

Índice

1. Introducción.....	1:1
2. Tecnologías empleadas y dispositivos utilizados.....	2:1
2.1. La aeronave.....	2:2
2.2. La plataforma de seguridad.....	2:8
2.3. El computador de vuelo.....	2:9
2.4. El sistema operativo.....	2:13
2.5. El lenguaje de programación.....	2:14
2.6. El compilador.....	2:15
2.7. La operación en tiempo real.....	2:16
2.8. Captura de datos.....	2:17
2.9. La fuente de alimentación.....	2:19
2.10. El equipo de radiofrecuencia.....	2:20
3. Sensor de velocidad de rotación del rotor principal.....	3:1
3.1. Alternativas tecnológicas.....	3:3
3.1.1. Sensor óptico fotoeléctrico reflectante.....	3:6
3.1.2. El sensor fotoeléctrico OMRON EE-SF5.....	3:7
3.1.3. El regulador Throttle Jockey.....	3:10
3.1.4. Throttle Jockey vs. circuito de diseño propio.....	3:12
3.2. Adquisición de las medidas.....	3:16
3.2.1. Subsistema de adquisición de datos digitales.....	3:17
3.3. Desarrollo de los programas informáticos.....	3:21
3.3.1. Algoritmo.....	3:21
3.3.2. Programa informático.....	3:23
3.3.3. Cálculo de la velocidad de giro.....	3:24
3.3.4. Librerías de funciones utilizadas.....	3:26
3.3.5. Funciones de la placa.....	3:27
3.4. Montaje del sensor.....	3:29
3.4.1. Ubicación.....	3:31
3.4.2. Cableado e interfaz eléctrica.....	3:31
4. Sensor del ángulo de paso colectivo y cálculo numérico de su derivada... 4:1	4:1
4.1. Alternativas tecnológicas.....	4:3

4.1.1. Potenciómetro de desplazamiento angular.....	4:7
4.1.2. El potenciómetro Vishay 132-2-0-102 100 Ω	4:8
4.2. <i>Adquisición de las medidas</i>	4:10
4.2.1. Subsistema de adquisición de datos analógicos.....	4:10
4.3. <i>Desarrollo de los programas informáticos</i>	4:18
4.3.1. Algoritmo.....	4:18
4.3.2. Programa informático.....	4:20
4.3.3. Cálculo del ángulo de paso.....	4:22
4.3.4. Cálculo de la derivada del ángulo de paso.....	4:24
4.3.5. Librerías de funciones utilizadas.....	4:25
4.3.6. Funciones de la placa.....	4:26
4.4. <i>Montaje del sensor</i>	4:28
4.4.1. Fijación mecánica.....	4:29
4.4.2. Cableado y conectores.....	4:32
5. Validación y pruebas funcionales	5:1
5.1. <i>Pruebas del sistema sensor del paso colectivo</i>	5:2
5.1.1. Pruebas de caracterización.....	5:3
5.1.2. Pruebas con movimiento manual del mecanismo.....	5:5
5.1.3. Pruebas con movimiento por control remoto del mecanismo.....	5:7
5.1.4. Pruebas del programa de cálculo de la derivada.....	5:9
5.2. <i>Pruebas del sistema sensor de velocidad angular</i>	5:12
5.2.1. Pruebas de caracterización.....	5:13
5.2.2. Pruebas de validación del sensor óptico.....	5:14
5.2.3. Pruebas de validación del programa informático.....	5:16
6. Conclusiones	6:1

ANEXOS

A. Especificaciones del servomotor <i>Hitec HS-422</i>	I
B. Especificaciones del sensor reflectante de efecto fotoeléctrico <i>OMRON EE-SF5</i>	II
C. Especificaciones del potenciómetro <i>Vishay Model 132</i>	III
D. Ecuaciones y diagrama del mecanismo de paso colectivo.....	IV
E. Programas informáticos.....	V

