



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL**

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO ELECTRÓNICO**

PROYECTO TÉCNICO:

**ANÁLISIS, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE
PRÁCTICAS PARA EL USO DE ANTENAS DE LA BANDA C, KU,
VHF Y UHF**

AUTORES:

**FERNANDO DAVID MOLINA MONTES
FRANCISCO GUILLERMO QUIÑONEZ CASTRO**

TUTOR:

ING. PABLO ECHEVERRÍA MSC.

GUAYAQUIL – ECUADOR

2021

Certificado de responsabilidad y autoría del trabajo de titulación

FERNANDO DAVID MOLINA MONTES Y FRANCISCO GUILLERMO QUIÑONEZ CASTRO, en condición de estudiantes de ingeniería electrónica de la Universidad Politécnica Salesiana certifica que los conceptos desarrollados, análisis realizados y las conclusiones del presente proyecto de titulación son de exclusiva responsabilidad de los autores y es propiedad intelectual de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, junio del 2021

(f) 
FERNANDO DAVID MOLINA MONTES
C.I. 0924787203

(f) FRANCISCO QUIÑONEZ
FRANCISCO GUILLERMO QUIÑONEZ CASTRO
C.I. 0930263892

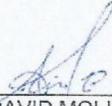
Certificado de cesión de derechos de autores

FERNANDO MOLINA MONTES y con documento de identificación N.º 0924787203 y FRANCISCO GUILLERMO QUIÑONEZ CASTRO con documento de identificación N.º 0930263892, manifiestan la voluntad de ceder a la Universidad Politécnica Salesiana los derechos patrimoniales en calidad de autores del proyecto de titulación titulado ANALISIS, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRÁCTICAS PARA EL USO DE ANTENAS DE LA BANDA C, KU, VHF Y UHF, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de ingeniero electrónico con énfasis en telecomunicaciones, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la ley de propiedad intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada.

En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, junio del 2021

(f) 
FERNANDO DAVID MOLINA MONTES
C.I. 0924787203

(f) FRANCISCO QUIÑONEZ
FRANCISCO GUILLERMO QUIÑONEZ CASTRO
C.I. 0930263892

Certificado de dirección del trabajo de titulación

Por medio de la presente doy a conocer que el proyecto de titulación ANÁLISIS, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRÁCTICAS PARA EL USO DE ANTENAS DE LA BANDA C, KU, VHF Y UHF, presentado por FERNANDO DAVID MOLINA MONTES y FRANCISCO GUILLERMO QUIÑONEZ CASTRO para optar por el título de ingeniero electrónico con énfasis telecomunicaciones, se ajusta a las normas establecidas por la Universidad Politécnica Salesiana, por tanto, autorizo su presentación ante las autoridades pertinentes.

Guayaquil, junio del 2021



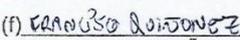
(f) _____
ING. PABLO ECHEVERRÍA MSC.
DIRECTOR DE PROYECTO DE TESIS

Dedicatoria de responsabilidad

FERNANDO DAVID MOLINA MONTES con documento de identificación N.º 0924787203 y FRANCISCO GUILLERMO QUIÑONEZ CASTRO con documento de identificación N.º 0930263892, estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana con sede Guayaquil, se declara que la responsabilidad de contenido de este proyecto de titulación corresponde exclusivamente y es propiedad intelectual de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, junio del 2021

(f) 
FERNANDO DAVID MOLINA MONTES
C.I. 0924787203

(f) 
FRANCISCO GUILLERMO QUIÑONEZ CASTRO
C.I. 0930263892

Agradecimiento

Agradezco por este trabajo al esfuerzo grande e insistencia de mi querida madre al estar ahí empujando siempre enseñándome que lo principal en una persona son sus valores y su conocimiento. A mi padre, que si bien hoy no está conmigo dejó un legado importante en mí el esfuerzo y trabajo duro son ejes para conseguir lo que deseamos. A mi hermano Iván, que muchas veces siendo el mayor de todos mis hermanos me encamino a esta meta y muchas más. A mis hermanas, que con su frase “dale negrito, no te dejes”, seguimos hasta el final. A mi esposa, la paciencia y el tiempo que no le dedique a la familia para lograr este resultado.

FERNANDO MOLINA MONTES

Quiero agradecer en primer lugar a Dios, gracias a él pude culminar una etapa muy complicada y a la vez satisfactoria de mi vida y lograr obtener mi carrera profesional.

Agradezco a mis padres Guillermo Quiñónez y Corina Castro por su apoyo para seguir en este camino, a mis familiares y amigos que me dieron apoyo en este proceso.

Muchas gracias, Norma Gáelas por su apoyo incondicional en todos los sentidos.

FRANCISCO QUIÑÓNEZ CASTRO

Resumen del proyecto

El presente proyecto de investigación tiene como objetivo principal el análisis, diseño e implementación de un banco de prácticas para el uso de antenas de la banda C, Ku, VHF y UHF para el uso práctica en el laboratorio de telecomunicaciones de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil. Con este trabajo de investigación se fortalecerá la práctica en la teoría de antenas, televisión digital y sistemas de radiofrecuencia en los estudiantes de la carrera de ingeniería en telecomunicaciones de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil.

Se desarrollará un banco de diez prácticas de laboratorio las cuales se detallarán a continuación: Introducción de elementos pasivos y parámetros que usan en una antena. Uso de la herramienta de Matlab para el análisis de parámetros y diseño de una antena. Diseño y construcción de antena Monopolo, diagrama de radiación, ganancia, relación señal ruido potencia transmitida, patrón de radiación y tipo de polarización para la transmisión y recepción de una señal. Diseño y construcción de antena dipolo, diagrama de radiación, ganancia, relación señal ruido potencia transmitida, patrón de radiación y tipo de polarización, para la transmisión y recepción de una señal. Diseño y construcción de antena de logarítmica, diagrama de radiación, ganancia, relación señal ruido potencia transmitida patrón de radiación y tipo de polarización para la transmisión y recepción de una señal. Diseño y construcción de una antena Yagi-Uda, diagrama de radiación, ganancia, relación señal ruido potencia transmitida, patrón de radiación y tipo de polarización para la transmisión y recepción de una señal. Diseño y construcción de antena Helicoidal, diagrama de radiación, ganancia, relación señal ruido potencia transmitida, patrón de radiación y tipo de polarización para la transmisión y recepción de una señal. Diseño y construcción de antena Sectorial, diagrama de radiación, ganancia, relación señal ruido potencia transmitida, patrón de radiación y tipo de polarización para la transmisión y recepción de una señal. Introducción y análisis de recepción de señales satelitales, mediante el uso de la herramienta satelital SatLink WS-6933. Diseño y construcción de antena parabólica, diagrama de radiación, ganancia, relación señal ruido potencia transmitida, patrón de radiación y tipo de polarización para la transmisión y recepción de una señal.

Al finalizar la investigación se realizará la entrega de las antenas y equipos adquiridos para las prácticas a la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil. Mediante el desarrollo de esta investigación los estudiantes de la carrera de telecomunicaciones, profesores e investigadores del área de telecomunicaciones se verán beneficiados ya que tendrán a su disposición un manual de diez prácticas y las antenas y equipamiento necesario para desarrollarlas.

Abstract

The main objective of this research project is the analysis, design, and implementation of an internship bank for the use of C-band, Ku, VHF and UHF antennas for practical use in the telecommunications laboratory of the Salesian Polytechnic University headquarters Guayaquil. This research will strengthen practice in antenna theory, digital television, and radio frequency systems in students of the telecommunications engineering career of the Salesian Polytechnic University headquarters Guayaquil.

A bank of ten laboratory practices is developed which are detailed below: Introduction of passive elements and parameters used in an antenna. Use of the MATLAB tool for parameter analysis and antenna design. Monopole antenna design and construction, radiation pattern, gain, signal ratio transmitted power noise, radiation pattern and polarization type for transmitting and receiving a signal. Design and construction of dipole antenna, radiation pattern, gain, signal ratio transmitted power noise, radiation pattern and polarization type, for the transmission and reception of a signal. Design and construction of logarithmic antenna, radiation pattern, gain, signal ratio noise transmitted radiation pattern and type of polarization for the transmission and reception of a signal. Design and construction of a Yagi-Uda antenna, radiation pattern, gain, signal ratio transmitted power noise, radiation pattern and polarization type for the transmission and reception of a signal. Design and construction of helical antenna, radiation pattern, gain, signal ratio transmitted power noise, radiation pattern and type of polarization for the transmission and reception of a signal. Sector antenna design and construction, radiation pattern, gain, signal ratio transmitted power noise, radiation pattern and polarization type for transmitting and receiving a signal. Introduction and analysis of receiving satellite signals, by using the satellite tool WS-6933 SatLink. Design and construction of satellite dish, radiation pattern, gain, signal ratio transmitted power noise, radiation pattern and type of polarization for the transmission and reception of a signal.

At the end of the research, the antennas and equipment acquired for the internship will be delivered to the Salesian Polytechnic University headquarters Guayaquil. Through the development of this research, students in the telecommunications career, teachers and researchers in the telecommunications area will benefit as they will have at their disposal a manual of ten practices and the antennas and equipment necessary to develop them.

Índice general

Certificado de responsabilidad y autoría del trabajo de titulación	¡Error!	Marcador no definido.
Certificado de cesión de derechos de autores	II	
Certificado de dirección del trabajo de titulación.....	III	
Dedicatoria de responsabilidad	IV	
Agradecimiento	VI	
Resumen del proyecto	VII	
Abstract	VIII	
Índice general.....	IX	
Índice de figuras.....	XI	
Índice de tablas	XII	
Introducción.....	XIII	
1. El problema	1	
1.1. Descripción del problema.....	1	
1.2. Antecedentes.....	1	
1.3. Importancia y alcance	1	
1.4. Delimitación	2	
1.4.1. Delimitación temporal	2	
1.4.2. Delimitación espacial	2	
1.4.3. Delimitación académica	2	
1.5. Objetivos de la investigación.....	2	
1.5.1. Objetivo general	2	
1.5.2. Objetivos específicos	2	
2. Fundamentos teóricos	3	
2.1. +Concepto básico de las antenas.....	3	
2.2. Parámetros de cálculo en las antenas.....	4	
2.2.1. Densidad de potencia radiada	4	
2.2.2. Directividad.....	5	
2.2.3. Ganancia	6	
2.2.4. Polarización.....	7	
2.2.5. Impedancia.....	9	
2.2.6. Adaptación	9	
2.2.7. Área y longitud efectivas.....	10	
2.3. Patrones de radiación de las antenas: azimut y elevación	10	
2.3.1. Azimut.....	11	
2.3.2. Cálculo del azimut.....	12	
2.3.3. Elevación	13	
2.3.4. Cálculo de elevación	14	
2.4. Radioenlace por microondas	15	
2.4.1. Transmisión de microondas.....	16	
2.4.2. Refracción	16	
2.4.3. Reflexión	17	
2.5. Espectro radioeléctrico.....	17	
2.6. División del espectro radioeléctrico	19	
2.7. Banda 4 VLF.....	22	
2.8. Banda 5 LF	22	

2.8.1.	Banda 6 MF.....	22
2.8.2.	Banda 7 HF.....	22
2.8.3.	Banda 8 VHF.....	23
2.8.4.	Normas generales de la banda VHF.....	23
2.8.5.	VHF(Muy altas frecuencias).....	23
2.8.6.	Sistemas que funcionan en VHF.....	24
2.8.7.	Banda 9 UHF.....	24
2.8.8.	Normas generales de la banda UHF.....	25
2.8.9.	UHF (Ultra alta frecuencias).....	26
2.8.10.	Sistemas que funcionan en UHF.....	26
2.8.11.	Banda 10 SHF.....	26
2.8.12.	Banda 11 EHF.....	27
2.8.13.	Banda C.....	27
2.8.14.	Banda KU.....	27
2.9.	Radiocomunicación.....	27
2.10.	Tipos de antenas.....	28
2.10.1.	Antena monopolo.....	28
2.10.2.	Antena dipolo.....	30
2.10.3.	Antena log periódica.....	31
2.10.4.	Antena Yagi Uda.....	32
2.10.5.	Antena helicoidal.....	35
2.10.6.	Antena sectorial.....	36
2.10.7.	Antena parabólica offset.....	38
2.11.	Construcción de antenas.....	40
2.11.1.	Elementos pasivos de las antenas.....	41
2.12.	Matlab.....	43
2.12.1.	Características.....	44
2.12.2.	Entorno de Matlab.....	44
2.12.3.	Cajas de herramientas y paquetes de bloques.....	45
2.13.	Matlab Antenna Toolbox.....	45
2.13.1.	Diseño de antena.....	46
2.14.	SatLink WS-6980.....	47
3.	Marco metodológico.....	48
3.1.	Tipo de investigación.....	48
3.2.	Metodología del trabajo.....	48
3.3.	Título de la propuesta.....	49
3.4.	Justificación.....	49
3.5.	Beneficiarios de la propuesta.....	50
3.6.	Propuesta de solución.....	50
4.	Análisis de resultados.....	56
4.1.	Práctica #1: Introducción de elementos pasivos y parámetros que usan en una antena.....	56
4.2.	Práctica #2 Uso de la herramienta de matlab para el estudio de parámetros y diseño de una antena.....	56
4.3.	Práctica # 3: Diseño y construcción de antena monopolo, diagrama de radiación, ganancia, relación señal ruido potencia transmitida, patrón de radiación y tipo de polarización para la trasmisión y recepción de una señal.....	56
4.4.	Práctica #4: Diseño y construcción de antena dipolo, diagrama de radiación, ganancia, relación señal ruido potencia transmitida, patrón de radiación y tipo de polarización, para la transmisión y recepción de una señal.....	57
4.5.	Práctica #5: Diseño y construcción de antena de logarítmica, diagrama de	

radiación, ganancia, relación señal ruido potencia transmitida patrón de radiación y tipo de polarización para la transmisión y recepción de una señal.....	57
4.6. Práctica #6: Diseño y construcción de una antena yagui-uda, diagrama de radiación, ganancia, relación señal ruido potencia transmitida, patrón de radiación y tipo de polarización para la transmisión y recepción de una señal.....	57
4.7. Práctica #7: Diseño y construcción de antena helicoidal, diagrama de radiación, ganancia, relación señal ruido potencia transmitida, patrón de radiación y tipo de polarización para la transmisión y recepción de una señal.....	57
4.8. Práctica #8: Diseño y construcción de antena sectorial, diagrama de radiación, ganancia, relación señal ruido potencia transmitida, patrón de radiación y tipo de polarización para la transmisión y recepción de una señal.....	58
4.9. Práctica #9: Introducción y análisis de recepción de señales satelitales, mediante el uso de la herramienta satelital ws-6933 SatLink.....	58
4.10. Práctica #10: Diseño y construcción de antena parabólica, diagrama de radiación, ganancia, relación señal ruido potencia transmitida, patrón de radiación y tipo de polarización para la transmisión y recepción de una señal.....	58
5. Conclusiones.....	59
6. Recomendaciones	61
Bibliografía	62
Anexos.....	65

Índice de figuras

Figura 2.1 Antenas definición y tipos.....	3
Figura 2.2 Radiación de una línea de transmisión.....	4
Figura 2.3 Tipos de polarización de una antena	7
Figura 2.4 Patrones de radiación. a) Patrón de elevación; b) Patrón de azimut; c) Representación tridimensional de la radiación de una antena	11
Figura 2.5 Azimut	11
Figura 2.6 Demostración de azimut.....	12
Figura 2.7 Elevación de la antena	13
Figura 2.8 Cálculo de elevación	14
Figura 2.9 90° elevación	15
Figura 2.10 Ángulo "off-set"	15
Figura 2.11 Refracción.....	16
Figura 2.12 Reflexión en el terreno	17
Figura 2.13 Espectro radioeléctrico	18
Figura 2.14 Espectro de radio frecuencia (RF)	20
Figura 2.15 Múltiplos para las frecuencias de radio.....	20
Figura 2.16 Transceptores VHF de banda aérea.....	24
Figura 2.17 UHF.....	25
Figura 2.18 Antena monopolo	28
Figura 2.19 Antena monopolo alimentándose con cable coaxial	29
Figura 2.20 Características de antena monopolo	30
Figura 2.21 Antena dipolo.....	30
Figura 2.22 Antena dipolo.....	31
Figura 2.23 Antena log periódica.....	32
Figura 2.24 Antena direccional creada por el Dr. Hidetsugu Yagi y Dr. Shintaro Uda.	33

Figura 2.25 Antena Yagi-Uda	34
Figura 2.26 Generalidades de la antena sectorial	37
Figura 2.27 Antena sectorial.....	38
Figura 2.28 Antena parabólica offset.....	39
Figura 2.29 Construcción de antenas.....	41
Figura 2.30 Matlab	43
Figura 2.31 Catálogo de antenas	46
Figura 2.32 SatLink WS-6980.....	47
Figura 3.1 Banco de pruebas de antenas para el laboratorio de telecomunicaciones	51

Índice de tablas

Tabla 2.1 Banda de frecuencia y longitud de onda.....	19
Tabla 2.2 División del espectro radioeléctrico.....	21
Tabla 2.3 Características de antena log periódica.....	32
Tabla 2.4 Caja de herramientas MATLAB.....	45

Introducción

Ha pasado más de medio siglo desde que la llegada de la televisión revolucionó el mundo como una nueva forma de comunicación, entretenimiento y educación, pero incluso a lo largo de los años la televisión ha experimentado muchos cambios desde sus inicios como un sistema monocromático y luego pasó al sistema de color (tanto como sistemas analógicos) para lograr el sistema digital actual.

Estos cambios también afectaron a la tecnología que admite la emisión de señales de televisión. En el pasado, las señales de televisión por satélite eran analógicas, por ejemplo, y tenían que ocupar todo un transpondedor para ser transmitidas. Con la introducción de la digitalización y la compresión de imágenes, sin embargo, es posible optimizar tanto los recursos del satélite que actualmente muchas señales de televisión se envían en un solo transpondedor y también para enviar otro tipo de servicio como internet y servicios de banda ancha.

La tendencia actual en el mundo es la provisión de servicios de televisión totalmente digitales, con el acceso a tecnologías como la fibra óptica y las redes por cable, hoy en día muchos de estos servicios de televisión en alta definición se ofrecen a través de tecnologías de banda ancha.

Sin embargo, en el Ecuador la transmisión de la televisión digital terrestre de alta definición ha venido incursionándose desde hace pocos años con la implementación del standard de televisión digital ISDB-t, sin embargo, el apagón analógico aún no se realiza a nivel nacional más aun por el tema de la pandemia, se ha postergado, por tal motivo se tiene en la actualidad los dos servicios de televisión activos tanto televisión de canales nacionales en HD como en SD.

La demanda de profesionales en el campo de la televisión digital terrestre con conocimientos de radiofrecuencias y antenas ha sido considerable, teniendo en cuenta que muchas de las empresas de telecomunicaciones brindan servicios de televisión por distintos medios como los enlaces satelitales, redes HFC y redes inalámbricas.

Este proyecto se justifica porque a medida que avanza la ciencia y la tecnología en el campo de la televisión digital y los servicios de transmisión por radiofrecuencia, se requiere de profesionales mejor capacitados en la práctica mediante herramientas y equipos de laboratorio como antenas que permitan fundamentar la teoría de antenas y la radiofrecuencia a través de la experimentación. Por tal motivo se propone mediante este trabajo de investigación el análisis, diseño e implementación de un banco de prácticas para el uso de antenas de la banda C, Ku, VHF y UHF para el uso en el laboratorio de telecomunicaciones de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil.

1. El problema

1.1. Descripción del problema

En la actualidad todas las empresas, pequeños negocios y residencias tiene la necesidad de tener antenas para el sistema de comunicación, por lo cual existen diversas aplicaciones según la frecuencia y la necesidad. El auge de la comunicación inalámbrica tiene como principal elemento la antena por lo cual se hace necesario comprender el funcionamiento adecuado, el conocimiento teórico es estudiado en el aula, pero hace falta desarrollar las habilidades prácticas desde lo más elemental como es conocer los elementos pasivos hasta poder construir una antena.

La Universidad Politécnica Salesiana cuenta con diversos laboratorios tecnológicos, pero no con un laboratorio de antenas en la cual se puede desarrollar las habilidades prácticas necesarias en el campo profesional y laboral, e implementar lo aprendido en el aula de clase.

1.2. Antecedentes

En este proyecto se diseña e implementa un banco de pruebas para el uso de antenas de la banda C, Ku, VHF y UHF y el diseño de diez prácticas de laboratorio basadas en el banco de pruebas implementado para aprender sin conocimientos de tecnologías de telecomunicaciones de libre uso, este modelo de competencia en telecomunicaciones está sectorizado o adaptado para los estudiantes de la UPS.

De esta forma, este proyecto está dirigido a estudiantes en general que quieran acceder a este tipo de contenidos, incluidos aquellos que no tienen conocimientos o habilidades en el campo de las TIC, lo que impone restricciones mínimas a la aplicación de las prácticas aquí descritas y crea un gran efecto social al permitir el libre acceso al uso de estas herramientas de alfabetización tecnológica, aumentando así el número de herramientas actualmente disponibles, particularmente a través de medidas de telecomunicaciones que resalten su importancia y funciones en el entorno tecnológico que nos rodea e involucren a toda la población en general que no podemos ser indiferentes, y con la aplicación del proyecto desarrollado se busca una oportunidad para aplicar y transmitir los conocimientos desarrollados y adquiridos.

1.3. Importancia y alcance

Los principales beneficiarios de este proyecto serán los alumnos y docentes de la carrera de ingeniera en telecomunicaciones de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil. Al diseñar este banco de prácticas se podrá aumentar la cantidad de antenas enfocados a prácticas estudiantiles basados en antena en el laboratorio de telecomunicaciones de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil.

El aspecto que se considera más relevante del proyecto de titulación es el fortalecer el proceso de enseñanza de los estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana

de la carrera de telecomunicaciones a través de la implementación del módulo de prácticas.

1.4. Delimitación

1.4.1. Delimitación temporal

El periodo para el diseño del banco de prácticas y la elaboración de las actividades, junto con el desarrollo de la investigación será de “6” meses, mismos que duran el proceso de titulación, se tiene previsto terminar la investigación a finales del mes de marzo 2021.

1.4.2. Delimitación espacial

La investigación se llevará a cabo en el domicilio del egresado Francisco Quiñonez, posterior a las pruebas y demostraciones, las antenas y el equipamiento adquirido serán entregados al laboratorio de telecomunicaciones de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil.

1.4.3. Delimitación académica

Con esta investigación se estima mejorar la formación académica de los estudiantes en las diferentes asignaturas como Redes de comunicaciones, Teoría Electromagnética, Propagación de señales, Antenas y Medios de comunicación de la carrera de ingeniería en telecomunicaciones, con el objetivo de desarrollar un mejor perfil profesional que contribuya a la sociedad en la que preste sus servicios como ingenieros electrónicos.

1.5. Objetivos de la investigación

1.5.1. Objetivo general

Analizar, diseñar e implementar un banco de prácticas para el uso de antenas de la banda C, KU, VHF y UHF.

1.5.2. Objetivos específicos

- Conocer los diferentes tipos de materiales y elementos que se usan en las comunicaciones inalámbricas.
- Diseñar y emular los diferentes tipos de antenas mediante el uso de la herramienta Matlab.
- Desarrollar diez prácticas para el diseño e implementación de un banco de prácticas.

2. Fundamentos teóricos

2.1. Concepto básico de las antenas

Una antena es un instrumento de metal que puede irradiar y admitir ondas electromagnéticas desde el espacio. En los circuitos de radiotransmisores y radiorreceptores, se generan corrientes y voltajes de alta frecuencia, y las ondas electromagnéticas están relacionadas con ellos. Para desplazarse por toda la zona de cobertura, estas señales electromagnéticas primero se adaptarán al espacio. Esta es la principal función de la antena: adaptarse en los campos de atracción magnética que existen en los diferentes tipos de conductores. Por consiguiente, diseñamos una antena el cual se convierte en un instrumento que se encarga de transformar las ondas electromagnéticas "conducidas" por las guías de ondas o línea de transmisión y se propagan libremente por el todo espacio.

Se considera que la antena es la interfaz que existe entre la línea de transmisión y el espacio libre. Aunque la línea no irradia energía al espacio como tal, en cambio la antena sí irradia energía, siendo esta es la diferencia entre ellas. Según la función de la antena, su dimensión estará relacionado con los grupos de frecuencias a captar una señal o transmitir dicha señal.

Una de las características de la antena es que se utiliza para irradiar ondas electromagnéticas que viajan a través del espacio, el cual asume el papel de la antena emisora o transmisora, también cuando se usen para interceptar o capturar las ondas estas se propagan en el espacio con el fin de conviértelas en energía útil, y se puede usar como receptor, actuando como una antena receptora. Este se convierte en un puente tanto entre la fuente de energía y el espacio libre (antena transmisora), y el puente que existe entre el espacio y el radiador de potencia (antena receptora). (Monachesi et al., 2021)



Figura 2.1 Antenas definición y tipos
Fuente: (Tica970322.blogspot.com, 2017)

Se utilizan en radios, televisores, teléfonos móviles, enrutadores inalámbricos, controles remotos, etc., a veces visibles dentro del propio dispositivo y a veces ocultos dentro del mecanismo del equipo electrónico.

Un elemento radiante (también conocidos como dipolo, bocina o cualquier otro) puede capturar simultáneamente energía que llega al receptor después de haber sido adecuadamente amplificada y puede procesarse para su uso.

Por lo tanto, en la punta de transmisión que existe en el sistema de radiocomunicaciones, la antena es capaz de transforme le energía eléctrica que navega por las diferentes líneas de transmisión, en ondas electromagnéticas que viajan a través en el espacio. En la punta del receptor, la antena puede convierte las ondas electromagnéticas en el espacio para energía eléctrica que existe en la línea de transmisión.

La actividad que realiza la antena se puede exponer mediante la figura 2.2 que tenemos a continuación de ondas estacionarias en una línea transmisora.

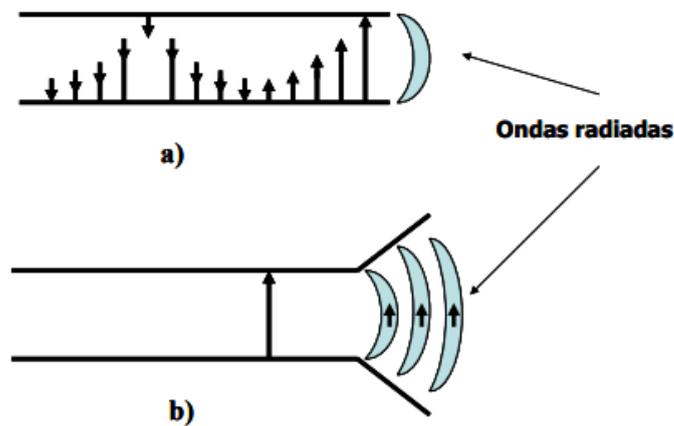


Figura 2.2 Radiación de una línea de transmisión
a) Radiación de una línea transmisión; b) Conductores divergentes
Fuente: (Huidobro, 2021)

La línea de transmisión finaliza con un circuito abierto, el cual se puede interpretar como una interrupción repentina de tensión incidente o de la onda de intensidad. La alteración de fase hará que se irradie cierta tensión incidente sin que se refleje en la fuente de alimentación. La potencia radiada se difunde desde la antena en forma de ondas transversales. La eficiencia de la radiación es la conexión que existe entre la energía radiante y la energía reflejada.(Huidobro, 2021)

2.2. Parámetros de cálculo en las antenas

2.2.1. Densidad de potencia radiada

La concentración de potencia radiante se establece de forma que la potencia por unidad de área en una dirección determinada. La unidad es vatios / metro cuadrado. Se puede estimar a partir del valor RMS del campo como

$$\vec{P}(\theta, \phi) = Re(\vec{E} \times \vec{H}^2)$$

El nexo entre el módulo de campo eléctrico y el módulo de campo magnético es la impedancia particularidad del medio.

$$\frac{|\vec{E}|}{|\vec{H}|} \eta$$

Entonces, la concentración de potencia de radiación también se logra estimar basándose en los dos componentes del campo eléctrico.

$$\vec{P}(\theta, \phi) = \frac{E_{\theta}^2 + E_{\phi}^2}{\eta}$$

La potencia radiada total se logra alcanzar como la integral de la densidad de potencia en la esfera que rodea la antena

$$W_r = \iint \vec{P}(\theta, \phi) \cdot \vec{ds}$$

La intensidad de la radiación es la potencia radiada por unidad de ángulo sólido en una dirección determinada. La unidad es vatios por radianes estereo. Este parámetro no tiene nada que ver con la distancia a la antena transmisora.

La relación entre la intensidad de la radiación y la densidad de potencia a irradiar es

$$K(\theta, \phi) = P(\theta, \phi)r^2$$

La potencia de radiación total se puede calcular integrando la intensidad de la radiación en cada dirección del espacio.(Upv.es, 2021)

$$W_r = \iint K(\theta, \phi)d\Omega = \iint K(\theta, \phi) \sin(\theta) d\theta d\phi$$

2.2.2. Directividad

La directividad de una antena se establece como la relación entre la densidad de potencia radiada a una distancia en una dirección y la densidad de potencia radiada por una antena isotrópica a una exacta distancia con la misma potencia total radiada.

$$D(\theta, \phi) = \frac{P(\theta, \phi)}{\frac{W_t}{4\pi r^2}}$$

Si no puntualizamos la dirección angular, debe entenderse que la directividad se relaciona a la dirección de máxima radiación.

$$D = \frac{P_{max}}{\frac{W_t}{4\pi r^2}}$$

Por lo general, la directividad se consigue obtener a partir del patrón de radiación de la antena.

$$D = \frac{P_{max}}{\frac{\iint P(\theta, \phi) \sin(\theta) d\theta d\phi}{4\pi r^2}}$$

Simplificando los términos, obtenemos lo siguiente.

$$D = \frac{4\pi}{\iint \frac{P(\theta, \phi)}{P_{max}} \sin(\theta) d\theta d\phi} = \frac{4\pi}{\Omega_e}$$

Ω_e es definido como el ángulo sólido equivalente.

Para antenas direccionales con un solo lóbulo principal y lóbulos secundarios insignificantes, se logra obtener directividad considerando aproximadamente que, en los dos planos principales del patrón de radiación, se generará radiación uniforme en el ángulo sólido definido por el ancho del haz de -3dB . (Upv.es, 2021)

$$D = \frac{4\pi}{\Omega_e} = \frac{4\pi}{\theta_1 \theta_2}$$

2.2.3. Ganancia

La ganancia de una antena se conceptualiza como el vínculo entre la densidad de potencia radiada en una dirección y la densidad de potencia radiada por una antena isotrópica a una distancia igual a la potencia entregada a la antena.

$$G(\theta, \phi) = \frac{P(\theta, \phi)}{\frac{W_e}{4\pi r^2}}$$

Si no precisamos la dirección angular, debe entenderse que la ganancia se asocia a la dirección de máxima radiación.

$$G = \frac{P_{max}}{\frac{w_e}{4\pi r^2}}$$

En la definición de directividad, estamos hablando de Antena, y la definición de ganancia se refiere a la potencia transferida a la antena. La desigualdad entre las dos potencias es la potencia disipada por la antena debido a las pérdidas óhmicas.

La eficiencia se logra definir como el vínculo entre la potencia radiada por una antena y la potencia que se le entrega. La eficiencia es un número entre 0 y 1.

El vínculo entre ganancia y directividad es eficiencia.

$$G(\theta, \phi) = D(\theta, \phi)\eta$$

En caso de la antena no presenta pérdida óhmica, la directividad y la ganancia son las mismas.

2.2.4. Polarización

La polarización de la antena solo se define a la dirección del campo eléctrico irradiado desde la antena. La antena logra tener polarización lineal, elíptica o circular. Cuando la dirección del campo eléctrico de la antena es lineal, es decir, cuando solo posee componentes de campo eléctrico horizontal o vertical, se define como polarización horizontal o vertical, respectivamente. (Alonso Del Castillo, 2021)

A continuación, tenemos las siguientes formas de polarización:

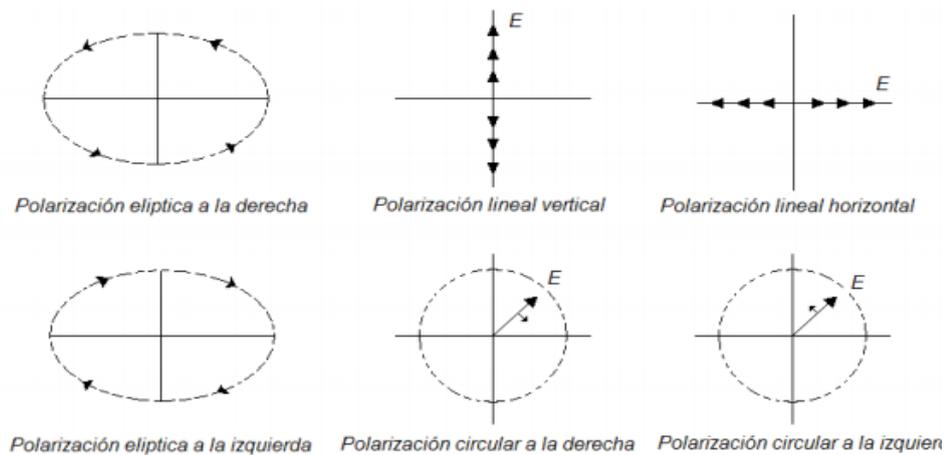


Figura 2.3 Tipos de polarización de una antena
Fuente: (Alonso Del Castillo, 2021)

La polarización de una antena es la polarización de las ondas radiadas por la antena en una dirección determinada.

La polarización de una señal es una figura geométrica determinada por el final de un vector, que representa una función del campo eléctrico en un lugar determinado. Para ondas con cambios sinusoidales, el patrón suele ser elíptico. Si el gráfico dibujado es una línea, la onda se llama círculo de polarización circular, si es un círculo de polarización circular.

En una onda que se separa de la mirada del espectador, la dirección de rotación del campo eléctrico decide si la onda está polarizada hacia el círculo derecho o hacia el círculo izquierdo. Si el sentido de rotación coincide con el sentido horario del reloj, la polarización está rodeada por un círculo a la derecha. Si el sentido de rotación es en sentido anti horario, la polarización es circular hacia la izquierda. La misma convención se aplica a las ondas polarizadas elípticamente.

El vínculo axial de la onda polarizada elípticamente se define como el vínculo entre el eje largo y el eje corto de la elipse de polarización. El vínculo axial toma un valor entre 1 e infinito.

Los campos se consiguen expresar en notación fasorial. Para determinar el cambio de hora, es suficiente determinar el valor real de cada componente. El siguiente ejemplo se aplica a ondas planas que se difunden en la dirección del eje z.

La siguiente expresión representa el campo linealmente polarizado

$$\vec{E} = \hat{x}e^{j(\omega t - kz)}$$

$$\vec{E} = (\hat{x} + 0.5\hat{y})e^{j(\omega t - kz)}$$

La siguiente expresión representa el campo polarizado circularmente, el primero está a la izquierda y el segundo está a la derecha

$$\vec{E} = (\hat{x} + j\hat{y})e^{j(\omega t - kz)}$$

$$\vec{E} = (\hat{x} - j\hat{y})e^{j(\omega t - kz)}$$

Finalmente, el siguiente ejemplo corresponde a la polarización elíptica

$$\vec{E} = (2\hat{x} + j\hat{y})e^{j(\omega t - kz)}$$

$$\vec{E} = ((1 + j)\hat{x} - j\hat{y})e^{j(\omega t - kz)}$$

En el momento que las fases de los dos elementos ortogonales del campo eléctrico divergen en un múltiplo entero de π radianes, se crea una polarización lineal. En caso de que las amplitudes son iguales y la diferencia de fase entre los componentes es $\pi/2$ o $3\pi/2$, se producirá una polarización circular. En otros casos, la polarización es elíptica. (Upv.es, 2021)

2.2.5. Impedancia

La impedancia de la antena se define como el vínculo entre el voltaje y la corriente en la entrada de la antena. Dicha impedancia suele ser muy complicada. La parte real se llama resistencia de la antena y la parte imaginaria se llama reactancia de la antena.

$$Z_i = \frac{V_i}{I_i} = R_a + jX_a =$$

La resistencia a la radiación se establece como el cuadrado de la relación entre la potencia total radiada por la antena y el valor efectivo de la corriente en su terminal de entrada.

Se define la resistencia óhmica de una antena como la relación entre la potencia disipada por efecto de pérdidas resistivas y la corriente en sus terminales al cuadrado.

Por consiguiente, la resistencia de la antena se puede observar como la adición de la resistencia a la radiación y la resistencia óhmica.

$$Z_i = \frac{V_i}{I_i} = R_a + jX_a = (R_r + R_\Omega) + jX_a + j$$

Disponiendo en cuenta que esta es la relación entre la potencia de radiación total y la potencia entregada a la antena, la eficiencia de la antena se logra alcanzar a medida de la resistencia a la radiación y la resistencia óhmica. (Upv.es, 2021)

$$\eta = \frac{W_t}{W_e} = \frac{W_t}{W_t + R_\Omega} = \frac{I^2 R_r}{I^2 (R_r + R_\Omega)} = \frac{R_r}{R_r + R_\Omega}$$

2.2.6. Adaptación

La antena receptora tiene el circuito equivalente de Thevenin con impedancia de antena y generador de voltaje. Cuando las dos impedancias son complejas conjugadas, la entrega de energía entre la antena y la carga es máxima.

$$W_r^m = \frac{|V_a|^2}{4R_a}$$

Generalmente, si no hay coincidencia, la energía recibida por la carga $R_L + jX_L$ acoplada a la antena con impedancia $R_a + jX_a$ se logra estimar como:

$$W_r = \frac{|V_a|^2 R_L}{(R_a + R_L)^2 + (X_a + X_L)^2}$$

El coeficiente adaptativo se especifica como el vínculo entre la energía recibida y la energía recibida en el caso de la máxima transmisión de potencia. Su rango de valores es de 0 a 1. (Upv.es, 2021)

$$C_a = \frac{W_r}{W_r^m} = \frac{4R_a R_L}{(R_a + R_L)^2 + (X_a + X_L)^2}$$

2.2.7. Área y longitud efectivas

El área efectiva se establece del vínculo entre la energía recibida en la antena y la densidad de la energía incidente. La antena debe adaptarse a la carga para maximizar la potencia transmitida. La onda recibida debe adaptarse en la dirección de polarización a la antena.

$$A_{ef} = \frac{W_r}{P_i}$$

La distancia efectiva de una antena polarizada linealmente se establece como el vínculo del voltaje inducido en la antena del circuito. (Upv.es, 2021)

$$I_{ef} = \frac{V_a}{E_i}$$

2.3. Patrones de radiación de las antenas: azimut y elevación

El modelo de radiación de una antena es una conceptualización gráfica tridimensional de la potencia radiada que cambia con el sentido. El patrón de radiación generalmente se expresa de dos maneras y son el patrón de elevación y el patrón de azimut.

El patrón de incremento es un gráfico de la potencia radiada por la antena vista desde arriba. El diagrama de azimut es un gráfico de la potencia radiante observada

claramente desde el contorno. Al unir las dos imágenes, podemos mostrar cómo se irradia realmente la energía desde una perspectiva tridimensional.(Alonso Del Castillo, 2021). En la figura 2.4 se muestra la representación gráfica de estos patrones:

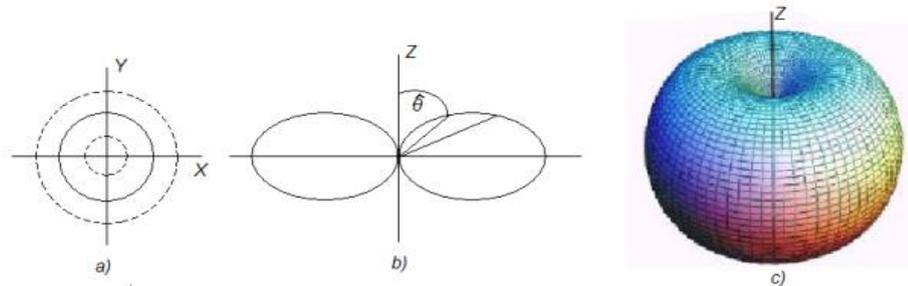


Figura 2.4 Patrones de radiación. a) Patrón de elevación; b) Patrón de azimut; c) Representación tridimensional de la radiación de una antena
Fuente: (Alonso Del Castillo, 2021)

2.3.1. Azimut

El ángulo azimutal de la línea equivale al ángulo horizontal proporcionado en la dirección de las agujas del reloj desde el meridiano. Generalmente se suele medir el acimut desde el norte (puede ser tanto real, como magnético o arbitrario), pero también se usa a veces el sur. El ángulo de azimut tiene una variación entre 0° a 360° y no suele necesitar la indicación del cuadrante que ocupa la línea observada.(Doblevia.wordpress.com, 2021).

El azimut constituye a un ángulo horizontal el cual rotar el eje que existe en la antena, que comienza en el polo norte geográficamente ubicado en la tierra hasta poder encontrar el satélite correspondiente. También se suele indicar el ángulo con relación al polo sur geográfico.(Sites.google.com, 2021a)



Figura 2.5 Azimut
Fuente: (Sites.google.com, 2021a)

Tenemos que:

- El Azimut es cero cuando la parábola está hacia el Sur.
- El Azimut es positivo cuando la parábola está hacia el Este (izq.).
- El Azimut es negativo cuando la parábola está hacia el Oeste (dcha.).

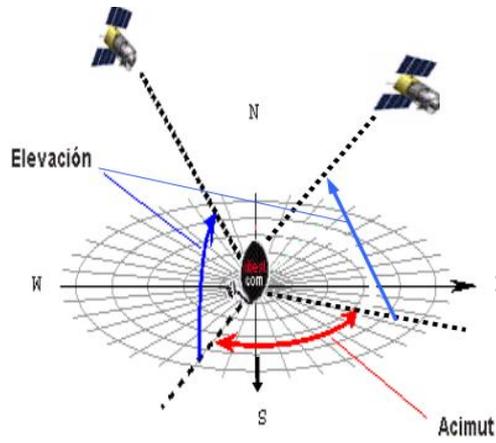


Figura 2.6 Demostración de azimut
Fuente: (Serbal.pntic.mec.es, 2021)

2.3.2. Cálculo del azimut

El valor de azimut viene dado por la siguiente expresión:

- **Azimut respecto al sur**

$$Azimut(Sur) = arctg \frac{tg\phi}{sen\theta}$$

- **Azimut respecto al norte**

$$Azimut(Norte) = 180^{\circ} + arctg \frac{tg\phi}{sen\theta}$$

Donde:

- ϕ Es la diferencia entre la distancia del posicionamiento de la antena de recepción y la distancia del satélite:

$$\phi = Lon_{ciudad} - Lon_{sat}$$

- Θ Es la latitud del lugar donde está colocada la antena receptora.

