



**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA**

**DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA**

## Tarea N°1 ELO329

# Documentacion Software Simulador Bola-Resorte

Desarrolladores:

Marcela Polanco Rol: 2821058-2  
Bernardo Farias Rol: 2904681-6  
Francisco Garcia Rol: 2821036-1

## Índice

1.-Introducción.....	pág. 3
2.-Elementos con los que trabaja el simulador.....	pág. 3
3.-Requisitos del Sistema.....	pág. 3
4.-Descripción de la estructura del Software.....	pág. 4
5.- Resultados Obtenidos.....	pág. 5

## 1.-Introducción

Este documento describe como se realizo la implementación de un Laboratorio de Física en el cual se puede observar el comportamiento que tendría una configuración de elementos como bolas y resortes en 1 dimensión, todo esto gracias a la modelación del comportamiento que tendrían estos elementos en el mundo real mediante las leyes de la naturaleza.

## 2.-Elementos con los que trabaja el simulador

Dentro de los elementos que se encuentran disponibles para utilizar en la simulación están:

**Ball:** Se pueden crear bolas de un radio variable definido por el usuario. Cabe señalar que la simulación toma en consideración las colisiones que puedan existir entre una o *mas* bolas y no se considera efecto de alguna fuerza gravitatoria ni momentum angular de las bolas, además las colisiones son 100% elásticas, por lo que de darse el caso están afectaran al resultado esperado.

**Spring:** Se pueden crear resortes de una constante de rigidez y largo natural dados, ambos con la posibilidad de ser definidos libremente por el usuario, los cuales no tendrán masa y cumplirán con la ley física que los rige en la realidad (Ley de Hooke), se supone también que los mismos no salen del régimen lineal para cualquier largo dado.

**FixedHook:** Se pueden añadir puntos fijos para poder atar a estos un resorte si es necesario.

## 3.-Requisitos del Sistema:

Esta aplicación debido a que esta desarrollada en el lenguaje Java puede ser corrida en cualquier sistema operativo ya sea Windows, Linux, MacOS , con la condición de tener instalado en este mismo la maquina virtual java la cual se encargara de interpretar el bytecode generado durante la compilación. Esta característica hace de este software un sistema altamente portable.

Actualizaciones: Debido a que se a decidido respetar el principio de encapsulación en este proyecto le dará la ventaja de poder ampliar sus capacidades de manera fácil y rápida en el caso de requerirlo.

## 4.-Descripción de la estructura del Software

A continuación se presenta un diagrama UML estándar, en el cual se puede apreciar las relaciones de herencia entre clases , sus respectivos métodos implementados hasta el momento. Se puede ver aquí nuevamente como el principio de encapsulación esta presente.

Diagramas UML de las clases utilizadas en la construcción del simulador:

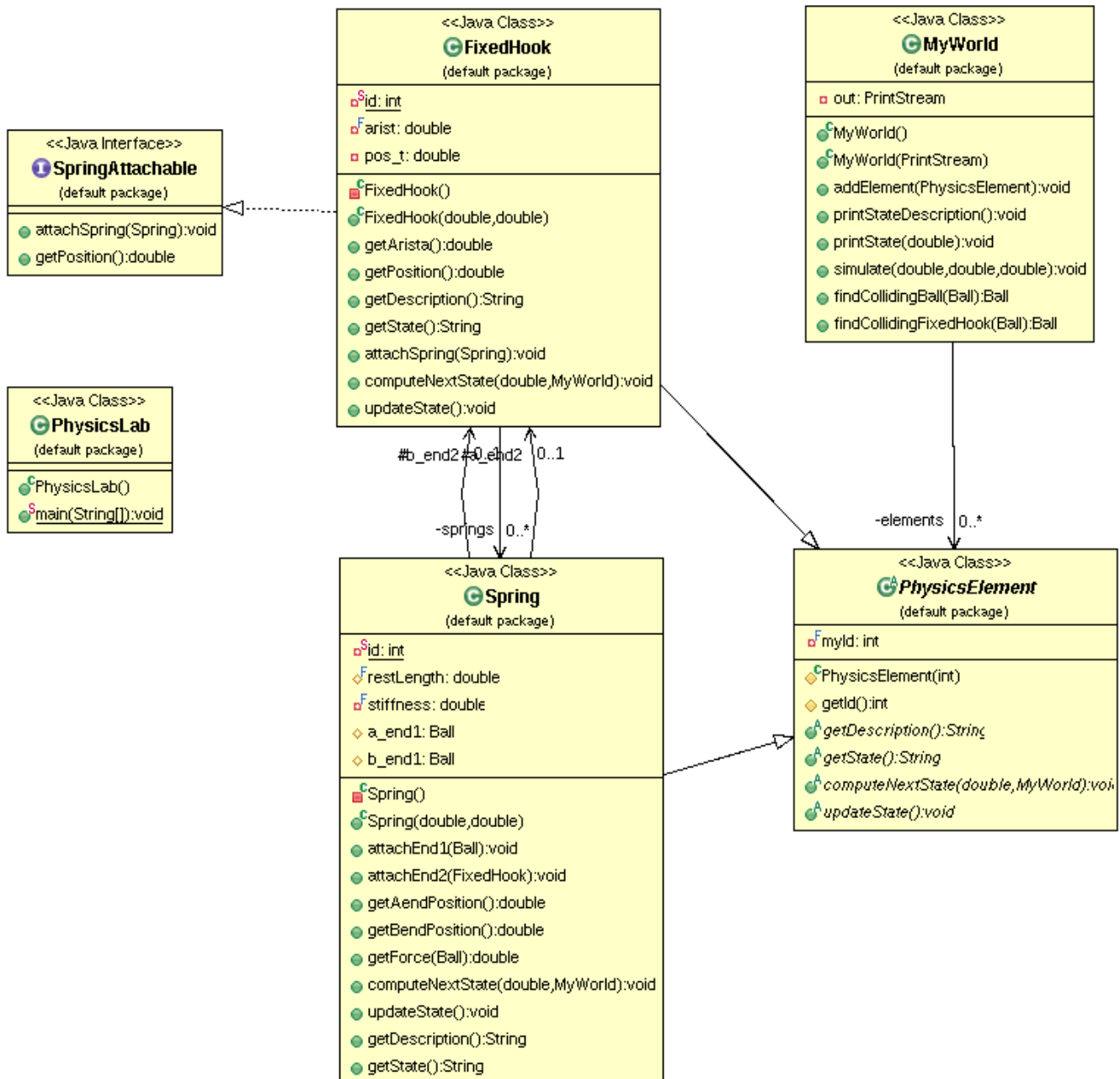


Diagrama Completo UML del Software

## 5.- Resultados Obtenidos

En este ítem se presenta lo obtenido en las simulaciones de experimentos reales en condiciones ideales. Los parámetros utilizados en cada etapa fueron: un delta tiempo de 0,005[s]; tiempo total a simular de 20[s]; periodo de muestreo de 0,05[s].

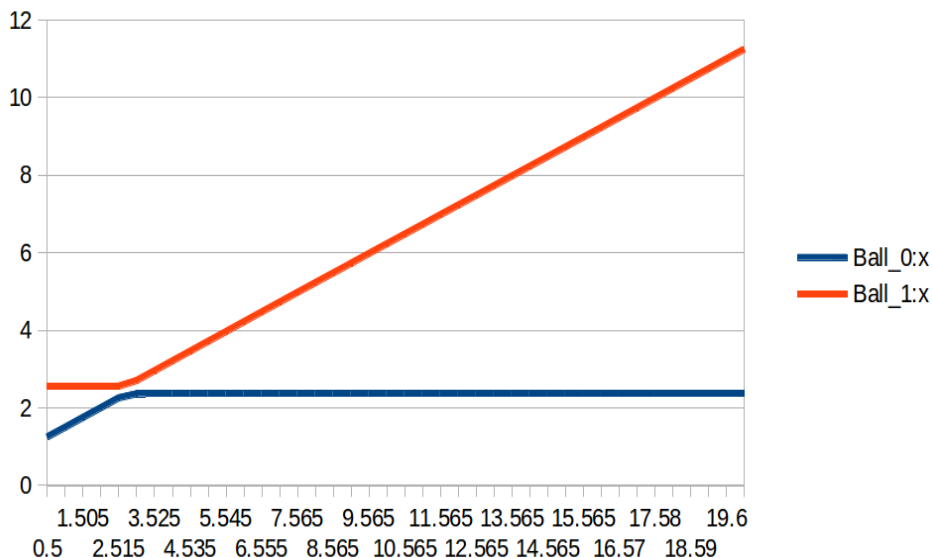
### Primera etapa



En la configuración de la Figura 1, se puede observar el estado inicial de 2 bolas de igual masa, donde una se encuentra en movimiento no acelerado y la otra en reposo. Al simular el choque de estas, se obtuvo una serie de datos, como se muestra a continuación:

Time	Ball_0:x	Ball_1:x
0,5	1,25	2,56
1	1,5	2,56
1,505	1,7525	2,56
2,01	2,005	2,56

Con los datos de la simulación y mediante LibreOffice Calc, se obtuvo el Gráfico 1 donde la recta azul representa la bola que viene con movimiento no acelerado y la roja la que esta en reposo inicialmente.



Como se puede observar, la bola en reposo al momento del choque empieza a moverse, quedando quieta la que venia con movimiento. Esto se debe a que la energía que trae la bola en movimiento, es transferida a la bola que estaba en reposo.

## Segunda etapa

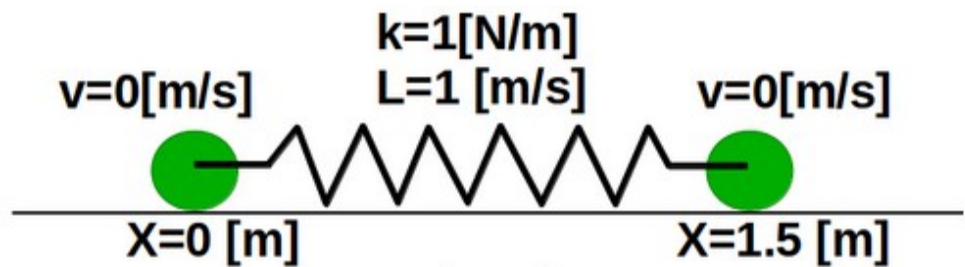


Figura 2: Sistema segunda etapa

En esta etapa como se ve en la Figura 2, el sistema esta compuesto por 2 bolas de las mismas características que están sujetas en cada extremo de un resorte que tiene un largo y constante de elasticidad . Al inicio de la simulación las 2 bolas están a una distancia , se obtuvo una serie de datos, como se muestra a continuación:

Time	Spring_0:a_end	b_end	Ball_0:x	Ball_1:x
0	1	1,5	0	1,5
0,05	1	1,498738114	6.309429869419257E-4	1,499369057
0,1	1	1,4949834925	0,0025082538	1,4974917462

Con los datos de la simulación y mediante LibreOffice Calc, se obtuvo el Gráfico 2 donde la recta azul representa el largo natural del resorte, la curva roja es el largo real que tiene el resorte en ese instante, por otro lado la recta verde y amarilla representan el movimiento de las bolas en los extremos del resorte.

