

TTSLab: UN ENTORNO DE SIMULACIÓN DE SISTEMAS ELECTRÓNICOS PARA COMUNICACIONES

X. ORIOLS, M. MARTINEZ^{*1} Y M. NAFRÍA

*Departament d'Enginyeria Electrònica. Escola Tècnica Superior d'Enginyeria.
Universitat Autònoma de Barcelona 08193-Bellaterra. España.*

Se ha desarrollado un entorno de simulación, llamado TTSLab (Laboratorio de Tratamiento y Transmisión de Señales), para el estudio completo de sistemas de comunicación. El TTSLab proporciona un entorno que interrelaciona Matlab y Simulink con el objetivo de ofrecer al usuario una herramienta completa, rigurosa, didáctica y que no requiera nociones de programación para analizar y comparar sistemas de comunicación, tanto analógicos como digitales. En particular, TTSLab ha sido desarrollado para el estudio de estos sistemas en presencia de ruido aleatorio y de cuantificación.

1. Introducción

Como resultado de un proyecto de final de carrera de la titulación de Ingeniería Electrónica de la Universidad Autónoma de Barcelona del curso 98/99, se ha desarrollado un entorno de simulación exhaustivo para el estudio de diferentes sistemas de comunicación, tanto analógicos como digitales [1]. Este programa, llamado TTSLab (**Laboratorio de Tratamiento y Transmisión de Señales**), interrelaciona, de forma transparente al usuario, Matlab y Simulink con el objetivo de ofrecer una herramienta completa, rigurosa, didáctica y que no requiera nociones de programación. Mediante el TTSLab se han estudiado los principales sistemas de comunicación que se pueden presentar en un curso estándar de tratamiento y transmisión de señales [2,3]. En particular, TTSLab contempla el estudio del comportamiento de estos sistemas en presencia de ruido tanto aleatorio como de cuantificación.

2. Características generales

Para la construcción de TTSLab se han aprovechado las distintas capacidades que ofrecen Matlab y Simulink [4]. Matlab resulta una herramienta muy útil para el tratamiento de señales por disponer de muchas de las funciones necesarias para este propósito. A su vez, su capacidad de representación gráfica permite visualizar cómodamente los resultados. Sin embargo, se requiere un cierto tiempo de

^{*1} Estudiante de Ingeniería Electrónica, que ha realizado el proyecto de fin de carrera en el Departamento de Ingeniería Electrónica de la UAB.

programación antes de obtener los resultados del estudio. Simulink (asociado a Matlab), por su parte, ofrece una amplia biblioteca de bloques para diseñar, sin necesidad de programación, un sistema electrónico de una forma rápida y sencilla, empleando operaciones de selección y arrastre de estos bloques. Sin embargo, su filosofía de simulación es transparente al usuario, permitiendo que el usuario pueda trabajar con Matlab y Simulink de forma transparente.

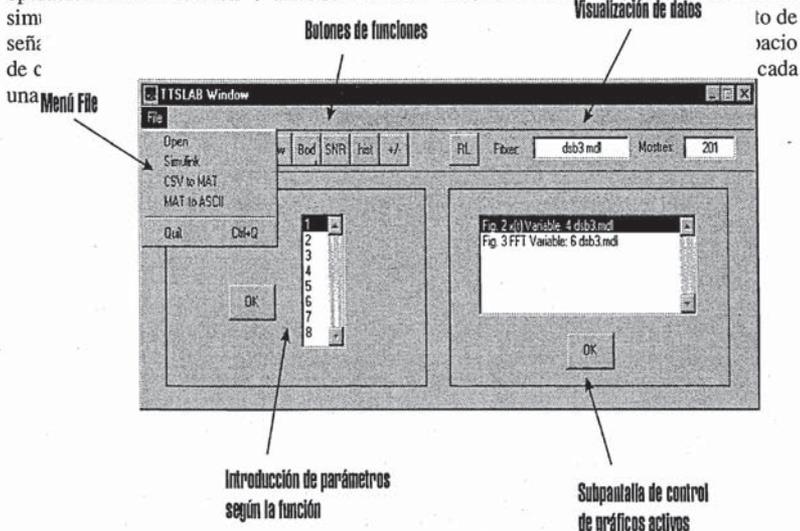


Figura 1: La TTSLab window es el núcleo del entorno de simulación donde el usuario puede trabajar (mediante menús y cuadros de diálogo) con Matlab i Simulink de forma transparente.

