

Anexo C. Simulink

A lo largo de todo el Proyecto se ha empleado el programa *Simulink*, herramienta matemática contenida dentro de *Matlab* y cuya función es la de realizar simulaciones con el sistema teórico obtenido en el capítulo de identificación (Capítulo 3). Esto permite comprobar la validez del modelo así como ensayar los controladores calculados antes de llevarlos a la práctica en el sistema real.

Todo el trabajo efectuado con Simulink se adjunta en el disco entregado con el documento proyecto, en forma de archivos del tipo *Simulink mdl files* con la extensión *mdl* (*model*), por lo que el único objeto de este anexo es el de explicar y representar brevemente los esquemas de control empleados.

Para los controladores P, PD, PI y PID y el control por inversión del modelo la configuración es la misma, la única diferencia se halla en la función implementada en el bloque controlador proporcional. La Figura C.1 muestra dicha configuración (con un PI), en la que se denota con la letra r a la referencia, y a la salida que es realimentada originando el error e y u a la señal de actuación acotada que es la que finalmente recibe el sistema. El sistema que aparece es el correspondiente al eje de azimuth, en elevación es igual cambiando la constante de integración a 0.0004502 y el retardo a z elevada a 1. Se ha incluido la posibilidad de ver gráficamente la secuencia de señales de actuación.

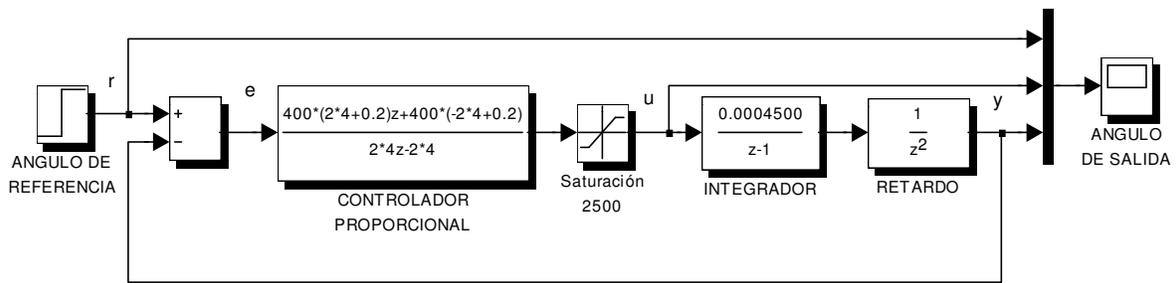


Figura C.1

En todos los esquemas se ha empleado el bloque *Step* para representar a la referencia, un escalón de *step time* cero y valor inicial nulo. La saturación se ha simulado mediante el bloque de la librería no lineal *Saturation*. El período de control ó *Sample time* es de 0.2 segundos como ya se justificó en el proceso de identificación. Para implementar tanto los controladores como el sistema es necesario utilizar los bloques de ganancia, *Gain*, de forma triangular y *Discrete Transfer Fcn* para las funciones de transferencia.

A continuación aparece en la Figura C.2 el esquema para el control PI y PID aplicando el método *Anti-Windup* de limitación del término integral. Ahora se ha tomado el eje de elevación y un regulador PID, en el PI sólo cambia la red PD que pasa a ser sólo P. Aparece un segundo bloque de saturación (saturación integral) para restringir el crecimiento de la parte de la actuación debida a la acción integral.

