

Simulación Mediante "TOPSIM-IV" de Fading Lognormal para Radiocanales Móviles Terrestres

M.Visintin *,Ll.Cerdá Alabern **, J.A.Delgado-Penín***

*Dip.Elettronica,Politecnico di Torino,Italia 10129

**Dep.Arq.Computadores,UPC,D-4,Campus Nord,Barcelona

***Dep.TSC,UPC,D-4,Campus Nord,Barcelona

Apdo.30002;93+401.6815;FAX 93+4017200

Abstract.-This paper presents the main features of a simulation model for lognormal slow fading.The fading model and constraints are considered.Testing of the lognormal generator simulated is also presented and discussed.

1.-Introducción

Los sistemas de radiocomunicación móviles deben adaptarse a las características de propagación en las que el transmisor o receptor se mueven el uno respecto al otro.En dicha situación se encuentran las radiocomunicaciones satélite-móvil;avión-móvil;barco-móvil;etc.El modelo que se usa habitualmente para caracterizar una situación de desvanecimiento radioeléctrico lento en el ámbito de las comunicaciones terrestres en bandas VHF ó UHF recurre a una caracterización probabilística de tipo lognormal [1].

Las dificultades de llevar a cabo un análisis teórico de los sistemas móviles en presencia de desvanecimiento (fading) rápido y/o lento pueden reducirse recurriendo a la simulación digital.En este trabajo se hace uso de resultados obtenidos con el paquete de logicial (SW) denominado TOPSIM-IV (Torino Politecnico Simulator) [2].

La herramienta de simulación se basa en un lenguaje de "alto nivel"que facilita el diseño de bloques nuevos basándose en una librería de logicial que contiene bloques elementales como:filtros,moduladores,generadores de secuencias,etc.El modelo de un subsistema se representa mediante unas entradas,unas salidas y parámetros internos del subsistema.El tratamiento digital del modelo facilita la simulación en el dominio temporal,utilizándose el campo frecuencial cuando conviene a fines de ahorro de tiempo de proceso en el ordenador.

En el apartado que sigue se describe un modelo de desvanecimiento lento procedente del campo del radar y estudiado en las referencias [3,4].Posteriormente se describe un modelo para realizar la simulación digital aprovechando las características de TOPSIM-IV.Se finaliza la comunicación presentando unos resultados que provienen del test llevado a cabo sobre el macrobloque simulado a propósito de las estadísticas y de la densidad espectral de potencia del "fading" generado.

2.-Modelo para caracterizar el desvanecimiento lento

Cuando se trata de modelar una situación de transmitir señales de banda estrecha a través de radiocanales móviles,la caracterización estadística del desvanecimiento lento se basa en resultados experimentales.Fueron Okumura y otros [5] que formularon la propuesta de una caracterización estadística lognormal;en su trabajo observaron variaciones de las medias locales de potencia correspondientes al fading rápido que siguen aproximadamente una estadística lognormal con valores de varianza en el margen comprendido entre 3 y 7 dB.Por otra parte,dadas las dificultades de observar la velocidad del desvanecimiento se hicieron hipótesis para medirla a partir de una configuración gaussiana del desvanecimiento, de características lognormales.Esta última hipótesis ha sido utilizada en el campo del radar y por otros autores [3,4].

El modelo de partida, Figura 1, considera dos procesos aleatorios reales gaussianos e independientes de media nula que se transforman exponencialmente en un proceso complejo:

$$z(t) = \exp [x(t) + j y(t)]$$

cuyos módulo y fase poseen estadísticas lognormal y uniforme respectivamente.

En las referencias [3,4,6] se hacen consideraciones sobre las varianzas de los generadores gaussianos y su relación con la potencia media del desvanecimiento lognormal, sin olvidar que dicha potencia media varía entre 3 y 7 dB según la referencia [5].

