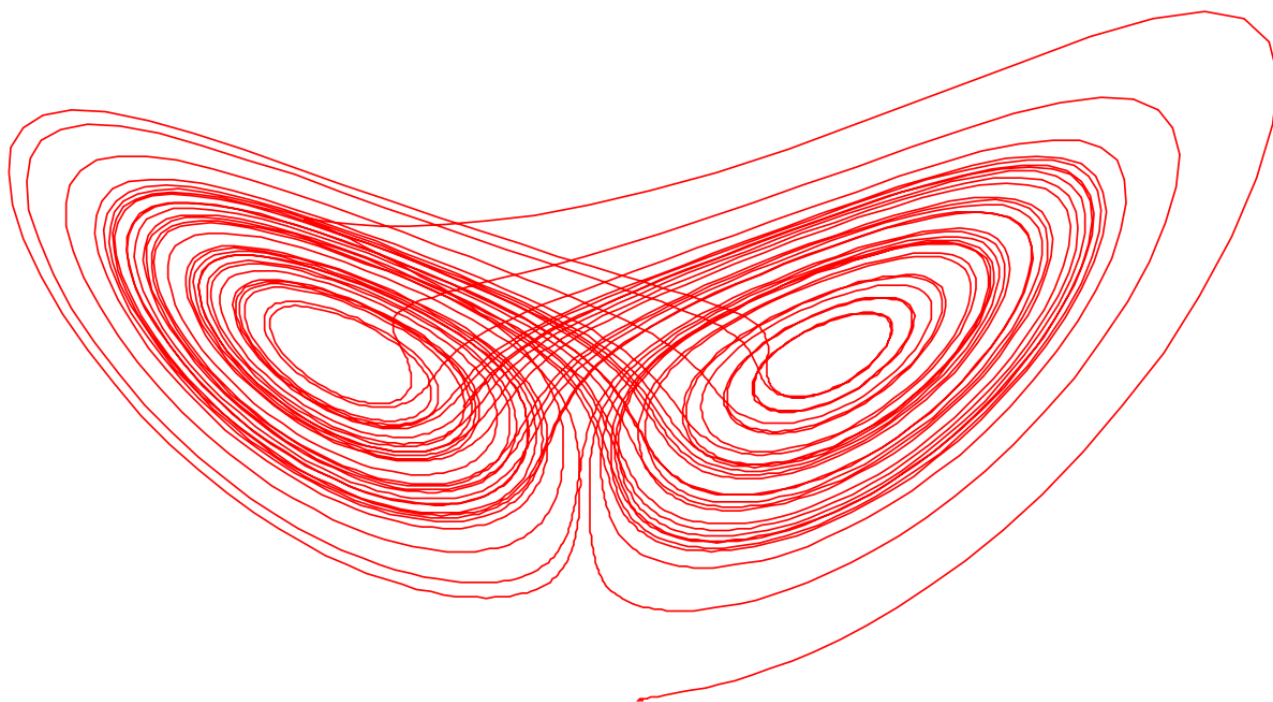




**Aniversario**  
**UIS** 1948 - 2023

## LABORATORIO DE COMPUTACION ANALOGICA DEL ATRACTOR DE LORENZ



FACULTA DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS

ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

2023

# I. Introducción

El Atractor de Lorenz es un concepto importante en la teoría del caos y la dinámica no lineal. Fue descubierto por el meteorólogo y matemático Edward Lorenz en la década de 1960 mientras estudiaba modelos matemáticos simples de la atmósfera terrestre. El atractor de Lorenz es un sistema dinámico tridimensional que exhibe comportamiento caótico, lo que significa que es altamente sensible a las condiciones iniciales y muestra un comportamiento aparentemente aleatorio y no predecible.

La relevancia del atractor de Lorenz radica en que ilustra de manera vívida uno de los principios fundamentales de la teoría del caos: un pequeño cambio en las condiciones iniciales de un sistema dinámico no lineal puede tener un impacto dramático en su evolución a lo largo del tiempo. Lorenz popularizó esta idea con la famosa metáfora del "efecto mariposa", que sugiere que el aleteo de una mariposa en Brasil podría desencadenar un tornado en Texas debido a la propagación de pequeñas perturbaciones a través de un sistema caótico.

El atractor de Lorenz ha sido objeto de estudio en matemáticas, física, meteorología, ingeniería y otras disciplinas, ya que proporciona un ejemplo tangible de cómo los sistemas dinámicos complejos pueden comportarse de manera

impredecible. Además, ha inspirado investigaciones sobre la teoría del caos y la predicción del clima, entre otros campos. En resumen, el atractor de Lorenz es un concepto fundamental en la comprensión de la dinámica no lineal y el caos en sistemas complejos.

