

# Índice de capítulos

1	Abreviaturas .....	8
2	Resumen .....	9
3	Abstract .....	10
4	Introducción.....	11
	4.1 Objetivo.....	11
	4.2 Requerimientos.....	11
5	Elección de componentes .....	12
	5.1 Elección del actuador .....	12
	5.1.1 Cálculo de especificaciones.....	12
	5.1.2 Elección del motor .....	16
	5.2 Elección del microcontrolador .....	17
	5.3 Elección de los sensores.....	18
6	Diseño mecánico .....	19
	6.1 Descripción general.....	19
	6.2 Memoria descriptiva de los distintos subsistemas.....	19
	6.2.1 Mecanismo Tilt .....	19
	6.2.2 Mecanismo Pan .....	22
	6.2.3 Base del posicionador.....	25
	6.3 Prototipo final y sus características .....	28
	6.4 Observaciones: .....	29
7	Diseño electrónico.....	30
	7.1 Descripción general.....	30
	7.2 Memoria descriptiva de los distintos subsistemas.....	31
	7.2.1 Alimentación .....	31
	7.2.2 Reguladores de voltaje .....	31
	7.2.3 Microcontrolador.....	33
	7.2.4 Salidas PWM.....	33
	7.2.5 Programación .....	36
	7.2.6 Comunicación.....	37
	7.2.7 Sensores.....	38
	7.3 Elaboración de la placa .....	39
8	Diseño del sensor de posición angular .....	42
	8.1 Objetivo.....	42

8.2	Alcance.....	42
8.3	Principio de funcionamiento de un motor sin escobillas.....	42
8.4	Principio de funcionamiento de un sensor de Efecto Hall .....	43
8.5	Disposición de los sensores.....	43
8.5.1	Elección del montaje .....	43
8.5.2	Determinación de la posición angular midiendo el campo magnético del rotor .....	46
8.6	Determinación de la posición a partir de los datos medidos .....	51
8.7	Resultados .....	55
9	Diseño de <i>Software</i> .....	57
9.1	Descripción general.....	57
9.2	Configuración del reloj.....	57
9.3	Programación del Conversor Analógico-Digital(ADC).....	58
9.4	Algoritmo de procesamiento de señales.....	60
9.5	Comunicación UART.....	60
9.6	Generación de la salida de control .....	60
10	Control.....	61
10.1	Identificación de la planta .....	61
10.2	Control proporcional .....	63
10.3	Control proporcional-derivativo (PD).....	64
10.4	Control proporcional-integrativo-derivativo (PID) .....	67
11	Conclusiones .....	70
11.1	Características generales del posicionador Pan-Tilt implementado.....	70
11.2	Mejoras recomendadas.....	70
12	ANEXOS.....	71
12.1	Planos .....	71
12.1.1	Conjunto .....	71
12.1.2	Soporte Cámara.....	72
12.1.3	Eje mecanismo de inclinación .....	72
12.1.4	Soporte de rodamiento .....	73
12.1.5	Armadura.....	73
12.1.6	Eje superior .....	74
12.1.7	Eje inferior.....	74
12.1.8	Base de acero.....	75
12.1.9	Taco de madera .....	75
12.1.10	Base de madera.....	76

12.2 Ensamble .....	76
12.3 Códigos .....	81
12.3.1 Microcontrolador (Código Principal).....	81
12.3.2 Microcontrolador (ADC).....	83
12.3.3 Microcontrolador (UART) .....	84
12.3.4 Microcontrolador (Procesado).....	87
12.3.5 Computadora .....	88