

Listado de Figuras

Figura 1.1	Metodología de la Investigación	4
Figura 1.2	Alcance de la investigación según la norma VDI 2221	6
Figura 2.1	La Ingeniería Concurrente expresada por la Región Europea	10
Figura 2.2	Las herramientas <i>CAT</i> en a Ingeniería Concurrente	11
Figura 2.3	Las clases variacionales	15
Figura 2.4	Esquema general del modelo COMET/DB	17
Figura 2.5	Superficies relacionadas topológica y tecnológicamente	19
Figura 2.6	Representación de un caso de análisis de dimensiones y tolerancias	20
Figura 2.7	Estructura del sistema ICATS	24
Figura 2.8	Representación de un caso de síntesis de dimensiones y tolerancias	26
Figura 2.9	Modelo de Weill basado en los métodos productivos y costes	28
Figura 2.10	Acotación funcional unidireccional	30
Figura 2.11	Relaciones entre los autores representativos de las líneas de investigación	32
Figura 3.1	Requerimientos funcionales iniciales	35
Figura 3.2	Dominios físico y funcional	37
Figura 3.3	Requerimientos funcionales cuantitativos	38
Figura 3.4	Requerimientos funcionales cuantitativos de rango	39
Figura 3.5	Estructura funcional para los requerimientos funcionales	40
Figura 3.6	Estructura de la simbología correspondiente a los requerimientos funcionales geométricos de orientación y situación	42
Figura 3.7	Requerimiento funcional de dimensión nominal	46
Figura 3.8	Requerimiento funcional de dimensión máxima	46
Figura 3.9	Requerimiento funcional de dimensión mínima	47

Figura 3.10	Requerimiento funcional de contacto permanente	48
Figura 3.11	Requerimiento funcional geométrico de paralelismo máximo	49
Figura 3.12	Requerimiento funcional de perpendicularidad máxima	50
Figura 3.13	Requerimiento funcional de angularidad máxima	51
Figura 3.14	Requerimiento funcional geométrico de simetría máxima	52
Figura 3.15	Requerimiento funcional geométrico de posición máxima	53
Figura 3.16	Requerimiento funcional geométrico de coaxialidad máxima	54
Figura 3.17	Requerimiento funcional geométrico de concentricidad máxima	55
Figura 3.18	Requerimiento funcional de ajuste	56
Figura 3.19	Requerimiento funcional de montaje	57
Figura 3.20	Requerimiento funcional de ensamble base	58
Figura 3.21	Requerimiento funcional de referencia primaria	59
Figura 3.22	Requerimiento funcional de referencia secundaria	60
Figura 3.23	Requerimiento funcional de referencia abierta	61
Figura 3.24	Análisis de la jerarquía de los requerimientos funcionales	61
Figura 3.25	Composición por categorías de la estructura funcional	62
Figura 3.26	Composición por niveles de la estructura funcional	63
Figura 3.27	Requerimientos funcionales por niveles en la estructura funcional	64
Figura 3.28	Requerimientos funcionales por categorías en la estructura funcional	65
Figura 3.29	Requerimientos funcionales por capas en la estructura funcional	66
Figura 3.30	Algoritmo de descomposición de la estructura funcional	69
Figura 3.31	Algoritmo para el chequeo de dependencia de los requerimientos funcionales	72
Figura 4.1	Requerimientos funcionales para cada capa de la estructura funcional	78
Figura 4.2	Matriz MSP de una capa con un determinado requerimiento funcional	80
Figura 4.3	Matriz MSP de una capa con varios requerimientos funcionales	80

Figura 4.4	Matriz RLP para una capa de la estructura funcional	81
Figura 4.5	Matriz MSC para la categoría Ct_1 de la estructura funcional	90
Figura 4.6	Matriz MSC para dos categorías de la estructura funcional	91
Figura 4.7	Matriz MSN para el quinto nivel en un determinado conjunto mecánico	92
Figura 4.8	Un ensamble mecánico compuesto por dos subensambles	95
Figura 4.9	Una representación relacional del ensamble de la Figura 4.8	95
Figura 4.10	Un modelo jerárquico del ensamble de la Figura 4.8	96
Figura 4.11	Un DFC para el ensamble de la Figura 4.8	97
Figura 4.12	Secuencia o algoritmo del método de las burbujas	99
Figura 4.13	Pasos 1, 2 y 3 del método de las burbujas para un determinado ensamble	101
Figura 4.14	Método de la burbuja para los requerimientos funcionales dimensionales	102
Figura 4.15	Etapas para la construcción del gráfico para el caso de los requerimientos funcionales dimensionales	104
Figura 4.16	Gráfico para un caso con condiciones funcionales dimensionales	106
Figura 4.17	Etapas para la construcción del gráfico para el caso de los requerimientos funcionales geométricos	106
Figura 4.18	Algoritmo para la construcción del gráfico para el caso de los requerimientos funcionales geométricos	108
Figura 4.19	Gráfico para el caso de la Figura 4.13	109
Figura 4.20	Algoritmo para la formulación de las cadenas de cotas	111
Figura 4.21	Determinación de la cadena de cotas para el requerimiento funcional $MÁX_2$ para el caso del gráfico de la Figura 4.16	112
Figura 4.22	Determinación de la cadena de cotas para el requerimiento funcional PLM para el caso del gráfico de la Figura 4.19	113
Figura 5.1	Conjunto mecánico	120
Figura 5.2	Identificación de los elementos y características funcionales	120
Figura 5.3	Matrices MSP para las piezas del conjunto mecánico	122

Figura 5.4	Matriz RLP para la pieza 1 del conjunto mecánico	123
Figura 5.5	Matriz RLP para la pieza 2 del conjunto mecánico	124
Figura 5.6	Matriz RLP para la pieza 3 del conjunto mecánico	125
Figura 5.7	Matriz RLP para la pieza 4 del conjunto mecánico	126
Figura 5.8	Matrices MSC para las categorías Ct_1 y Ct_2 de la estructura funcional	127
Figura 5.9	Matrices MSN para el cuarto y quinto nivel de la estructura funcional	128
Figura 5.10	Nodos principales en el conjunto mecánico —etapas a, b, c, d y e	130
Figura 5.11	Etapas f y g; y Paso número 5 del método de las burbujas	131
Figura 5.12	Evaluación de la cadena dimensional para el caso 1	133
Figura 5.13	Dispositivo de sujeción de una máquina herramienta	134
Figura 5.14	Matrices MSP para las piezas del conjunto mecánico del caso 2	137
Figura 5.15	Matriz RLP para la pieza 1 del conjunto mecánico	138
Figura 5.16	Matriz RLP para la pieza 2 del conjunto mecánico	138
Figura 5.17	Matriz RLP para la pieza 3 del conjunto mecánico	139
Figura 5.18	Matriz RLP para la pieza 4 del conjunto mecánico	140
Figura 5.19	Matriz RLP para la pieza 5 del conjunto mecánico	141
Figura 5.20	Matrices MSC para las categorías Ct_1 y Ct_2 de la estructura funcional	142
Figura 5.21	Matrices MSN para el cuarto y quinto nivel de la estructura funcional	143
Figura 5.22	Nodos principales en el conjunto mecánico —etapas a, b, c, d y e	145
Figura 5.23	Etapas f y g; y Paso número 5 del método de las burbujas	146
Figura 5.24	Evaluación de la cadena dimensional del caso 2	151
Figura 5.25	Contrapunto de una máquina herramienta	153
Figura 5.26	Matriz MSP para las piezas 1, 2, 3, 4 y 7 del conjunto mecánico —dirección horizontal	155
Figura 5.27	Matrices MSP para las piezas 1, 2,3 y 4 del conjunto mecánico —dirección vertical	156

Figura 5.28	Matriz RLP para la pieza 1 del conjunto mecánico	157
Figura 5.29	Matriz RLP para la pieza 2 del conjunto mecánico	157
Figura 5.30	Matriz RLP para la pieza 3 del conjunto mecánico	157
Figura 5.31	Matriz RLP para la pieza 4 del conjunto mecánico	158
Figura 5.32	Matriz RLP para la pieza 7 del conjunto mecánico	158
Figura 5.33	Matrices MSC para las categorías C_{t_1} , C_{t_2} y C_{t_3} de la estructura funcional	159
Figura 5.34	Matrices MSN para el cuarto, quinto y sexto nivel de la estructura funcional	160
Figura 5.35	Nodos principales en el conjunto mecánico —etapas a, b, c, d y e	162
Figura 5.36	Etapas f y g; y Paso número 5 del método de las burbujas	164
Figura 5.37	Evaluación de la cadena dimensional del caso 3	166
