



SIMULACIÓN E INTERACCIÓN EN TIEMPO REAL CON EL MODELO DE UN MINI-HELICÓPTERO



MARÍA JESÚS LARA GONZÁLEZ

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIEROS

SEVILLA, DICIEMBRE 2007

Índice de contenido

CAPÍTULO 1.....	4
INTRODUCCIÓN.....	4
1.1 TRABAJO PRECEDENTE.....	4
1.2 ESTRUCTURA GENÉRICA DE UN SISTEMA DE CONTROL AERONÁUTICO.....	4
1.3 MOTIVACIONES DE LA SIMULACIÓN DE UNO O MÁS COMPONENTES DE UN SISTEMA AERONÁUTICO.....	6
1.4 EL PROCESO DE DESARROLLO POR PASOS.....	7
1.4.1 Etapa 1: Diseño preliminar.....	8
1.4.2 Etapa 2: Diseño basado en la simulación.....	8
1.4.2.1 El software para la simulación.....	9
1.4.3 Etapa 3: Test de integración con Cosimulación.....	11
1.4.4 Etapa 4: Early Integration en laboratorios de test.....	14
1.4.4.1 La simulación Hardware In The Loop (HIL).....	15
1.4.4.2 Rapid development unit integration testing.....	16
1.4.4.3 Network development.....	17
1.4.4.4 Selección de sensores.....	18
1.4.5 Etapa 5: Late integration.....	18
1.5 EL CASO QUE NOS OCUPA.....	19
CAPÍTULO 2.....	20
MODELO Y CONTROL DE UN MINI-HELICÓPTERO.....	20

2.1 INTRODUCCIÓN.....	20
2.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS MINI-HELICÓPTEROS.....	20
2.2.1 Escalamiento.....	20
2.2.2 Aspectos del modelado.....	21
2.2.3 Cuaterniones.....	22
2.2.4 Direction Cosine Matrix (DCM).....	24
2.3 CASO DEL MINI-HELICÓPTERO X-CELL.....	24
2.4 ECUACIONES DEL MOVIMIENTO DEL CUERPO RÍGIDO.....	24
2.5 ESTRUCTURA GENERAL DE CONTROL.....	27
CAPÍTULO 3.....	40
SIMULACIÓN EN TIEMPO REAL.....	40
3.1 INTRODUCCIÓN.....	40
3.2 LA SIMULACIÓN EN ENTORNO MICROSOFT WINDOWS.....	40
3.3 LA SIMULACIÓN EN TIEMPO REAL CON SIMULINK.....	41
3.3.1 Real-Time Workshop.....	43
3.3.2 Real-Time Windows Target.....	43
3.3.3 xPC Target.....	44
3.3.4 RT Blockset.....	46
3.4 INSTRUMENTOS EMPLEADOS.....	50
3.4.1 La interfaz Joystick.....	51
3.4.2 El controlador Fuzzy y el controlador PID.....	52

3.4.3 El modelo de helicóptero: Proyecto Colibrí.....	53
3.4.4 Descripción de los bloques utilizados para la conexión con FS2002.....	58
3.4.5 Real-Time Blockset.....	60
3.5 INICIALIZACIÓN DE LA SIMULACIÓN.....	61
3.6 CONFIGURACIÓN DE LA SIMULACIÓN EN MODALIDAD NORMAL.....	62
3.7 CONFIGURACIÓN DE LA SIMULACIÓN EN MODALIDAD EXTERNA CON REAL-TIME WORKSHOP.....	63
3.8 RESUMEN PASO A PASO PARA REALIZAR LA SIMULACIÓN EN TIEMPO REAL.....	64
3.8.1 Simulación en tiempo real en modalidad normal.....	65
3.8.2 Simulación en tiempo real en modalidad externa.....	67
CAPÍTULO 4.....	70
CONCLUSIONES.....	70
4.1 INTRODUCCIÓN.....	70
4.2 PROBLEMÁTICA Y SOLUCIONES.....	70
BIBLIOGRAFÍA.....	72
AGRADECIMIENTOS.....	74