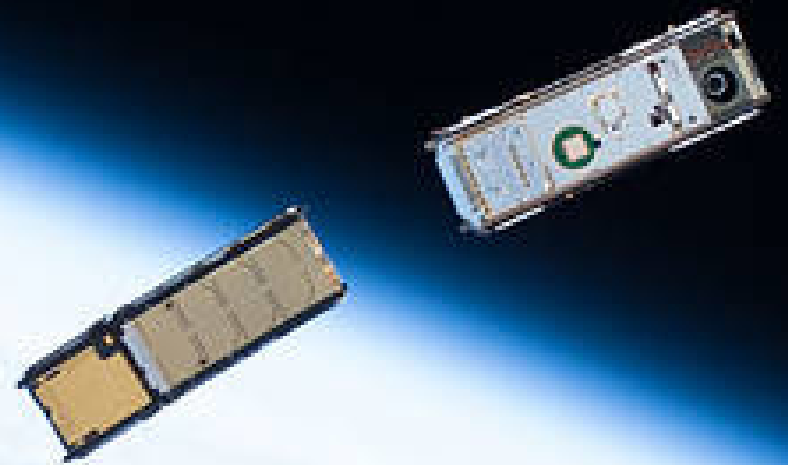


=



Obtención de ganancias para maniobra de detumbling de CubeSats basado en LQR



Autores



Julio Avila Ashley Morales Pablo Moreno

Antecedentes

En Quetzal 1 se utilizó un sistema de control pasivo, es decir, que no tiene la capacidad de controlar sus acciones. La utilización de un control activo - capaz de controlar sus acciones - fue contemplada, pero la idea se abandonó. ¿Por qué se descartó esta tecnología?



Antecedentes

Sencillo, el tipo de misión no ameritaba una tecnología tan avanzada. Adicional a esto, el tiempo de desarrollo de un sistema de control activo excedía el tiempo que se tenía para desarrollar el satélite. Por último, ya que Quetzal-1 fue un CubeSat de una unidad, hubiera sido innecesario.



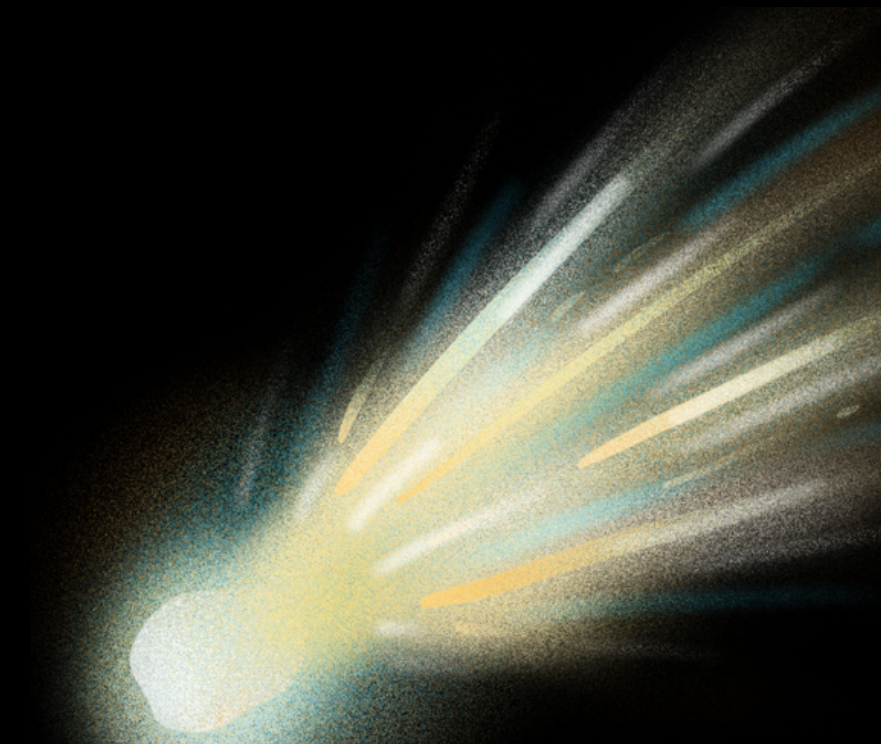
Antecedentes

Sin embargo, el Laboratorio Aeroespacial mantuvo la intención de desarrollar este tipo de tecnología. Con la experiencia adquirida en Quetzal - 1, el siguiente paso a tomar es el desarrollo de un CubeSat de 3 unidades. Tomando esto en cuenta, se decidió utilizar un controlador LQR para cumplir con el objetivo de desarrollar un control activo, debido a que se presentan nuevos retos.