En cada caso, el ángulo obtenido se referirá a las coordenadas correspondientes (norte o sur). Al referirnos al sur, podemos obtener valores positivos o negativos, considerando el primer valor en sentido horario y el valor negativo en sentido antihorario.

El Azimut calculado se medirá con una brújula, que apunta al norte magnético, por lo que es necesario corregir su valor sumando la declinación magnética de la ubicación. (lkastaroak.ulhi.net, 2021)

$$Azimut_{orientacion} = Azimut + \delta$$

2.3.3. Elevación

Es la inclinación o distancia angular de la antena relativa al suelo o relativa al observador medida en un plano vertical. Si la antena transmisora o receptora apunta hacia abajo, se denomina ángulo de inclinación; de lo contrario, se denomina ángulo de elevación.

En el caso de implementar un radioenlace, es necesario realizar una simulación de este con los datos correspondientes y con las correctas coordenadas con el fin de llevar al escenario real para que, en la implementación, no perder tiempo tratando de alinear hasta que la señal alcance lo mejor. (Redes, 2017)

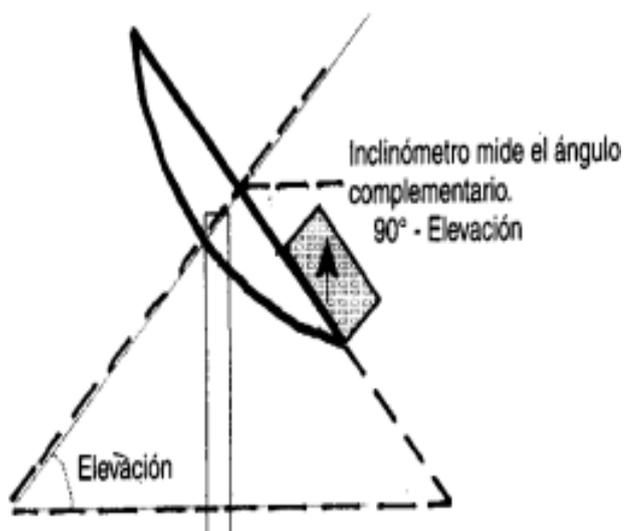


Figura 2.7 Elevación de la antena
Fuente: (Serbal.pntic.mec.es, 2021)

2.3.4. Cálculo de elevación

Por lo tanto, será dicho ángulo el que deberá poseer el eje de la parabólica para tener una orientación correcta hacia el satélite.

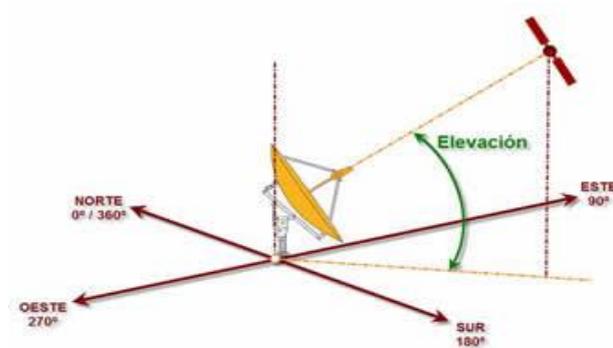


Figura 2.8 Cálculo de elevación
Fuente: (Ikastaroak.ulhi.net, 2021)

Para calcular la elevación, se usa la siguiente expresión:

$$Elevación = \arctg \frac{\cos\beta - 0.15127}{\text{sen}\beta}$$

Siendo β :

$$\beta = \arccos (\cos\phi . \cos\theta)$$

Al orientar una parabola, dado que su eje es imaginario, como se describe en la última parte, el borde del reflector se puede utilizar como referencia, y el borde del reflector forma un ángulo de 90 ° con respecto al eje. (Ikastaroak.ulhi.net, 2021) De esta forma, el ángulo en el que se inclina la parabola será el complemento del ángulo calculado:

$$Ec = 90^0 - Elevacion$$

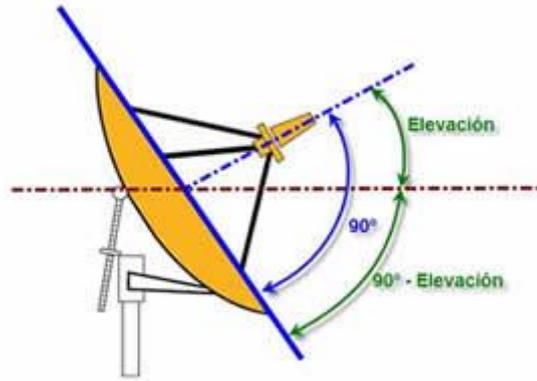


Figura 2.9 90° elevación
Fuente: (Ikastaroak.ulhi.net, 2021)

La expresión anterior se refiere a un plato parabólico con un foco central. Para la dirección de la antena "offset", es fundamental modificar el ángulo de elevación calculado "EC" y agregarle un ángulo que define el paraboloide "offset", que suele ser 26, 6°. (Ikastaroak.ulhi.net, 2021)

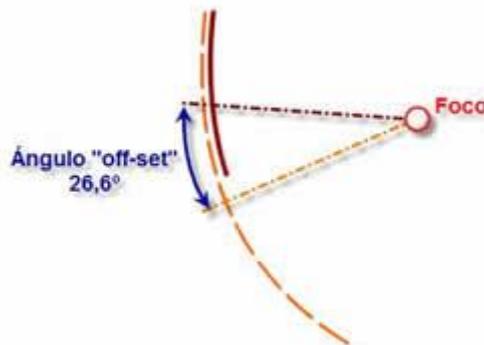


Figura 2.10 Ángulo "off-set"
Fuente:(Ikastaroak.ulhi.net, 2021)

Por lo tanto, en relación con el borde de la parábola, el ángulo de elevación de la parábola "offset" será:

$$E_c(\text{"off-set"}) = E_c + 26.6^0$$

2.4. Radioenlace por microondas

Las microondas son ondas electromagnéticas, que posee distancias de onda en rango que van desde 30cm a 1mm y se reflejan en una banda de 1GHz a los 300GHz, siendo estas expresadas por las ecuaciones de Maxwell. El enlace inalámbrico debe

establecer un concepto de comunicación de tipo dúplex desde el cual transmite dos portadoras moduladas. Uno es para enviar y el otro es para recibir, el par de frecuencias asignado para enviar y recibir señales se denomina canal de radio. Los enlaces se crean básicamente entre puntos visibles, es decir, puntos de terreno elevado (Ruesca, 2016).

Independientemente del tamaño del sistema de microondas, debe tener la altura libre adecuada para permitir que los caminos entre enlaces se propaguen en cualquier época del año, teniendo en cuenta las fluctuaciones de las condiciones atmosféricas regionales.

2.4.1. Transmisión de microondas

Se basa en la formación clásica de sistemas de comunicación, transmisores, canales de aire y receptores, donde el transmisor usa el canal de aire como una forma para que el receptor responsable de la modulación lleve la señal a un entorno digital en frecuencias operativas., captura el mensaje y demodula a la señal original. En la transmisión inalámbrica, en su mayoría se encuentran obstáculos presentes, por lo que la altura entre el transmisor y el receptor debe ser la altura mínima por encima de estos obstáculos (Cayo, 2020).

2.4.2. Refracción

Es un cambio de dirección que ocurre cuando una onda electromagnética pasa por una interfaz entre dos medios con diferentes propiedades eléctricas, y a diferentes velocidades de propagación, este efecto produce un ángulo de incidencia y un ángulo de refracción con respecto a la línea normal, lo que hace que se genere un frente de onda curvo a medida que cruza los medios (Castro & Ávila, 2019).

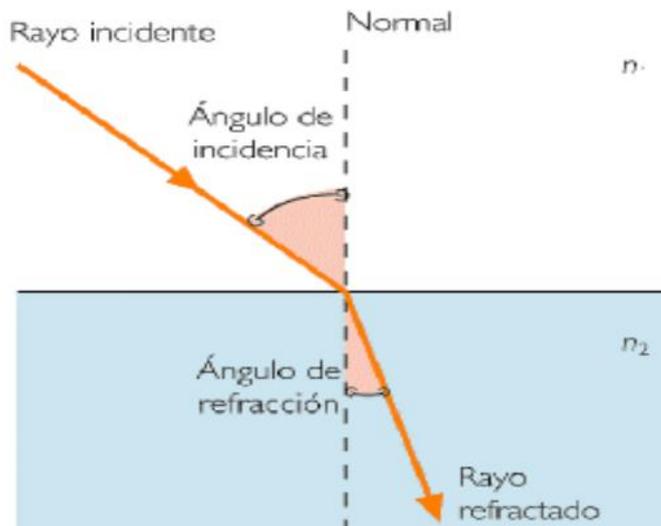


Figura 2.11 Refracción
Fuente: (Castro & Ávila, 2019)

2.4.3. Reflexión

Debido al frente de onda infinito y la falta de propiedades eléctricas de la capa atmosférica, las ondas de radio se extienden en múltiples trayectorias de forma con giro. El fenómeno de reflexión se produce cuando la superficie de la onda se encuentra con la interfaz de dos medios, que se refleja (Balanis, 2016).

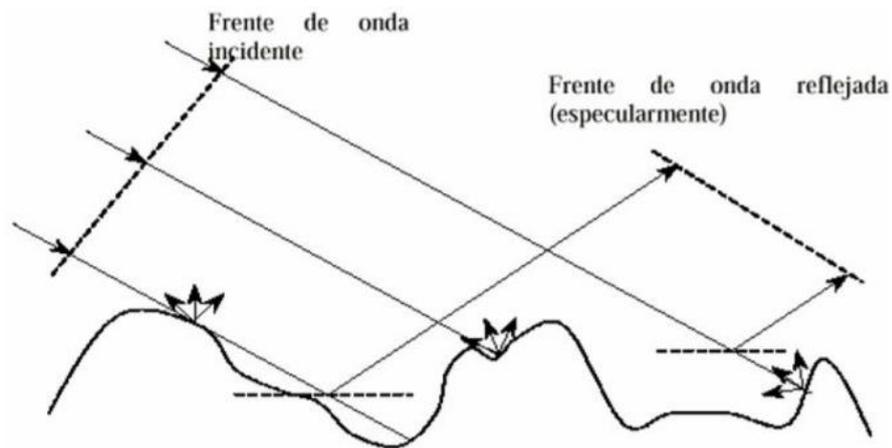


Figura 2.12 Reflexión en el terreno
Fuente: (Constantine A. Balanis, 2012)

2.5. Espectro radioeléctrico

El espectro radioeléctrico es un subgrupo de ondas electromagnéticas u ondas de Hertz, generalmente se establecen por debajo de los 3000 GHz y pueden propagarse en el espacio sin guía artificial.

Por medio del espectro de radiofrecuencia, es factible aportar diversos servicios de telecomunicaciones que cada vez tienen más importancia para el desarrollo social y financiero de la cualquier nación. El espectro de radiofrecuencia es analizado como un departamento estratégico por la Constitución de la República, por lo que el Estado tiene la obligación de reserva el derecho de administrarlo, fiscalizarlo, controlarlo y administrarlo. En este caso, la legislación de telecomunicaciones de Ecuador lo define como un recurso natural limitado, que pertenece al dominio público del país, inalienable e irrestricto. (Arcotel.gob.ec, 2021)

Asimismo, es un medio impalpable que logra usarse para proporcionar diversos servicios de telecomunicaciones, radiodifusión y televisión, así como para otros fines, incluidos fines de seguridad civil o pública, o aplicaciones industriales, científicas o médicas. (Telecomunicaciones.gob.ec, 2021)



Figura 2.13 Espectro radioeléctrico
Fuente: (Telecomunicaciones.gob.ec, 2021)

El espectro radioeléctrico pertenece a un subgrupo del espectro electromagnético que se diferencia por sus capacidades para las radiocomunicaciones. Este subgrupo se determina por dos factores esenciales: las características de propagación de las ondas electromagnéticas en las diferentes frecuencias existentes, y los avances tecnológicos que ha desarrollado a lo largo de los años el ser humano. De acuerdo con el vigente Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT-R, en la actualidad es considerado que el espectro radioeléctrico equivale a un conjunto de ondas cuya frecuencia se asemeja convencionalmente por debajo de 3.000 GHz y se propagan a través del espacio sin guía artificial.

Se requiere una banda de frecuencia específica para transmitir todo tipo de información, incluida voz, voz, datos y video. Este es el estándar por el cual se han asignado bandas de frecuencia a servicios de comunicaciones inalámbricas específicos desde el comienzo de la planificación del espectro. (ITU.int, 2021)

El espectro de radio se subdivide en orden ascendente en nueve bandas de frecuencia especificadas por números enteros de acuerdo con la tabla 1. Dado que la unidad de frecuencia es hercios (Hz), la frecuencia se expresa de la siguiente manera:

- 3 000 kHz o menos en kilohercios (kHz).
- Megahercios (MHz) por encima de 3 MHz y por debajo de 3000 MHz.
- Gigahercios (GHz) por encima de 3 GHz y por debajo de 3000 GHz.

Sin embargo, si la aplicación de esta disposición causa problemas serios, por ejemplo, puede haber cambios razonables en las notificaciones y registros de frecuencia, listas de frecuencias y asuntos relacionados (UIT, 2016).

Tabla 2.1 Banda de frecuencia y longitud de onda

Número de la banda	Símbolos	Gama de frecuencias	Subdivisión métrica correspondiente
4	VLf	3 a 30 kHz	Ondas milimétricas
5	LF	30 a 300 kHz	Ondas kilométricas
6	MF	300 a 3000 kHz	Ondas hectométricas
7	HF	3 a 30 MHz	Ondas decamétricas
8	VHF	30 a 300 MHz	Ondas métricas
9	UHF	300 a 3000 MHz	Ondas decimétricas
10	SHF	3 a 30 GHz	Ondas centimétricas
11	EHF	30 a 300 GHz	Ondas milimétricas
12		300 a 3000 GHz	Ondas decimilimétricas

Fuente:(ITU.int, 2021)

2.6. División del espectro radioeléctrico

Todo el mundo sabe que nuestras radios están sintonizadas en distintas bandas de frecuencia que solemos llamar: onda media, onda corta, FM (VHF), etc. Estas bandas de frecuencia son la división del espectro de radiofrecuencia y se han dividido en la distribución de diferentes servicios de telecomunicaciones de acuerdo con la convención. Cada uno de estos rangos de frecuencia tiene características específicas, lo que permite distintas capacidades de recepción. Por lo tanto, es importante que conozcamos las características principales de cada una de ellas.

Antes de comenzar a comprender las características de cada banda de frecuencia conviene aclarar, la definición del espectro radioeléctrico, la porción del espectro electromagnético generalmente es ocupada por ondas radioeléctricas, es decir, aquellos espectros que se utilizan para las telecomunicaciones.(Escueladeltrabajo.net, 2021)

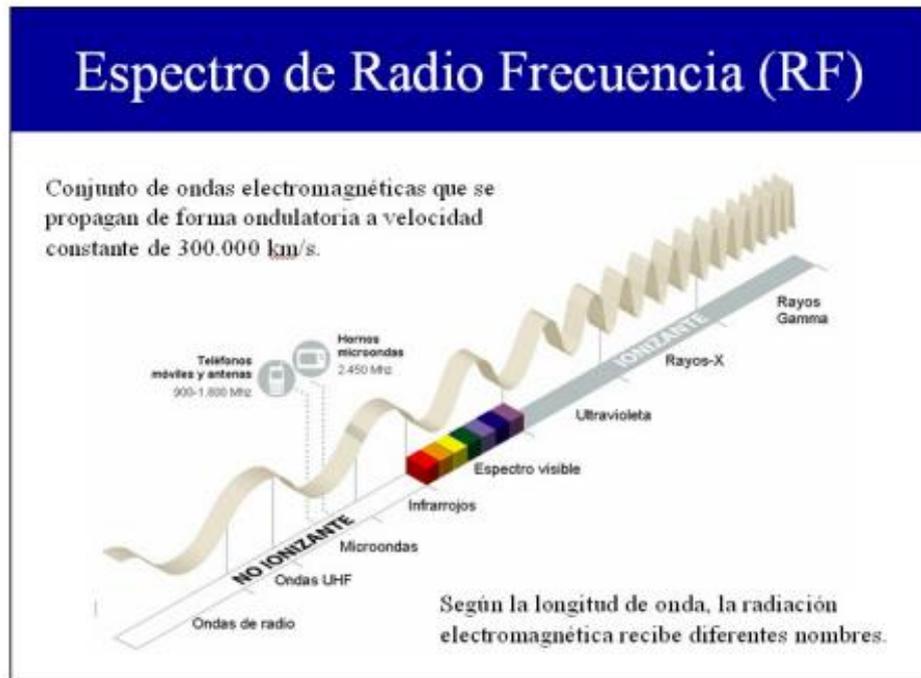


Figura 2.14 Espectro de radio frecuencia (RF)
Fuente: (Escueladeltrabajo.net, 2021)

El espectro electromagnético está compuesto de ondas de radio, los rayos infrarrojos, la luz visible, luz ultravioleta, rayos X y rayos gamma: siendo todas estas formas de energía similares pero la frecuencia y la longitud de las ondas son diferentes.

Hertzios es la medida internacional en la cual están las Frecuencias (también conocido como ciclos por segundo): en el área de telecomunicaciones se usa los siguientes prefijos, siendo las medidas para las frecuencias de radio:

Múltiplo	Abreb.	Hertz	también denominado:
Kilo-Hertz	KHz	1.000Hz	Kilociclos (Kc/s)
Mega-Hertz	MHz	1.000KHz	Megaciclos (Mc/s)
Giga-Hertz	GHz	1.000MHz	Gigaciclos (Gc/s)

Figura 2.15 Múltiplos para las frecuencias de radio
Fuente: (Escueladeltrabajo.net, 2021)

La longitud de onda está en metros (utilizada en ondas de radio: metros, centímetros y milímetros); el vínculo que existe entre frecuencia y longitud de onda es inversamente proporcional, y el vínculo entre Ambos están representados por la siguiente ecuación:

$$\frac{\text{Velocidad de Propagación}}{\text{longitud de onda en metros}} = \frac{300.000.000 \text{ m /Seg}}{\lambda \text{ en metros}} = \text{Frecuencia en Hz}$$

$$\frac{300.000}{\lambda} = f \text{ en Khz} \quad ; \quad \frac{300}{\lambda} = f \text{ en MHz}$$

Tabla 2.2 División del espectro radioeléctrico

DISTRIBUCIÓN CONVENCIONAL DEL ESPECTRO RADIOELECTRICO					
SIGLA	DENOMINACION	LONGITUD DE ONDA	GAMA DE FRECUENC.	CARACTERISTICAS	USO TIPICO
VLF	VERY LOW FRECUENCIES Frecuencias Muy Bajas	30.000 m a 10.000 m	10 KHz a 30 KHz	Propagación por onda de tierra, atenuación débil. Características estables.	Enlaces de radio a gran distancia
LF	LOW FRECUENCIES Frecuencias Bajas	10.000 m. a 1.000 m.	30 KHz a 300 KHz	Similar a la anterior, pero de características menos estables.	Enlaces de radio a gran distancia, ayuda a la navegación aérea y marítima.
MF	MEDIUM FRECUENCIES Frecuencias Medias	1.000 m. a 100 m.	300 KHz a 3 MHz	Similar a la precedente pero con una absorción elevada durante el día. Prevalece propagación ionosférica durante la noche.	Radiodifusión AM y onda corta
HF	HIGH FRECUENCIES Frecuencias Altas	100 m. a 10 m.	3 MHz a 30 MHz	Prevalece propagación Ionosférica con fuertes variaciones estacionales y en las diferentes horas del día y de la noche.	Comunicaciones de todo tipo a media y larga distancia
VHF	VERY HIGH FRECUENCIES Frecuencias Muy Altas	10 m. a 1 m.	30 MHz a 300 MHz	Prevalece propagación directa, ocasionalmente propagación Ionosférica o Troposférica.	Enlaces de radio a corta distancia, Televisión, Frecuencia Modulada
UHF	ULTRA HIGH FRECUENCIES Frecuencias Ultra Altas	1 m. a 10 cm.	300 MHz a 3 GHz	Solamente propagación directa, posibilidad de enlaces por reflexión o a través de satélites artificiales.	Enlaces de radio, Ayuda a la navegación aérea, Televisión, WI-FI
SHF	SUPER HIGH FRECUENCIES Frecuencias Superaltas	10 cm. a 1 cm.	3 GHz a 30 GHz	Como la Precedente	Radar, enlaces de radio WI-FI, Satélites
EHF	EXTRA HIGH FRECUENCIES Frecuencias Extra-Altas	1 cm. a 1 mm.	30 GHz a 300 GHz	Como la Precedente	Radar, enlaces de radio, Satélites
EHF	EXTRA HIGH FRECUENCIES Frecuencias Extra-Altas	1 mm. a 0,1 mm.	300 GHz a 3.000 GHz	Como la Precedente	Como la Precedente

Fuente: (Escueladeltrabajo.net, 2021)

2.7. Banda 4 VLF

En esta frecuencia, la propagación terrestre se crea con baja atenuación, lo que permite enlaces de radio de larga distancia. Debido al bajo ancho de banda en este rango, solo se utilizan ondas electromagnéticas muy simples con poca transmisión de datos, como los servicios de radionavegación. La transmisión en esta banda es tan lenta que las señales de audio no se pueden transmitir. Solo se puede enviar mensajes alfanuméricos que sean muy lentos para enviar.

Las ondas VLF pueden penetrar en el agua a una profundidad de 10 a 40 metros y también se utilizan para comunicarse con submarinos cerca de la superficie del mar (mientras que las frecuencias ELF más bajas se utilizan para comunicarse en aguas profundas). VLF también se utiliza para balizas inalámbricas, informes por hora y estudios geofísicos electromagnéticos. Por abajo de 9 kHz, las bandas no son asignadas por el UIT-R y no están reguladas internacionalmente y pueden usarse como frecuencias sin licencia en algunos países (Gurnett, 1966).

2.8. Banda 5 LF

Sus características de propagación son similares a las de la banda LF (baja atenuación, larga distancia, infiltración en el agua, propagación por ondas superficiales y propagación por ondas aéreas, etc.). La banda 5 LF es utilizada por los sistemas de soporte para la navegación marítima y de aviación, como balizas inalámbricas y balizas inalámbricas, utilizan informes horarios, servicios meteorológicos y sistemas de transmisión inalámbrica. Parte de esta banda (148,5 a 283,5 kHz) se usa para la transmisión de audio AM. Servicio). También se utiliza para comunicaciones subacuáticas, servicios de radioaficionados y tecnología de etiquetado RFID para identificación por radiofrecuencia (Yoshida, Wu, Ushio, Kusunoki, & Nakamura, 2014).

2.8.1. Banda 6 MF

En esta banda hay propagación por ondas superficiales u ondas ionosféricas (en este último caso, depende del tiempo y la frecuencia), y se puede obtener una gran distancia. Las bandas de ondas MF se utilizan normalmente para servicios marítimos y de aviación. Por lo tanto, se utiliza para balizas inalámbricas y sistemas de seguridad para emergencias marítimas, así como telefonía inalámbrica cercana a la costa y comunicaciones marítimas. También se utiliza en el servicio de radioaficionados del servicio de radiodifusión de audio modulado en amplitud AM (526,5 a 1606,5 kHz) (Luque, 2012).

2.8.2. Banda 7 HF

El límite de la señal precisa de ciertos factores (como el tiempo y la época), pero se utiliza principalmente para la propagación de ondas ionosféricas. En condiciones óptimas, esta banda permite la comunicación con cobertura en todo el mundo. En el

peor de los casos, solo hay propagación de ondas superficiales. Por tanto, en esta banda, se distinguen diferentes sub-bandas según sus características de propagación:

- Banda alta o banda diurna: 14-30MHz. Una banda diurna que se difunde bien incluso en los de verano.
- Banda baja o banda nocturna: 3-10MHz. Una banda nocturna cuya propagación mejora incluso en las noches de invierno.
- Banda intermedia: 10-14MHz. Tiene las dos características anteriores (Luque, 2012).

La banda de HF se utiliza ampliamente para servicios de radioaficionados. También hay un servicio de banda civil especial (27 MHz) en esta banda, también conocido como "11 metros" del valor de la longitud de onda. Entre otros usos, está el empleo para el etiquetado RFID.

2.8.3. Banda 8 VHF

Los atributos de propagación de esta frecuencia la convierten en una alternativa óptima para las comunicaciones terrestres de corto alcance (generalmente, la capa ionizada no refleja ondas VHF). Las aplicaciones para esta banda incluyen transmisiones de sonido FM (88-108 MHz), sistema de apoyo al aterrizaje, radionavegación aeronáutica, control del tráfico aéreo. Entre otras como la comunicación entre buques y control del tráfico marítimo y servicios inalámbricos para aficionados; especialmente televisión analógica.

Para clasificar las ondas de radio, VHF utiliza diez múltiplos de la longitud de onda como medida. Lo que quiere decir, la longitud de onda de VHF está entre 1 metro y 10 metros. (Ecured.cu, 2021b)

2.8.4. Normas generales de la banda VHF

- La frecuencia VHF en el idioma de inglés equivale a la banda de frecuencia del espectro electromagnético. Tiene un rango de frecuencia de 30 MHz a 300 MHz. La banda de frecuencia de TV en VHF suele ser la más destacable. Para pequeñas estaciones de TV y repetidoras, se clasifica como UHF banda.
- Cuando la distancia de comunicación entre la aeronave y el controlador del aeropuerto es muy corta, especialmente durante las operaciones tanto despegue como de aterrizaje, se realizan en la banda de frecuencia aérea VHF. Esta banda de frecuencia se encuentra entre 118 y 136 MHz, y la comunicación en esta banda de frecuencia se ubica en AM.

2.8.5. VHF (Muy altas frecuencias)

- Frecuencia: de 30 MHz a 300 MHz.
- Distancia Ondas existente: de 10 a 1 metros.

- Características esenciales: principalmente propagación directa, ocasionalmente propagación ionosférica o troposférica.
- Aplicaciones típicas: enlaces de radio, televisión, radiodifusión de FM.

2.8.6. Sistemas que funcionan en VHF

Tv, radiodifusor FM, frecuencia aérea, satélite, comunicación entre barcos y control del tráfico marítimo. Dependiendo del país, a medida de 50 MHz, podemos encontrar las frecuencias asignadas a la TV comercial, estos se los conoce como canales "bajos" entre 2 y 13. También existe canales de televisión UHF. Entre 88 a 108 MHz, se encuentran frecuencias asignadas a radios comerciales como frecuencias de modulación o FM. La razón por la que se llama "FM de banda ancha" es porque para obtener una buena calidad de sonido, se incrementará el ancho de banda. Entre 108 a 136,975 MHz, el cual es la banda de frecuencia aérea utilizada por la industria de la aviación. Las radiobalizas utilizan generalmente frecuencias que equivalen entre 108,7 MHz hasta 117,9 MHz. Utilice una amplitud de modulación superior a 118 MHz para la comunicación por voz. A 137 MHz, encontramos una señal de un satélite meteorológico. Entre 144 a 146 MHz, o incluso entre 148 MHz en la Zona 2, se encuentran frecuencias en la frecuencia de radioaficionados hasta 2m. Entre 156 MHz a 162 MHz, existe una banda internacional de VHF dedicada a los servicios radio marítimos. y por arriba de esta frecuencia encontramos diferentes servicios adicionales como bomberos, ambulancias y radio taxis.(Ecured.cu, 2021b)



Figura 2.16 Transceptores VHF de banda aérea
Fuente: (Icomamerica.com, 2021)

2.8.7. Banda 9 UHF

La propagación en línea por ondas cósmicas de convección ocurre en esta banda. El tamaño de la longitud de onda de UHF permite una antena muy adecuada para dispositivos portátiles, y junto con sus características de propagación, esta banda es ideal para servicios móviles. Por lo tanto, es una banda muy utilizada en servicios de radio de voz bidireccional denominados "radios bidireccionales".

Entre muchos otros usos, la banda transmite servicios de televisión digital terrestre (TDT), servicios de telefonía móvil terrestre (GSM, UMTS, etc.) y tecnologías de

redes inalámbricas como Wifi (WLAN) y Bluetooth (WPAN) (Luque, 2012).

El rango de la banda de frecuencia del espectro electromagnético es de 300 MHz a 3 GHz. La propagación de la onda espacial troposférica ocurre en esta banda de frecuencia Si existe la primera zona de Fresnel, la atenuación adicional máxima es de 1 dB. Su abreviatura en inglés es Ultra High Frequency.(ecured.cu, 2021)

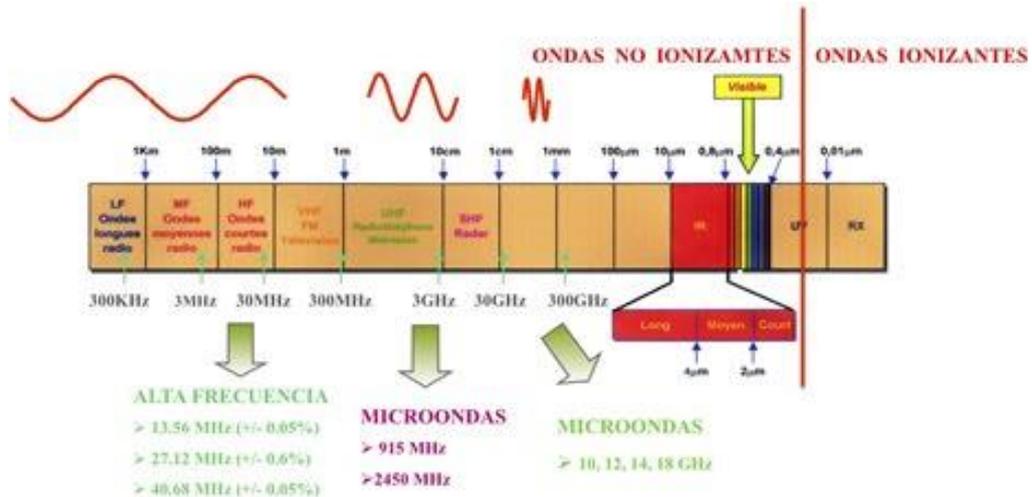


Figura 2.17 UHF
Fuente: (Sites.google.com, 2021b)

2.8.8. Normas generales de la banda UHF

- Generalmente, las bandas de frecuencia de la señal UHF suelen tener más problemas de deterioro por la humedad que las bandas de frecuencia más baja como VHF. La atmósfera llamada ionosfera se puede utilizar para la transmisión a larga distancia de señales de radio de baja frecuencia (VHF, etc.).
- A través del conducto troposférico, la UHF calienta y enfría durante el día, lo que puede ser lo más beneficioso. La ventaja más importante al momento de transmitir las señales UHF es la longitud de onda corta que se debe a la alta frecuencia que puede existir. El tamaño del equipo de transmisión y recepción (especialmente la antena) se relaciona con el tamaño de las ondas de radio, en este caso microondas. Se pueden utilizar dispositivos más pequeños y pequeños en bandas de alta frecuencia. UHF es usada generalmente en el sistema de transmisión y recepción de teléfonos inalámbricos. Las señales que emite UHF se propagan ampliamente en la línea de visión.

- Las comunicaciones generadas por el envío y recepción de radios (transceptores) y teléfonos inalámbricos, no suelen llegar muy lejos y no produce interferencias con otro tipo transmisiones locales. Otras telecomunicaciones públicas y corporativas seguras se realizan a través de UHF.

2.8.9. UHF (Ultra alta frecuencias)

- Frecuencia: de 300 MHz a 3.000 MHz.
- Longitud de Onda: de 1 metro a 10 centímetros.
- Características esenciales: Comunicación directa exclusiva, se establece contacto mediante reflexión o satélites artificiales.
- Aplicaciones típicas: radioenlaces, radares, ayudas a la navegación aérea, televisores.

2.8.10. Sistemas que funcionan en UHF

- **Televisión:** UHF se utiliza para canales locales e internacionales, dependiendo de la frecuencia entre 470 MHz y 862 MHz en el país / región utilizada.
- **Radio:** La radio no profesional utiliza a menudo transmisores portátiles de baja potencia para fines no profesionales.
- **Radioaficionados:** Trabajan con bandas UHF, en particular dos:
 - Banda de frecuencia de 70 cm (430 y 440 MHz).
 - Banda de frecuencia de 23 cm (1200 MHz).
- **Telefonía Móvil (Celulares):** Con la llegada del estándar GSM internacional, la frecuencia afectada en UHF es de aproximadamente 900 MHz. El estándar DCS1800 para teléfonos móviles es similar al GSM, existe una excepción de la frecuencia debe ser el doble (1800 MHz). Por ello, el rango es ligeramente menor, entonces el espectro del cliente también es mayor y hay menos rechazos de conexión debido a la falta de canales en áreas densamente pobladas.(ecured.cu, 2021)

2.8.11. Banda 10 SHF

La propagación de ondas de trayectoria óptica directa se produce en esta banda. SHF se utiliza en algunas variaciones de tecnologías inalámbricas, como radar, enlaces de subidas y bajadas por satélite, enlaces inalámbricos de servicio fijo y Wifi 802.11n.

2.8.12. Banda 11 EHF

Esta banda de frecuencia se ve muy afectada por el deterioro atmosférico y las condiciones climáticas. Por este motivo, se utiliza principalmente en radioastronomía y comunicaciones por satélite (meteorología, exploración de la tierra, etc.). También se utiliza para comunicaciones inalámbricas de corto alcance. Aunque aún no se ha investigado debido a limitaciones técnicas, esta banda aún no ha sido asignada por completo por el UIT-R y solo está regulada hasta 275GHz.

2.8.13. Banda C

La banda C equivale al rango del espectro electromagnético que existe en las microondas, incluidas las frecuencias 3,7-4,2 GHz y 5,9-6,4 GHz. Siendo el primer rango de frecuencia que se utiliza en operaciones de transmisión por satélite. La banda C requiere una antena más grande que la banda Ku porque el diámetro de la antena que debe ser igual a la longitud de onda de la onda recibida. La banda C es más confiable, principalmente en condiciones desfavorables como lluvias intensas y granizo. Así mismo, la frecuencia de la banda C es más saturada y vulnerable a la interferencia de tierra (Lal, y otros, 2017).

2.8.14. Banda KU

La banda Ku forma parte del espectro electromagnético en la frecuencia de microondas de 12-18 GHz. La banda Ku es utilizada especialmente en comunicaciones por satélite en especial la televisión. Esta banda se divide en varios segmentos que varían según la región geográfica de acuerdo con la UIT. Las señales de la banda Ku pueden ser perjudiciales por la absorción de lluvia. Para la recepción de televisión, solo las lluvias fuertes (100 mm / hora más) tienen el efecto de ser notadas por el usuario. Por lo tanto, no se recomienda para áreas con fuertes lluvias (Sah & Kakkar, 2018).

2.9. Radiocomunicación

Las comunicaciones por radios se especifican como una telecomunicación que se lleva a cabo a través de ondas radioeléctricas. En este sentido la UIT, "Define las ondas radiales, como las ondas electromagnéticas, se extienden por espacio sin una guía artificial y, a menudo, un límite de 300 GHz "(UIT, 2016).

La técnica de radiocomunicación consiste en la coincidencia de la información que desea transmitir en ondas electromagnéticas de soporte de frecuencia más altas llamadas portadoras. La transmisión de esta información a través de esta señal u onda de soporte se llama modulación. El eje modulado se transmite por medio de un dispositivo de acoplamiento en la antena intermedia por medio de un dispositivo de acoplamiento para el medio de propagación. De esta forma, existen muchos tipos de antenas, en donde se destacan las de aplicaciones para banda libre.

2.10. Tipos de antenas

2.10.1. Antena monopolo

La antena monopolo equivale proporcionalmente a la mitad de una antena dipolo, la mayoría de las veces montada en algún plano de tierra. A continuación, en la figura 2.18 se observa un monopolo de longitud L montado en un plano de tierra infinito:

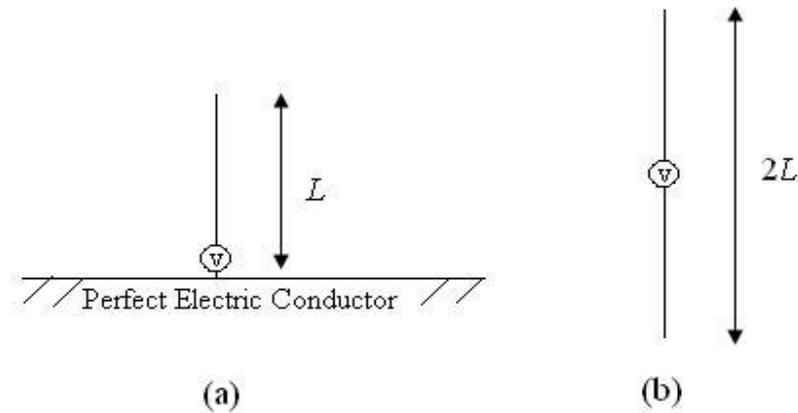


Figura 2.18 Antena monopolo
Fuente:(Blogspot.com, 2017)

Basándonos desde la figura, las zonas por encima del plano del suelo se pueden hallar usando la fuente equivalente (antena) en el espacio libre como se muestra en la imagen 2.18(b). Es una antena dipolo dos veces más larga. Las zonas sobre el plano de tierra de la figura 2.18(a) son similares las zonas de la figura 2.18(b), que son conocidos y presentados al dipolo. Los campos bajo el plano de tierra de la figura 2.18(a) son cero.

Consiguientemente, es posible disponer que una antena monopolo sea una antena que consta de una sola extensión radiante rectilíneo en una visión vertical sobre el suelo. El monopolo también es considerado como antena incompleta, y debe ser completado por un plano de tierra para funcionar eficientemente. Este plano puede ser natural (como una superficie de agua en el mar) o artificial (conductores que se pueden observar en la base del monopolo).

El monopolo se sustenta desde la base. La fuente de alimentación energética es asimétrica, lo que quiere decir, si uno de los conductores monopolos se pone a tierra, el otro sufre variaciones de voltaje, también se dice que la fuente de alimentación es asimétrica, y suele estar alimentado por un cable coaxial.(Blogspot.com, 2017)

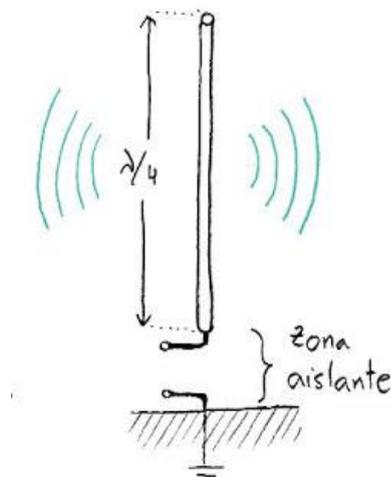


Figura 2.19 Antena monopolo alimentándose con cable coaxial
Fuente: (Blogspot.com, 2017)

Los monopolos en el plano de tierra son únicamente los tipos de antena que se utilizan en la radiodifusión sonora AM (540 hasta 1650 MHz) y con diferentes frecuencias en los sistemas de comunicación entre los diferentes tipos de bandas HF, VHF y UHF.

Las características esenciales de la antena monopolo son las siguientes:

- Emplea las bajas frecuencias, lo que lleva a difícil levantar dipolos debido a su gran dimensión
- Son antenas de alambre ubicadas verticalmente en el suelo y unidas en su soporte a un generador cuyo otro terminal está unido al suelo.
- Facilidad de construcción e instalación en diferentes espacios.
- Transmite la mitad de la potencia de la antena dipolo.

Los principales atributos e indicadores son los siguientes:

- Polarización vertical.
- Ganancia de 4,76 dB.
- Ancho de banda de 5 a 40%.
- Resistencia en 37 ohmios.
- Longitud de onda de $1/4$.



Figura 2.20 Características de antena monopolo
Fuente: (Blogspot.com, 2017)

2.10.2. Antena dipolo

Este es un modelo de antena en el cual se caracteriza por ser una fuente de alimentación central que se utiliza para difundir o admitir ondas de radiofrecuencia.



Figura 2.21 Antena dipolo
Figura: (Proyectos.habitissimo.es, 2021)

A continuación, tenemos las diferentes clases de antena dipolo:

- **Antenas Dipolo Simple:** Está conformado por 2 componentes conductores rectilíneos contiguos con la misma distancia, sustentados en el centro, y de radio menor que la longitud.
- **Antenas Dipolo V Invertida:** Las extensiones del dipolo se doblaron en un idéntico ángulo con el plano de simetría. El dipolo en V invertido es perfecto para radioaficionados que comunican en una expedición, ya que, con un poste de 30 metros, un pequeño cable y un cordón de nailon, es factible establecer rápidamente una antena portátil, ligera y débil.

- **Antenas Dipolo Doblado:** Los brazos se inclinan en dos y arrugas para conectar las extremidades. Consta de dos elementos: uno se alimenta directamente y la otra tiene en el acoplamiento inducido por los extremos.
- **Antenas Dipolo de Brazos Plegados:** Los brazos sostiene una pequeña parte del extremo que está parcialmente doblada hacia atrás, lo que ahorra espacio, mientras que sacrifica por partes la eficiencia del dipolo.
- **Antenas Dipolo Eléctricamente Acortado:** Un fragmento de cada brazo es sustituido por un mecanismo físico capaz de preparar un área de campo magnético uniforme (solenoides). (Proyectos.habitissimo.es, 2021)

Las antenas de Dipolo son básicamente dos conductores conectados a una fuente de alimentación al final de cada conductor. Cada terminal tiene que medir un cuarto de longitud de onda.



