

Contenidos del DC-ROM

Este CD contiene toda la documentación correspondiente al proyecto fin de carrera titulado:

“Desarrollo de una herramienta CAD para el diseño de inductores integrados en tecnologías de Silicio”

Por Laura Martínez Atienza

*Departamento de Ingeniería Electrónica de la Escuela Superior de Ingenieros de la
Universidad de Sevilla*

Tutor: D. Vicente Baena Lecuyer

La información que incluye se encuentra organizada del siguiente modo:

- **“ARCHIVO ÍNDICE”**. Explica la estructuración de los contenidos del CD-ROM.
- **CARPETA “MEMORIA”**. Contiene la memoria del proyecto en formato PDF, obtenido con Adobe Acrobat 5.0.
Cada archivo dentro de esta carpeta corresponde a un capítulo del proyecto. Los archivos se encuentran numerados correlativamente:
 - **Archivo “0”**: contiene la portada, introducción e índice de la memoria.
 - **Archivo “1”**: corresponde al capítulo 1

CAPÍTULO 1:	Introducción	1
1.1	Conceptos previos	1
1.1.1	El inductor	1
1.1.2	El circuito integrado y las tecnologías de silicio	4
1.1.3	Layout de un inductor integrado. Parámetros de su geometría.....	6
1.1.4	Modelado de un inductor.....	9
1.1.5	Factor de calidad de un inductor	12
1.2	El problema	14
1.3	Herramientas planteadas.....	17
1.4	Objetivo del proyecto	18
1.5	Organización de la memoria.....	19

➤ **Archivo “2”:** contiene el capítulo 2

CAPÍTULO 2:	Teoría de inductores integrados	21
2.1	Introducción	21
2.2	Fenómenos físicos en inductores.....	23
2.2.1	El efecto pelicular.....	24
2.2.2	Las corrientes de torbellino	25
2.2.3	Efectos en el sustrato.....	27
2.3	Modelo clásico	28
2.3.1	Introducción.....	28
2.3.2	Estructura del modelo clásico	28
2.4	Proceso de caracterización de los inductores.....	29
2.5	Experimentos.....	32
2.5.1	Características geométricas de las inductancias fabricadas	32
2.5.2	Pruebas realizadas y sus resultados.....	33
2.6	Modelo modificado	37
2.6.1	Introducción.....	37
2.6.2	Estructura del modelo modificado	37
2.6.3	Justificación del modelo	38
2.6.4	Validación del modelo	40
2.7	Nueva metodología de caracterización.....	42
2.8	Modelo paramétrico	44
2.8.1	Introducción.....	44
2.8.2	Modelo paramétrico basado en el modelo modificado	45
2.8.2.1	Inductancia	45
2.8.2.2	Resistencia serie	47
2.8.2.3	Capacidad paralela	50
2.8.2.4	Resistencia paralela.....	51
2.8.2.5	Capacidad entre la espiral y el sustrato	52
2.8.2.6	Resistencia y capacidad del sustrato	52
2.8.3	Factores de degradación.....	54

➤ **Archivo “3”:** hace referencia al capítulo 3 de la memoria

CAPÍTULO 3:	Implementación y prueba del modelo paramétrico	58
3.1	Consideraciones previas	58
3.2	Ecuaciones básicas del modelo paramétrico	61
3.2.1	Selección de ecuaciones.....	61
3.2.2	Parámetros geométricos y tecnológicos	63

3.3	Implementación software de las ecuaciones.....	68
3.3.1	Inductancia.....	68
3.3.2	Resistencia serie.....	69
3.3.3	Capacidad y Resistencia paralela.....	73
3.3.4	Capacidad entre espiral y sustrato.....	74
3.3.5	Resistencia y Capacidad del sustrato.....	74
3.3.6	Factor de calidad.....	75
3.3.7	Inductancia externa.....	84
3.4	Pruebas.....	86
3.4.1	Sobre los estudios previos de la tesis.....	86
3.4.2	Otras pruebas preliminares.....	92
3.4.3	Sobre la resistencia serie.....	95
3.4.4	Comparativa del modelo con las mediciones.....	99
3.4.5	Representación de Q y L en función de la frecuencia.....	114
3.4.6	Representación de admitancias.....	117
3.5	Conclusiones.....	120

➤ **Archivo “4”:** contiene el capítulo 4

CAPÍTULO 4:	Estructura del programa CAD.....	121
4.1	Introducción.....	121
4.2	Funcionamiento básico del programa.....	121
4.3	Diagramas de flujo.....	124
4.3.1	Convenciones.....	124
4.3.2	Función principal (“ <i>main</i> ”).....	125
4.3.3	Lectura del fichero de especificaciones (“ <i>lee_specif</i> ”) y del fichero de tecnología (“ <i>lee_tech</i> ”).....	128
4.3.4	Lectura del fichero de geometría (“ <i>lee_geom</i> ”).....	131
4.3.5	Cálculo del modelo (“ <i>calcula</i> ”).....	135
4.3.6	Búsqueda de estructuras (“ <i>design</i> ”).....	138
4.3.6.1	Búsqueda binaria de un primer radio válido r_o (“ <i>busca_radio</i> ”).....	144
4.3.6.2	Comprobación de verificación de especificaciones (“ <i>verifica</i> ”).....	146
4.3.6.3	Extracción del modelo (“ <i>calc_mod</i> ”).....	147
4.3.6.4	Inserción de la estructura en lista (“ <i>inserta</i> ”).....	148
4.3.7	Escritura del fichero resultado (“ <i>escribefich</i> ”).....	155
4.4	Implementación en lenguaje C.....	156
4.4.1	El lenguaje de programación C.....	156
4.4.2	Variables y tipos de datos utilizados.....	157
4.4.3	Algunos detalles de implementación.....	158

- **Archivo “5”:** incluye el capítulo 5 de la memoria

CAPÍTULO 5:	Manejo del programa	161
5.1	Introducción	161
5.2	Ficheros de datos de entrada al programa	161
5.2.1	Formato de los ficheros	162
5.2.2	Fichero de especificaciones.....	167
5.2.3	Fichero de tecnología	169
5.2.4	Fichero de geometría.....	170
5.3	Argumentos de línea de comandos.....	171
5.4	Fichero de salida de resultados.....	172
5.5	Ejemplos de ejecución.....	174
5.5.1	Ficheros de entrada	174
5.5.2	Herramienta de cálculo del modelo paramétrico.....	177
5.5.3	Herramienta de diseño de inductores	178

- **Archivo “6”:** contiene tanto el capítulo 6 como la bibliografía utilizada

CAPÍTULO 6:	Líneas abiertas.....	182
BIBLIOGRAFÍA.....		184

- **CARPETA “CÓDIGO”.** Incluye los archivos necesarios para la ejecución del programa diseñado. En relación a su formato, todos ellos son ficheros de texto, con extensión *.txt*.
 - **Archivo “Cadind.txt”:** contiene el código fuente completo del programa en lenguaje C.
 - **Archivo “Specif.txt”:** ejemplo de fichero de entrada al programa que contiene las especificaciones de diseño.
 - **Archivo “Tech.txt”:** ejemplo de fichero de entrada al programa que contiene las características de la tecnología utilizada para la fabricación del inductor integrado.
 - **Archivo “Geom.txt”:** ejemplo de fichero de entrada al programa que contiene las geometrías de inductores a las que se desea calcular su modelo paramétrico.