

### Análisis de Sistemas de Tx/Rx para UWB siguiendo el estándar IEEE 802.15.4z

Luis Orlando Díaz Cueva <luis.diaz115@alu.ulpgc.es>

Francisco Javier del Pino Suárez <jpino@iuma.ulpgc.es>

Sunil Khemchandani Lalchand <sunil@iuma.ulpgc.es>

Octubre de 2024

### Resumen

En este trabajo se realiza un análisis de sistemas de transmisión y recepción para implementar funcionalmente un transceptor de radio impulsos de banda ultra ancha (IR-UWB) en cumplimiento con el estándar IEEE 802.15.4z para aplicaciones de localización en interiores. Para el transmisor se definen cuatro tipos de pulso a generar: triangular, rectangular, semi-coseno y gaussiano. Para una eficiencia espectral teórica definida, para cada pulso obtenido se verifica su forma y duración, su ancho de banda UWB, así como el nivel de supresión de lóbulos laterales que logran, siendo el pulso gaussiano el que idealmente mejores resultados brinda. Para el receptor, se realiza el diseño de un filtro gaussiano de quinto orden con 6 dB de atenuación en la frecuencia de corte, con el que se busca obtener en la banda base de interés, una respuesta en frecuencia plana y un retardo de grupo lo más constante posible, pues esto es un factor clave en aplicaciones de medición precisa de distancias.

**Palabras clave:** transceptor IR-UWB, estándar IEEE 802.15.4z, aplicaciones de localización en interiores, pulsos UWB, retardo de grupo constante

### Transmisor IR-UWB

El transmisor funcional (Figura 1) está compuesto por una línea de retardos programables (PDL) y un conformador de pulsos (PS), de 13 etapas cada uno. Las salidas del PS están conectadas en paralelo, y cada una de sus etapas solo se activa mediante señales de control provenientes de la etapa correspondiente de la PDL. Estas señales de control se configuran con un retardo de tiempo específico que permite retrasar el procesamiento de la señal RF a la entrada del PS, en dicha cantidad. Transcurrido este tiempo, la etapa correspondiente del PS se activa por un lapso de tiempo preconfigurado, durante el cual procesa la señal RF a su entrada. Para obtener la forma de pulso deseada, las señales de salida de cada etapa del PS se combinan, permitiendo obtener configuraciones específicas y simétricas. Cada celda del PS consta de un interruptor que se activa con la señal de control correspondiente de la PDL, seguido de una fuente de voltaje controlada por voltaje con ganancia funcional unitaria (Figura 2). Se realiza la simulación empleando el canal 8 HRP UWB a 7.488 GHz.

### Receptor IR-UWB

El componente principal del diseño funcional del receptor IR-UWB (Figura 4) es el filtro gaussiano de quinto orden a 6 dB (Figura 5), compuesto por un filtro activo pasabajo de un solo polo (SPA-LPF) en cascada con dos etapas bicuadráticas de filtros pasabajo. Se muestran en la Figura 5 las frecuencias de corte de cada una de estas etapas para la frecuencia en banda base empleada, 249.6 MHz. El oscilador local (LO) genera señales de referencia con diferentes desfases (0°, 90°, 180°, 270°). En el receptor, la señal de entrada ( $v_{in}$ ) se mezcla con las señales de referencia del LO para obtener señales en fase y en cuadratura en modo diferencial en banda base. Cada una de estas señales pasa por el filtro pasabajos gaussiano de quinto orden a 6 dB para obtener la frecuencia en la banda base. El mezclador del circuito se implementa en configuración simple balanceado con interruptores ideales que hacen las veces de transistores para mezclar la señal de entrada con las señales del LO. Se realiza la simulación sobre el canal de frecuencia obligatorio de la banda alta del modo HRP UWB, canal 9 a 7.9872 GHz.

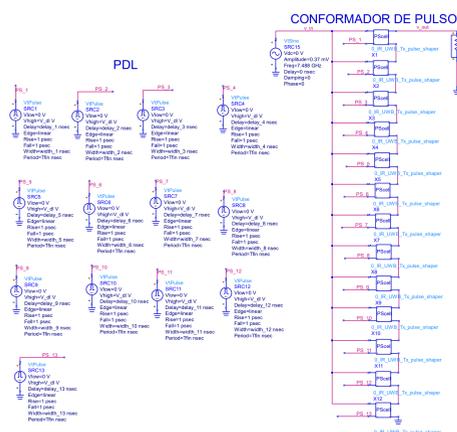


Figura 1: Esquemático del transmisor IR-UWB



Figura 2: Diseño de cada celda del PS

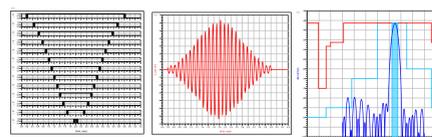


Figura 3: Pulso gaussiano generado y su PSD

Tabla 1: Comparación de los pulsos generados

Tipo de Pulso	Voltaje de entrada (mV)	Eficiencia en banda para BW = 500 MHz (%)	Supresión de lóbulos laterales (dB)	Ancho del Pulso (ns)
Triangular	0.43	94.86	26.73	3.85
Rectangular	0.43	94.85	13.28	2
Semi-coseno	0.37	95.49	30.46	4
Gaussiano	0.49	94.97	41.09	3.62

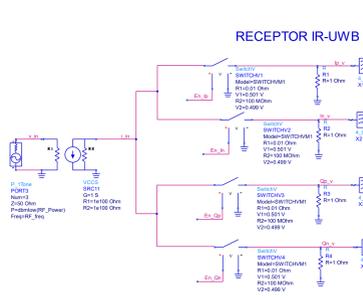


Figura 4: Esquemático del receptor IR-UWB



Figura 5: Esquemático del filtro gaussiano y frecuencias de corte de cada una de sus etapas

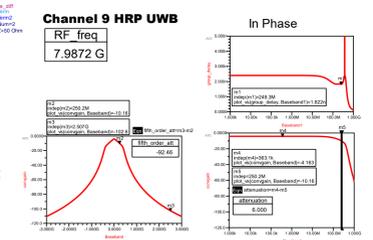


Figura 6: Resultados de simulación para la señal en fase

### Conclusiones

En este trabajo se realizó, a nivel de diseño funcional, un primer acercamiento a las arquitecturas de transceptor IR-UWB, en cumplimiento con el estándar IEEE 802.15.4z para aplicaciones de localización en interiores. Para el transmisor, se diseñaron varias formas de pulso, destacando el pulso gaussiano (Figura 3) por su uso eficiente del espectro, así como por su alta supresión de lóbulos laterales, igual a 41.09 dB respecto al lóbulo principal, con un ancho de banda UWB de 637 MHz. Además, el pulso semi-coseno requirió el voltaje de entrada más bajo para lograr la misma eficiencia espectral, proporcionando a su vez un nivel de supresión de lóbulos laterales recomendable, de 30.46 dB. Para el receptor diseñado, se obtuvo una respuesta en frecuencia plana para la banda base de interés (Figura 6), con comportamiento de quinto orden gaussiano con atenuación de 6 dB en la frecuencia de corte, así como un retardo de grupo prácticamente constante en banda base, lo cual es un factor clave en la medición precisa de distancias. Además, se verificó que el condensador de realimentación de la etapa SPA-LPF del filtro gaussiano puede ajustarse para optimizar el retardo de grupo o el filtrado fuera de banda, pero no ambos parámetros a la vez.

"EL FUTURO SE CREA CON CADA PASO. NO LO SUEÑES, ALCANZA TU META"

