
Contenido

Contenido	xv
Índice de figuras	xix
Índice de tablas	xxi
1. Introducción	1
1.1. Antecedentes	1
1.1.1. ¿Qué es un filtro adaptivo?	1
1.1.2. El problema de filtrado adaptivo	2
1.1.3. Estimación de parámetros como un componente de la teoría de identificación	2
1.2. Planteamiento del problema	3
1.3. Justificación	3
1.4. Hipótesis	3
1.5. Objetivo de la tesis	4
1.5.1. Objetivos particulares	4
1.6. Límites y Alcances del trabajo	4
1.7. Contribuciones	5
1.8. Método de investigación y desarrollo utilizado	5
1.9. Organización de la tesis	5
2. Estado del arte	7
2.1. Teoría de Estimación Lineal	7
3. Desarrollo de los sistemas AR	13
3.1. Proceso estocástico: continuo y discreto	13
3.2. Modelos estocásticos discretos	14
3.2.1. Modelos Autorregresivos (AR)	14
3.2.2. Modelos de Promedios Móviles (MA)	16
3.2.3. Modelos Autorregresivos de Promedios Móviles (ARMA)	17
3.2.4. Modelos Autorregresivos Integrados de Promedios Móviles (ARIMA)	17
3.3. Tipos de convergencias	18
3.4. Modelo estocástico discreto	20
3.5. El problema de la caja negra	21
3.6. El por qué de la estimación de parámetros	22
3.7. Ganancia proporcional o por modos deslizantes	22
4. Filtrado digital	23
4.1. Áreas del Filtrado Digital	23
4.1.1. Estimación	23
4.1.2. Identificación	23
4.2. Operaciones del Filtrado Digital	24

4.3. Funcional del error	25
4.4. Filtrado Digital Adaptivo (FDA)	28
4.4.1. FDA con modos deslizantes	29
5. Simulación	37
5.1. Modelo elegido: AR(1)	37
5.2. Proceso de simulación	37
5.3. Proceso de Estimación-Identificación	38
5.4. Resultados	41
5.4.1. Caso (a): Modos deslizantes	41
5.4.2. Caso (b): Modos deslizantes con velocidad de cambio	44
5.4.3. Caso (c): Proporcional Integral Derivativo (PID)	47
5.4.4. Caso (d): Producto punto	50
5.4.5. Comparación de resultados	53
5.4.6. Aplicación a un motor de corriente directa (CD)	55
6. Conclusiones	61
6.1. Trabajo Futuro	61
A. Programas	63
Referencias bibliográficas	68

Índice de figuras

1.1. El problema general del filtrado adaptivo.	2
3.1. Modelo estocástico.	14
3.2. AR: Analizador del proceso.	15
3.3. AR: Generador del proceso.	16
3.4. MA: Generador del proceso.	17
3.5. ARMA: Generador del proceso.	18
3.6. Sistema tipo caja negra.	21
4.1. Formas básicas de estimación: (a) filtrado, (b) suavizado, y (c) predicción.	25
4.2. Sistema tipo caja negra.	29
5.1. Diagrama de bloques del proceso de estimación.	38
5.2. Diagrama de bloques del proceso de estimación con adaptación.	39
5.3. Diagrama de bloques del proceso de estimación-identificación.	40
5.4. Caso (a): Modos deslizantes.	41
(a). Señal de entrada: $\tilde{w}(k)$	41
(b). Respuesta del sistema: $y(k)$	41
(c). Comparación de señales: $y(k), \hat{y}(k)$	41
(d). Estimación del parámetro interno: $\hat{a}(k)$	41
5.5. Caso (a): Modos deslizantes.	42
(a). Señal de error: $e_1(k) := y(k) - \hat{y}(k)$	42
(b). Funcional del error: $J_1(k)$	42
(c). Comparación de señales: $y(k), \hat{y}(k)$	42
(d). Estimación del parámetro interno: $\hat{a}(k)$	42
5.6. Caso (a): Modos deslizantes.	43
(a). Señal de error: $e_2(k) := y(k) - \hat{y}(k)$	43
(b). Funcional del error: $J_2(k)$	43
5.7. Caso (b): Modos deslizantes con velocidad de cambio.	44
(a). Señal de entrada: $\tilde{w}(k)$	44
(b). Respuesta del sistema: $y(k)$	44

