

Proyecto Fin de Carrera de: OUADIE SABRI
Ingeniería de Telecomunicaciones

TÍTULO DEL PROYECTO: PROGRAMACIÓN EN EL ENTORNO CUDA
EN APLICACIONES DE MECÁNICA COMPUTACIONAL.

Tutor: Prof. D. José Antonio SANZ HERRERA
Dpto. Mecánica de los Medios Continuos, Teoría de
Estructuras e Ingeniería del Terreno.

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
UNIVERSIDAD DE SEVILLA
Noviembre 2010.

Wir müssen wissen.
Wir werden wissen.

David Hilbert (1862-1943)

PRIMERA PARTE: INTRODUCCIÓN:	3
1. ALCANCE DEL PROYECTO:	5
2. PROGRAMACIÓN EN PARALELO:	6
3. CPU Vs. GPU	8
SEGUNDA PARTE: TECNOLOGÍA CUDA	12
I. CUDA	13
1. MODELO DE MEMORIA CUDA	15
2. MODELO DE HILOS EN CUDA	19
3. MODELO DE PROGRAMACIÓN CUDA	22
II. SOFTWARE CUDA	27
1. HERRAMIENTAS DE PROGRAMACIÓN CUDA:	27
2. INSTALACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE DESARROLLO CUDA	27
3. BIBLIOTECA CUBLAS y CUFFT	31
III. HARDWARE CUDA	34
1. FAMILIA GEFORCE	34
2. FAMILIA QUADRO	34
3. FAMILIA TESLA	35
4. ANEXOS:	42
IV. CAPACIDAD COMPUTACIONAL:	45
1. ESTÁNDAR DE COMA FLOTANTE:	47
2. PRECISIÓN SIMPLE EN DISPOSITIVOS DE CAPACIDAD COMPUTACIONAL 1.X:	48
3. PRECISIÓN DOBLE EN DISPOSITIVOS DE CAPACIDAD COMPUTACIONAL 1.X:	49
4. DISPOSITIVOS DE CAPACIDAD COMPUTACIONAL TIPO 1.X:	50
5. DISPOSITIVOS DE CAPACIDAD COMPUTACIONAL 2.0:	55
V. SOLUCIÓN ADOPTADA	59
1. CONFIGURACIÓN BASADA EN TESLA SUGERIDA	59
2. SOLUCIÓN INICIAL: Dell Optiplex 745+GeForce 8800.	62
3. SOLUCIÓN TRANSITORIA: PC clónico+GeForce 9500 GT	63
4. SOLUCIÓN ADOPTADA: Dell studio xps+GeForce 260 GTX	65
5. ANEXOS:	68
TERCERA PARTE: CÓDIGO DEL PROYECTO	73
I. PROBLEMA FÍSICO: ECUACIÓN DEL CALOR	74
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA FÍSICO:	74
2. ANÁLISIS TEÓRICO DEL PROBLEMA:	74
3. MÉTODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS:	80
II. ANÁLISIS DEL CÓDIGO MATLAB DE PARTIDA EN CPU	83
1. MALLADO	83
2. CÓDIGO SECUENCIAL	84
3. BUCLES E IDENTIFICACIÓN DE CUELLOS DE BOTELLA (BLOQUES)	85
4. ANEXOS	87
III. ALGORITMO SOLVER: RESOLUCIÓN DEL SISTEMA $A \cdot X = B$	89
1. MÉTODOS DIRECTOS	89
2. MÉTODOS ITERATIVOS	94
3. CONCLUSIÓN:	107
IV. MATRICES DISPERSAS (SPARSE)	108
1. FORMATO DE ALMACENAMIENTO DE MATRICES EN ARCHIVO MATRIX MARKET (MM)	108
2. FORMATOS ADICIONALES PARA MATRICES DISPERSAS	110

3.	CONCLUSIÓN:	114
V.	OPTIMIZACIÓN PARA COMPUTACIÓN GPU EN CUDA	116
1.	OPTIMIZACIÓN EN CUDA	116
2.	ANÁLISIS DE ALGUNAS RECOMENDACIONES	118
VI.	ESTRATEGIA CPU GPU ADOPTADA	125
VII.	CÓDIGO BLOQUE I: SOLVER	126
1.	REORDENAMIENTO DEL SISTEMA:	127
2.	IMPLEMENTACIÓN DEL SOLVER:	130
3.	CONCLUSIONES:	140
4.	ANEXOS:	141
VIII.	CÓDIGO BLOQUE II: GENERACIÓN DE LA MATRIZ DE RIGIDEZ A	146
1.	PUNTO DE PARTIDA:	146
2.	MODELO MATEMÁTICO Y SIMPLIFICACIONES	147
3.	ALGORITMO DE GENERACIÓN	149
4.	ALGORITMO DE SIMPLIFICACIÓN	151
5.	PRUEBAS Y OBSERVACIONES	155
IX.	CÓDIGO BLOQUE III: VECTOR DE TÉRMINOS INDEPENDIENTES	157
1.	ALGORITMO	158
2.	OBSERVACIONES	161
	PRUEBAS, RESULTADOS Y CONCLUSIONES	162
I.	PRUEBAS:	163
	METODOLOGÍA:	163
II.	RESULTADOS:	169
1.	Tablas resumen de resultados:	169
2.	REPRESENTACIONES:	172
III.	CONCLUSIONES:	175
1.	RESUMEN:	178
2.	DIFICULTADES:	179
3.	OBSERVACIONES FINALES, RECOMENDACIONES y MEJORAS POTENCIALES:	180
IV.	ANEXOS:	181
	BIBLIOGRAFÍA:	182