

Clase 6 – Control Óptimo y difuso para distintos plantas

Nombres: Brayan Gerson Duran Toconas, Jhon Ariel Larico Machaca

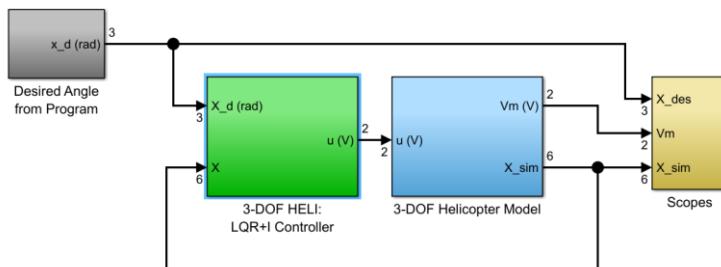
- Objetivos:
Comprender el controlador actual utilizado por cada planta no lineal (Helicóptero y Crane).
- Modificar la ganancia LQR del Helicóptero para reducir el overshoot del ángulo pitch en al menos 15%.

Helicóptero

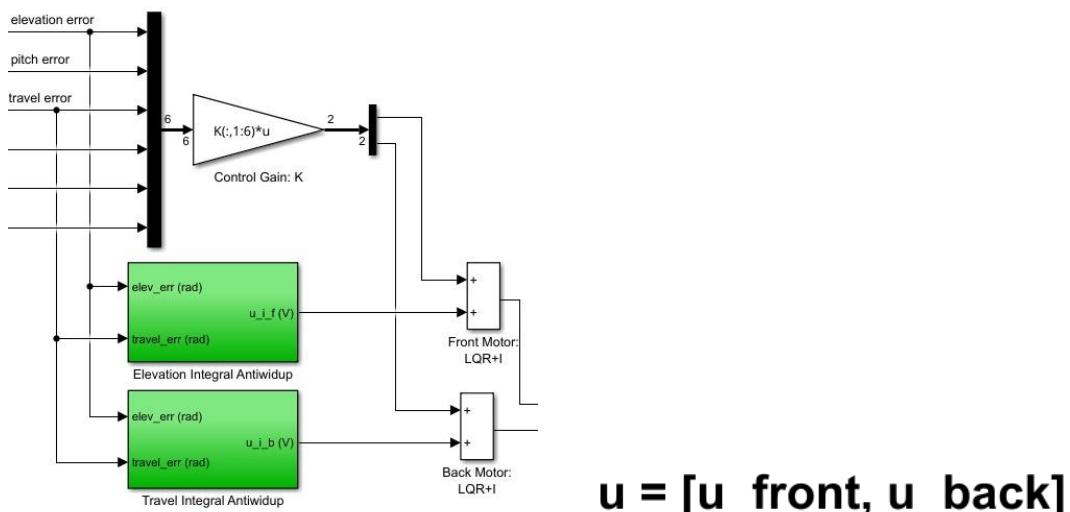
Controlador original

- Modelo del helicóptero

Quanser 3-DOF Helicopter:
Closed-loop System Simulation



- Bloque de la ley de control típica:



- Matriz de Ganancias original: _____

K =

```
51.9211  16.1899 -16.1293  24.6004   5.2787 -21.2682  14.1421  -1.4142
51.9211 -16.1899  16.1293  24.6004  -5.2787  21.2682  14.1421   1.4142
```

Controlador original modificado del LQR (Reducción de overshoot)

- Definición de Q y R

```
elseif strcmp(WITH_ADS, 'YES')
%Q = diag([100 1 10 0 0 2 10 0.1]);
Q = diag([100 17 10 0 0 2 10 0.1]);
R = 0.025*diag([1 1]);
```

Aumentar selectivamente los pesos asociados a:

- velocidad angular pitch

Nueva Matriz Q:

Q =

```
100.0000      0      0      0      0      0      0      0
      0  17.0000      0      0      0      0      0      0
      0      0  10.0000      0      0      0      0      0
      0      0      0      0      0      0      0      0
      0      0      0      0      0      0      0      0
      0      0      0      0      0      2.0000      0      0
      0      0      0      0      0      0  10.0000      0
      0      0      0      0      0      0      0  0.1000
```

- Generar la nueva ganancia: K_new = lqr(A, B, Q, R);

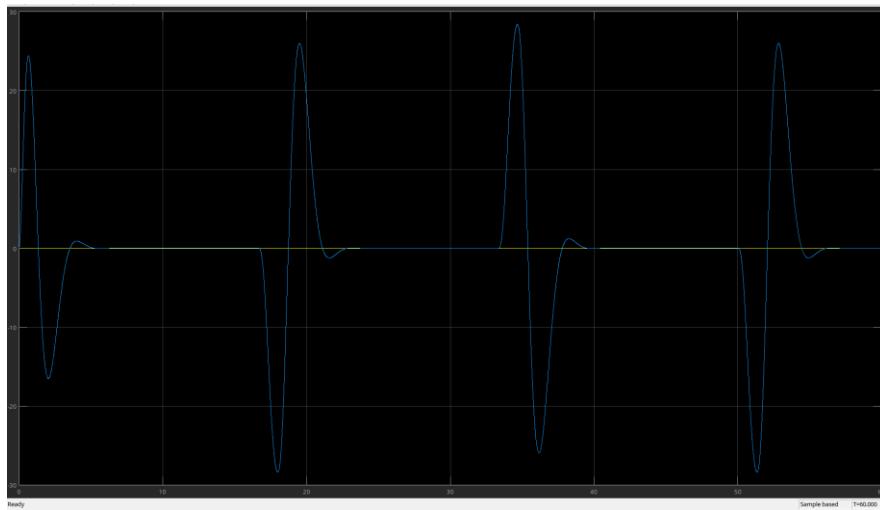
K =

```
51.9211  27.9770 -16.7090  24.6004   6.9392 -27.9985  14.1421  -1.4142
51.9211 -27.9770  16.7090  24.6004  -6.9392  27.9985  14.1421   1.4142
```

Capturas de los Resultados de la Simulación

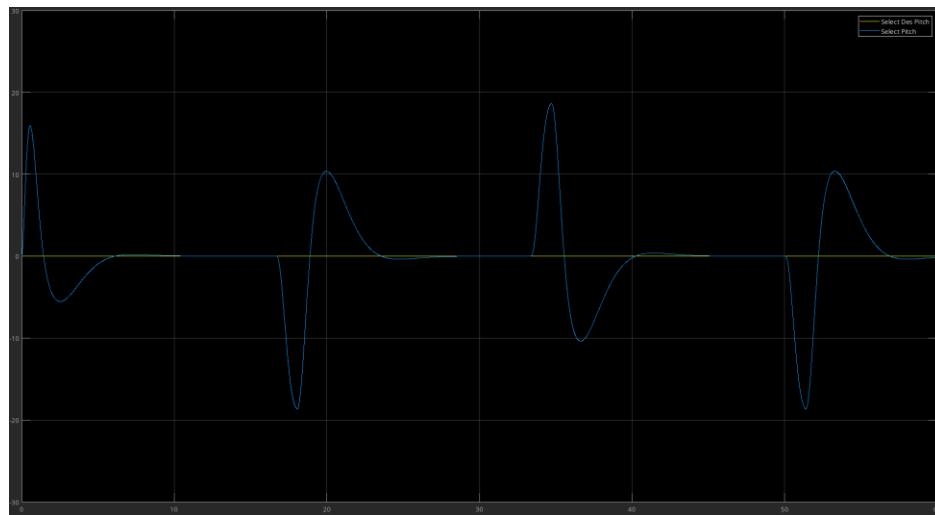
- Overshoot original**

Overshot de 28 (deg)



- **Overshoot modificado**

Overshot de 18.4 (deg)



- **Tiempo de establecimiento**

Tiempo de establecimiento de original: 3s con Overshot mayor a 15% o mayor a 20 (deg)

Nuevo tiempo de establecimiento: 7.5s Con Overshot menor a 15% o menor a 20 (deg)

Helicóptero – Control Difuso

- Comprender las variables de entrada e y de, la base de reglas y la función de defuzificación utilizada.