¿Por qué escoger LQR?

- Es un método robusto que aprovecha la dinámica del sistema.
- Un sistema con dinámica compleja puede simplificarse con métodos modernos.
- LQR proporciona un control listo para implementar, mientras que el control PID debe calibrarse.
- Se busca un control preciso debido a que se desea que el satélite sea capaz de mantenerse orientado.



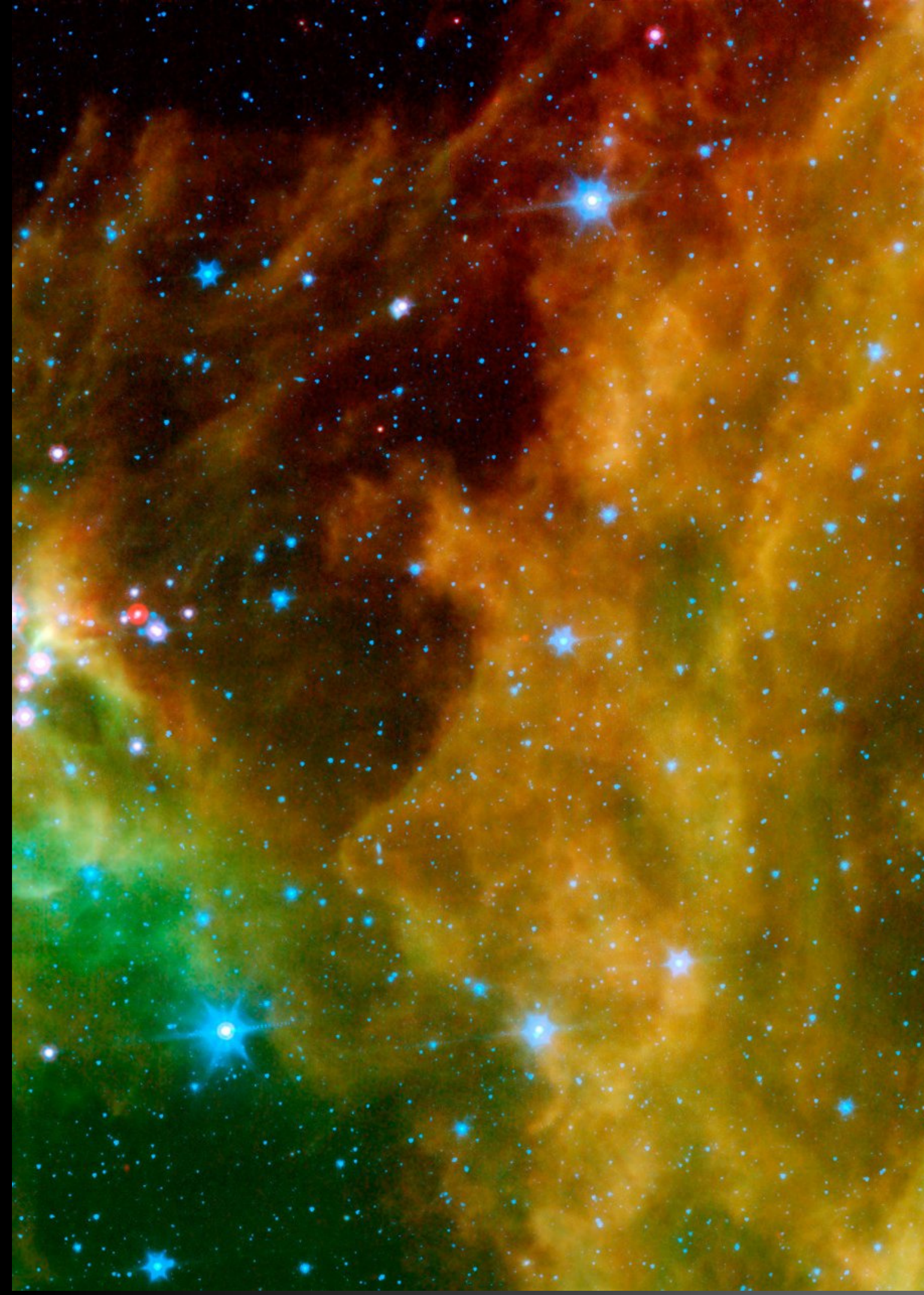
Hipótesis

Un Attitude Determination and Control System que utilice LQR es capaz de estabilizar un CubeSat a pesar de la diferencia de inercias proveniente del tamaño del CubeSat de 3 unidades.



