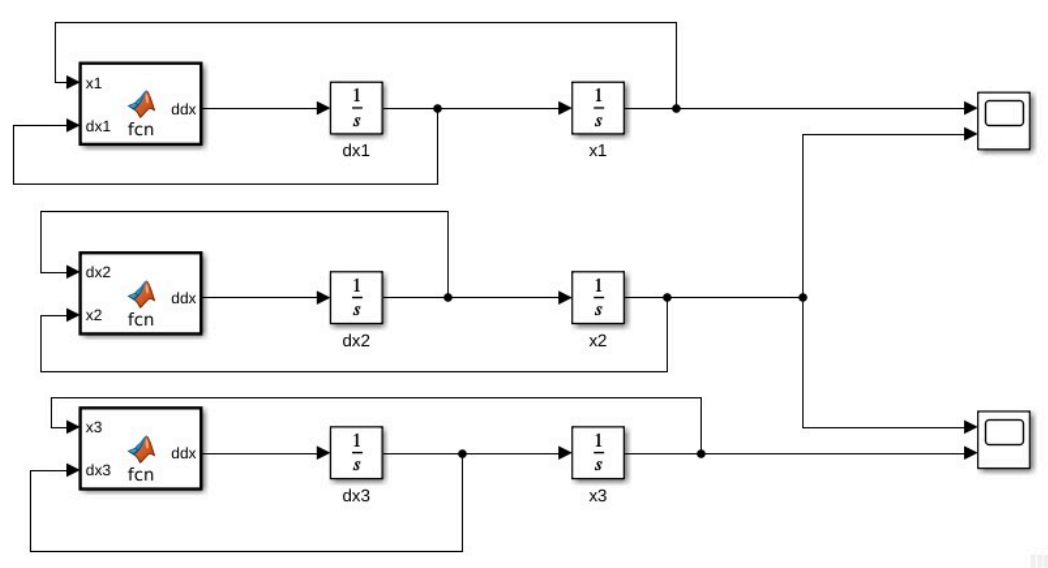


## Actividad 2 - Espacio de estados

Dana Marian Rivera Oropeza - A00830027

### Código de simulación

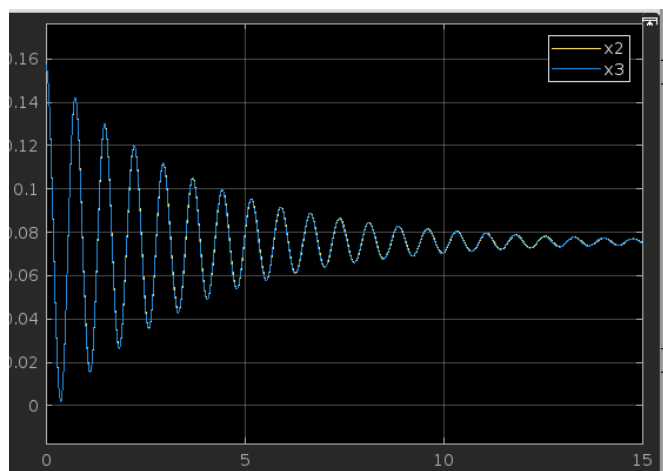
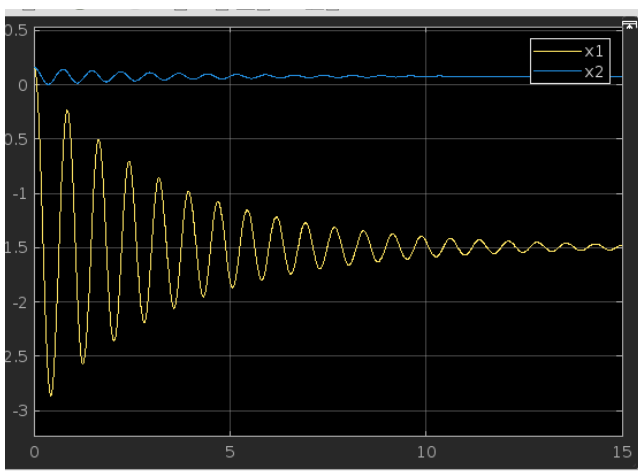


Generamos la simulación con las tres ecuaciones y sus respectivas derivadas, para retroalimentar el sistema con los valores de velocidad y posición, partiendo de los valores iniciales y continuando con las demás iteraciones.

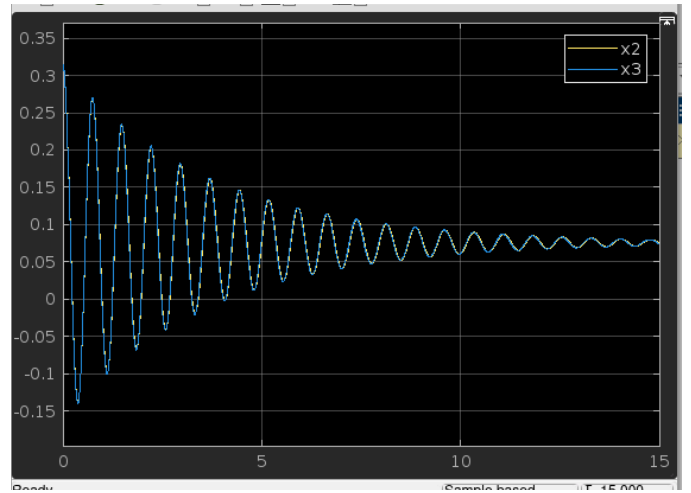
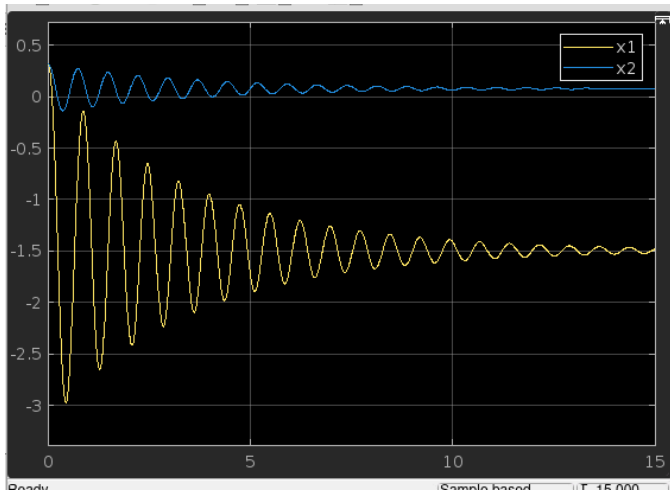
Separamos las señales en dos scopes para hacer las comparaciones de cada simulación con sus respectivos valores iniciales y así poder contrastar de mejor manera las diferencias entre las ecuaciones y como reaccionan ante diferentes casos de prueba.

### Simulaciones

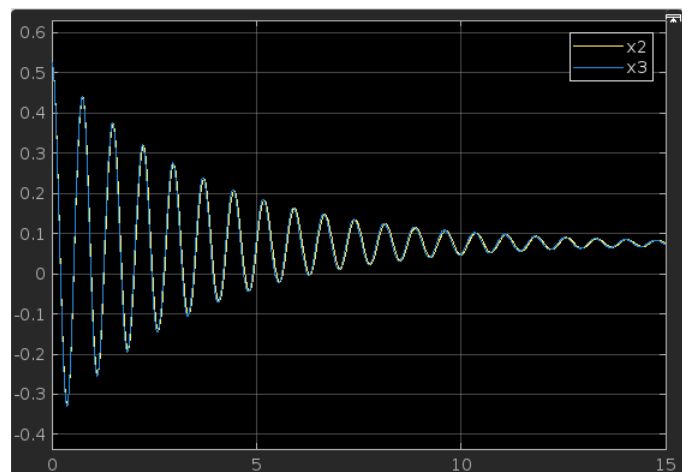
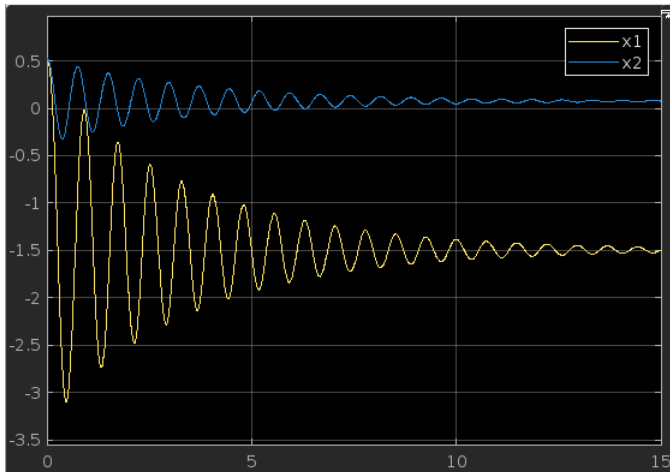
a)  $k = 0.01$ ,  $m = 0.75$ ,  $l = 0.36$ ,  $g = 9.8$ ,  $\text{Tau} = 0.1$ ,  $x_1 = \pi/20$ ,  $x_2 = 0.0$



