

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Motivación	2
1.2. Hipótesis	2
1.3. Objetivo General	3
1.4. Objetivos específicos	3
1.5. Contribuciones	3
2. Marco Teórico	4
2.1. Conceptos de control fraccionario	4
2.2. Control PID fraccional	5
2.3. Control Adaptable por Modelo de Referencia	7
2.4. Proceso de Flotación	9
2.5. Bancos de Flotación	10
2.6. Columna de Flotación	13
2.7. Algoritmo de optimización por enjambre de partículas (PSO)	14
2.8. Revisión Bibliográfica de Controladores en Bancos de Celdas de Flotación . .	16
2.9. Revisión Bibliográfica de Controladores en Columna de Flotación	17
3. Definición de los casos de estudio y condiciones de optimización	18
3.1. Modelación del banco de celdas de flotación	18
3.2. Modelación de la columna de flotación.	21
3.3. Definición de la función objetivo del PSO	24
4. Resultados y Análisis de Experimentos	26
4.1. Comportamiento del banco de celdas de flotación frente a variaciones de referencia	26
4.2. Comportamiento de la columna de flotación frente a variaciones de referencia	38
5. Conclusiones y Trabajo futuro	55
5.1. Conclusiones	55
5.2. Trabajo futuro	58
Bibliografía	59
ANEXOS	67

A. Modificación de las constantes de las ganancias de todos los controladores un 10 % superior e inferior	68
B. Cambio de parametros del banco de celdas y de la columna de flotación	92