Objetivos

- Demostrar por medio de simulaciones que un sistema de control basado en LQR es capaz de efectuar maniobras de *detumbling*, *estabilización* y *rechazo de perturbaciones*.
- *Analizar el comportamiento de los actuadores, ante perturbaciones, tomando en cuenta sus limitaciones.*



Resultados

- Ecuación que describe el comportamiento del satélite

$$I\ddot{\eta} + \dot{\eta} \times I\dot{\eta} = \tau_{ext}$$

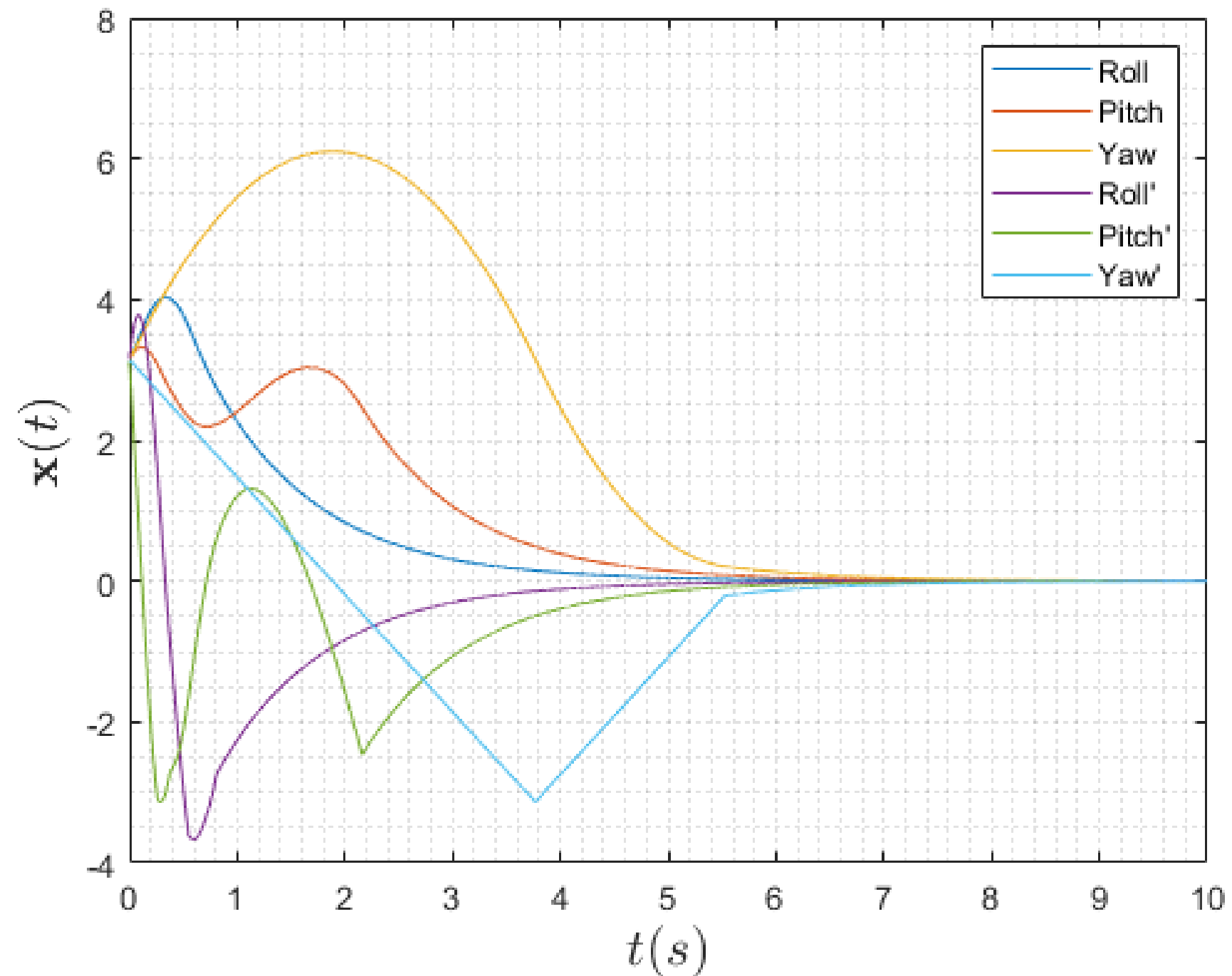
- La distribución de masa no es uniforme al ser un 3U.
- Fue necesario definir los parámetros que se deseaban para que se logre estabilizar.
- Al utilizar LQR, por ser un método de control convencional, se requiere un sistema lineal.

