



XVI Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería



CONTROL ÓPTIMO DE BIORREACTORES PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS: EXPERIENCIAS Y PERSPECTIVAS.

Jaime A. Moreno*, Germán Buitrón**

Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, (*) Eléctrica y Computación, C.U., D.F. JMorenoP@ii.unam.mx (**) Unidad Juriquilla.

Palabras clave: Control óptimo, Tratamiento biológico de aguas residuales industriales, Sustancias inhibitorias.

En el Instituto de Ingeniería de la UNAM se ha establecido desde hace ya más de una década un grupo de investigación interdisciplinario cuyos objetivos primordiales son el desarrollo, la modelización matemática y el control de procesos biológicos para el tratamiento de aguas residuales. El grupo se compone de Ingenieros ambientales, biólogos e Ingenieros en Control, entre otros. Un proyecto de investigación representativo del trabajo del grupo, y que ha sido desarrollado en todas sus fases, ha sido el "Control de tiempo óptimo de un biorreactor para el tratamiento de aguas residuales industriales", caracterizadas por contener sustancias altamente inhibitorias. Los objetivos de este trabajo fueron desarrollar una estrategia de control para un biorreactor aerobio en lote alimentado (Fed-Batch), que minimice el tiempo de reacción para degradar las sustancias inhibitorias contenidas en un agua residual de industrias químicas o petroquímicas y que opere utilizando solo un sensor de oxígeno disuelto.

Las fases de desarrollo del proyecto fueron: i) Solución del problema matemático de control de tiempo óptimo (1). ii) Desarrollo y verificación experimental a escala de laboratorio de la estrategia de control prácticamente realizable (2,3). iii) Construcción de un prototipo de 1 m^3 (Ver Fig. 1) y verificación de la operación del controlador a esta escala (4). iv) Se ha patentado este procedimiento de operación del reactor (5).

Esta estrategia de control tiene las siguientes características: a) No existe inhibición de los microorganismos debido a la forma de operación propuesta. b) Para cargas orgánicas típicas, se reduce el tiempo de degradación a una cuarta parte del tiempo requerido por un reactor en lotes convencional. c) Se reduce el volumen necesario del biorreactor para la planta de tratamiento, con lo que se obtiene un beneficio en los costos de instalación y operación. d) Se han podido tratar de forma segura picos de concentración superiores a 10 g/l de 4-Clorofenol, cuando el máximo posible con un proceso convencional es de 0.5 g/l.

Los resultados de esta investigación muestran que es posible realizar con éxito un trabajo interdisciplinario y que incluye desde trabajos de ciencia básica hasta la realización de un prototipo a escala semi-industrial.

El grupo ha estado desarrollando en los últimos años, entre otros, procesos de tratamiento de aguas residuales combinados con la producción de bio-hidrógeno, con la

producción de biopolímeros, la eliminación de compuestos azufrados, etc.

Una línea de trabajo reciente consiste en el diseño de "sensores por software", es decir, la estimación de variables de proceso que no se pueden medir utilizando la información de las variables medidas y el modelo matemático del proceso.

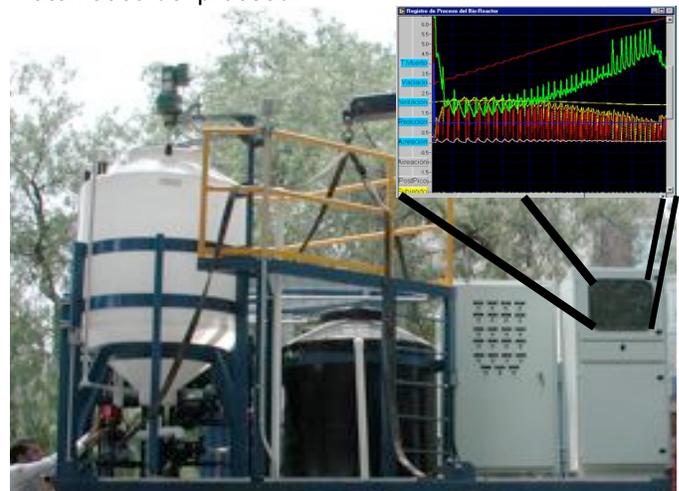


Fig. 1. Planta piloto optimizada para el tratamiento de aguas residuales industriales (inhibitorias), ubicada en Juriquilla, Qro.

Agradecimiento. Trabajos financiados por CONACyT, PAPIIT-UNAM, Instituto de Ingeniería-UNAM y la Comunidad Europea (Proyecto EOLI).

Bibliografía.

1. Moreno, J. A. (1999). Optimal time control of bioreactors for the wastewater treatment. *Optimal Control; Applications and Methods*. 20: 145 – 164.
2. Buitrón, G., Schoeb, M-E., Moreno-Andrade, I. and Moreno, J.A. (2005). Evaluation of two control strategies for a sequencing batch reactor degrading high concentration peaks of 4-chlorophenol. *Water Research*. 39 (6): 1015-1024.
3. Moreno, J.A.; Betancur, M.J.; Buitrón, G. and Moreno-Andrade, I. (2006). Event-Driven Time-Optimal Control for a Class of Discontinuous Bioreactors. *Biotechnology and Bioengineering*. 94 (4): 803-814.
4. Moreno-Andrade I., Buitrón G., Pérez J., Betancur M.J., Moreno J.A. (2006). Biodegradation of high 4-chlorophenol concentrations in a discontinuous reactor fed with an optimally controlled influent flow rate. *Water Science and Technology*. 53 (11): 261-268.
5. Moreno, J., Buitrón, G. y Betancur, M. (2010). Proceso para operar un biorreactor aerobio. Patente mexicana. *Dirección de Patentes del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI)*. Aprobada Enero 2009. Título de Patente No. 273556 expedido el 22 de Enero de 2010.