

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS DE LA TESIS.....	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.3. ANTECEDENTES HISTÓRICOS	5
1.3.1. Algoritmos de mallado	5
1.3.1.1. Mallado superficial.....	5
1.3.1.2. Mallado volumétrico.....	7
1.3.2. Herramientas disponibles.....	9
1.3.2.1. Comerciales.....	9
1.3.2.1.1. GiD	9
1.3.2.1.2. CUBIT	10
1.3.2.1.3. Hypermesh	11
1.3.2.2. Libres.....	12
1.3.2.2.1. Gmsh	12
1.3.2.2.2. Salome	12
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LAS TÉCNICAS EMPLEADAS	13
1.5. ESTRUCTURA DE LA TESIS.....	14
1.6. REFERENCIAS	15
2. MODELADO GEOMÉTRICO	19
2.1. INTRODUCCIÓN	19
2.2. MODELOS MATEMÁTICOS MÁS COMUNES	22
2.2.1. Curvas de Bézier	22
2.2.2. Curvas de Bézier racionales.....	23
2.2.3. Superficies de Bézier racionales.....	24
2.2.4. Curvas B-Spline.....	26

2.2.5.	Curvas B-Spline racionales	27
2.2.6.	Superficies B-Spline racionales.....	27
2.3.	SUPERFICIES NURBS	30
2.3.1.	Interpolación Global.....	31
2.3.1.1.	Interpolación Global de una curva	31
2.3.1.2.	Interpolación Global de una superficie	34
2.3.2.	Curvas Recortadoras y Superficies Recortadas	39
2.4.	FORMATOS GRÁFICOS.....	41
2.4.1.	Formato de puntos sobre superficies: DXF	42
2.4.2.	Formato de superficies paramétricas: IGES	44
2.5.	TRATAMIENTO DE LA GEOMETRÍA	46
2.5.1.	Método de los Momentos.....	47
2.5.1.1.	Descripción	47
2.5.1.2.	Criterios de mallado	49
2.5.2.	Óptica Física aplicada al cálculo de la Sección Radar	51
2.5.2.1.	Óptica Física	51
2.5.2.2.	Sección Radar	52
2.5.2.3.	Criterios de mallado	54
2.6.	REFERENCIAS.....	57
3.	ALGORITMOS DE MALLADO DESARROLLADOS	59
3.1.	INTRODUCCIÓN	59
3.2.	ALGORITMO DE MALLADO SUPERFICIAL.....	60
3.2.1.	Algoritmo de paving	64
3.2.1.1.	Visión general del algoritmo	64
3.2.1.2.	Clasificación de los nodos según su ángulo.....	70
3.2.1.3.	Selección de fila inicial.....	73
3.2.1.4.	Generación de filas.....	74
3.2.1.4.1.	Proyección desde nodo lateral	75
3.2.1.4.2.	Proyección inicial si sólo hay nodos laterales	76

3.2.1.4.3.	Proyección desde nodo esquina	77
3.2.1.4.4.	Proyección desde nodo reverso.....	78
3.2.1.4.5.	Generación de elemento desde nodo final	79
3.2.1.5.	Intersección de fronteras	81
3.2.1.5.1.	Factor de proximidad.....	83
3.2.1.5.2.	Espacio adherente	83
3.2.1.5.3.	Distancias mínimas	84
3.2.1.5.4.	Ecuación de proximidad.....	85
3.2.1.6.	Suavizado.....	86
3.2.1.6.1.	Suavizado de los nodos de mallado	87
3.2.1.6.2.	Suavizado de los nodos interiores	89
3.2.1.7.	Cosido.....	90
3.2.1.7.1.	Cosido de nodos interiores	90
3.2.1.7.2.	Cosido de nodos fijos	91
3.2.1.7.3.	Cosido de transiciones	92
3.2.1.8.	Ajuste de filas	92
3.2.1.9.	Comprobación del cierre.....	94
3.2.1.10.	La fábrica de elementos	95
3.2.1.11.	Mejora del mallado final	96
3.2.2.	Técnicas adicionales	97
3.2.2.1.	Inserción de triángulos.....	98
3.2.2.2.	Generación inicial de elementos alternativa en nodos esquina	100
3.2.2.3.	Nuevos patrones de cierre	101
3.2.2.4.	Nuevo ajuste de filas.....	102
3.2.2.4.1.	Ajustar fila	102
3.2.2.4.2.	Aumentar frontera.....	103
3.2.2.4.3.	Ajustar frontera.....	104
3.2.2.5.	Inserción de puntos de control	105
3.2.3.	Estructura final del algoritmo de mallado implementado	107
3.3.	APROXIMACIÓN VOLUMÉTRICA DE DIELECTRICOS DE CAPA FINA.....	108

3.4.	MALLADO VOLUMÉTRICO	109
3.4.1.	Algoritmo de cubicado	110
3.4.1.1.	Visión en 2D del algoritmo	111
3.4.1.2.	Generación de la rejilla estructurada	112
3.4.1.3.	Clasificación de puntos.....	112
3.4.1.4.	Generación de cubos.....	116
3.4.1.5.	Aproximación de la forma del volumen	117
3.4.1.6.	Aproximación interior de la forma del volumen	117
3.4.1.7.	Estructura final del algoritmo de cubicado	119
3.4.2.	Algoritmo de unión con la corteza	119
3.4.2.1.	Cálculo de direcciones de proyección	120
3.4.2.2.	Puntos de corte con la corteza.....	122
3.4.2.3.	Generación de elementos de unión.....	123
3.5.	REFERENCIAS.....	125
4.	OPTIMIZACIÓN DE LOS ALGORITMOS DE MALLADO	127
4.1.	INTRODUCCIÓN.....	127
4.2.	ETAPAS DE PRE-PROCESADO.....	127
4.2.1.	Detección de topologías.....	129
4.2.1.1.	Remodelado de continuidad.....	132
4.2.1.2.	Detección final.....	133
4.2.2.	Emplazamiento de antenas en estructuras.....	133
4.2.3.	Mallado de circuitos impresos	135
4.2.3.1.	Detección de circuitos.....	135
4.2.3.2.	Modelado de bordes	137
4.3.	ETAPAS DE POST-PROCESADO.....	140
4.3.1.	Cálculo de estadísticas	140
4.3.2.	Aproximación volumétrica de capa fina.....	145
4.3.3.	Rotación de la malla	148
4.3.4.	Evaluación de la calidad de la malla.....	151

4.4.	OPTIMIZACIÓN DE VELOCIDAD	155
4.4.1.	Mallado superficial	155
4.4.1.1.	Paralelización.....	156
4.4.1.2.	Modo multinivel	157
4.4.2.	Mallado volumétrico	161
4.4.2.1.	Paralelización.....	161
4.5.	REFERENCIAS.....	164
5.	RESULTADOS.....	167
5.1.	INTRODUCCIÓN.....	167
5.2.	PLACA PLANA CUADRADA	168
5.2.1.	Análisis de tiempos de mallado.....	168
5.3.	AEROGENERADOR.....	170
5.3.1.	Análisis de tiempos de mallado.....	171
5.4.	CONO ESFERA TRUNCADA.....	172
5.4.1.	Mallados	172
5.4.2.	Verificación de la malla	173
5.5.	CONO ESFERA CON RANURA	174
5.5.1.	Mallados	174
5.5.2.	Verificación de la malla	175
5.6.	REFLECTOR CON BOCINA.....	177
5.6.1.	Mallados	177
5.6.2.	Resultados	178
5.6.3.	Comparativa de resultados	179
5.7.	PATRULLERA.....	181
5.7.1.	Mallados	181
5.7.2.	Resultados	182
5.7.3.	Comparativa de resultados	183
5.8.	AVIONETA.....	184
5.8.1.	Mallados	184

5.8.2.	Resultados	185
5.8.3.	Comparativa de resultados	187
5.9.	ESFERA.....	187
5.9.1.	Mallados obtenidos.....	188
5.9.2.	Comparativa de resultados	189
5.10.	FILTRO HAIRPIN	190
5.11.	ANTENA DE HÉLICE CUADRIFILAR.....	192
5.12.	ANTENA BLADE.....	194
5.13.	VEHÍCULO	197
5.13.1.	Análisis de tiempos de mallado.....	198
5.13.2.	Estadísticas de la geometría.....	199
5.13.3.	Análisis de antena embarcada	202
5.14.	REFERENCIAS.....	204
6.	CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO	207
6.1.	CONCLUSIONES	207
6.2.	FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO.....	208
7.	THESIS CONCLUSIONS AND SUGGESTIONS FOR FUTURE RESEARCH	211
7.1.	THESIS CONCLUSIONS	211
7.2.	SUGGESTIONS FOR FUTURE RESEARCH.....	212