

# ESTUDIO DEL RUIDO EN LA RED DE BAJA TENSIÓN EN EL RANGO DE 30 kHz a 1 MHz SEGÚN EL TIPO DE DÍA

*Francisco José Simois Tirado*

Área de Teoría de la Señal y Comunicaciones  
Universidad de Sevilla  
fjsimois@viento.us.es

*José Ignacio Acha Catalina*

Área de Teoría de la Señal y Comunicaciones  
Universidad de Sevilla  
acha@viento.us.es

## RESUMEN

En este artículo se presenta un amplio conjunto de medidas de ruido realizadas en la red de distribución de potencia de baja tensión. El rango de frecuencias considerado va de 30 kHz a 1 MHz, es decir, mucho más allá de la banda permitida en la correspondiente norma CENELEC para las comunicaciones a través de líneas de potencia. El estudio ha sido realizado dividiendo los días en días de trabajo, días de fiesta y "semifiestas". De este modo, se ha establecido una comparación entre ellos en cuanto a ruido total y ruido impulsivo.

## 1. INTRODUCCIÓN

Cada vez existe mayor interés en el uso de la red de distribución de energía eléctrica como un medio para la comunicación dentro de edificios y entre los mismos. Ello es debido a que dicha red ofrece una cobertura prácticamente universal. Por todo esto, es necesario caracterizar las líneas de potencia, entre otros aspectos, en función del ruido presente en las mismas.

Gran cantidad de trabajos han sido presentados previamente sobre este tema. La mayoría de ellos [1]-[4] estudian el ruido hasta un máximo de 500 kHz. Alguno [2] realiza un análisis detallado en función de la hora del día. Alguna otra publicación [5] llega hasta incluso los 60 MHz, pero el estudio incluido en ella es incompleto, puesto que trata sólo de una caracterización global del ruido, sin analizar las diferentes componentes del mismo ni su distribución.

En este trabajo resumimos un amplio conjunto de medidas realizadas en un laboratorio para caracterizar el ruido presente en la red de distribución de baja tensión. Las frecuencias estudiadas van hasta 1 MHz, o sea, mucho más allá del estándar europeo e incluso del americano. Además, como novedad, el análisis se ha realizado en función del tipo de día, ya sean días de trabajo (lunes a viernes no festivos), días de fiesta (domingos, festivos y mes de agosto) o "semifiestas" (sábados, puentes, mes de julio y dos primeras semanas de septiembre).

## 2. MÉTODO DE MEDIDA

El componente principal en las medidas es un analizador de espectros Hewlett Packard ESA-L E441B. Éste es un analizador analógico, lo cual implica que cada medida se realiza mediante el barrido de un filtro paso de banda a través del rango de frecuencias deseado. El ancho de banda del filtro referido, así

como el tiempo de barrido, son parámetros que hay que escoger con cuidado [2]. En nuestro caso, se optó por tomar 10 kHz y 1 segundo, respectivamente.

El analizador de espectros se conecta a la línea a través de un circuito de acople, el cual es básicamente un filtro paso de alta para evitar que la señal de 220V/50Hz entre en el analizador, lo cual podría producir daños en el mismo.

Finalmente, el analizador de espectros es conectado a un PC HP Vectra 500 series. El principal objetivo es el de poder realizar las medidas de forma automática; de otra manera, habría sido imposible efectuar medidas durante la noche o en días de vacaciones. Para este propósito, fue desarrollado un software específico [6].

Se optó por medir el ruido una vez cada hora. El proceso total de medida duró algo más de tres meses (no consecutivos).

## 3. RESULTADOS

### 3.1. Conjunto completo de medidas

La Fig. 1 representa el percentil del 50% (es decir, la mediana) del conjunto completo de medidas para cada uno de los tres tipos de día. Con línea continua se muestra el ruido para los días de trabajo; los días de fiesta se marcan con puntos gruesos, y las semifiestas con línea discontinua.

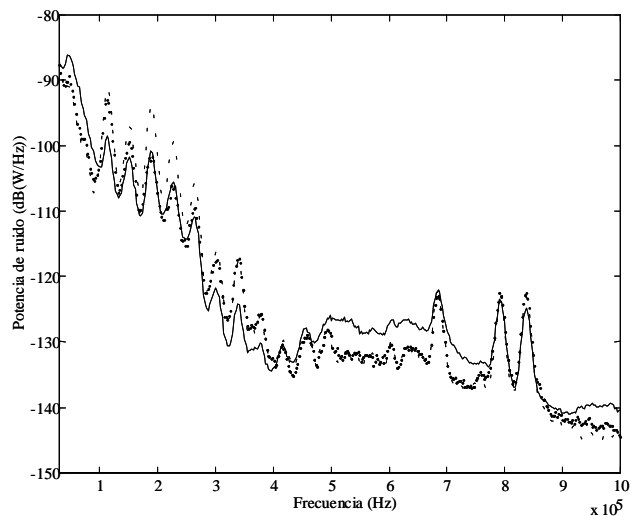


Figura 1. Potencia de ruido respecto del tipo de día.