(error) e : Esta entrada corresponde a que tan lejos se encuentra del SetPoint
(del_error) de: Esta entrada corresponde a que tan alejado está el valor en el tiempo en función al valor que tiene actualmente el error.

Reglas:

- Si **ERROR es grande**: el sistema está lejos y aplicar acción grande.
- Si **ERROR es pequeño**: el sistema está casi en el punto y aplicar acción pequeña.
- Si **DEL_ERROR es positivo**: el error crece y actuar más fuerte.
- Si **DEL_ERROR es negativo**: el error se reduce y actuar menos.

- Anote el OS, ST y el RT de la implementación real.

OS = 1%

ST= 8.4 s

RT= 1.8 s

Crane – LQR Agresivo

- Identificar sistema y controlador base para el Trolley, Cart o JIB o Localizar matrices A, B, matrices de peso Q y R originales y la ganancia K.

```

A = np.array([[0, 0, 1, 0, 0],
              [0, 0, 0, 1, 0],
              [0, -1.7019, 0, 1, 0],
              [0, -13.3301, 0, 1, 0],
              [1, 0, 0, 0, 0]])
B = np.array([[0],
              [0],
              [18.2478],
              [21.1299],
              [0]])
C = np.array([[1, 0, 0, 0, 0],
              [0, 1, 0, 0, 0],
              [0, 0, 1, 0, 0],
              [0, 0, 0, 1, 0],
              [0, 0, 0, 0, 1]])
D = np.array([[0], [0], [0], [0], [0]])

Q = np.diag([1, 1, 1, 1, 1])
R = np.array([[1]])

```

- Anotar la matriz de Ganancias original: _____

```

Q (shape (5, 5)):
[[1 0 0 0 0]
 [0 1 0 0 0]
 [0 0 1 0 0]
 [0 0 0 1 0]
 [0 0 0 0 1]]

K (LQR gain) (shape (1, 5)):
[[2.055 3.212 1.612 0.152 1.    ]]

```

- Ajuste para comportamiento agresivo o Reducir R (penaliza menos el esfuerzo → control más rápido)
- Aumentar pesos en Q para la posición del trolley y velocidad

```
Q (shape (5, 5)):
```

```
[[500    0    0    0    0]
 [ 0 200    0    0    0]
 [ 0    0 650    0    0]
 [ 0    0    0 500    0]
 [ 0    0    0    0 100]]
```

```
K (LQR gain) (shape (1, 5)):
```

```
[[343.363 720.378 339.49   20.835 100.    ]]
```

- Simule el sistema con las nuevas ganancias o Adjunte capturas de pantalla del sistema controlado con LQR modificado.

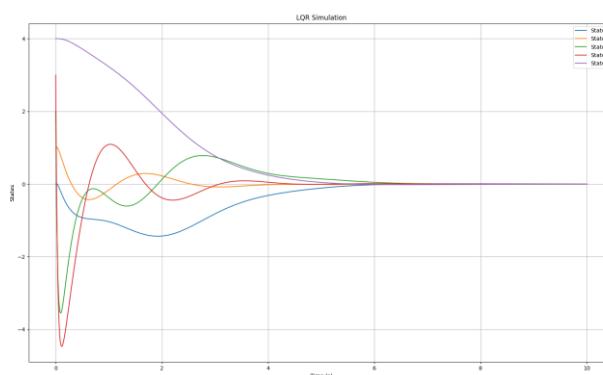
- Anote el OS, ST y el RT.

OS = 5 %

ST = 9.5 s

RT = 0.5 s

Sistema Original



Sistema con Matriz Q modificada