Figura 2.22 Antena dipolo
Fuente: (Constantine A. Balanis, 2012)

2.10.3. Antena log periódica

La disposición logarítmica periódica de la antena de Dipolos (arreglos de dipolos log-periódicos - LDPA), es una agrupación de antenas dipolo conectadas y sustentadas alternativamente por medio de una línea de transmisión común. Es muy común entre las antenas. VHF de banda ancha también es popular en UHF. Es una antena de banda ancha que conserva una ganancia e impedancia constantes. Tiene una ganancia de 6,5 a 7,5 dB.

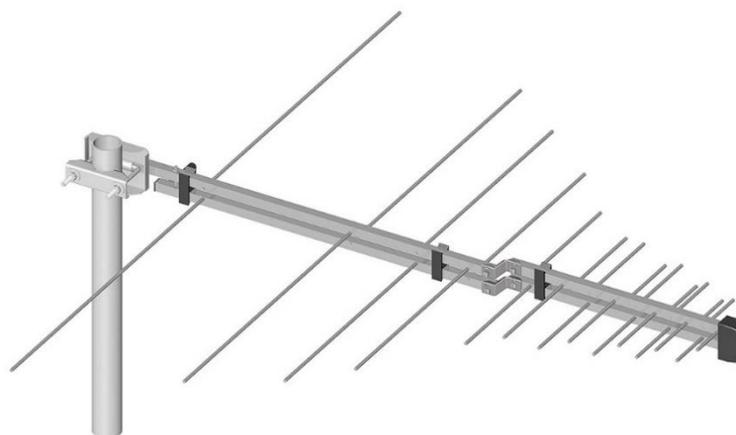


Figura 2.23 Antena log periódica
Fuente: (Sisbib.unmsm.edu.pe, 2021)

Una antena opera en su región activa, la cual es parte en la que efectivamente emite o recibe radiación. La región cambia con la frecuencia. El mecanismo más largo que se observa en la figura 2.23 está activo a bajas frecuencias, en el cual trabaja como un dipolo semi-onda. A medida que aumenta la frecuencia. La región activa cambia adelante. La frecuencia del límite superior de una antena depende del elemento más corto. (Sisbib.unmsm.edu.pe, 2021)

A partir de la siguiente tabla se demuestra sus características generales:

Tabla 2.3 Características de antena log periódica

RANGO DE FRECUENCIA	87.5-108MHz
IMPEDANCIA	50 Ohm
POTENCIA MAX ENTRADA	800W (conector N) 2KW (conector 7/16")
GANANCIA	6.2dBd
POLARIZACIÓN	Vertical
CONECTOR DE ENTRADA	N
CARGA AL VIENTO MÁXIMA	42Kg a 160Km/h
MONTAJE	Tubo de 1-3"
ROE TÍPICO	1.4:1 (<-20db return loss)

Fuente: (Sisbib.unmsm.edu.pe, 2021)

2.10.4. Antena Yagi Uda

Antena direccional diseñada por el Dr. Hidetsugu Yagi de la Universidad Imperial de Tohoku en Sendai, Japón y junto a su asistente, el Dr. Shintaro Uda. El invento evolucionó hacia las antenas convencionales y actuales, produciendo que por medio de una estructura dipolo simple, combinada con elementos denominados reflector y director (s), se logró construir una antena simple y de altas prestaciones. (Ecured.cu, 2021a)



Figura 2.24 Antena direccional creada por el Dr. Hidetsugu Yagi y Dr. Shintaro Uda.
Fuente:(Ecured.cu, 2021a)

Sus generalidades son las siguientes:

- El desarrollo de las antenas directoras se lleva a cabo generalmente sobre la base de datos experimentales. El diagrama direccional requerido se puede obtener con diferente número de dipolos, diferentes distancias entre ellos, diferentes configuraciones de ellos. Sin embargo, es necesario esforzarse por lograr el patrón deseado siempre que las dimensiones de la antena sean mínimas.
- Las dimensiones de los componentes y su división no son muy críticas, lo que facilita alterar de distancia y de 1 a 5 % de separación. La longitud del reflector es aproximadamente 5 % superior que el dipolo y este 5 % superior que el director. A veces suele incrementar las dimensiones del reflector y hacer que los directores sean más pequeños, aumentando el ancho de banda de la antena. Si el dispositivo es más pequeño que un dipolo y más pequeño que los directores, las consecuencias son completamente dañina y anula su comportamiento.
- El dipolo no se cuenta como un componente, es un factor esencial y su existencia se da por sentada en el diagrama, una antena de un componente está creada por un dipolo y un reflector, la antena de 2 elementos de un reflector, un dipolo y un director.

A su vez, presentan 2 modelos de componentes:

1. **Elementos de emoción:** (Dipolo) suelen estar operativo o incitado, estos se conectan directamente a la línea de transmisión y reciben energía de la fuente.
2. **Elementos parasitarios:** No están conectados a la línea de transmisión y reciben energía por inducción mutua. Estos componentes se distribuyen en reflectores y directores.

Reflector: el componente parásito más largo que el elemento de excitación. Reduce la intensidad de la señal que está en su dirección y aumenta la que está en la dirección del dipolo.

Director (es): Elemento (s) parásito (s) más corto que su elemento de excitación. Aumentar (n) la intensidad del campo en su dirección y reducirla (n) en la dirección del reflector.

Una antena Yagi es direccional, invención del electricista japonés Hidetsugu Yagi. Esta antena consta de varias partes individuales o disposiciones de elementos en los que solo un elemento transmite ondas de radio. Este elemento activo o excitado crea el campo electromagnético que provoca corrientes en los distintos componentes que está conformado la antena (Long, Xu, Guang, & Ming, 2020).

Esta antena es básicamente una disposición que consta de dos tipos de elementos, un elemento de excitación y un elemento parásito. El elemento excitante de la antena es el dipolo, que sirve para guiar la corriente hacia el elemento parásito. Entre los elementos parásitos se encuentran directores y reflectores.

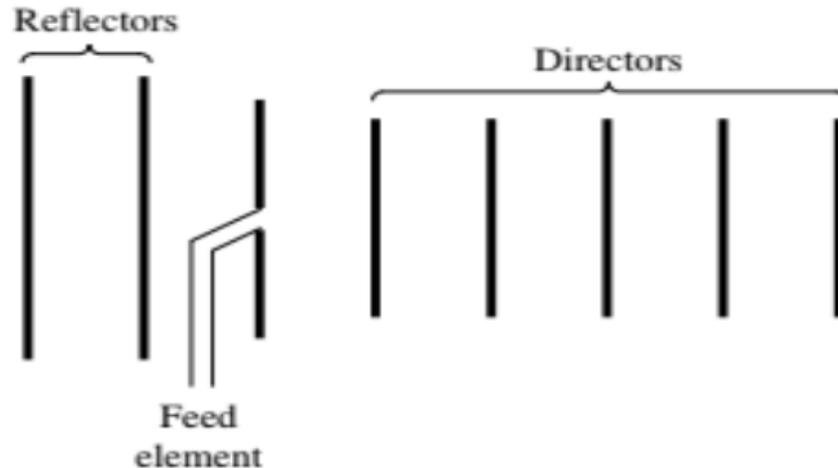


Figura 2.25 Antena Yagi-Uda
Fuente: (Kim, y otros, 2017)

2.10.5. Antena helicoidal

Es aquella cuya construcción está formada por un conductor enrollado en forma de hélice, de ahí su segundo nombre. Tiene forma de solenoide y su origen proviene de la antena monopolo vertical.

Un solenoide es un artefacto tangible apto de producir un campo magnético uniforme. Uno de los solenoides básicos típicos es una bobina o transformador aplicado a una antena. (Jmactualidades.com, 2021)

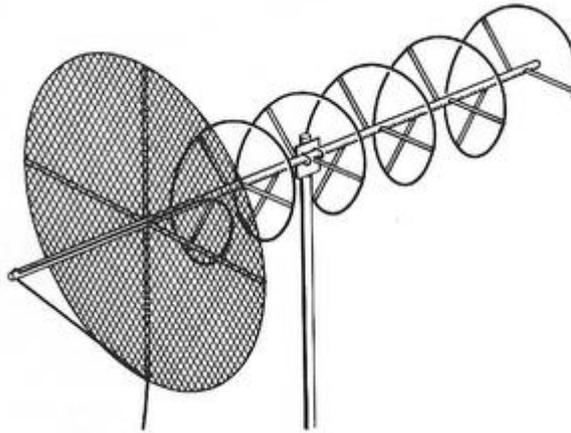


Figura 2.23 Antena helicoidal
Fuente: (Jmactualidades.com, 2021)

Sus características son:

Banda Ancha

- Tiene un gran ancho de banda.
- La hélice es causada por enrollar un cable alrededor del objeto cilíndrico.

Geometría de la Hélice

- Diámetro de la bobina.
- Separación entre dos espiras consecutivas.
- Numero de vuelta que posee la hélice.
- Diámetro del hilo.
- Sentido del bobinado (Derecha o Izquierda).

Polarización tipo circular

- El sentido de giro lo define el conductor (derecha o izquierda).

Esta antena contiene 2 modos de funcionamiento:

- **Modo Normal:** Construida desde un plano de la tierra.
- **Modo Axial:** Refleja gran directividad y una enorme banda ancha.

Se detallan cada una de sus propiedades:

Polarización: Es un modelo en forma circular en sentido vertical u horizontal en piezas exactas.

Impedancia: La impedancia es equivalentemente baja donde es necesario acomodar los transmisores con dispositivos adaptadores de impedancias.

Resonancia: Resonante a las frecuencias básicas o fundamentales.

Finalmente, tenemos las dimensiones de esta antena, que son:

- D = diámetro del helicoide.
- C = perímetro de la circunferencia.
- S = Espacio entre vueltas.
- α = Es el ángulo de elevación.
- L = Longitud de una vuelta
- n = Numero de vueltas.
- A = Longitud axial
- d = diámetro del conductor del helicoide.
- G = El diámetro del plano de tierra.

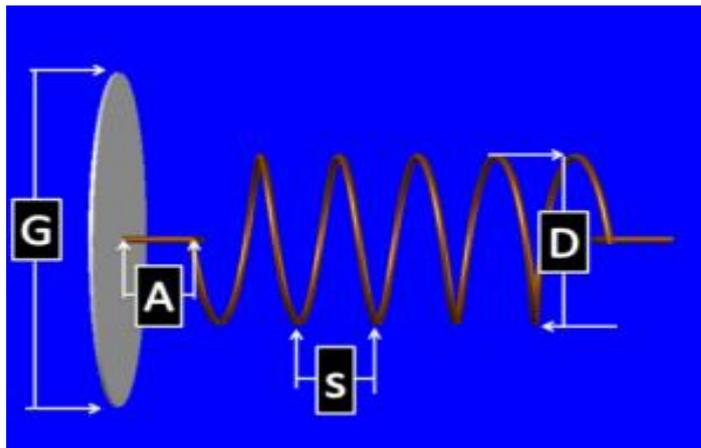


Figura 2.24 Dimensiones de la antena helicoidal
Autor: (Jmactualidades.com, 2021)

2.10.6. Antena sectorial

Es la combinación de varios tipos de antenas direccionales y omnidireccionales. Las antenas sectoriales producen un haz más extenso que una antena direccional, pero no tan extenso como una antena omnidireccional. La intensidad (rango) que contiene la antena principal es más amplio que la omnidireccional pero ligeramente menos amplio que la direccional. (Wiki.ead.pucv.cl, 2021)

Esta antena tiene las siguientes generalidades:

- Se usa en puntos de acceso y para servir uniones de puntos multipunto.
- También están disponibles normalmente polarizados verticalmente, pero polarizados horizontalmente.
- Ganancia típica de 10 a 19 dBi.
- Adecuado para dar servicio a grandes áreas con alta densidad de conexiones.
- Ancho de haz horizontal de aproximadamente 30 a 120 °.
- Una antena de red de alta ganancia debe montarse con cuidado con respecto al ángulo de inclinación.
- Algunas antenas sectoriales permiten cambiar el patrón de radiación utilizando un reflector.

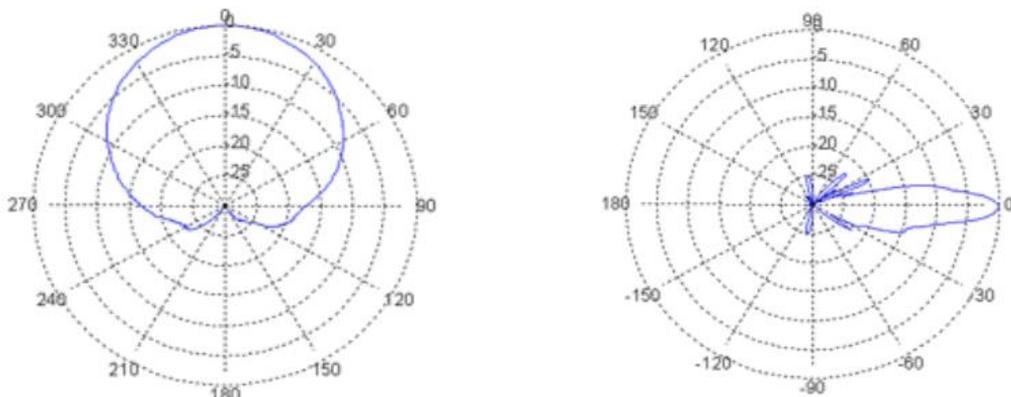


Figura 2.26 Generalidades de la antena sectorial
Fuente: (itrainonline.org, 2021)

Por otro lado, se dará conocer los motivos por la cual necesitamos sectorizar:

- Esto nos admite usar varios puntos de acceso en una torre, y así ofrecer una mejor banda ancha.
- Le permite aislar áreas con niveles de ruido de RF más altos.
- Puede dividir enlaces de larga y un corto intervalo (estabilidad).



Figura 2.27 Antena sectorial
Fuente: (itrainonline.org, 2021)

2.10.7. Antena parabólica offset

Una antena Offset es una sección de un reflector paraboloide de forma ovalada. La superficie es ovalada y simétrica (elipse). El punto focal está montado en un lado (offset). la ventaja de esta tecnología es que la superficie de la antena ya no estará sombreada por el LNB (desde el punto de vista del satélite).

Otra ventaja es la menor probabilidad de acumulación de nieve en el plato. La antena Offset no parece apuntar directamente al satélite como lo hace la antena de enfoque principal, pero está inclinada unos 25 ° hacia abajo (casi verticalmente). Sin embargo, una placa desplazada parece circular con el diámetro horizontal cuando se ve desde el satélite. Hay otros tipos de antenas offset como multihaz, Cassegrain y Gregory.(Sistemasdecomunicacionsite.wordpress.com, 2016)

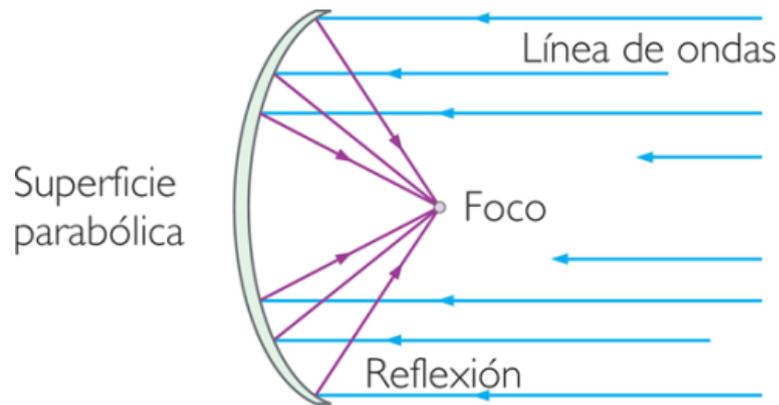


Figura 2.28 Antena parabólica offset
Fuente: (Sistemasdecomunicacionsite.wordpress.com, 2016)

La antena Gregory Offset tiene un subreflector adicional. De esta forma se incrementa la eficiencia y la ganancia del modelo de antena (siguiendo el principio de doble foco de Gregory). La eficiencia de una antena Gregory Offset de 90 cm. Es equivalente al de una antena offset normal de 110 cm.

Las antenas Gregory tienen un mayor precio, pero se fabrican con características más estrictas, lo que proporciona aproximadamente un 12% más de ganancia.

Esta antena posee propiamente sus características:

- El diámetro de la antena de 90 x 99 cm.
- La Eficiencia de la antena de 82%.
- El aislamiento contra Polarización Cruzada debe ser ≤ -35 dB.
- VSWR debe ser < 1.12 .
- El ancho del Haz (3dB) es de 1.57° .
- La antena doméstica, es válida una antena con una longitud máxima libre de mástil de 6 metros y un par de apriete de hasta 1650 Nm, según DIN 4131.

Existen dos tipos:

- **Antena parabólica con alimentación frontal:** Este modelo de antena presentan solamente un reflector y es suministrada por el foco en la parte frontal como puede observarse en la Figura a continuación. Las ondas en este tipo de antenas rebotan en el plato de tal manera que las ondas son dirigidas en una sola dirección.

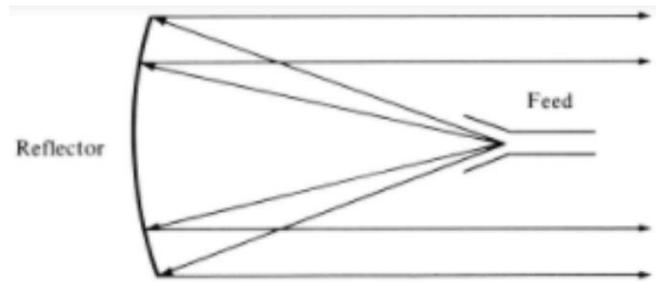


Figura 2.1 Antena parabólica con alimentación frontal
Fuente: (Rodríguez Varela, 2018)

- **Antena Parabólica con alimentación Cassegrain:** Esta antena es alimentada por una pequeña abertura que está situada en el plato parabólico. La abertura es apuntada directamente hacia un subreflector que hace que las ondas reboten hacia el plato parabólico y que posteriormente, las mismas reboten hacia una dirección determinada como se muestra en la Figura a continuación. Estos modelos de antenas son altamente directivas por el plato parabólico debido a que las ondas viajaran siempre en el mismo sentido.

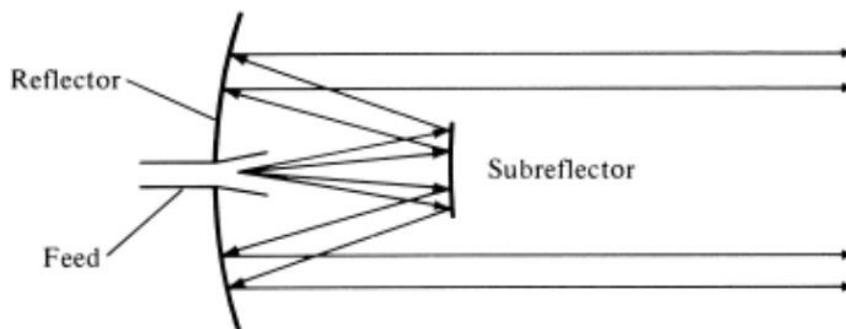


Figura 2.2 Antena parabólica con alimentación Cassegrain
Fuente:(Rodríguez Varela, 2018)

2.11. Construcción de antenas

Etapa 1. Dependiendo del desarrollo del plan, es necesario recolectar la información necesaria para el conocimiento de redes de comunicación e implementaciones para aplicaciones en redes inalámbricas.

Etapa 2. Recopilar información sobre los estudios y avances que ha tenido este tipo de implementación, teniendo así un punto de referencia para optimizar el funcionamiento de la antena a construir.

Etapa 3. Realizar un diseño preliminar de antena omnidireccional que nos permita identificar las ventajas y desventajas que el diseño final y su idoneidad pueden

generar posteriormente. Brindar una solución a los inconvenientes que surjan.

Etapa 4. Elaborar bocetos para determinar el diseño final con el que se construirá la antena. Implementar el diseño determinado y realizar pruebas unitarias para verificar su funcionalidad.

Etapa 5. Realizar pruebas para verificar la funcionalidad del proyecto final.

Etapa 6. Ajustando el diseño obtenido, el objetivo de este paso es poner en marcha la antena, destinada a ser utilizada por un usuario final.

Etapa 7. Realizar la respectiva revisión de errores, aquellos que no estén de acuerdo con el diseño.

Etapa 8. Elaboración de un documento que muestre la información necesaria, con la cual se construyó el documento, la metodología utilizada para el diseño, desarrollo y operación de la antena.

Etapa 9. Construir un manual de usuario que permita conocer los parámetros útiles del diseño y su funcionamiento. (Repository.uniminuto.ed, 2021)

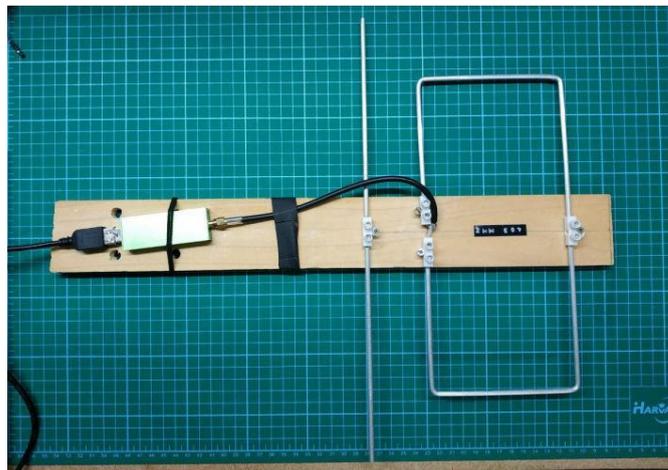


Figura 2.29 Construcción de antenas
Fuente: (Canstockphoto.com, 2021)

2.11.1. Elementos pasivos de las antenas

- **Adaptador de impedancia:** Se usa cuando se unen dos dispositivos con impedancias diferentes para no tener que afectar la señal. Se introduce el componente de pérdida más bajo posible, generalmente consta de un pequeño transformador.

- **Atenuador:** Insertar un elemento de pérdida en la línea cuando el nivel de la señal se vuelve enorme, mientras conserva constantes las impedancias de entrada y salida.

- **Caja de toma:** es un dispositivo para conectar la línea al equipo del usuario. Dependiendo de sus usos, se detallan las siguientes clases de cajas:
 - a. **Caja de salida simple.** Se usa en instalaciones de bypass, donde la válvula es solo un elemento terminal.
 - b. **Caja de salida separada.** Tiene dos salidas independientes, una para televisión y otra para radio o satélite. El conector macho se utiliza para la señal de TV y el conector hembra para radio o satélite.
 - c. **Caja de paso.** Cuando se requieran diferentes tomas de antena, se puede optar por realizar una instalación en serie, llevando la señal de una a otra.
 - d. **Caja final.** Al instalar con cajas de conexiones, asegúrese de utilizar una caja de conexión al final de la línea. Que es similar al paso, pero con una resistencia de 75 ohmios que sirve como carga

- **Derivador:** Componente divisor de señal. Tiene un acceso de línea y un fin de línea, en las cuales existe una pequeña atenuación de paso o inserción. Existe una gran gama de productos derivados, entre los que se pueden destacar:
 - a. **Derivación resistiva.** Es el modelo más antiguo. Su atenuación aumenta con la frecuencia. No recomendado para la banda de alta frecuencia de radio.
 - b. **Derivación inductiva.** Minimiza las pérdidas. Incorpora un pequeño transformador de radiofrecuencia, en el que los secundarios extraen la señal derivada.
 - c. **Referencia ejecutiva.** Con el uso de acopladores direccionales, obtienen solo una señal directa, evitando interferencias.

- **Distribuidor.** Mecanismo con 1 entrada y entre 2 a 8 salidas. Su principal función es que la señal de entrada se distribuye entre las distintas salidas.

- **Ecualizador:** Utiliza filtros que separan bandas o canales y aplica las señales separadas a atenuadores individuales.

- **Mezclador:** Las señales de distintas fuentes se unen para ser enviadas en una sola línea.

- **Separador:** Es utilizado principalmente cuando se disocian los diferentes canales percibidos por una antena para amplificarlos por separado.
- **Resistencia de carga terminal:** Se coloca en la mayoría de los extremos de una línea de distribución. Debe estar conectado a entradas y salidas no utilizadas.(Sites.google.com, 2021c)

2.12. Matlab

MATLAB (MATrix LABoratory, "matriz de laboratorio") Es una herramienta de software matemático que brinda un entorno de desarrollo integrado (IDE) con su propio lenguaje de programación (lenguaje M).

Dentro de sus características principales se encuentran: creación de matrices, suplenia de información numérica, aplicación de algoritmos, creación de GUI, comunicación con programas en otros lenguajes de programación y con otros dispositivos hardware. MATLAB tiene dos herramientas fundamentales que amplían enormemente sus capacidades, una de ella es Simulink (plataforma de simulación multidominio) y GUIDE (editor de interfaz de usuario - GUI). También, puede extender el contenido de MATLAB con kits de herramientas; y los de Simulink con los paquetes de bloques (blocksets).

Este software se usa a menudo en las instituciones académicas y los centros de investigación y desarrollo. Con el paso de los años, el número de funciones ha aumentado, como la programación directa de procesadores de señales digitales o la creación de código VHDL.(Martínez, 2021)

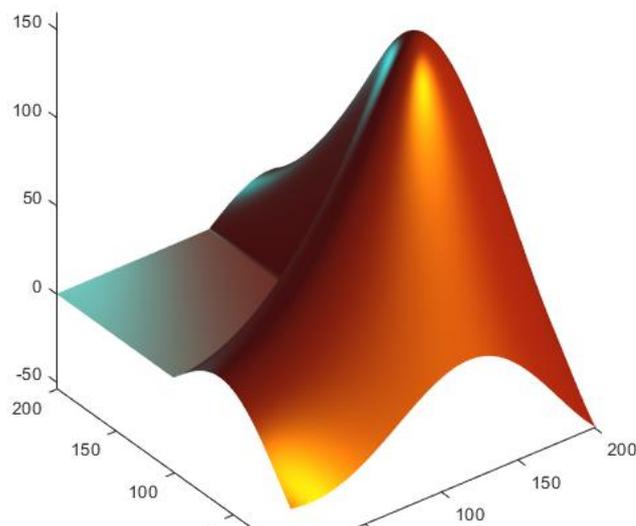


Figura 2.30 Matlab
Fuente:(Es.mathworks.com, 2021)

2.12.1. Características

- Lenguaje fácil pero muy eficaz y rápido. La sesión de trabajo típica, no hay la necesidad de compilar o elaborar la crear ejecutables y los archivos son solo de texto, por lo que toman poca memoria.
- Tiene una gran cantidad de funciones matemáticas y de aplicación (como el análisis estadístico, optimización, diseño técnico) que están predefinidas y agrupadas en bibliotecas comerciales dentro del software (llamadas cajas de herramientas). El usuario puede ingresar a la mayoría de estas herramientas para modificarlas y / o crear sus propias funciones.
- Posee una notable variedad para generar diferentes gráficos, en segunda y tercera dimensiones, el cual nos da acceso a integrar efectos y animaciones dentro de los proyectos.
- El software permite la implementación de aplicaciones complejas utilizando el editor de ventanas, menús y controles de la utilidad GUI (Graphics User Interface)
- Admite alternar información con diferentes idiomas y entornos. Nos permite entrar a los diferentes equipos de hardware como tarjetas de video, tarjeta de sonidos, tarjetas de compra datos y DSP (procesadores de señales digitales).

Este software está constituido por:

- Entorno
- Los objetos gráficos
- Un lenguaje propio de programación

2.12.2. Entorno de Matlab

El ambiente que tiene Matlab constituye a un conjunto de instrumentos que nos ofrece desempeñarse como usuario o como programador. Nos ofrece importar, procesar y exportar datos; crear y modificar archivos; generar gráficos y animaciones; y desarrollar aplicaciones de usuario.

Las herramientas de MATLAB constan de ventanas, variables y archivos.

- **Ventanas:** Existen diferentes modelos. Las ventanas que componen el núcleo del software están organizadas en la mesa de trabajo, sin embargo, en un proyecto típico se abren y cierran un enorme número de pantallas secundarias correspondientes a editores de figuras, archivos o variantes, aplicaciones diversas. También hay específicas Windows para obtener ayuda y demostraciones.

- **Variables:** Son elementos provisionales (cuando se cierra MATLAB se eliminan) y, a lo largo de la sesión actual, se almacenan en lo que se llama espacio de trabajo.
- **Ficheros:** Son elementos fijos (cuando se cierra MATLAB, no es posible eliminarlas). Además, los archivos que constituyen el núcleo básico del programa, existen archivos producidos por el usuario y archivos de bibliotecas comerciales, también conocidos como cajas de herramientas. Un kit de herramientas es un grupo de archivos elaborado para una entrega específica, como Curve Fitting Toolkit, diseñado para conseguir expresiones matemáticas que corresponden a curvas.(Upcommons.upc.edu, 2021)

2.12.3. Cajas de herramientas y paquetes de bloques

Matlab tiene capacidades de más de 35 kits de herramientas y paquetes de bloques (para la plataforma de Simulink), clasificados en los diferentes rangos siguientes:

Tabla 2.4 Caja de herramientas MATLAB

MATLAB (Cajas de herramientas)	Simulink
Matemáticas y Optimización	Modelado de punto fijo
Estadística y Análisis de datos	Modelado basado en eventos
Diseño de sistemas de control y análisis	Modelado físico
Procesado de señal y comunicaciones	Gráficos de simulación
Procesado de imagen	Diseño de sistemas de control y análisis
Pruebas y medidas	Procesado de señal y comunicaciones
Biología computacional	Generación de código
Modelado y análisis financiero	Prototipos de control rápido y SW/HW HIL
Desarrollo de aplicaciones	Tarjetas integradas
Informes y conexión a bases de datos	Verificación, validación y comprobación

Fuente: (Matlab, 2021b)

2.13. Matlab Antenna Toolbox

Antenna Toolbox proporciona funciones y aplicaciones para el diseño, análisis y visualización de elementos y matrices de antenas. Puede diseñar antenas autónomas y construir matrices de antenas utilizando elementos predefinidos con geometría parametrizada o elementos planos arbitrarios.

Antenna Toolbox generalmente utiliza el procedimiento de momentos (MoM) para calcular las propiedades del puerto, (como la impedancia), las propiedades de la superficie, (como la distribución de corriente y carga) y las propiedades de campo, (como el patrón de radiación de campo cercano y de campo lejano). Se obtiene

visualizaciones de la geometría de la antena y los resultados del análisis en 2D y 3D.

Puede integrar antenas y matrices en sistemas inalámbricos y utilizar el análisis de impedancia para el diseñar redes coincidentes. Antenna Toolbox provee patrones de emisión para simular la formación del haz y los algoritmos de dirección del haz. Los archivos Gerber se pueden generar a partir de su diseño para fabricar antenas de placa de circuito impreso (PCB). Puede instalar las antenas en plataformas grandes como automóviles o aviones y analizar los efectos de la estructura en el rendimiento de la antena. Un visor de sitios le permite visualizar la cobertura de la antena en un mapa del terreno en 3D utilizando una variedad de modelos de propagación. (Matlab, 2021a)

2.13.1. Diseño de antena

A partir de una lista de componentes parametrizados o la aplicación Antena Designer, calcule y visualice velozmente patrones de impedancia y radiación de campo lejano.

Con estas herramientas se puede diseñar y visualizar antenas utilizando una lista de componentes parametrizados que incluyen distintos modelos de antenas dipolo, monopolo, parche, espiral, fractal, bocina, entre otras. Se puede agregar otros elementos de respaldo como reflectores o cavidades y especificar sustratos dieléctricos. Elementos de antena, estructuras de respaldo, visualización de geometría parametrizada, diseño de antenas, dieléctricos.

Antenna Toolbox proporciona bibliotecas de diferentes tipos de antenas. Utilice estas antenas para crear arreglos finitos e infinitos. Mejore el rendimiento de su antena con la ayuda de estructuras de respaldo como reflectores o cavidades. Utilice dieléctricos en Antenna Toolbox para comprender el efecto de los sustratos como materiales de antena. (Matlab, 2021a)



Figura 2.31 Catálogo de antenas
Fuente: (Matlab, 2021a)

2.14. SatLink WS-6980

El SatLink WS-6980 es un medidor de señales digitales de alta definición utilizado para medir señales de TV por satelitales, detección de señales DVB-S2/C/T2, analizador de espectros de señales satelitales.



Figura 2.32 SatLink WS-6980
Fuente: (SatLink, 2021)

3. Marco metodológico

3.1. Tipo de investigación

Se realiza una investigación tipo práctico experimental debido a que se va a centrar en el diseño y construcción de antenas de bandas VHF, UHF, C y Ku para un banco de pruebas de laboratorio de antenas aplicadas para el laboratorio de telecomunicaciones de la Universidad Politécnica Salesiana.

3.2. Metodología del trabajo

A través del uso del Matlab se diseñarán diferentes tipos de antenas en la cual se podrá observar el diagrama de radiación, atenuación, diagrama de azimut y elevación, lo cual permitirá observar una mayor eficacia para la construcción de una antena en las frecuencias propuesta en el proyecto mediante la simulación de herramientas de diseños en Matlab.

De acuerdo con la revisión de la literatura para este trabajo de investigación se obtiene información relevante que ayuda completar los estudios acerca de construcción de antenas. Se cita a continuación los más relevantes:

A continuación, se detallarán los 3 proyectos de investigación vinculados que se tomaron en cuenta para el desarrollo de este trabajo de titulación

Diseño y simulación de una antena en frecuencia de microondas para la proyección de un radioenlace

Autores: Elkin Andrés Iadino Ordoñez
Director: Ing. Brayan Humberto Parra Ortega
Año: 2018

En este trabajo de grado se presenta el diseño, simulación y fabricación de una antena Yagi Uda en frecuencia 5,8 GHz para la proyección de un enlace punto a punto. Entre la Universidad Católica de Colombia y la universidad de los andes.

En la búsqueda del desarrollo analizan varios campos para la implementación del enlace teniendo en consideración el clima las condiciones cartográficas y condiciones legales para su implementación.

Sistema de posicionamiento automático de una antena para la recepción de la señal de TV.

Autores: Freire Guevara Viviana Elizabeth.
Director: Ing. Robalino Peña Edgar Freddy
Año: junio 2015

Este proyecto permite crear un prototipo que permite orientar una antena de tv automáticamente.

La televisión es una de las comunicaciones más importantes porque su propósito es y entretener a la audiencia, por eso tiene diferentes cambios, para que pueda acceder a mejor y con flexibilidad. de sus servicios de referencia y distancia, lo que ha aportado nuevos métodos para minimizar inconvenientes y posibles interferencias en el momento de la transmisión y recepción de la señal.

Modelo de red corporativa de televisión satelital DTH para CNT EP sede Ibarra basado en la infraestructura del hotel bello amanecer ubicado en la parroquia de Tumbabiro.

Autores: Andrea Gabriela Taboada Rosero

Director: Ing. Roberto Marcillo del Castillo.

Año: 2015

El presente trabajo de titulación consiste en el diseño de un piloto de red corporativa de televisión satelital DTH, mediante la utilización del software libre Cast60. El modelo de red consiste en dos diseños: Esquema Decodificadores y Esquema Cabeceras, el primer diseño se refiere al uso de decodificadores como equipo terminal al usuario.

Diseño e implementación de servicio de tv educativa de origen satelital a través de la red corporativa de la UACH.

Autor: Jaime Andrés Uribe Ávila

Director: Ing. Luis Ampuero Reyes

El diseño de un sistema de transmisión de contenido audiovisual de origen satelital a través de la red corporativa de la UACH.

3.3. Título de la propuesta

Análisis, diseño e implementación de un banco de prácticas para el uso de antenas de la banda C, KU, VHF Y UHF.

3.4. Justificación

El proyecto permitirá aplicar conocimiento teórico con la práctica para que los futuros ingenieros en telecomunicaciones adquieran las habilidades técnicas que en el campo laboral se requiere.

Analizar el comportamiento de una señal, conocer los diferentes parámetros técnicos que se necesitan para la implementación de un enlace, comprender el funcionamiento de la antena dentro de la comunicación establecida, permitirá al alumno fortalecer los conocimientos aprendidos en el aula.

Con esta guía de prácticas se fortalecerá los conocimientos adquiridos de los temas de las diferentes asignaturas como Redes de Comunicaciones, Teoría Electromagnética, Propagación de Señales, Antenas y Medios de Transmisión.

3.5. Beneficiarios de la propuesta

Este proyecto está orientado a los futuros profesionales de la carrera de ingeniería en telecomunicaciones de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil, ya que mediante las guías de laboratorio podrán reforzar los conocimientos adquiridos en las aulas de las diferentes asignaturas como Redes de Comunicaciones, Teoría Electromagnética, Propagación de Señales, Antenas y Medios de Transmisión y podrán tener un enfoque profesional de diseño e implementación de antenas.

3.6. Propuesta de solución

Este trabajo de investigación se refiere al diseño e implementación de un banco de pruebas análisis, diseño e implementación de un banco de prácticas para el uso de antenas de la banda C, Ku, VHF y UHF, el cual consiste en el diseño de antenas pasivas mediante el software MATLAB y la APP Antenna Designer, mediante estas simulaciones se realiza la fabricación de las antenas para las prácticas diseñadas para estudiantes y de esta manera poder aplicar conocimientos teóricos de las antenas con la práctica con antenas reales.

Adicionalmente se realiza el diseño de antena en banda Ku y se realizan pruebas reales con antena offset en banda Ku y buscador de satélites SatLink 6980.

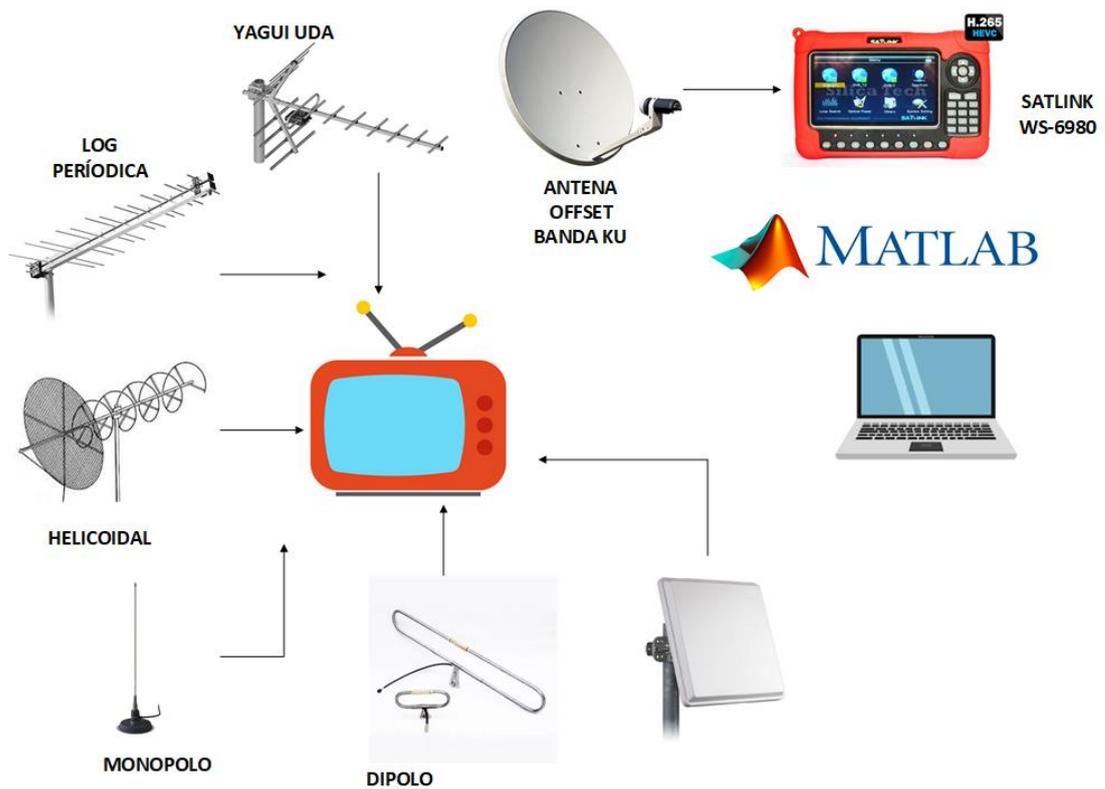


Figura 3.1 Banco de pruebas de antenas para el laboratorio de telecomunicaciones

A través del programa Matlab y la APP Antenna Designer se realizará el diseño de la antena, mediante este software de simulación se podrá observar el patrón de radiación en azimut, elevación, las pérdidas de la antena, la ganancia y potencia de transmisión.

Una vez obtenido el diseño en MATLAB se realizará la implementación de diferentes antenas a usar según la frecuencia de operación, con lo cual permitirá a los estudiantes desarrollar un estudio teórico práctico en el área de antenas.

Se realizará el siguiente banco de prácticas el cual se detalla en los anexos de esta investigación:

- Práctica # 1: Introducción de elementos pasivos y parámetros que usan en una antena.
- Práctica # 2: Uso de la herramienta de Matlab para el estudio de parámetros y diseño de una antena.
- Práctica # 3: Diseño y construcción de antena Monopolo, diagrama de radiación, ganancia, relación señal ruido potencia transmitida, patrón de radiación y tipo de polarización para la trasmisión y recepción de una señal.

- Práctica # 4: Diseño y construcción de antena dipolo, diagrama de radiación, ganancia, relación señal ruido potencia transmitida, patrón de radiación y tipo de polarización, para la transmisión y recepción de una señal.
- Práctica # 5: Diseño y construcción de antena de logarítmica, diagrama de radiación, ganancia, relación señal ruido potencia transmitida patrón de radiación y tipo de polarización para la transmisión y recepción de una señal.
- Práctica # 6: Diseño y construcción de una antena Yagi-Uda, diagrama de radiación, ganancia, relación señal ruido potencia transmitida, patrón de radiación y tipo de polarización para la transmisión y recepción de una señal.
- Práctica # 7: Diseño y construcción de antena Helicoidal, diagrama de radiación, ganancia, relación señal ruido potencia transmitida, patrón de radiación y tipo de polarización para la transmisión y recepción de una señal.
- Práctica # 8: Diseño y construcción de antena Sectorial, diagrama de radiación, ganancia, relación señal ruido potencia transmitida, patrón de radiación y tipo de polarización para la transmisión y recepción de una señal.
- Práctica # 9: Introducción y análisis de recepción de señales satelitales, mediante el uso de la herramienta satelital ws-6933.
- Práctica # 10: Diseño y construcción de antena parabólica, diagrama de radiación, ganancia, relación señal ruido potencia transmitida, patrón de radiación y tipo de polarización para la transmisión y recepción de una señal.

