

INDICE

NOMENCLATURA	5
AGRADECIMIENTOS	7
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	8
I.1. LOS EQUIPOS PLASMA FOCUS	8
I.1.1. Componentes de un Plasma Focus	10
I.1.2. Descripción fenomenológica	11
I.1.3. Dinámica de la lámina de corriente	13
I.1.3.1. Ruptura dieléctrica del gas	14
I.1.3.2. Etapa de movimiento coaxial	14
I.1.3.3. Desborde y convergencia	15
I.1.3.4. Focalización y compresión del plasma	16
I.1.4. Reacciones nucleares y productos de fusión	16
I.1.5. El Plasma Focus en el laboratorio	18
I.1.5.1. Componentes Principales	18
I.1.5.2. Sistemas sensores	19
I.1.5.2.1. Tensión interelectródica	19
I.1.5.2.2. Derivada temporal de la corriente de descarga	19
I.1.5.2.3. Producción de neutrones	20
I.1.5.2.4. Detección de rayos X	20
I.1.5.2.5. Cinemática de la lámina de corriente	20
I.1.6. Aplicaciones de los equipos Plasma Focus	22
I.1.6.1. Radiografía y Defectoscopía	22
I.1.6.2. Tratamiento de superficies por choque térmico	23
I.1.6.3. Detector no intrusivo de sustancias de bajo peso atómico	23
I.2. MODELADO DE EQUIPOS PF	24
I.2.1. Antecedentes	24
I.2.2. Encuadre del modelo propuesto como herramienta de diseño e ingeniería de equipos PF	26
I.3. OBJETIVOS DEL TRABAJO	27
CAPITULO II. MODELO MATEMÁTICO COMPUTACIONAL DE UN PLASMA FOCUS CON DISCRETIZACIÓN ESPACIAL	28
II.1. DESCRIPCIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO	29
II.1.1. Representación de geometrías mediante discretizaciones espaciales	29
II.1.1.1. De los electrodos y el aislante	29
II.1.1.2. Modelo de la lámina de corriente	31
II.1.1.2.1. Algoritmo de tracking y reestructuración de la lámina de corriente	33
II.1.1.2.1.1. Pérdida de cohesión de la lámina discretizada	33
II.1.1.2.1.2. Inestabilidades geométricas	33
II.1.1.2.1.3. Concavidades en la representación de la lámina	35
II.1.1.2.1.4. Comportamiento de los segmentos que interactúan con los electrodos	37
II.1.2. Spark-Gap y formación de la lámina de corriente	37
II.1.2.1. Modelo de Resistencia Efectiva	38
II.1.2.2. Modelo de Caída de Tensión	38
II.1.3. Ecuaciones del Circuito Eléctrico	39
II.1.3.1. Inductancia Variable en el Cañón de Plasma	40
II.1.4. Balance Energético	41
II.1.5. Espesor de la Lámina de Plasma	42
II.1.6. Producción Neutrónica	43
CAPITULO III. IMPLEMENTACIÓN COMPUTACIONAL	44
III.1. DISEÑO DE LA JERARQUÍA DE CLASES DEL SIMULADOR	44
III.1.1. Representación del dispositivo y de los elementos que lo componen	45
III.2. REPRESENTACIÓN DE LAS ECUACIONES DEL MODELO	46
III.3. IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO DE RESOLUCIÓN DE ECUACIONES	49
III.4. APLICACIONES DESARROLLADAS Y SUS FUNCIONALIDADES	51
III.4.1. Simulador de Dispositivos Plasma Focus: CShock	51
III.4.1.1. Entrada de datos por interfaz usuario	51
III.4.1.2. Entrada de datos mediante archivo	55

III.4.1.3. Salida de datos por interfaz usuario	55
III.4.1.4. Salida de datos mediante archivo	56
III.4.1.5. Otras funcionalidades	56
III.4.2. Editor de Geometrías Plasma Focus	57
III.4.3. Generador Pov-Ray	59
III.5. CONSIDERACIONES NUMÉRICAS	59
III.5.1. Análisis de Convergencia	59
III.5.2. Valores iniciales del simulador y elección del paso de tiempo	62
CAPITULO IV. VALIDACIÓN	63
IV.1. AJUSTE A EXPERIMENTOS SOBRE EL DISPOSITIVO PFII	64
IV.2. AJUSTES SOBRE DATOS DEL DISPOSITIVO GN1	68
IV.2.1. Características del equipo	68
IV.2.2. Mediciones	69
IV.2.3. Ajuste mediante simulaciones	69
IV.3. AJUSTE A EXPERIMENTOS SOBRE EL DISPOSITIVO CCII	71
IV.3.1. Características del Equipo	71
IV.3.2. Comparación y ajuste de resultados	72
IV.3.2.1. Ajuste con modelo de Resistencias Efectivas	73
IV.3.2.1.1. Gas Argón y circuito RLC2	73
IV.3.2.1.2. Gas Nitrógeno y circuito RLC1	74
IV.3.2.1.3. Gas Nitrógeno y circuito RLC2	75
IV.3.2.1.4. Gas Nitrógeno y circuito RLC3	76
IV.3.2.2. Ajuste con modelo de Caída de Tensión	77
IV.3.2.2.1. Gas Nitrógeno y circuitos RLC1 y RLC2	77
IV.3.3. Resultados obtenidos	78
IV.3.4. Análisis de sensibilidad a los parámetros del modelo	80
IV.3.5. Comparación del perfil de la lámina de corriente	83
IV.4. COMPARACIÓN DEL PERFIL DE LA LÁMINA DE CORRIENTE DEL DISPOSITIVO CHILENO LA REINITA	87
IV.5. AJUSTE INDUCTANCIA	90
IV.6. SIMULACIÓN DE UNA GEOMETRÍA NO CONVENCIONAL	92
IV.7. PRODUCCIÓN NEUTRÓNICA	98
CAPITULO V. CONCLUSIONES	101
ANEXO	105
A.1. ARQUITECTURA DSIM	105
A.1.1. Introducción al Modelado y Simulación Computacional	106
A.1.1.1. Ecuaciones Diferenciales y Métodos de Resolución	108
A.1.1.1.1. Solución de una Ecuación Diferencial	110
A.1.1.1.2. Ecuaciones Diferenciales Ordinarias	111
A.1.1.1.3. Método de Euler	112
A.1.1.1.4. Métodos de Runge-Kutta	112
A.1.2. Breve introducción a la orientación a objetos	114
A.1.2.1. Características	115
A.1.2.2. Propiedades	116
A.1.2.2.1. Abstracción	116
A.1.2.2.2. Encapsulamiento	117
A.1.2.2.3. Modularidad	117
A.1.2.2.4. Jerarquía	117
A.1.2.2.5. Polimorfismo	118
A.1.3. Aplicación de la tecnología de objetos al presente trabajo	118
A.1.3.1. Elección del lenguaje de programación	118
A.1.3.2. Las componentes de la arquitectura DSIm	119
A.1.3.2.1. Componente Model	120
A.1.3.2.2. Componente Equations	122
A.1.3.2.3. Componente Implementator	123
A.1.3.2.4. Componente Manager	124
A.2. DIAGRAMA DE CLASES DEL SIMULADOR CSOCK	126
A.3. DESARROLLO DEL MODELO DE PRODUCCIÓN NEUTRÓNICA	129
BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS	132
PUBLICACIONES CON REFERATO	136