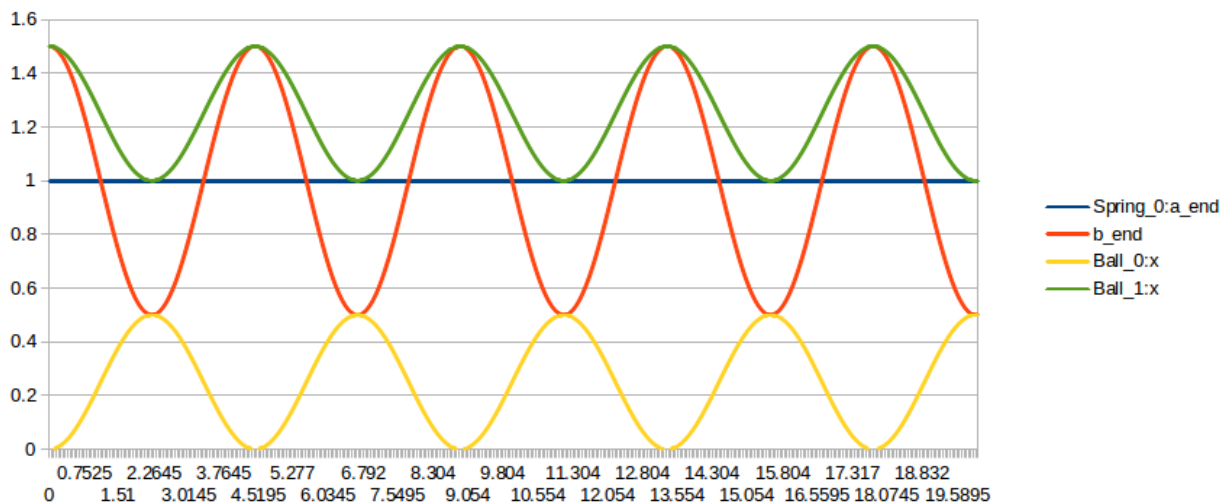


Gráfico 2: Resultado segunda etapa

Se puede comprobar el comportamiento del sistema, donde se observa que al momento de soltar el resorte en un largo de 1.5[m], sus extremos oscilaran pasando por 3 estados: cuando el resorte esta comprimido, en su estado natural y estirado. Esto se debe a la fuerza ejercida por el resorte, que genera que esté realice estas oscilaciones descritas en el movimiento de las bolas que están sujetas en sus extremos.

Tercera etapa

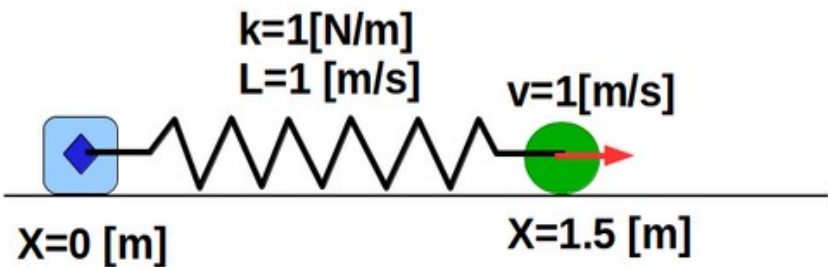


Figura 3: Sistema tercera etapa

En esta etapa, como vemos en la Figura 3, el sistema esta compuesto por un resorte, pero a diferencia de la etapa anterior esta tiene a sus extremos un bloque fijo y una bola con movimiento. Al inicio de la simulación el resorte esta estirado 0,5[m] más que su largo natural, de esto se obtiene una serie de datos, como se muestra a continuación:

Time	Spring_0:a_end	b_end	FixedHook_0:x	Ball_0:x
0	1	1,5	0	1,5
0,055	1	1,554152299	0	1,554152299
0,105	1	1,6019278248	0	1,6019278248

Con los datos de la simulación y mediante LibreOffice Calc, se obtuvo el Gráfico 3 donde la recta azul representa el largo natural del resorte, la curva roja es el largo real del resorte, por otro lado la recta verde representan el movimiento de la bola y la recta amarilla es la posición del bloque fijo.

