

RESUMEN

En esta práctica se explora la modulación y demodulación de señales de radiofrecuencia hacia en envolvente compleja, enfatizando su aplicación en modulaciones digitales como OOK, BPSK y FSK, junto con los conceptos y técnicas de conversión entre RF y EC, así como comprender las diferencias en el comportamiento de las señales. Durante el proceso, se realizaron pruebas específicas para observar cómo las señales cambian de acuerdo con los ajustes realizados y se destacan las características distintivas entre la representación RF y EC.

BPSK

Dominio del tiempo

RF: la onda portadora de alta frecuencia cambia de fase dependiendo del bit transmitido, ese cambio de fase es un cambio de signo en la amplitud de la portadora, al aumentar la frecuencia de la portadora, la señal modulada se vuelve más densa en oscilaciones, al ser más alta la frecuencia, la detección del cambio de fase requiere mayor precisión.

EC: el cambio de fase se nota en el dominio complejo como un cambio de signo entre los puntos de constelación en los ejes positivos y negativos. Al momento de variar la frecuencia de la portadora no tiene efecto directo en el dominio del tiempo. El cambio de fase en BPSK se manifiesta en el dominio complejo como un cambio de signo entre los puntos de constelación en los ejes positivo y negativo.

La modulación en RF representa la información en una frecuencia portadora, la modulación en EC trabaja en banda base

Dominio de la frecuencia

RF: el espectro de la señal modulada muestra un desplazamiento centrado en la frecuencia de la portadora, ya que la información está en la frecuencia alrededor de la portadora, un aumento en la frecuencia de la portadora desplaza el espectro de la señal hacia frecuencias más altas. Esto afecta el ancho de banda necesario y puede mejorar la inmunidad a interferencias de baja frecuencia, pero también requiere mayor ancho de banda en el canal de transmisión.

EC: el espectro de la señal modulada está centrado en baja frecuencia, ya que la señal permanece en banda base. El espectro permanece centrado en banda base y la variación de la frecuencia de portadora

no afecta directamente el espectro de la señal modulada en EC, dado que no se usa una portadora RF en esta etapa.

En el dominio de la frecuencia la diferencia es crucial ya que en RF es adecuada para transmisión de largo alcance, mientras que la señal en EC es más práctica para el procesamiento digital en banda base antes de la modulación RF

FSK

Variación de la Frecuencia de la Portadora con Desviación de Frecuencia Constante:

Se varía la frecuencia de la portadora, pero la desviación de frecuencia se mantiene constante. En la versión RF la señal cambia su frecuencia central aumenta o disminuye según se varía, mientras que en la versión EC en el dominio del tiempo esto se pudo observar como un ajuste en la velocidad de las oscilaciones sin alterar la diferencia entre los estados de 1 y 0

Frecuencia de la Portadora Constante con Variación de la Desviación de Frecuencia

Se mantiene constante la frecuencia de la portadora, pero se ajusta la desviación de frecuencia, en la versión RF es notable que un incremento en la desviación genera una mayor diferencia entre las frecuencias de los bits, que en el dominio del tiempo se ve como una señal con más separaciones. Para la versión EC, la variación de la desviación afecta la cantidad de cambio en la frecuencia de la señal en banda base, que se ve como una mayor o menor diferencia en la frecuencia de las oscilaciones para cada estado (1 y 0), o sea que a mayor desviación, las transiciones entre estados serán más pronunciadas en términos de frecuencia.

Acondicionamiento de la Señal para la Modulación FSK en los VCO (Osciladores Controlados por Voltaje)

La señal de entrada debe escalarse adecuadamente para que el VCO reconozca los valores y pueda modular la frecuencia en función de ellos, para ello se emplean los bloques como "Add Const" y "Multiply Const" antes de alimentar los datos al VCO, estos bloques ajustan la amplitud y el nivel de la señal de datos para que la salida del VCO varíe entre las frecuencias deseadas. En la configuración del VCO para la versión RF, hay que establecer una frecuencia de portadora central, en la versión EC, la frecuencia central del VCO debe corresponder a la frecuencia de la señal banda base. Antes de ingresar al VCO, la señal puede beneficiarse de

un filtrado o interpolación como los es con el “Interpolating FIR Filter” para evitar transiciones abruptas que pueden introducir ruido o distorsiones en la salida modulada, ayudando a mejorar la resolución temporal de la señal de datos, permitiendo que el VCO tenga una transición mas suave y produciendo una modulación FSK más estable y precisa.

interpolada y suavizada de la señal, lo que podría introducir distorsiones en la señal BPSK.

VII. Colocarlo antes del VCO podría ocasionar variaciones de frecuencia no deseadas en la señal modulada, reduciendo la calidad de la modulación FSK y provocando posibles distorsiones en la señal final.

PREGUNTAS DE CONTROL

- I. En la práctica, se sabe que el valor elegido es adecuado si al analizar la señal en el dominio de la frecuencia (usando la pestaña de “RF Modulated. Freq Domain”) se observan los componentes de frecuencia esperados sin aliasing o componentes no deseados.
- II. Si el bloque “Multiply Const” se configura con el valor 1, su efecto en la señal es neutral, ya que cualquier valor multiplicado por 1 permanece igual.
- III. La fórmula se deduce observando la desviación de frecuencia necesaria y cómo afecta a la frecuencia de la portadora en función de los valores de la señal de entrada.
- IV. Configurar el bloque “Constant Source” como cero permite que, cuando no hay señal, la portadora se apague, representando así un ‘0’ en la señal modulada. En cambio, en BPSK y FSK, la señal siempre está presente, pero varía en fase (BPSK) o en frecuencia (FSK), por lo que “Constant Source” no se configura en cero
- V. En OOK, la primera entrada del VCO controla directamente la amplitud de la señal de salida, activando o desactivando la portadora en función de la señal modulante. Esto permite que el VCO emita o no emita la portadora, dependiendo del valor de la señal binaria. Para BPSK y FSK, la segunda entrada del VCO se utiliza para controlar la fase y la frecuencia, respectivamente, de la portadora, manteniendo una señal continua, pero modulada según los valores de la señal binaria.
- VI. NO. El filtro FIR cumple la función de interpolar y suavizar la señal modulante antes de ser procesada por otros bloques, ayudando a mantener la integridad de la forma de onda modulada. Colocarlo antes del VCO podría afectar el resultado de la modulación en fase, ya que el VCO podría no recibir la versión