

RESUMEN

La primera generación de Televisión Digital Terrestre(DTV) ha estado en servicio por más de una década. En 2013, varios países completaron la transición de transmisión analógica a televisión digital, la mayoría de ellas en Europa. En América del Sur, después de varios estudios y ensayos, Brasil adoptó el estándar japonés con algunas innovaciones. Fue el primer país en difundir comercialmente televisión digital en la región, en 2007. Sin embargo, en 2013 el país todavía no había completado la transición a digital.

Japón y Brasil comenzaron a prestar el servicio de Difusión Televisión Digital Terrestre (DTTB) en diciembre de 2003 y diciembre de 2007 respectivamente, utilizando Radiodifusión Digital de Servicios Integrados (ISDB-T), también conocida como ARIB STD-B31. ISDB-T es claramente inspirado en DVB-T la primera generación de la norma europea de Televisión Digital Terrestre. Sin embargo, ISDB-T supera una de las debilidades de DVB-T, el mal desempeño bajo ruido impulsivo. DVB-T e ISDB-T hacen uso de la técnica de transmisión Acceso múltiple por división de frecuencias ortogonales (OFDM). Debido a sus características únicas, OFDM ha sido elegido por varios diseñadores de sistemas inalámbricos y los organismos de normalización. Con el fin de dar una idea de la importancia de la técnica de transmisión OFDM, podemos mencionar algunos ejemplos de normas que la emplean: IEEE802.15.4.g, IEEE802.11a/g/n/ac, Wimax, DVB-T, IEEE 802.20 y el estándar de banda ancha móvil 3GPP Long Term Evolution (LTE).

Antes de adoptar el estándar ISDB-T, el gobierno brasileño hizo un enorme esfuerzo, juntando Universidades, Centros de I\&D, la Industria de difusión y las emisoras locales con el propósito de establecer un estándar de televisión digital brasileña que explorarse técnicas de punta, por ejemplo, códigos para comprobación de paridad de baja densidad (LDPC) y de Espacio-Tiempo. Sin embargo, después de todo ese esfuerzo, debido a la economía de escala y a sus características únicas en ese momento, el gobierno brasileño adoptó la capa física del ISDB-T, con algunas actualizaciones en vídeo y codificación de audio e interactividad, como base para el Sistema Brasileño de Televisión Digital Terrestre (SBTVD). Así, el ISDB-T con las actualizaciones antes mencionadas, se hizo conocido como ISDB-Tb. En el sitio web del Grupo de Expertos de Radiodifusión Digital (DiBEG) (www.dibeg.org), el lector puede encontrar la equivalencia entre las normas brasileñas y japonesas para la Televisión Digital Terrestre.

En junio de 2005, el Comité del Área de Tecnología de la Información (CATI) del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Brasil - MCTI aprobó la incorporación del Programa CI-Brasil, en el Programa Nacional de Microelectrónica (PNM), el cual es un programa prioritario dentro de las Políticas brasileñas de Informática y Automatización. Los principales objetivos de la CI-Brasil son la formación de diseñadores de CIs, apoyar la creación de empresas de semiconductores enfocadas en proyectos de circuitos integrados dentro de Brasil, y la atracción de empresas de semiconductores interesadas en el diseño y desarrollo de circuitos integrados en Brasil.

El trabajo presentado en esta tesis se originó en el impulso único creado por la combinación del nacimiento de la televisión digital en Brasil y la creación del Programa de CI-Brasil por el gobierno brasileño. Sin esta combinación no hubiera sido posible realizar este tipo de proyectos en Brasil. Estos proyectos han sido un trayecto largo y costoso, aunque meritorio desde el punto de vista científico y tecnológico, hacia un Circuito Integrado brasileño de punta y de baja complejidad para DTV, con buenas perspectivas de economía de escala debido al hecho que al inicio de este proyecto, el estándar ISDB-T no fue adoptado por varios países como DVB-T.

Durante el desarrollo del receptor ISDB-T propuesto en esta tesis, se observó que debido a las dimensiones continentales de Brasil, la DTTB no sería suficiente para cubrir todo el país con la señal de televisión digital abierta, especialmente para el caso de localizaciones remotas, apartadas de las regiones de alta densidad urbana. Una elección natural para superar este problema es utilizar el sistema de radiodifusión por satélite, como medio para distribuir la señal de televisión digital abierta directamente a los hogares, sin la necesidad de tener un sistema DTTB local. En ese momento, el Instituto de Investigación Eldorado e Idea! Sistemas Electrónicos, previeron que en un futuro cercano habría un sistema de distribución abierto para DTV de alta definición a través de satélite en Brasil. Con base en eso, el Instituto de Investigación Eldorado decidió que sería necesario crear un nuevo ASIC para la recepción de radiodifusión por satélite. En ese tiempo, el estándar DVB-S2 era el candidato más fuerte para eso, y esta suposición sigue en pie hoy en día. Por lo tanto, se decidió aplicar a una nueva ronda de financiación de recursos del MCTI - que se concedió - con el fin de iniciar el nuevo proyecto.

En esta tesis se analiza en detalle la Arquitectura y algoritmos propuestos para la implementación de un receptor ISDB-T de baja complejidad y frecuencia intermedia (IF) en Application Specific Integrated Circuit (ASIC) CMOS. La arquitectura aquí propuesta se basa fuertemente en el algoritmo del computador digital para rotación de coordenadas (CORDIC), el cual es un algoritmo simple, eficiente y adecuado para implementaciones VLSI. El receptor hace frente a las deficiencias inherentes a las transmisiones por canales inalámbricos y los cristales del receptor. La tesis también analiza la metodología adoptada y presenta los resultados de la implementación. El desempeño del receptor es presentado y comparado con los obtenidos por medio de simulaciones.

Por otro lado, la tesis también presenta la arquitectura y los algoritmos para un receptor DVB-S2 dirigido a la implementación en ASIC. Sin embargo, a diferencia del receptor ISDB-T, se introducen sólo los resultados preliminares de implementación en ASIC. Esto se hizo principalmente con el fin de tener una estimación temprana del área del die para demostrar que el proyecto en ASIC es económicamente viable, así como para verificar posibles errores en etapa temprana. Como en el caso de receptor ISDB-T, este receptor se basa fuertemente en el algoritmo CORDIC y fue un prototipado en FPGA. La metodología utilizada para el segundo receptor se deriva de la utilizada para el receptor ISDB-T, con adiciones menores, dadas las características del proyecto.