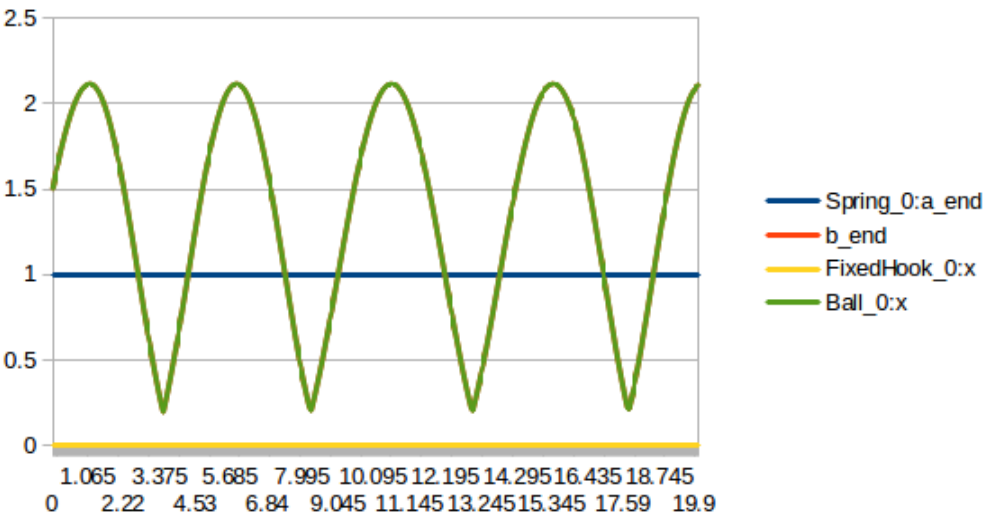


Gráfico 3: Resultado tercera etapa

En vista del gráfico obtenido, se observa que la bola va recorriendo de forma sinusoidal de un extremo a otro el largo del resorte estirando a éste y contrayéndolo, por otro lado se observa que dado que la constante  $K$  proporcional a la fuerza ejercida por el resorte es baja, es que el desplazamiento de la bola es amplio, por lo que se consideró prudente, hacer que la bola chocara con FixedHook para que no lo “atravesara”, por otro lado también se experimentó con el hecho de que si se aumenta el  $K$  el movimiento de la bola es más pequeño.

### Cuarta etapa

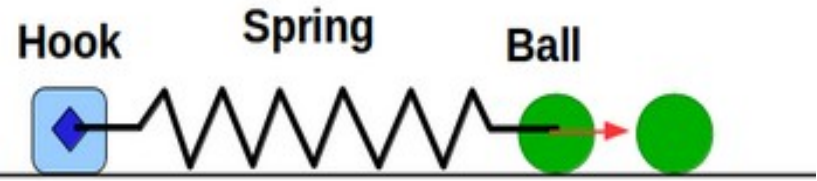


Figura 4: Sistema cuarta etapa

En esta etapa, el sistema esta compuesto por un resorte, que en sus extremos tiene un bloque fijo y una bola con movimiento donde se agrega una bola en reposo que sera impulsada por la bola sujeta al resorte (ver Figura 4). Al inicio de la simulación la bola que esta en reposo es impulsada por la bola que viene impulsada por la fuerza del resorte, dado esto se obtiene una serie de datos, como se muestra a continuación:

Time	Spring_0:a_end	b_end	FixedHook_0:x	Ball_0:x	Ball_1:x	
0		1	1,5	0	1,5	2
0,055		1	1,554152299	0	1,554152299	2
0,105		1	1,6019278248	0	1,6019278248	2
0,155		1	1,648198829	0	1,648198829	2

Con los datos de la simulación y mediante LibreOffice Calc, se obtuvo el Gráfico 4 donde la recta azul representa el largo natural del resorte, la curva roja se encuentra superpuesta a la recta amarilla, la cual es la posición del bloque fijo, la curva recta verde representan el movimiento de la bola sujeta al resorte y la recta color marrón es la posición de la bola que esta inicialmente en reposo.

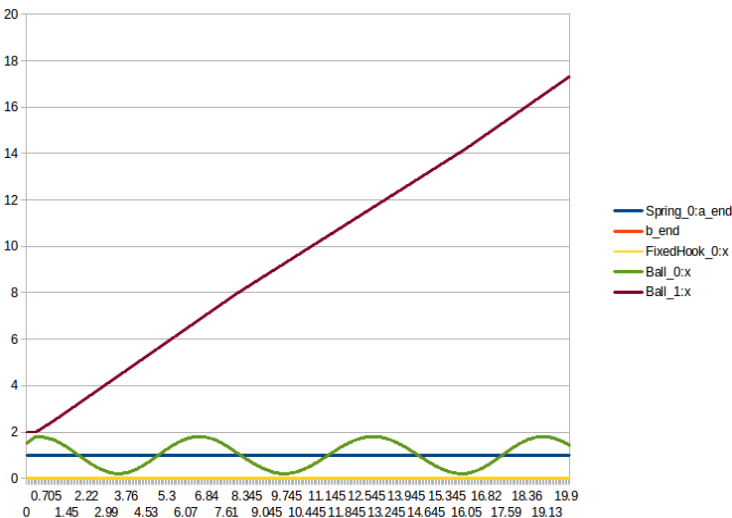


Gráfico 4: Resultado cuarta etapa

Con el gráfico obtenido, se puede ver el movimiento que se genera de la bola que estaba inicialmente en reposo, ya que recibe el pulso de la bola que esta oscilando en el extremo del resorte. Esto se debe a que la energía se transmite de una bola a otra, es por esto que la bola que empieza a moverse toma la velocidad no acelerada de la bola que esta pegada al resorte.



