



Universitat Oberta
de Catalunya

Métodos de bajo coste para el ajuste de filtros en sistemas Private Mobile Radio

Autor: Eloy Pellicer Frasquet

Director: Raúl Parada Medina

Fecha: Enero de 2019



Índice

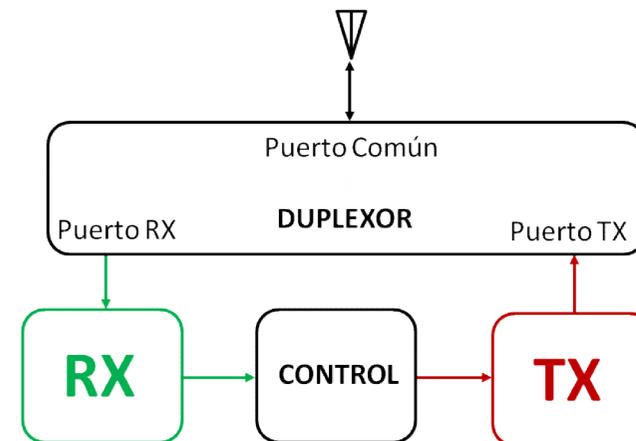
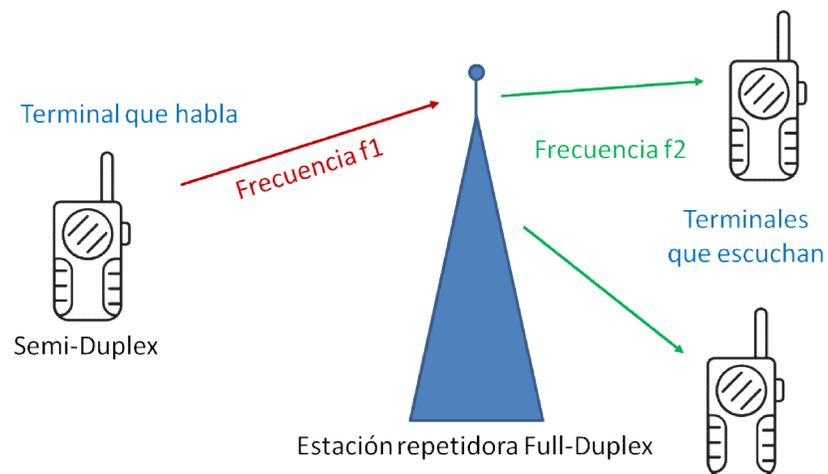
- Motivación
- Objetivos
- Estado del Arte
- Método del transmisor y el medidor de potencia
- Método del generador de ruido y el SDR
- Conclusiones
- Líneas futuras



1. Motivación

Motivación:

- Los sistemas Private Mobile Radio (walkie talkies) siguen vigentes en aplicaciones de gestión de emergencias, logísticas y otras áreas.
- Se utilizan estaciones base (repetidoras) full dúplex. La información recibida por una frecuencia se transmite simultáneamente por otra. Es **necesario tener aislamiento**.
- El aislamiento se consigue mediante sistemas de filtros de RF: paso banda, duplexores.
- Organizaciones voluntarias como radioclubes, Cruz Roja, Protección Civil necesitan mantener económicamente los sistemas. Reciclaje de filtros y otros elementos.
- Problema: **Coste del equipamiento** para el ajuste y comprobación de filtros



2. Objetivos

Objetivo principal:

- Desarrollar métodos de bajo coste y de aplicación sencilla para ajustar los filtros que se encuentran en sistemas PMR. De esta forma se facilita el despliegue y el mantenimiento de este tipo de redes.

Objetivos secundarios:

- Comparar los métodos desarrollados entre ellos mismos y con los existentes en el estado del arte: coste, exactitud, tiempo de ejecución y entrenamiento necesario.
- Documentar la aplicación de los métodos desarrollados para poder utilizar la memoria en labores de formación.