3.-Modelo para la simulación digital

El modelo para la simulación del desvanecimiento lento se representa en la Fig. 2. El proceso aleatorio lognormal $z(t)$ se escoge con una densidad espectral de potencia gaussiana para lo cual es necesario controlar la correlación entre procesos gaussianos generadores [3,4,6]

Puesto que se lleva a cabo una simulación digital, el diagrama de bloques que constituye el macrobloque se dibuja en la Figura 3. Donde el bloque 1 representa la generación de los dos procesos reales gaussianos blancos e independientes. La autocorrelación de tales procesos es conformada mediante filtros correladores del bloque 2, obteniendo así los procesos gaussianos independientes. El bloque 3 es un filtro interpolador que permite mejorar las prestaciones del simulador de desvanecimiento lognormal. El bloque 4 lleva a cabo la transformación exponencial y a su salida se obtienen las partes real e imaginaria del proceso lognormal.

4.-Resultados y conclusiones

El modelo de generador de "fading" lognormal simulado fue sometido a un conjunto de pruebas para verificar que se adapta a las situaciones que se desean. Para ello se consideró un tono como señal útil sobre el cual actúa el generador de "fading" lognormal.

Las pruebas realizadas han consistido en verificar los siguientes aspectos:

-el módulo del proceso $z(t)$ posee una estadística lognormal.

-la fase del proceso $z(t)$ posee una estadística aproximadamente uniforme.

-la densidad espectral de potencia puede considerarse gaussiana en los márgenes de frecuencia que son de interés.

En cuanto a la caracterización lognormal del proceso aleatorio de salida se recurrió a un test de histograma. Para ello se construyó el histograma de su logaritmo natural que resulta ser el proceso gaussiano $x[n]$; se realizó de este modo por motivos de factibilidad de la función de densidad de probabilidad gaussiana. En la Figura 4 puede observarse que el eje de abscisas ha sido normalizado con relación a la desviación típica de $x[n]$ y el eje de ordenadas fue normalizado a un valor máximo unitario.

En lo que se refiere a la caracterización estadística de la fase que depende solamente del proceso aleatorio $y[n]$ se recurrió también a su histograma. En la Figura 5 puede verse que el eje de abscisas ha sido tomado en radianes para "arg ($z[n]$)" y el eje de ordenadas asume un valor máximo de 0,160 [referencia 6].

Por lo que toca a la densidad espectral de potencia, aspecto importante para caracterizar una rapidez de "fading", la búsqueda de una conformación gaussiana se logra en los márgenes de frecuencia que son de interés en radiocomunicaciones móviles terrestres. En la Figura 6 puede contemplarse que el eje de abscisas posee unos márgenes de frecuencia que se adaptan muy bien a las características de este tipo de "fading". No obstante, la mejor aproximación del espectro gaussiano se obtiene para valores de la densidad espectral de potencia alrededor del valor máximo. En los primeros 20 dB, la desviación de la densidad espectral medida respecto a la densidad espectral teórica es inferior a 1dB.

Por último, como conclusiones finales se pueden considerar las siguientes:

- Con este modelo de simulación las características del generador de "fading" lento coinciden con las previstas en las hipótesis, salvo leves variaciones.
- En cuanto a la densidad espectral de potencia del proceso estacionario de salida ("fading" lognormal), no obstante su buen comportamiento en el intervalo $[-20, 0]$ dB se presentan algunos fenómenos indeseables para valores inferiores a -20 dB y que se achacan a imprecisiones en la síntesis de los filtros correladores.

Referencias

- [1] D. Parsons, "The mobile radio propagation channel", Pentech-Press, U.K., 1992
- [2] V. Castellani, et al., "TOPSIM-IV": An advanced versatile user-oriented software package for computer-aided analysis and design of communication systems", ESA Journal, vol. 16, pags. 135-158, 1986.
- [3] J.A. Delgado-Penín, J. Serrat-Fernández, "A real time simulation model for lognormal fading channels", Proc. 1st International Symposium on Communication theory and applications, September 1991, Scotland (U.K.).
- [4] Idem, "Lognormal random processes generation. A digital simulation approach", pendiente de publicación
- [5] Y. Okumura et al., "Field strength and its variability in VHF and UHF land mobile service", Rev. Elect. Comm. Lab., 16, pags. 825-873, 1968.
- [6] L. Cerdá-Alabern, "Simulazione del fading lognormale in un canale radio-mobile", Tesi di Laurea, Politecnico di Torino, Octubre 1993.

