Asignatura	Datos del alumno	Fecha
Modelado de Sistemas Dinámicos	**Apellidos:** Avilés Cahill	27/02/2024
	Nombre: Adán	

Laboratorio: Modelado de sistemas físicos

Índice

Índice de figuras

1. Actividad 1

En este laboratorio hemos de modelar el movimiento de un robot, formado por una plataforma con dos ruedas. Se nos dan las ecuaciones del movimiento del robot, que son:

$$\begin{cases} \dot{x} = \frac{R}{2}\cos(\theta)\omega_d + \frac{R}{2}\cos(\theta)\omega_i \\ \dot{y} = \frac{R}{2}\sin(\theta)\omega_{d+}\frac{R}{2}\sin(\theta)\omega_i \\ \dot{\theta} = \frac{R}{L}\omega_d - \frac{R}{L}\omega_i \end{cases}$$

donde R es el radio de las ruedas y L es la separación entre ellas. En nuestro caso, consideramos un robot con $R = 0{,}1$m y $L = 0{,}3$m, por tanto podemos reescribir el sistema como

$$\begin{cases} \dot{x} = \frac{0{,}1}{2}\cos(\theta)(\omega_d + \omega_i) \\ \dot{y} = \frac{0{,}1}{2}\sin(\theta)(\omega_d + \omega_i) \\ \dot{\theta} = \frac{0.}{0{,}3}(\omega_d - \omega_i) \end{cases}$$

así pues, el sistema se generará de la siguiente forma:

- Tenemos dos entradas la rueda derecha ω_d y la rueda izquierda ω_i.
- Se suman por un lado, y se restan por otro.
- Se multiplica la resta $(\omega_d - \omega_i)$ por R/L, obteniendo $\dot{\theta}$.
- Se integra para obtener θ.
- θ entra como parámetro en el seno y el coseno, que son multiplicados ambos por $R/2$, y después por $(\omega_d - \omega_i)$
- Se integran para obtener x e y.

esto queda representado en *Simulink* como:

Inciso: hemos definido los parámetros $x_0 = 0$ e $y_0 = 0$ en la última integración.

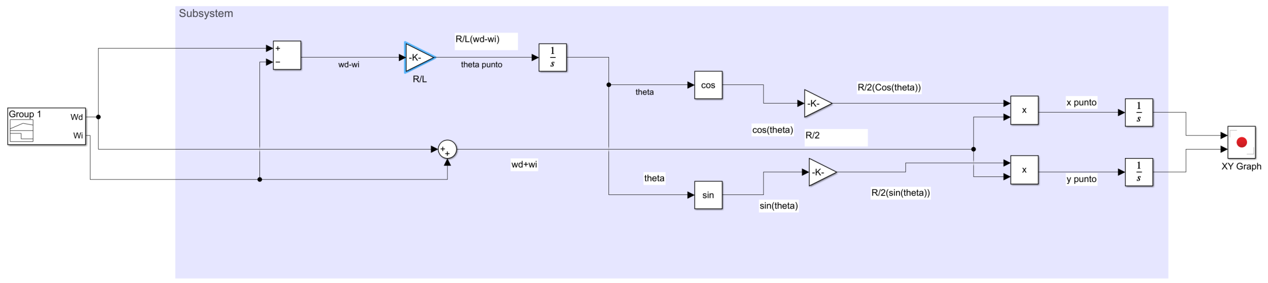

Figura 1: Sistema modelado en Simulink

2. Actividad 2

Si utilizamos una entrada constante e igual en ambas ruedas $w_d = 10$, $w_i = 10$, obtendremos una línea recta:

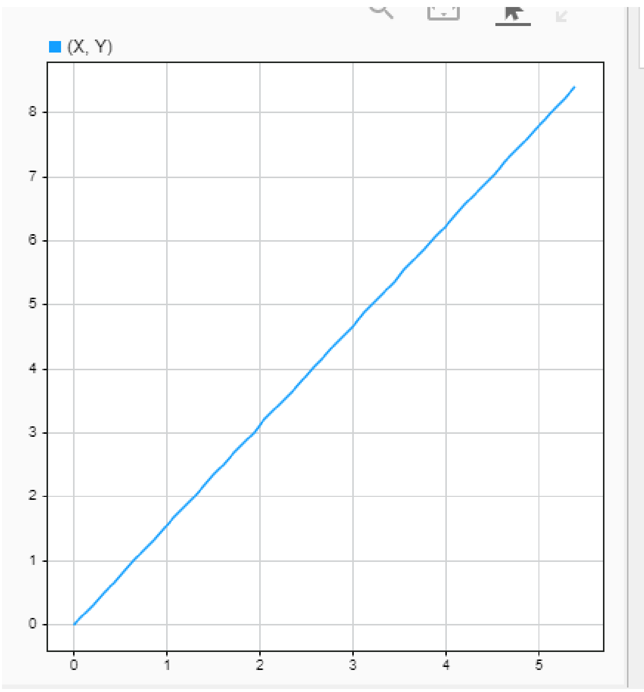

Figura 2: Resultado de velocidades angulares iguales y constantes

donde tenemos la inclinación debido al introducir $\theta_0 = \dfrac{\pi}{4}$.