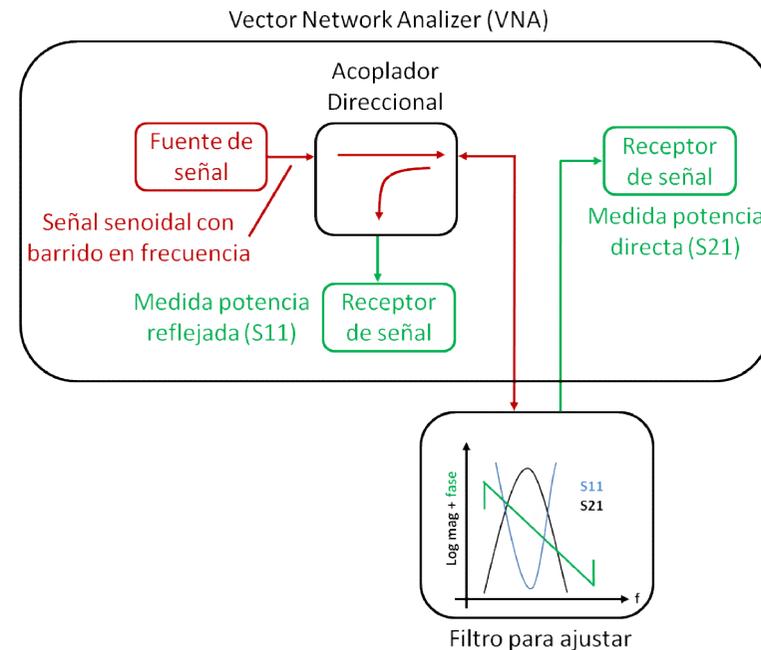
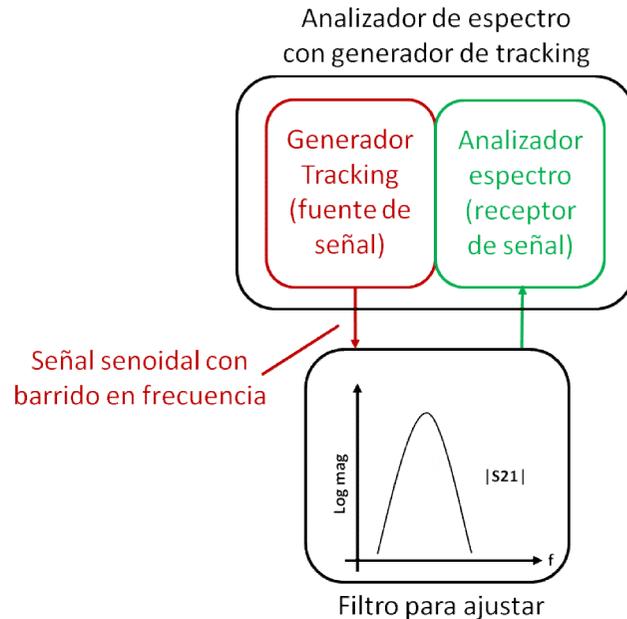
3. Estado del arte

Ajuste con analizador de espectro (SA) + generador de seguimiento (TG):

- Mide módulo de S_{11} y S_{21} , pero no simultáneamente. Exactitud alta. Necesita entrenamiento. Coste alto (algo menos de 2000 €).

Ajuste con analizador vectorial de redes (VNA):

- Mide módulo y fase de S_{11} y S_{21} . Exactitud muy alta. Necesita entrenamiento. Coste muy alto (entorno a 4000 €)