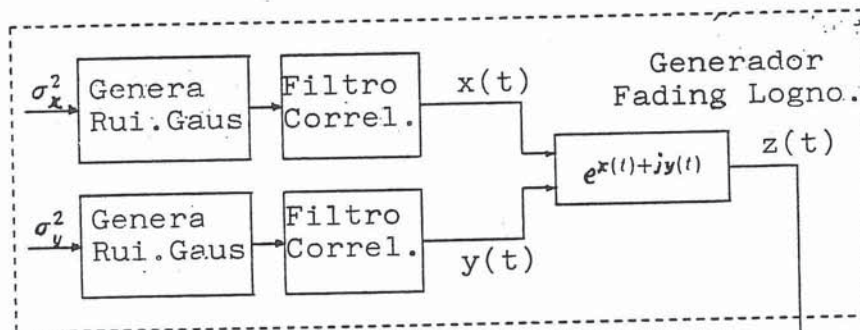


Figura 1

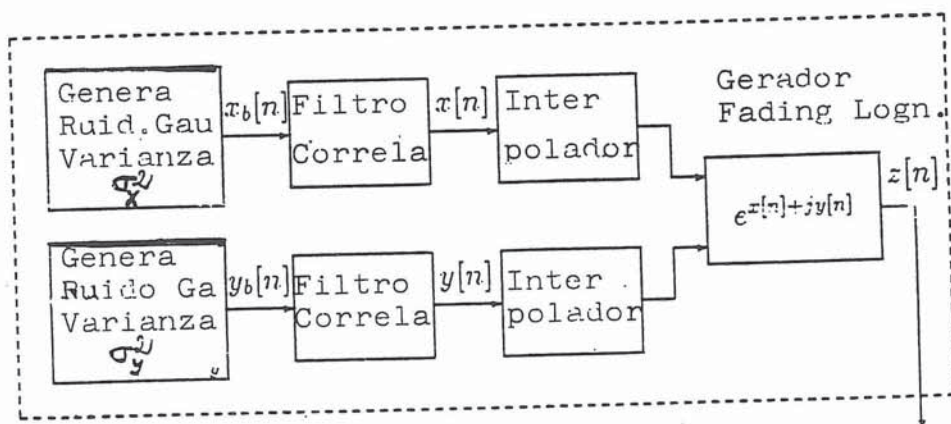
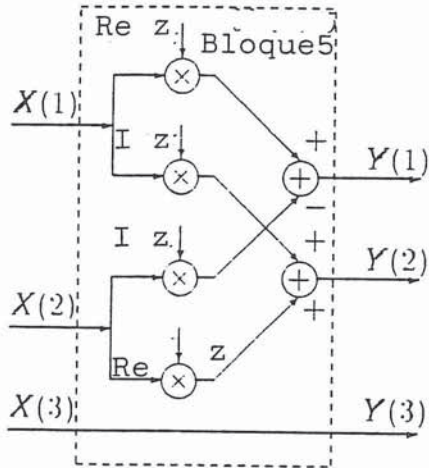
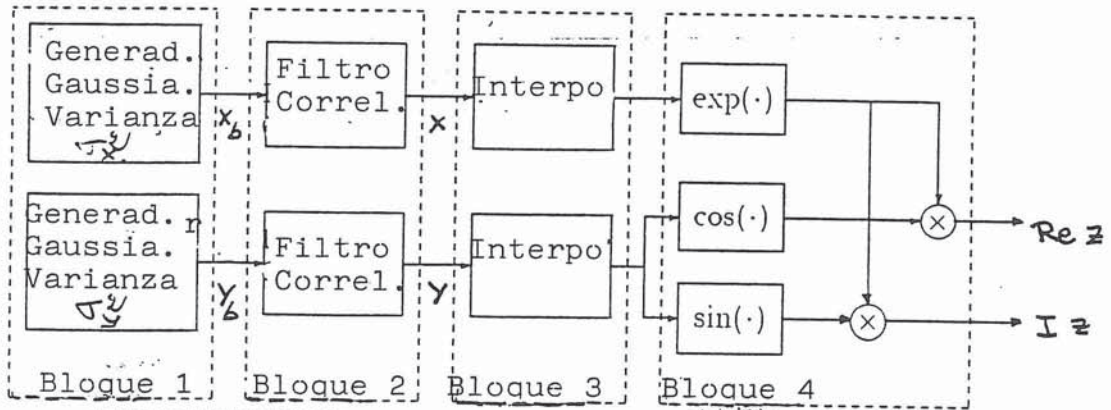