En las prácticas propuestas se cumplirán los siguientes objetivos:

Práctica #1: Introducción de elementos pasivos y parámetros que usan en una antena

Objetivo general.

Conocer los elementos pasivos y parámetros que se usan en una antena

Objetivos específicos:

- Verificar cuales son los elementos pasivos para la construcción de las antenas.
- Conocer los parámetros de las antenas para la construcción de antenas.
- Poner en práctica los conocimientos teóricos para la fabricación de antenas.

Práctica #2 Uso de la herramienta de matlab para el estudio de parámetros y diseño de una antena

Objetivo general:

Configurar y utilizar Matlab para el diseño de antenas.

Objetivos específicos:

- Instalar Toolkit de Antenna Designer.
- Realizar navegación de las herramientas de Matlab para el diseño de una antena.
- Visualizar los parámetros de antenas con la herramienta Antenna Designer.

Práctica # 3: Diseño y construcción de antena monopolo, diagrama de radiación, ganancia, relación señal ruido potencia transmitida, patrón de radiación y tipo de polarización para la transmisión y recepción de una señal.

Objetivo general.

Crear una antena monopolo usando el programa Matlab.

Objetivos específicos:

- Configurar parámetros de antena monopolo utilizando MatLab.
- Analizar el cambio de las dimensiones y funcionalidad al ingreso de los datos técnicos.
- Visualizar los distintos parametros en las simulaciones.

Práctica #4: Diseño y construcción de antena dipolo, diagrama de radiación, ganancia, relación señal ruido potencia transmitida, patrón de radiación y tipo de polarización, para la transmisión y recepción de una señal.

Objetivo general.

Crear una antena dipolo usando el programa Matlab

Objetivos específicos:

- Configurar parámetros de antena dipolo utilizando MatLab
- Analizar el cambio de las dimensiones y funcionalidad al ingreso de los datos técnicos.
- Visualizar los distintos parametros en las simulaciones.

Práctica #5: Diseño y construcción de antena de logarítmica, diagrama de radiación, ganancia, relación señal ruido potencia transmitida patrón de radiación y tipo de polarización para la transmisión y recepción de una señal.

Objetivo general:

- Crear una antena logarítmica o log periódica usando el programa Matlab.

Objetivos específicos:

- Configurar parámetros de antena logarítmica o log periódica utilizando MatLab
- Analizar el cambio de las dimensiones y funcionalidad al ingreso de los datos técnicos.
- Visualizar los distintos parámetros en las simulaciones.

Práctica #6: Diseño y construcción de una antena yagui-uda, diagrama de radiación, ganancia, relación señal ruido potencia transmitida, patrón de radiación y tipo de polarización para la transmisión y recepción de una señal.

Objetivo general:

Crear una antena yagi-uda usando el programa Matlab.

Objetivos específicos:

- Configurar parámetros de antena yagui uda utilizando MatLab
- Analizar el cambio de las dimensiones y funcionalidad al ingreso de los datos técnicos.
- Visualizar los distintos parámetros en las simulaciones.

Práctica #7: Diseño y construcción de antena helicoidal, diagrama de radiación, ganancia, relación señal ruido potencia transmitida, patrón de radiación y tipo de polarización para la transmisión y recepción de una señal.

Objetivo general:

Crear una antena hélix o helicoidal usando el programa Matlab.

Objetivos específicos:

- Configurar parámetros de antena hélix o helicoidal utilizando MatLab
- Analizar el cambio de las dimensiones y funcionalidad al ingreso de los datos técnicos.
- Visualizar los distintos parámetros en las simulaciones.

Práctica #8: Diseño y construcción de antena sectorial, diagrama de radiación, ganancia, relación señal ruido potencia transmitida, patrón de radiación y tipo de polarización para la transmisión y recepción de una señal.

Objetivo general:

Crear una antena sectorial usando array de antenas microstip con Matlab.

Objetivos específicos:

- Configurar parámetros de antena sectorial utilizando MatLab
- Analizar el cambio de las dimensiones y funcionalidad al ingreso de los datos técnicos.
- Visualizar los distintos parámetros en las simulaciones.
- Utilizar APP Antenna Array Designer para el diseño y simulación.

Práctica #9: Introducción y análisis de recepción de señales satelitales, mediante el uso de la herramienta satelital ws-6933 sat link.

Objetivo general:

Utilizar y configurar buscador de satélite SatLink WS-6933

Objetivos específicos:

- Aprender el uso del buscador de satélite y transpondedores SatLink WS-6933.
- Configurar el SatLink para búsqueda de canales en satélite Star One C4 de banda Ku.
- Observar la recepción de canales encriptados.

Práctica #10: Diseño y construcción de antena parabólica, diagrama de radiación, ganancia, relación señal ruido potencia transmitida, patrón de radiación y tipo de polarización para la transmisión y recepción de una señal.

Objetivo general:

Crear una antena parabólica en banda C usando el programa Matlab.

Objetivos específicos:

- Configurar parámetros en la antena parabólica en banda C utilizando las herramientas de MatLab.
- Visualizar los distintos parámetros de la antena banda C en las simulaciones de MatLab.

4. Análisis de resultados

En este trabajo de investigación se diseña e implementa un módulo educativo para el uso práctico de diferentes antenas pasivas en las bandas VHF, UHF, C y Ku utilizando el software MATLAB y APPs de aplicaciones en MATLAB, para implementarse en el laboratorio de telecomunicaciones de la carrera de ingeniería en telecomunicaciones de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil.

- Se logra desarrollar 10 prácticas relacionadas a la configuración y creación de antenas de las bandas VHF, UHF, C y Ku utilizando MATLAB.
- Para la configuración y desarrollo de una de las prácticas propuestas se adquiere un SatLink (buscador de satélites) para realizar pruebas con antena en banda Ku.
- Se aprende sobre el uso de los diferentes equipos y herramientas para la creación y configuración de antenas pasivas.

Los resultados de las prácticas serán verificados en resumen en este capítulo, sin embargo, el desarrollo de cada práctica con todos los detalles se encuentra en la sección de anexos.

Se detalla a continuación un resumen de los resultados obtenidos al ejecutar cada una de las prácticas:

4.1. Práctica #1: Introducción de elementos pasivos y parámetros que usan en una antena.

En esta práctica se hace resumen de los elementos pasivos y los parámetros más importantes que se usa en una antena. Adicional se observa en fotografías la construcción de una antena logarítmica.

4.2. Práctica #2 Uso de la herramienta de matlab para el estudio de parámetros y diseño de una antena

En esta práctica se explica el uso de MATLAB como herramienta de diseño de antena mediante la aplicación Antenna Designer, se describe un ejemplo de la antena monopolo.

4.3. Práctica # 3: Diseño y construcción de antena monopolo, diagrama de radiación, ganancia, relación señal ruido potencia transmitida, patrón de radiación y tipo de polarización para la trasmisión y recepción de una señal.

En esta práctica se realiza el diseño y construcción de una antena monopolo, se

explica el uso de MATLAB como herramienta de diseño de antena mediante la aplicación Antenna Designer. Se realizan pruebas en campo con TV convencional para la recepción de los canales y la prueba de las antenas.

4.4. Práctica #4: Diseño y construcción de antena dipolo, diagrama de radiación, ganancia, relación señal ruido potencia transmitida, patrón de radiación y tipo de polarización, para la transmisión y recepción de una señal.

En esta práctica se realiza el diseño y construcción de una antena dipolo, se explica el uso de MATLAB como herramienta de diseño de antena mediante la aplicación Antenna Designer. Se realizan pruebas en campo con TV convencional para la recepción de los canales y la prueba de las antenas.

4.5. Práctica #5: Diseño y construcción de antena de logarítmica, diagrama de radiación, ganancia, relación señal ruido potencia transmitida patrón de radiación y tipo de polarización para la transmisión y recepción de una señal.

En esta práctica se realiza el diseño y construcción de una antena logarítmica, se explica el uso de MATLAB como herramienta de diseño de antena mediante la aplicación Antenna Designer. Se realizan pruebas en campo con TV convencional para la recepción de los canales y la prueba de las antenas.

4.6. Práctica #6: Diseño y construcción de una antena yagui-uda, diagrama de radiación, ganancia, relación señal ruido potencia transmitida, patrón de radiación y tipo de polarización para la transmisión y recepción de una señal.

En esta práctica se realiza el diseño y construcción de una antena Yagi Uda, se explica el uso de MATLAB como herramienta de diseño de antena mediante la aplicación Antenna Designer. Se realizan pruebas en campo con TV convencional para la recepción de los canales y la prueba de las antenas.

4.7. Práctica #7: Diseño y construcción de antena helicoidal, diagrama de radiación, ganancia, relación señal ruido potencia transmitida, patrón de radiación y tipo de polarización para la transmisión y recepción de una señal.

En esta práctica se realiza el diseño y construcción de una antena helicoidal, se explica el uso de MATLAB como herramienta de diseño de antena mediante la aplicación Antenna Designer. Se realizan pruebas en campo con TV convencional para la recepción de los canales y la prueba de las antenas.

4.8. Práctica #8: Diseño y construcción de antena sectorial, diagrama de radiación, ganancia, relación señal ruido potencia transmitida, patrón de radiación y tipo de polarización para la transmisión y recepción de una señal.

En esta práctica se realiza el diseño y construcción de una antena sectorial, se explica el uso de MATLAB como herramienta de diseño de antena mediante la aplicación Antenna Designer. Se realizan pruebas en campo con TV convencional para la recepción de los canales y la prueba de las antenas.

4.9. Práctica #9: Introducción y análisis de recepción de señales satelitales, mediante el uso de la herramienta satelital ws-6980 SatLink.

En esta práctica se realiza la configuración y uso del equipo SatLink 6980. Se toman pruebas con el plato de recepción satelital de banda Ku. Se puede observar los canales recibidos, pero aparecen encriptados.

4.10. Práctica #10: Diseño y construcción de antena parabólica, diagrama de radiación, ganancia, relación señal ruido potencia transmitida, patrón de radiación y tipo de polarización para la transmisión y recepción de una señal.

En esta práctica se realiza el diseño y construcción de una antena parabólica en banda C, se explica el uso de MATLAB como herramienta de diseño de antena mediante la aplicación Antenna Designer. Se realizan pruebas en campo con TV convencional para la recepción de los canales y la prueba de las antenas.

5. Conclusiones

Las conclusiones de este trabajo de investigación son las siguientes:

- Se logra realizar el análisis, diseño e implementación de un banco de prácticas para el uso de antenas de la banda C, KU, VHF y UHF para el laboratorio de telecomunicaciones de la Universidad Politécnica Salesiana. Con esto se logra el principal objetivo de esta tesis.
- Se realizó el estudio de los diferentes tipos de materiales y elementos que se usan en las comunicaciones inalámbricas, específicamente en el diseño y construcción de antenas pasivas para el uso en el banco de prácticas propuesto en este proyecto, entre los materiales podemos usar cobre, metal o aluminio siendo este último más usado por ser un material económico liviano e inoxidable y de bajo costo.
- Se realizó el diseño y simulación de diferentes tipos de antenas mediante el uso de la herramienta Matlab demostrando que con el diseño y las medidas adecuadas se puede hacer una correcta simulación en la cual podemos visualizar los diferentes diagramas en radiación en elevación en azimut y diagramas de atenuación.
- Las diez prácticas fueron enfocadas en el análisis, diseño e implementación de un banco de prácticas, pretendiendo elevar los conocimientos teóricos y prácticos de los estudiantes y ser utilizado en el laboratorio de telecomunicaciones de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil
- Es necesario para realizar las mediciones con las antenas el uso del equipo SatLink WS 6980 con un cable coaxial con conector BNC, este equipo no se calibra, viene con las debidas especificaciones técnicas certificadas ya programadas.
- Una forma de comprobar si el cable coaxial está en buen estado es realizando una prueba con el multímetro este deberá ser colocado en prueba de continuidad, midiendo núcleo punta y punta, así comprobaremos si existe o no daño en el cable coaxial.
- El uso de qué tipo de cableado usar depende de lo que desee transmitir o recibir y la distancia ya que puede generar pérdida de señal.
- Las antenas en campo fueron diseñadas con dispositivos aislantes de plásticos, material de aluminio y el balún que permite dividir la señal.
- Se arman las antenas de acuerdo con la simulación, no existen normas de armado de antenas, pero se siguen de buenas prácticas y seguridad en el uso

de las herramientas al construir o colocar una antena.

- Al finalizar este trabajo de investigación se cumplen los objetivos principales y objetivos dando como resultado un manual de diez prácticas para que los estudiantes de últimos semestres de la carrera de ingeniería en telecomunicaciones de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil puedan poner en práctica sus conocimientos teóricos mediante la simulación en Matlab aplicada a antenas pasivas. El detalle de este manual práctico se encuentra en la sección de anexos del libro.

6. Recomendaciones

Como recomendaciones a este trabajo de tesis se presentan las siguientes:

- Se recomienda trabajar con Matlab 2021 en Laptop o PC de alta gama en vista que consume bastantes recursos de procesador, memoria y disco duro. Por tal motivo es recomendada una Laptop Core i7 de séptima generación hasta decima generación, con memoria entre 8Gb y 16Gb.
- Las prácticas desarrolladas en este trabajo de investigación se relacionan a las antenas pasivas que se lograron construir sin embargo cada manual de práctica puede aplicarse para cualquier medida de antenas e incluso otros modelos que los estudiantes quieran aprender y simular.
- La práctica de antena parabólica se diseñó para la banda C sin embargo la banda solo lo determina la frecuencia en la cual trabaja la antena, puede usarse para cualquier banda de frecuencia Ku o Ka.
- La práctica del uso del SatLink se realiza cazando al satélite Star One C4 sin embargo puede utilizarse cualquier satélite que quieran captar siempre y cuando haya pisada satelital en el Ecuador, adicional se deberá tomar en cuenta que los canales sintonizados con el SatLink estarán encriptados salvo uno que puede estar en banda abierta FTA.
- Para la práctica del SatLink se utiliza antena de Claro en banda Ku y LNB universal de banda Ku. Con estos equipos junto al SatLink se puede realizar prácticas de recepción de señales satelitales de banda Ku utilizando antena parabólica de 1 metro de diámetro.
- Para la prueba de la calidad de recepción de señales de TV analógica y digitales se utiliza cualquier tipo de Tv que tenga el conector de recepción de antena.

Bibliografía

- Alonso Del Castillo, F. (2021). *CAPÍTULO 4 MÉTODOS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE ANTENAS 4.1 INTRODUCCION*.
- Arcotel.gob.ec. (2021). Espectro Radioeléctrico – Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones. 12 abril 2021 <http://www.arcotel.gob.ec/espectro-radioelectrico-2/>
- Arturo, C., Álvarez, M.,. (2011). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CUANTITATIVA Y CUALITATIVA Guía didáctica*.
- Blogspot.com.(2017).Antena Monopolo. 12 abril 2021 <http://game970916.blogspot.com/2017/10/antena-monopolo.html>
- Camacho, H., & Marcano, N. (n.d.). *El enfoque de investigación introspectivo vivencial y sus secuencias operativas. Algunos casos de estudio*.
- Canstockphoto.com. (2021). Imagen de grandes receptores de tecnología espacial de antena parabólica parabólica. | CanStock. https://www.canstockphoto.com/search.php?search_color_group=gray&search_mode=fresh&search_phrase=antenna+parabolic+parabolic
- Constantine A. Balanis. (2012). Antenna Theory: Analysis and Design - Constantine A. Balanis - Google Libros. Retrieved February 4, 2021, from <https://books.google.com.ec/books?id=v1PSZ48DnuEC>
- Doblevia.wordpress.com. (2021). Rumbo y Azimut | Doble Vía.
- ecured.cu. (2021). UHF - EcuRed. <https://www.ecured.cu/UHF>
- Ecured.cu. (2021a). Antena Yagi Uda - EcuRed. <https://www.ecured.cu/VHF>
- Ecured.cu. (2021b). VHF - EcuRed. <https://www.ecured.cu/VHF>
- Es.mathworks.com. (2021). Creación del logotipo de MATLAB - MATLAB & Simulink Example - MathWorks España. <https://la.mathworks.com/>
- Escueladeltrabajo.net. (2021). El Espectro Radioeléctrico. <https://escueladeltrabajo.net/unidad%201.pdf>
- Huidobro, J. M. (2021). *Antenas de telecomunicaciones*.
- Icomamerica.com. (2021). A120 Transceptores VHF de banda aérea - Opciones - Icom America. <http://www.icomamerica.com/es/products/avionics/panelmount/a220/options.aspx>
- Ikastaroak.ulhi.net. (2021). 2.3.3.- Cálculo del Azimut. | ICTV06.- Diseño, configuración, instalación y mantenimiento de las instalaciones de r...
- Itrainonline.org. (2021). Antena y Cables. <http://www.itrainonline.org/itrainonline/english/index.shtml>
- Itu.int. (2021). UIT: Comprometida para conectar el mundo. Retrieved February 4, 2021, from <https://www.itu.int/es/Pages/default.aspx>
- Jmactualidades.com. (2021). Que es una antena helicoidal o antena helice: características.
- Martínez, J. (2021). Concepto de MatLab | Software de Ambiente Virtual.
- Matlab. (2021a). Antenna Toolbox - MATLAB. Retrieved March 7, 2021, from <https://www.mathworks.com/products/antenna.html>
- Matlab. (2021b). MATLAB - MathWorks - MATLAB & Simulink. Retrieved March 7, 2021, from <https://www.mathworks.com/products/matlab.html>

- Monachesi, E., Frenzel, A. M., Chaile, G., Agustín, C., Gómez López, F. A., Tecnológica, U., ... Tucumán, R. (2021). *Conceptos generales de Antenas*.
- Ouali, A., Poon, K. F., Lee, B. S., & Romaiti, K. Al. (2016). Towards achieving practical GPON FTTH designs. *2015 IEEE 20th International Workshop on Computer Aided Modelling and Design of Communication Links and Networks, CAMAD 2015*. <https://doi.org/10.1109/CAMAD.2015.7390490>
- Proyectos.habitissimo.es. (2021). Las Antenas Dipolo: Tipos y Características | Ideas Antenas.
- Redes, Y. (2017). *ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN TELECOMUNICACIONES*.
- Repository.uniminuto.ed. (2021). Diseño, Simulación y Construcción de una Antena.
- Rodríguez Varela, A. B. (2018). *Alimentador Vivaldi de antenas parabólicas en la banda de 2,4 GHz*. Retrieved from <http://dspace.uclv.edu.cu:8089/xmlui/handle/123456789/9869>
- SatLink. (2021). SATLINK 6980 HD Combo DVB-S2 / DVB-T2 / DVB-C / Fibra Optica - Satlink. Retrieved March 7, 2021, from <https://www.satlink.com.es/productos/nuevo-satlink-6980-hd-dvb-s2-dvb-t2-dvb-c>
- Serbal.pntic.mec.es. (2021). Orientación de Parábolas. <http://serbal.pntic.mec.es/srug0007/archivos/radiocomunicaciones/SATELITE/TEMA%208%20ParabolicasOrientacion.pdf>
- Sisbib.unmsm.edu.pe. (2021). Implementación de una Antena Log Periódica. https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/electronica/n16_2005/a01.pdf
- Sistemasdecomunicacionsite.wordpress.com. (2016). Antena Offset – Sistemas de Comunicaciones. <https://sistemasdecomunicacionsite.wordpress.com/>
- Sites.google.com. (2021a). Apuntamiento de antenas satélite y canales - Equipos de imagen. <https://sites.google.com/site/equiposdeimagengmfp/1-transmision-de-television/2-antenas-de-television/apuntamiento-de-antenas-satelite>
- Sites.google.com. (2021b). Banda de frecuencia UHF(Ultra frecuencia) - Telecomunicaciones.
- Sites.google.com. (2021c). Elementos pasivos de la instalación - Equipos de imagen. <https://sites.google.com/site/equiposdeimagengmfp/3-distribucion-de-senales-de-radiofrecuencia/elementos-pasivos-de-la-instalacion>
- Telecomunicaciones.gob.ec. (2021). La Sociedad es la beneficiaria del recurso natural del Espectro Radioeléctrico – Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información. <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/la-sociedad-es-la-beneficiaria-del-recurso-natural-del-espectro-radioelectrico/>
- Tica970322.blogspot.com. (2017). Antenas Definición y Tipos. <http://tica970322.blogspot.com/2017/08/antenas-definicion-y-tipos-definicion.html>

- Upcommons.upc.edu. (2021). Fundamentos de Matlab. https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/192916/tema_1_fundamentos_de_matlab-5148.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Upv.es. (2021). Introducción Parámetros de Antena. http://www.upv.es/antenas/Tema_1/parametros_de_antenas.htm
- Wiki.ead.pucv.cl. (2021). Antena - Casiopea. <https://wiki.ead.pucv.cl/Antena>

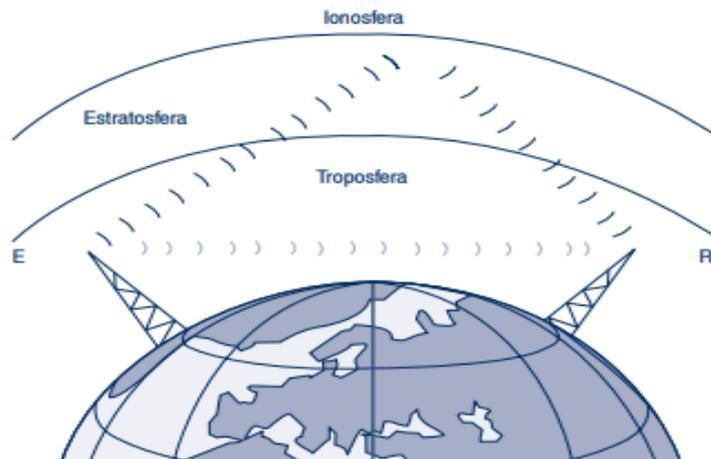
Anexos

		GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO
CARRERA: INGENIERÍA ELECTRÓNICA		ASIGNATURA:
NRO. PRÁCTICA:	1	TÍTULO PRÁCTICA: Introducción de elementos pasivos y parámetros que usan en una antena
<p>OBJETIVO GENERAL:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conocer los elementos pasivos y parámetros que se usan para la construcción de una antena <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificar cuales son los elementos pasivos para la construcción de las antenas. • Conocer los parámetros de las antenas para la construcción de antenas. • Poner en práctica los conocimientos teóricos para la fabricación de antenas. 		
INSTRUCCIONES		<ol style="list-style-type: none"> 1. Armar grupos para el desarrollo de la práctica 2. Los estudiantes previamente a la práctica deben leer en detalle los manuales de equipos y esta guía de práctica. 3. Los estudiantes deben usar los equipos y materiales para la práctica de una manera profesional siguiendo las normas del laboratorio y cuidando de los equipos, herramientas, así como los materiales indicados por el docente. 4. Al finalizar la práctica el grupo de estudiantes debe dejar su sitio en orden y los equipos deben ser guardados en el laboratorio.
<p>ACTIVIDADES POR DESARROLLAR:</p> <p>En esta sección se aprenderá los conceptos básicos de las antenas y sus elementos que la constituyen.</p> <p>Existen, diferentes tipos de antenas: las que emiten y las que captan la señal. La función principal de una antena emisora reside en convertir señales eléctricas variables en ondas electromagnéticas y poder emitirlas, es decir, radiarlas. La antena receptora hace todo lo contrario: convierte las ondas electromagnéticas que</p>		

recibe de las señales eléctricas variables.

La transmisión de las ondas desde la antena emisora hasta llegar a la antena receptora se puede hacer por dos diferentes vías:

- a) Directamente desde la antena emisora hasta llegar a la antena receptora, o,
- b) De la antena emisora hacia la ionosfera, que emite esas ondas a la Tierra donde las absorbe la antena receptora.



La fórmula que se muestra nos permite calcular el alcance de una antena a otra en desarrollo de sus alturas:

$$D = 3,6(\sqrt{a_1} + \sqrt{a_2})$$

D = distancia en kilómetros de la máxima de emisión.

a1 = altura en metros de la antena emisora.

a2 = altura en metros de la antena receptora.

Magnitudes empleadas

Las magnitudes que se emplearán para ejecutar los cálculos necesarios para establecer una antena son: impedancia, intensidad, potencia, tensión y ganancia.

La fórmula que se emplea para ganancia de potencia es:

$$G_p = 10 \cdot \log\left(\frac{P_e}{P_b}\right) = (\text{dB})$$

Pa= Potencia en W en el punto a de una instalación.
Pb= Potencia en W en el punto b de una instalación.

Para la ganancia de tensión la fórmula utilizada es:

$$G_v = 20 \cdot \log \left(\frac{U_a}{U_b} \right) = (\text{dB})$$

Ua= Tensión en V en el punto a de una instalación.
Ub= Tensión en V en el punto b de una instalación.

Otras unidades conexas con éstas son el dBm y dBPV:

dBm. Expresa el valor en potencia respecto a una unidad tomada como referencia (1 milivatio).

$$G_p = 10 \cdot \log \frac{P(\text{mW})}{1 \text{ mW}} \text{ en dBm}$$

dBPV. Expresa un valor de tensión respecto a una unidad tomada como referencia (1 microvoltio).

$$G_v = 20 \cdot \log \frac{U(\mu\text{V})}{1 \mu\text{V}} \text{ en dB}\mu\text{V}$$

1. Calcular la longitud de una antena

El cálculo básico de una antena la realizamos a partir de la siguiente fórmula:

$$\lambda \cdot f = G$$

O = longitud de onda (m).
f = frecuencia (Hz).
G = velocidad de la luz = $3 \cdot 10^8$ m/s.

Parámetros de la Antena

- **Ganancia:** Constituye al número de decibelios que proporciona la antena en comparación con una antena patrón de referencia (antena dipolo) cuya ganancia es 0 dB.
- **Directividad:** Tiene el poder de captación de una antena en una específica dirección.
- **Ancho de banda:** Es el margen de frecuencias para las cuales la antena continúa conservando sus características.
- **ROE (Relación de ondas estacionarias):** Tiene las medidas del grado de adaptación entre la antena y la impedancia del sistema enlazado a ella.

Elementos necesarios para la construcción de una antena

Dependiendo del tipo de antena se utilizan diferentes materiales para la construcción de antena, desde el metal, aluminio o cobre como material para utilización en directores, excitadores y reflectores de una antena, así como la fibra de vidrio o el plástico para antenas tipo sectoriales o parabólicas.

Lista de Materiales:

- Alambre coaxial.
- Tubos de aluminio.
- Broca.
- Pinzas.
- Tiras de metal.
- Sierra.
- Conectores.
- Metro.

Cable Coaxial

El **cable coaxial** consiste en un cable formado por dos conductores concéntricos, espaciados por un aislante o dieléctrico.



El **conductor central** generalmente es: cobre electrolítico, cobre estañado, cobre plateado o acero cobreado (cobre con alma de acero).

El conductor central está recubierto por un **aislante o dieléctrico** del cual depende la impedancia característica del cable (75: para los cables utilizados en viviendas y edificios), la capacidad mutua, la velocidad de propagación y la atenuación, su principal parámetro.

Se detalla a continuación los procesos para la construcción de una antena:

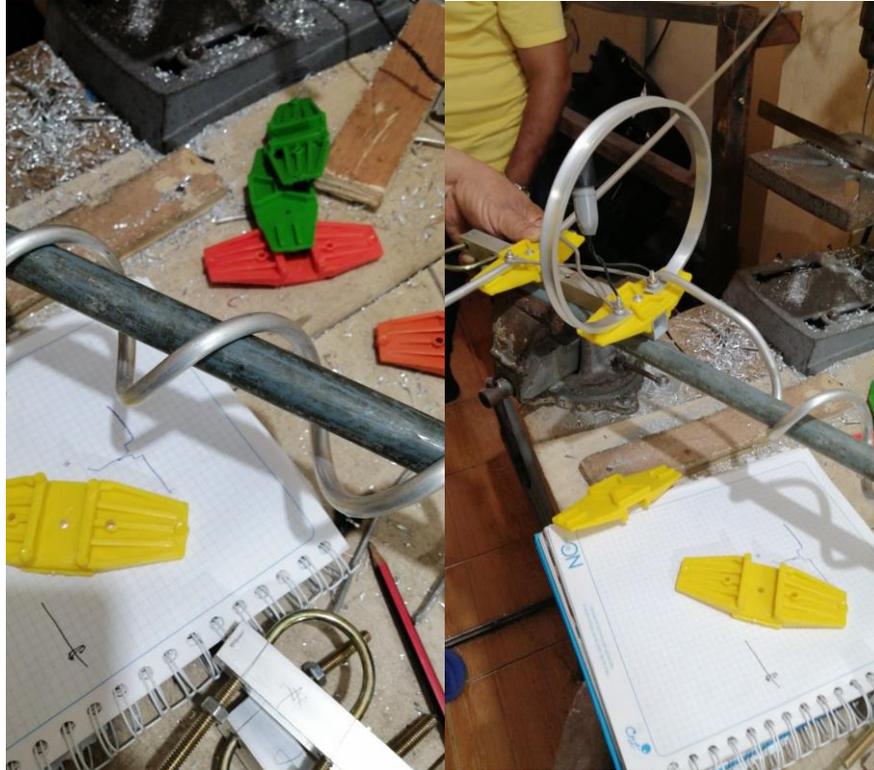
Conectores

Se utilizan diferentes conectores dependiendo de las antenas.



Materiales:

Para la construcción de las antenas se usan material de aluminio y separadores de plásticos que irán junto con los remaches que sostienen los dipolos y el balun para la conexión del cable con la antenna.







RESULTADO(S) OBTENIDO(S):

El estudiante debe colocar los resultados obtenidos en la práctica con imágenes y descripciones de cada imagen

CONCLUSIONES:

El estudiante debe colocar las conclusiones de las prácticas de acuerdo con los objetivos planteados.

RECOMENDACIONES:

El estudiante debe colocar las recomendaciones de las prácticas de acuerdo con los objetivos planteados.

RÚBRICA DE REVISIÓN DE PRÁCTICA:

Fecha de realización de la práctica:	
Integrantes del Grupo:	1.- 2.-

	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy Malo	Observaciones
Calidad, orden, evidencia fotográfica y correcta estructuración del desarrollo de la práctica [30% del puntaje]							
Sustentación correcta de las prácticas [30% del puntaje]							
Conclusiones de las prácticas [40% del puntaje]							
PUNTAJE:							/10

CARRERA: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

ASIGNATURA:

NRO. PRÁCTICA:

2

TÍTULO PRÁCTICA: Uso de la herramienta de MATLAB para el análisis de parámetros y diseño de una antena

OBJETIVO GENERAL:

Configurar y utilizar Matlab para el diseño de antenas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Instalar Toolkit de Antenna Designer.
- Realizar navegación de las herramientas de Matlab para el diseño de una antena.
- Visualizar los parámetros de antenas con la herramienta Antenna Designer.

INSTRUCCIONES

1. Armar grupos para el desarrollo de la práctica

2. Los estudiantes previamente a la práctica deben leer en detalle los manuales de equipos y esta guía de práctica.

3. Los estudiantes deben usar los equipos y materiales para la práctica de una manera profesional siguiendo las normas del laboratorio y cuidando de los equipos, herramientas, así como los materiales indicados por el docente.

4. Al finalizar la práctica el grupo de estudiantes debe dejar su sitio en orden y los equipos deben ser guardados en el laboratorio.

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR:

Antenna Toolbox™ proporciona funciones y apps para diseñar, analizar y visualizar elementos de antenas y arrays. Es posible diseñar antenas independientes y crear arrays de antenas mediante elementos predefinidos con geometría parametrizada, o bien a través de elementos planares arbitrarios.

Antenna Toolbox emplea el procedimiento de los momentos (MoM) para evaluar las propiedades de puerto y propiedades de campo. Cabe la posibilidad de visualizar los resultados de los análisis y la geometría de antena en 2D y 3D.

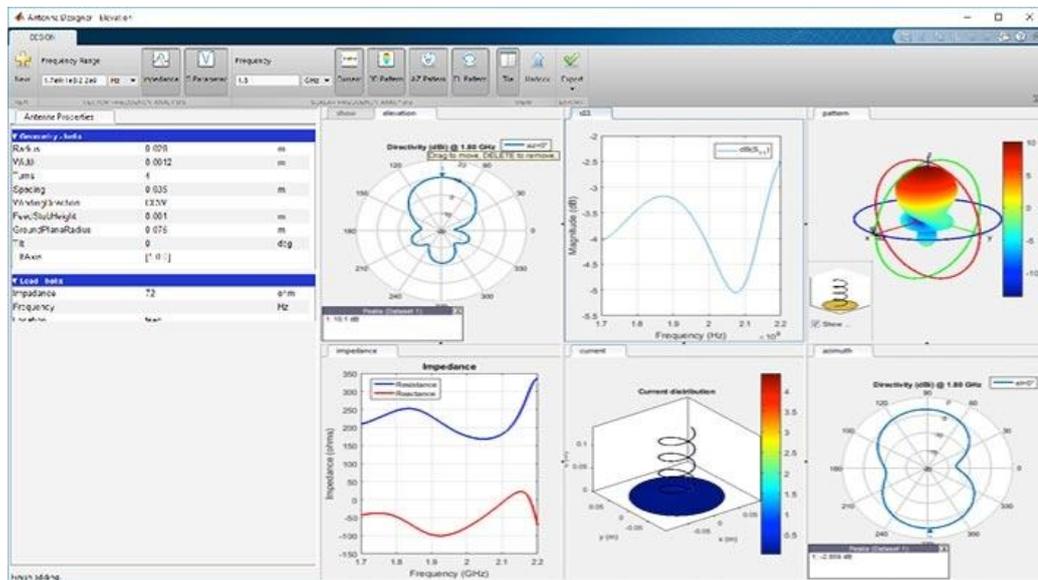
Se pueden integrar antenas y arrays en sistemas inalámbricos y utilizar análisis de impedancia para implementar redes coincidentes. Antenna Toolbox provee

patrones de radiación para representar algoritmos de conformación de haz y orientación de haz. Es posible generar archivos Gerber a partir del diseño para fabricar antenas PCB (placa de circuito impreso). Las antenas se pueden instalar en plataformas de gran tamaño como coches o aviones para analizar los efectos de la estructura en el rendimiento de las antenas. Site Viewer permite visualizar la cobertura de la antena en un mapa de terreno 3D mediante diversos modelos de propagación.

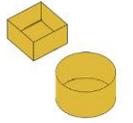
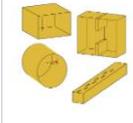
Mediante un catálogo de elementos parametrizados o la app Antenna Designer, podrá calcular y visualizar rápidamente la impedancia y los patrones de radiación de campo lejano.

Catálogo de antenas

Diseñe y visualice antenas mediante un catálogo de elementos parametrizados que incluye diferentes tipos de antenas dipolo, monopolo, de parche, espirales, fractales y de bocina, entre otros. Añada estructuras de refuerzo como reflectores o cavidades y especifique los sustratos dieléctricos.

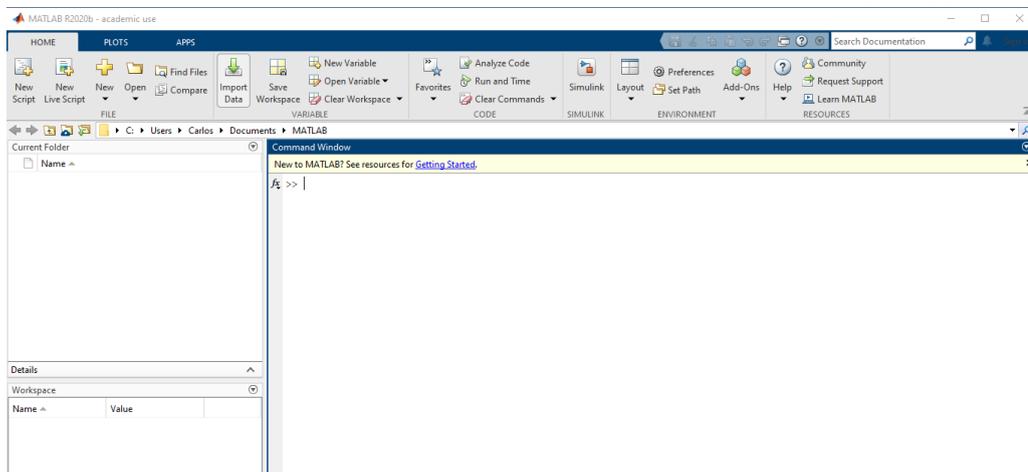


Antenna Toolbox™ proporciona bibliotecas de diferentes tipos de antenas. Utilice estas antenas para crear arreglos finitos e infinitos. Mejore el rendimiento de su antena con la ayuda de estructuras de respaldo como reflectores o cavidades. Utilice dieléctricos en Antenna Toolbox para comprender el efecto de los sustratos como materiales de antena.

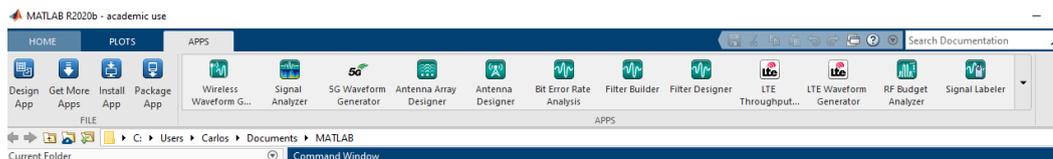
						
Antenas de cavidad	Antenas cónicas	Antenas dipolo	Antenas fractales	Antenas Helix	Antenas de cuerno	Antenas de bucle
						
Antenas monopolares	Otras antenas	Antenas de parche	Antenas reflectoras	Antenas de ranura	Antenas espirales	Guías de ondas

PROCEDIMIENTO:

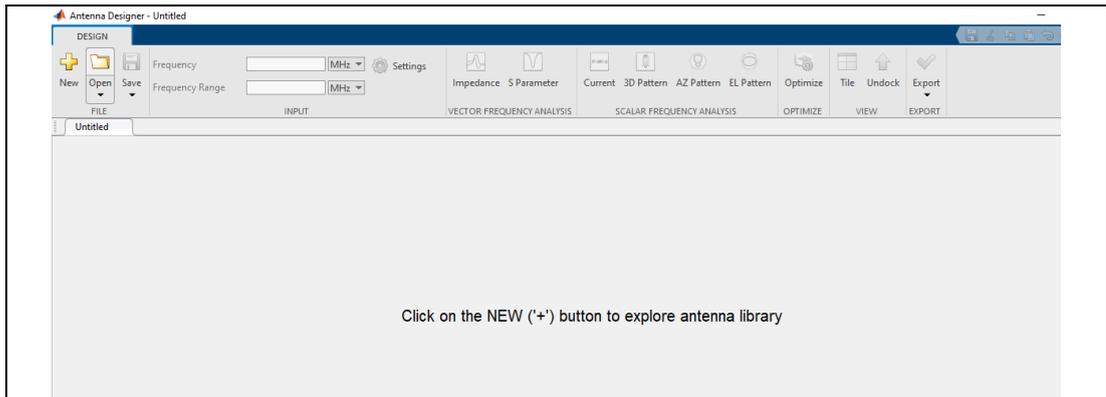
- 1) Para el uso de Matlab en el diseño de antenas se requiere tener instalada la versión MATLAB 2020b.



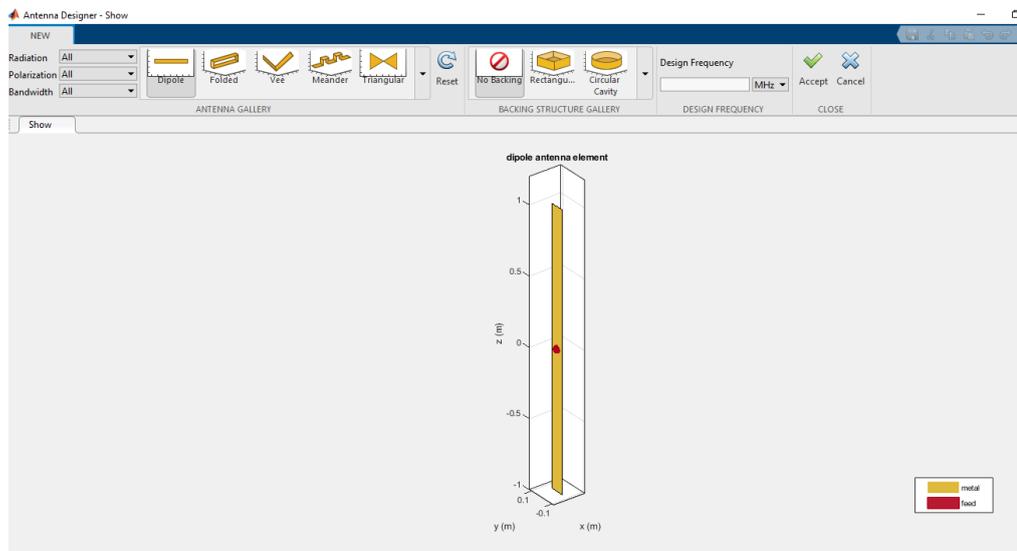
- 2) Instalar las APPs necesarias para el diseño de antenas con Matlab.



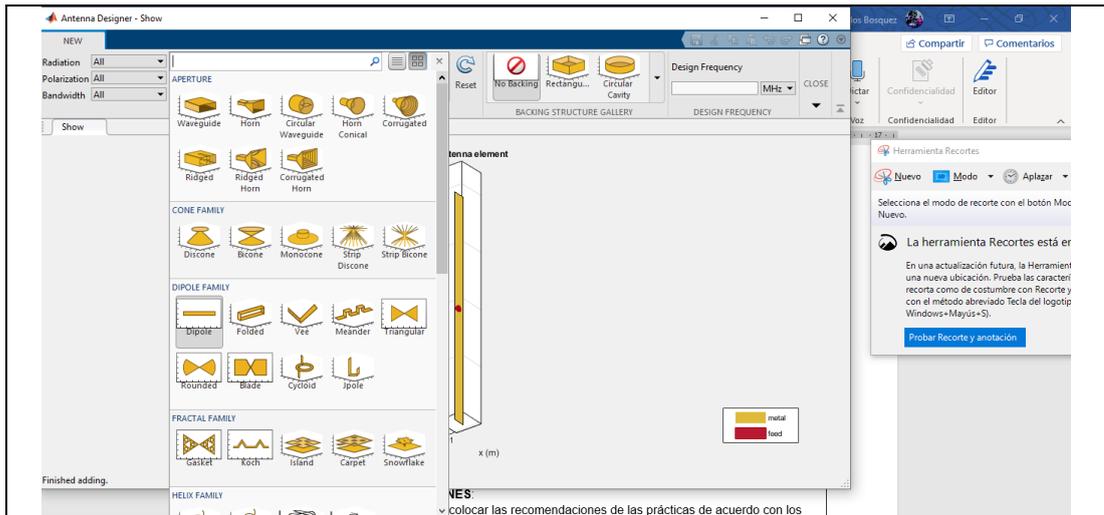
- 3) Instalar el toolkit Antenna Designer.



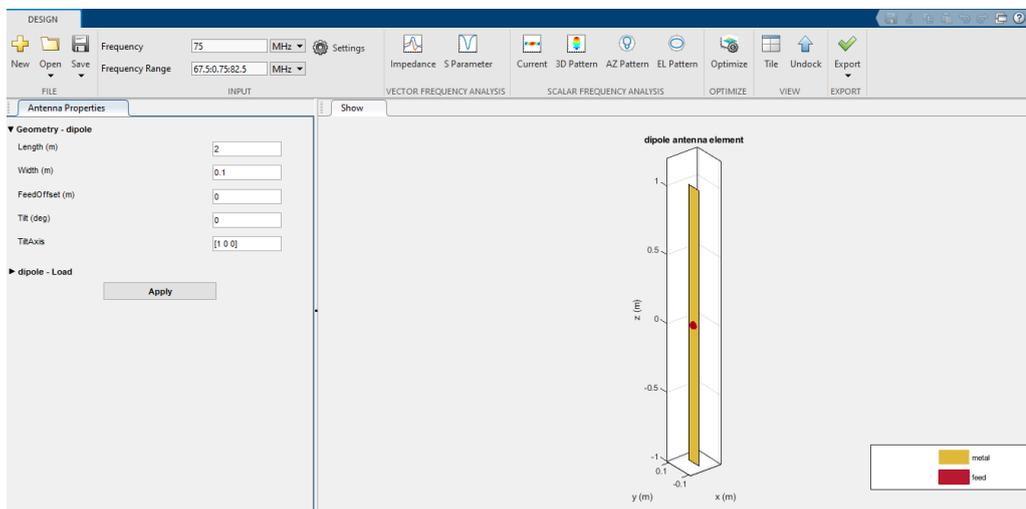
4) Dar click en New. Por defecto se cargará el diseño de antena dipolo.



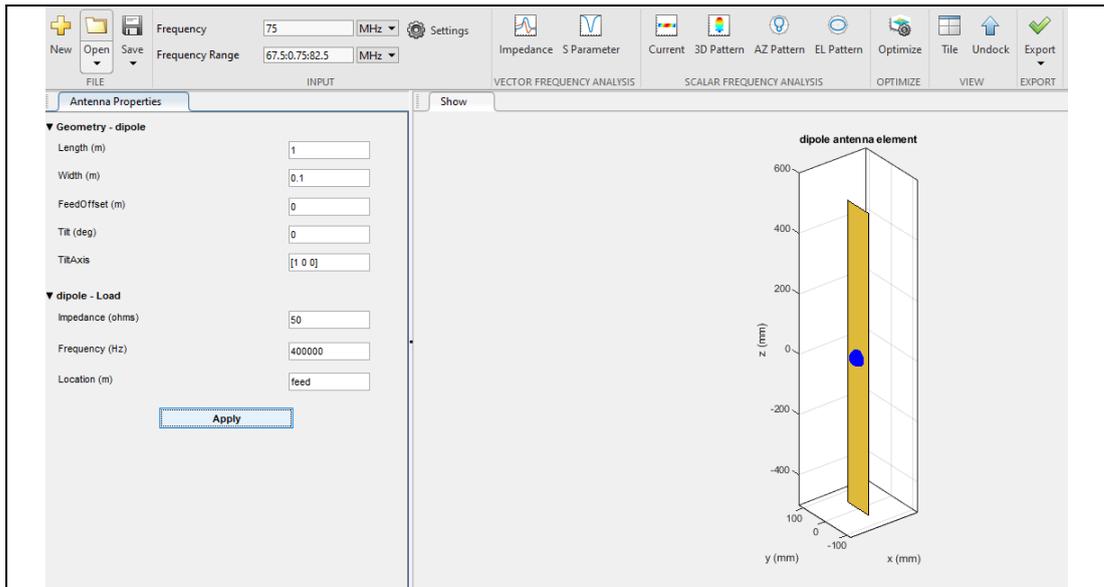
5) Se puede seleccionar cualquier tipo de antena para la realización de las prácticas. Para este caso se utilizará la antena dipolo. Dar click en aceptar.



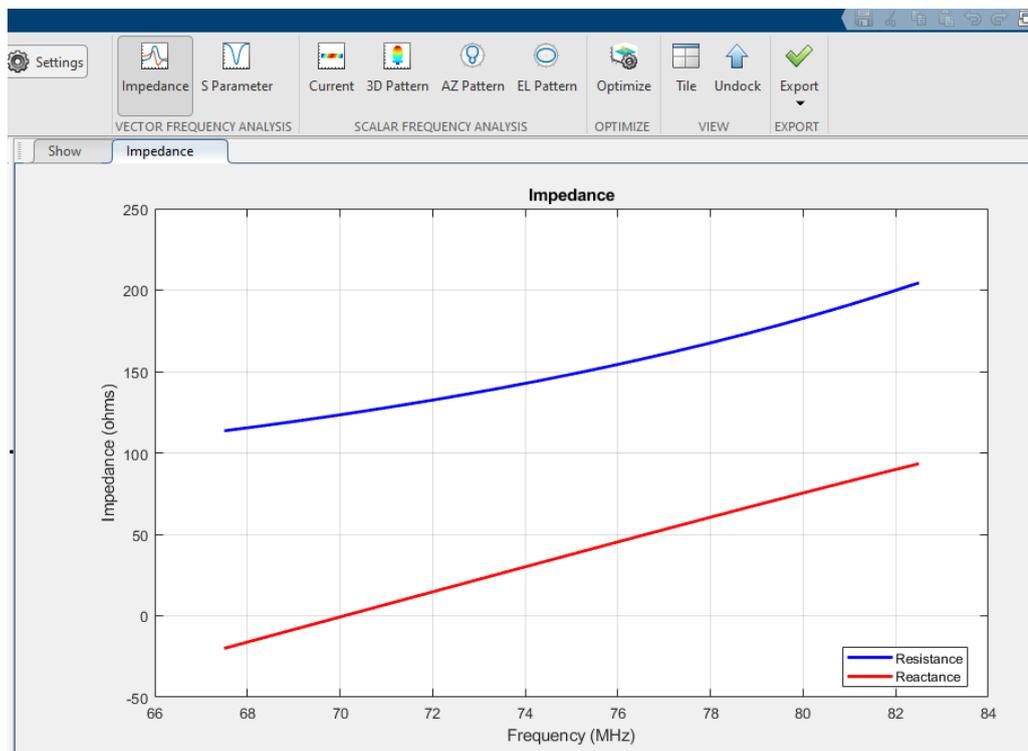
- 6) Al dar click en aceptar se desplegará los parámetros de configuración de la antena dipolo.



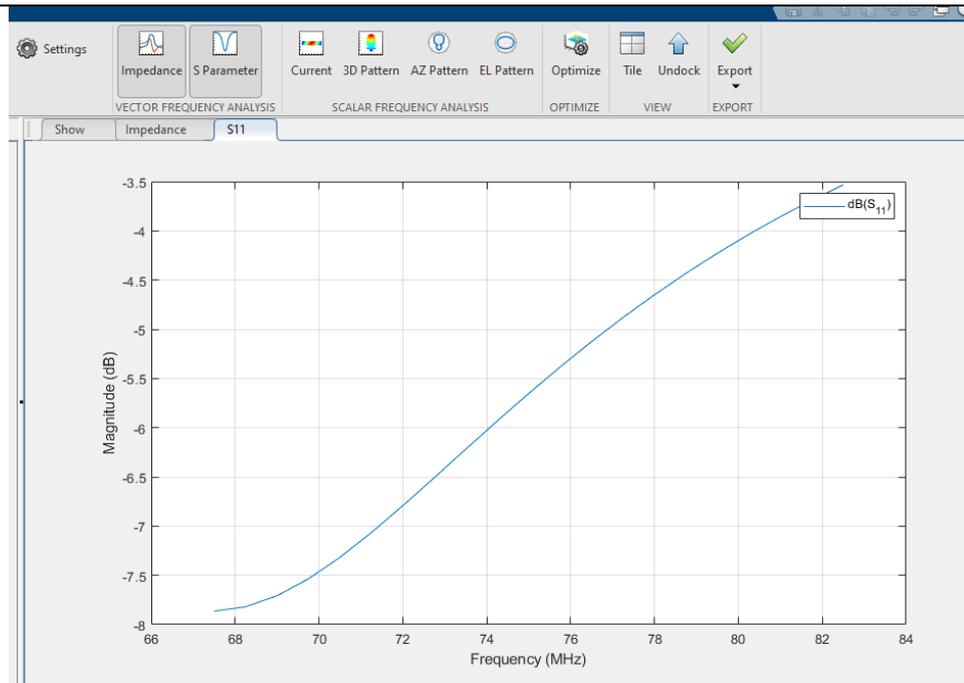
- 7) Cambiar los parámetros de las propiedades de antenas, colocar valores de 50 ohmios de impedancia y 400 MHz de frecuencia. Dar click en Aplicar. Se puede observar que el diagrama cambia. La antena dipolo cambia en su estructura.



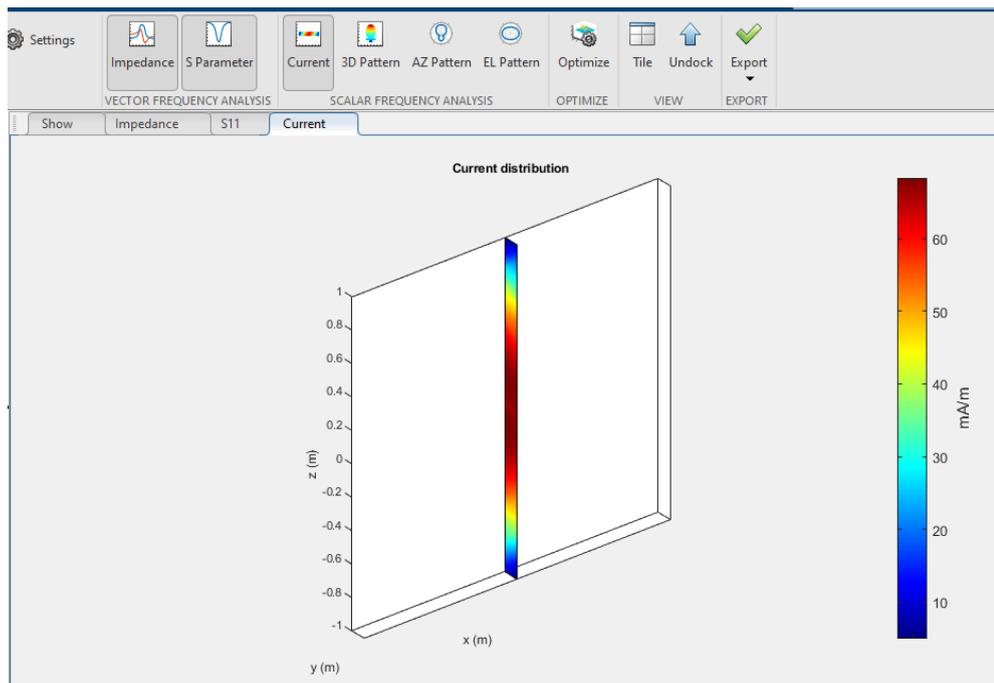
8) Dar click en Impedancia y observar la gráfica de impedancia.



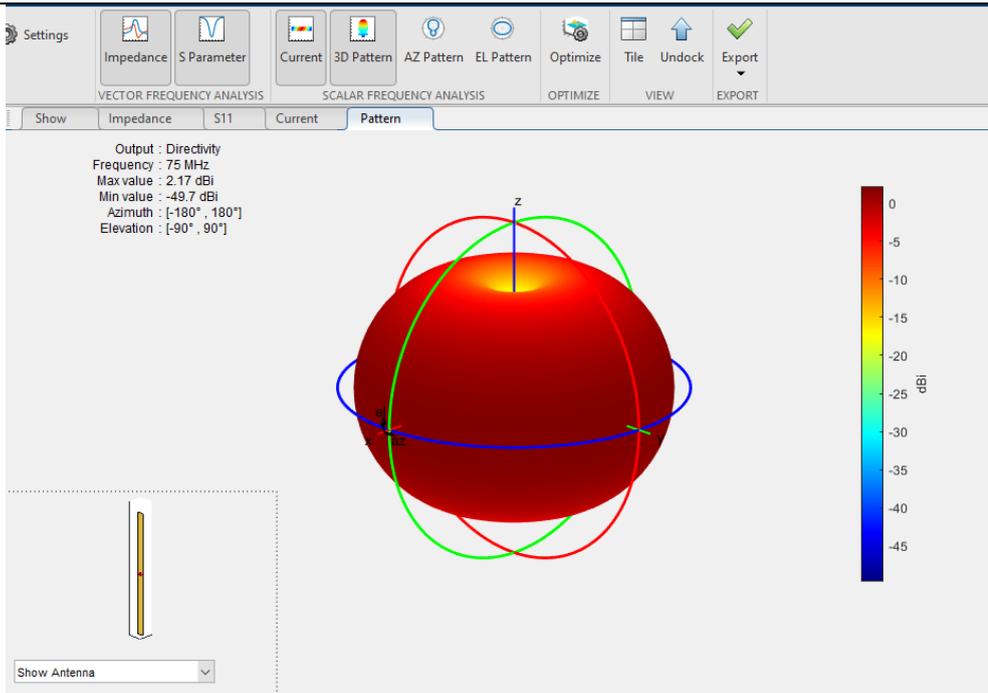
9) Dar click en S-parámetros y observar la gráfica frecuencia – magnitud (db).



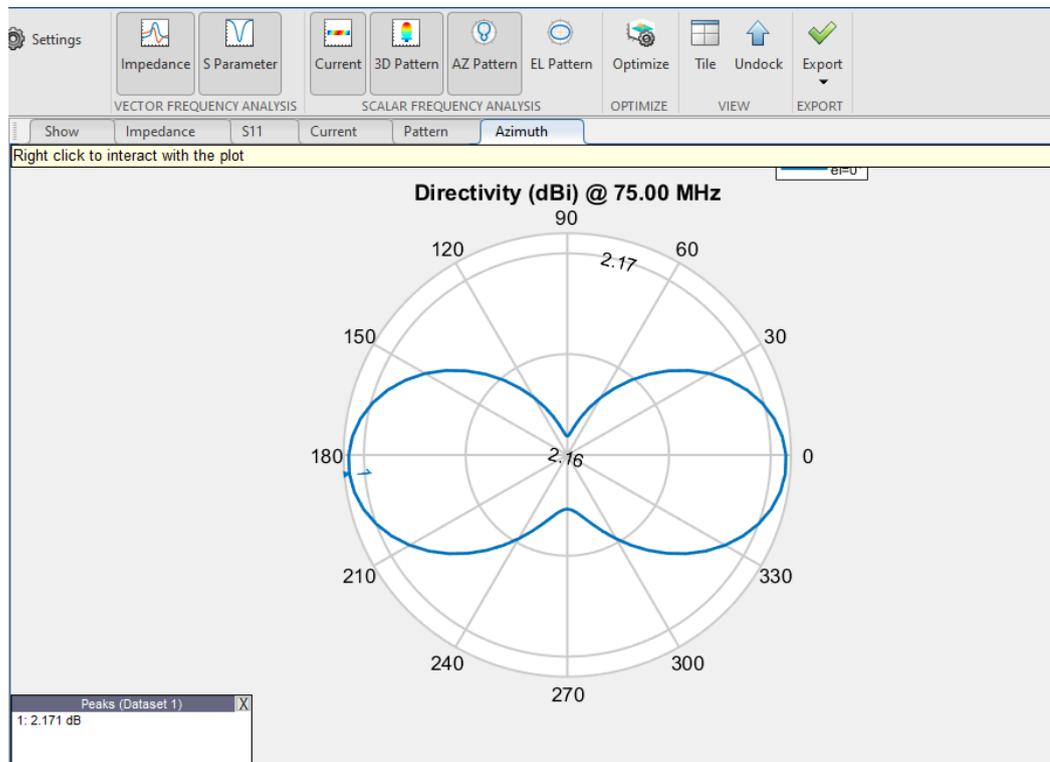
10) Dar click en Current y observar la gráfica de distribución de corriente.



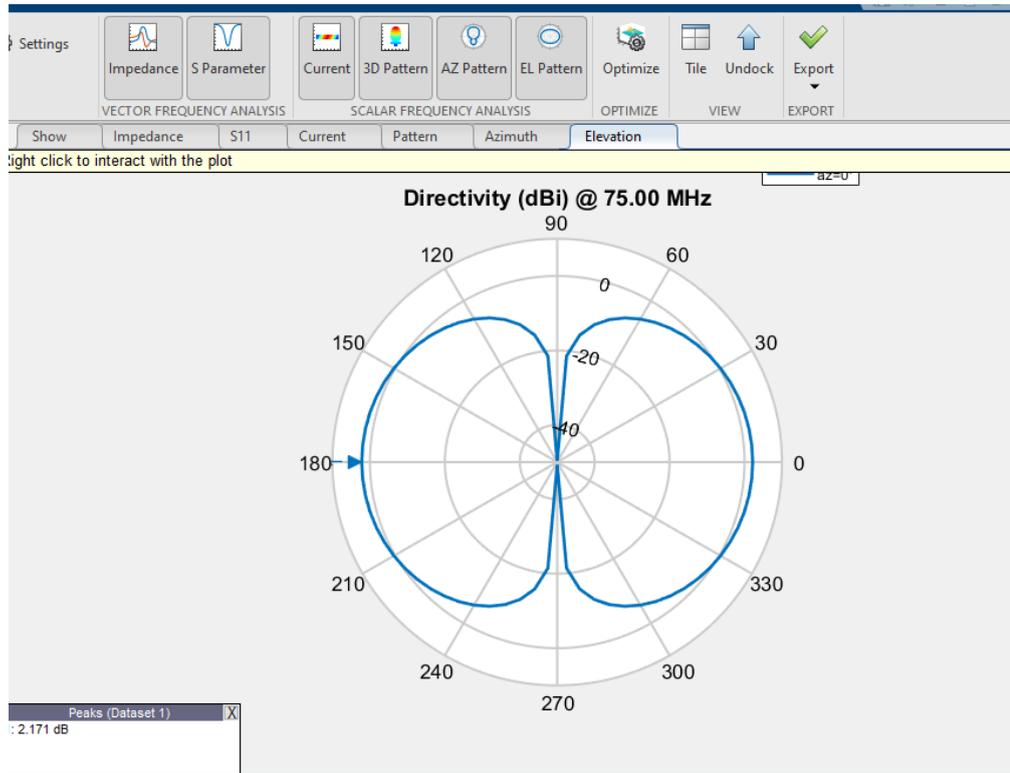
11) Dar click en 3D pattern y observar el diagrama de radiación de la antena en 3 dimensiones.



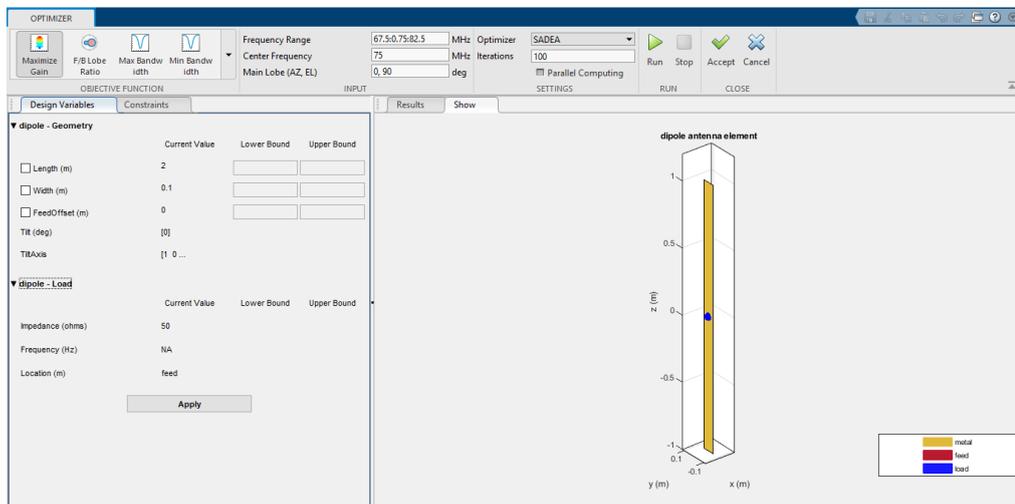
12) Dar click en Az Pattern y observar el diagrama de directividad en azimuth de la antena.



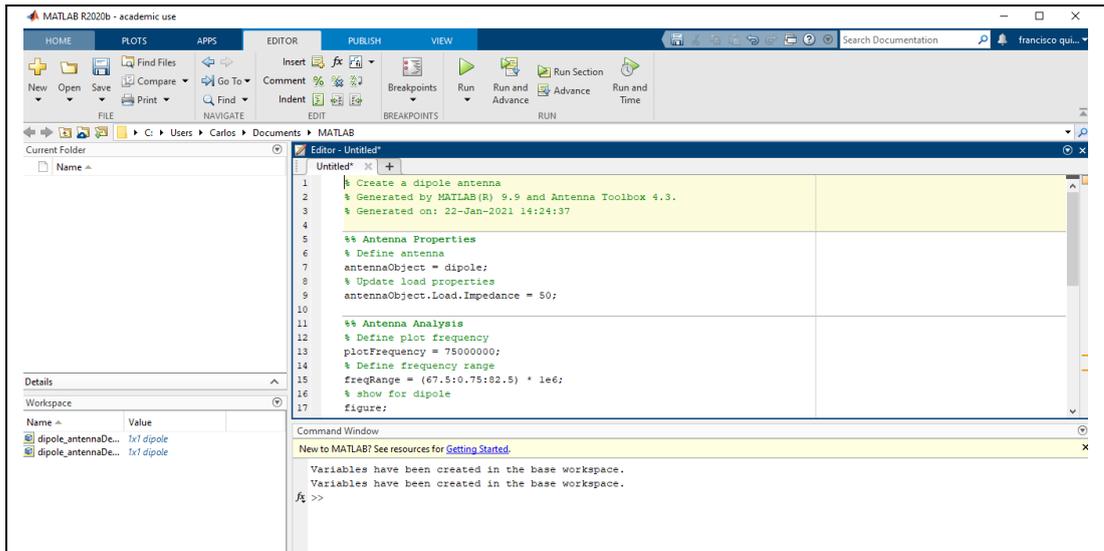
13) Dar click en EL Pattern y observar el diagrama de radiación en elevación de la antena dipolo.



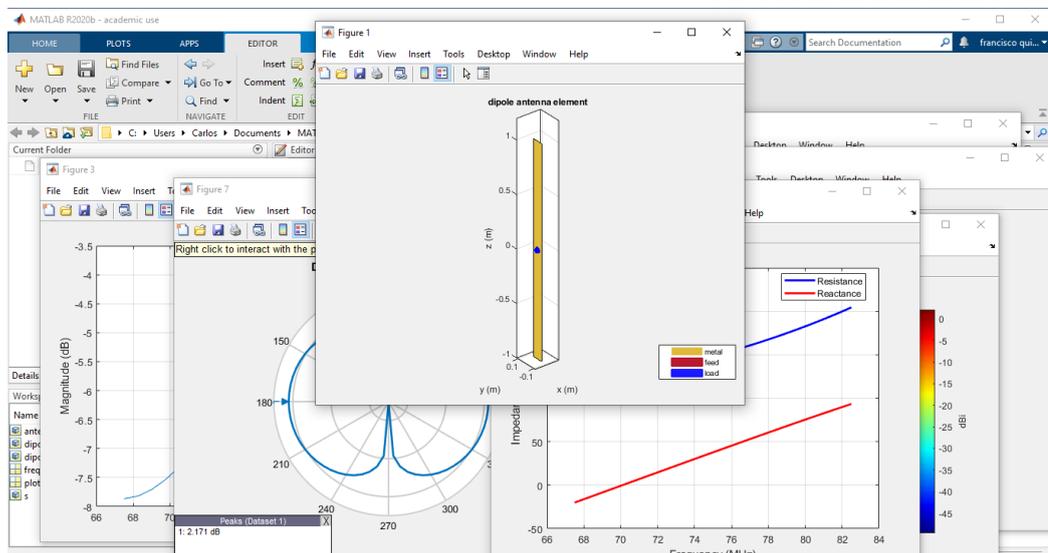
14) Dar click en Optimizer y observar los cambios en la antena.



15) Dar click en exportar como un script y observar la siguiente ventana en MATLAB la cual indica el script que se ejecuta para el diseño de la antena.



16) En la ventana de Matlab al ejecutar el script, con el botón ejecutar se observa que se abrirán todas las ventanas antes vistas.



17) Realizar las mismas pruebas indicadas anteriormente con otros tipos de antenas y con diferentes parámetros de frecuencia.

RESULTADO(S) OBTENIDO(S):

El estudiante debe colocar los resultados obtenidos en la práctica con imágenes y descripciones de cada imagen

CONCLUSIONES:

El estudiante debe colocar las conclusiones de las prácticas de acuerdo con los objetivos planteados.

RECOMENDACIONES:

El estudiante debe colocar las recomendaciones de las prácticas de acuerdo con los objetivos planteados.

RÚBRICA DE REVISIÓN DE PRÁCTICA:

Fecha de realización de la práctica:	
Integrantes del Grupo:	1.- 2.-

	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy Malo	Observaciones
Calidad, orden, evidencia fotográfica y correcta estructuración del desarrollo de la práctica [30% del puntaje]							
Sustentación correcta de las prácticas [30% del puntaje]							
Conclusiones de las prácticas [40% del puntaje]							

PUNTAJE:**/10**

CARRERA: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

ASIGNATURA:

NRO. PRÁCTICA:

3

TÍTULO PRÁCTICA: Diseño y construcción de antena monopolo, diagrama de radiación, ganancia, relación señal ruido potencia transmitida, patrón de radiación y tipo de polarización para la transmisión y recepción de una señal.

OBJETIVO GENERAL:

- Crear una antena monopolo usando el programa Matlab

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Configurar parámetros de antena monopolo utilizando MATLAB
- Analizar el cambio de las dimensiones y funcionalidad al ingreso de los datos técnicos.
- Visualizar los distintos parámetros en las simulaciones.

INSTRUCCIONES

1. Armar grupos para el desarrollo de la práctica

2. Los estudiantes previamente a la práctica deben leer en detalle los manuales de equipos y esta guía de práctica.

3. Los estudiantes deben usar los equipos y materiales para la práctica de una manera profesional siguiendo las normas del laboratorio y cuidando de los equipos, herramientas, así como los materiales indicados por el docente.

4. Al finalizar la práctica el grupo de estudiantes debe dejar su sitio en orden y los equipos deben ser guardados en el laboratorio.

DISEÑO DE ANTENA MONOPOLO EN MATLAB

Cree una antena monopolo sobre un plano de tierra rectangular en MATLAB.

El objeto monopolo es una antena monopolo montada sobre un plano de tierra rectangular.

El ancho del monopolo está relacionado con el diámetro de un monopolo cilíndrico equivalente por la ecuación

$$2d = 4r$$

Dónde:

d es el diámetro del monopolo cilíndrico equivalente
r es el radio del monopolo cilíndrico equivalente.

El límite de frecuencia inferior es:

$$f_L = \frac{c}{\lambda} = \frac{7.2}{(L + r + p)}$$

Donde:

C es velocidad de la luz en el espacio libre,

λ es la longitud de onda,

L es Altura de la antena planar en cm,

r es Radio efectivo del monopolo cilíndrico equivalente en cm,

p es Longitud de la línea de alimentación de 50 en Ω en cm.

Impedancia características promedio de un monopolo es :

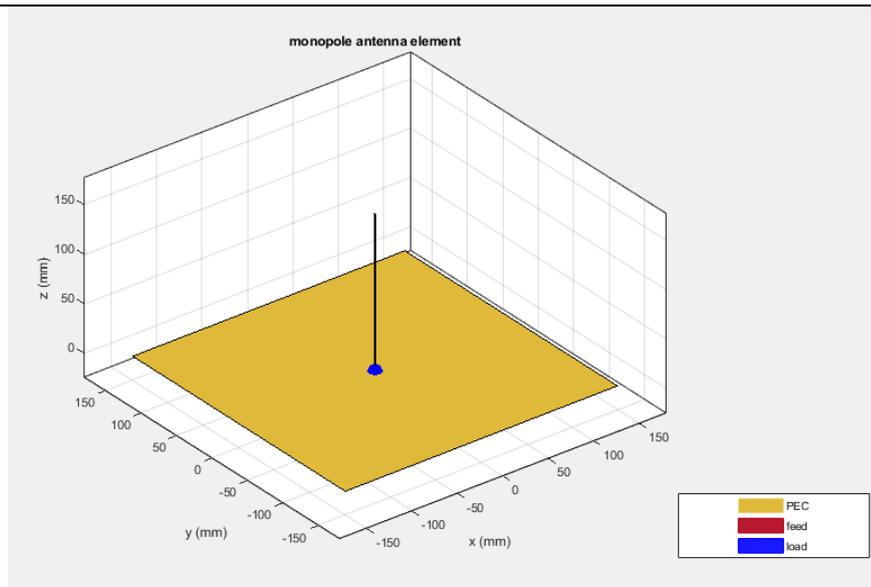
$$Z_o = 60 \left[\frac{2H}{(a)} - 1 \right]$$

Donde

a es el radio de la antena dada por metros, radianes o grados.

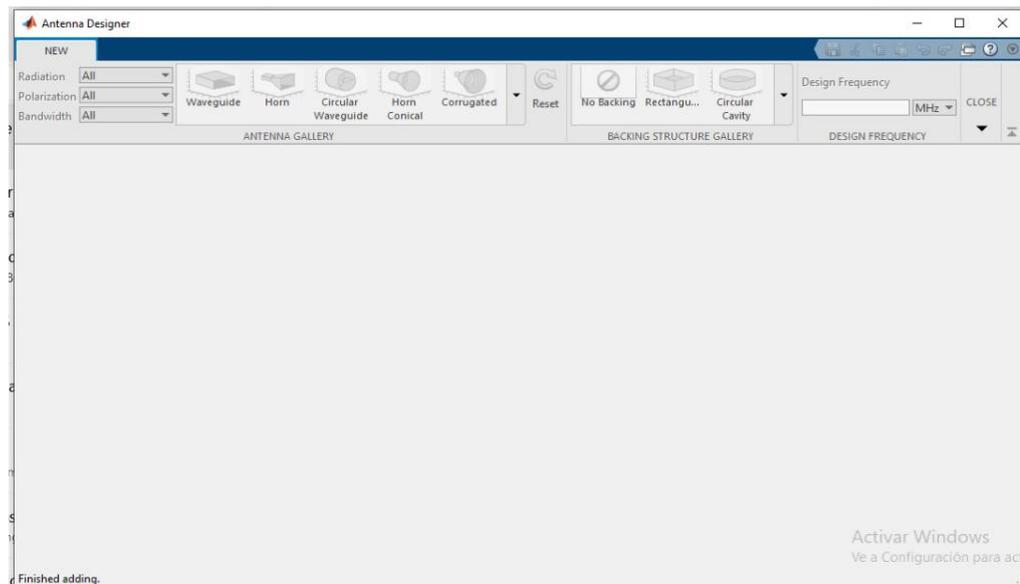
H es la altura de la antena que equivale a la misma unidad que a.

Para un radio de cilindro dado, use la función de utilidad cilindro2strip para calcular el ancho equivalente. El monopolo predeterminado es alimentado por el centro. El punto de alimentación coincide con el origen. El origen se encuentra en el plano X-Y.

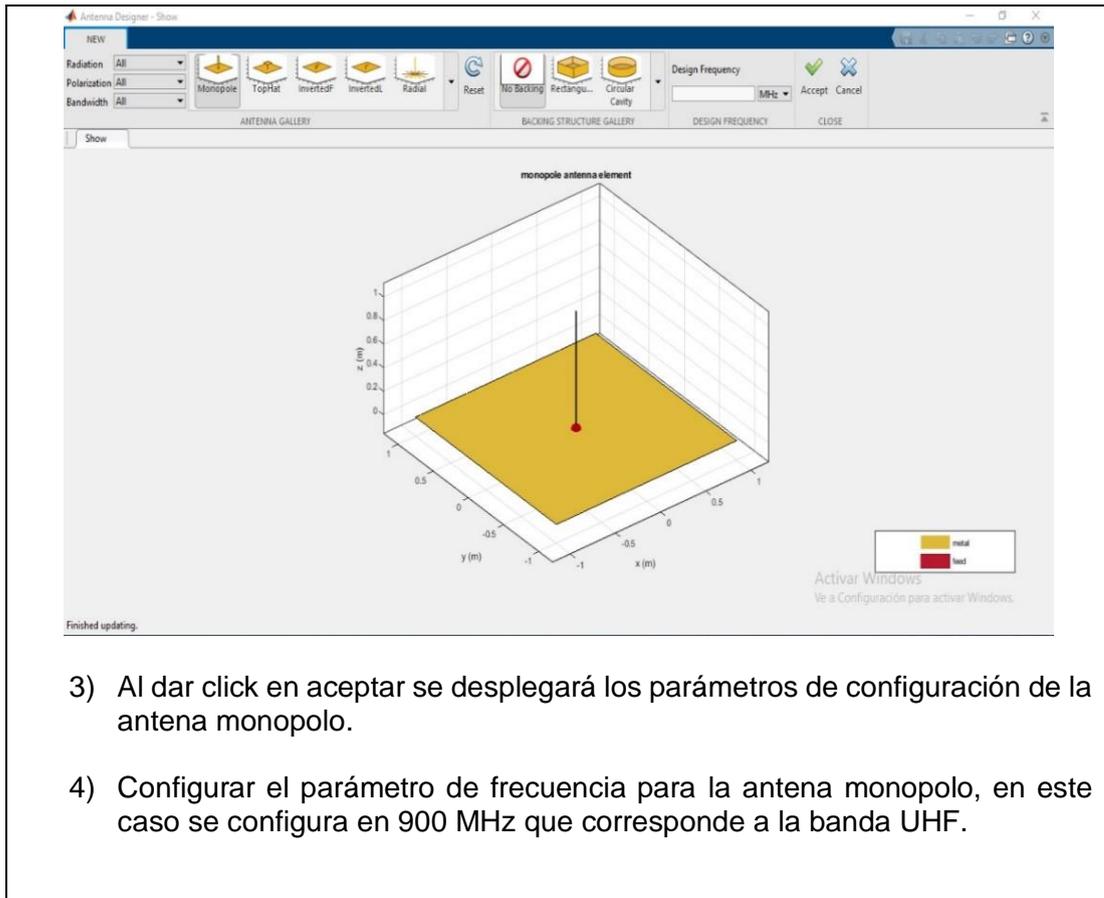


ACTIVIDADES POR DESARROLLAR:

- 1) Dar click en New. Por defecto se cargará el diseño de las antenas.



- 2) Se procede a seleccionar la antena que se va a utilizar en este caso la antena monopolo y se da click en aceptar.



▼ **monopole**

Height (m)	<input type="text" value="0.159"/>
Width (m)	<input type="text" value="0.001"/>
GroundPlaneLength (m)	<input type="text" value="0.3"/>
GroundPlaneWidth (m)	<input type="text" value="0.3"/>
FeedOffset (m)	<input type="text" value="[0 0]"/>
Tilt (deg)	<input type="text" value="0"/>
TiltAxis	<input type="text" value="[1 0 0]"/>

▼ **monopole - Conductor - metal**

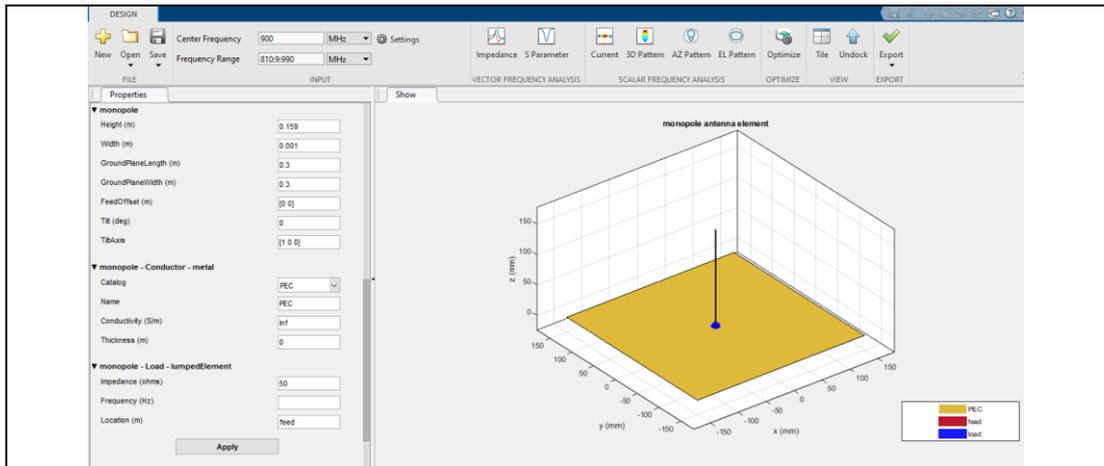
Catalog	<input type="text" value="PEC"/> ▼
Name	<input type="text" value="PEC"/>
Conductivity (S/m)	<input type="text" value="Inf"/>
Thickness (m)	<input type="text" value="0"/>

▼ **monopole - Load - lumpedElement**

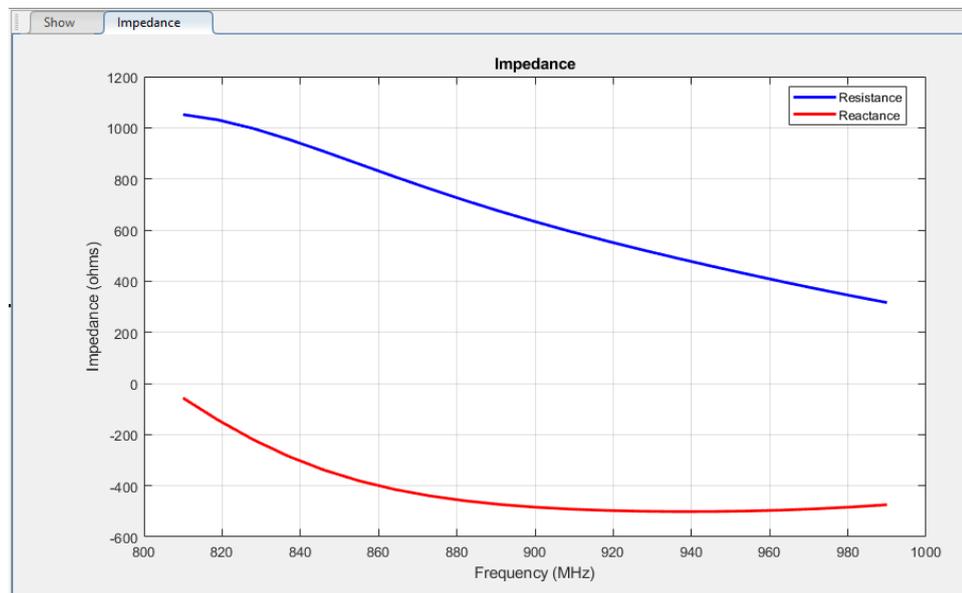
Impedance (ohms)	<input type="text" value="50"/>
Frequency (Hz)	<input type="text"/>
Location (m)	<input type="text" value="feed"/>

5) En los parámetros de medidas del monopolo colocar 0,159 mts de alto, 0,001 mts. de ancho, impedancia 50 ohm. El resto de los parámetros dejar por defecto.

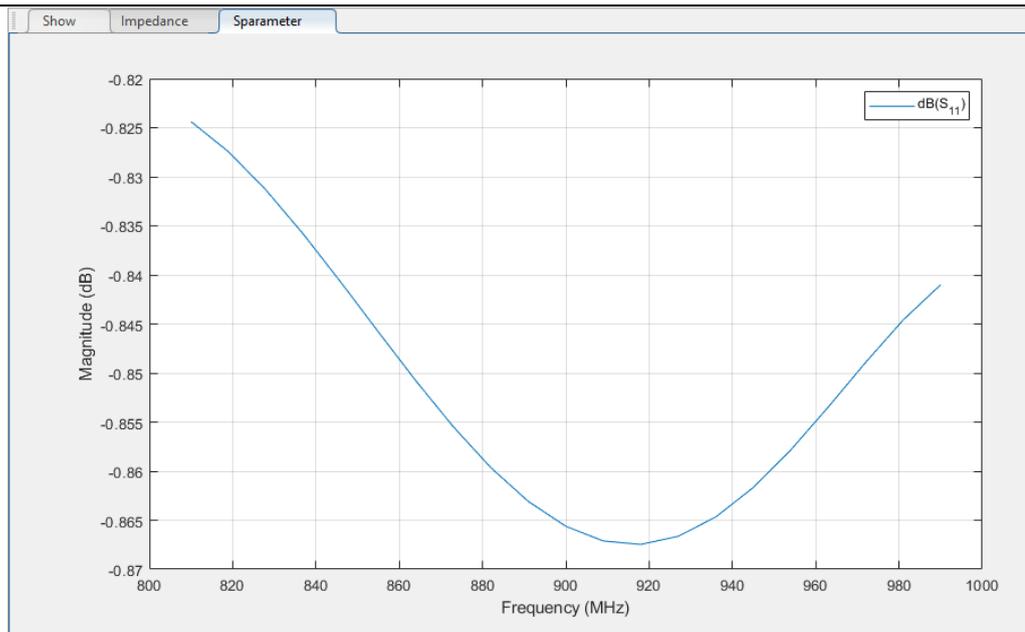
6) Dar click en el visto color verde, aplicar. Se debe mostrar la siguiente imagen:



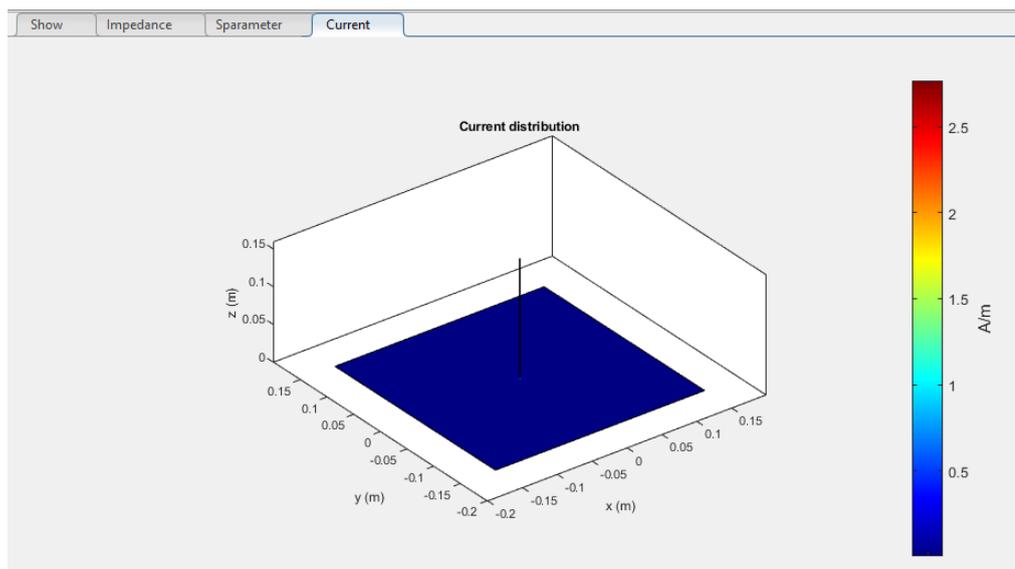
7) Dar click en Impedance y mostrar la gráfica de impedancia con respecto a la frecuencia.



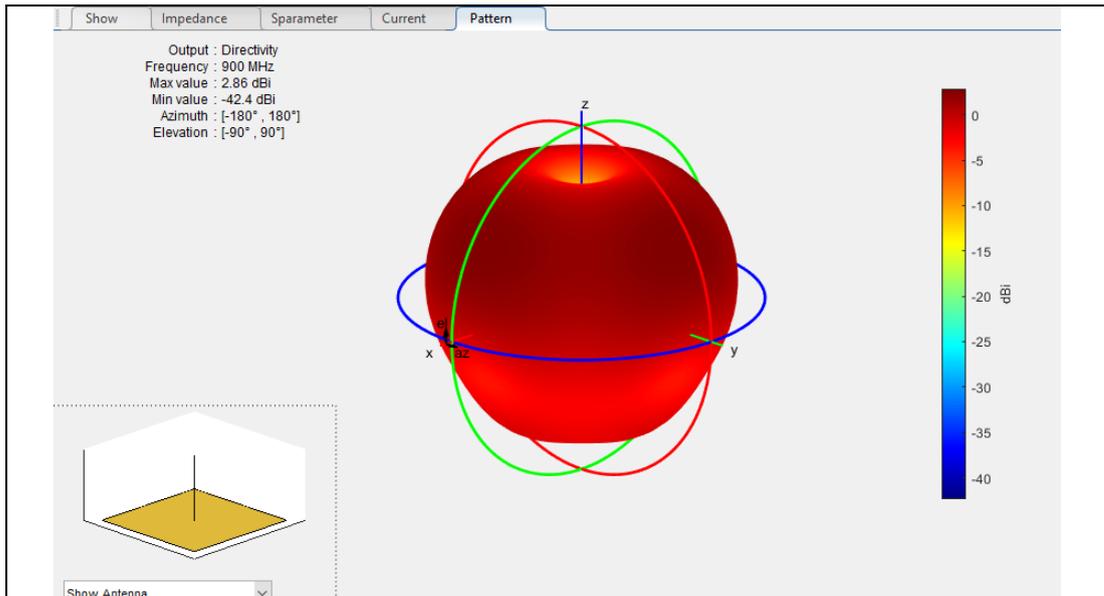
8) Dar click en S-parámetros y observar la gráfica frecuencia (MHz) – magnitud (db).



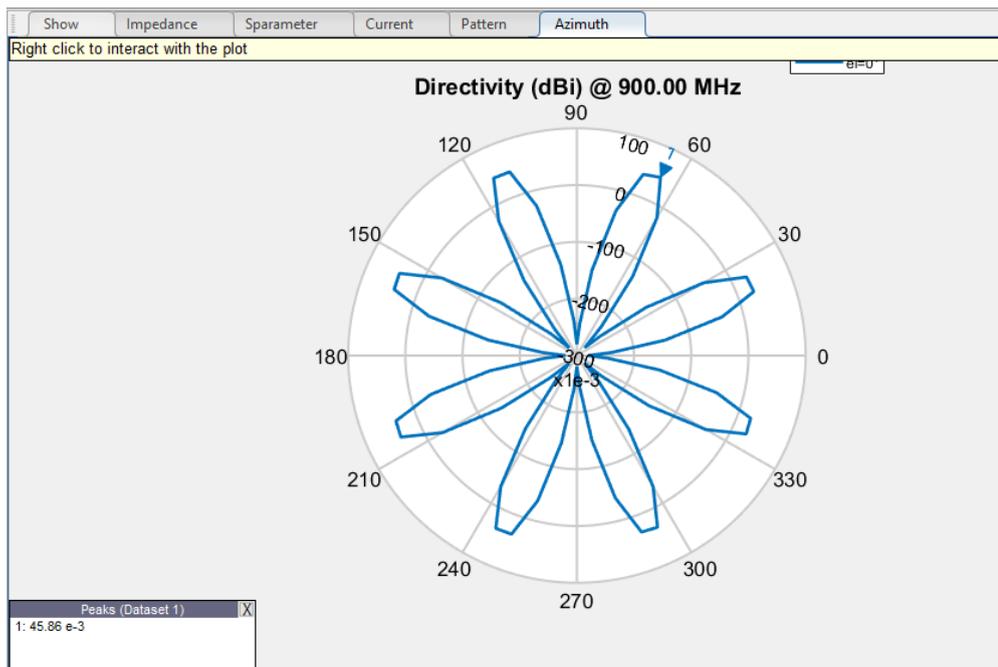
9) Dar click en Current y observar la gráfica de distribución de corriente.



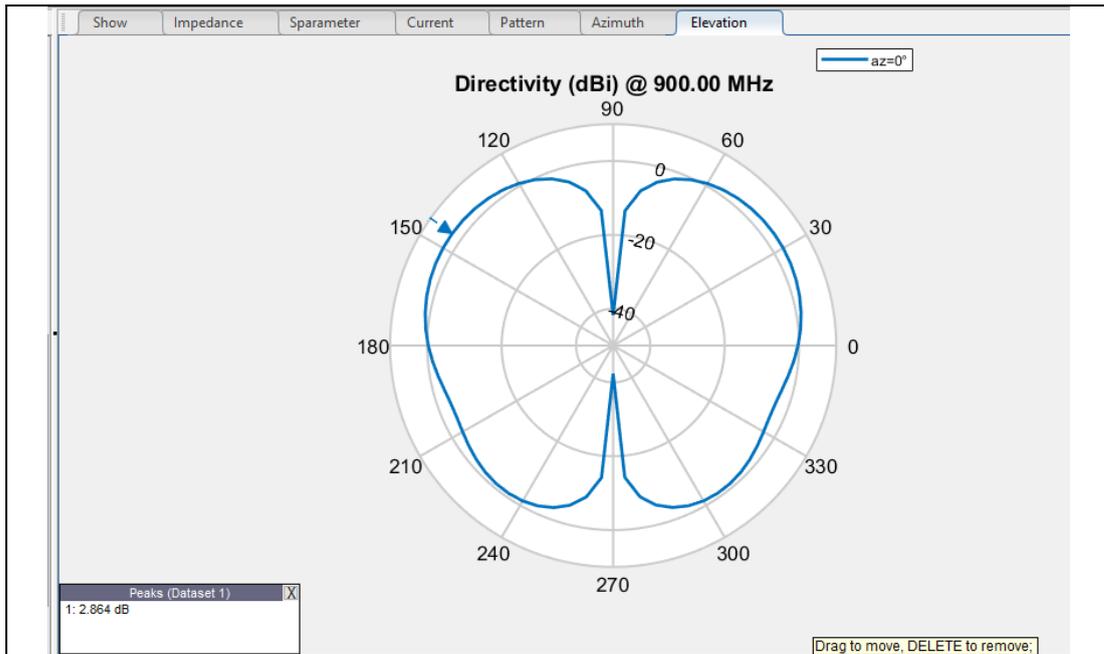
10) Dar click en 3D pattern y observar el esquema de radiación de la antena en 3 dimensiones.



11) Dar click en Az Pattern y observar el diagrama de directividad en azimuth de la antena.



12) Dar click en EL Pattern y observar el diagrama de radiación en elevación de la antena monopolo.



13) Dar click en Optimizer si se requiere mejorar los parámetros anteriormente mostrados

14) Dar click en exportar como un script y observar la siguiente ventana en MATLAB la cual indica el script que se ejecuta para el diseño de la antena.

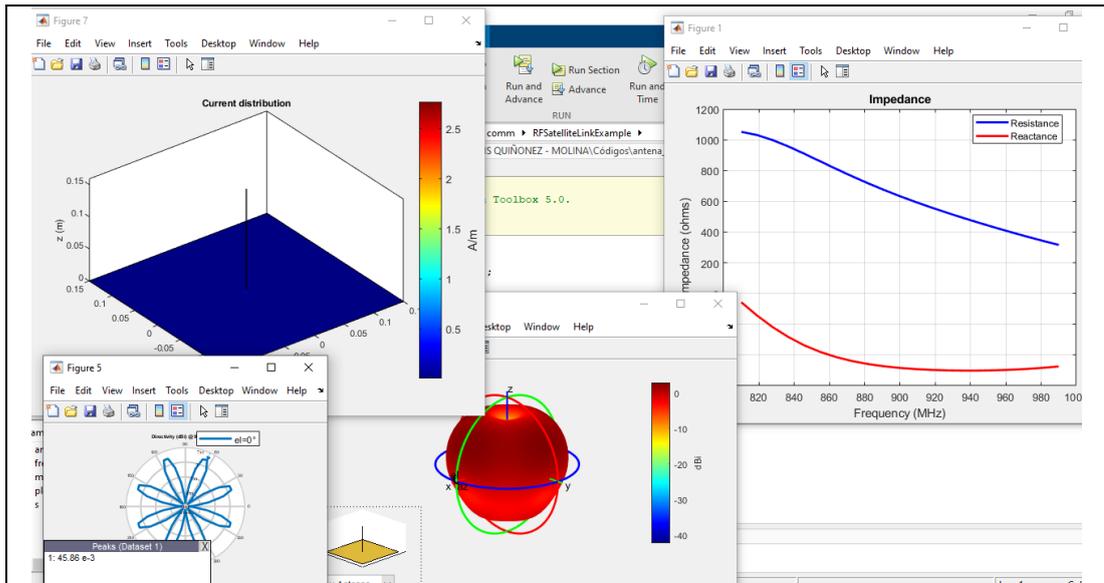
```

1  % Create a monopole antenna
2  % Generated by MATLAB(R) 9.10 and Antenna Toolbox 5.0.
3  % Generated on: 18-Mar-2021 00:34:32
4
5  %% Antenna Properties
6
7  antennaObject = design(monopole, 900*1e6);
8  antennaObject.Height = 0.159;
9  antennaObject.Width = 0.001;
10 antennaObject.GroundPlaneLength = 0.3;
11 antennaObject.GroundPlaneWidth = 0.3;
12 antennaObject.Load.Impedance = 50;
13 antennaObject.Load.Frequency = '';
14 % Show
15 figure;
16 show(antennaObject)
17
18 %% Antenna Analysis
19 % Define plot frequency
20 plotFrequency = 900*1e6;
21 % Define frequency range
22 freqRange = (810:9:990)*1e6;
23 % impedance
24 figure;

```

Command Window
Variables have been created in the base workspace.

15) En la ventana de Matlab al ejecutar el script, pide guardar el archivo, el nombre debe ser sin espacio solo letras o números y signo inferior. Al ejecutar script carga las ventanas previamente vistas.



PRUEBAS DE ANTENA MONOPOLO

De acuerdo con la simulación en Matlab se consigue una antena monopolo de las medidas antes simuladas.



La antena es probada en campo en un TV analógico dando los siguientes resultados:



Al ser una antena en UHF los canales más altos son los mejores receptados, en la imagen se aprecia el canal 38 UHF.

RESULTADO(S) OBTENIDO(S):

El estudiante debe colocar los resultados obtenidos en la práctica con imágenes y descripciones de cada imagen

CONCLUSIONES:

El estudiante debe colocar las conclusiones de las prácticas de acuerdo con los objetivos planteados.

RECOMENDACIONES:

El estudiante debe colocar las recomendaciones de las prácticas de acuerdo con los objetivos planteados.

RÚBRICA DE REVISIÓN DE PRÁCTICA:

Fecha de realización de la práctica:	
Integrantes del Grupo:	1.- 2.-

	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy Malo	Observaciones
Calidad, orden, evidencia fotográfica y correcta estructuración del desarrollo de la práctica [30% del puntaje]							
Sustentación correcta de las prácticas [30% del puntaje]							
Conclusiones de las prácticas [40% del puntaje]							
PUNTAJE:							/10

CARRERA: INGENIERÍA
ELECTRÓNICA

ASIGNATURA:

NRO. PRÁCTICA:

4

TÍTULO PRÁCTICA: Diseño y construcción de antena dipolo, diagrama de radiación, ganancia, relación señal ruido potencia transmitida, patrón de radiación y tipo de polarización, para la transmisión y recepción de una señal.

OBJETIVO GENERAL:

- Crear una antena dipolo usando el programa Matlab

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Configurar parámetros de antena dipolo utilizando MATLAB
- Analizar el cambio de las dimensiones y funcionalidad al ingreso de los datos técnicos.
- Visualizar los distintos parámetros en las simulaciones.

INSTRUCCIONES

1. Armar grupos para el desarrollo de la práctica

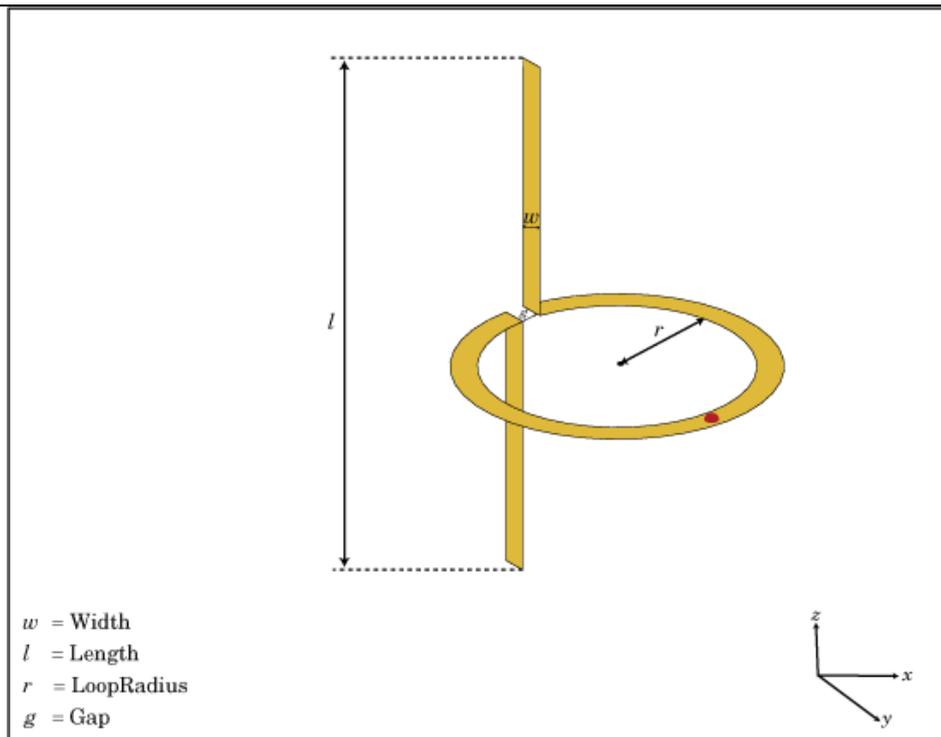
2. Los estudiantes previamente a la práctica deben leer en detalle los manuales de equipos y esta guía de práctica.

3. Los estudiantes deben usar los equipos y materiales para la práctica de una manera profesional siguiendo las normas del laboratorio y cuidando de los equipos, herramientas, así como los materiales indicados por el docente.

4. Al finalizar la práctica el grupo de estudiantes debe dejar su sitio en orden y los equipos deben ser guardados en el laboratorio.

ANTENA DIPOLO CICLOIDE

El dipoleCycloid objeto es una antena dipolo cicloide de media longitud de onda. Para el dipolo cicloide predeterminado, el punto de alimentación está en la sección de bucle.



El ancho del dipolo está relacionado con la sección transversal circular por la ecuación

$$w = 2 d = 4 r$$

dónde:

d es el diámetro del polo cilíndrico equivalente

r es el radio del polo cilíndrico equivalente

Longitud de la curva:

$$E = \frac{1}{2} m \left(\frac{ds}{dt} \right)^2 + \frac{mgs^2}{8a}$$

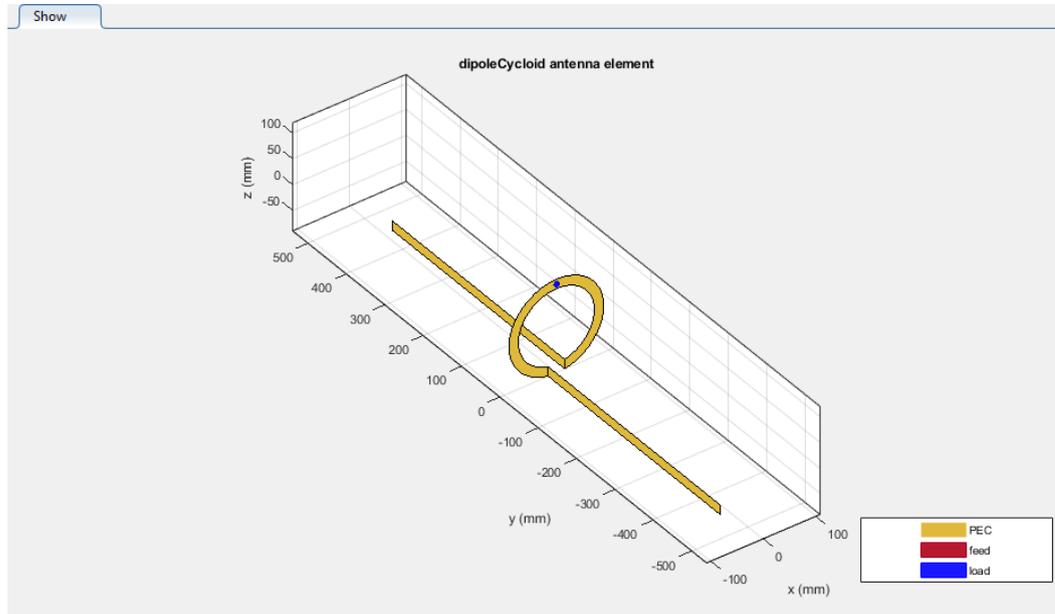
Potencia total radiada el cual se calcula en base a la resistividad de la impedancia en serie que se presenta a continuación:

$$R_s = 20\pi^2 \left(\frac{L}{\lambda} \right)^2 \text{ ohmios}$$

Para un radio de cilindro dado, use la cylinder2strip función de utilidad para calcular el ancho equivalente.

ACTIVIDADES PARA DESARROLLAR

- 1) Dar click en New. Por defecto se cargará el diseño de antena dipolo. Seleccionar antena dipolo cicloide. Se mostrará una imagen como la siguiente:



- 2) Realizar la configuración de parámetros de la antena dipolo cicloide como en la siguiente figura:

Properties

▼ dipoleCycloid

Length (m)	<input type="text" value="0.90"/>
Width (m)	<input type="text" value="0.018"/>
LoopRadius (m)	<input type="text" value="0.091"/>
Gap (m)	<input type="text" value="0.032"/>
Tilt (deg)	<input type="text" value="270"/>
TiltAxis	<input type="text" value="[1 0 0]"/>

▼ dipoleCycloid - Conductor - metal

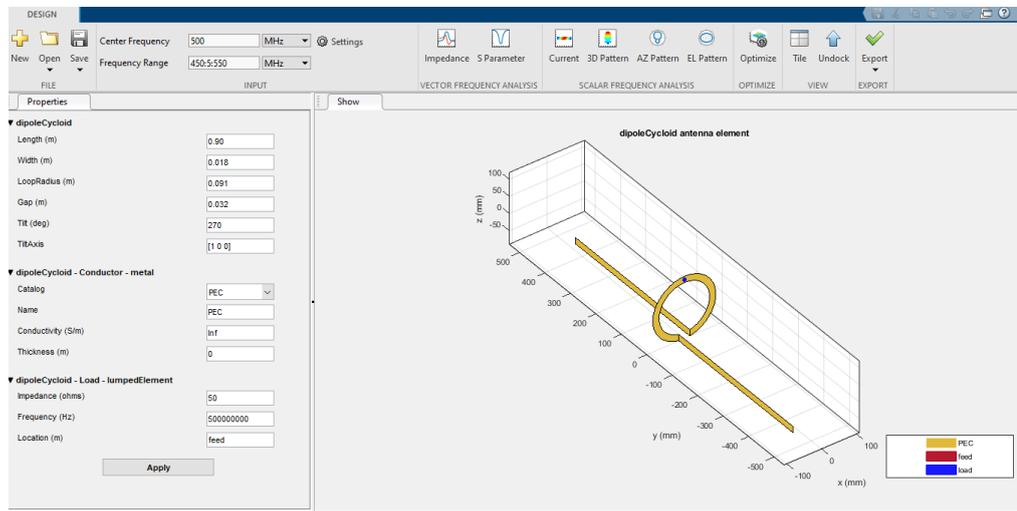
Catalog	<input type="text" value="PEC"/>
Name	<input type="text" value="PEC"/>
Conductivity (S/m)	<input type="text" value="Inf"/>
Thickness (m)	<input type="text" value="0"/>

▼ dipoleCycloid - Load - lumpedElement

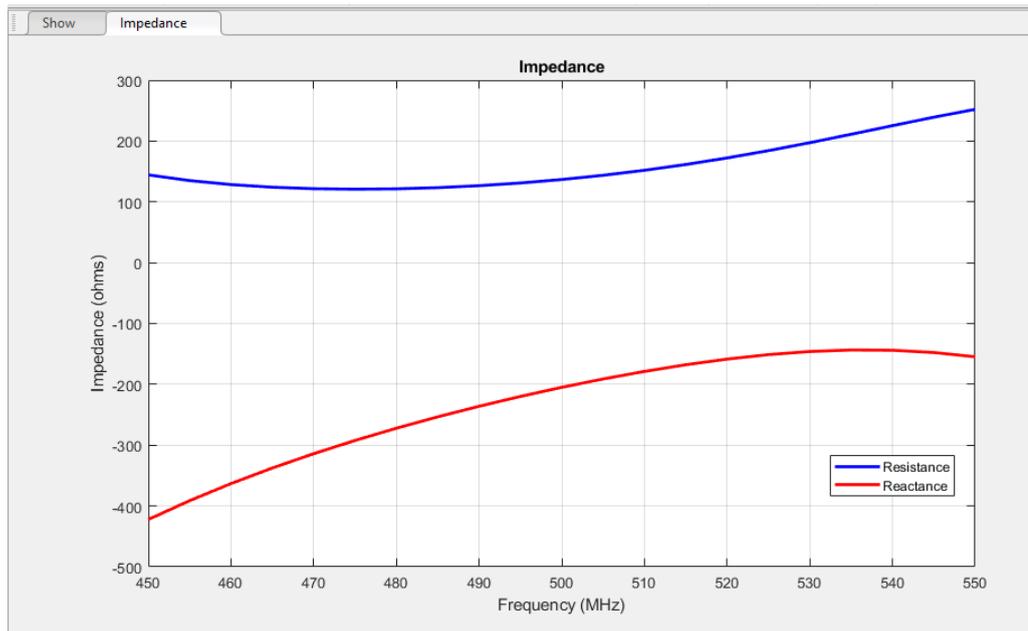
Impedance (ohms)	<input type="text"/>
Frequency (Hz)	<input type="text"/>
Location (m)	<input type="text" value="feed"/>

3) Se verifica que los cambios a realizar en las propiedades de la antena es la longitud del dipolo en 90 cmts, ancho del dipolo 0.018 mts, radio del loop es de 9,1 cmts. La distancia entre dipolos o Gap es de 0.032 mts.

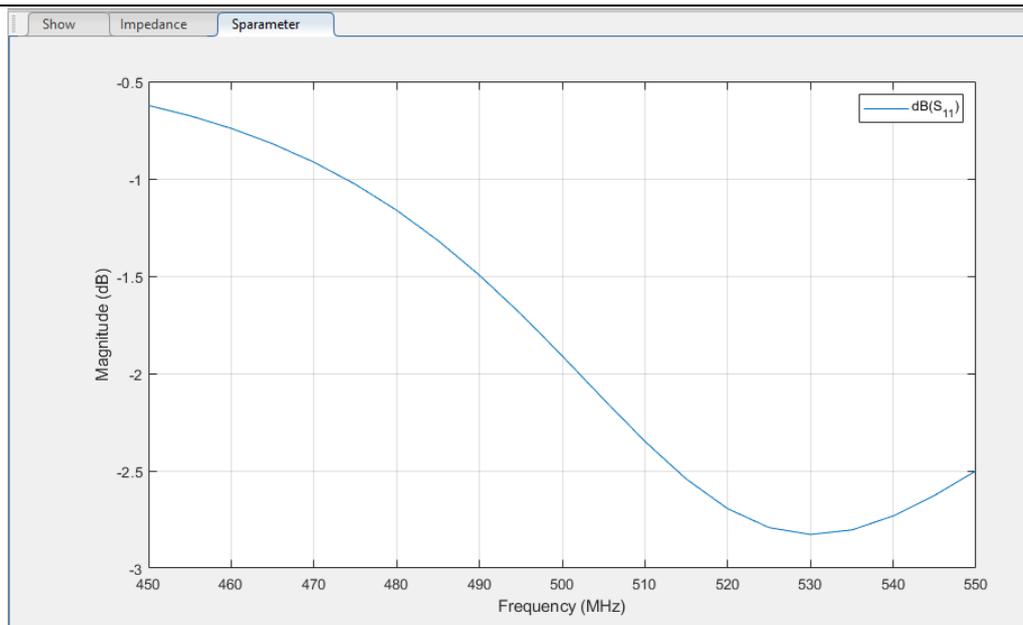
4) Dar click en aplicar para que se ajusten los cambios de la antena dipolo cicloide.



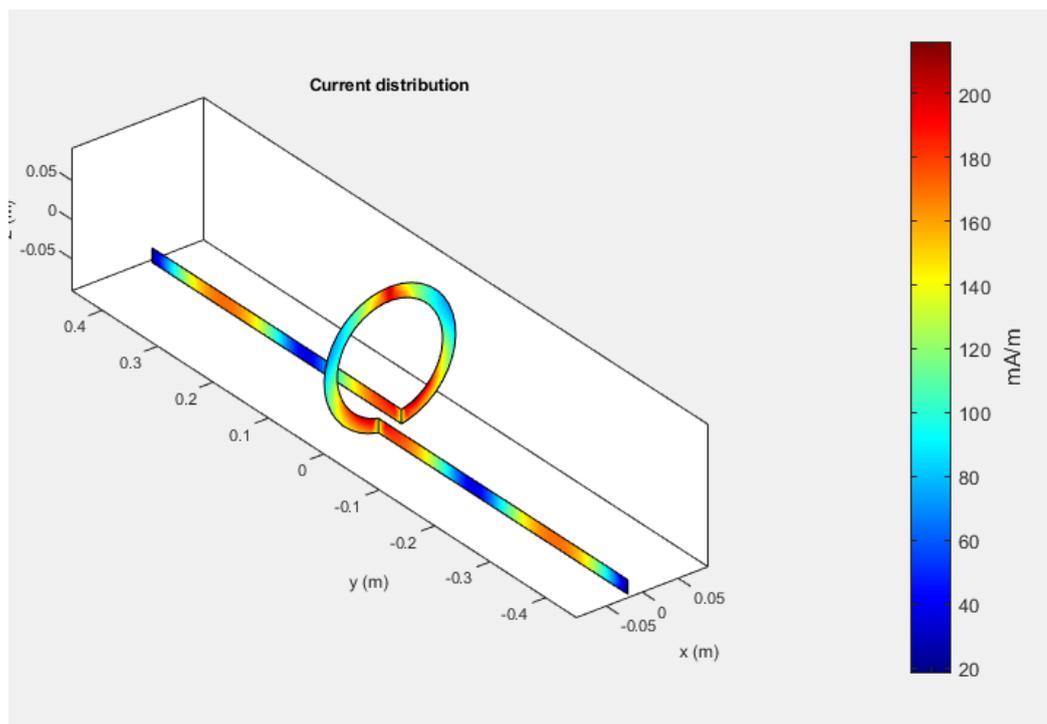
5) Dar click en Impedancia y observar la gráfica de impedancia.



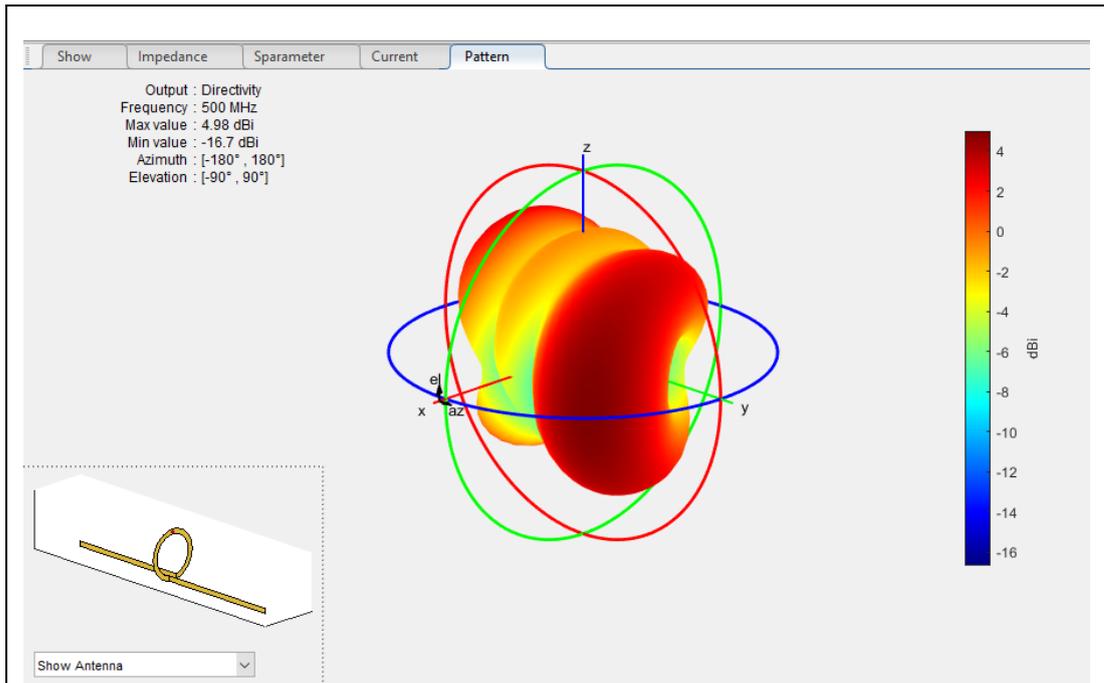
6) Dar click en S-parámetros y observar la gráfica frecuencia – magnitud (db).



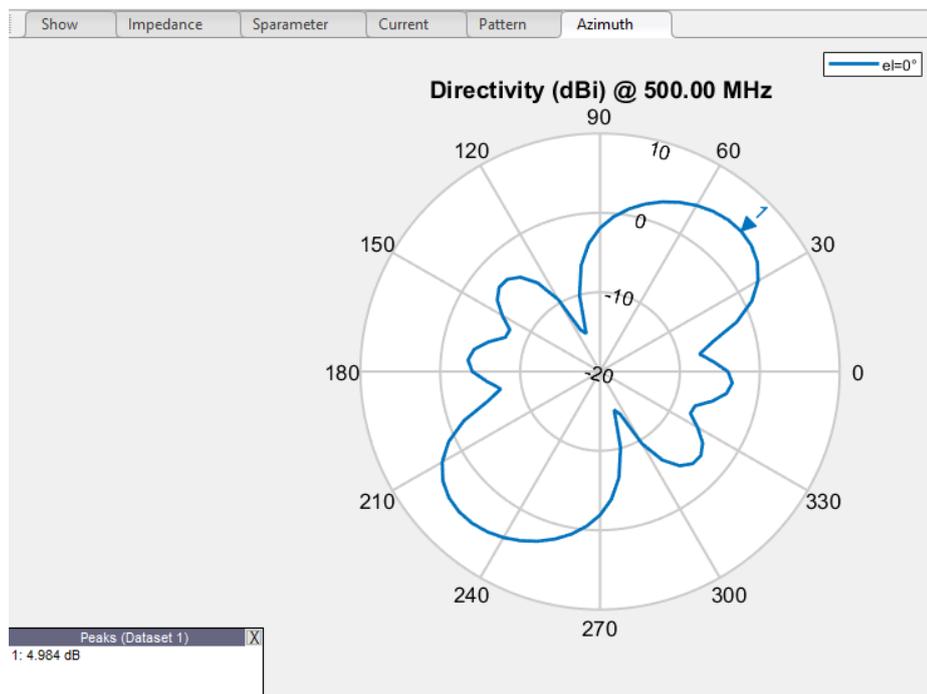
7) Dar click en Current y observar la gráfica de distribución de corriente.



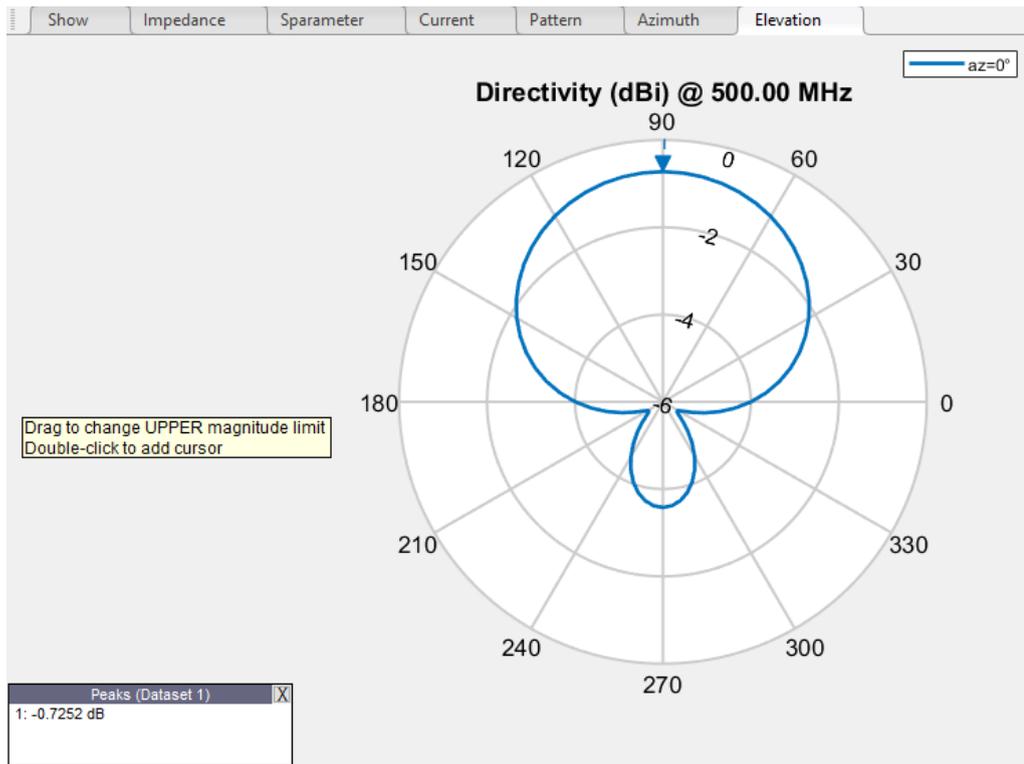
8) Dar click en 3D pattern y observar el esquema de radiación de la antena en 3 dimensiones.



9) Dar click en Az Pattern y observar el diagrama de directividad en azimuth de la antenna.



10) Dar click en EL Pattern y observar el diagrama de radiación en elevación de la antenna dipolo.



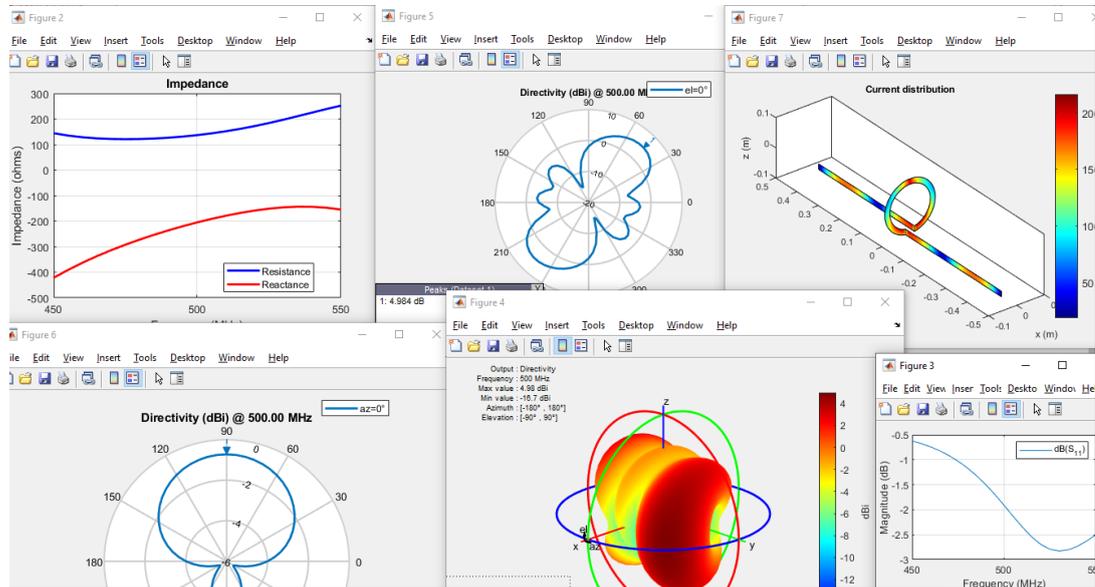
- 1) Dar click en Optimizer si se requiere mejorar los parámetros anteriormente mostrados
- 2) Dar click en exportar como un script y observar la siguiente ventana en MATLAB la cual indica el script que se ejecuta para el diseño de la antena.

```

Editor - Untitled5*
antena_monopolo.m  Untitled5*  +
1  %% Create a dipoleCycloid antenna
2  %% Generated by MATLAB(R) 9.10 and Antenna Toolbox 5.0.
3  %% Generated on: 18-Mar-2021 01:42:03
4
5  %% Antenna Properties
6
7  antennaObject = design(dipoleCycloid, 500*1e6);
8  antennaObject.Length = 0.9;
9  antennaObject.Width = 0.018;
10 antennaObject.LoopRadius = 0.091;
11 antennaObject.Gap = 0.032;
12 antennaObject.Tilt = 270;
13 antennaObject.Load.Impedance = '';
14 antennaObject.Load.Frequency = '';
15 %% Show
16 figure;
17 show(antennaObject)
18
19 %% Antenna Analysis
20 %% Define plot frequency
21 plotFrequency = 500*1e6;
22 %% Define frequency range
23 freqRange = (450:5:550)*1e6;
24 %% impedance

```

- 3) En la ventana de Matlab al ejecutar el script, pide guardar el archivo, el nombre debe ser sin espacio solo letras o números y signo inferior. Al ejecutar script carga las ventanas previamente vistas.



PRUEBAS DE ANTENA DIPOLO CICLOIDE

De acuerdo con la simulación en Matlab se construye una antena dipolo cicloide con las medidas antes simuladas en MATLAB.

Con 2 polos de 90 cmts cada uno y un polo circular de radio 91 cmts. Una separación de los polos de 3,2 cmts. Y un diámetro del aluminio de 18 mm. El ancho del polo circular es de 3 cmts.





La antena es probada en campo en un TV analógico dando los siguientes resultados:





Al ser una antena en VHF - UHF los canales de TV de frecuencias altas y bajas son visualizados con buena imagen.

RESULTADO(S) OBTENIDO(S):

El estudiante debe colocar los resultados obtenidos en la práctica con imágenes y descripciones de cada imagen

CONCLUSIONES:

El estudiante debe colocar las conclusiones de las prácticas de acuerdo con los objetivos planteados.

RECOMENDACIONES:

El estudiante debe colocar las recomendaciones de las prácticas de acuerdo con los objetivos planteados.

RÚBRICA DE REVISIÓN DE PRÁCTICA:

Fecha de realización de la práctica:	
Integrantes del Grupo:	1.- 2.-

	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy Malo	Observaciones
Calidad, orden, evidencia fotográfica y correcta estructuración del desarrollo de la práctica [30% del puntaje]							
Sustentación correcta de las prácticas [30% del puntaje]							
Conclusiones de las prácticas [40% del puntaje]							
PUNTAJE:							/10

CARRERA: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

ASIGNATURA:

NRO. PRÁCTICA:

5

TÍTULO PRÁCTICA: Diseño y construcción de antena de logarítmica, diagrama de radiación, ganancia, relación señal ruido potencia transmitida patrón de radiación y tipo de polarización para la transmisión y recepción de una señal.

OBJETIVO GENERAL:

- Crear una antena logarítmica o log periódica usando el programa Matlab.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Configurar parámetros de antena logarítmica o log periódica utilizando MATLAB
- Analizar el cambio de las dimensiones y funcionalidad al ingreso de los datos técnicos.
- Visualizar los distintos parámetros en las simulaciones.

INSTRUCCIONES

1. Armar grupos para el desarrollo de la práctica

2. Los estudiantes previamente a la práctica deben leer en detalle los manuales de equipos y esta guía de práctica.

3. Los estudiantes deben usar los equipos y materiales para la práctica de una manera profesional siguiendo las normas del laboratorio y cuidando de los equipos, herramientas, así como los materiales indicados por el docente.

4. Al finalizar la práctica el grupo de estudiantes debe dejar su sitio en orden y los equipos deben ser guardados en el laboratorio.

ANTENA LPDA

El cálculo para las dimensiones de la antena se obtienen mediante la siguiente formula:

$$t = \frac{L_m}{L_{m+1}} = \frac{S_m}{S_{m+1}} = \frac{W_m}{W_{m+1}}^2$$

donde

t equivale al factor de escala de la antena,
 L_m es la longitud del elemento m ,
 S_m es la separación entre el elemento m y el $m-1$,
 W_m es su anchura

Ancho de banda de la región activa:

$$B = 1.1 + 7.7(1 - r)^2 * \cot(\alpha)$$

Longitud de onda máxima de la antena LDPA:

$$\lambda = \frac{c}{F_{min}}$$

Impedancia característica que estará en todos los elementos:

$$Z_a = 120 \left[\ln \left(\frac{l_{max}}{d_{max}} \right) - 2.25 \right]$$

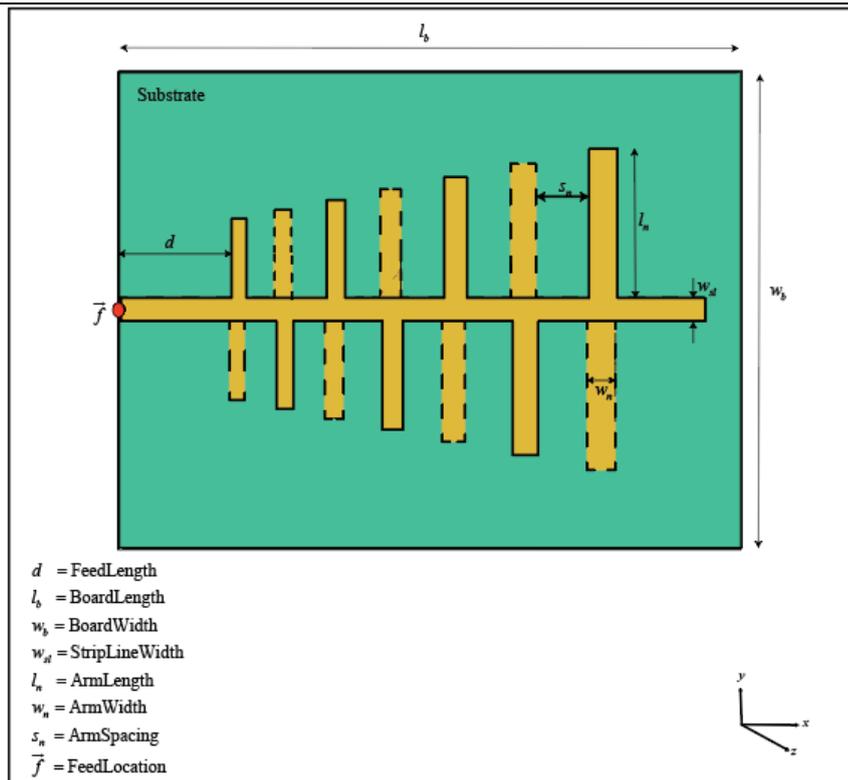
Longitud real del mástil:

$$L_{mas} = (N + 1)d_{mas} + L$$

Espacio entre directores:

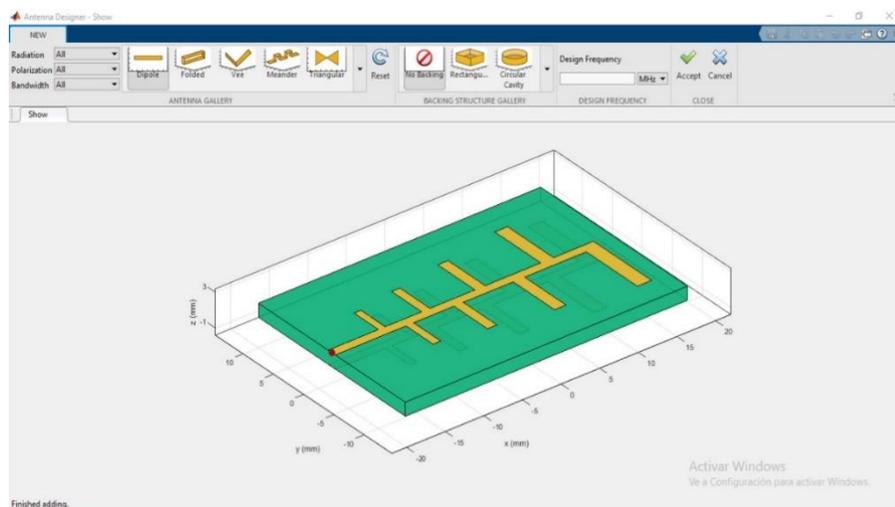
$$S = d_{max} * \cosh \left(\frac{Z_0}{120} \right)$$

Utilice el objeto `lpda` para crear una antena de matriz de dipolos log-periódica impresa. La antena predeterminada está centrada en el origen y utiliza un sustrato FR4. Esta antena es ampliamente utilizada en comunicaciones y radares debido a ventajas como banda ancha, alta ganancia y alta directividad.



ACTIVIDADES POR DESARROLLAR:

- 1) Dar click en New. Por defecto se cargará el diseño de las antenas. Seleccionar antena LPDA (Log Periódica). Se observa que se abre el diseño de la antena log periódica.



- 2) Configurar los parámetros de la antena log periódica con los siguientes datos:

▼ Ipda	
BoardLength (m)	<input type="text" value="1.53"/>
BoardWidth (m)	<input type="text" value="1.53"/>
Height (m)	<input type="text" value="0.02"/>
StripLineWidth (m)	<input type="text" value="0.02"/>
FeedLength (m)	<input type="text" value="0.002"/>
ArmLength (m)	<input type="text" value=".6 0.5 0.4 0.3 0.2"/>
ArmWidth (m)	<input type="text" value=".008 0.008 0.008"/>
ArmSpacing (m)	<input type="text" value=".3 0.3 0.3 0.3 0.3"/>
Tilt (deg)	<input type="text" value="0"/>
TiltAxis	<input type="text" value="[1 0 1]"/>
▼ Ipda - Substrate - dielectric	
Catalog	<input type="text" value="Air"/> ▼
Name	<input type="text" value="Air"/>
EpsilonR	<input type="text" value="1"/>
LossTangent	<input type="text" value="0"/>
Thickness (m)	<input type="text" value="0.02"/>

▼ **lpda - Conductor - metal**

Catalog

Name

Conductivity (S/m)

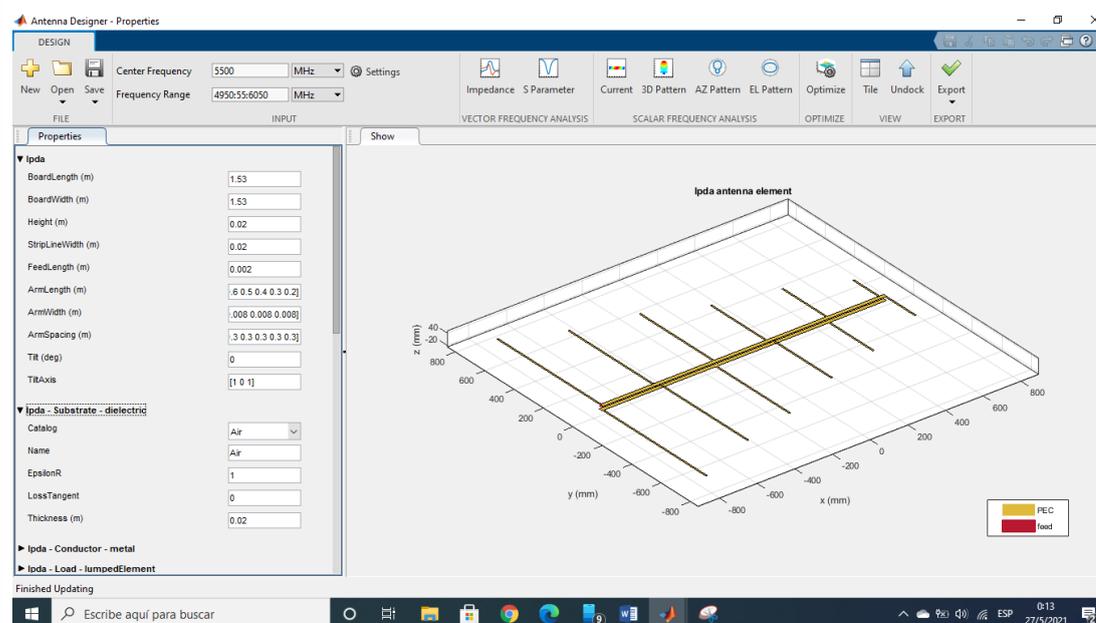
Thickness (m)

▼ **lpda - Load - lumpedElement**

Impedance (ohms)

Frequency (Hz)

Location (m)

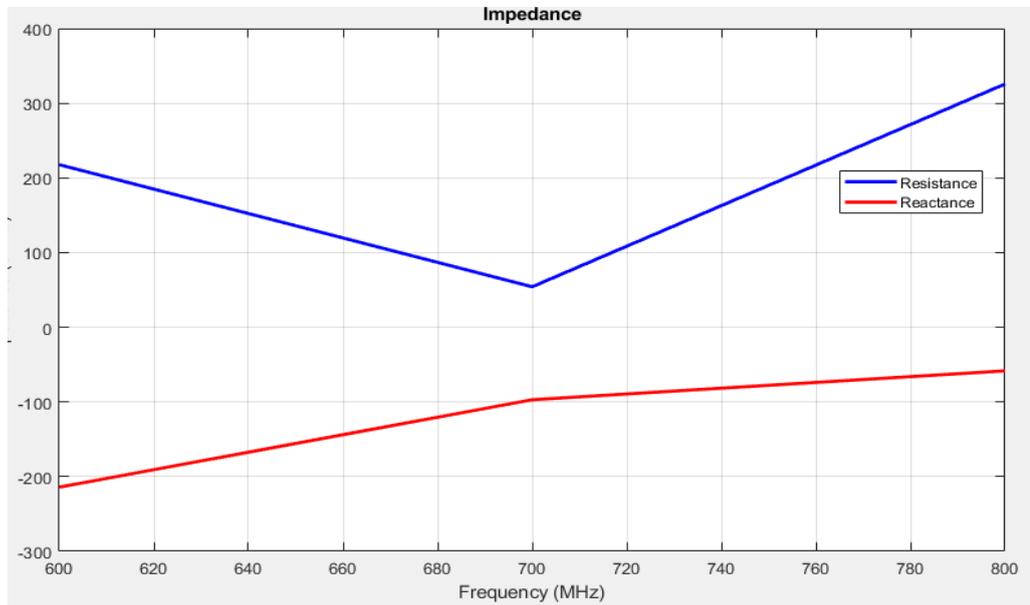


3) Cambiar los parámetros de las propiedades de antenas, específicamente la frecuencia y los parámetros de medidas de los directos y reflectores.

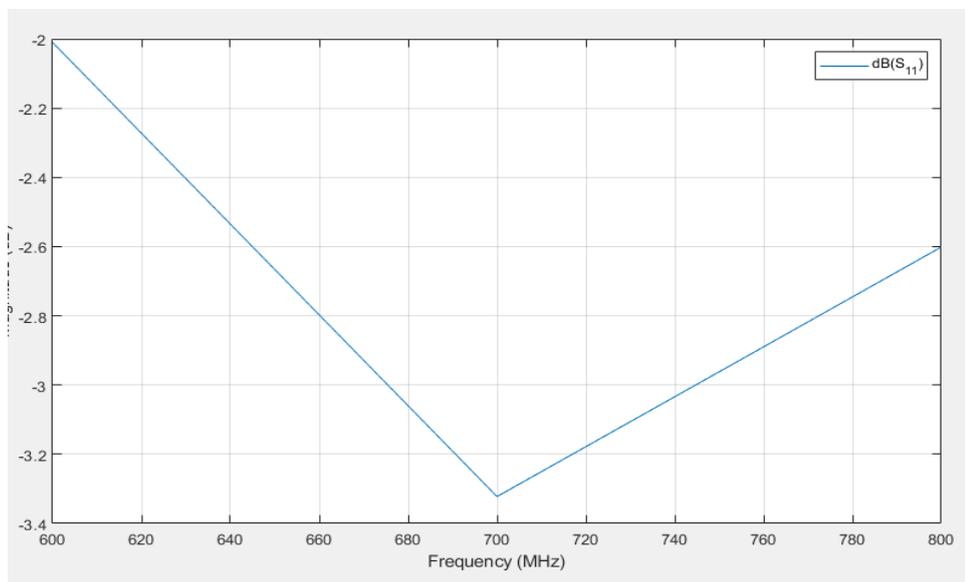
- *ArmLength: [0.7 0.6 0.5 0.4 0.3 0.2]*
- *ArmWidth: [0.008 0.008 0.008 0.008 0.008 0.008]*
- *ArmSpacing: [0.3 0.3 0.3 0.3 0.3]*

Estos valores indican la cantidad de reflectores y directores que hay en el diseño de la antena.

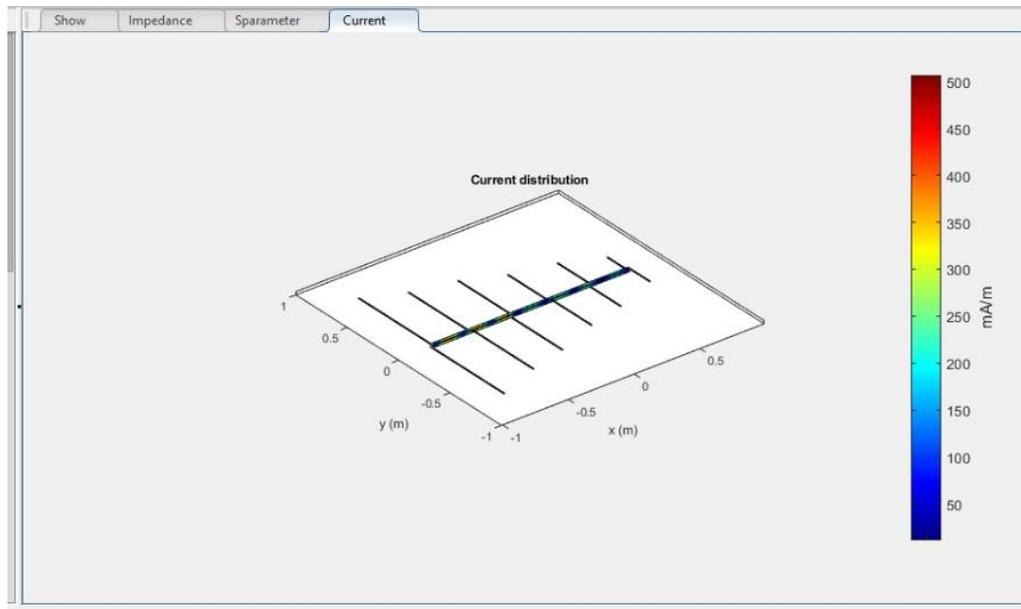
4) Dar click en Impedancia y observar la gráfica de impedancia.



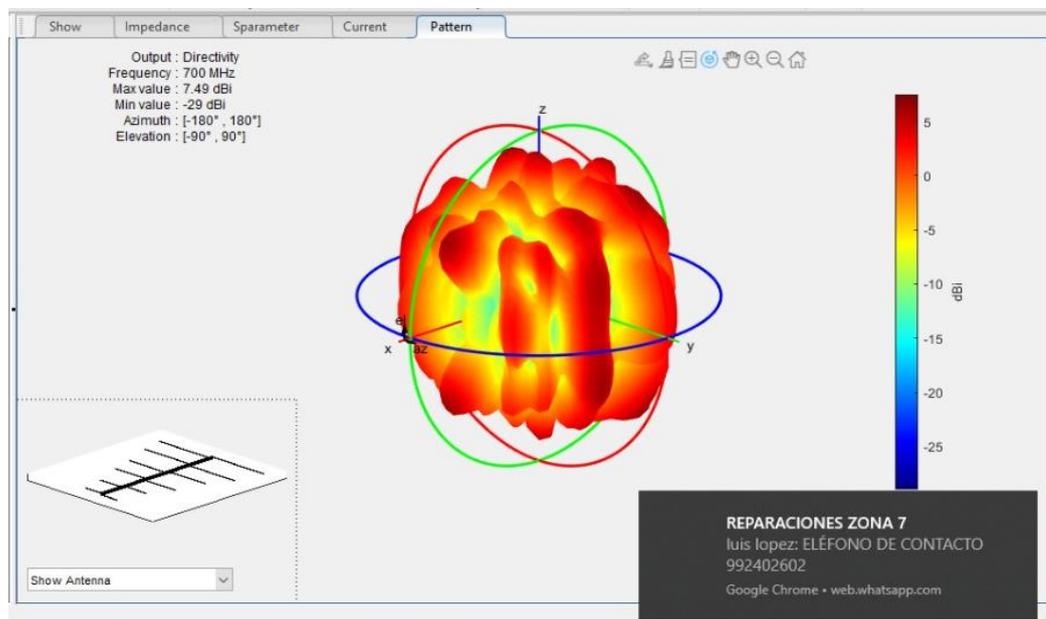
5) Dar click en S-parámetros y observar la gráfica frecuencia – magnitud (db).



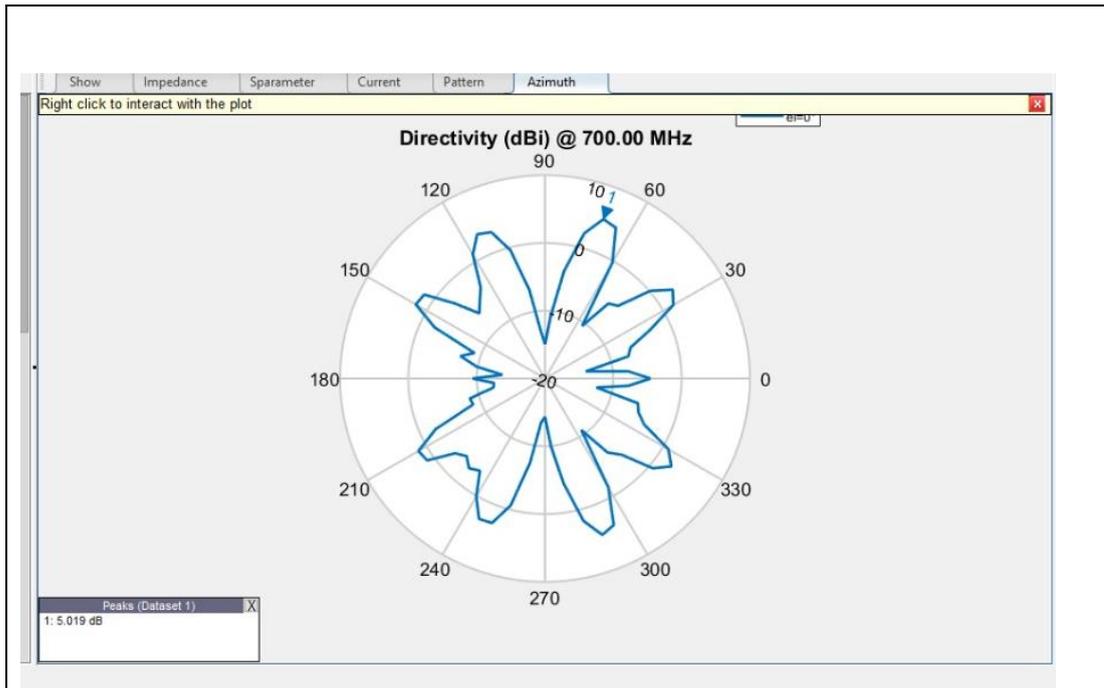
6) Dar click en Current y observar la gráfica de distribución de corriente.



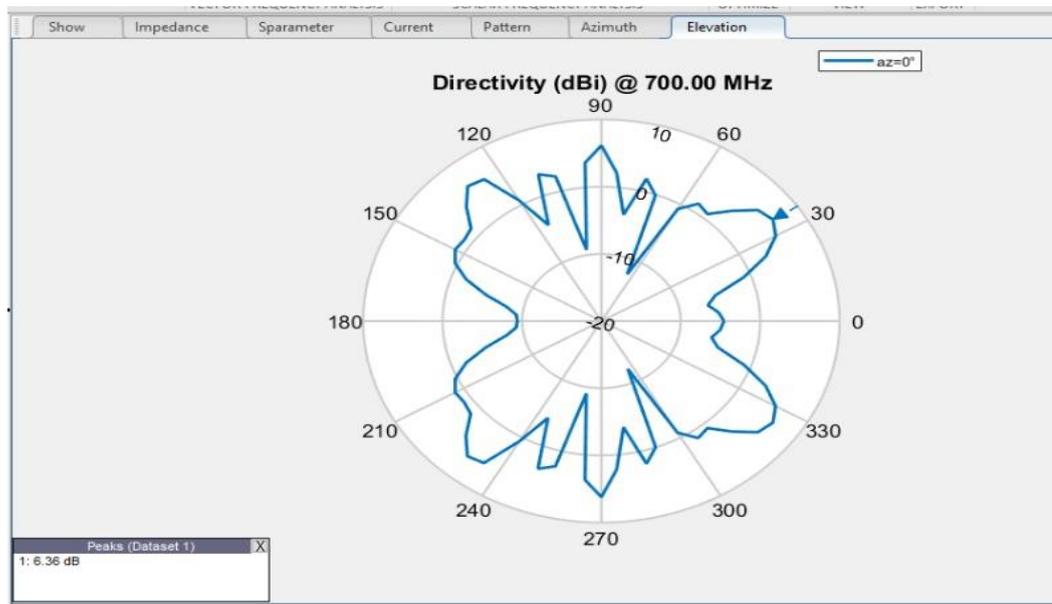
7) Dar click en 3D pattern y observar el esquema de radiación de la antena en 3 dimensiones.



8) Dar click en Az Pattern y observar el diagrama de directividad en azimut de la antena.



9) Dar click en EL Pattern y observar el diagrama de radiación en elevación de la antena logarítmica.



10) Dar click en Optimizer si se requiere mejorar los parámetros anteriormente mostrados

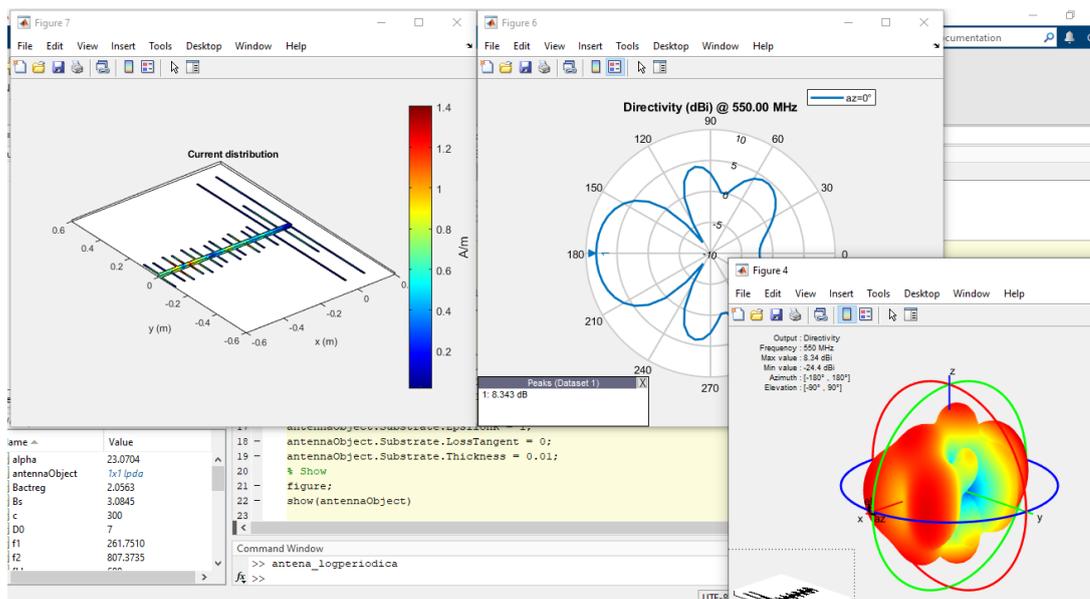
11) Dar click en exportar como un script y observar la siguiente ventana en MATLAB la cual indica el script que se ejecuta para el diseño de la antena.

```

Editor - C:\Users\USER\Downloads\CODIGOS MATLAB\Códigos MatLab\CODIGOS 2\log periodica b.m
helicoidal.m  log periodica b.m
7 - antennaObject = lpda;
8 - antennaObject.BoardLength = 1.53;
9 - antennaObject.BoardWidth = 1.53;
10 - antennaObject.Height = 0.02;
11 - antennaObject.StripLineWidth = 0.02;
12 - antennaObject.FeedLength = 0.002;
13 - antennaObject.ArmLength = [0.7, 0.6, 0.5, 0.4, 0.3, 0.2];
14 - antennaObject.ArmWidth = [0.008, 0.008, 0.008, 0.008, 0.008, 0.008];
15 - antennaObject.ArmSpacing = [0.3, 0.3, 0.3, 0.3, 0.3];
16 - antennaObject.Substrate.Name = 'Air';
17 - antennaObject.Substrate.EpsilonR = 1;
18 - antennaObject.Substrate.LossTangent = 0;
19 - antennaObject.Substrate.Thickness = 0.02;
20 - antennaObject.TiltAxis = [1, 0, 1];
21 - % Show
22 - figure;
23 - show(antennaObject)
24
25 %% Antenna Analysis
26 % Define plot frequency
27 plotFrequency = 700*1e6;
28 % Define frequency range
29 freqRange = (600:100:800)*1e6;

```

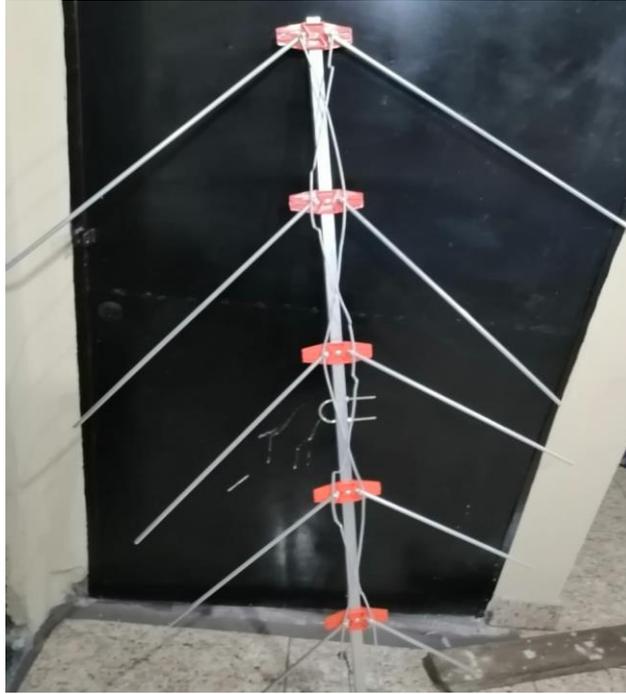
12) En la ventana de Matlab al ejecutar el script, pide guardar el archivo, el nombre debe ser sin espacio solo letras o números y signo inferior. Al ejecutar script carga las ventanas previamente vistas.

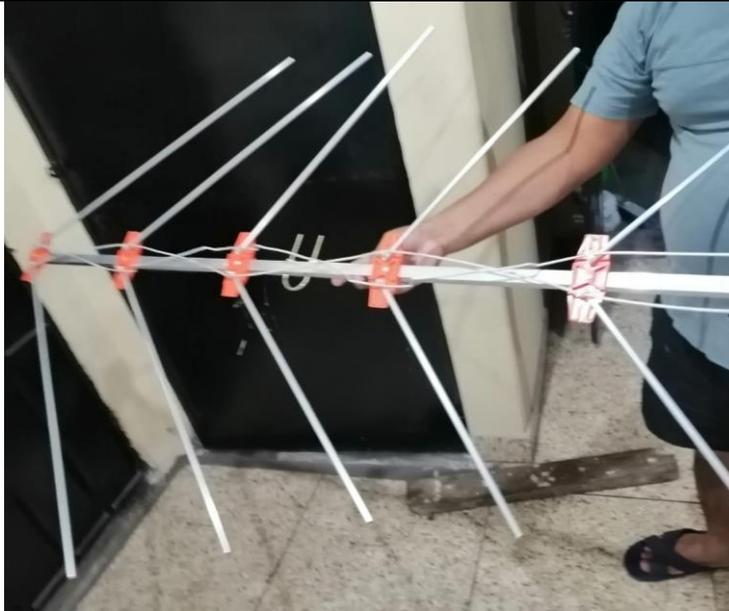


PRUEBAS DE ANTENA LPDA

De acuerdo con la simulación en Matlab se construye una antena LPDA Log Periódica con las medidas antes simuladas en MATLAB.

6 Dipolos separados por 30 cmts.
2 polo de 70 cmts
2 polo de 60 cmts
2 polo de 50 cmts
2 polo de 40 cmts
2 polo de 30 cmts
2 polo de 20 cmts
Una longitud de la antena de 1,53 mts.





La antena es probada en campo en un TV analógico dando los siguientes resultados:





Al ser una antena en VHF - UHF los canales de TV de frecuencias altas y bajas son visualizados con buena calidad de video y audio.

RESULTADO(S) OBTENIDO(S):

El estudiante debe colocar los resultados obtenidos en la práctica con imágenes y descripciones de cada imagen

CONCLUSIONES:

El estudiante debe colocar las conclusiones de las prácticas de acuerdo con los objetivos planteados.

RECOMENDACIONES:

El estudiante debe colocar las recomendaciones de las prácticas de acuerdo con los objetivos planteados.

RÚBRICA DE REVISIÓN DE PRÁCTICA:

Fecha de realización de la práctica:	
Integrantes del Grupo:	1.- 2.-

	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy Malo	Observaciones
Calidad, orden, evidencia fotográfica y correcta estructuración del desarrollo de la práctica [30% del puntaje]							
Sustentación correcta de las prácticas [30% del puntaje]							
Conclusiones de las prácticas [40% del puntaje]							
PUNTAJE:							/10

CARRERA: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

ASIGNATURA:

NRO. PRÁCTICA:

6

TÍTULO PRÁCTICA: Diseño y construcción de una antena Yagi-Uda, diagrama de radiación, ganancia, relación señal ruido potencia transmitida, patrón de radiación y tipo de polarización para la transmisión y recepción de una señal.

OBJETIVO GENERAL:

- Crear una antena Yagi-Uda usando el programa Matlab.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Configurar parámetros de antena Yagi-Uda utilizando MATLAB
- Analizar el cambio de las dimensiones y funcionalidad al ingreso de los datos técnicos.
- Visualizar los distintos parámetros en las simulaciones.

INSTRUCCIONES

1. Armar grupos para el desarrollo de la práctica

2. Los estudiantes previamente a la práctica deben leer en detalle los manuales de equipos y esta guía de práctica.

3. Los estudiantes deben usar los equipos y materiales para la práctica de una manera profesional siguiendo las normas del laboratorio y cuidando de los equipos, herramientas, así como los materiales indicados por el docente.

4. Al finalizar la práctica el grupo de estudiantes debe dejar su sitio en orden y los equipos deben ser guardados en el laboratorio.

ANTENA YAGI-UDA

Creación de una matriz clásica Yagi-Uda compuesta por un excitador, reflector y N -directores a lo largo del eje z . El reflector y los directores crean una estructura de onda viajera que da como resultado un patrón de radiación direccional.

El excitador, reflector y directores tienen anchos iguales y están relacionados con el diámetro de una estructura cilíndrica equivalente por la ecuación.

$$w = 2 \quad d = 4 \quad r$$

dónde:

d es el diámetro del cilindro equivalente

r es el radio del cilindro equivalente

Diseño del plato parabólico para aumentar su ganancia y directividad:

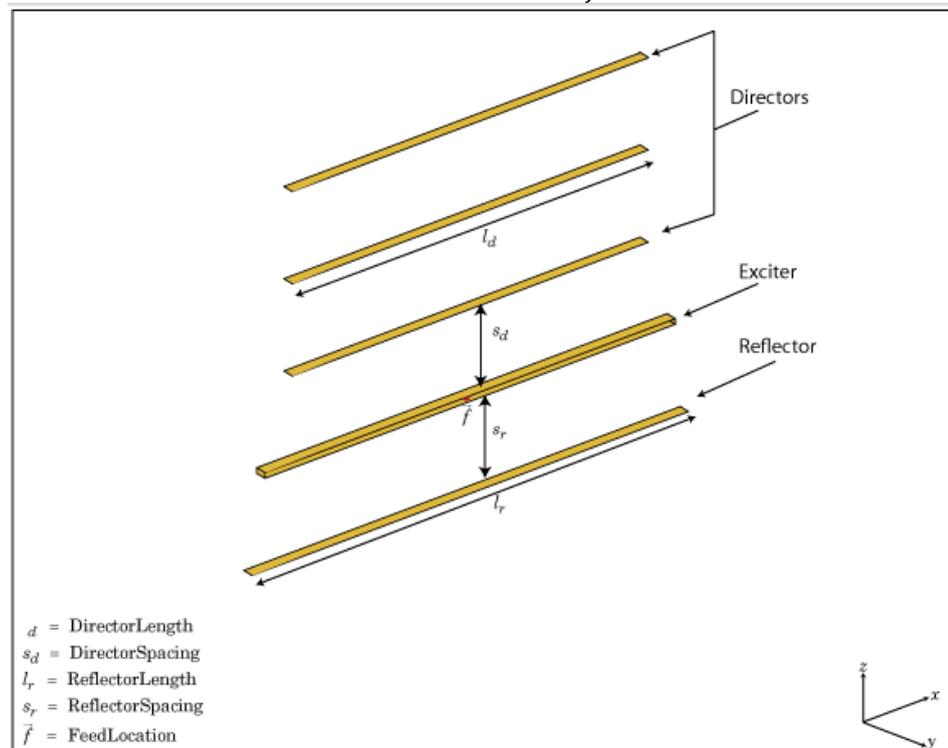
$$D = \lambda \sqrt{\frac{G}{1.5\pi}}$$

Para calcular las longitudes reflector

$$\text{Reflector: } \frac{\lambda}{2} = \frac{150}{f} [m]$$

$$\text{Dipolo: } 0.95 \frac{\lambda}{2} = \frac{142.4}{f} [50]$$

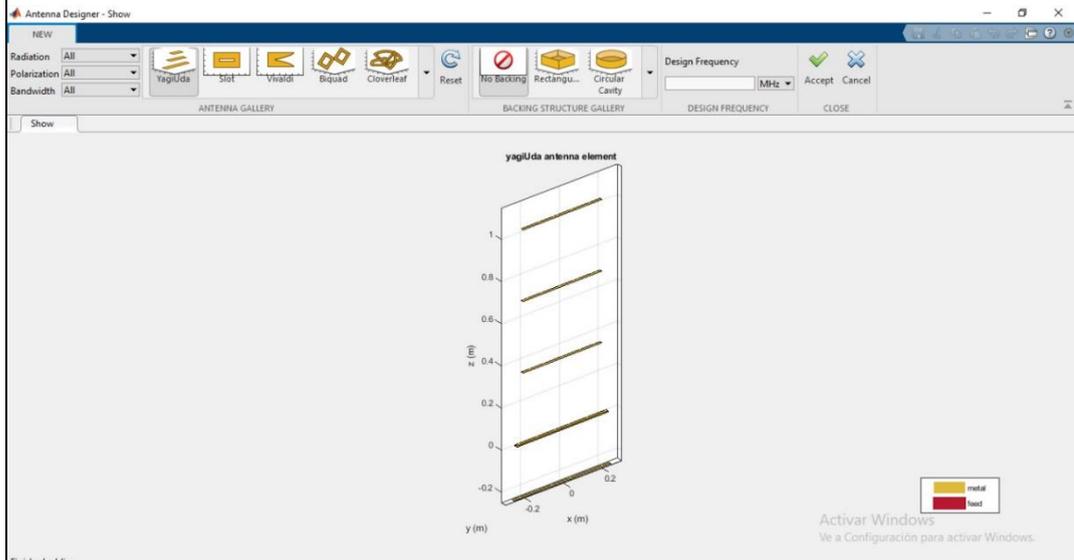
$$\text{1er director: } 0.9 \frac{\lambda}{2} = \frac{135}{f} [50]$$



Para un radio de cilindro dado, use la `cylinder2strip` función de utilidad para calcular el ancho equivalente. Un conjunto de antenas Yagi-Uda típico utiliza dipolo plegado como excitador, debido a su alta impedancia. El Yagi-Uda se alimenta por el centro y el punto de alimentación coincide con el origen. En lugar de un dipolo plegado, también puede utilizar un dipolo plano como excitador.

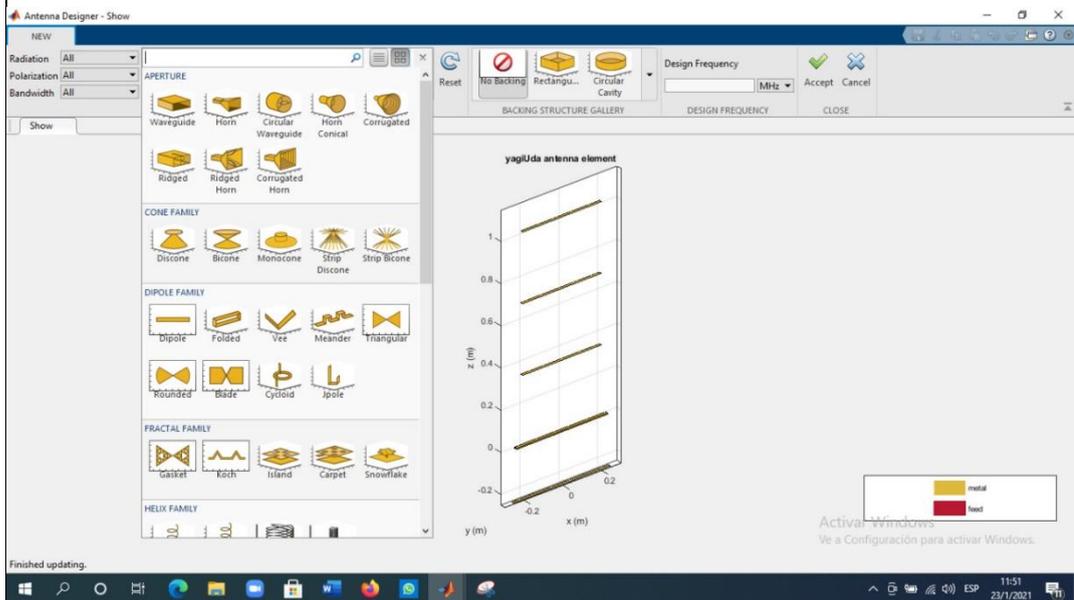
ACTIVIDADES POR DESARROLLAR:

Dar click en New. Por defecto se cargará el diseño de antena Yagi.



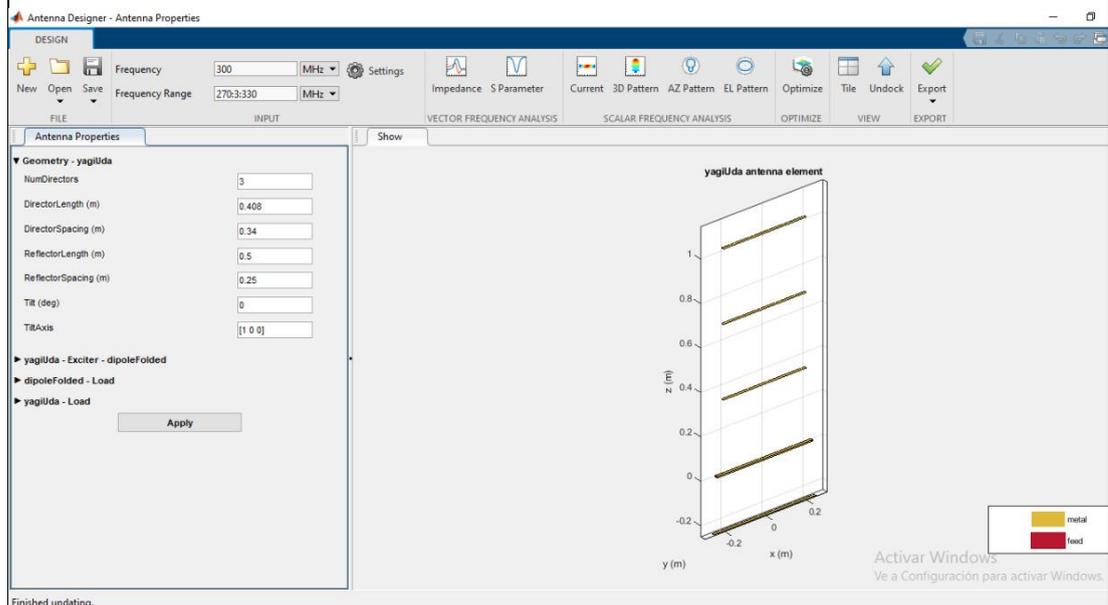
Finished adding.

- 1) Seleccionar la antena que se va a utilizar en este caso la antena Yagi Uda y dar click en aceptar, por defecto cargará el siguiente diseño. Colocar en frecuencia 500 MHz.