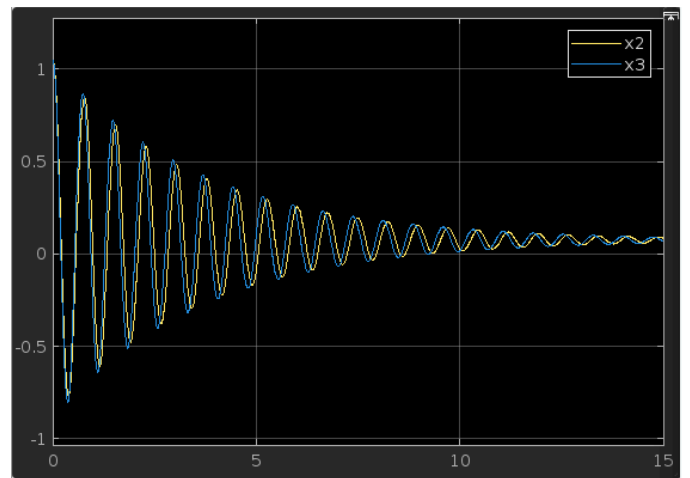
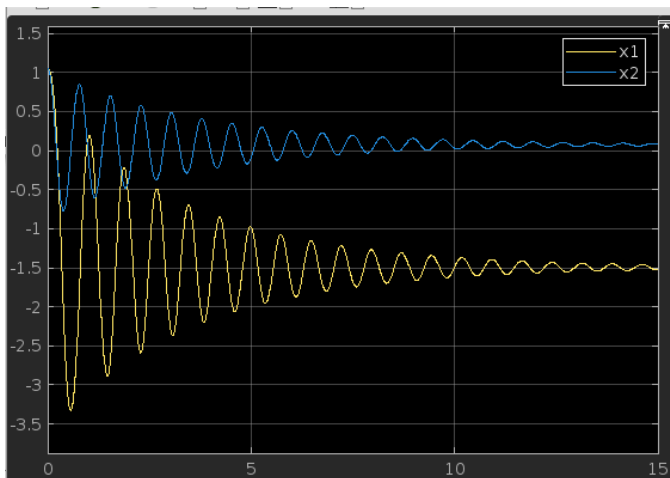
b)  $k = 0.01$ ,  $m = 0.75$ ,  $l = 0.36$ ,  $g = 9.8$ ,  $\text{Tau} = 0.1$ ,  $x_1 = \pi/10$ ,  $x_2 = 0.0$



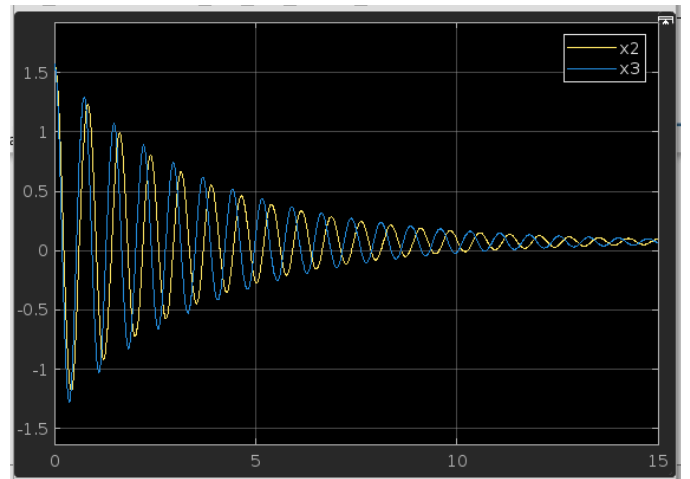
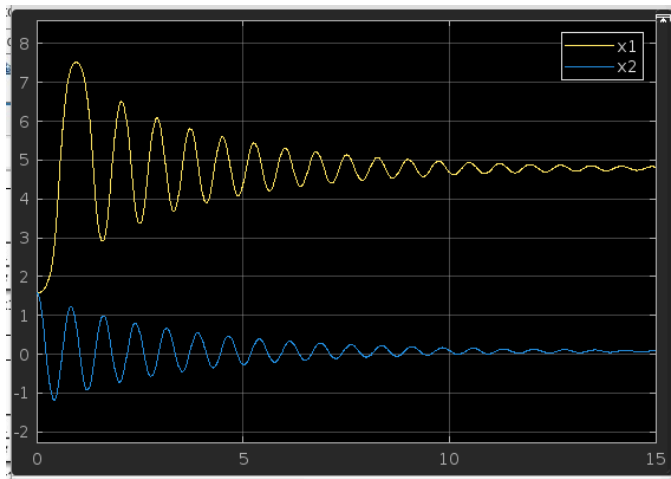
c)  $k = 0.01$ ,  $m = 0.75$ ,  $l = 0.36$ ,  $g = 9.8$ ,  $\text{Tau} = 0.1$ ,  $x_1 = \pi/6$ ,  $x_2 = 0.0$



