

# Caracterização Espectral de Sinais Caóticos Usando Filtro Linear

Rafael Alves da Costa\*, Marcio Eisencraft\*

\*Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil

e-mail: rcosta@lcs.poli.usp.br

**Introdução:** A caracterização espectral completa de sinais caóticos é de fundamental importância quando se trata de aplicações em Engenharia de Telecomunicações e processamento de sinais, em particular para sistemas de comunicação baseados em caos. Como o espectro disponível é limitado, é necessário controlar a banda ocupada dos sinais transmitidos. Nesse trabalho apresenta-se o comportamento espectral gerado por um mapa linear por partes com  $r$  inclinações negativas geradas por um filtro linear excitado por uma entrada aleatória.

**Métodos:** O mapa  $f(\cdot)$  com  $r \geq 2$  inclinações negativas, em que  $r \in \mathbb{Z}_+$ , definido no intervalo  $U = (-1, 1)$ , é dado por  $s(n+1) = f(s(n))$  em que [1]

$$s(n+1) = -rs(n) \pmod{1}. \quad (1)$$

Usando a definição da operação  $\pmod{1}$ , pode-se escrever (1) como [1]

$$s(n+1) = -rs(n) - v(n+1), \quad (2)$$

em que a variável auxiliar é  $v(n+1) = -1 + \frac{2}{r-1}j$  com  $j = 0, 1, \dots, r$ . Assim rearranjando (2), obtém-se a equação diferenças [1]

$$s(n) = \frac{1}{r}v(n+1) + \frac{1}{r}s(n+1). \quad (3)$$

A equação (3) descreve um sistema linear e invariante no tempo (LIT) atuando sobre um sinal de entrada  $v(n)$ . Este sistema pode ser representado pela função de transferência  $H(z)$ , dada por

$$H(z) = \frac{1/r}{z + 1/r}. \quad (4)$$

**Resultados:** Obteve-se a função de transferência  $H(z)$  para um mapa linear por partes com  $r$  segmentos com inclinações negativas. Na Figura 1(a) tem-se esse mapa para  $r = 3$ , sua respectiva órbita na saída do filtro IIR na Figura 1(b) e sua densidade espectral de potência (DEP) na Figura 1(c).

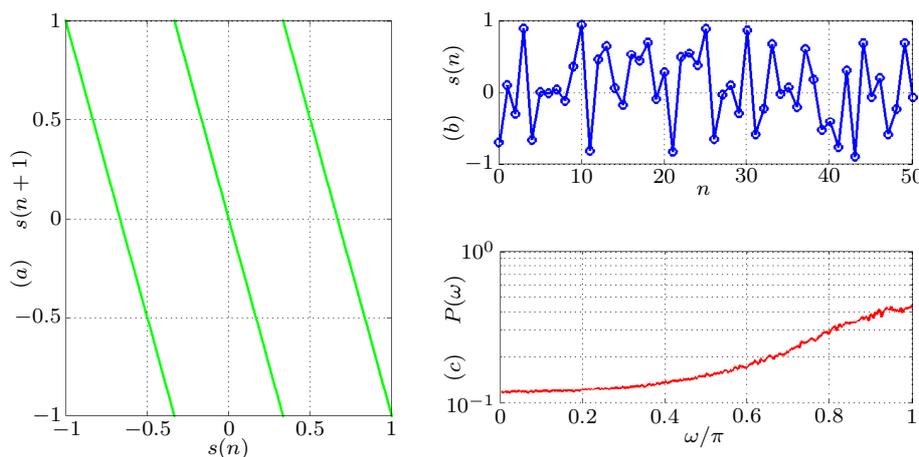


Figura 1 – (a) Mapa para  $r = 3$ , (b) sua órbita e (d) sua DEP.

**Conclusão:** A DEP obtida pela excitação do filtro IIR por uma entrada aleatória possui característica de passa-alta.

**Referências:** [1] Drake DF et al. Linear, random representations of chaos, IEEE Transactions on Signal Processing, 2007.