3. Actividad 3

Probaremos ahora diferentes entradas para conseguir los siguientes movimientos:

3.1. Una línea recta

Ver 2.

3.2. Una circunferencia de radio *r* fijado.

Supongamos que $(\omega_d - \omega_i) = C$, entonces $\theta = \dfrac{R}{L}ct + \theta_0$m y la posición del robot vendrá dada por:

$$\begin{cases} x(t) = \dfrac{L}{2c}(2\omega_d - c)\sin(\dfrac{R}{L}ct + \theta_0) + x_0 \\ y(t) = \dfrac{L}{2c}(2\omega_d - c)\cos(\dfrac{R}{L}ct + \theta_0) + y_0 \end{cases}$$

Sabemos que en una circunferencia, $r^2 = x^2 + y^2$, por tanto, suponiendo $x_0 = 0$, $y_0 = 0$

$$r^2 = x^2 + y^2 = (\frac{L}{2c}(2\omega_d - c))^2 = \frac{L^2}{4c^2}(4\omega_d^2 - 4\omega_d c + c^2)$$

Despejando términos, llegamos a

$$(4r^2 - L^2)c^2 + 4L^2\omega_d c - 4L^2\omega_d^2 = 0$$

Fijados ω_d, L y r el radio buscado, podemos obtener c y de ahí w_i para conseguir la circunferencia del radio deseado. Por ejemplo, con $L = 0{,}3$m, $r = 0{,}1$m y $\omega_d = 10$, tendremos

$$(4 \cdot 0{,}1^2 - 0{,}3^2)c^2 + 4 \cdot 0{,}3^2 \cdot 10c - 4 \cdot 0{,}3^2 10^2 = 0$$

obtenemos, haciendo los cálculos pertinentes, llegamos a $c = 60$, y por tanto $\omega_i = -50$ o que $c = 12$, y por tanto $\omega_i = -2$. Si utilizamos $w_i = -50$ (ambas soluciones sirven) obtenemos la siguiente circunferencia de radio 10cm, deseado:

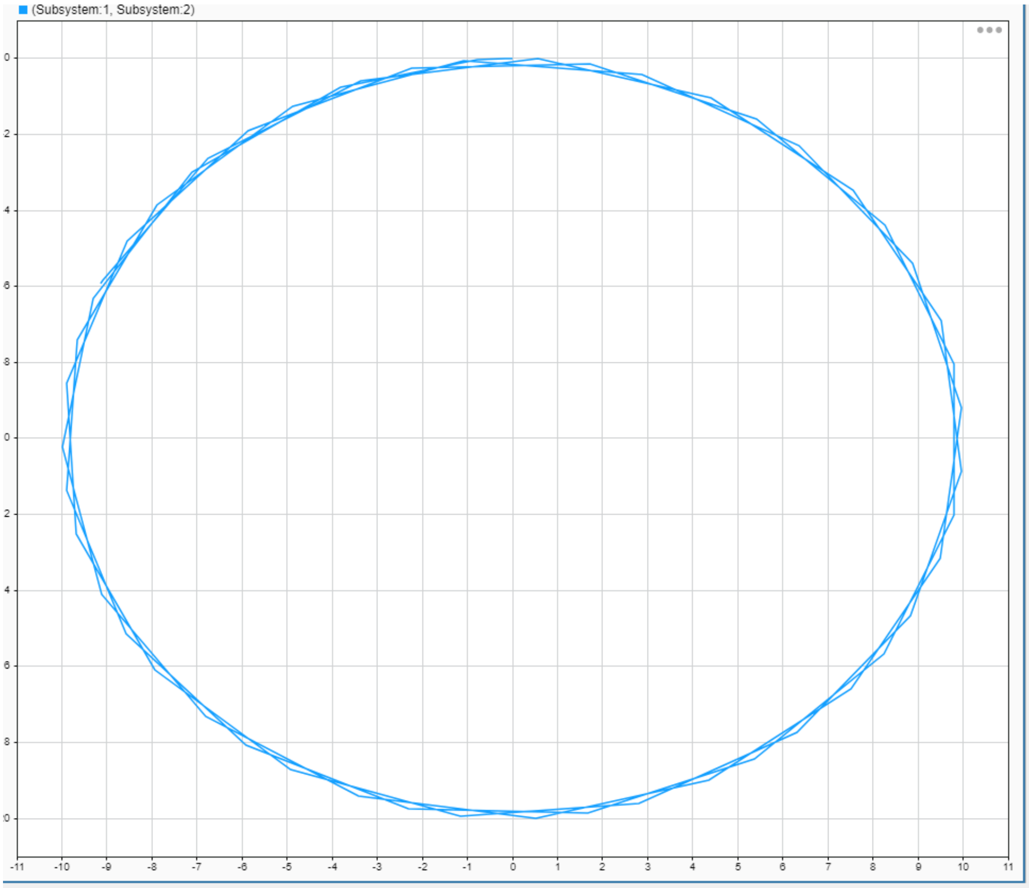

Figura 3: Circunferencia de radio 10

3.3. Un giro sobre sí mismo

En este caso, solo hemos de definir $\omega_d = -\omega i$ y obtendremos como gráfica un punto, pues está girando sobre sí misma.

4. Actividad 4

Si queremos que recorran la misma figura pero a mayor velocidad, para el caso lineal solo hemos de incrementar ω_i y ω_d manteniéndolas iguales. Para el caso circular, si nos fijamos en la ecuación que describe su movimiento, vemos que también hemos de incrementar los valores de la velocidad angular para que la velocidad de recorrido sea mayor (notar que es de la forma $x = A\cos(\omega t + \phi)$,

$y = B\sin(\omega t + \phi)$).

5. Actividad 5

Si consideramos $\omega_d = \sin(t/2)$ y $\omega i = \cos(t/2)$, la figura generada será:

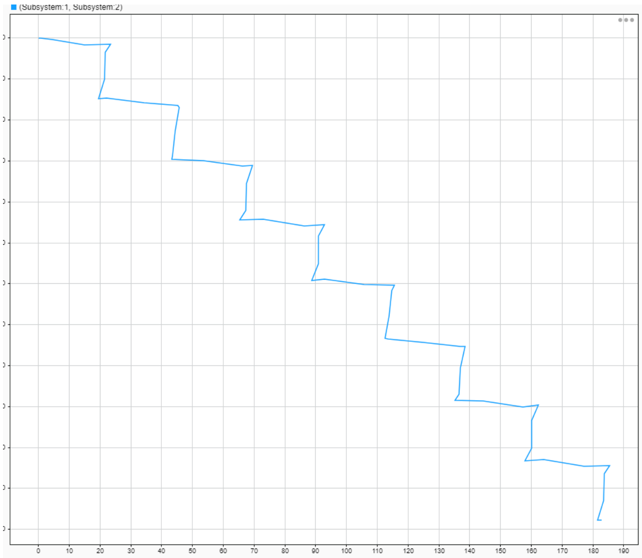

Figura 4: Recorrido de $\omega_d = \sin(t/2)$ y $\omega i = \cos(t/2)$

cuyo código de Simulink es:

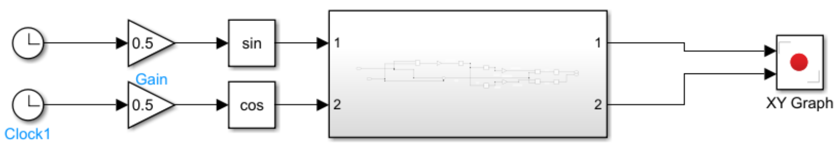

Figura 5: Modelado en Simulink de la figura anterior

6. Actividad 6

Simularemos ahora el fallo de una de las ruedas, que de cada 2 segundos, se quedará parada 4 décimas de segundo. Utilizaremos para ello un generador de pulso con la siguiente configuración:

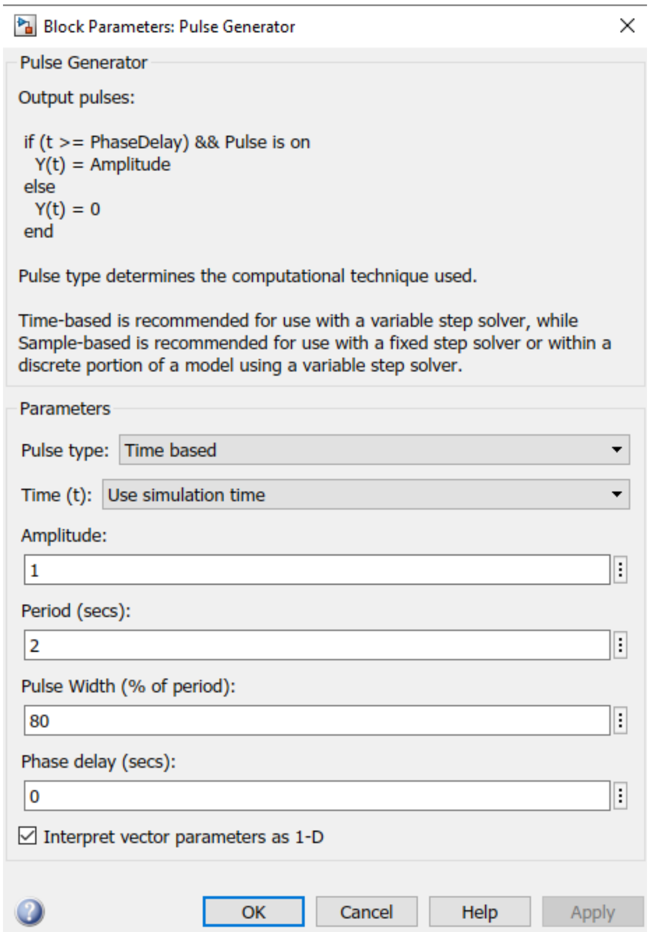

Figura 6: Configuración del generador de pulso

Al tomar periodo 2 y *pulse width* 80, solo estará activado un 80 % de 2, es decir, 1.6 segundos. Su gráfica la podemos ver aquí:

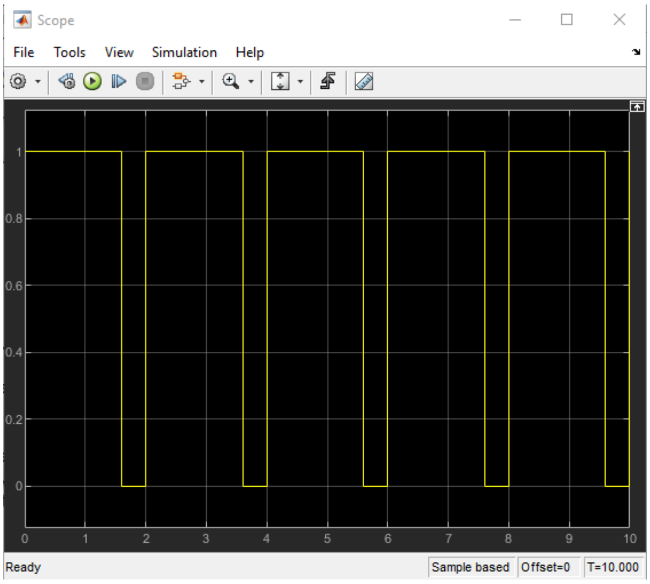

Figura 7: Gráfica del pulso

Su implementación en Simulink será:

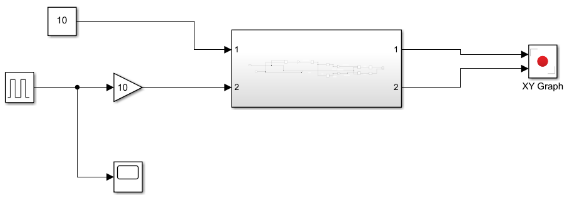

Figura 8: Implementación del fallo de una rueda

con gráfica

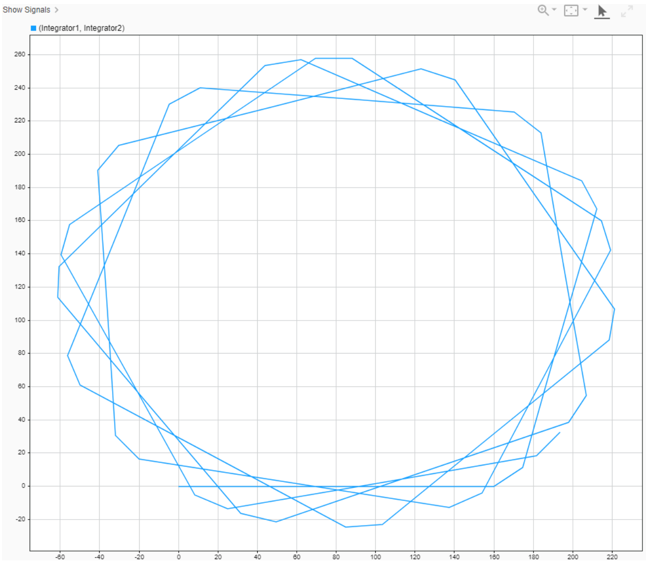

Figura 9: Implementación del fallo de una rueda

Como podemos observar, avanza en línea recta menos los 0.4 segundos que la rueda izquierda falla, donde comienza a girar, pues solo la derecha avanza.

