

# Diseño de transmisor reconfigurable optimizado en eficiencia para sistemas multi-banda empleando redes de síntesis de impedancias

José-Ramón Pérez Cisneros, Paloma García Dúcar, Pedro Carro, Jesús de Mingo Sanz

Grupo de Comunicaciones Móviles (GCM)  
Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón (I3A).  
Universidad de Zaragoza, Mariano Esquillor s/n, 50018, Zaragoza, Spain.  
Tel. +34-976762967, e-mail: [jpcisneros@unizar.es](mailto:jpcisneros@unizar.es)

## Abstract

Se diseña una arquitectura de transmisión multi-banda y multi-estándar optimizada en eficiencia para amplificadores de potencia empleando redes de síntesis de impedancias. Se proporcionan tanto niveles de potencia superiores a 5W como PAEs superiores a 28% (410 MHz) y a 18% (700 MHz)

## Introducción

La reconfigurabilidad y la eficiencia son aspectos clave en el diseño de “front-ends” de RF para los modernos sistemas de comunicación. Por una parte, los estándares inalámbricos operan sobre múltiples bandas de frecuencia. Y por otra, los amplificadores de potencia (APs) dominan el consumo de energía. Por ello, es un reto diseñar un AP reconfigurable que presente un alto rendimiento en una solución multi-banda y multi-estándar (MBME).

Las nuevas arquitecturas de transceptores inalámbricos reconfigurables, de alta eficiencia energética, son MBME. El uso de redes de adaptación reconfigurables (Reconfigurable Matching Networks, RMNs) ha demostrado ser la técnica más prometedora [1] de entre las propuestas para aumentar la eficiencia de estas arquitecturas. Este trabajo propone una arquitectura que utiliza dos RMNs para encontrar un esquema óptimo que maximice la eficiencia del AP en sistemas MBME.

## Arquitectura de transmisión reconfigurable

Se propone una arquitectura de transmisión, mostrada en la Fig.1, basada en un AP y dos RMNs que se utilizan como redes de adaptación de impedancia ajustables, a la entrada y a la salida, para lograr el rendimiento de un diseño de banda estrecha en el conjunto de frecuencias de transmisión, donde las adaptaciones de impedancias a la entrada y a la salida del transistor son las más próximas a las óptimas que provienen de un análisis Source-pull (SP) y Load-Pull (LP).

La arquitectura se optimiza en eficiencia empleando el simulador de circuitos AWR Microwave Office (MWO), por lo que tanto el AP como las topologías de las RMNs seleccionadas deben abordarse para realizar un cálculo de balance armónico.

## Diseño del AP

Se diseña un AP a partir de un transistor VDMOS FET de PolyFet de 5W que se polariza en clase AB.

## Redes de Adaptación Reconfigurables

Se emplean dos RMNs diferentes discretas de elementos concentrados, basadas en elementos de conmutación (ECs). Para evaluar la arquitectura en MWO se utilizan los parámetros S, medidos con un Analizador Vectorial de Redes (VNA), para todos los estados posibles de la IRMN y de la ORMN.

1) *Red de entrada:* Se utiliza como IRMN una RMN de banda ancha (300-800 MHz) diseñada mediante un proceso de optimización basado en algoritmos genéticos. Presenta 7 ECs y 128 estados posibles. Su descripción se encuentra en [2].

2) *Red de salida:* La ORMN, cuya descripción se encuentra en [3], tiene 8 ECs y 256 estados posibles.

## Resultados

La etapa del AP se caracteriza por medio de medidas del SP y del LP a las frecuencias seleccionadas para determinar los contornos de impedancia para potencia de salida ( $P_{out}$ ) y eficiencia (Power Added Efficiency, PAE). La Fig. 2 muestra el LP y el SP óptimos para 410 MHz (estándar TETRA) y un nivel de potencia de entrada próximo al punto de compresión a 1 dB (30dBm). La Fig. 3 muestra la caracterización del dispositivo a 700 MHz (estándar LTE) con el mismo nivel de potencia de entrada.

Con el fin de validar la optimización de la eficiencia de la arquitectura, se diseñan dos redes de

adaptación (MNs) fijas, a la entrada y a la salida, de banda ancha que obtienen una eficiencia cuasi-constante. La Fig. 4 compara y detalla la PAE obtenida usando las MNs fijas respecto a la PAE obtenida con la arquitectura propuesta a las frecuencias seleccionadas, 410 MHz (a)-(b) y 700 MHz (c)-(d), cuando se seleccionan adecuadamente los estados de las RMNs para un nivel de potencia de entrada próximo al punto de compresión a 1 dB. Referido al diseño con las MNs fijas, la PAE se mejora 39.37% a 410 MHz y 22.55% a 700 MHz.

### Conclusiones

La arquitectura de transmisión reconfigurable basada en sintetizadores de impedancias presentada obtiene un rendimiento optimizado en eficiencia en potencia para sistemas multi-banda y multi-estándar (LTE, TETRA, WRAN/IEEE 802.22,...). Esto supone un gran avance en el diseño de “front-ends” de RF reconfigurables al tiempo que los sistemas de comunicaciones inalámbricos avanzan hacia la 5G.