Figura 2



$X(1), Y(1)$: Componentes en fase
 $X(2), Y(2)$: Componentes en cuadratura
 $X(3), Y(3)$: Frecuencia central
 $Re z, I z$: Partes real e imaginaria del proceso lognormal.

Figura 3

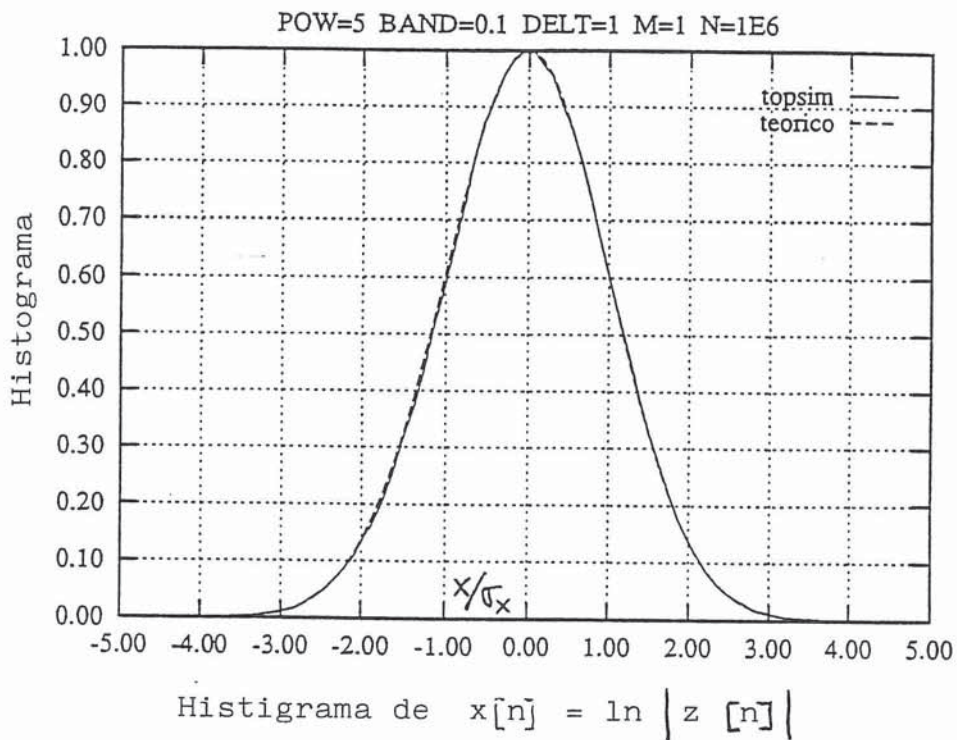
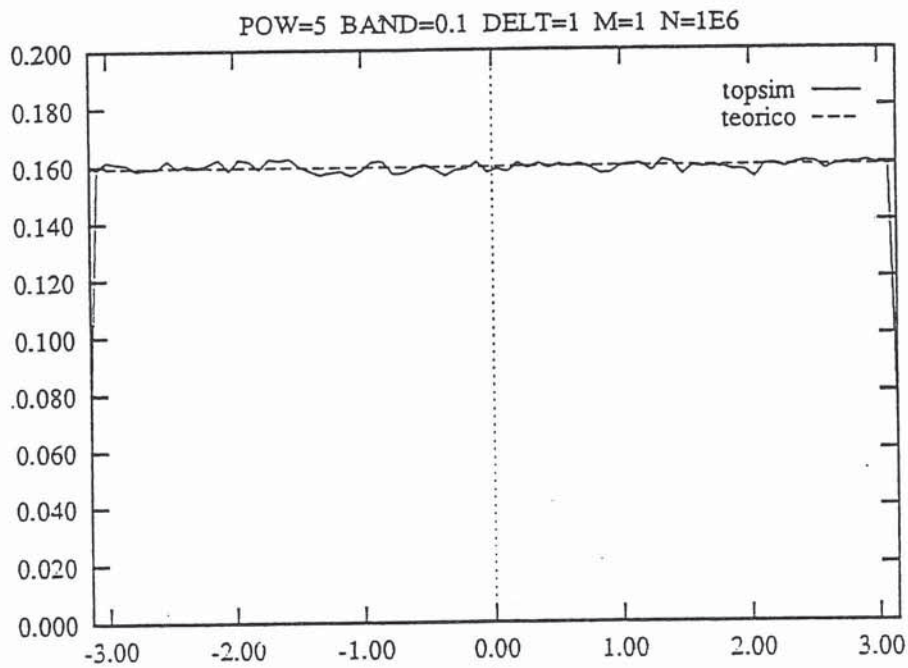