Resultados

- Usando la función `lqr()` en MATLAB se obtuvieron las constantes que permiten la estabilización del satélite.
- Simulación de comportamiento del sistema por medio de Runge Kutta (permite incluir perturbaciones y límites de torques).
- Se tomaron en cuenta 3 casos.

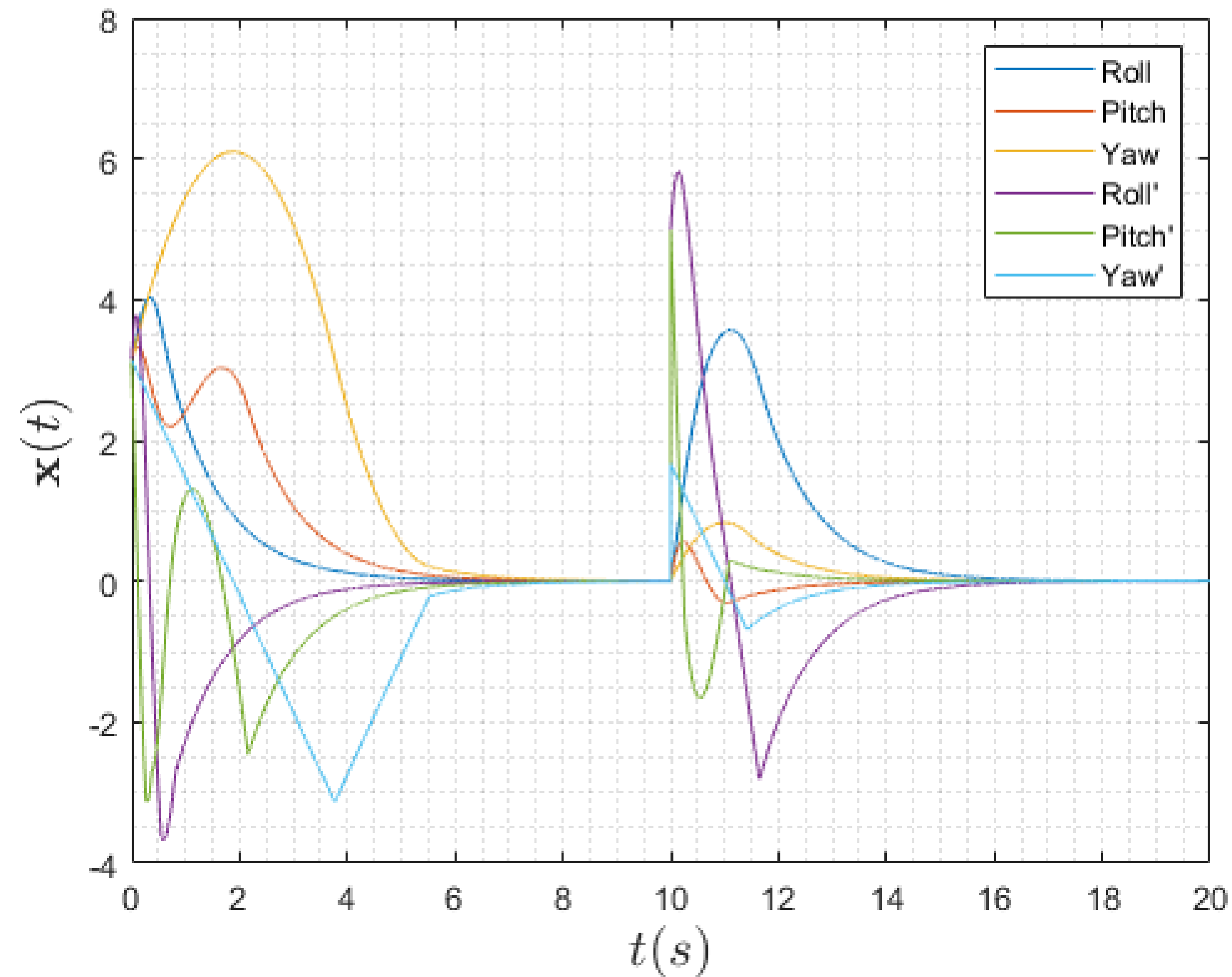
Maniobras establecidas: estabilización de orientación

Orientación inicial no era la deseada.



