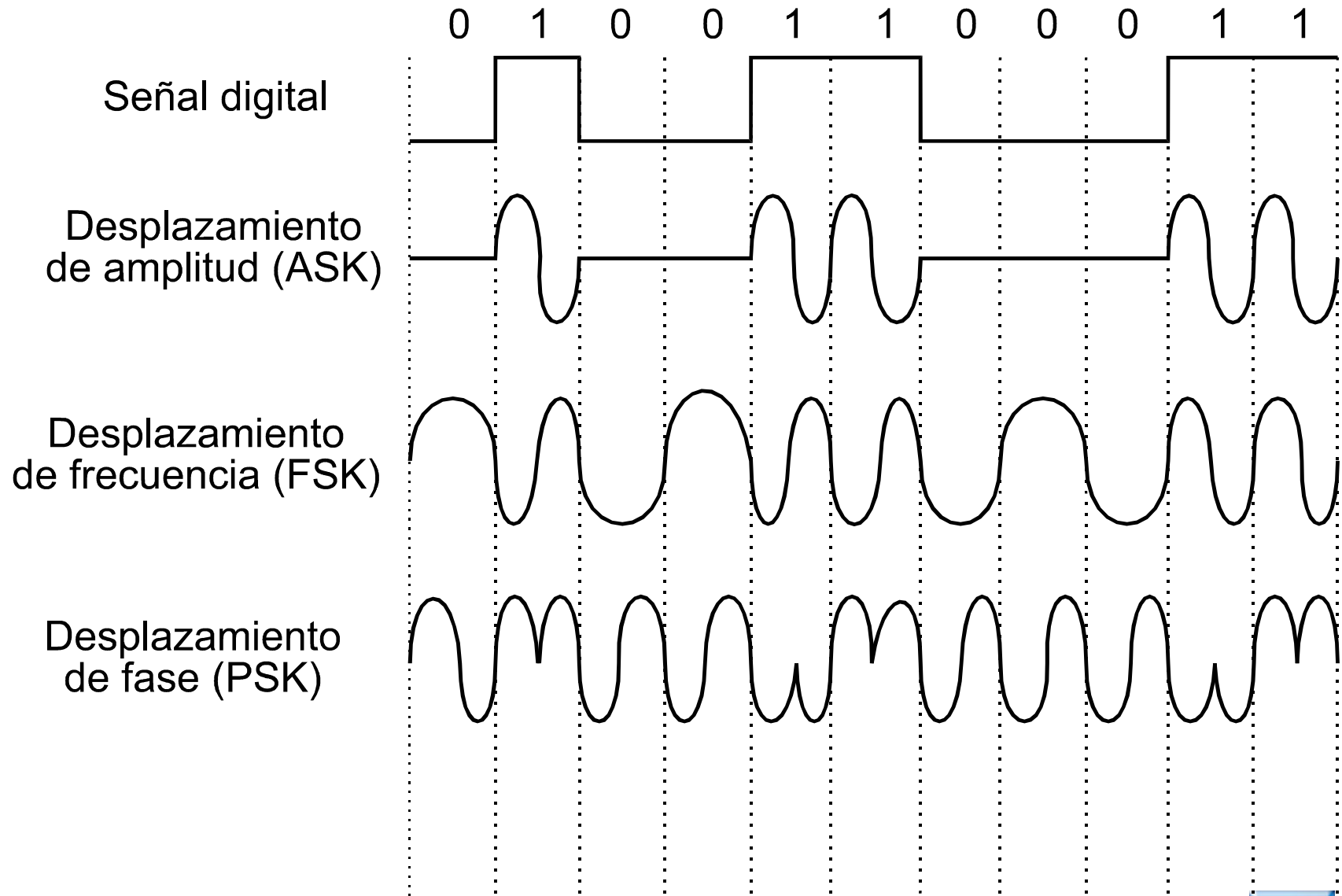
FSK

- **En FSK los dos valores binarios se representan por dos frecuencias diferentes próximas a la frecuencia portadora.**
- **FSK es menos sensible a errores que ASK. Se usa en líneas telefónicas y en transmisión de radio a más altas frecuencias (desde 3 hasta 30 Mhz).**
- **También se puede usar incluso a frecuencias superiores en redes de área local que utilicen cable coaxial.**

PSK

- En el esquema PSK, la fase de la señal portadora se desplaza para representar con ello datos digitales.
- En este sistema, un 0 binario se representa mediante la transmisión de una señal con la misma fase que la fase de la señal anteriormente enviada. Mientras que 1 se representa mediante la transmisión de una señal cuya fase está en oposición de fase respecto a la señal precedente. Esta técnica se conoce como PSK diferencial, ya que el desplazamiento en fase es relativo a la fase correspondiente al último símbolo transmitido, en vez de ser relativo a algún valor constante de referencia.

