



SUPERVISIÓN,
CONTROL Y
AUTOMATIZACIÓN

Grupo de Investigación SUPPRESS



LABORATORIO
REMOTO
AUTOMÁTICA

universidad
de león

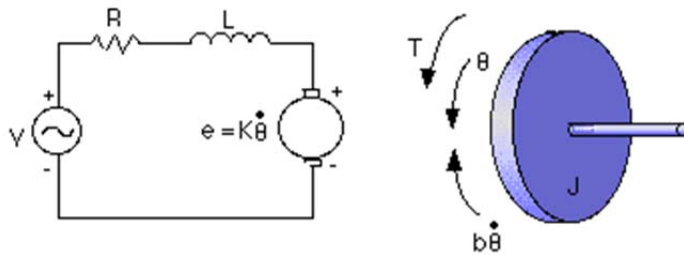
PR 7. Práctica con Matlab

Control PID

Realizado:	Laboratorio Remoto de Automática (LRA-ULE)	Versión:	Páginas:
Grupo SUPPRESS (Supervisión, Control y Automatización)	Universidad de León http://lra.unileon.es	1.0	6



EJERCICIO 1. Control de posición de un motor



Dado un motor de corriente continua con las siguientes parámetros.

$$J=3.2284E-6\text{Kg/m}^2$$

$$b=3.5077E-6\text{Nm seg/rad}$$

$$K_m=K_t=0.0274\text{Nm seg/rad};$$

$$R=4\Omega;$$

$$L=2.75E-6\text{H};$$

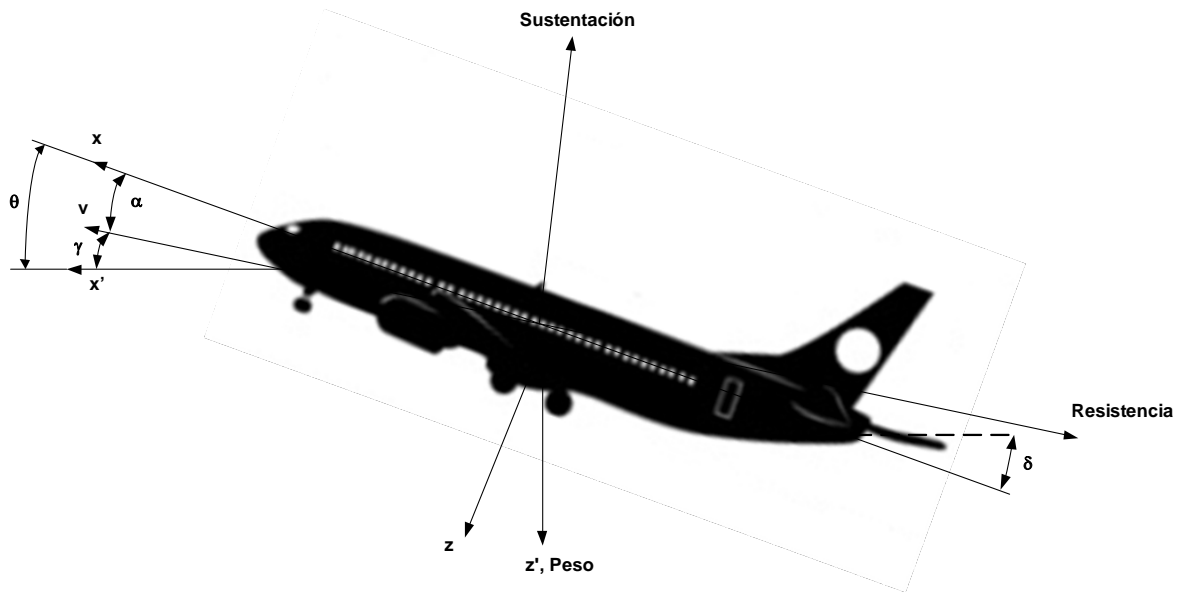
1. Obtener matemáticamente la función de transferencia del sistema en cadena abierta (θ/V). Observar la respuesta del sistema ante un cambio de consigna de escalón unitario 1V. ¿Es estable el sistema en cadena abierta? En caso afirmativo calcular T_p , T_s y M_p
2. Realimentar unitariamente el sistema, representar gráficamente el comportamiento del sistema ante un cambio de consigna de escalón unitario 1V, con las siguientes acciones de control:
 - a. Regulador Proporcional.
 $K_p=1.7$
 $K_p=10$
 $K_p=20$
 $K_p=100$
 - b. Regulador Proporcional-Integral
 $K_p=1.7; K_i=20;$
 $K_p=17; K_i=200;$
 - c. Regulador PID Proporcional-integral-derivativo.
 $K_p=17; K_i=200; K_d=0.15;$

Calcular para cada caso T_p , T_s , M_p así como e_p en régimen permanente. Comparar los resultados.