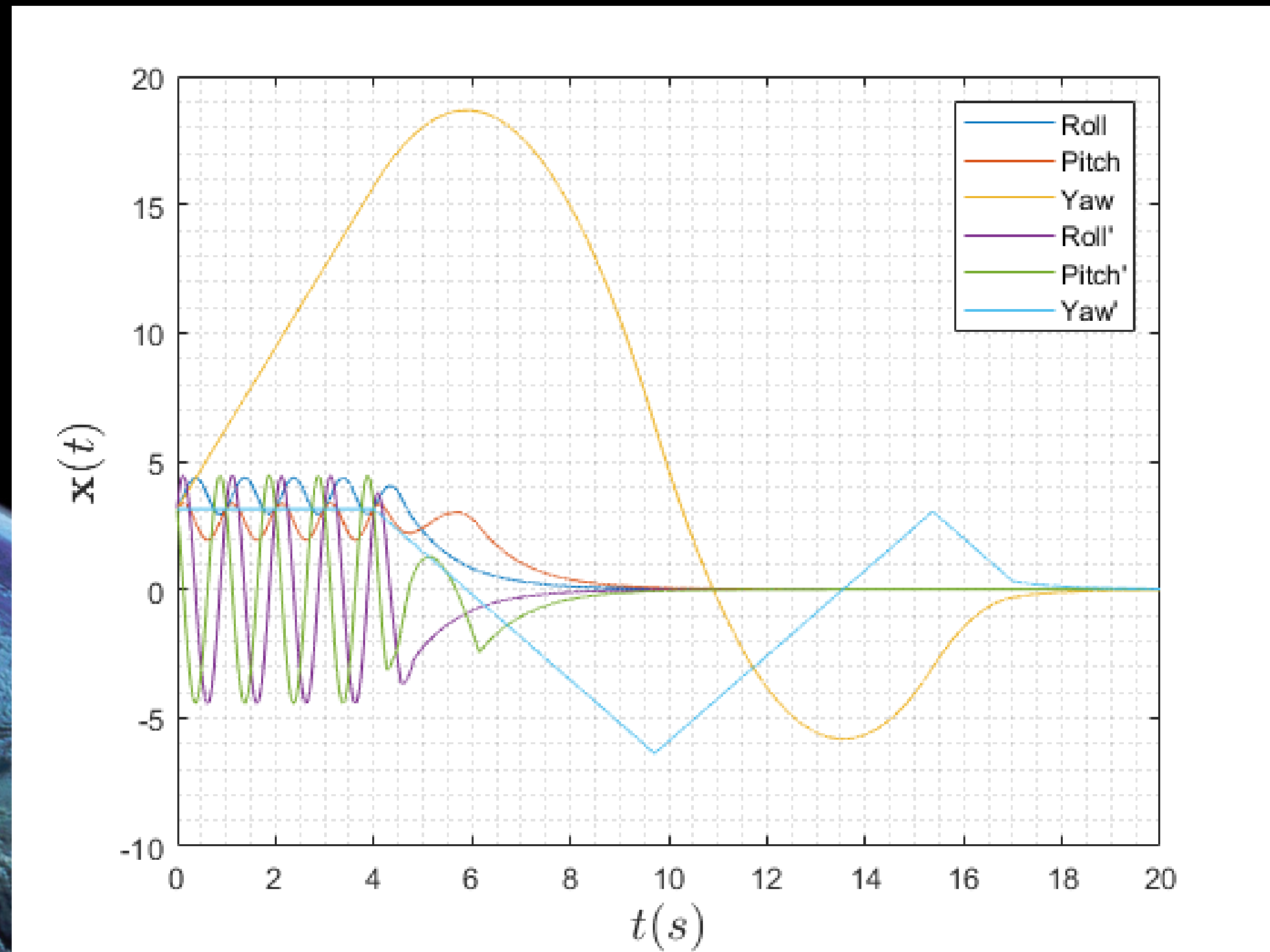
Maniobras establecidas: rechazo de perturbaciones

