**Cosillas para solventar**:

Referencias de las ecuaciones e imágenes.

Comentar si poner o no más imágenes.

Repasar redacción.

Repasar condiciones iniciales de .

Incluir transformación de a en la caída libre para que, cuando cambiemos de vuelta al riel, las inicializaciones de los integradores sean con y en vez de con y .

Incluir en el modelo la condición de que si se sobrepasan los límites de la pista durante la caída, se pare la simulación (esto ya lo tengo hecho).

Modificar la transformación de a (también lo tengo hecho) y de a , que hay que sumarle a el .

**Medidas comunes de los controladores**

El esquema propuesto para el control para los tres métodos escogidos es el siguiente:

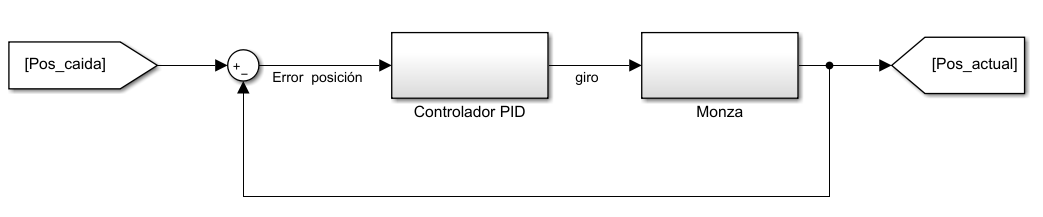


Figura Esquema de control del sistema por medio de un PID.

Como se puede apreciar en la FIGURA se quiere implementar un control de posición de la moneda cuya entrada al sistema es el giro de la plataforma. Debido a que las posiciones de caída de los diferentes rieles se encuentran en el sistema referencial (el que sufre el giro) se decide utilizar la posición referencial como variable a controlar, mientras que la variable de control es el giro del sistema referencial. El movimiento por el riel impone una componente en el sistema referencial en función de la componente (ecuaciones parabólicas de los rieles), por ello como medida de simplificación se decide realizar un control únicamente de la componente en el sistema referencial denotada como .

La expresión de la planta es por tanto:

Partiendo de la ecuación que define el movimiento de la moneda por el riel, explicada anteriormente:

La componente puede sustituirse directamente por la pendiente de las ecuaciones de los rieles, que es común para todos los niveles. Por lo tanto,

Para transformar el sistema de referencia de la moneda al sistema referencial, es necesario aplicar una matriz de rotación; quedando la expresión de la componente :

Debido a que el sistema de referencia de la monda se encuentra en esta, la componente es cero, simplificando la expresión anterior a:

**Linealización del movimiento por el riel.**

El movimiento del riel en el sistema referencial queda definido por las siguientes expresiones:

Se procede por tanto a la linealización de las expresiones anteriores:

* Linealización de la primera expresión:
* Linealización de la segunda expresión:

Donde:

**Diseño del controlador PID**

Uno de los tres controladores escogidos para el control del sistema es un controlador lineal PID. El principal motivo de su elección es poder comparar los resultados de un controlador lineal con los otros controladores no lineales escogidos (fuzzy y planificador de ganancias).

Como se ha mencionado, un controlador PID es un controlador lineal, y cuando se quiere controlar un sistema no lineal, es necesario la linealización del sistema entorno a un punto de equilibrio. El sistema del Monza consta de tres comportamientos físicos diferentes: el movimiento por el riel, la caída libre y el choque con el riel. El único comportamiento controlable de estos tres es el movimiento por el riel y por tanto es el comportamiento a linealizar para proceder a su control por medio de un PID.

La expresión de la planta del sistema que se ha obtenido al realizar la linealización es:

Donde las constantes son:

El punto de equilibrio escogido es el y y por tanto los valores de las constantes quedan: