

Tabla de contenido

1. Introducción	1
1.1. Motivación	1
1.2. Definición del Problema	2
1.2.1. Proceso de nitrificación-desnitrificación	2
1.2.2. Nitrificación parcial	3
1.2.3. Sistemas convencionales de BNR: Reactor Batch Secuencial	4
1.2.4. Mejoras al proceso de BNR en SBRs (I): Modelo de Lodos Activados	6
1.2.5. Mejoras al proceso de BNR en SBRs (II): Nitrificación parcial por control en lazo cerrado de pH y DO	7
1.2.6. Mejoras al proceso de BNR en SBRs (III): Estimación en línea del término de fase, concepto de bending points	7
1.2.7. Mejoras al proceso de BNR en SBRs (IV): Modelamiento basado en datos y estimación en línea	8
1.3. Hipótesis	10
1.4. Objetivos	10
1.4.1. Objetivo General	10
1.4.2. Objetivos Específicos	11
1.5. Contribuciones	11
1.6. Publicaciones generadas durante el programa de doctorado	12
1.6.1. Publicaciones en Journals	12
1.6.2. Publicaciones en Conferencias Internacionales	12
1.7. Estructura del Documento	13
2. Marco Teórico y Antecedentes Preliminares	14
2.1. Modelo de lodos activados	14
2.2. Planta piloto e instrumentación	15
2.2.1. Base de datos experimental	16
2.3. Extracción de Características	18
2.4. Fusión de Características	19
2.5. Support Vector Machines	20
2.5.1. Evaluación del desempeño del clasificador	22
2.6. Estimación y pronóstico de estados	23
2.6.1. Estimación de estados Bayesiana	24
2.6.2. Filtro de Partículas	25
2.6.3. Evolución artificial de parámetros	26
2.6.4. Pronóstico basado en Filtro de Partículas	26

2.6.5. Lazos de Corrección Externos	27
3. Simulación de BNR a través de ciclos consecutivos de operación en un SBR	29
3.1. Consideraciones generales de la simulación de BNR en un SBR	29
3.2. Resultados simulaciones	32
3.3. Discusión	37
3.3.1. Análisis variables en estado estacionario	37
3.3.2. Análisis ciclos de estabilización	37
4. Estimación en línea del término de la fase aeróbica en un SBR basado en extracción de características y clasificadores SVM	38
4.1. Problemas evidenciados en la estimación del término de la fase aeróbica de la base de datos	38
4.2. Extracción de características sobre las variables manipuladas	39
4.3. Estimación del término de la fase aeróbica como problema de clasificación binaria	41
4.3.1. Clasificador SVM: entrenamiento y prueba	41
4.3.2. Resultados del entrenamiento y prueba del clasificador SVM	42
4.3.3. Mejoras en la estimación del término de la fase aeróbica con respecto a metodología previa	43
4.4. Discusión de resultados	46
4.4.1. Desempeño clasificador SVM	46
4.4.2. Mejoras en la estimación del término de fase	47
5. Estimación y pronóstico de amonio en la fase aeróbica de un ciclo SBR operando en nitrificación parcial para BNR	48
5.1. Metodología propuesta	48
5.1.1. Modelamiento en espacios de estados: representación del sistema . . .	49
5.1.2. Modelamiento en espacio de estados: Modelo empírico de la dinámica del amonio en la fase aeróbica	50
5.1.3. Modelamiento en espacio de estados: Ecuación de observación	51
5.1.4. Modelo en espacio de estados para estimación y pronóstico basado en Filtro de Partículas	52
5.1.5. Parámetros del Filtro de Partículas para estimación	53
5.1.6. Consideraciones para la etapa de pronóstico basado en Filtro de Partículas	53
5.2. Resultados	54
5.2.1. Resultados Estimación	54
5.2.2. Resultados Pronóstico	56
5.3. Discusión	59
5.3.1. Análisis modelos de proceso y observación	60
5.3.2. Análisis resultados de estimación de amonio	60
5.3.3. Análisis resultados del pronóstico del término de fase aeróbica	61
6. Conclusiones	63
6.1. Trabajo Futuro	64
Anexos	65

A1. Modelo de nitrificación-desnitrificación	66
A2. Resultados simulación (continuación)	71
Bibliografía	79