Aquí encontramos un comportamiento imprevisto, cual es que no en todo el rango de frecuencias el ruido es mayor en los días de trabajo. Por el contrario, a frecuencias bajas se invierte el orden esperado y son los días de fiesta aquellos que poseen mayor ruido. Ello se debe, fundamentalmente, a que en los días de verano aparecía un patrón de ruido con una serie de armónicos a frecuencias múltiplos de 37.5 kHz, cuya amplitud excedía a menudo los valores de ruido presentes el resto del año. Puesto que dicho patrón es característico de las horas nocturnas (entre las 22:00 y las 7:00 inclusive, normalmente), es de suponer que es debido al alumbrado de la calle. Sin embargo, no parece haber explicación evidente de por qué esto sucede fundamentalmente en los días de verano.

Más esclarecedora resulta la Fig. 2. En ella se presenta (con la misma notación que en la Fig. 1) la variación existente entre los valores máximo y mínimo del espectro para cada uno de los tipos de día. Aquí se ve que en los días de trabajo existe para casi todas las frecuencias una mayor variabilidad en la cantidad de ruido presente en la línea, mientras que la menor desviación corresponde en todo caso a los días de fiesta.

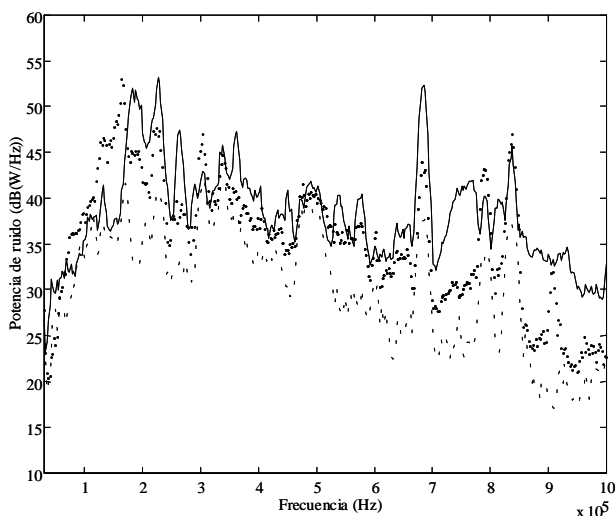


Figura 2. Variación del ruido respecto del tipo de día.

### 3.2. Ruido impulsivo

De acuerdo con la clasificación presente en [1], podemos clasificar el ruido existente en la línea de potencia en diferentes categorías. Una de ellas es el ruido impulsivo, definido como aquellas perturbaciones que duran un intervalo de tiempo muy pequeño, y que se distribuye por igual para todas las frecuencias. Debido a que su duración es mucho menor que el tiempo de barrido del analizador, este ruido impulsivo aparecerá como un pico muy estrecho a una frecuencia cualquiera [2]. Por tanto, para encontrar ruido impulsivo se buscaron muestras que estuviesen al menos 10 dB por encima respecto de las muestras adyacentes [4], exigiendo además que no existiera un patrón de repeticiones periódicas. De este modo, el número total de impulsos detectados es el presentado en la Tabla 1.

Se aprecia claramente en esta tabla que en los días de trabajo la cantidad de ruido impulsivo es mucho mayor que en los otros dos casos. La diferencia entre días de fiesta y semifiestas no es

demasiado acusada, y de hecho puede ser disminuida si arbitrariamente se escoge otro método de clasificación (por ejemplo, tomar julio también como días de fiesta), con lo cual no es significativa. Por otra parte, parece claro que la amplitud de dichos impulsos no depende del día que consideremos.

Tabla 1.

Características del ruido impulsivo		
Tipo de día	Número de impulsos por espectro	Amplitud media (dB)
Día de trabajo	2.5995	15.0218
Semifiesta	1.4980	15.2107
Fiesta	1.7683	15.1908

## 4. CONCLUSIONES

En este trabajo se han presentado las características principales del ruido presente en la red eléctrica de baja tensión, en el rango de 30 kHz a 150 kHz. Se ha hecho especial énfasis en la distribución según el tipo de día. Así, se ha visto que no existen diferencias destacables en cuanto al ruido promedio, pero sí que hay una mayor variabilidad en la cantidad de ruido en los días de trabajo. Por otra parte, la cantidad de ruido impulsivo es considerablemente mayor en los días de trabajo.

## 5. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha llevado a cabo gracias al CICYT (Ref. 1FD97-0691), por medio de fondos FEDER.

## 6. REFERENCIAS

- [1] R.M. Vines, H.J. Trussell, L.J. Gale and J.B. O'Neal, "Noise on residential power distribution circuits," IEEE Trans. Electromagn. Compat., 26(4): 161-168, 1984.
- [2] O.G. Hooijen, Aspects of Residential Power Line Communications, Thesis, Nov. 1997.
- [3] M. Tanaka, "High frequency noise power spectrum, impedance and transmission loss of power line in Japan on intrabuilding power line communications," IEEE Trans. Cons. Electronics, 34(2): 321-326, 1988.
- [4] M.H.L. Chan and R.W. Donaldson, "Amplitude, width and interarrival distribution for noise impulses on intrabuilding power line communication networks," IEEE Trans. Electromagn. Compat., 31(3): 320-323, 1989.
- [5] D. Liu, E. Flint, B. Gaucher and Y. Kwark, "Wide band AC power line characterization," IEEE Trans. Cons. Electronics, 45(4): 1087-1097, 1999.
- [6] R. Boloix, F. J. Simois, J.R. Cerquides y J. I. Acha, "Software para la realización de medidas automáticas con un analizador de espectro", Actas XV Simposium Nacional de la Unión Científica Internacional de Radio (URSI'00), Zaragoza, España, pp. 623-624, 2000.