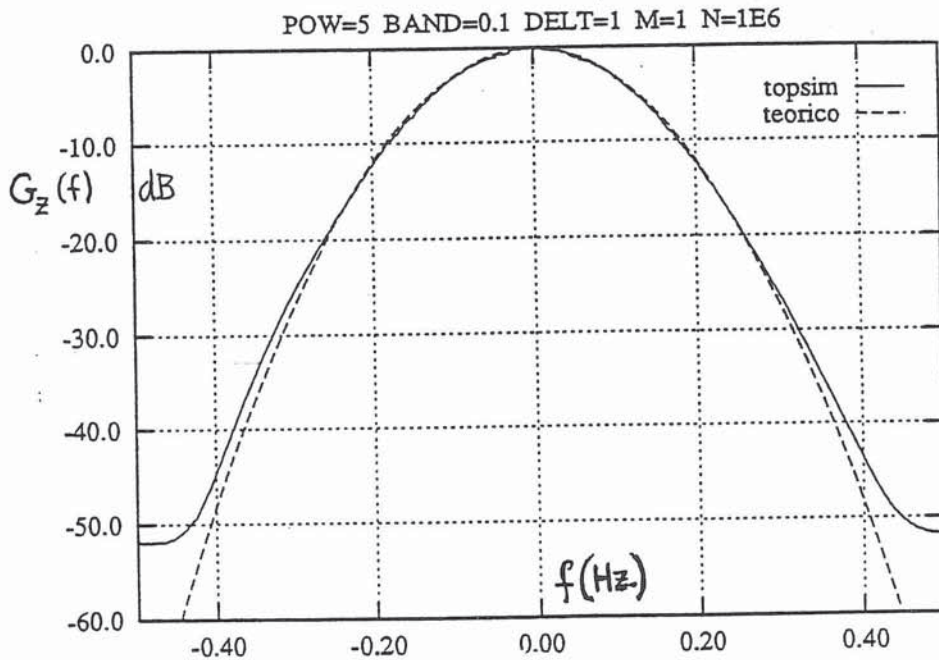
Figura 4



Histograma de $\arg(z[n])$

Figura 5

Figura 6



Densidad Espectral de potencia medida con Topsim
y Densidad Espectral de potencia
Gaussiana