

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. EL USO DEL AGUA EN LA AGRICULTURA	1
1.2. CIRCUNSTANCIAS Y PROBLEMAS EXISTENTES	3
1.3. TIPOS DE GESTIÓN	3
1.4. OBJETIVOS Y ESTRUCTURA DE LA PRESENTE TESINA	4
2. SISTEMAS DE CONTROL	5
2.1. ¿QUÉ ES UN SISTEMA DE CONTROL?	5
2.2. TIPOS DE SISTEMAS DE CONTROL EN CANALES DE REGADÍO	6
2.2.1. Variables consideradas	6
2.2.2. Estrategia de control	7
2.2.3. Métodos de diseño	9
2.2.4. Implementación en canal	10
3. MODELO MATEMÁTICO	13
3.1. SISTEMA GLOBAL	13
3.2. CONTROLADOR PREDICTIVO	14
3.2.1. MODELO DE MUSKINGUM	16
3.2.1.1. Predicción en el intervalo $[k, k+\lambda]$	18
3.2.1.2. Ley de control	19
3.2.1.3. Estimación de valores futuros	21
3.2.2. MODELO DE HAYAMI	22
3.2.2.1. Función de transferencia	25
3.2.2.2. Controlador de 2º orden con retardo	27
3.2.2.2.1. Predicción en el intervalo $[k, k+\lambda]$	30
3.2.2.2.2. Ley de control	31
3.2.2.2.3. Estimación de valores futuros	33
3.2.2.3. Controlador de 2º orden	34
3.2.2.4. Controlador de 1º orden	36
3.2.2.4.1. Predicción en el intervalo $[k, k+\lambda]$	37
3.2.2.4.2. Ley de control	38
3.3. CONTROLADOR LOCAL	40

4. MODELO HIDRÁULICO E IMPLEMENTACIÓN EN EL ENTORNO MATLAB-SIMULINK	41
4.1. MODELO HIDRÁULICO	41
4.1.1. Sistema Global	41
4.1.2. Zona de Transporte	41
4.1.3. Zona de Almacenamiento	45
4.1.4. Condiciones Iniciales	47
4.1.5. Condiciones de Contorno	47
4.1.5.1. Condiciones de contorno aguas arriba	47
4.1.5.2. Condiciones de contorno aguas abajo	48
4.2. IMPLEMENTACIÓN EN EL ENTORNO MATLAB-SIMULINK	49
5. EXPERIMENTOS REALIZADOS	52
5.1. INDICADORES DE RENDIMIENTO UTILIZADOS	52
5.1.1. Indicadores de tiempo de convergencia	52
5.1.2. Indicadores de error en la consigna	53
5.1.3. Indicadores de la energía de control	53
5.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS CANALES SIMULADOS	54
5.3. EXPERIMENTOS REALIZADOS	55
5.3.1. CANAL 1: CANAL DE CUATRO TRAMOS IGUALES	57
5.3.2. CANAL 2: CANAL DE OCHO TRAMOS DESIGUALES	71
5.4. NUEVOS AJUSTES DE LOS CONTROLADORES	84
5.5. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS	98
5.5.1. Canal de cuatro tramos	98
5.5.2. Canal de ocho tramos	98
5.5.3. Canal de cuatro tramos (Nuevos ajustes)	99
6. CONCLUSIONES	100
6.1. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO	100
6.2. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	101
REFERENCIAS	102
APÉNDICE A	103
APÉNDICE B	106
APÉNDICE C	110
APÉNDICE D	115
APÉNDICE E	118