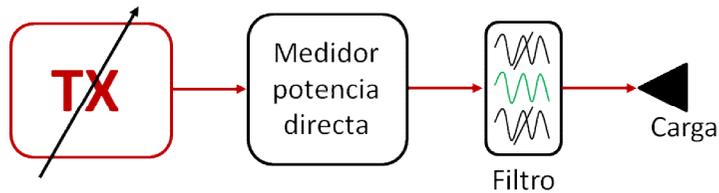


4. Transmisor y medidor de potencia (I)

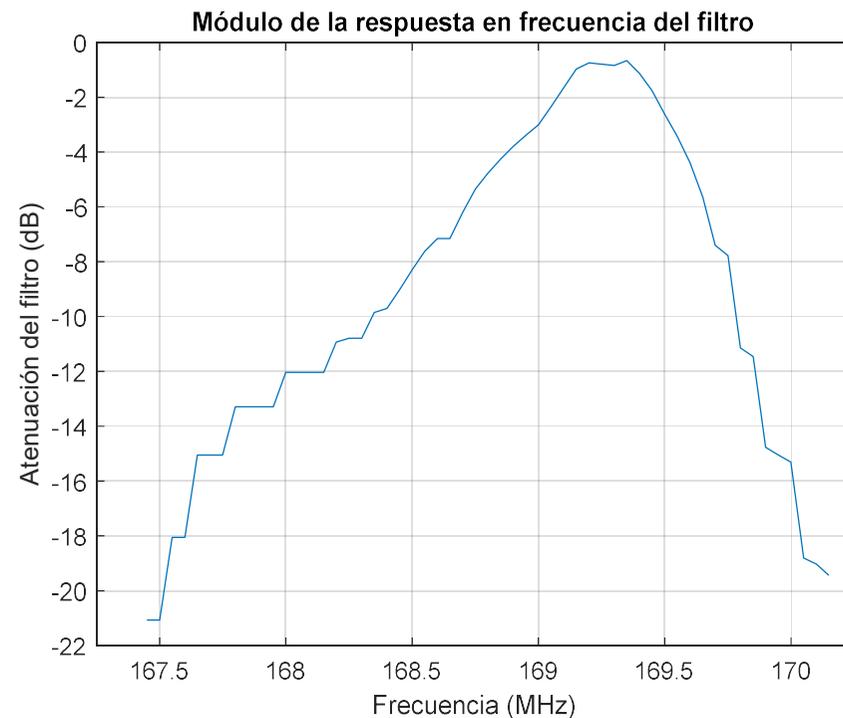
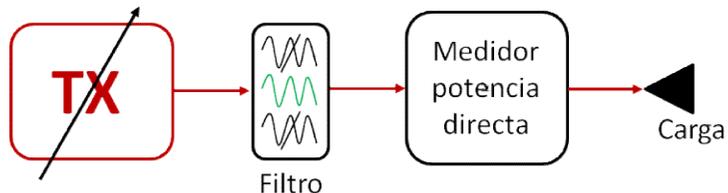
Medida de la respuesta en transmisión

- Ajustamos la frecuencia de resonancia maximizando la potencia a la salida del filtro.
- Barrido manual en frecuencia midiendo la potencia de entrada y de salida del filtro para calcular la respuesta con Matlab.

Variación de frecuencia



Variación de frecuencia



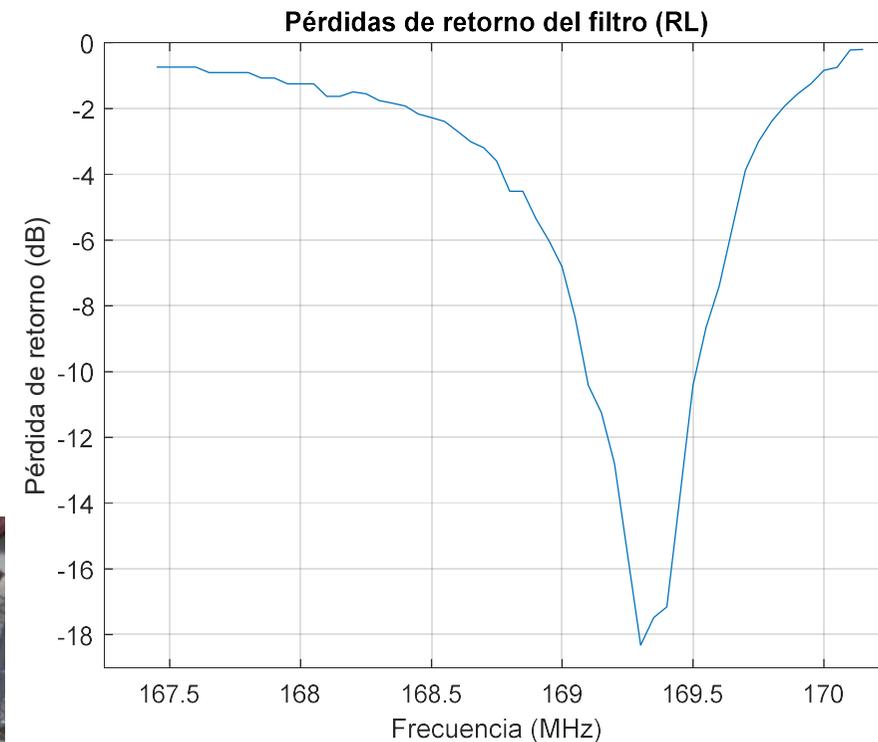
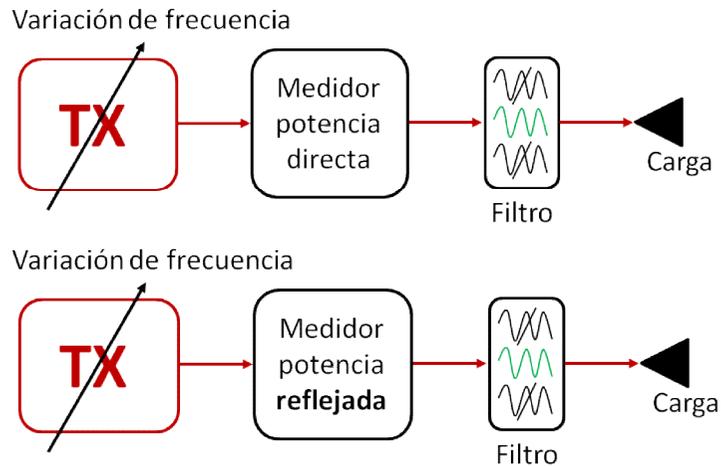
$$IL (dB) = P_{out}(dBm) - P_{in}(dBm)$$