Perturbación grande repentina



Maniobras establecidas: detumbling

Oscilación sin control



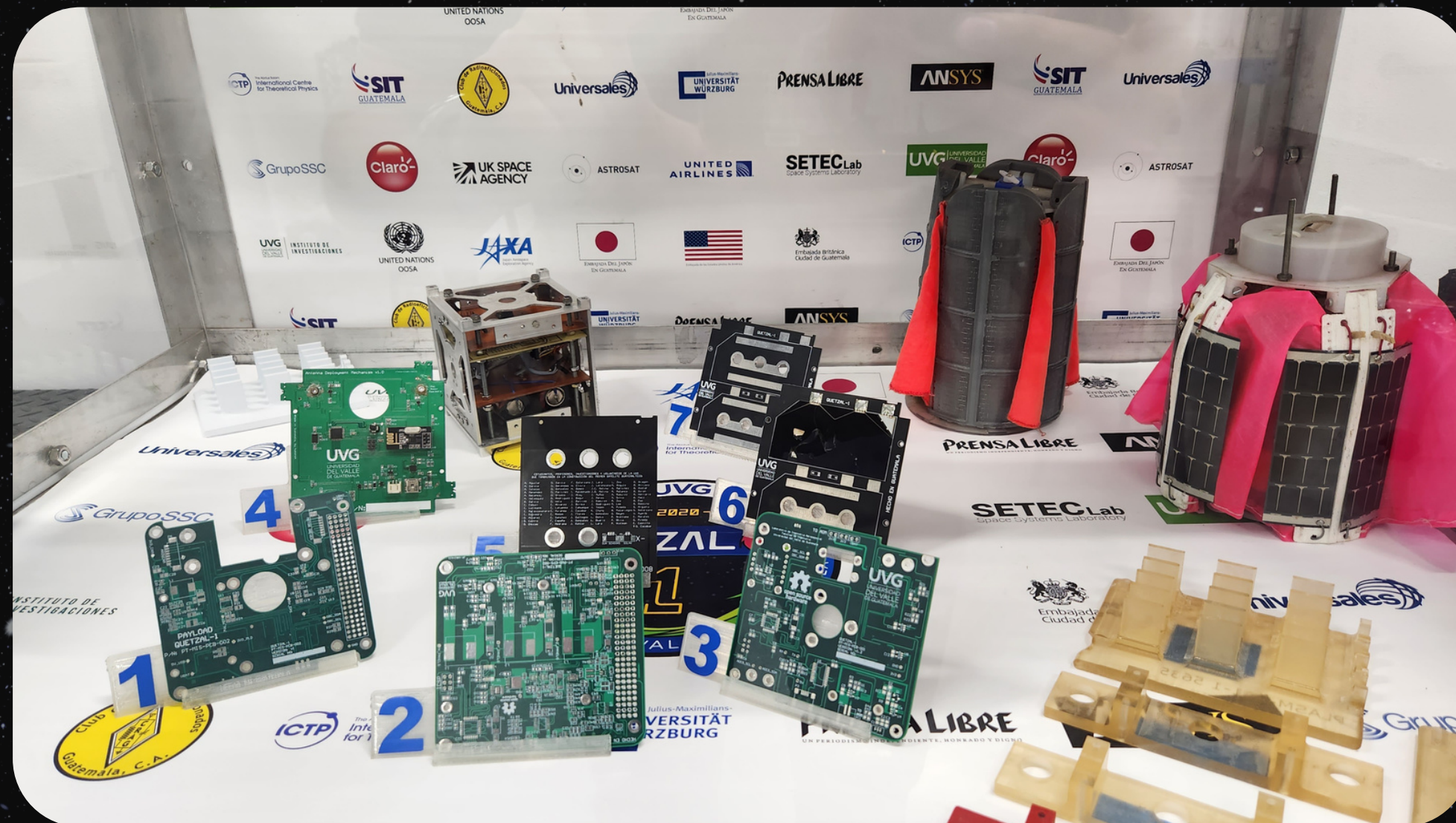
Conclusiones

- Se demostró que el control basado en LQR, es capaz de efectuar maniobras de detumbling, estabilización y rechazo de perturbaciones.
- Cuando la linealización es alrededor de un punto de operación con velocidades angulares iguales a cero, se simplifica el modelo.
- Limitando el torque máximo posible a ejercer por los actuadores, el tiempo de estabilización aumenta, sin embargo, no es significativo para la aplicación.



Perspectivas

Para llevar la simulación a la realidad se construirá el sistema con el uso de ruedas inerciales como actuadores. Estas serán capaces de actuar según el sistema de control lo demande. El proyecto requerirá un *gimble ring* que permita tener el satélite suspendido en el aire.





Gracias



**LABORATORIO
AEROESPACIAL**