## Quinta etapa

Como equipo de trabajo, se eligió para esta ultima etapa un sistema conformado por un bloque-resorte-bola-resorte-bola. Al iniciar esta simulación se obtiene una serie de datos, como se muestra a continuación:

Time	Spring_0:a_end	b_end	Spring_1:a_end	b_end	FixedHook_0:x	Ball_0:x	Ball_1:x
0	1	1,5	2	0,5	0	1,5	2
0,055	1	1,4967189982	2	0,5057420181	0	1,4967189982	2,0024610163
0,105	1	1,4884965959	2	0,5201343578	0	1,4884965959	2,0086309537
0,155	1	1,4753559675	2	0,5431428819	0	1,4753559675	2,0184988494

Con los datos de la simulación y mediante LibreOffice Calc, se obtuvo el Gráfico 4 donde la recta azul representa el largo natural del resorte 1, la recta amarilla es el largo natural del resorte 2, las curvas celeste y verde oscuro representan a las bolas 0 y 1 respectivamente, mientras que la recta marron en 0 representa el punto fijo, mientras que el verde representa el largo real del resorte y el rojo que esta superpuesto con la bola 2 representa el largo del resorte 2.

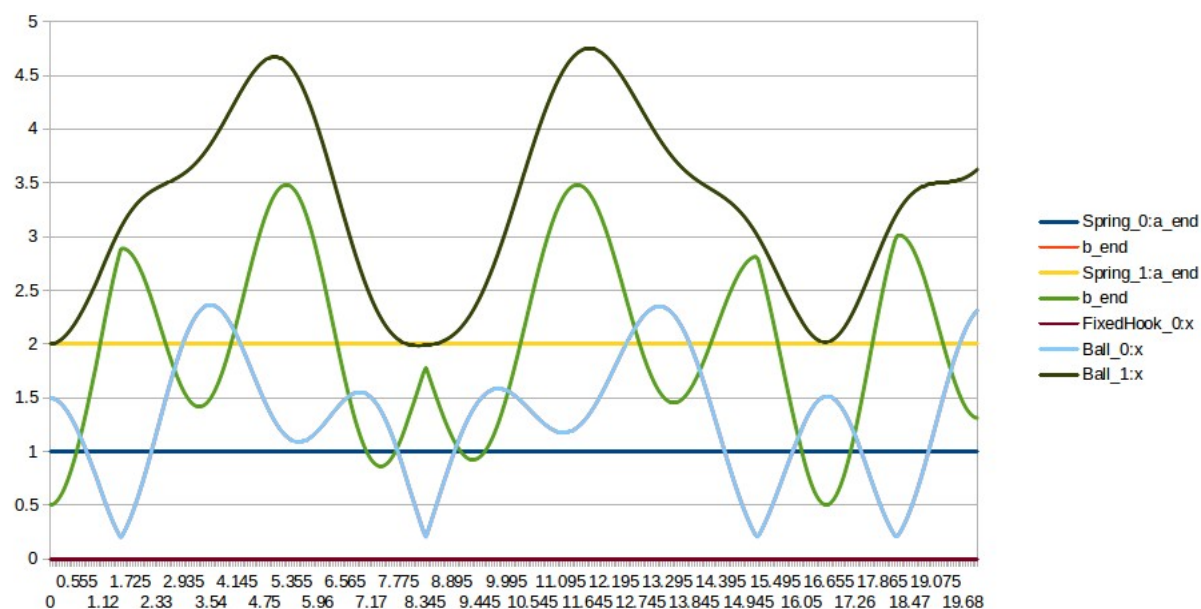


Gráfico 5: Resultado quinta etapa

Con el gráfico obtenido y dado que hay 2 resortes unidos a bolas y sin roce, que estas se encuentran oscilando constantemente, sin detenerse dado que no hay disipación de fuerzas de un extremo al otro, cabe notar el hecho de que las bolas 1 y 2 nunca se intercambian de posiciones ya que no pueden “atravesarse” pero si pueden colisionar entre sí.