FIGURAS

2. Tecnologías empleadas y dispositivos utilizados

2.1.	Tecnologías involucradas en el proyecto.....	2:1
2.2.	Dibujo técnico del servo HS-422 (dimensiones en mm).....	2:2
2.3.	Mecanismo de modificación de paso colectivo con paso de 12 grados.....	2:4
2.4.	Mecanismo de modificación de paso colectivo con paso de -4 grados.....	2:4
2.5.	Escalas graduadas de paso colectivo.....	2:5
2.6.	Vista desarrollada del conjunto motor.....	2:6
2.7.	Chispa, motor de arranque, combustible utilizado y depósito de combustible del helicóptero.....	2:7
2.8.	Plataforma de seguridad modificada.....	2:8
2.9.	Placa Hércules EBX.....	2:9
2.10.	Diagrama de bloques de los módulos de la placa.....	2:11
2.11.	Caja de aviónica del proyecto HERMES.....	2:12
2.12.	Unidad de Medida Inercial.....	2:12
2.13.	Esquema genérico de un proceso de compilación.....	2:15
2.14.	Receptora y emisora de radiofrecuencia utilizadas.....	2:21

3. Sensor de velocidad de rotación del rotor principal

3.1.	Diagrama de flujo del proceso de diseño.....	3:2
3.2.	Representación del efecto Hall.....	3:4
3.3.	Ubicación del sensor de efecto Hall.....	3:4
3.4.	Esquema de funcionamiento de un sensor reflectante de efecto fotoeléctrico.....	3:7
3.5.	Plano acotado del sensor <i>OMRON EE-SF5</i>	3:8
3.6.	Conexiones del <i>Throttle Jockey</i>	3:11
3.7.	Diagrama eléctrico del circuito del autor.....	3:12
3.8.	Diagrama y cálculos del ancho del pulso emitido por el sensor.....	3:14
3.9.	<i>Throttle Jockey</i>	3:15
3.10.	Especificaciones del circuito de entradas y salidas digitales.....	3:17
3.11.	Conector del circuito de entradas y salidas digitales.....	3:17
3.12.	Listado de las 50 líneas del circuito de E/S.....	3:18

3.13.	Líneas empleadas para leer las señales procedentes del <i>Throttle Jockey</i>	3:20
3.14.	Diagrama de flujo del funcionamiento del programa <i>opticdsk</i>	3:22
3.15.	Esquema de medición de pulsos para el cálculo de la velocidad de giro.....	3:25
3.16.	Componentes del sensor óptico y <i>Throttle Jockey</i>	3:30
3.17.	Sensor óptico montado en el <i>Raptor</i>	3:31
3.18.	Conector y cables utilizados en el diseño.....	3:32
4.	Sensor del ángulo de paso colectivo y cálculo numérico de su derivada	
4.1.	Diagrama de flujo del proceso de diseño.....	4:2
4.2.	Codificador óptico.....	4:4
4.3.	Circuito eléctrico de un potenciómetro.....	4:5
4.4.	Potenciómetro rotatorio y potenciómetros lineales o deslizantes.....	4:6
4.5.	Plano acotado del potenciómetro empleado.....	4:9
4.6.	Especificaciones del circuito de entradas analógicas.....	4:11
4.7.	Resolución del circuito de entradas analógicas.....	4:12
4.8.	Especificaciones del circuito de salidas analógicas.....	4:13
4.9.	Conector del circuito de entradas y salidas analógicas.....	4:13
4.10.	Listado de las 40 líneas del circuito de entradas y salidas. Modo común.....	4:14
4.11.	Listado de las 40 líneas del circuito de entradas y salidas. Modo diferencial.....	4:15
4.12.	Conexiones entre el potenciómetro y el circuito analógico de la placa.....	4:16
4.13.	Líneas empleadas para leer la señal del potenciómetro.....	4:17
4.14.	Diagrama de flujo del funcionamiento del programa <i>dcolecddsk</i>	4:19
4.15.	Detalle de la estructura de fijación del potenciómetro al helicóptero...	4:28
4.16.	Detalle de la interfaz entre potenciómetro y servomotor.....	4:30
4.17.	Detalle de la estructura de fijación del potenciómetro al helicóptero...	4:31
4.18.	Cables y conectores empleados.....	4:32
5.	Validación y pruebas funcionales	
5.1.	Nivel y voltímetro empleados.....	5:4
5.2.	Paso medido en las pruebas con movimiento manual.....	5:6

5.3. Paso colectivo y derivada obtenidos en las pruebas con cálculo de derivada.....	5:11
5.4. Medidas de r.p.m. en las pruebas del sensor óptico.....	5:15
5.5. Medidas de r.p.m. en las pruebas del circuito de adquisición de datos.....	5:17