

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Motivación y Antecedentes	1
1.2. Objetivos	3
1.2.1. Objetivo general	3
1.2.2. Objetivos específicos	3
1.3. Estructura de la Memoria	3
2. Marco Teórico y Estado del Arte	4
2.1. Estado del arte	4
2.2. Generalidades de los dispositivos electrónicos	5
2.2.1. Parámetros S	5
2.2.2. Ganancia y pérdida de potencia	6
2.2.3. Pérdidas por desadaptación	6
2.2.4. Pérdidas por inserción	7
2.2.5. Pérdidas de retorno	7
2.2.6. Frecuencia de operación	7
2.3. Antenas	7
2.3.1. Características y parámetros de las antenas	7
2.4. Arreglos de antenas	12
2.5. Líneas de transmisión	13
2.5.1. Líneas <i>microstrip</i>	14
2.5.2. <i>Coplanar waveguide</i>	15
2.5.3. <i>Stripline</i>	15
2.6. Divisor de potencia de Wilkinson	16
2.7. Comunicación	17
2.7.1. Bandas de frecuencia ISM	17
2.7.2. Comunicación SPI	17
2.8. Amplificadores	17
2.8.1. Amplificador de potencia	17
2.8.2. Amplificador de bajo ruido	18
2.9. Ruido	18
2.10. <i>Switch</i>	19
3. Análisis preliminar	20
3.1. Frecuencia de operación	20

3.2.	Tipo de antena	20
3.3.	Material	20
3.4.	Elementos que componen el sistema	21
3.4.1.	Divisor de potencia	22
3.4.2.	Cambiadores de fase (PS)	22
3.4.3.	Amplificadores	23
3.4.4.	<i>Switch</i>	25
3.4.5.	Microcontrolador	25
3.4.6.	Sistema completo resultante	26
4.	Metodología: Arreglo de antenas	27
4.1.	Prueba 1: Comparación de distintas antenas <i>patch</i>	28
4.1.1.	Diseño y simulación	28
4.1.2.	Resultados de las simulaciones	29
4.1.3.	Construcción y medición	30
4.1.4.	Resultados construcción	30
4.2.	Prueba 2: Comparación de distintas antenas <i>patch</i>	31
4.2.1.	Diseño y simulación	31
4.2.2.	Resultados simulaciones	31
4.2.3.	Construcción y medición	31
4.2.4.	Resultados construcción	32
4.3.	Prueba 3: Arreglo de antenas	33
4.3.1.	Diseño y simulación	33
4.3.2.	Resultados simulaciones	34
4.3.3.	Construcción y medición	39
4.3.4.	Resultados construcción	41
4.4.	Prueba 4: Nuevos diseños de antenas y arreglo	44
4.4.1.	Diseño y simulación	44
4.4.2.	Resultados simulaciones	44
4.4.3.	Construcción y medición	45
5.	Metodología: Dispositivos	47
5.1.	Divisor de potencia	47
5.1.1.	Diseño	47
5.1.2.	Simulación	48
5.1.3.	Resultados simulaciones	50
5.1.4.	Diagrama en EAGLE	52
5.2.	Implementación de los cambiadores de fase y microcontrolador	55
5.2.1.	Comunicación serial	55
5.3.	<i>Switch</i>	57
5.4.	Amplificador	57
5.5.	Sistema completo	58
5.5.1.	Cotizaciones	60
6.	Conclusiones	62
	Bibliografía	64

7. Anexo	66
7.1. Anexo 1: Sistema de referencia	66
7.2. Anexo 2: Códigos	67
7.2.1. Cálculo fase (python)	67
7.2.2. Cambiador de fase y Arduino (C++)	69
7.3. Anexo 3: Dimensiones de antenas simuladas en pruebas 1 y 2 (EAGLE) . . .	72
7.3.1. Prueba 1	72
7.3.2. Prueba 2	75
7.4. Anexo 4: Fotos de antenas construidas en pruebas 1 y 2	77
7.4.1. Prueba 1	77
7.4.2. Prueba 2	80
7.5. Anexo 5: Parámetros S de antenas construidas en pruebas 1 y 2	82
7.5.1. Prueba 1	82
7.5.2. Prueba 2	85