

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Motivación	1
1.2. Objetivos	3
1.2.1. Objetivo general	3
1.2.2. Objetivos específicos	3
1.3. Hipótesis	5
1.4. Estructura del documento	5
2. Marco Teórico	6
2.1. Conceptos fundamentales de antenas: Figuras de mérito	6
2.2. Electromagnetismo	7
2.2.1. Polarización en materiales y Radiación	7
2.2.2. Miniaturización de antenas	9
2.2.3. Propagación de ondas en las cercanías de láminas delgadas	10
2.3. Metamateriales	12
2.3.1. Análisis de metamateriales planares	14
2.4. Antenas de banda ancha	19
2.4.1. Monopolos planares	19
2.4.2. Antenas espirales	21
2.5. Arreglos de antenas	24
2.6. Resumen	25
3. Metodología	26
3.1. Método de diseño	26
3.1.1. Antenas de banda ancha elegidas	27
3.1.2. Miniaturización de antenas	28
3.1.3. Plano metamaterial	28
3.1.4. Diseño del arreglo	28
3.2. Simulaciones	29
3.2.1. Alimentación	29
3.2.2. Convergencia	29
3.2.3. Perforaciones para anclar soportes	29
3.2.4. Casos especiales	30
3.2.4.1. Simulación de estructuras periódicas	30
3.2.4.2. Simulación de elementos concentrados	31
3.3. Implementación	31
3.4. Montaje de medición	32

3.4.1.	Medición de los parámetros de <i>Scattering</i> (S_{11} y S_{21})	32
3.4.2.	Medición del patrón de radiación	33
3.5.	Resumen	37
4.	Diseño de las antenas elementales	38
4.1.	Prototipo 1: Antena espiral cargada	38
4.1.1.	Diseño	38
4.1.1.1.	Dibujo de una antena espiral común	38
4.1.1.2.	Miniaturización	40
4.1.1.3.	Alimentación	44
4.1.2.	Simulación	47
4.2.	Prototipos 2 y 3: Monopolos planares	51
4.2.1.	Diseño	52
4.2.1.1.	Adición de agujeros	53
4.2.1.2.	Adición y adelgazado de líneas conductoras	53
4.2.1.3.	Incorporación de líneas de meandro	55
4.2.2.	Simulación	56
4.3.	Conclusiones	62
5.	Diseño del plano conductor magnético artificial	63
5.1.	Requerimiento de ancho de banda	63
5.2.	Diseño y simulaciones	65
5.3.	Conclusiones	72
6.	Diseño de las antenas compuestas	73
6.1.	Integración del MTM en la antena espiral	73
6.2.	Integración del MTM en la antena monopolo tenedor	83
6.3.	Conclusiones	86
7.	Implementación y mediciones	87
7.1.	Antena Espiral	87
7.1.1.	Construcción	87
7.1.2.	Caracterización de la antena individual	89
7.1.3.	Caracterización del arreglo de 2×2	94
7.2.	Monopolos	99
7.3.	Conclusiones	101
8.	Conclusiones y Trabajo futuro	102
	Bibliografía	104
	A. Simulación de celdas unitarias en HFSS	108
	B. Código en Python para las mediciones de patrón de radiación	111