(c).	Comparación de señales: $y(k), \hat{y}(k)$.	44
(d).	Estimación del parámetro interno: $\hat{a}(k)$.	44
5.8.	Caso (b): Modos deslizantes con velocidad de cambio.	45
(a).	Señal de error: $e_1(k) := y(k) - \hat{y}(k)$.	45
(b).	Funcional del error: $J_1(k)$.	45
(c).	Comparación de señales: $y(k), \hat{y}(k)$.	45
(d).	Estimación del parámetro interno: $\hat{a}(k)$.	45
5.9.	Caso (b): Modos deslizantes con velocidad de cambio.	46
(a).	Señal de error: $e_2(k) := y(k) - \hat{y}(k)$.	46
(b).	Funcional del error: $J_2(k)$.	46
5.10.	Caso (c): Proporcional Integral Derivativo (PID).	47
(a).	Señal de entrada: $\tilde{w}(k)$.	47
(b).	Respuesta del sistema: $y(k)$.	47
(c).	Comparación de señales: $y(k), \hat{y}(k)$.	47
(d).	Estimación del parámetro interno: $\hat{a}(k)$.	47
5.11.	Caso (c): Proporcional Integral Derivativo (PID).	48
(a).	Señal de error: $e_1(k) := y(k) - \hat{y}(k)$.	48
(b).	Funcional del error: $J_1(k)$.	48
(c).	Comparación de señales: $y(k), \hat{y}(k)$.	48
(d).	Estimación del parámetro interno: $\hat{a}(k)$.	48
5.12.	Caso (c): Proporcional Integral Derivativo (PID).	49
(a).	Señal de error: $e_2(k) := y(k) - \hat{y}(k)$.	49
(b).	Funcional del error: $J_2(k)$.	49
5.13.	Caso (d): Producto punto.	50
(a).	Señal de entrada: $\tilde{w}(k)$.	50
(b).	Respuesta del sistema: $y(k)$.	50
(c).	Comparación de señales: $y(k), \hat{y}(k)$.	50
(d).	Estimación del parámetro interno: $\hat{a}(k)$.	50
5.14.	Caso (d): Producto punto.	51
(a).	Señal de error: $e_1(k) := y(k) - \hat{y}(k)$.	51
(b).	Funcional del error: $J_1(k)$.	51
(c).	Comparación de señales: $y(k), \hat{y}(k)$.	51
(d).	Estimación del parámetro interno: $\hat{a}(k)$.	51
5.15.	Caso (d): Producto punto.	52
(a).	Señal de error: $e_2(k) := y(k) - \hat{y}(k)$.	52
(b).	Funcional del error: $J_2(k)$.	52
5.16.	Evolución del parámetro interno $\hat{a}(k)$.	53

5.17. Funcional del error.	54
5.18. Diagrama esquemático del motor de CD.	55
5.19. Simulación del comportamiento de la $i(k)$ en un motor de CD.	57
(a). Comparación de señales: $i(k)$, $\hat{i}(k)$, en amperes (A).	57
(b). Estimación del parámetro interno: $\hat{a}(k)$	57
5.20. Simulación del comportamiento de la $i(k)$ en un motor de CD.	58
(a). Señal de error: $e_2(k) := i(k) - \hat{i}(k)$	58
(b). Funcional del error: $J_2(k)$	58
5.21. Histograma del comportamiento de la $i(k)$ en un motor de CD.	59

Índice de tablas

3.1. Clasificación de procesos estocásticos.	14
--	----