4. Transmisor y medidor de potencia (II)

Medida de la respuesta en reflexión

- Barrido manual en frecuencia midiendo la potencia de entrada al filtro, y la potencia reflejada por el propio filtro de vuelta al transmisor.



$$RL (dB) = P_{reflejada}(dBm) - P_{in}(dBm)$$



4. Transmisor y medidor de potencia (y III)

Ventajas

- Económico. El material necesario para aplicarlo está en torno a los 200 €.
- Resultados aceptables: permite ajustar la frecuencia de resonancia y tener una cierta idea de la respuesta en frecuencia, tanto en transmisión como en reflexión.

Desventajas

- Rango dinámico limitado (entorno a 6 dB).
- Tiempo de ejecución muy largo, del orden de horas.
- Aplicación muy engorrosa: varios cambios en el setup, necesidad de manejar tablas largas con medidas y procesado en Matlab (o cualquier otra herramienta que permita realizar gráficas).

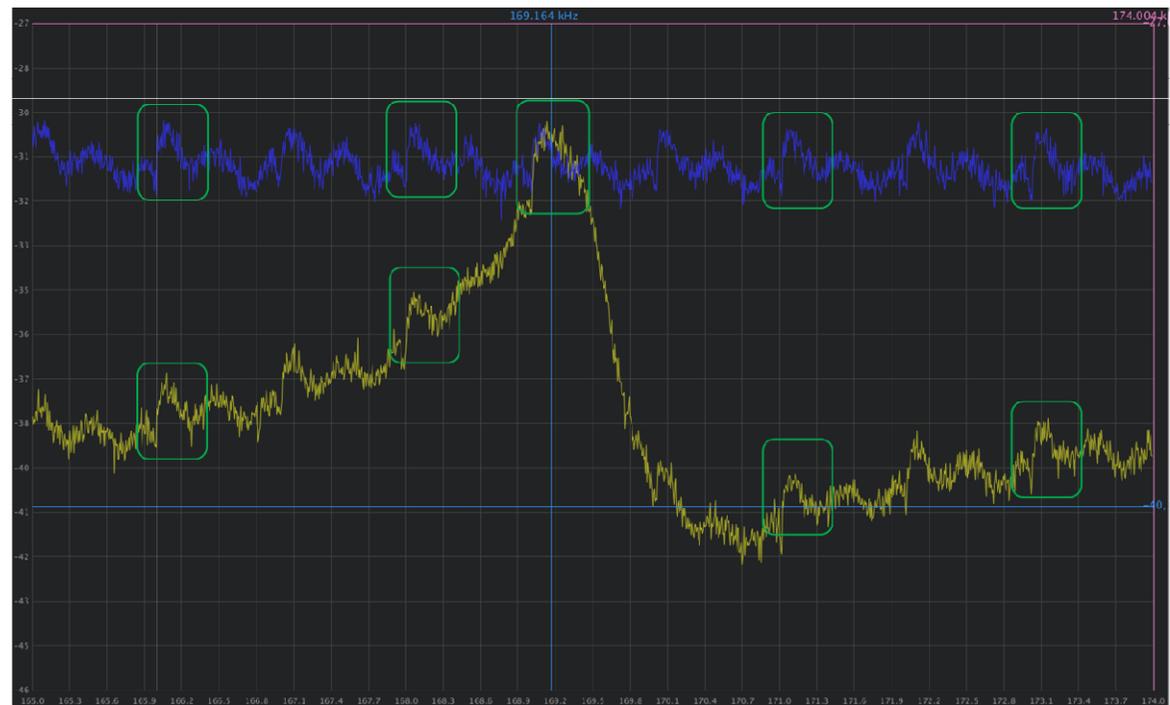
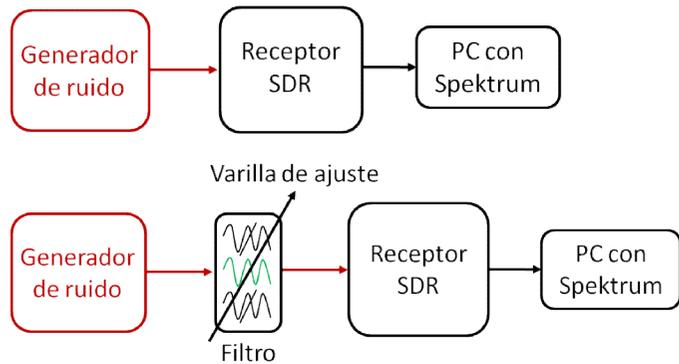
Necesitamos desarrollar un método que resuelva el mayor número de inconvenientes



