

# Desenmascaramiento de Mensajes en Señales Caóticas Utilizando Redes Neuronales y Funcionales

Antonio S. Cofiño, José M. Gutiérrez y Miguel A. Rodríguez  
CSIC-Universidad de Cantabria, Santander.

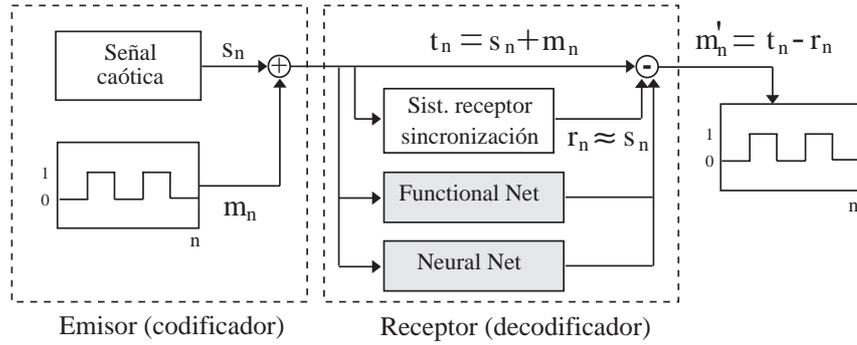
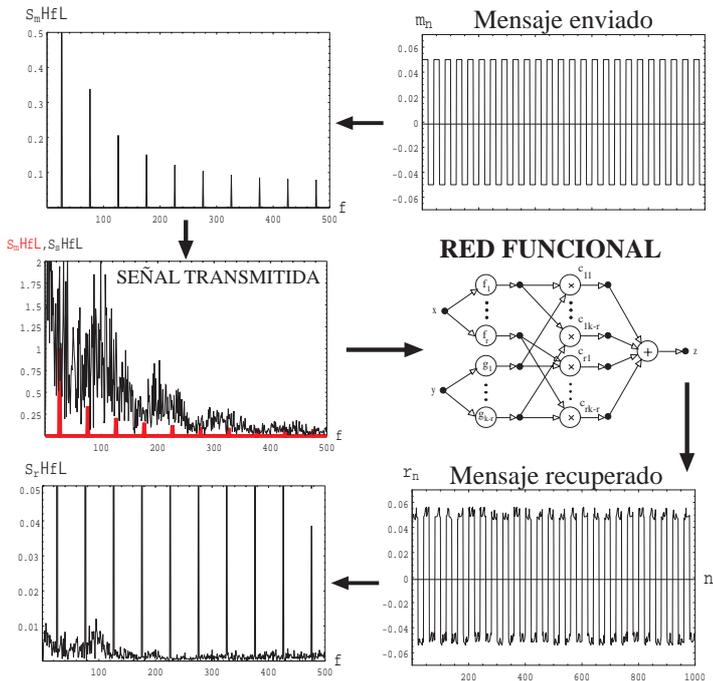
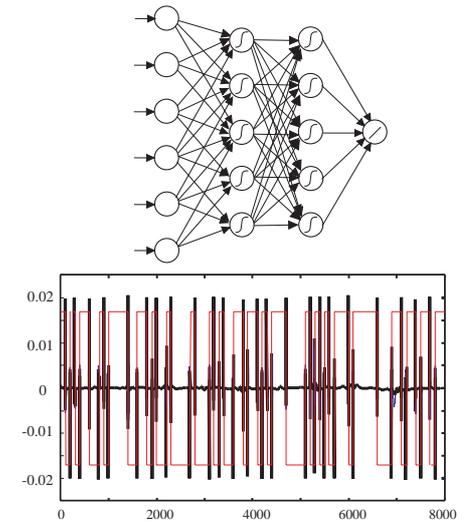
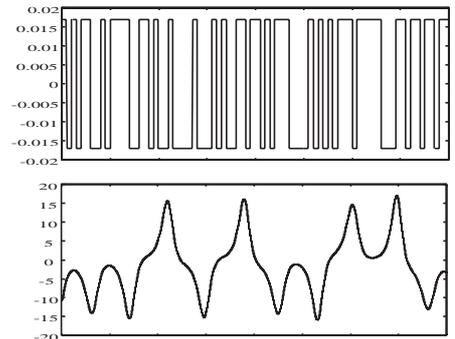


FIG. 1. Sistema de codificación basado en sincronización de sistemas caóticos (suma de señales).

En este artículo se analizan las posibilidades de las nuevas técnicas de análisis de series temporales para extraer la información enmascarada en una señal caótica<sup>2</sup>. Nos centraremos en los esquemas basados en la sincronización de dos sistemas caóticos; en este caso, una combinación del mensaje + una componente del sistema caótico emisor es enviada a un receptor que se sincroniza con la parte determinista de la señal compuesta (el sistema dinámico), permitiendo desenmascarar el mensaje oculto. Suponiendo que se tiene acceso únicamente a la señal que envía el sistema transmisor al receptor (típicamente una sola variable del sistema + mensaje), se puede utilizar una reconstrucción topológica del espacio de fases mediante la técnica del “time-delay embedding”<sup>1</sup> para modelar la dinámica del sistema completo a partir de una sola de sus variables (tanto en sistemas discretos como continuos).

Para ilustrar la aplicación en sistemas continuos se considera el sistema de Lorenz. En este caso se ha utilizado un modelo simple de red neuronal multicapa con seis entradas (las seis variables retardadas del embedding) y dos capas intermedias de 5 neuronas; esto permite obtener una estimación de la salida  $x(t)$  con un error inferior a la amplitud del mensaje y, por tanto, decodificar las posiciones en las cuales éste cambia de valor.

Codificación utilizando un sistema discreto (el mapa de Burger)  
 $(x_{n+1}, y_{n+1}) = (-y_n^2, (1.72 + x_n)y_n)$



<sup>1</sup> N.H. Packard, J.P. Crutchfield, J.D. Farmer and R.S. Shaw, Phys. Rev. Lett. 45 (1980) 712.

<sup>2</sup> T. Carroll and L. M. Pecora, *Nonlinear Dynamics in Circuits* (World Scientific, 1997).