### REFERENCIAS

- [1]. UNHA, K., SUNGYOON, K., JUNGRIN, W., YOUNGWOON, K., JUNGHYUN, K. A multiband reconfigurable power amplifier for UMTS handset applications. *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*. 2012, 60(8), 2532-2542.
- [2]. SANCHEZ-PEREZ, C., DE MINGO, J., GARCIA-DUCAR, P., and CARRO, P. L. Automated design of optimized tunable matching networks in the UHF band. In: *IEEE MTT-S International Microwave Symposium Digest*. Piscataway: IEEE, 2012, vol. 1, pp. 1-3
- [3]. SANCHEZ-PEREZ, C., DE MINGO, J., GARCIA-DUCAR, P., and CARRO, P. L. Performance improvement of mobile DVB-H terminals using a reconfigurable impedance tuning network. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*. 2009, 55(4), 1875-1882.

### FIGURAS

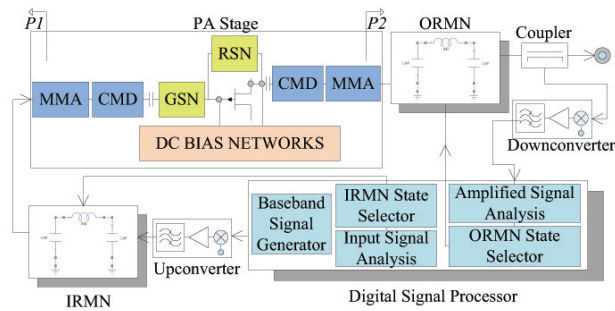


Fig. 1. Arquitectura de transmisión propuesta

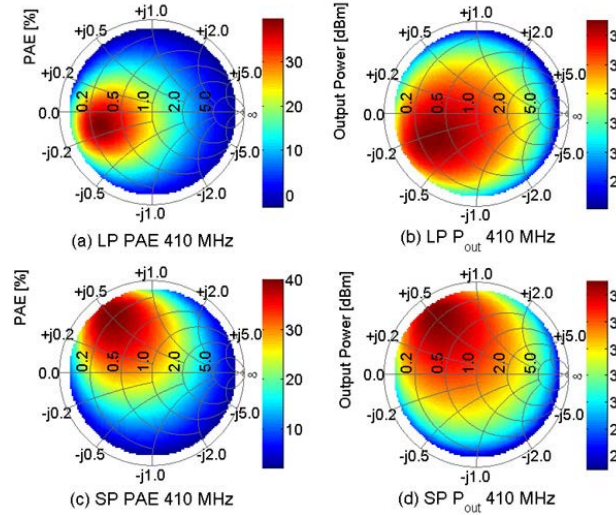


Fig. 2. PAE (a) y P<sub>out</sub> (b) LP; PAE (c) y P<sub>out</sub> (d) SP. 410MHz

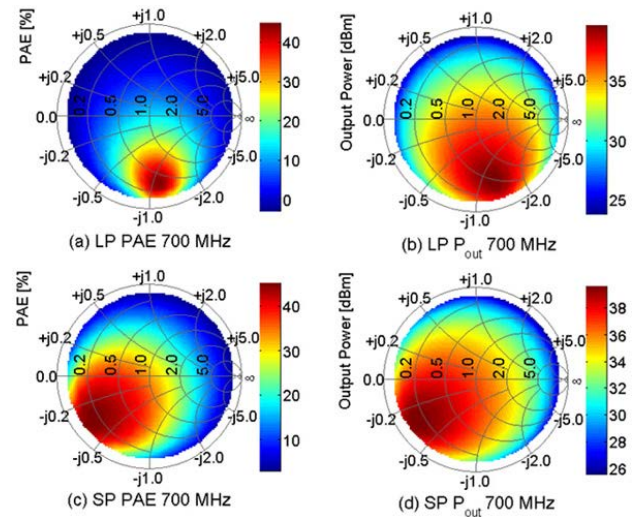


Fig. 3. PAE (a) y P<sub>out</sub> (b) LP; PAE (c) y P<sub>out</sub> (d) SP. 700MHz

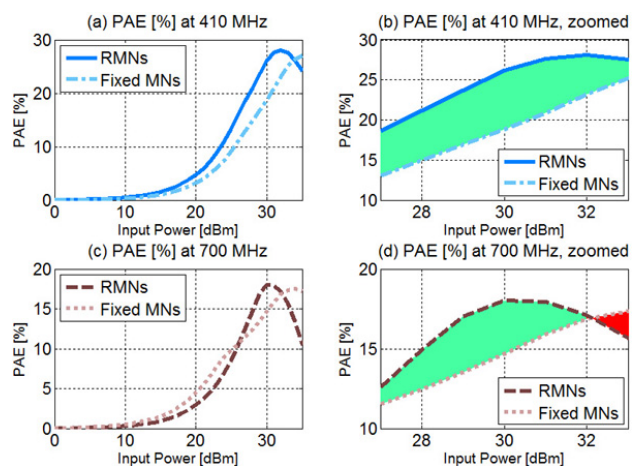


Fig. 4. PAE obtenida para ambas arquitecturas a 410MHz (a)-(b) y a 700MHz (c)-(d)