

## COMPUTAÇÃO ANALÓGICA PARA SOLUÇÃO DE SISTEMAS DE EQUAÇÕES DIFERENCIAIS<sup>1</sup>

Lais Bastos da Silva Lima<sup>2</sup>, Holokx Abreu Albuquerque<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Vinculado ao projeto “Fenômenos Complexos em Sistemas Dinâmicos Não-Lineares”

<sup>2</sup> Acadêmica do Curso de Licenciatura em Física CCT-UDESC, bolsista PROBIC/UDESC

<sup>3</sup> Orientador, Professor do Departamento de Física CCT-UDESC – [holokx.albuquerque@udesc.br](mailto:holokx.albuquerque@udesc.br)

Para o desenvolvimento deste projeto de iniciação científica tomamos por base a dissertação de mestrado da ref. [1]. Dentre os vários resultados apresentados nesta dissertação, temos um novo sistema dinâmico, denominado pelo autor de sistema de Sprott-Chua. Este sistema composto por um conjunto de três equações diferenciais ordinárias (EDO's) acopladas é uma proposta de modificação de um dos 19 modelos descrito por J. C. Sprott em um artigo, sendo elas EDO's acopladas que apresentam comportamento caótico [2].

O modelo do sistema de Sprott-Chua é escrito da seguinte forma:

$$\begin{aligned}\dot{x} &= y + z \\ \dot{y} &= -x + ay \\ \dot{z} &= x^2 - f(z) + \frac{2}{3}b\end{aligned}$$

com

$$f(z) = \begin{cases} 2.5z, & \text{se } |z| \leq 1.4, \\ z + 2.1, & \text{se } z > 1.4, \\ z - 2.1, & \text{se } z < -1.4. \end{cases}$$

As variáveis dinâmicas são  $x$ ,  $y$  e  $z$  e os respectivos pontos sobre elas denotam as suas respectivas derivadas temporais. O par  $(a, b)$  são os parâmetros de controle do sistema. A função descontínua  $f(z)$  é linear por partes remontando à característica não-linear do circuito eletrônico de Chua, denominado *diodo de Chua*. Daí a origem da denominação do sistema acima.

O objetivo deste trabalho é montar um circuito eletrônico, com amplificadores operacionais (*ampop*) e elementos passivos como resistores e capacitores, para resolver a tempo contínuo as EDOs do sistema de Sprott-Chua. A técnica utilizada é a computação analógica, na qual as variáveis dinâmicas do modelo são representadas por tensões elétricas no circuito integrador. Assim, a resposta do circuito eletrônico integrador com relação à variação do par de parâmetros  $(a, b)$  será na forma de tensões elétricas que podem oscilar no tempo, representando a solução experimental do modelo.

Depois de aplicar técnicas de reescala (para que se adeque aos limites da faixa de operação dos componentes eletrônicos) no controle dos parâmetros e filtros (que minimizam ruídos externos e interferências), podemos estudar o sistema de Sprott-Chua usando o circuito analógico

primeiro fazendo sua simulação no *software MultiSim* e depois construindo o circuito em uma *protoboard*.

**Palavras-chave:** Caos, Sistemas Dinâmicos Não Lineares, Circuito Analógico.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] David Willian Cordeiro Marcôndes, Dissertação de mestrado disponível em:  
[https://www.udesc.br/arquivos/cct/id\\_cpmenu/877/dissertacao\\_david\\_15162081954893\\_877.pdf](https://www.udesc.br/arquivos/cct/id_cpmenu/877/dissertacao_david_15162081954893_877.pdf)
- [2] J. C. Sprott Some Simple Chaotic Flows, disponível em:  
<https://sprott.physics.wisc.edu/pubs/paper212.pdf>