

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE YUCATÁN  
FACULTAD DE INGENIERÍA

INTRODUCCIÓN AL CAOS

**Examen 3**



*Erick Al. Casanova Cortés*  
*Matricula: 15014866*

DOCENTE  
DR. CESAR ACOSTA

**Fecha de entrega: 6 Febrero 2021**

# Índice general

0.1. Primer ejercicio . . . . .	1
0.2. Segundo ejercicio . . . . .	2
0.3. Tercer ejercicio . . . . .	4
0.4. Cuarto ejercicio . . . . .	4

## 0.1. Primer ejercicio

*Dada la función del espacio de fase  $f(x) = x + cx^2 + x^3 + 3$ , halle el diagrama de bifurcación, seleccionando de modo adecuado el rango de validez del parámetro "c", así como el rango de validez de "x". Establezca los puntos en donde se daban las bifurcaciones (puntos de silla de montar), así como las ventanas (rango entre dos puntos de silla de montar).*

Lo primero que se hizo fue graficar en geogebra la función  $f(x)$ , generando un deslizador  $c$  para probar con distintos valores hasta encontrar uno que nos genere un punto de silla de montar. Este valor fue cercano a  $c = -2.7$  como podemos apreciar en la figura 1

Igual podemos apreciar que dicho punto de silla de montar se encuentra en  $x \sim 1.72$ . Ahora, para realizar el diagrama de difamación se tuvo que hacer un rango que incluya los valores de  $c$ , se optó por usar el rango  $-4 \leq c \leq -2$ , y se optó por un rango en  $x$  de  $1 \leq x \leq 3$ , ya que dentro de este rango se encuentra el valor de  $x$  que vimos anteriormente.

Se realizó una secuencia de puntos con el comando

```
Sequence(Sequence((c, Iteration(x + c x^2 + x^3 + 3, p, 100)),  
c, -4, -2, 0.01), p, 1, 3, 0.1)
```

Cuyo resultado se puede ver en la figura 2

Igual se puede apreciar en la figura 2 dos rectas, esas rectas están ubicados en los puntos de bifurcación del diagrama, ambas fueron aproximadas

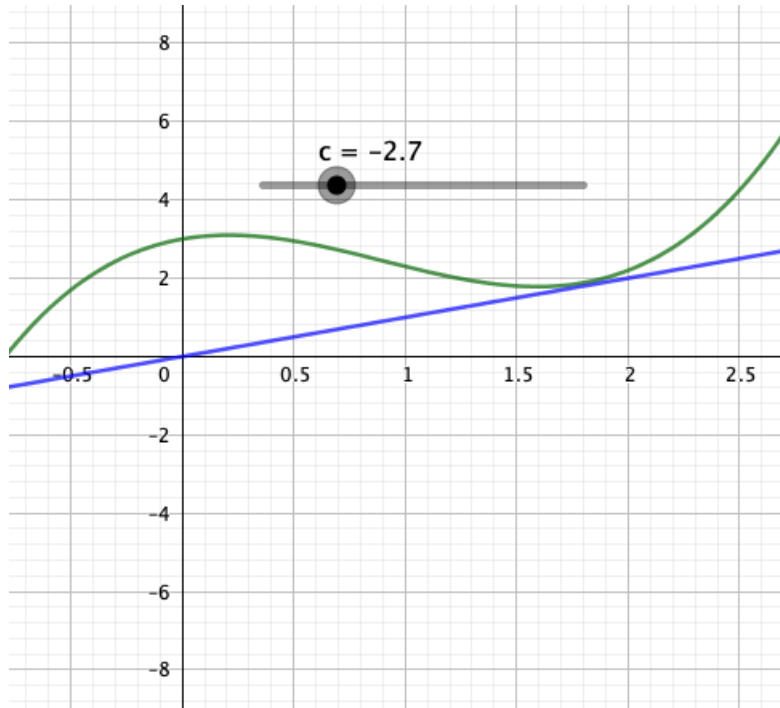


Figura 1: Función  $f(x)$  con valor  $c$  que genera un punto silla de montar

con dos deslizadores con el fin de tener una precisión mayor a solo ubicarlas, las rectas se encuentran en  $x = -2.95$  y en  $x = -2.87$ . Por lo que la distancia entre ambas bifurcaciones puede ser calculada como:

$$\begin{aligned} d &\sim |-2.95 - (-2.87)| \\ &\sim 0.08 \end{aligned}$$

También se puede apreciar de mejor manera el diagrama de bifurcación en la figura 3, en esta parte se le hizo un aumento a la gráfica donde se encuentran las bifurcaciones

