

Jose Antonio Vásquez Angulo

**Análisis y diseño
de piezas de máquinas con
CATIA V5**

Índice general

Introducción	xv
Capítulo 1 - Inicio con CATIA	1
1.1 Ventana de bienvenida	2
1.1 Entorno de CATIA	3
1.2.1 Barra de menús	4
1.2.2 Árbol	4
1.2.3 Barra de herramientas	4
1.2.4 Planos	4
1.2.5 Compás	4
Capítulo 2 - Elementos finitos	7
2.1 Introducción	7
2.2 Aplicación del método de elementos finitos (MEF)	8
Capítulo 3 - Escoger material	9
3.1 Nuevos materiales en la biblioteca de materiales	9
3.2 Crear nuevos grupos de materiales	15
3.2.1 Pestaña <i>Feature Properties</i>	16
3.2.2 Pestaña <i>Analysis</i>	16
3.2.3 Pestaña <i>Drawing</i>	18
3.2.4 Pestaña <i>Rendering</i>	19
3.2.5 Pestaña <i>Inheritance</i>	20
Capítulo 4 - El módulo GPS	21
4.1 Definiendo el análisis con el MEF	22
4.2 Ejemplo representativo empleando el módulo GPS	23

4.3	Análisis por el MEF	24
4.3.1	Primeros pasos	24
4.3.2	Definiendo cargas y condiciones	25
4.3.3	Análisis de resultados	27
4.3.4	Representación de resultados	28
4.3.5	Nueva representación de resultados	30
4.4	Configuración de del módulo GPS	33
4.4.1	Pestaña <i>External Storage</i>	33
4.4.2	Pestaña <i>General</i>	34
4.4.3	Pestaña <i>Quality</i>	34
4.4.4	Pestaña <i>Graphics</i>	35
4.4.5	Pestaña <i>Post Processing</i>	35
4.4.6	Pestaña <i>Reporting</i>	35
4.5	Cambio de unidades	35

Capítulo 5 - Condiciones de frontera **37**

5.1	Sistema de coordenadas	39
5.1.1	Sistema de coordenadas global	39
5.1.2	Sistema de coordenadas implícito	39
5.1.2.1	El Sistema implícito de coordenadas cartesianas ..	39
5.1.2.2	Sistema implícito de coordenadas cilíndricas	40
5.1.3	Sistema de coordenadas definidos por el usuario	40
5.2	Barra de herramientas <i>Restraints</i>	40
5.2.1	Herramienta <i>Clampps</i> (Empotramiento fijo)	41
5.2.2	Herramienta <i>Surface Sliders</i> (Superficies deslizables)	41
5.2.3	Herramienta <i>User-ddefined Restraints</i> (Restricciones definidas por el usuario)	43
5.3	Barra de herramientas <i>Advanced Restrains</i>	46
5.3.1	Herramienta <i>Iso-static Restraints</i> (Restricciones y condiciones Isostáticas)	46
5.4	Barra de herramientas <i>Mechanical Restraints</i>	47
5.4.1	Herramienta <i>Slider</i> (Cojinete con apoyo libre)	47
5.4.2	Herramienta <i>Sliding Pivots</i> (Cojinete radial con apoyo libre)	48
5.4.3	Herramienta <i>Ball Joins</i> (Articulación esférica)	49
5.4.4	Herramienta <i>Pivots (Pivote)</i>	50
5.5	Elementos virtuales	51
5.5.1	<i>Rigid Virtual Parts</i> (Elemento virtual rígido)	52
5.5.2	<i>Smooth Virtual Parts</i> (Elemento virtual móvil o desplazable)	53