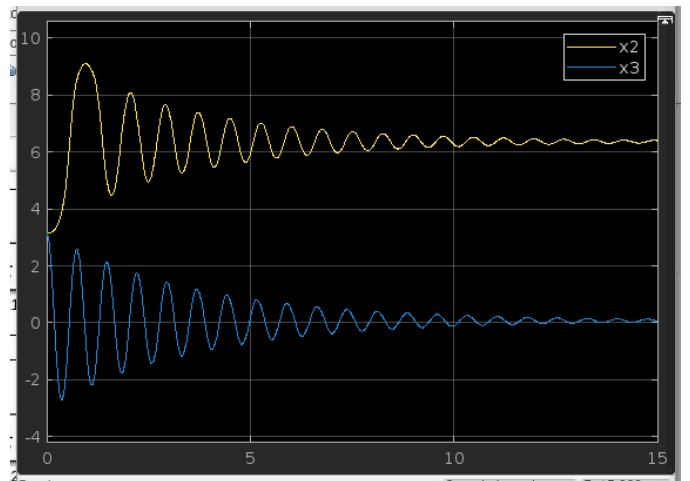
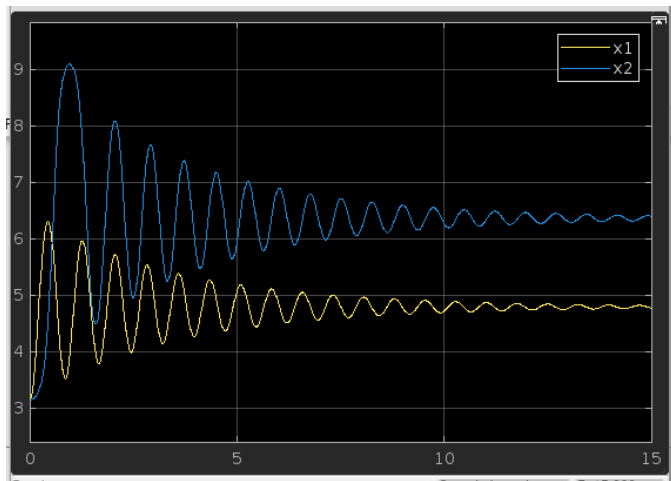
d)  $k = 0.01$ ,  $m = 0.75$ ,  $l = 0.36$ ,  $g = 9.8$ ,  $\text{Tau} = 0.1$ ,  $x_1 = \pi/3$ ,  $x_2 = 0.0$



