



DISEÑO Y EVALUACIÓN DE UNA ESTRATEGIA DE CONTROL PREDICTIVO BASADO EN MODELO NO LINEAL PARA UN BIO-REACTOR PILOTO DE CULTIVO SOBRE SUBSTRATO SÓLIDO

**CRISTIAN ROBERTO BUSTAMANTE MERINO
INGENIERO CIVIL EN COMPUTACION**

RESUMEN

Se presenta una propuesta de control para reactores discontinuos de cultivo sobre sustrato sólido (SSC) sujeto a restricciones y diversos tipos de perturbaciones aleatorias. La simulación del sistema utiliza un modelo de un birreactor SSC piloto de 200kg de capacidad, el que además incluye un modelo de ruido que contempla las principales perturbaciones a que están sujetas las mediciones del proceso. Tanto el modelo del proceso como el modelo de ruido fueron calibrados con datos experimentales. La estrategia de control utiliza técnicas de Control Predictivo basado en Modelo (MPC). Dada la naturaleza altamente no lineal y variante en el tiempo del proceso, el sistema de control obtiene una aproximación lineal del proceso en diversos instantes de tiempo, con el fin de compensar las variaciones del sistema. Para atenuar el efecto de las perturbaciones aleatorias en las variables medidas y estimar las variables no medidas del birreactor, se utilizó filtros tipo Kalman Extendido (con aproximaciones de primer y segundo orden). El sistema de control fue evaluado en ambiente Matlab/Simulink . Se comparó el uso de MPC convencional (con linealización sólo en el tiempo inicial), frente al uso de MPC con re-linealización en distintos instantes de tiempo. La estrategia de control propuesta demuestra ser robusta ante variaciones en la dinámica del sistema y ante las perturbaciones a las que está sometido el proceso. En particular, se verificó que las perturbaciones aleatorias (ruidos de alta frecuencia y outliers), si no son debidamente filtradas, provocan un control altamente oscilatorio que genera frecuentes saturaciones en las variables manipuladas. El buen desempeño logrado permite establecer que la estrategia propuesta se adecua

para ser aplicada en el control de procesos SSC reales. Como producto adicional de este trabajo, se generó una biblioteca de funciones y bloques para Matlab/Simulink de aplicación general, que permiten simplificar el desarrollo de estrategias avanzadas de control.

SUMMARY

A proposal is presented for control of cultivation in solid substrate (SSC) batch reactors subject to restrictions and various random perturbations. The system simulation is based on a model of a CSS pilot bioreactor with 200kg capacity, which includes a model of noise including the principle process measurement perturbations. The process model and the noise model were calibrated with experimental data.

The control strategy uses model based predictive control (MPC). Due to the highly nonlinear nature of the process, the control system linearly approximates the process at each moment as a means of reducing system variability. To reduce the effect of random perturbations in the measurement variables and to estimate non-measured variables, first and second order extended Kalman filters were used. Matlab / Simulink was used for the simulation.

Conventional MPC, with initial linearization only, was compared with MPC in which the system was re-linearized during the simulation. The proposed control strategy was shown to be robust in handling variations in the system dynamics and random perturbations. These random perturbations, such as high frequency noise and outliers, were shown to produce highly oscillatory control which saturates the manipulated variables if not adequately filtered. The solid performance achieved shows that the proposed strategy can be applied in control of real life CSS processes. An additional product of the work is a library of functions and Matlab /Simulink blocks with a wide application which will simplify advanced control strategy development in the future.