## 0.2. Segundo ejercicio

Dada la función del espacio de fase  $f(X) = \lambda(1 - x)$ , halle el diagrama de bifurcación, seleccionando de modo adecuado el rango de validez del parámetro " $\lambda$ ", así como el rango de validez de " $x$ ". Establezca los puntos

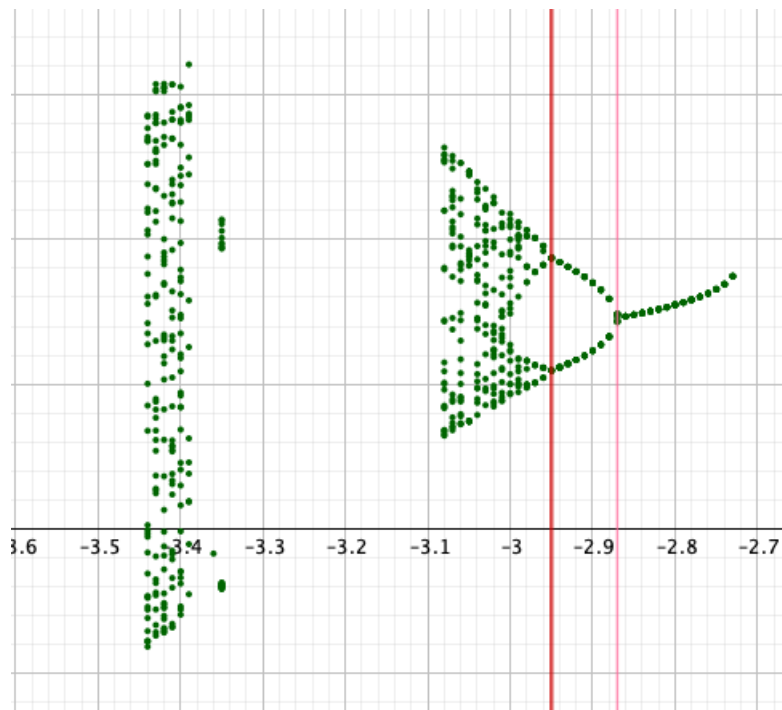


Figura 2: Diagrama de bifurcación

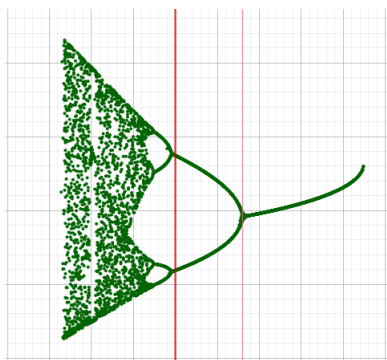


Figura 3: Vista aumentada de la región

en donde se dan las bifurcaciones (puntos de silla de montar), así como las ventanas (rango entre dos puntos de silla de montar)

### 0.3. Tercer ejercicio

Dada la función del espacio de fase  $f(X) = c \sin(x)$ , halle el diagrama de bifurcación para  $0 \leq c \leq 8\pi$ , en donde el rango de validez de " $x$ " es  $0 \leq x \leq 2\pi$ . Establezca los puntos en donde se dan las bifurcaciones (puntos de silla de montar), así como las ventanas (rango entre dos puntos de silla de montar)

### 0.4. Cuarto ejercicio

Dada la función del espacio de fase  $f(X) = 5 \cos(x)$ , en donde el rango de validez de " $x$ " es  $-2\pi \leq x \leq 2\pi$ . Establezca el itinerario para puntos de la quinta iteración y aplique a estos puntos la función  $\sigma$  (mapa shift), muestre los resultados tanto en el sistema binario como en el sistema decimal.