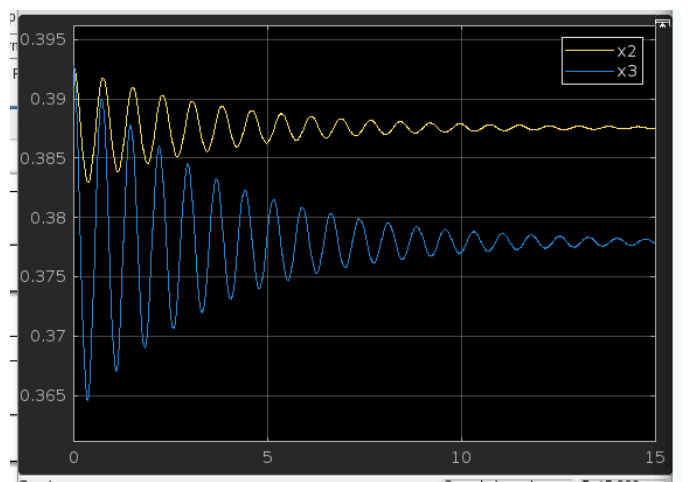
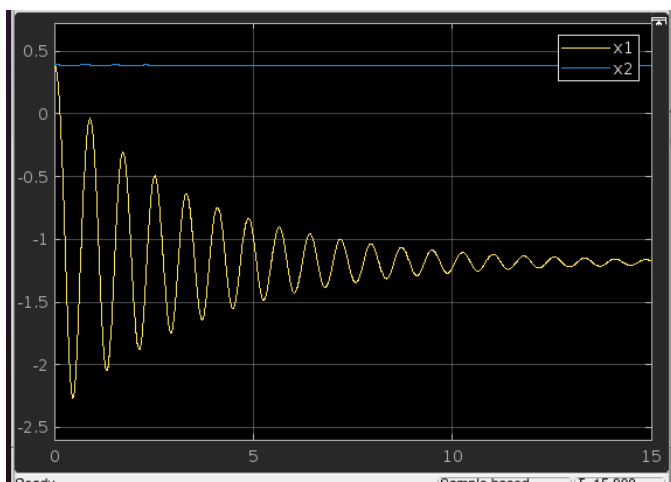
e)  $k = 0.01$ ,  $m = 0.75$ ,  $l = 0.36$ ,  $g = 9.8$ ,  $\text{Tau} = 0.1$ ,  $x_1 = \pi/2$ ,  $x_2 = 0.0$



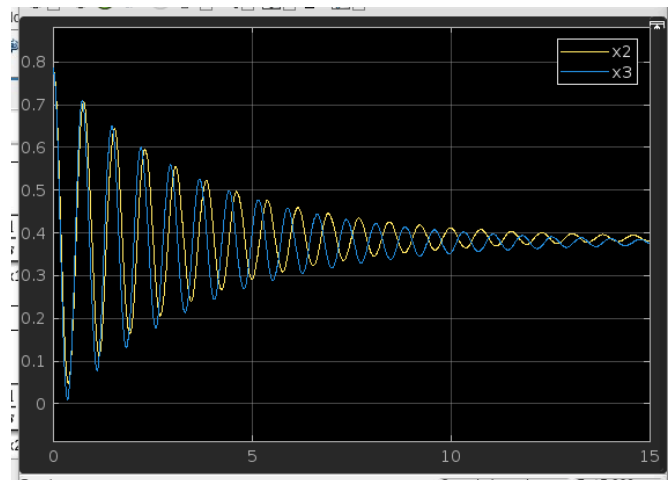
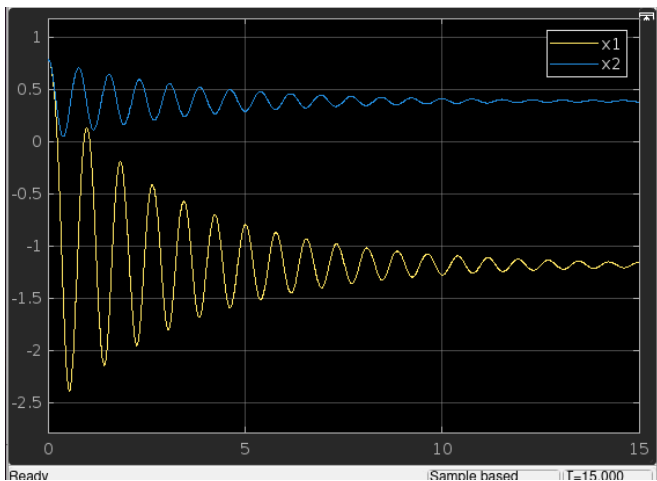
f)  $k = 0.01$ ,  $m = 0.75$ ,  $l = 0.36$ ,  $g = 9.8$ ,  $\text{Tau} = 0.1$ ,  $x_1 = \pi$ ,  $x_2 = 0.0$