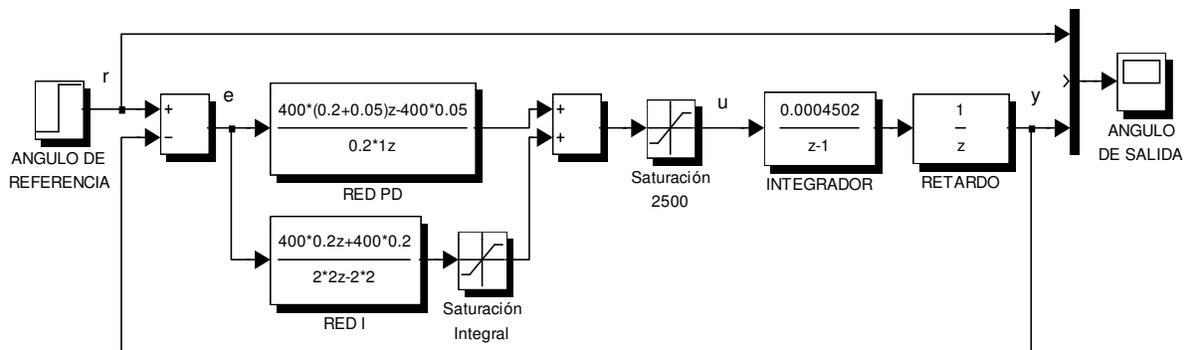


Figura C.2

La Figura C.3 representa la simulación de un estructura de control con Predictor de Smith para azimuth con un regulador PI. En este caso se ha denominado e a la señal que recibe el controlador y que es distinta de la diferencia entre la referencia y la salida, llamada en esta ocasión *error*. Se ha designado como ym e $ym-dm$ a las salidas teóricas del sistema sin retraso y con un retraso igual a dm veces el período de control respectivamente. El valor de dm se obtiene dividiendo el retraso teórico entre el período de control. Hay que tener la precaución de que la actuación que reciba el Predictor para generar las señales ym e $ym-d$ sea la acotada, ya que es la que realmente recibe el sistema.

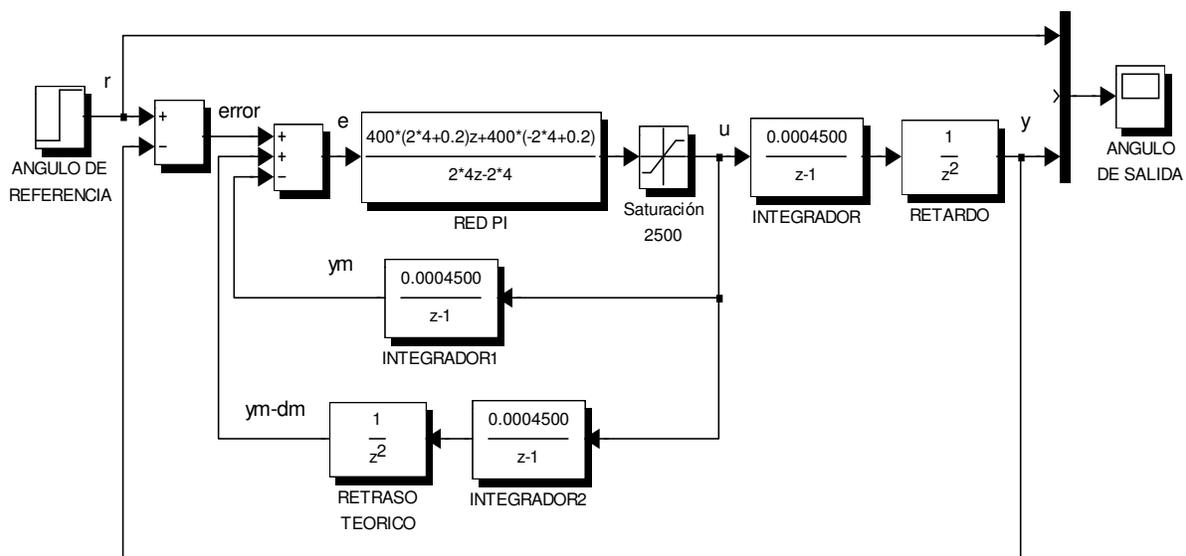


Figura C.3

Para concluir este Anexo se representa en la Figura C.4 de la página siguiente la estructura del control en el espacio de estados empleando el observador de orden mínimo del eje azimuth (el de orden completo ya se expuso en el Apartado 4.4 del Capítulo 4). El estado $X3$ es el que se ha hecho coincidir con la salida, y los estados $X1a$ y $X2a$ corresponden a la base auxiliar necesaria para el observador de orden mínimo. El vector de estados es realimentado a través de las constantes $K1$, $K2$ y $K3$, cuya suma se sustituye en la constante K de la referencia, garantizando así una ganancia unitaria. Por último decir que al igual que en el Predictor de Smith la señal de actuación que se emplea, afectada por la constante del sistema Ks , ha de ser la saturada para realizar de forma correcta la estimación de los estados.

