

Investigación

Rainer Gael Rivera Rodriguez

PAM (Modulación por amplitud de pulsos):

Es la más sencilla de las modulaciones digitales. Consiste en cambiar la amplitud de una señal, de frecuencia fija, en función del símbolo a transmitir.

En la modulación por amplitud de pulsos, la señal no necesariamente es de dos niveles, sino que el nivel de la señal puede tener cualquier valor real, si bien la señal es discreta, en el sentido de que se presenta a intervalos definidos de tiempo, con amplitudes, frecuencias, o anchos de pulso variables.

Este tipo de modulación es la consecuencia inmediata del muestreo de una señal analógica. Si una señal analógica, por ejemplo, de voz, se muestrea a intervalos regulares, en lugar de tener una serie de valores continuos, se tendrán valores discretos a intervalos específicos, determinados por la, que debe ser como mínimo del doble de la frecuencia máxima de la señal muestreada. En la modulación de pulsos, lo que se varía es alguno de los parámetros de un tren de pulsos uniformes, bien sea su amplitud, duración o posición. En este tipo de modulación se distinguen dos clases: modulación analógica de pulsos, en que la información se transmite básicamente en forma analógica, pero la transmisión tiene lugar a intervalos discretos de tiempo y modulación digital de pulsos en que la señal de información es discreta, tanto en amplitud como en tiempo, permitiendo la Transmisión de datos como una secuencia de pulsos codificados, todos de la misma amplitud. Este tipo de transmisión no tiene contraparte en los sistemas de onda continua. En la modulación digital, la señal de información es un flujo binario compuesto por señales binarias, es decir cuyos niveles de voltaje sólo son dos y corresponden a ceros y unos. La señal de muestreo es en general una sucesión de pulsos unipolares, cuyas amplitudes son proporcionales a los valores muestra instantáneos del mensaje de datos.

En función del número de símbolos o amplitudes posibles se llama a la modulación N-PAM. Así podemos tener 2PAM, 4PAM, 260PAM. Este tipo de modulación recoge información análoga, la muestra, y genera una serie de pulsos basados en los resultados de la prueba, de la correcta elección de los puntos de la constelación (amplitudes) depende la inmunidad a ruido (distancia entre puntos) o la energía por bit (distancia al origen). En la Modulación por amplitud de pulsos (PAM), la señal original se muestra a intervalos iguales, ésta usa una técnica llamada probada y tomada, donde en un momento dado el nivel de la señal es leído y retenido brevemente.

Ventajas:

El método de prueba usado en PAM es más eficaz en otras áreas de ingeniería que en la comunicación de datos (informática). Aunque PAM está en la base de un importante método de codificación analógica - digital llamado modulación de código de pulso (PCM).

Desventajas:

Ineficaz en comunicaciones debido a que aunque traduzca la forma actual de la onda a una serie de pulsos, siguen teniendo la amplitud de pulsos todavía señal analógica y no digital. Para hacerlos digitales, se deben de modificar usando modulación de código de pulso (PCM). La transmisión de las señales moduladas por amplitud de pulsos impone condiciones severas respecto a las respuestas en magnitud y fase del sistema, a causa de la corta duración de los pulsos. Por otra parte, el comportamiento de un sistema PAM respecto al ruido nunca puede ser superior al de transmisión en banda base.

PWM

La modulación por ancho de pulsos (PWM) es un método habitual para establecer de forma eficiente una frecuencia fija en fuentes de alimentación conmutadas. Su aplicación se extiende a todo tipo de fuentes de alimentación en sistemas de control industriales, electrónica de potencia y sistemas de comunicación digital. Por lo tanto, PWM es un método muy extendido especialmente en el diseño de convertidores D/A, p. ej. amplificadores de audio de clase D, fuentes de alimentación DC/DC e inversores, p. ej. controles de frecuencia variable (VFD) de motores de corriente continua y accionamientos de motores trifásicos. Especialmente las señales diferenciales en puentes o accionamientos de motores multifásicos presentan características bipolares de doble pulso y plantean a los ingenieros retos que deben afrontar en su trabajo diario de desarrollo y medida.

Señal PWM bipolar captada con disparo de ancho en un pulso negativo (visualizado en arco iris de colores de forma de onda; el rojo indica apariciones frecuentes)

Resultados de la medición

La función de seguimiento del menú de matemáticas permite demodular la señal PWM y muestra además la forma de onda a modo de traza matemática. Esto hace posible la visualización de hasta cinco curvas de seguimiento de forma simultánea. Partiendo de la forma de onda de seguimiento extraída pueden realizarse análisis sucesivos. La función de seguimiento del R&S®RTM3000 y el R&S®RTA4000

permite colocar cada conjunto de cursores sobre la forma de onda de seguimiento y aplicar a esta todas las funciones matemáticas disponibles. Igualmente, se pueden emplear todas las medidas disponibles, como valor cuadrático medio (RMS) o frecuencia (obtener información sobre la frecuencia de rotación) en la forma de onda de seguimiento y ver la evaluación estadística de cada medida. Después de llevar a acabo los pasos de medida y análisis puede realizarse un examen más profundo para comprobar, por ejemplo, cuántas veces se repite un ciclo de modulación o cuántos anchos de cada valor aparecen. La vista se utiliza para localizar errores en el algoritmo de control, para examinar el comportamiento del controlador o para observar el comportamiento de inicio y parada. Todo ello brinda amplia información para interpretar lo que ocurre realmente en una señal PWM.

Con fines de protocolización se pueden guardar de forma rápida y sencilla capturas de pantalla, formas de onda, estadísticas o la configuración completa en un dispositivo USB o en el PC a través de la LAN.

PPM

Partes Por Millón (PPM): Esta medida se utiliza para evaluar la precisión de dispositivos como relojes y osciladores. Por ejemplo, un oscilador con una precisión de 1 PPM puede desviarse en 1 segundo por cada millón de segundos, lo que equivale a aproximadamente 11.6 días.

Modulación por Posición de Pulso (PPM): Es un tipo de modulación en la que la posición de cada pulso dentro de un intervalo de tiempo es variada para transmitir información. En PPM, la amplitud y el ancho del pulso son constantes, pero la posición del pulso cambia según los datos que se están transmitiendo.

PCM

1. **Muestreo:** La señal analógica continua se muestrea a intervalos regulares. Según el teorema de muestreo de Nyquist, la frecuencia de muestreo debe ser al menos el doble de la frecuencia máxima de la señal analógica para evitar el aliasing.

2. **Cuantificación:** Cada muestra se asigna a un valor discreto más cercano dentro de un rango finito de niveles. Este proceso introduce un pequeño error conocido como ruido de cuantificación.
3. **Codificación:** Los valores cuantificados se convierten en una secuencia de bits binarios. Esta secuencia representa la señal analógica original en formato digital.

PCM es ampliamente utilizado en sistemas de telecomunicaciones, como en la telefonía digital y en la transmisión de audio en CD y otros formatos digitales.

ASK

Modulación por Desplazamiento de Amplitud (ASK) es una técnica de modulación digital en la que la amplitud de una señal portadora se varía en función de los datos digitales que se están transmitiendo. Es una de las formas más simples de modulación digital y se utiliza en diversas aplicaciones de telecomunicaciones.

Funcionamiento de ASK

1. **Señal Portadora:** Se utiliza una señal portadora de frecuencia constante. Esta señal es una onda sinusoidal que actúa como base para la modulación.
2. **Modulación:** La amplitud de la señal portadora se ajusta para representar los datos digitales. En ASK binario, hay dos niveles de amplitud:
 - **Nivel Alto:** Representa un bit '1'.
 - **Nivel Bajo:** Representa un bit '0'.

En sistemas más complejos, como ASK multinivel, se pueden utilizar más de dos niveles de amplitud para representar más bits por símbolo.

3. **Demodulación:** En el receptor, la señal modulada se detecta y se convierte de nuevo en datos digitales. Esto se hace mediante un detector de envolvente que extrae la amplitud de la señal portadora y la convierte en una secuencia de bits.

Ventajas y Desventajas de ASK

Ventajas:

- **Simplicidad:** ASK es fácil de implementar tanto en hardware como en software.
- **Bajo Costo:** Debido a su simplicidad, los sistemas ASK suelen ser menos costosos de construir y mantener.

Desventajas:

- **Susceptibilidad al Ruido:** ASK es muy susceptible a interferencias y ruido, lo que puede afectar la calidad de la transmisión.
- **Eficiencia Espectral:** ASK no es tan eficiente en términos de uso del espectro como otras técnicas de modulación, como la Modulación por Desplazamiento de Frecuencia (FSK) o la Modulación por Desplazamiento de Fase (PSK).