Modulación para datos digitales



Datos Analógicos y Codificación Digital



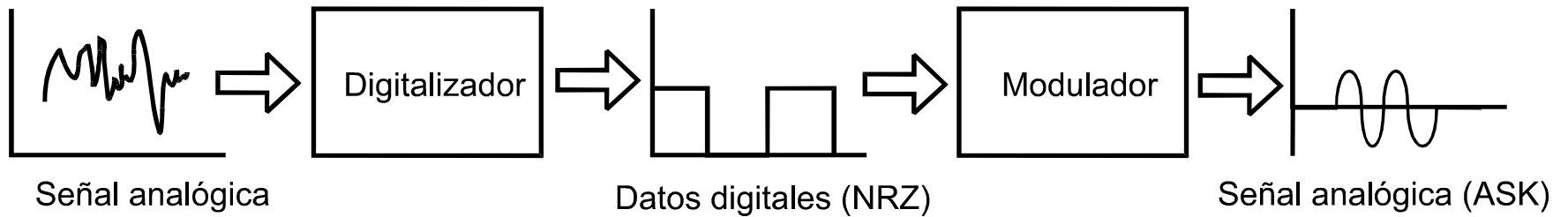
Codificación Analógico Digital (1)

- **Este proceso se le conoce como conversión de datos analógicos en datos digitales, también denominada digitalización. Una vez que los datos analógicos se convierten en digitales, puede ocurrir lo siguiente:**
- **1) Los datos digitales se transmiten usando NRZ-L . En este caso, se ha realizado directamente una conversión de datos analógicos a señales digitales.**

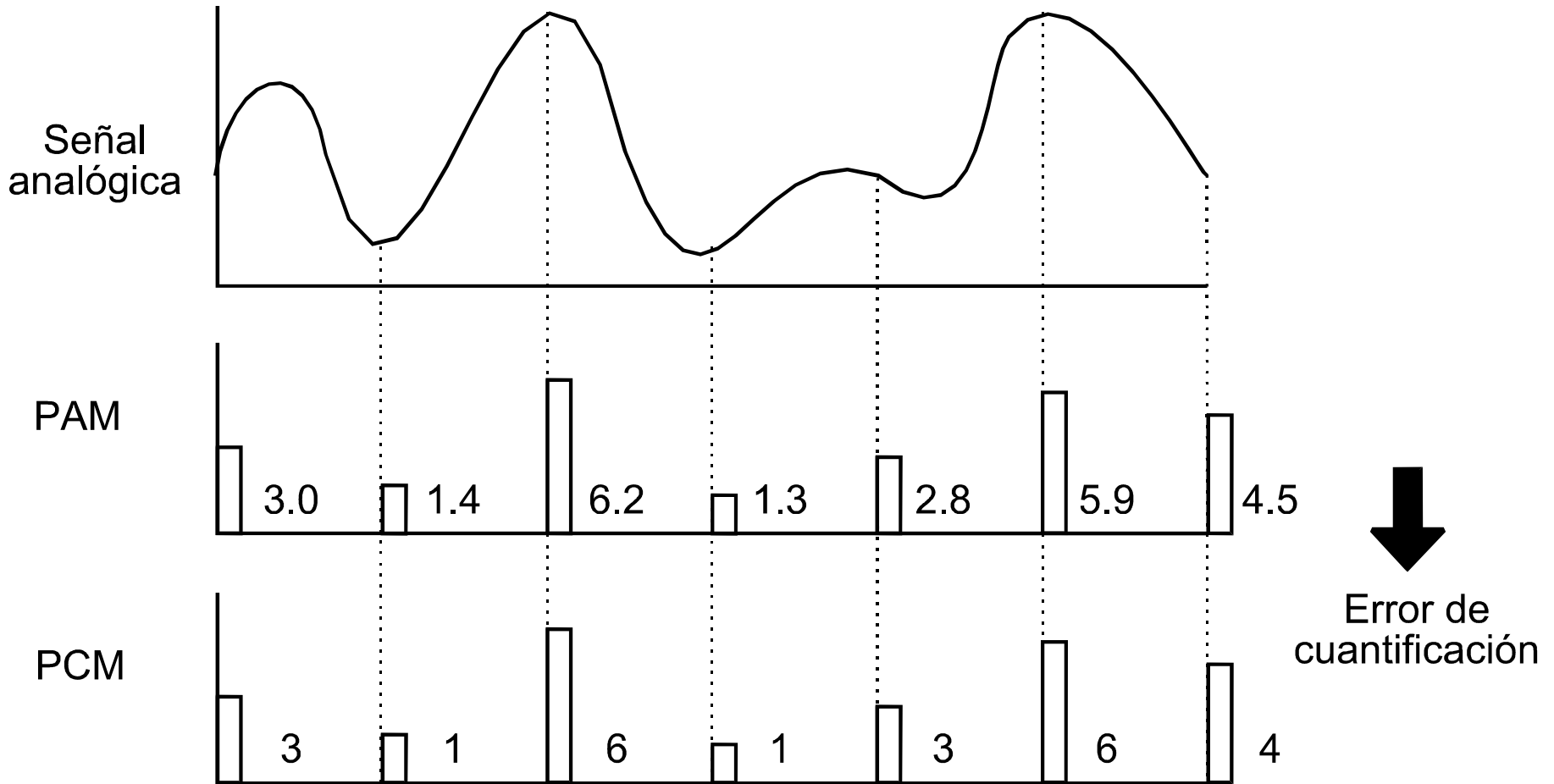
Codificación Analógico Digital (2)

