

Control Robusto y Análisis de Desempeño: Vehículo Aereo no Tripulado

Jorge Sofrony

I. OBJETIVO

Este taller tiene como objetivo diseñar controladores por dos métodos (i.e. clásico y robusto \mathcal{H}_∞) y comparar su desempeño. El problema se enfoca en el seguimiento de referencias tipo (*set-point tracking*) en un rango de $\in [-40, 40]$ grados para θ y ϕ . Adicionalmente se requiere que el sistema de control sea capaz de rechazar ruido de medición e incertidumbre aditiva inversa. El principal objetivo es realizar un ejercicio practico donde se utilicen las diferentes herramientas de simulación, diseño y análisis de sistemas de control. Se considera que la planta es un aeronave tipo UAV, y se asume un modelo nominal lineal, considerando tanto el sistema desacoplado para diseño y el sistema acoplado para simulación.

I-A. Objetivos Específicos

- Diseñar un controlador PID mediante técnicas convencionales (SAS/CAS), y analizar su desempeño mediante técnicas modernas de control y simulación
- Diseñar un controlador \mathcal{H}_∞ que cumpla las especificaciones de diseño, y analizar su desempeño mediante simulación

II. ESPECIFICACIONES Y CONSIDERACIONES

Especificaciones de diseño:

- Seguimiento de referencias: El sistema debe tener un ancho de banda mínimo de $\omega_{BW,max} = 8Hz$, y seguir referencias de posición (i.e. la referencia de velocidad angular se asume como nula).
- Robustez: El sistema debe ser robusto ante incertidumbre de tipo aditiva de entrada. Se deben considerar perturbaciones de entrada hasta una frecuencia máxima de $\omega_{p,max} = 6Hz$
- Rechazo a ruido de medición: Se considera que las mediciones están contaminadas por ruido blanco con potencia promedio de 0.001 para el eje lateral/direccional y de 0.0001 para el eje longitudinal
- Esfuerzo de Control: La señal debe ser lo mas pequeña posible, y no superar $\pm 30^\circ$

Adicional, el sistema debe estar críticamente amortiguado en sus ejes y ser lo mas rápido posible. Adicionalmente se desea que los ejes (Lateral/Direccional y Longitudinal) esta desacoplados

Nuestro interes radica en controlar unicamente las rotaciones, y sus velocidades angulares, de la aeronave. Con esto en mente, el eje lateral/direccional tiene como entrada el timon de dirección (rudder) y los alerones (ailerons), y salida el guiñado (yaw- ψ), alabeo (roll - ϕ), y sus respectivas velocidades ($r;p$); el eje longitudinal tiene como entrada el elevador (elevator) y como salida el angulo de cabeceo (pitch - θ) y su velocidad (q). Es importante resaltar que desde de un punto de vista clásico, el diseño del SAS se realiza en término de las velocidades del sistema. En esencia, se busca la realimentación de la velocidad de rotación (error) a traves de una ganancia proporcional, y nuestro unico objetivo es agregar

amortiguamiento. El seguimiento de referencia se realiza a través de un CAS, y este es un controlador tipo PI

Para el caso de diseño en H_∞ , debe tener en cuenta los ceros del sistema y las restricciones que estos imponen.

III. ENTREGABLES

Se debe detallar el proceso de diseño, incluyendo la interconexión (planta generalizada) y los filtros según objetivos de control.

Para los controladores tipo $PI + D$, determine el nivel desempeño del sistema de control mediante un análisis de la sensibilidad, sensibilidad complementaria y acción de control ($S(s)$, $T(s)$ y $K(s)S(s)$). Comente sobre la el desempeño nominal del sistema; la estabilidad robusta; desempeño robusto.

NOTA: Utilice la función *sigma* en Matlab para determinar el máximo valor singular, y así poder observar la norma \mathcal{H}_∞ de la funciones de transferencia mencionadas.

Simulación:

Se debe implementar un sistema de simulación utilizando el entorno Matlab/Simulink. Simule el sistema para varias referencias, e incluya el ruido de medición. Comente sobre el desempeño del *Software* de control. Haga esto para ambos controladores.