

REDUCCIÓN DE RUIDO EN UN TERMINAL FIJO DE ACCESO POR RADIO

Eva Navas, Juan Luis Murugarren, Begoña Blanco, Inma Hernáez

Dpto. de electrónica y telecomunicaciones. UPV-EHU

eva, juanluis, begob, inma@bips.bi.ehu.es

1 Introducción

El Terminal Fijo de Acceso por Radio (TFAR, Fig.1) es un equipo que proporciona los servicios tradicionales de telefonía fija a usuarios finales utilizando enlaces troncales de radio GSM. Es una unidad compacta que puede funcionar bien con batería, bien enchufada a la red eléctrica. En este último caso, si el equipo celular está alimentado por una fuente sin toma de tierra, puede aparecer un ruido debido a la pérdida de referencia.

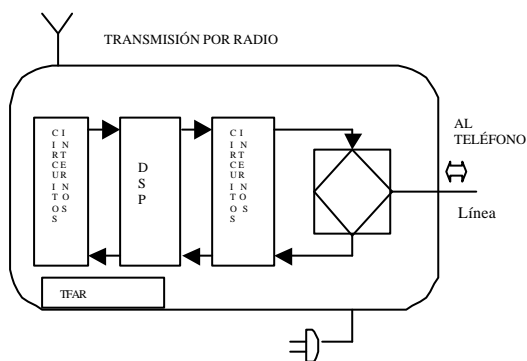


Fig. 1: Estructura del TFAR.

Este ruido se manifiesta como una señal de bajo nivel con componentes de 50 Hz y armónicos, que se mezcla con la señal que proviene del micrófono y es apreciable en el auricular debido al efecto local (Fig. 2).

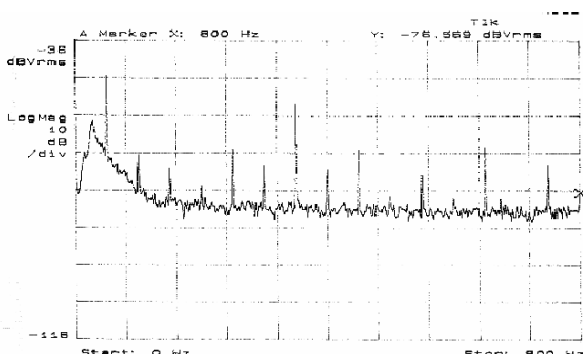


Fig. 2 Espectro del ruido en el auricular .

El objetivo del trabajo que aquí se presenta es eliminar en lo posible este ruido, incómodo para el usuario del teléfono, con mínimas pérdidas en la calidad del sonido. Además, los algoritmos diseñados deben convivir en el DSP del terminal (AD2101 [1]) con el resto de código necesario para

su funcionamiento del terminal, lo cual va a imponer importantes limitaciones de memoria y capacidad de proceso.

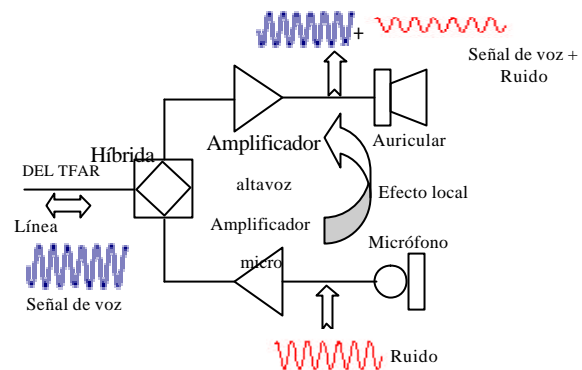


Fig. 3 Ruido generado en el micrófono que se hace apreciable en el auricular por el efecto local.

2 Descripción general del sistema

El sistema diseñado consiste en inyectar desde el DSP una señal que al alcanzar el auricular se capaz de cancelar el ruido existente. El principal problema que encontramos es que no tenemos acceso al ruido en el auricular. En el DSP, únicamente podemos acceder a la señal (voz más ruido) procedente del micrófono, pero de ninguna manera dispondremos de la señal final escuchada por el usuario. Por ello, será necesario estimar previamente la función de transferencia de los trayectos que seguirán todas las señales implicadas. Posteriormente, extraeremos la componente de ruido y la procesaremos adecuadamente para que tras su camino hasta el auricular, cancele el ruido generado por el efecto local.

3 Aislamiento de la señal de ruido

La extracción de la señal de ruido se realiza mediante un banco de filtros notch, que separan las componentes de 50 Hz. y armónicos. Tal y como muestra la figura 4, se utiliza un filtro en peine de una sola púa por cada armónico, en lugar de utilizar un único filtro de mayor orden. Esto se hace así porque el sistema adaptativo que estima la función del canal (ver apartado 4) ha mostrado un comportamiento muy superior con esta estructura, es decir, procesando cada una de las componentes del ruido independientemente, en lugar de estimar la respuesta para todas las componentes a la vez.

Además, como puede verse, el filtro se ha implementado mediante un filtro notch. Se ha preferido este diseño a la implementación directa de un filtro en peine, por los problemas de estabilidad que pueden presentar estos últimos cuando trabajamos en coma fija.

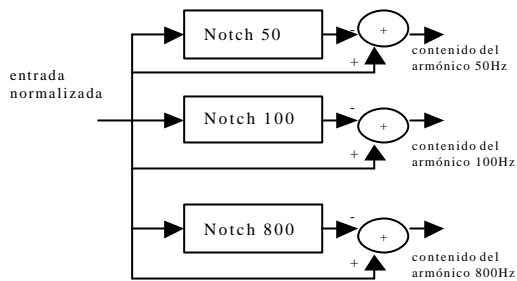


Fig. 4. Separación de armónicos de ruido con un banco de filtros notch en paralelo.

Como también la inestabilidad de los filtros notch aumenta a medida que se hacen más estrechos, ya que sus polos se acercan al círculo de radio unidad. en este trabajo se han implementado estos filtros con estructura lattice-ladder [2], por su buen comportamiento en este sentido.

4 Estimación de la función de transferencia

Una vez separadas todas las componentes del ruido, cada una de ellas atravesará un filtro previamente calculado, tal que la señal a la salida de dicho filtro, e inyectada desde el CODEC, cancele la componente de ruido a esa frecuencia. La función de transferencia de estos filtros (uno por cada armónico) se determina por medio de técnicas de filtrado adaptativo [3] para identificación de sistemas desconocidos, según el esquema de la figura 5.

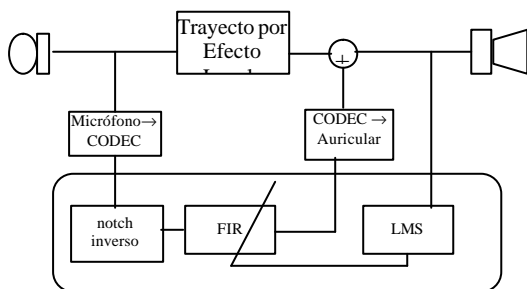


Fig. 5. Esquema de filtro adaptativo utilizado para el modelado de la respuesta en frecuencia del camino que recorre la señal telefónica.

A la salida del micrófono, se inyecta un tono con una cierta amplitud, y con frecuencia la del armónico para el cual estamos realizando la estimación. En cualquier caso, el filtro notch inverso se encargará de eliminar las componentes a otras frecuencias. Por efecto local, el tono se escuchará en el auricular. El algoritmo LMS ajustará los coeficientes del filtro FIR de forma que la señal inyectada desde el CODEC cancele en lo posible dicho tono en el auricular.

Para la implementación de este filtrado adaptativo se ha utilizado el sistema de desarrollo AD21000 [4], que incorpora un DSP de coma flotante. Con él, se realizó la caracterización completa de algunos modelos de teléfono.

5 Resultados

A continuación se muestra el espectro de ruido que queda en el auricular cuando se realiza todo el filtrado en el DSP y se inyecta la señal estimada desde el codec. En la figura 6 se observa cómo todas las componentes del ruido se atenúan, llegando algunas a confundirse con el umbral de ruido. Sin embargo, para algunas frecuencias el algoritmo de adaptación no es capaz de estimar un filtro FIR tal que esa componente se anule por completo en el auricular. De todas formas, el ruido en estos casos disminuye lo suficiente para que la sensación de molestia en el auricular del teléfono desaparezca.

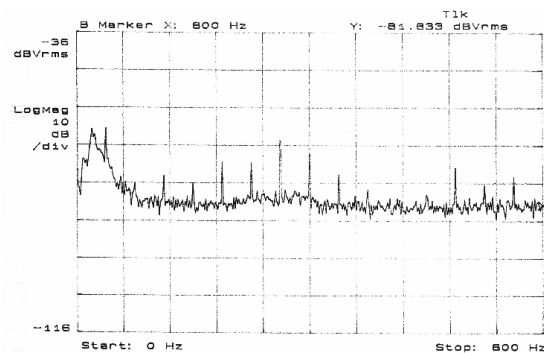


Fig. 6 Espectro de ruido presente en el auricular tras procesar la señal.

Finalmente se muestra la respuesta en frecuencia del camino directo entre micrófono y auricular cuando se está filtrando.

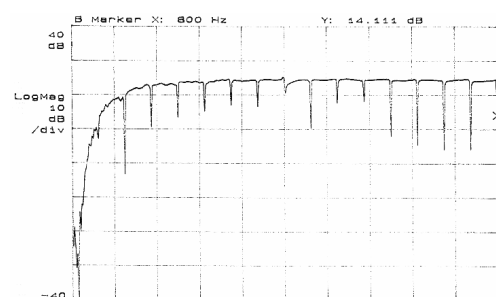


Fig. 7 Respuesta en frecuencia del camino directo entre micrófono y auricular.

6 Bibliografía

- [1] ADSP-2100 Family User's Manual ANALOG DEVICES. Norwood (EE. UU.), 1994
- [2] Tratamiento Digital de Señales. PROAKIS & MANOLAKIS. Ed. Prentice Hall. Madrid 1998
- [3] Adaptive Filter Theory. HAYKIN, S. Ed. Prentice Hall. New Jersey 1986.
- [4] ADSP-21000 Family User's Manual ANALOG DEVICES. Norwood (EE. UU.), 1995