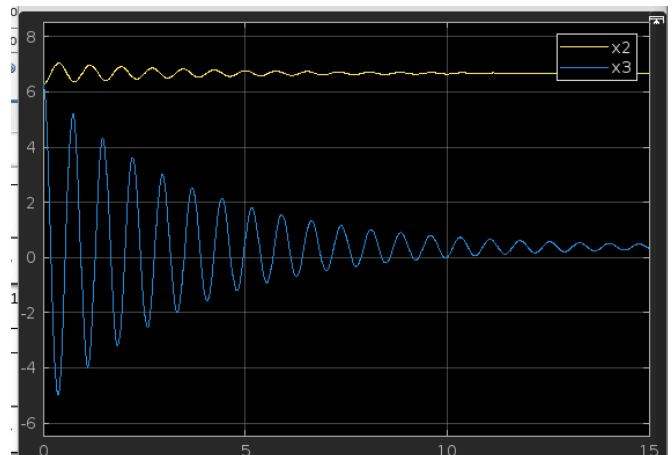
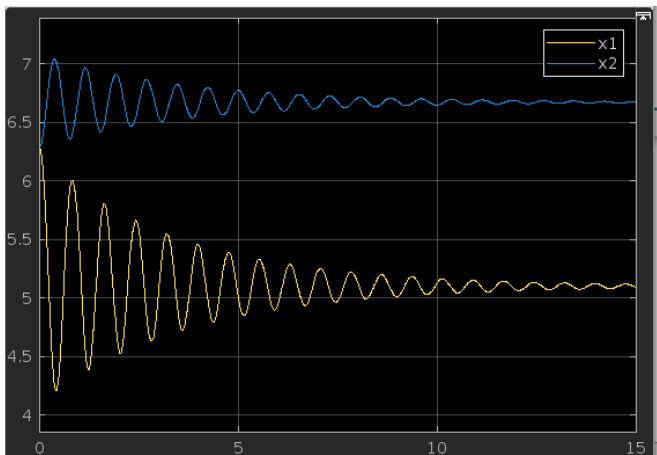
g)  $k = 0.01$ ,  $m = 0.75$ ,  $l = 0.36$ ,  $g = 9.8$ ,  $\text{Tau} = 0.5$ ,  $x_1 = \pi/8$ ,  $x_2 = 0.0$



h)  $k = 0.01$ ,  $m = 0.75$ ,  $l = 0.36$ ,  $g = 9.8$ ,  $\text{Tau} = 0.5$ ,  $x_1 = \pi/4$ ,  $x_2 = 0.0$



i)  $k = 0.01$ ,  $m = 0.75$ ,  $l = 0.36$ ,  $g = 9.8$ ,  $\text{Tau} = 0.5$ ,  $x_1 = 2\pi$ ,  $x_2 = 0.0$



## Conclusiones

En las primeras cuatro simulaciones (A - D), podemos observar una diferencia pronunciada entre las señales de  $x_1$  y  $x_2$ , ya que inicialmente la señal en  $x_2$  (azul) comienza con una posición inicial muy cercana a cero y las ondas que se generan en el modelo son de poca amplitud, sin embargo conforme se va reduciendo el valor inicial la onda se va aproximando en forma y posición a la que es generada por  $x_1$  (amarillo), por otro lado en las gráficas de  $x_2$  y  $x_3$  la onda creada por ambas ecuaciones es muy similar y es a penas perceptible un movimiento en la onda mostrando como se van separando las ondas al momento de ir aumentando los valores iniciales, esto se da ya que los resultados de las ecuaciones son muy similares al usar valores iniciales pequeños.

En el caso de las simulaciones E y F, en la gráfica de  $x_1$  y  $x_2$  podemos apreciar un desplazamiento en la gráfica de  $x_2$  (azul), desde la posición inicial hasta el tamaño

de la amplitud de la onda, por otra parte  $x_1$  (amarillo) no muestra un gran cambio en la amplitud, pero si en la posición inicial, conforme se incrementa el valor inicial va aumentando la posición inicial generando un desplazamiento que va acercando a las señales sin embargo estas no llegan a converger, para el caso de  $x_2$  (amarillo) y  $x_3$  (azul) se sigue apreciando un empalmamiento en las señales como en los casos iniciales (A - D) para separarse por completo al cambiar el valor inicial a  $\pi$  ya que anula el valor de un argumento de la ecuación en  $x_2$  e incrementa el valor en  $x_3$  ya que es un absoluto incrementando así su valor y eliminando la convergencia que existía en las salidas de ambas ecuaciones.

Finalmente en los casos (G - I) podemos ver un claro cambio en el comportamiento resultado de la modificación de la constante Tau, al incrementar el torque se incrementa la capacidad de movimiento del joint y esto separa aún más las gráficas ya que incrementa la diferencia de la posición inicial y en el caso de la gráfica G podemos apreciar que no se generan grandes oscilaciones en  $x_2$ , en la comparativa de  $x_2$  y  $x_3$  vemos una convergencia en el caso de la gráfica H, esto como resultado de un equilibrio en los valores de salida diciéndonos que las ecuaciones son redundantes, finalmente en el caso de I vemos una separación más clara en las ondas y las posiciones de salida de ambas ecuaciones.