

CAPÍTULO 1

Introducción.

1. Objetivos y alcance del proyecto.

La Ingeniería de Microondas y Radiofrecuencia ha ido adquiriendo una importancia cada vez mayor en los últimos años, incentivada en particular por el crecimiento de las comunicaciones móviles y la introducción de nuevos servicios multimedia. Existe una clara tendencia al uso de frecuencias de operación cada vez más altas y mayores velocidades de transmisión que demandan mayores anchuras de banda. Paralelamente al aumento de las tasas de transmisión han surgido nuevos formatos de modulación y técnicas de codificación o procesamiento de la señal, como OFDM, CDMA o HDTV. Los equipos de comunicaciones actuales deben

perseguir dos exigencias normalmente contrapuestas: por un lado son necesarias una eficiente utilización del espectro de frecuencias disponible y una alta linealidad de los dispositivos que no distorsionen la señal modulada, lo que impone estrictos requisitos de linealidad a los principales bloques que componen los sistemas de comunicaciones; por otro lado, se debe buscar la mayor eficiencia energética de los amplificadores para que puedan ser empleados en terminales portátiles y compactos. La utilización de arquitecturas de transmisores avanzadas, como LINC, Doherty o polar, permiten llevar al límite el compromiso eficiencia/linealidad.

Uno de los principales retos que se plantea en el análisis y diseño asistido por ordenador de los sistemas de alta frecuencia es el desarrollo de técnicas de modelado y algoritmos de simulación precisos, robustos y eficientes, que tengan en cuenta el comportamiento no lineal de los dispositivos. Los modelos de comportamiento (*behavioral models*) son modelos de “caja negra” a nivel de sistema que proporcionan un método eficiente para relacionar las señales de entrada y salida sin necesidad de realizar un análisis físico del dispositivo o sistema. Para obtener un modelo de comportamiento se miden las salidas del dispositivo para unas entradas determinadas y se estiman los parámetros del modelo basados en una arquitectura previamente definida. Una variante muy utilizada de entre los modelos de comportamiento son aquellos basados en series de Volterra o en funciones polinómicas. El procedimiento habitual para la extracción de los coeficientes de dichos modelos consiste en la adquisición de muestras en el dominio del tiempo de las formas de onda a la entrada y a la salida del sistema, mediante el uso del adecuado equipamiento de laboratorio. Aún así, debido a la complejidad de las series de Volterra se llevan a cabo algunos métodos para simplificar su estudio como veremos en el presente trabajo. Se recurrirá de la ayuda del análisis basado en tensores y un desarrollo particular de éstos, como es el desarrollo de PARAFAC.

Desde el punto de vista de las tecnologías electrónicas, los dispositivos de potencia responsables de generar los niveles adecuados a la salida de los

amplificadores de radiofrecuencia y microondas han evolucionado desde la aparición del MESFET hasta la eclosión de los transistores HEMT y HBT de GaAs, y más recientemente de los dispositivos de GaN. Estos últimos ofrecen una solución ideal para los amplificadores de alta potencia gracias a su elevada densidad de potencia (8 W/mm), debido en parte a sus excepcionales características térmicas. Sin embargo, aún quedan bastantes aspectos por resolver para la obtención de modelos precisos de estos dispositivos de GaN para una correcta caracterización del canal de comunicaciones.

Una de las técnicas de modulación que están cobrando mayor interés por parte de la comunidad científica es OFDM (*Orthogonal frequency-division multiplexing*). La idea básica de OFDM consiste en dividir el espectro disponible en varios subcanales (subportadoras). Realizando dichos subcanales de banda estrecha, se consigue disminuir el efecto de los desvanecimientos selectivos en frecuencia y recibir una señal con menor distorsión. Para obtener una alta eficiencia espectral, la respuesta en frecuencia de los subcanales es ortogonal, de ahí el nombre de OFDM. Las propiedades anteriormente descritas han sido las principales razones por las que esta modulación se ha estandarizado para comunicaciones telefónicas DSL de alta velocidad, transmisión sobre redes inalámbricas de área local (WLANs) y en las normas IEEE 802.11g y IEEE 802.11a (54 Mbps).

El comportamiento no lineal de los amplificadores de alta potencia utilizados en transmisiones de radiofrecuencia constituye uno de los principales obstáculos para las comunicaciones digitales basadas en la modulación OFDM, puesto que una de las principales limitaciones de OFDM es su gran sensibilidad a la interferencia entre canales adyacentes. Resulta de especial interés el estudio de modelos de comportamiento para este caso concreto, que puedan dar lugar a métodos para la compensación de la distorsión no lineal generada.

2. Organización de la memoria.

La presente memoria se divide en un conjunto de capítulos que irán exponiendo y desarrollando los distintos conceptos y métodos necesarios para la comprensión del algoritmo utilizado que caracteriza un amplificador de potencia utilizando una señal real.

Para llevar a cabo la memoria se ha utilizado una señal medida en el laboratorio y la entrada que produjo esta medida. Tras esto y con el algoritmo propuesto en el artículo [3], se ha hecho un estudio para ver el eficiencia de dicho algoritmo en una situación real debido a que lo que se propuso era un modelo sintético.

En el capítulo 2, se hará un estudio teórico sobre las bases en las que se construye esta memoria. Se tratará de exponer de forma general el funcionamiento y características de los amplificadores de potencia y sus efectos. Por ello, hay que mencionar su efecto más indeseable que es la distorsión no lineal que provocan al trabajar en saturación, haciendo un repaso de sus fundamentos. Y para documentarlo más, se explicará la técnica de modulación OFDM con sus ventajas e inconvenientes.

Tras esto, en el capítulo 3, se explica la teoría fundamental para un análisis tensorial en que se basa la simplificación PARAFAC, que es objeto de este estudio. Su redacción es fruto de [1].

En el capítulo 4, se lleva a cabo un desarrollo bastante completo de las serie de Volterra. También, se comenta los aspectos básicos de los filtros adaptativos, en especial, de los filtros Wiener. Es aquí también donde se expone la identificación de los modelos de series de Volterra con la descomposición basada en PARAFAC.

El capítulo 5, es objetivo de esta memoria ya que es sobre el que se ha trabajado y del cual se han sacado los resultados. Está basado en todos los capítulos anteriores para poner de manifiesto el algoritmo en cuestión para el modelado del canal no lineal.

En el siguiente capítulo, capítulo 6, se presentan los resultados obtenidos y el modo con que se han tomado. Primero se definirá el método, después, se ajustarán parámetros necesarios para su correcto funcionamiento y, por último, se muestran una serie de resultados variando los parámetros oportunos.

Por último, en el capítulo 7, se sacan las conclusiones que han dado lugar del estudio para dejarlo cerrado y, también, se proponen una serie de futuras mejoras y ampliaciones para posibles estudios que sigan la misma línea.

Se cerrará, la memoria con la bibliografía con la que se ha elaborado la presenta memoria y unos anexos en los que se aportarán los códigos de Matlab con los que se han trabajado para, las ya comentadas, futuras ampliaciones y mejoras.