El núcleo del entorno de simulación es la TTSLab Window (figura 1) que gestiona el diseño y simulación del sistema con Simulink y con Matlab, el análisis de los datos obtenidos de la simulación y la representación gráfica de los resultados. La TTSLab window permite que estas interrelaciones sean totalmente transparentes al usuario y proporciona una amplia gama de operaciones para analizar las señales: representación temporal, representación frecuencial mediante FFT, densidad espectral de potencia, histogramas, correlación, diagramas de Bode y una calculadora (que incluye derivación, integración, potenciación y convolución, entre otras). El TTSLab window también permite trabajar con señales reales de laboratorio.

3. Ejemplo: Sistema de comunicación doble banda lateral con portadora suprimida

A continuación se describen los diferentes pasos que se requieren para estudiar un sistema de comunicación. A modo de ejemplo, se ha utilizado un sistema de modulación doble banda lateral con portadora suprimida (DSB-SC) cuyo diagrama de bloques puede encontrarse en los libros de texto habituales[2,3].

En primer lugar, desde la pantalla principal (la TTSLab window), se genera el diagrama de bloques a simular (ver parte derecha de la figura 2) y se indican los puntos a los que se desea tener acceso (llamados puntos de test del sistema) desde TTSLab. La generación del

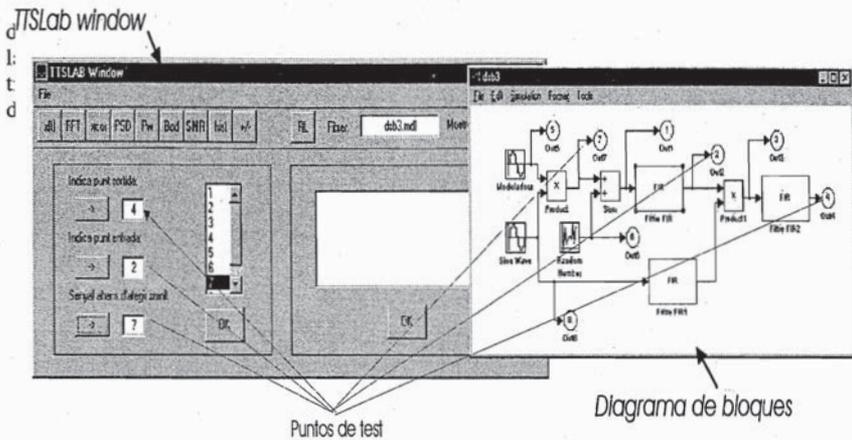


Figura 2: El sistema DSB-SC de la figura se ha diseñado mediante las librerías de Simulink; el usuario ha señalado los puntos a los que desea obtener acceso. TTSLab podrá analizar y realizar operaciones con las señales en estos puntos.

El TTSLab puede realizar distintas operaciones sobre las señales en los puntos de test y visualizar gráficamente los resultados. Para ello, el usuario simplemente debe indicar el punto sobre el que desea obtener información y la operación a realizar. Como ejemplo, en la figura 3