Aplicaciones de ASK

ASK se utiliza en varias aplicaciones, incluyendo:

- **Transmisión de Datos en Redes de Área Local (LAN):** ASK se utiliza en algunas tecnologías de redes para la transmisión de datos.
- **Sistemas de Comunicación Óptica:** En la comunicación óptica, ASK se puede utilizar para modular la intensidad de un láser.
- **Transmisión de Radiofrecuencia:** ASK se utiliza en sistemas de transmisión de radiofrecuencia, como en los sistemas de identificación por radiofrecuencia (RFID).

Ejemplo Práctico

Imagina que quieres transmitir la secuencia de bits 1011 utilizando ASK binario. La señal portadora tendrá una amplitud alta para los bits '1' y una amplitud baja para los bits '0'. La señal modulada resultante alternará entre estos dos niveles de amplitud según la secuencia de bits.

FSK

Modulación por Desplazamiento de Frecuencia (FSK), o Frequency Shift Keying, es una técnica de modulación digital en la que la frecuencia de una señal portadora se varía en función de los datos digitales que se están transmitiendo. Aquí tienes una explicación más detallada:

Conceptos Básicos de FSK

En FSK, los datos digitales se representan mediante cambios en la frecuencia de la señal portadora. Específicamente, se utilizan dos o más frecuencias diferentes para representar diferentes símbolos digitales. En el caso más simple, conocido como **FSK binario (BFSK)**, se utilizan dos frecuencias:

- **f1** para representar un bit '0'.

- **f2** para representar un bit '1'.

Funcionamiento de FSK

1. **Señal Portadora:** Se utiliza una señal portadora de frecuencia constante.
2. **Modulación:** La frecuencia de la señal portadora se cambia entre dos valores (f_1 y f_2) según los datos digitales. Por ejemplo, si el bit a transmitir es '0', la frecuencia será f_1 , y si es '1', la frecuencia será f_2 .
3. **Demodulación:** En el receptor, la señal modulada se detecta y se convierte de nuevo en datos digitales. Esto se hace mediante un detector de frecuencia que identifica las frecuencias f_1 y f_2 y las convierte en los bits correspondientes.

Variantes de FSK

- **Múltiple FSK (MFSK):** Utiliza más de dos frecuencias para representar más de un bit por símbolo.
- **FSK de Fase Continua (CPFSK):** Asegura que la fase de la señal portadora sea continua durante los cambios de frecuencia, lo que reduce la interferencia entre símbolos.
- **FSK Gaussiano (GFSK):** Utiliza un filtro gaussiano para suavizar las transiciones de frecuencia, reduciendo la interferencia con canales adyacentes. [Esta técnica se utiliza en tecnologías como Bluetooth¹²](#).

Ventajas y Desventajas de FSK

Ventajas:

- **Resistencia al Ruido:** FSK es menos susceptible al ruido y a las interferencias en comparación con ASK, ya que la información se codifica en la frecuencia y no en la amplitud.
- **Eficiencia Espectral:** FSK puede ser más eficiente en términos de uso del espectro en comparación con ASK.

Desventajas:

- **Complejidad:** Los sistemas FSK pueden ser más complejos de implementar que los sistemas ASK debido a la necesidad de detectores de frecuencia precisos.
- **Ancho de Banda:** FSK puede requerir un mayor ancho de banda en comparación con otras técnicas de modulación digital.

Aplicaciones de FSK

FSK se utiliza en diversas aplicaciones, incluyendo:

- **Telemetría:** Transmisión de datos desde sensores remotos.
- **Radiosondas Meteorológicas:** Transmisión de datos meteorológicos desde globos sonda.
- **Identificación de Llamadas (Caller ID):** En sistemas telefónicos.
- **Control Remoto:** En dispositivos como abridores de puertas de garaje y sistemas de control remoto de baja frecuencia

Fuentes:

https://www.ecured.cu/Modulaci%C3%B3n_por_amplitud_de_pulsos#Definici.C3.B3n_de_Modulaci.C3.B3n_por_Amplitud_de_Pulsos_.28PAM.29.

<https://www.studocu.com/es-mx/document/instituto-tecnologico-de-ciudad-victoria/ing-electronico/modulacion-ppm-y-pcm-referente-a-introduccion-a-las-telecomunicaciones/10081641>

<https://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/3135/1897>

https://www.tutorialspoint.com/digital_communication/digital_communication_frequency_shift_keying.htm

<https://polaridad.es/ppm-que-es-como-funciona-y-aplicaciones/>

<https://elsabelotodo.com/general/que-es-pcm/>

<https://www.textoscientificos.com/redes/modulacion/ask>