

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Motivación	1
1.2. Objetivo general	2
1.3. Objetivos específicos	2
1.4. Estructura de la memoria	2
2. Revisión del estado del arte	4
2.1. Vehículos eléctricos	4
2.1.1. Tipos de vehículos eléctricos	4
2.2. Ondas	5
2.2.1. Interferencia de ondas	7
2.3. Transferencia inalámbrica de energía	7
2.3.1. Métodos de transferencia inalámbrica de energía	8
2.3.2. Beneficios y problemas asociados	9
2.4. Espectro electromagnético	10
2.4.1. Bandas del espectro	11
2.4.2. Bandas ISM	12
2.5. Antenas	12
2.5.1. Tipos de antenas	13
2.5.2. Parámetros fundamentales	14
2.5.3. Arreglos de antenas	15
2.5.4. Campo cercano y lejano	17
2.5.5. Ecuación de transmisión de Friis	18
2.5.6. Amplificadores	19
2.6. Beamforming	19
2.7. Estado del arte	20
2.7.1. Transferencia de energía y beamforming a través de ondas de radio	20
2.7.2. Transferencia de energía y beamforming a través de ondas de sonido	21
3. Implementación	22
3.1. Escenario de trabajo	22
3.2. Interferencia de ondas	24
3.2.1. Simulación base	24
3.2.2. Patrón de radiación	25
3.3. Parámetros de diseño	25
3.3.1. Frecuencia de trabajo	25

3.3.2.	Características de las antenas	26
3.3.3.	Análisis de potencia	26
3.4.	Pruebas de concepto	27
3.4.1.	Parámetros del sistema conceptual	27
3.4.2.	Pruebas con direccionamiento variable	30
4.	Resultados y análisis	32
4.1.	Interferencia de ondas	32
4.2.	Parámetros de diseño	34
4.2.1.	Frecuencia de trabajo	34
4.2.2.	Tipo de antena	36
4.2.3.	Distancia entre antenas	38
4.2.4.	Número de antenas	41
4.2.5.	Análisis de consumo	43
4.3.	Pruebas de concepto	44
4.3.1.	Número de parlantes	44
4.3.2.	Distancia entre parlantes	46
4.3.3.	Reducción de ancho de banda	48
4.3.4.	Direccionamiento de haces	49
4.3.5.	Beamforming en tiempo real	50
5.	Conclusiones	53
5.1.	Trabajo Futuro	54
	Bibliografía	54

Índice de Tablas

2.1. Bandas del espectro electromagnético	10
2.2. Bandas ISM.	12
4.1. Potencia transferible en bandas ISM de baja frecuencia.	36
4.2. Potencia transferible en bandas ISM de alta frecuencia.	36

Índice de Ilustraciones

2.1. Tipos de vehículos eléctricos	5
2.2. Características en tiempo y distancia de una onda sinusoidal.	6
2.3. Comportamiento de una onda esférica en el espacio.	6
2.4. Interferencia constructiva (arriba) y destructiva (abajo).	8
2.5. Carga de batería de celular realizada de forma inalámbrica.	9
2.6. Antena dipolo.	13
2.7. Antena patch.	13
2.8. Patrón de radiación y parámetros asociados.	15
2.9. Arreglo planar de antenas microstrip.	16
2.10. Beamforming producido por un arreglo lineal.	19
3.1. Escenario de trabajo.	23
3.2. Diagrama del escenario de pruebas.	28
3.3. Escenario de pruebas de concepto para mediciones frontales.	29
3.4. Escenario de pruebas de concepto para mediciones posteriores.	30
4.1. Interferencia de ondas de dos antenas.	33
4.2. Ejemplos de interferencias: (a) 4 elementos, (b) 60 grados.	33
4.3. Potencia recibida en el rango de 10 a 60 metros para las bandas ISM.	34
4.4. Potencia transferible por banda ISM.	35
4.5. Patrones individuales de distintos tipos de antenas.	37
4.6. Patrones de radiación según tipo de antenas de un arreglo.	38
4.7. Patrones de radiación a 90 grados, modificando distancia entre elementos.	39
4.8. Patrones de radiación a 30 grados, modificando distancia entre elementos.	40
4.9. Patrones de radiación a 90 grados, modificando número de elementos.	41
4.10. Patrones de radiación a 30 grados, modificando número de elementos.	42
4.11. Patrón de radiación de un parlante.	44
4.12. Patrones de radiación de dos, tres y cuatro parlantes.	45
4.13. Patrones de radiación a 850, 1700 y 3400 Hz.	47
4.14. Patrones de radiación de 1 y 4 elementos.	48
4.15. Patrones de radiación direccionados en 90, 60 y 30 grados.	49
4.16. Sonido grabado en un ángulo de 0 grados.	50
4.17. Sonido grabado en un ángulo de 90 grados.	51
4.18. Beamforming de 0 a 180 grados.	52
4.19. Beamforming de 0 a 90 grados.	52