- 2) Los datos digitales se codifican usando un código diferente al NRZ-L por lo tanto se necesita un paso adicional.
- 3) Los datos digitales se convierten en señales analógicas, usando una de las técnicas descritas anteriormente.

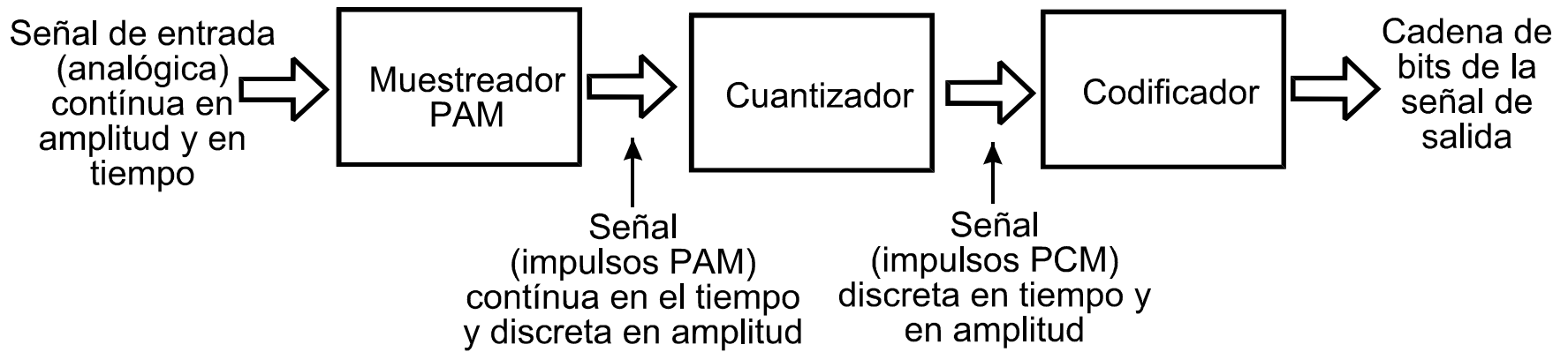
Digitalización de datos analógicos



Modulación para datos digitales



Conversión analógica a digital





Rogelio Ferreira Escutia

Instituto Tecnológico de Morelia
Departamento de Sistemas y Computación

Correo: *rogelio@itmorelia.edu.mx*
 rogeplus@gmail.com

Página Web: *<http://antares.itmorelia.edu.mx/~kaos/>*
 <http://www.xumarhu.net/>

Twitter: *<http://twitter.com/rogeplus>*
Facebook: *<http://www.facebook.com/groups/xumarhu.net/>*