EJERCICIO 2. Piloto Automático de Control del ángulo de cabeceo de un avión de pasajeros

Las ecuaciones del movimiento de una aeronave se pueden desacoplar y linealizar bajo ciertas suposiciones en ecuaciones laterales y longitudinales. El cabeceo está gobernado por la dinámica longitudinal.



Se supone que la aeronave se encuentra en régimen permanente a altitud y velocidad constante y, por tanto, la propulsión, resistencia, sustentación y peso se equilibran las direcciones x e y . También se supone que un cambio en el cabeceo no cambia la velocidad de la aeronave en ningún caso. Bajo esas suposiciones, las ecuaciones dinámicas del sistema son:

$$\dot{\alpha} = \mu\Omega\sigma \left[-(C_L + C_D)\alpha + \frac{1}{\mu - C_L} q - (C_W \text{sen}\gamma)\theta + C_L \right]$$

$$\dot{q} = \frac{\mu\Omega}{2i_{yy}} \left[[C_M - \eta(C_L + C_D)]\alpha + [C_M + \sigma C_M(1 - \mu C_L)]q + (\eta C_W \text{sen}\gamma)\delta \right]$$

$$\dot{\theta} = \Omega q$$

Con las siguientes variables:

α = Ángulo de ataque

q = Velocidad angular de cabeceo

θ = Ángulo de cabeceo

δ = Ángulo de desviación del elevador

$\mu = \frac{\rho S \bar{c}}{4m}$ donde ρ es la densidad del aire, S la superficie alar, \bar{c} la longitud media de la cuerda y m la masa de la aeronave

$\Omega = \frac{2U}{\bar{c}}$ donde U es la velocidad de vuelo en equilibrio



C_T = Coeficiente de propulsión

C_D = Coeficiente de resistencia aerodinámica

C_L = Coeficiente de sustentación

C_W = Coeficiente de peso

C_M = Coeficiente del momento de cabeceo

γ = Ángulo de trayectoria de vuelo

$$\sigma = \frac{1}{1 + \mu C_L}$$

i_{yy} = Momento de inercia normalizado

$$\eta = \mu \sigma C_M$$

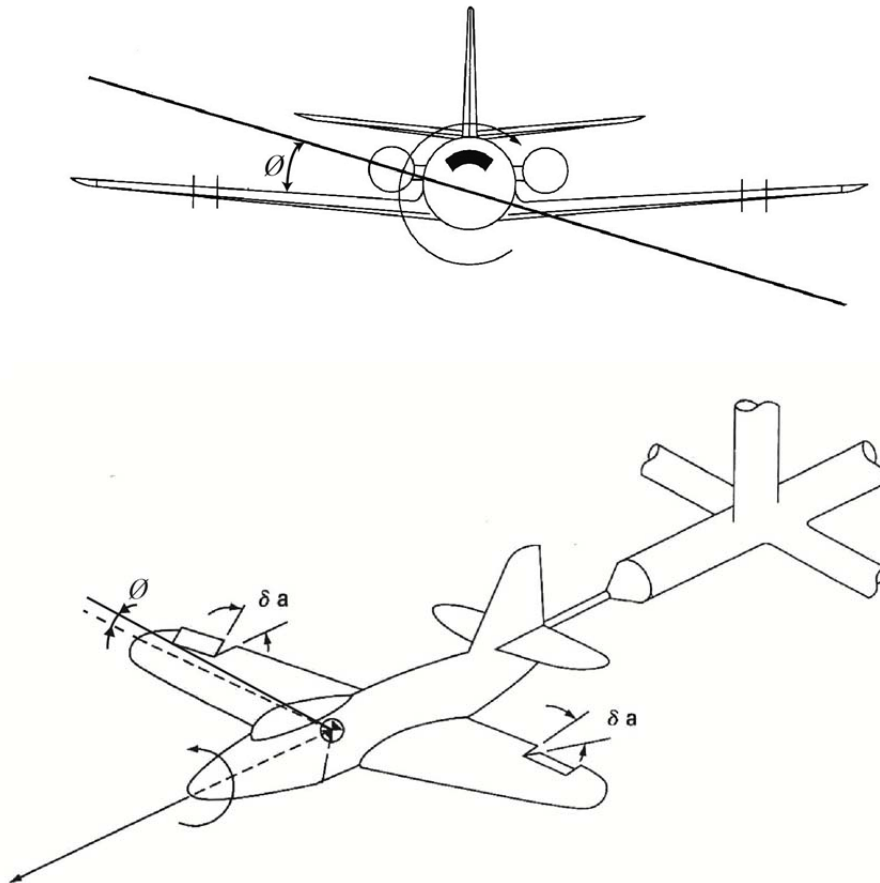
Se consideran los siguientes parámetros, correspondientes a un Boeing comercial, en las ecuaciones:

$$\begin{aligned}\dot{\alpha} &= -0.313\alpha + 56.7q + 0.232\delta \\ \dot{q} &= -0.0139\alpha - 0.426q + 0.0203\delta \\ \dot{\theta} &= 56.7q\end{aligned}$$

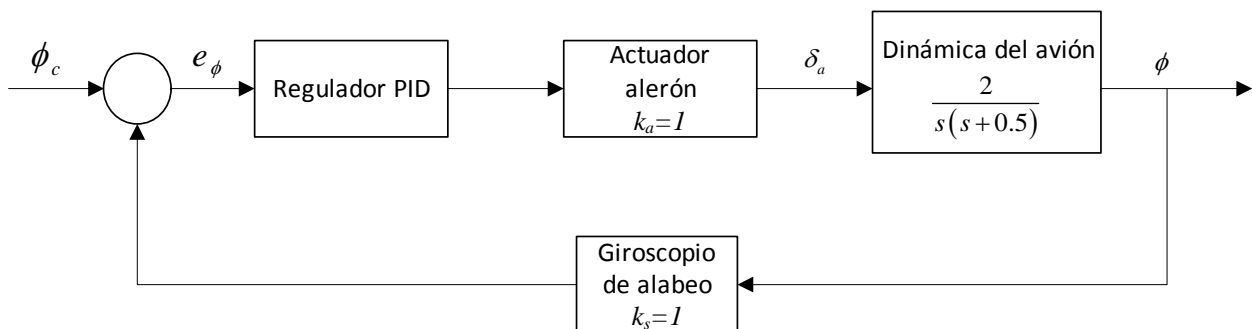
1. Obtener la función de transferencia del sistema en cadena abierta (ángulo de cabeceo θ en función del ángulo de desviación del elevador δ).
2. Analizar el comportamiento del sistema en cadena abierta ante un cambio de consigna de 0.2 en el ángulo del elevador.
3. Introducir una realimentación unitaria y una acción proporcional igual a 2.5 y analizar el comportamiento.
4. Sabiendo que los valores de las constantes del regulador k_p , k_d y k_i están comprendidas entre 1 y 5, diseñar el regulador PID mas simple que consiga $M_p < 10\%$, $T_s < 10$ seg y $e_p < 2\%$ ante un cambio de consigna de 0.2 radianes en el ángulo del elevador



EJERCICIO 3. Piloto Automático de Control del ángulo de alabeo de un avión de pasajeros.



El lazo de control correspondiente a un piloto automático para el control del ángulo de alabeo ϕ de un avión en función del ángulo del alerón δa se puede representar, suponiendo el actuador y el sensor ideales, como:





SUPERVISIÓN,
CONTROL Y
AUTOMATIZACIÓN

Grupo de Investigación SUPPRESS



LABORATORIO
REMOTO
AUTOMÁTICA

universidad
de león

1. Analizar el comportamiento del sistema en cadena abierta, es decir suponiendo que no hay lazo de control, ante una entrada de tipo escalón unitario. ¿Es estable el sistema?
2. Sintonizar el regulador proporcional adecuado para conseguir una sobreoscilación (M_p) del 4.32%. Visualizar el comportamiento dinámico de la salida (ángulo de alabeo) para una entrada de tipo escalón de 57 grados en el ángulo del alerón.
3. Un regulador PD ideal se puede expresar como $K(s+a)$, es decir que introduce un cero en el sistema y una ganancia K . Diseñar el regulador PD ideal que manteniendo la sobreoscilación del apartado 2 reduzca el tiempo de establecimiento (T_s) a 6.28 seg, sabiendo “a” tiene uno de los valores siguientes: [0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.1, 1.2, 1.3, 1.4].