

## Título de la Tesis: "Análisis y control de sistemas no lineales"

Doctorado en Control de Sistemas

Autor: Colantonio, María Celeste

Directores: Ing. Alfredo Desages - Dr. José Romagnoli

### Resumen

En esta tesis se estudia el problema de control y perturbaciones no medibles en las condiciones operativas, cuando no se dispone de medidas de todos los estados.

Las características de invariancia y robustez de los sistemas de control de estructura variable y de modo deslizante, nos llevan a proponer una técnica de control híbrida con el objetivo de robustificar el controlador.

La mejora que ofrece esta alternativa, sin embargo, no resulta totalmente satisfactoria pues la salida, si bien se mantiene dentro de las especificaciones, fluctúa en una banda alrededor del valor deseado.

En consecuencia, la propuesta se modifica. El modo deslizante se aplica para el diseño de un estimador no lineal de perturbaciones. Ello permite conocer el valor de la concentración en el reactor con exactitud. Como resultado fundamental, la estructura de control exhibe propiedades de estabilidad y performance robustas muy satisfactorias frente a perturbaciones y estados no medidos.

Lo que respecta a la solución del problema de análisis como al de control.

Los métodos de control de sistemas no lineales que permiten transformar el sistema original en un sistema lineal y controlable se apoyan en la sólida base teórica de la geometría diferencial, presentando interesantes cualidades para el diseño de controladores. Por otra parte, en general, los controladores no deben ser sintonizados nuevamente cuando se cambia el punto de operación como ocurre en el caso de controladores lineales. Luego, proponemos su aplicación como alternativa de control para este caso. Sin embargo, mostramos la falta de robustez de los controladores resultantes frente a la aparición de

## Título de la Tesis: "Análisis y control de sistemas no lineales"

Doctorado en Control de Sistemas

Autor: Colantonio, María Celeste

Directores: Ing. Alfredo Desages - Dr. José Romagnoli

### Abstract

The control and disturbance estimation problem, applied to the case of a continuous stirred tank reactor with a first order exothermic irreversible reaction, is studied in this Thesis.

The control objective was to maintain the temperature under an admissible maximum while obtaining an acceptable conversion. This goal is due to practical constraints and performance specifications.

Being the process highly nonlinear, we first analyze its dynamic behaviour by applying the Hopf Bifurcation Theorem in the frequency domain. The existence of static and dynamic bifurcation for different parameter sets is shown.

The advantages and disadvantages of internal and external representation of nonlinear systems is also shown, from the point of view of analysis and control problems.

Nonlinear system control approaches that transform the system onto a linear and controllable one are based in the well-developed theory of differential geometry, presenting interesting properties for controller design. Moreover, in general the controllers need not to be retuned when the operation point is changed. This is not possible if linear control methods are applied. Thus, we propose its application as a control alternative for the case of the continuous stirred tank reactor. We show the lack of robustness of the controllers under unmeasurable disturbances in the operating conditions, when state measures are not available.

The properties of invariance and robustness of variable structure control systems and its associated sliding modes, led us to propose a hybrid control structure with the purpose of complete disturbance

Título de la Tesis: "Análisis y control de sistemas no lineales"

Doctorado en Control de Sistemas

Autor: Colantonio, María Celeste

Directores: Ing. Alfredo Desages - Dr. José Romagnoli

decoupling.

However, the improvement obtained with this alternative is not satisfactory because the output, although being within specifications, moves around the desired value.

As a consequence, the proposal is modified. The sliding mode is applied to the design of a nonlinear disturbance estimator. This allows us to know the concentration inside the reactor exactly. The main result is that the control structure exhibits very good stability and robustness properties under unmeasured states and disturbances.