5.5.3	<i>Contact Virtual Parts</i> (Elemento virtual de contacto)	54
5.5.4	<i>Rigid Spring Virtual Parts</i> (Elemento virtual de resorte fijo)	56
5.5.5	<i>Spring Smooth Virtual Parts</i> (Elemento virtual de resorte móvil)	58
5.5.6	Herramienta <i>Periodicity Conditions</i>	58
Capítulo 6 - Definición de la aplicación de cargas		61
6.1	Barra de herramientas LOADS	63
6.1.1	Herramienta <i>Pressure</i> (Presión)	63
6.1.2	Herramienta <i>Enforced Displacement</i> (Desplazamiento forzado)	64
6.2	Sub - barra de herramientas FORCES	66
6.2.1	Herramienta <i>Distributed Force</i> (Carga distribuida)	66
6.2.2	Herramienta <i>Moment</i> (Momento)	68
6.2.3	Herramienta <i>Bearing Load</i> (Carga de soporte en cojinetes)	69
6.2.4	Herramienta <i>Importing Force</i> (Carga importada)	70
6.2.5	Herramienta <i>Importing Moments</i> (Importación de Momentos)	72
6.3	Sub - barra de herramientas BODY MOTION	72
6.3.1	Herramienta <i>Acceleration</i> (Fuerza de gravedad)	73
6.3.2	Herramienta <i>Rotation Force</i> (Fuerza producida en la Rotación)	74
6.4	Sub - barra de herramientas FORCE DENSITIES	75
6.4.1	Herramienta <i>Line Force Density</i> (Carga aplicada en una línea de acción)	75
6.4.2	Herramienta <i>Surface Force Density</i> (Carga aplicada en la superficie)	77
6.4.3	Herramienta <i>Volume Force Density</i> (Carga en Sólidos)	75
6.4.4	Herramienta <i>Force Density</i> (Densidad de carga)	79
6.5	Sub - barra de herramientas TEMPERATURE	80
6.5.1	Herramienta <i>Temperature Field</i> (Campo de Temperatura)	80
6.5.2	Herramienta <i>Temperature Field from Thermal Solution</i>	82
6.6	Sub - barra de herramientas ADVANCED LOADS	83
6.6.1	Herramienta <i>Assembled Loads</i> (Cargas de montaje)	84
6.6.2	Herramienta <i>Combined Loads</i> (Cargas combinadas)	85
6.7	Generación de cargas adicionales de masa	86
6.7.1	<i>Distributed Mass</i> (Simulación de distribución de masas)	86
6.7.2	<i>Line Mass Distributed</i> (Masa distribuida en una línea)	87

6.7.3	<i>Surface Mass Distributed</i> (Masa distribuida en una superficie)	88
6.7.4	<i>Distributed Mass and Inertia</i> (Distribución de masas e inercia)	88
6.7.5	<i>Combined Masses</i> (Simulación de carga de masas combinadas)	90
6.7.6	<i>Assembled Masses</i> (Simulación de carga de masas ensambladas)	90

Capítulo 7 - Realizando los cálculos 93

7.1	Primeros pasos	93
7.2	Cómo y dónde guardar los CATAnalysis	95
7.3	Haciendo una malla más fina y nuevos cálculos	96
7.4	Refinando la malla	100
7.5	Métodos de cálculo	106
7.5.1	Proceso <i>Static Case</i> (Análisis estático)	107
7.5.2	Proceso <i>Frequency Case</i> (Análisis de frecuencia)	108
7.5.3	Proceso <i>Buckling Case</i> (Ondulación superficial)	110
7.5.4	Proceso <i>Combined Case</i> (Análisis combinados)	111
7.5.5	Proceso <i>Static Constrained Modes</i> (Métodos estáticamente limitados)	112
7.5.6	Proceso <i>Preprocessing Case</i> (Pretratamiento)	113
7.5.7	Proceso <i>Solution Case</i> (Solución)	114
7.5.8	Proceso <i>Envelop Case</i> (Envolvente)	115
7.5.9	Proceso <i>Harmonic Dynamic Response Case</i>	116
7.5.10	Proceso <i>Transient Dynamic Response Case</i>	121

Capítulo 8 - Evaluación gráfica de los resultados 127

8.1	Herramienta <i>Deformation</i> (Deformación)	128
8.2	Herramienta <i>Von Mises Stress</i> (Concentración de esfuerzos)	129
8.3	Herramienta <i>Displacement</i> (Evaluación gráfica de la deformación)	133
8.4	Herramienta <i>Principal stress</i> (Máxima concentración de esfuerzos)	135
8.5	Herramienta <i>Precision</i> (Estimación de error)	139
8.6	Barra de herramientas ANALYSIS TOOLS (instrumentos para el análisis)	141
8.6.1	Herramienta <i>Cut Plane Analysis</i> (Análisis de corte)	141
8.6.2	Herramienta <i>Animate</i> (Animación)	142

8.6.3	Herramienta <i>Amplification Magnitude</i> (Factor de deformación)	142
8.6.4	Herramienta <i>Image Extrema</i> (Visualizar los valores máximos y mínimos)	143
8.6.5	Herramienta <i>Information</i>	144
8.6.6	Herramienta <i>Images Layout</i>	145
8.6.7	Herramienta <i>Simplified Representation</i>	145
8.7	Barra de herramientas ANALYSIS RESULTS	146
8.7.1	Herramienta <i>Generate Report</i> (Informe básico del análisis)	147
8.7.2	Herramienta <i>Generate Advanced Report</i>	147
8.7.3	Herramienta <i>Historic of Computations</i>	149
8.7.4	Herramienta <i>Elfini Solver Log</i> (Listado del informe)	149
8.8	SENSORS (Sensores)	149
8.8.1	<i>Global Sensor</i>	150
8.8.2	<i>Local Sensor</i>	151
8.8.3	<i>Load Sensor</i> (sensor de cargas)	153
8.8.4	<i>Reaction Sensor</i> (Sensor de reacción)	154