## 2. Objetivos

- Verificar la similitud de los modelados analógicos y digital.
- Desarrollar un modelado analógico por medio de las conexiones y elementos que nos brinda el equipo del laboratorio
- Desarrollar capacidades en Matlab desarrollando los diagramas de bloques correspondientes para corroborar los datos obtenidos.
- Mostrar las capacidades que puede llegar a tener el uso más avanzado de un computador analógico

## 3. Marco teórico

El sistema de Lorenz se describe mediante un conjunto de ecuaciones diferenciales parciales conocidas como las "ecuaciones de Lorenz". Estas ecuaciones representan la evolución de tres variables:  $x$ ,  $y$  y  $z$ , que representan el estado del sistema en un espacio tridimensional. Las ecuaciones son las siguientes:

- $\frac{dx}{dt} = \sigma(y - x)$
- $\frac{dy}{dt} = x(\rho - z) - y$
- $\frac{dz}{dt} = xy - \beta z$

Donde:

- $\sigma$ ,  $\beta$  y  $\rho$  son parámetros del sistema.
- $x$ ,  $y$ ,  $z$  son variables en el espacio

Estas ecuaciones representan la dinámica de un sistema en tres dimensiones y son fundamentales para entender cómo el sistema evoluciona en el tiempo.

Una característica crucial del atractor de Lorenz es su comportamiento caótico. El caos se refiere a un estado en el que el sistema es altamente sensible a las condiciones iniciales. Pequeñas variaciones en las condiciones iniciales pueden llevar a trayectorias completamente diferentes en el espacio de fase del sistema, lo que significa que es difícil predecir su evolución a largo plazo.

## 4. Modelo

Para el modelado analógico se adaptaron las ecuaciones tradicionales en 5 que permitieron adaptar las ecuaciones del sistema, a un modelado analógico que funcionara de manera óptima en el

computador análogo. Como resultado se obtuvieron las siguientes ecuaciones:

- $-x = -\int 1.8y - x \, dt + C$
- $-z = -\int 1.5xy - 0.2667z \, dt$
- $s = -(1 - 2.68z)$
- $r = -xs$
- $-y = -\int 1.536r - 0.1y \, dt$

Donde:

- $x$ ,  $y$ ,  $z$  son variables en el espacio
- $s$ ,  $r$  son simplificaciones de la ecuación

Este proceso era necesario para poder acoplar de manera más sencilla el modelo al computador analógico.

## 5. Método

El método que manejaremos en este caso es un método interactivo, los estudiantes no deberán de tomar datos, ni corroborar resultados. El fin de esta práctica es que los estudiantes interactúen con este laboratorio y analicen el comportamiento de la gráfica, para así evidenciar las capacidades que tiene un computador analógico.

## 6. Materiales

- Herramienta MATLAB
- Computador analógico
- Osciloscopio OWOON
- Computador digital
- Cable RCA
- 30 banana plugs

## 7. Procedimiento

1. El estudiante deberá resolver el modelo y llegar a la formula en caso de que el profesor lo solicite
2. Después de tener el modelado matemático el estudiante deberá realizar el respectivo diagrama de bloques en la aplicación de MATLAB en SIMULINK
3. Según las ecuaciones adaptadas en la sección de “Modelo” se buscará realizar el diagrama analógico, se dará un tiempo para realizarlo y en dado caso de que no se complete en el rango estipulado se dará la solución para su respectivo análisis.
4. Luego deberemos preparar las herramientas del laboratorio. Conectaremos el computador analógico y osciloscopio a un computador con acceso a la

aplicación solicitada para visualizar las ondas; se deberán tener en cuentas la “Guía de uso rápido para osciloscopio de PC”.

5. Después de tener el diagrama analógico deberemos proceder con el montaje, donde deberemos tener en cuenta las indicaciones de la “Guía rápida de manejo del computador analógico” para su correcta implementación.
6. Se prosigue con el análisis de la gráfica y la variación de distintas variables (potenciómetros) para evaluar el efecto en el sistema.

## 7. Análisis de resultados

- Explique el diagrama analógico realizado y haga una descripción de forma comparativa con el modelado planteado.
- ¿Qué sucede con la gráfica del modelo al variar los potenciómetros y a que hace referencia cada uno?
- Qué diferencias hay entre el modelado analógico y el modelado en simulink.
- ¿Cómo es el comportamiento de la gráfica en cada uno de sus planos? Adjunte imágenes.