7. Actividad 7

¿Qué desviación tendrá el robot si se mueve en línea recta con este fallo? Supongamos primero que el robot funciona correctamente durante 15 segundos, con $\omega i = \omega d = 10$. Acabará en la posición $(0, 1500)$ (tomando $x_0 = 0$, $y_0 = 0$ y $\theta_0 = 0$)

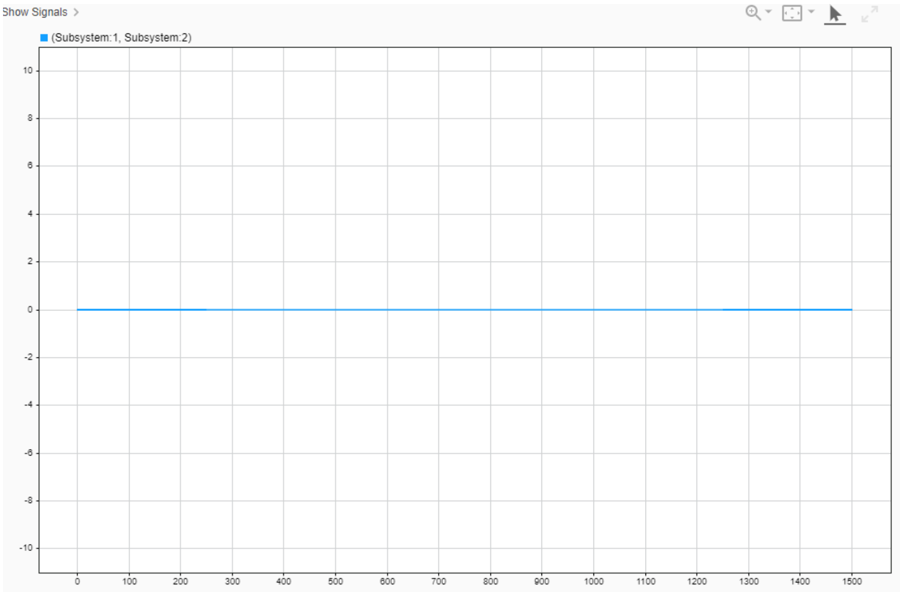

Figura 10: Movimiento en línea recta por 15 s

Pero sin embargo, cuando el robot falla, vemos que no acaba donde deseamos, sino en $(60, 240)$ aproximadamente. Es decir, a unos 1261 unidades de distancia usando la distancia euclídea.

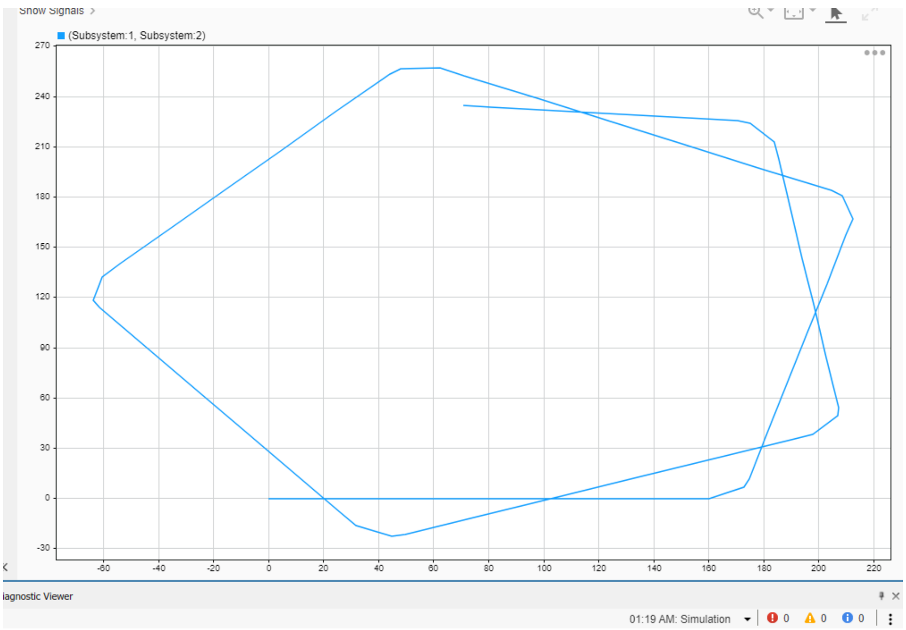

Figura 11: Movimiento en línea recta con fallos 15 s