5. Generador de ruido y receptor SDR (I)

Medida de la respuesta en transmisión

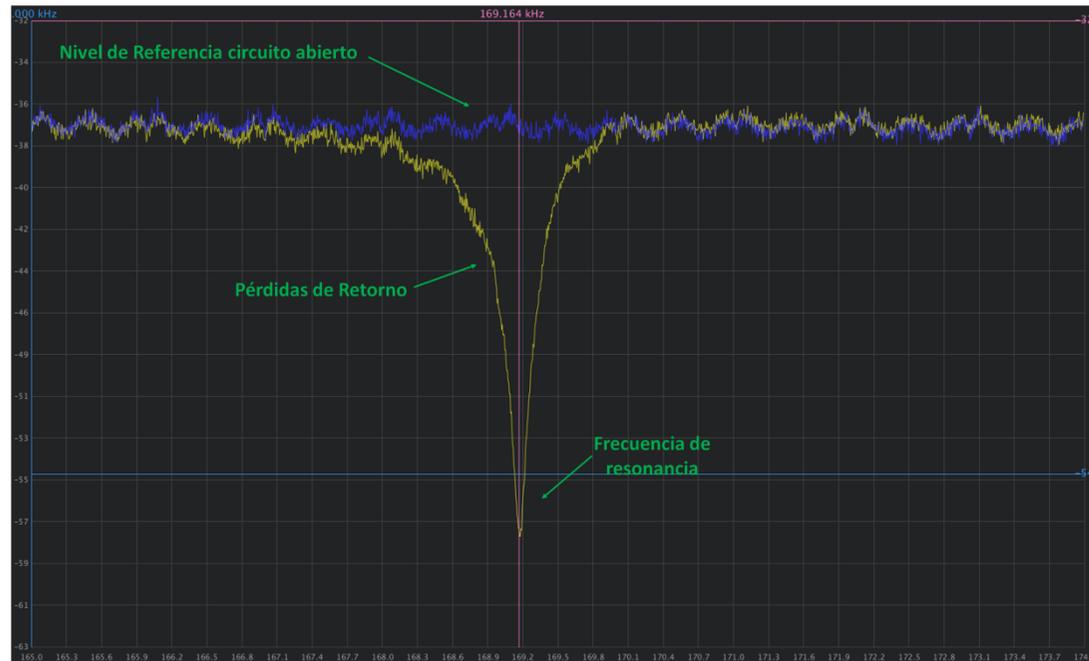
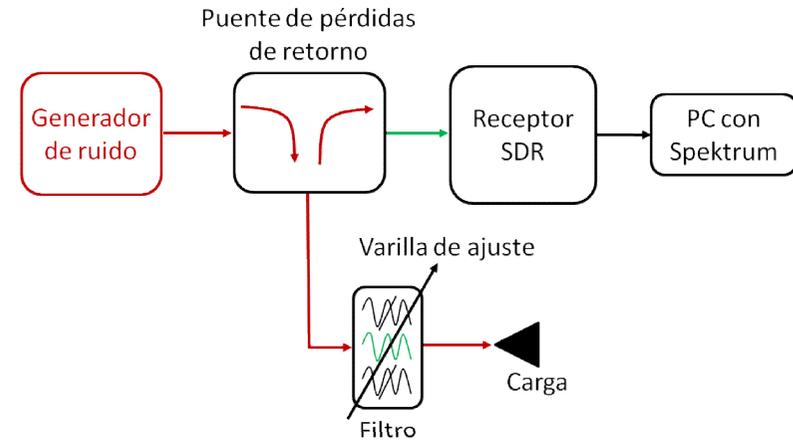
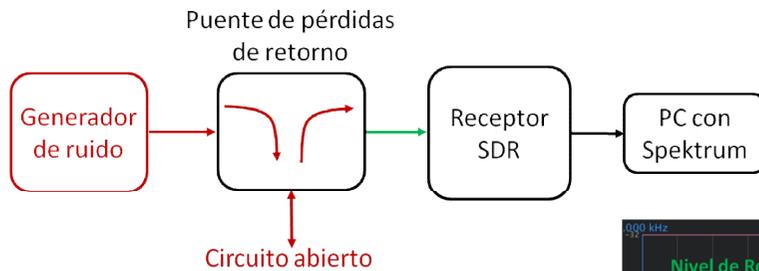
- Utilizamos el software Spektrum para convertir un dongle SDR en un SA.
- Calibramos el nivel de 0 conectando el generador de ruido al SDR.
- Medimos de forma directa y sencilla la respuesta en transmisión.



5. Generador de ruido y receptor SDR (II)

Medida de la respuesta en reflexión

- Se utiliza un puente de pérdidas de retorno
- Se calibra con un circuito abierto



5. Generador de ruido y receptor SDR (y III)

Ventajas

- Muy económico. El material necesario está en el entorno de los 100 €.
- Fácil de aplicar.
- Tiempo de ejecución muy corto (del orden de minutos).
- Resultados satisfactorios: ajuste de la frecuencia de resonancia, obtención de la respuesta en transmisión y en reflexión. Mejor rango dinámico que el método anterior.
- Buena resolución en frecuencia

Desventajas

- El rango dinámico ha mejorado, pero aún así no es muy destacable. Para aumentarlo habría que usar un SDR con mayor número de bits -> Incremento de coste.

Este método resuelve el problema planteado y no presenta grandes inconvenientes

6. Conclusiones

Comparativa entre los métodos desarrollados:

Método	Facilidad de aplicación	Tiempo necesario	Exactitud, resolución y rango dinámico
Transmisor y medidor de potencia	Poco intuitivo, incómodo.	Extremadamente alto (horas).	Suficiente.
Generador de ruido blanco y receptor SDR	Muy visual y sencillo. Ajuste en tiempo real.	Muy bajo. 15-20 minutos son suficientes.	Notablemente mejor que el anterior.

Comparativa entre el método del SDR y el estado del arte:

Estado del arte	Ventajas aportadas	Desventajas introducidas
Analizador de espectro con generador de seguimiento	Reducción de coste muy importante. Tiempo de aplicación muy bajo. Intuitivo (poco entrenamiento).	Menor exactitud y sobretodo menor rango dinámico. Pero sigue siendo suficiente para la aplicación típica.
Analizador de redes vectorial (VNA)	Reducción de coste extremadamente importante. Tiempo de aplicación muy bajo. Intuitivo (poco entrenamiento).	Menor exactitud y sobretodo menor rango dinámico. Sólo permite medidas en módulo. Pero sigue siendo suficiente para la aplicación típica.

7. Líneas futuras

Reaprovechamiento directo del material de los anteriores capítulos

- Caracterización de bandas de resonancia de antenas.
- Múltiples retos: anchos de banda grandes, líneas de transmisión, señales presentes, etc...