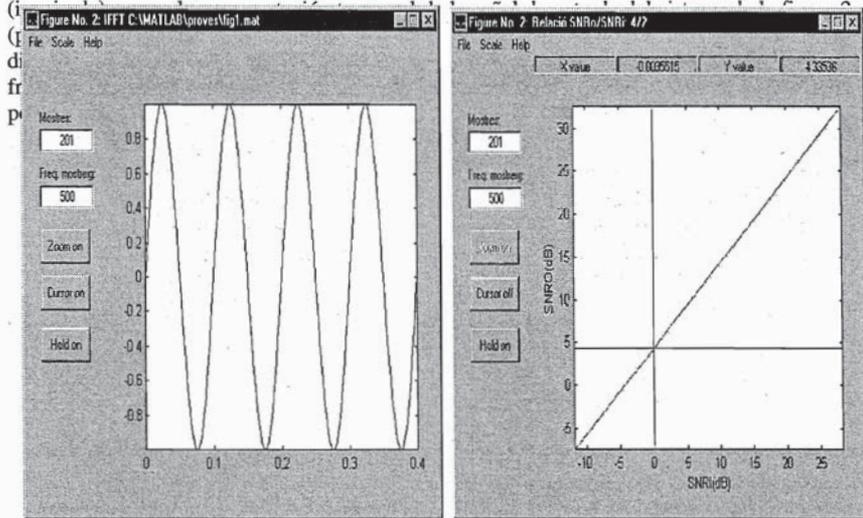


Figura 3: Representación de las señales y resultados. a) representación temporal punto de test 5; b) representación de la SNR de salida frente a la de entrada del sistema DSB-SC.

Una de las prestaciones de TTSLab especialmente interesante es su capacidad de simular el comportamiento del sistema en presencia de ruido aleatorio. En este sentido el entorno de simulación permite la representación de la SNR de salida frente a la SNR de entrada al demodulador para los diferentes sistemas que quieran estudiarse. Para el usuario esta operación sólo requiere fijar los puntos de entrada/salida del ruido y la señal. TTSLab, sin embargo, debe ejecutar Simulink remotamente de forma iterativa para simular el sistema mientras se realiza un barrido de la SNR de entrada. La figura 3 derecha muestra los resultados obtenidos en el caso que nos ocupa (sistema DSB-SC). Obtenemos una relación lineal de pendiente unidad [3,4] entre la relación señal ruido a la salida (punto de test 4) y de entrada (punto de test 2). De forma parecida a este ejemplo, el TTSLab contempla también el estudio del ruido de cuantificación cuando los sistemas a estudiar son digitales.

4. Conclusiones

En este trabajo se ha presentado un entorno de simulación (TTSLab) para el estudio exhaustivo de sistemas de comunicación [1]. El programa se ha diseñado a nivel de bloques funcionales para potenciar su carácter general y versátil. El TTSLab proporciona un entorno que interrelaciona Matlab y Simulink con el objetivo de ofrecer al usuario una herramienta completa, rigurosa, didáctica y que no requiera nociones de programación. En particular, TTSLab contempla el estudio del comportamiento de estos sistemas en presencia de ruido aleatorio o de cuantificación.

El TTSLab ha sido ya utilizado durante el curso 99/00 para la realización de prácticas de la asignatura "Tratamiento y transmisión de señales" de la titulación de Ingeniería Electrónica de la Universidad Autónoma de Barcelona, siendo los resultados obtenidos muy satisfactorios. El propio alumnado ha destacado de TTSLab, principalmente, su versatilidad, su carácter didáctico y su facilidad de manejo. Finalmente mencionar que el software ha sido programado exclusivamente en Matlab [4] lo que permite una fácil y constante actualización para proporcionar nuevas librerías, diagramas de bloque o incluso nuevas funciones para el TTSLAB.

Referencias

- [1] M. Martínez, *Desenvolupament d'un entorn per a la simulació de sistemes electrònics en presència de soroll*, Memoria del proyecto de fin de carrera de Ingeniería Electrónica, Universidad Autónoma de Barcelona, (2000)
- [2] F.G.Stremmer, *Introducción a los sistemas de comunicación*. Editorial Addison-Wesley Iberoamericana. Tercera edición (1993)
- [3] A. Bruce Carlson, *Sistemas de comunicación*. Editorial McGraw-Hill (1989)
- [4] El programa ha sido realizado íntegramente en Matlab versión 5.3 (Simulink versión 2.1)