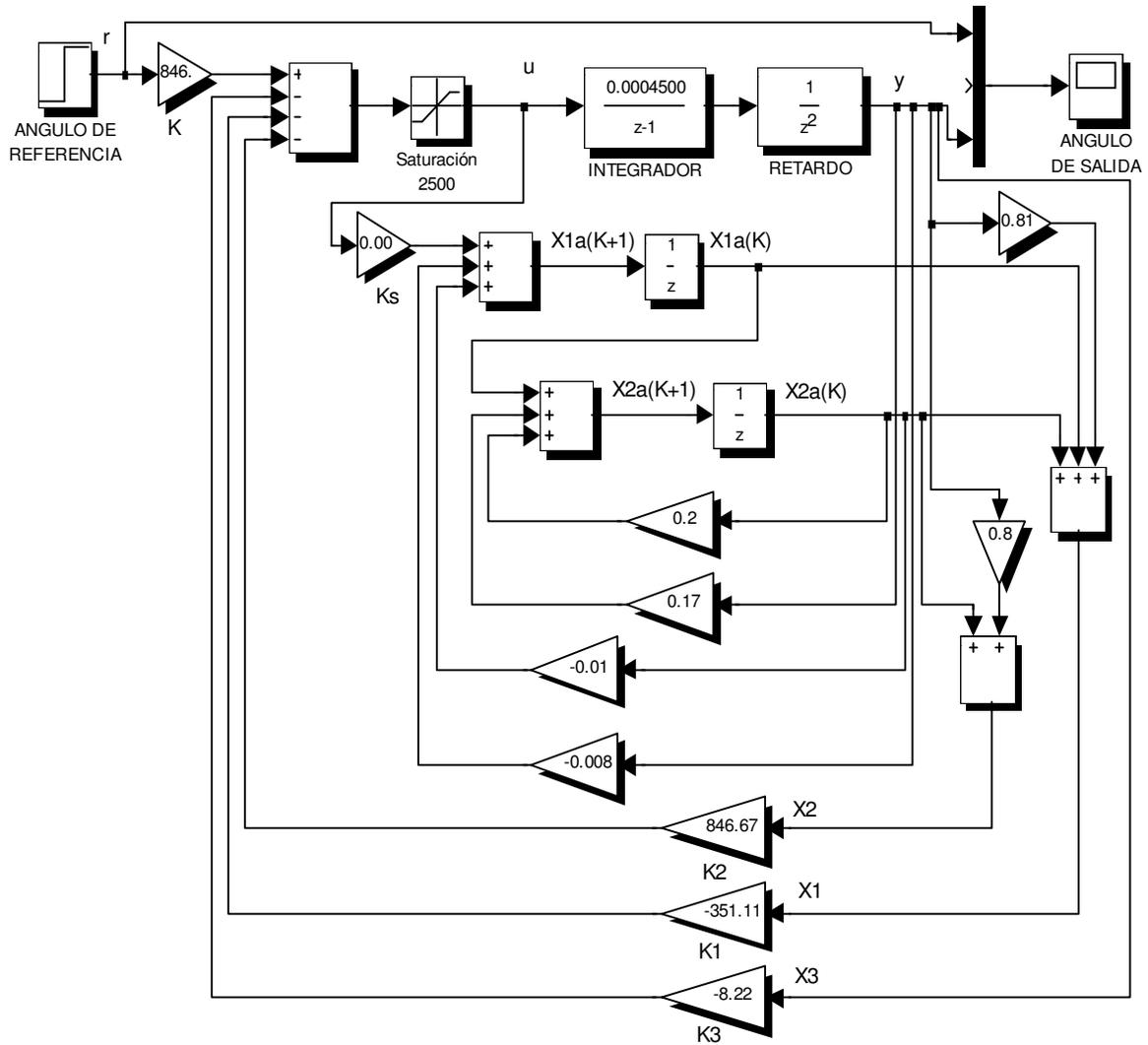


Figura C.4