Capítulo 9 - Cómputo de elementos de máquina ensamblados (GAS) 155

9.1	Condiciones en un ensamble	155
9.1.1	Herramienta <i>General Analysis Connection</i> (Conexión general sin contacto de superficie)	157
9.1.2	Herramienta <i>Point Analysis Connection</i>	158
9.1.3	Herramienta <i>Point Analysis Connection within one part</i>	159
9.1.4	Herramienta <i>Line Analysis Connection</i>	160
9.1.5	Herramienta <i>Line Analysis Connection within one part</i>	160
9.1.6	Herramienta <i>Surface Analysis Connection</i>	161
9.1.7	Herramientas <i>Points to Points Analysis Connection</i>	161
9.1.8	Herramienta <i>Point Analysis Interface</i>	162
9.2	Conexión entre dos piezas	163
9.2.1	<i>Slider Connection Property</i> (Características de fijación entre piezas)	165
9.2.2	<i>Contact Connection Property</i>	169
9.2.3	<i>Fastened Connection Property</i>	167
9.2.4	<i>Fastened spring connection Property</i>	169
9.2.5	Herramienta <i>Pressure Fitting Connection Property</i>	170
9.2.6	Herramienta <i>Bolt Tightening Connection Property</i>	171
9.2.7	Herramienta <i>Riding Connection Property</i>	172
9.2.8	Herramienta <i>Smooth Connection Property</i>	174

9.29	Herramienta <i>Virtual Bolt Tightening Connection Property</i>	175
9.2.10	Herramienta <i>Virtual Spring Bolt Tightening Connection Property</i>	177
9.2.11	Herramienta <i>User-defined Distant Connection Property</i>	178
9.3	Uniones soldadas	179
9.3.1	Herramienta <i>Sport Welding Connection Property</i>	179
9.3.2	Herramienta <i>Seam Welding Connection Property</i>	181
9.3.3	Herramienta <i>Surface Welding Connection Property</i>	183
9.3.4	Herramienta <i>Nodes to Nodes Connection Property</i>	184
9.3.5	Herramienta <i>Node Interface Property</i>	184
Capítulo 10 - Tipos de elementos		187
10.1	Elementos de una dimensión (1D)	187
10.2	Elementos de dos dimensiones (2D)	187
10.3	Elementos finitos	188
10.3.1	Herramienta <i>Octree Tetrahedron Mesher</i>	189
10.3.2	Herramienta <i>Beam Mesher</i>	189
10.3.3	Herramienta <i>Octree Triangle Mesher</i>	190
10.4	Definiendo los elementos en 1D, 2D y 3D	191
10.4.1	Herramienta <i>3D Property</i>	191
10.4.2	Herramienta <i>2D Property</i>	192
10.4.3	Herramienta <i>1D Property</i>	193
10.4.3.1	<i>User-defined-beam</i>	195
10.4.3.2	<i>Beam from surface</i>	197
10.4.3.3	<i>Bar</i>	197
10.4.3.4	<i>Variable beam</i>	197
10.5	Superficies con elementos cuadrados (QUADELEMET QD4 y QD8)	198
10.5.1	<i>Show Statistics Curves</i>	203
10.5.2	<i>Show Quality Report</i>	203
10.5.3	<i>Analyze an Element</i>	204
10.5.4	<i>Worst Elements Browser</i>	204
10.6	Elementos de tres dimensiones (3D)	206
Capítulo 11 - Ejercicios		209
11.1	Diseño de una biela de bicicleta	209
11.1.1	Análisis de resultados	218

11.2	Sistema de transmisión	221
11.2.1	Análisis del engranaje recto (piñón)	221
11.2.1.1	Análisis de resultados	228
11.2.2	Análisis del engranaje cónico recto	228
11.2.2.1	Análisis de resultados	232
11.2.3	Análisis del eje escalonado	233
11.2.3.1	Análisis de resultados	237
11.2.4	Análisis del sistema completo (GAS)	237
11.2.4.1	Análisis de resultados	247
11.3	Sistema de abrazadora para sostén de tuberías	248
Bibliografía		265