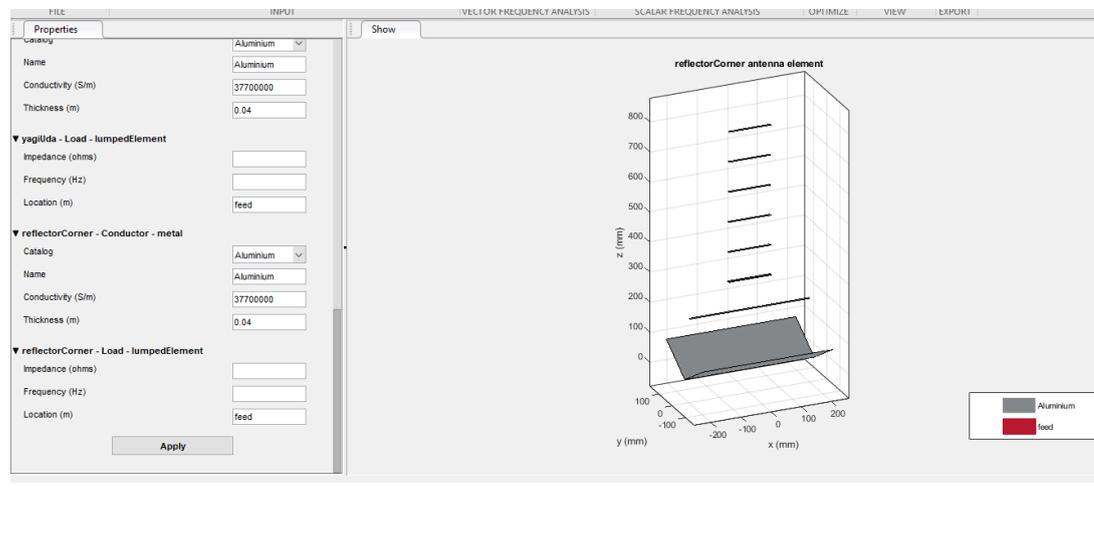
Finished updating.

- 2) Al dar click en aceptar se desplegará los parámetros de configuración de la antena Yagi.



Finished updating.

- 3) Cambiar los parámetros de las propiedades de antenas, colocar valores de frecuencia en 500 MHz. Cantidad de reflectores en 5, material del conductor. Revisar imagen.



Properties

▼ reflectorCorner

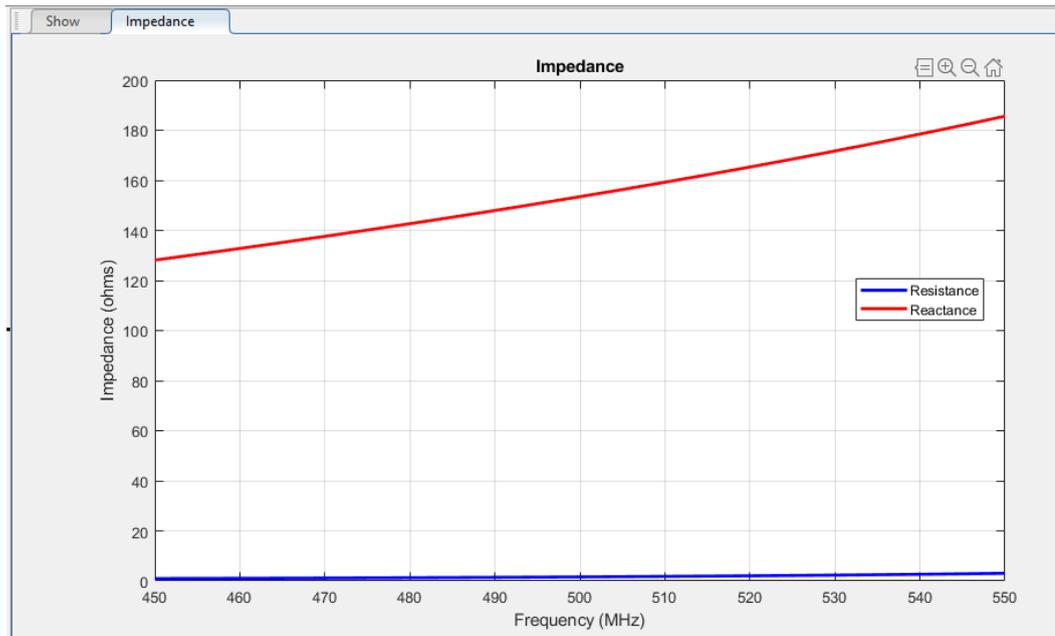
GroundPlaneLength (m)	<input type="text" value="0.43"/>
GroundPlaneWidth (m)	<input type="text" value="0.32"/>
CornerAngle (deg)	<input type="text" value="120"/>
Spacing (m)	<input type="text" value="0.3"/>
Tilt (deg)	<input type="text" value="0"/>
TiltAxis	<input type="text" value="[1 0 0]"/>

▼ reflectorCorner - Exciter - yagiUda

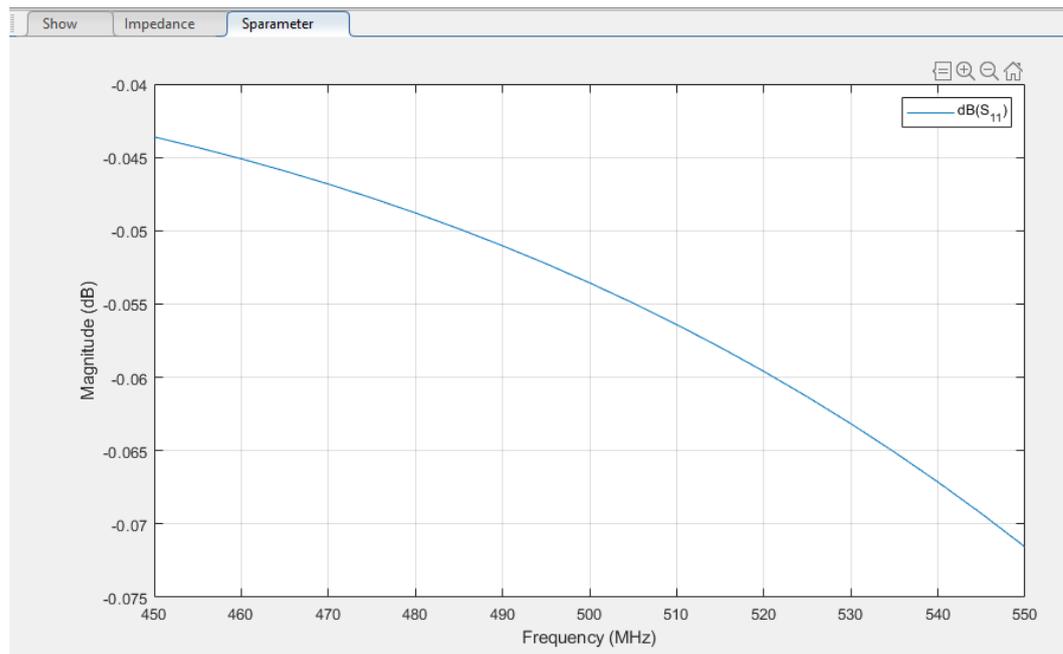
NumDirectors	<input type="text" value="5"/>
DirectorLength (m)	<input type="text" value="0.14"/>
DirectorSpacing (m)	<input type="text" value="0.10"/>
ReflectorLength (m)	<input type="text" value="0.40"/>
ReflectorSpacing (m)	<input type="text" value="0.10"/>
Tilt (deg)	<input type="text" value="0"/>
TiltAxis	<input type="text" value="[1 0 0]"/>

▼ yagiUda - Exciter - dipoleFolded	
Length (m)	<input type="text" value="0.14"/>
Width (m)	<input type="text" value="0.007"/>
Spacing (m)	<input type="text" value="0.002"/>
Tilt (deg)	<input type="text" value="0"/>
TiltAxis	<input type="text" value="[1 0 0]"/>
▼ dipoleFolded - Conductor - metal	
Catalog	<input type="text" value="Aluminium"/> ▼
Name	<input type="text" value="Aluminium"/>
Conductivity (S/m)	<input type="text" value="37700000"/>
Thickness (m)	<input type="text" value="0.04"/>
▶ dipoleFolded - Load - lumpedElement	
▼ yagiUda - Conductor - metal	
Catalog	<input type="text" value="Aluminium"/> ▼
Name	<input type="text" value="Aluminium"/>
Conductivity (S/m)	<input type="text" value="37700000"/>
Thickness (m)	<input type="text" value="0.04"/>
▼ reflectorCorner - Conductor - metal	
Catalog	<input type="text" value="Aluminium"/> ▼
Name	<input type="text" value="Aluminium"/>
Conductivity (S/m)	<input type="text" value="37700000"/>
Thickness (m)	<input type="text" value="0.04"/>
▼ reflectorCorner - Load - lumpedElement	
Impedance (ohms)	<input type="text"/>
Frequency (Hz)	<input type="text"/>
Location (m)	<input type="text" value="feed"/>
<input type="button" value="Apply"/>	

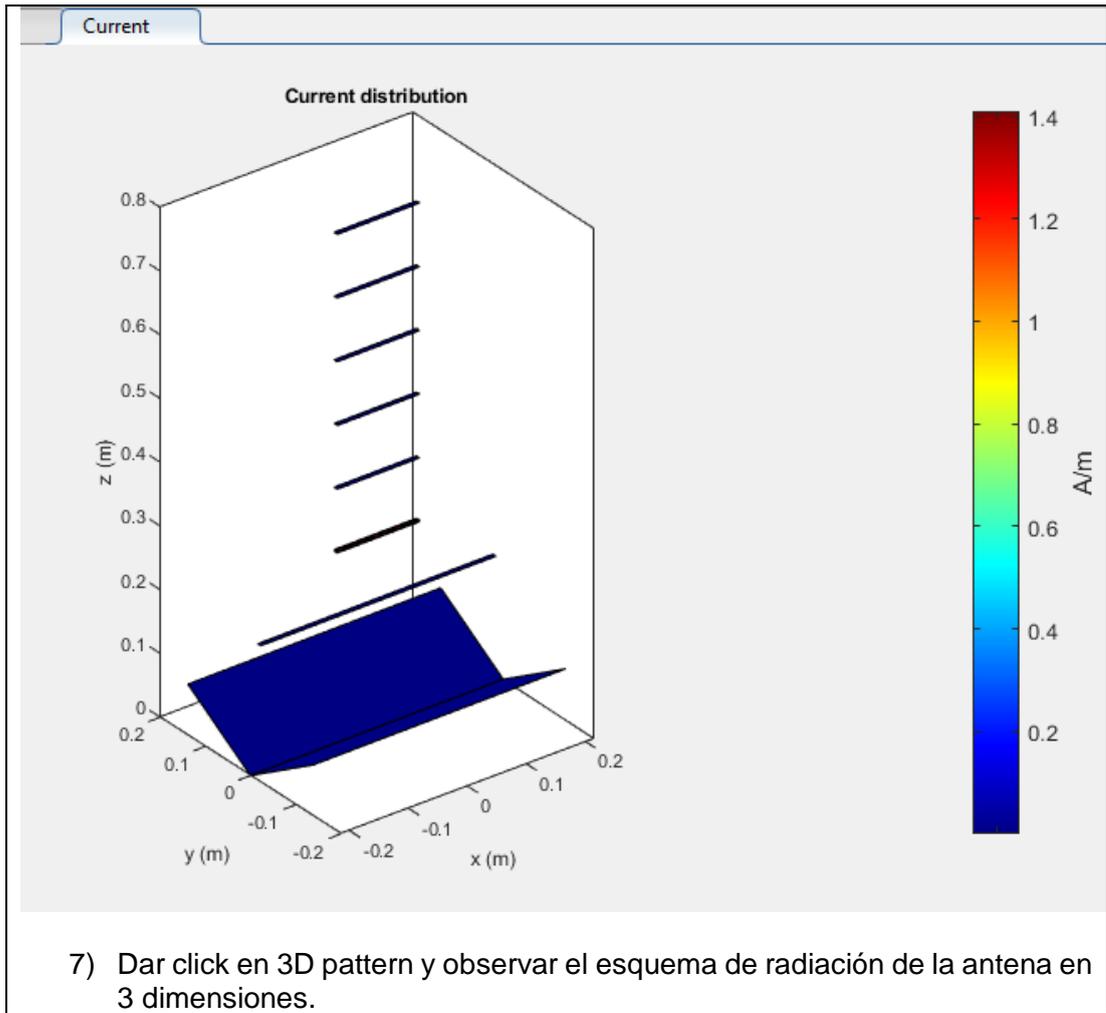
4) Dar click en Impedancia y observar la gráfica de impedancia.

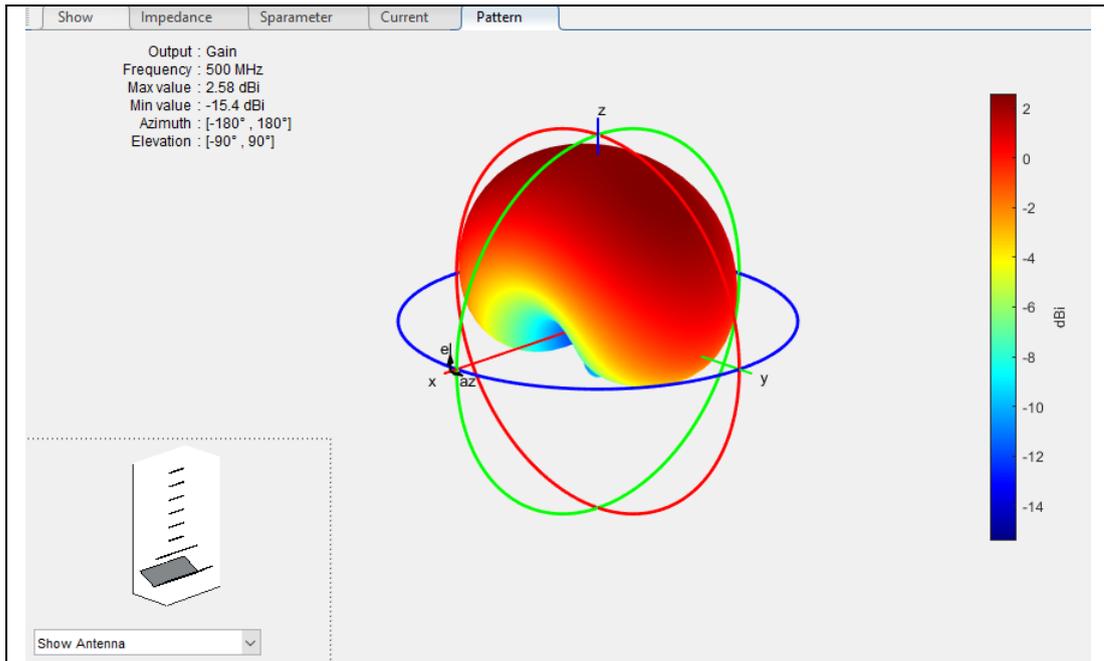


5) Dar click en S-parámetros y observar la gráfica frecuencia – magnitud (db).

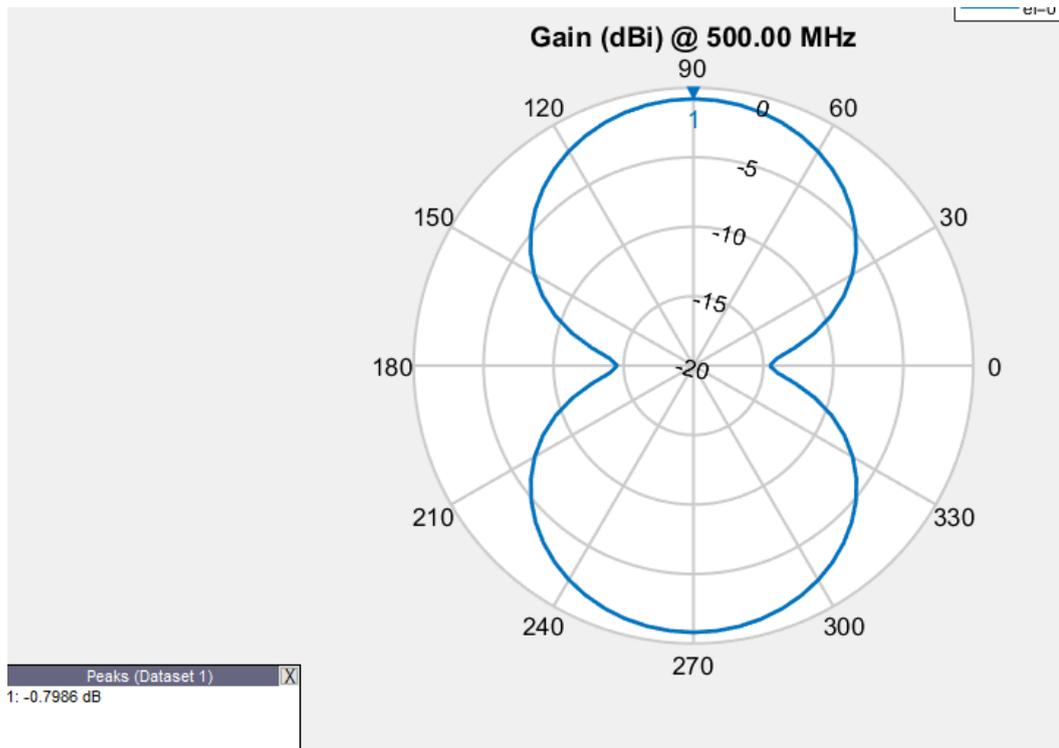


6) Dar click en Current y observar la gráfica de distribución de corriente.

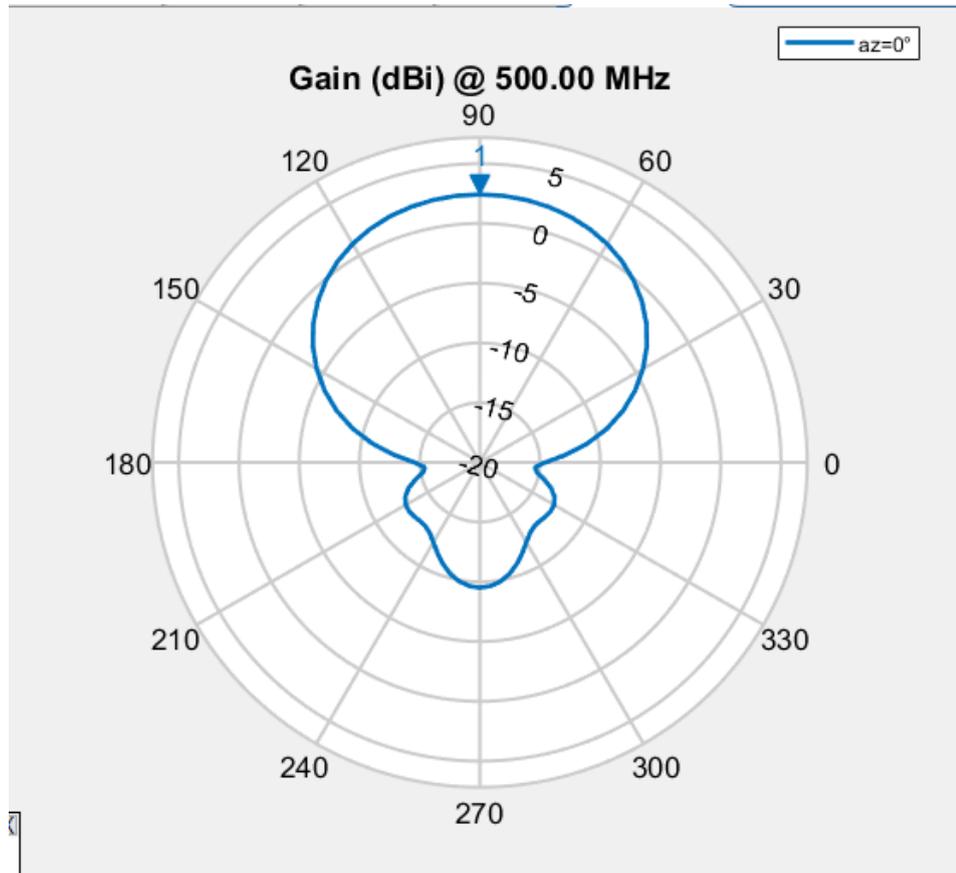




8) Dar click en Az Pattern y observar el diagrama de directividad en azimuth de la antena.



- 9) Dar click en EL Pattern y observar el diagrama de radiación en elevación de la antena Yagi.



- 10) Dar click en Optimizer si se requiere mejorar los parámetros anteriormente mostrados
- 11) Dar click en exportar como un script y observar la siguiente ventana en MATLAB la cual indica el script que se ejecuta para el diseño de la antena.

```

% Create a yagiUda antenna backed with reflectorCorner
% Generated by MATLAB(R) 9.10 and Antenna Toolbox 5.0.
% Generated on: 18-Mar-2021 09:42:02

%% Antenna Properties

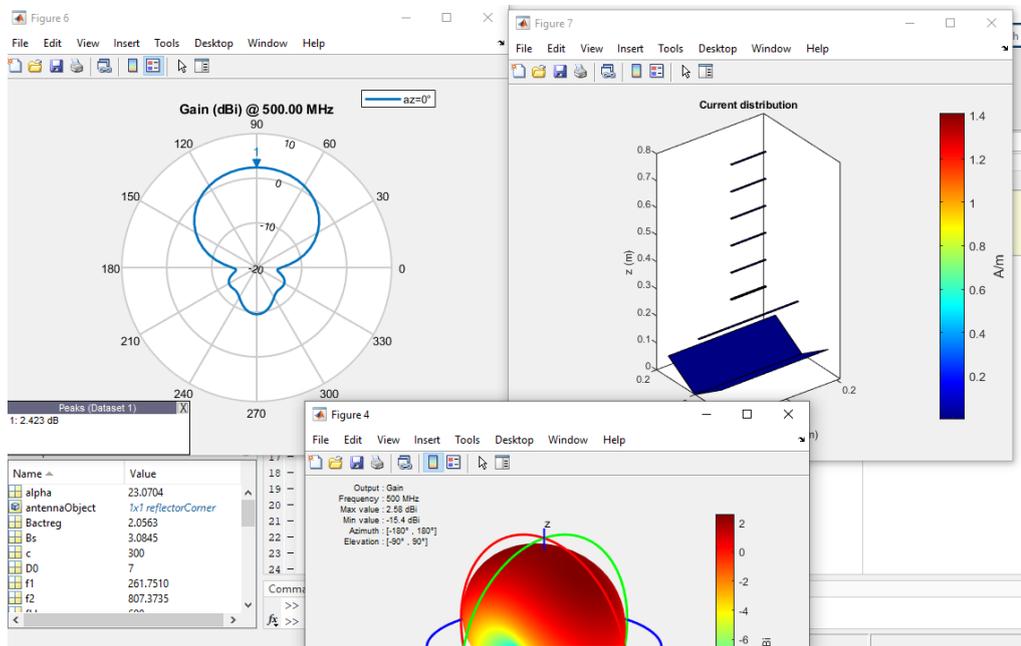
antennaObject = design(reflectorCorner('Exciter', yagiUda), 500*1e6);
antennaObject.Exciter.Exciter.Length = 0.14;
antennaObject.Exciter.Exciter.Width = 0.007;
antennaObject.Exciter.Exciter.Spacing = 0.002;
antennaObject.Exciter.Exciter.Conductor.Name = 'Aluminium';
antennaObject.Exciter.Exciter.Conductor.Conductivity = 3.77*1e7;
antennaObject.Exciter.Exciter.Conductor.Thickness = 0.04;
antennaObject.Exciter.NumDirectors = 5;
antennaObject.Exciter.DirectorLength = 0.14;
antennaObject.Exciter.DirectorSpacing = 0.1;
antennaObject.Exciter.ReflectorLength = 0.4;
antennaObject.Exciter.ReflectorSpacing = 0.1;
antennaObject.Exciter.Conductor.Name = 'Aluminium';
antennaObject.Exciter.Conductor.Conductivity = 3.77*1e7;
antennaObject.Exciter.Conductor.Thickness = 0.04;
antennaObject.GroundPlaneLength = 0.43;
antennaObject.GroundPlaneWidth = 0.32;
antennaObject.CornerAngle = 120;

```

and Window

antena_yagui_uda

12) En la ventana de Matlab al ejecutar el script, pide guardar el archivo, el nombre debe ser sin espacio solo letras o números y signo inferior. Al ejecutar script carga las ventanas previamente vistas.



PRUEBAS DE ANTENA YAGUI UDA

De acuerdo con la simulación en Matlab se construye una antena Yagi UDA con las medidas antes simuladas en MATLAB.

Con 2 reflectores tipo rejilla, de 31 x42 cmts, con dipolos de 40 cmts espaciadas por 10 cmts.

1 dipolo reflector de 40 cmts.

1 dipolo excitador de 14 cmts.

6 dipolos reflectores de 14 cmts.

Una longitud de la antena de 80 cmts.





La antena es probada en campo en un TV analógico dando los siguientes resultados:





Al ser una antena en VHF - UHF los canales de TV de frecuencias altas y bajas son visualizados con buena calidad de video y audio.

RESULTADO(S) OBTENIDO(S):

El estudiante debe colocar los resultados obtenidos en la práctica con imágenes y descripciones de cada imagen

CONCLUSIONES:

El estudiante debe colocar las conclusiones de las prácticas de acuerdo con los objetivos planteados.

RECOMENDACIONES:

El estudiante debe colocar las recomendaciones de las prácticas de acuerdo con los objetivos planteados.

RÚBRICA DE REVISIÓN DE PRÁCTICA:

Fecha de realización de la práctica:	
Integrates del Grupo:	1.- 2.-

	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy Malo	Observaciones
Calidad, orden, evidencia fotográfica y correcta estructuración del desarrollo de la práctica [30% del puntaje]							
Sustentación correcta de las prácticas [30% del puntaje]							
Conclusiones de las prácticas [40% del puntaje]							
PUNTAJE:							/10

CARRERA: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

ASIGNATURA:

NRO. PRÁCTICA:

7

TÍTULO PRÁCTICA: Diseño y construcción de antena helicoidal, diagrama de radiación, ganancia, relación señal ruido potencia transmitida, patrón de radiación y tipo de polarización para la trasmisión y recepción de una señal.

OBJETIVO GENERAL:

- Crear una antena hélix o helicoidal usando el programa Matlab.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Configurar parámetros de antena hélix o helicoidal utilizando MATLAB
- Analizar el cambio de las dimensiones y funcionalidad al ingreso de los datos técnicos.
- Visualizar los distintos parámetros en las simulaciones.

INSTRUCCIONES

1. Armar grupos para el desarrollo de la práctica

2. Los estudiantes previamente a la práctica deben leer en detalle los manuales de equipos y esta guía de práctica.

3. Los estudiantes deben usar los equipos y materiales para la práctica de una manera profesional siguiendo las normas del laboratorio y cuidando de los equipos, herramientas, así como los materiales indicados por el docente.

4. Al finalizar la práctica el grupo de estudiantes debe dejar su sitio en orden y los equipos deben ser guardados en el laboratorio.

ANTENA HELIX O HELICOIDAL

Utilice la función mostrar para ver la estructura de la antena helicoidal. Una antena helicoidal consiste en un conductor de forma helicoidal en un plano de tierra. El plano de tierra de la antena está en el plano X-Y.

Descripción:

Utilice el helixobjeto para crear una hélice o una antena de hélice cónica en un plano de tierra circular. La antena helicoidal es una opción común en la comunicación por satélite.

El ancho de la tira está relacionado con el diámetro de un cilindro equivalente por la ecuación

$$w = 2 d = 4 r$$

dónde:

w es el ancho de la tira.

d es el diámetro de un cilindro equivalente.

r es el radio de un cilindro equivalente.

Para un radio de cilindro dado, use la cylinder2stripfunción de utilidad para calcular el ancho equivalente. La antena helicoidal predeterminada es alimentada por el extremo. El plano de tierra circular está en el plano XY. Normalmente, las antenas helicoidales se utilizan en modo axial. En este modo, la circunferencia de la hélice es comparable a la longitud de onda operativa y la hélice tiene máxima directividad a lo largo de su eje. En el modo normal, el radio de la hélice es pequeño en comparación con la longitud de onda operativa. En este modo, la hélice irradia de costado, es decir, en el plano perpendicular a su eje. La ecuación básica de la hélice es

$$x = r \cos(\theta)$$

$$y = r \operatorname{sen}(\theta)$$

$$z = S \theta$$

dónde

r es el radio de la hélice.

θ es el ángulo de bobinado.

S es el espacio entre vueltas.

Patrón de radiación:

$$E = \left(\sin \frac{90}{n}\right) \frac{\sin\left(\frac{n\psi}{2}\right)}{\sin\left(\frac{\psi}{2}\right)} \cos\phi$$

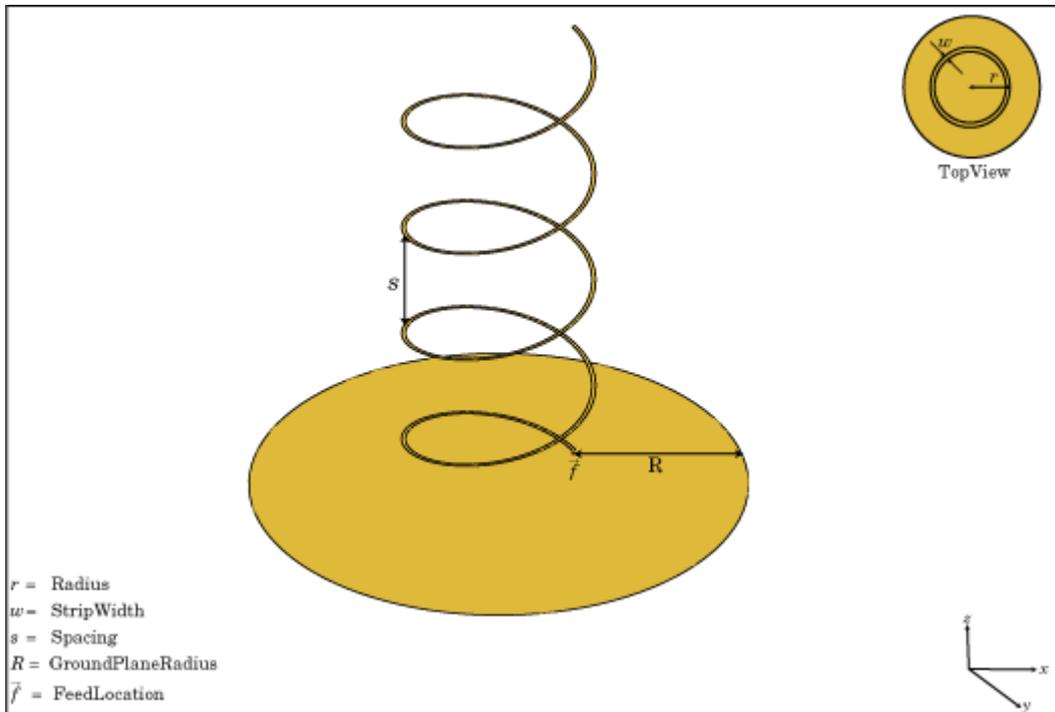
La ganancia de la hélice:

$$G = \frac{6.2C^2NS}{\lambda^3} = \frac{6.2C^2NS}{c^3}$$

Ancho de haz de potencia:

$$HPBW = \frac{65\lambda}{\sqrt{\frac{NS}{\lambda}}}$$

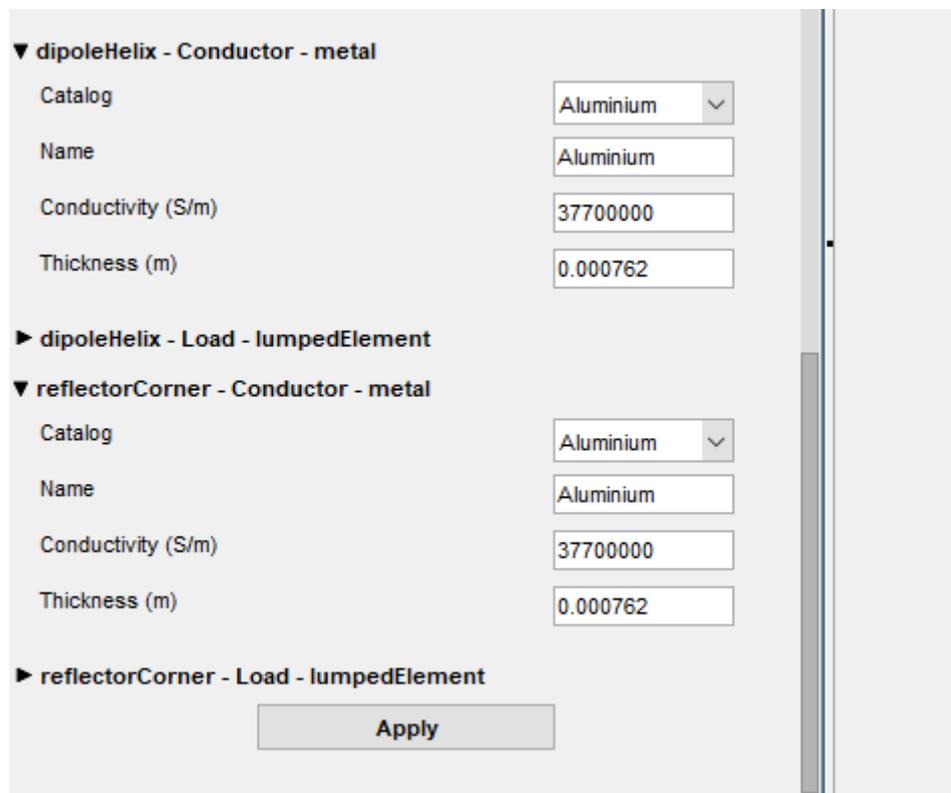
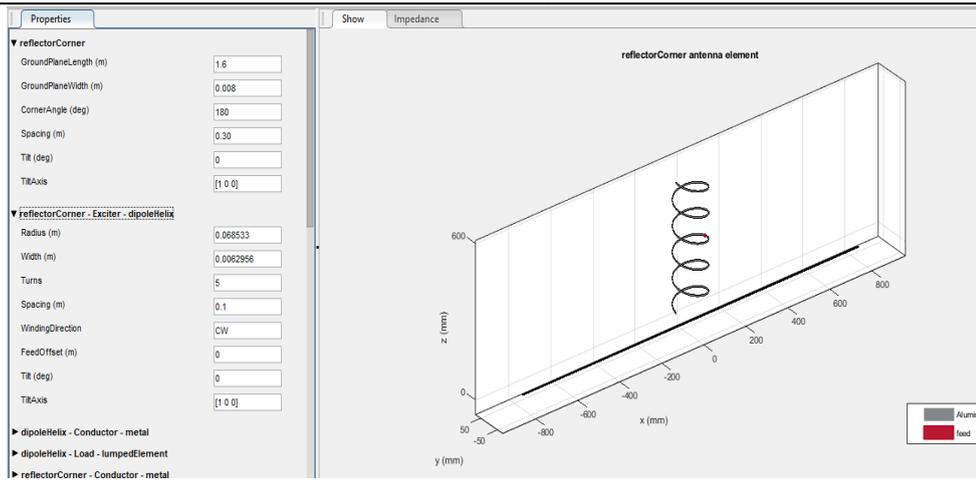
Para un ángulo de inclinación dado en grados, use la helixpitch2spacingfunción de utilidad para calcular el espacio entre las vueltas en metros.



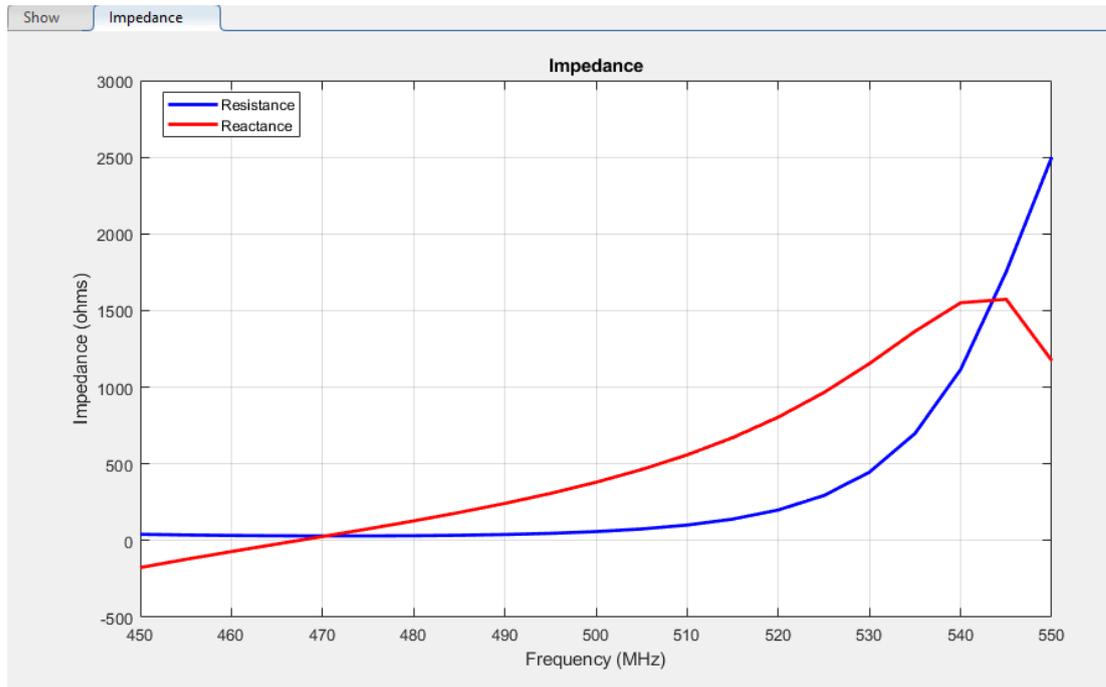
ACTIVIDADES POR DESARROLLAR

- 1) Dar click en New. Por defecto se subirá el diseño de antena hélix o helicoidal. Seleccionar reflector cónico.

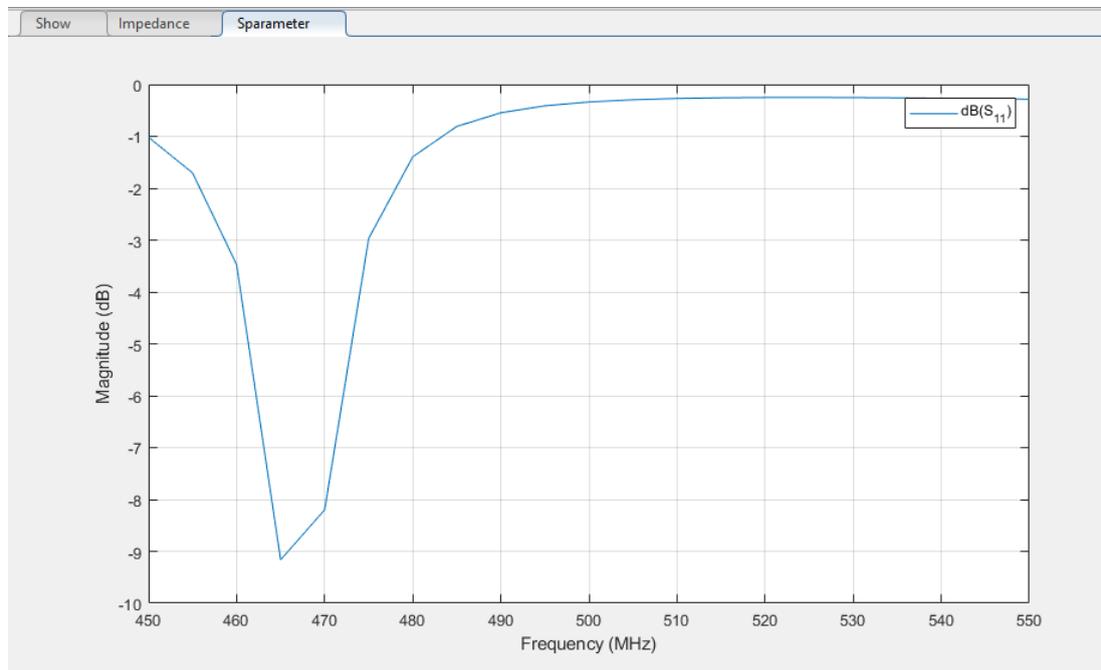
- 2) Al dar click en aceptar se desplegará los parámetros de configuración de la antena helicoidal. Colocar los siguientes parámetros:



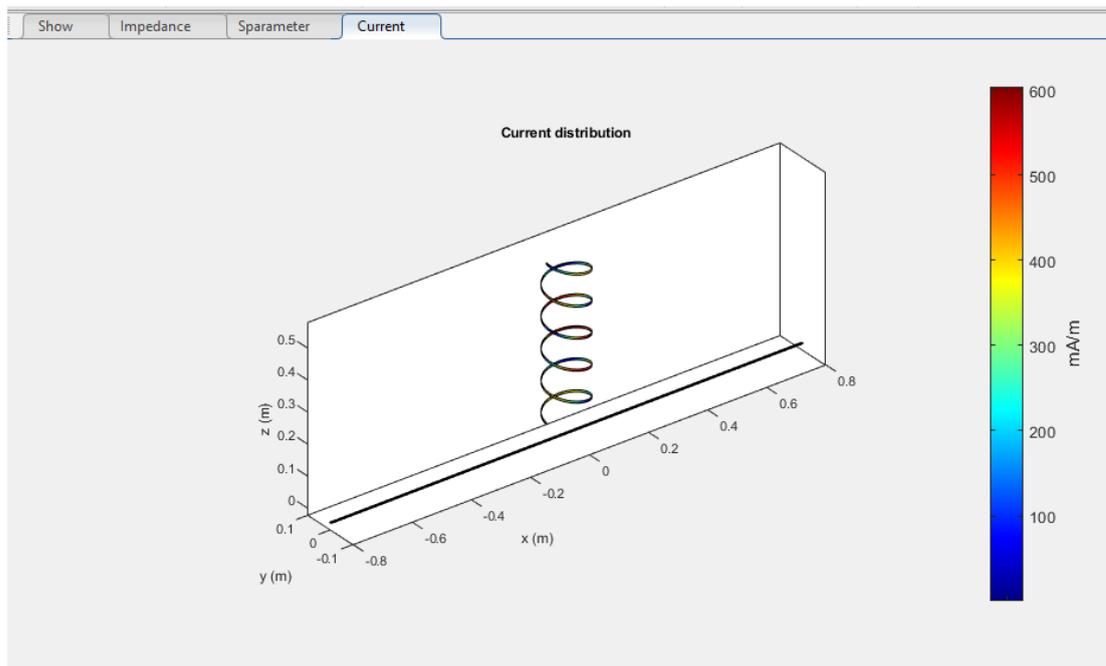
3) Dar click en Impedancia y observar la gráfica de impedancia.



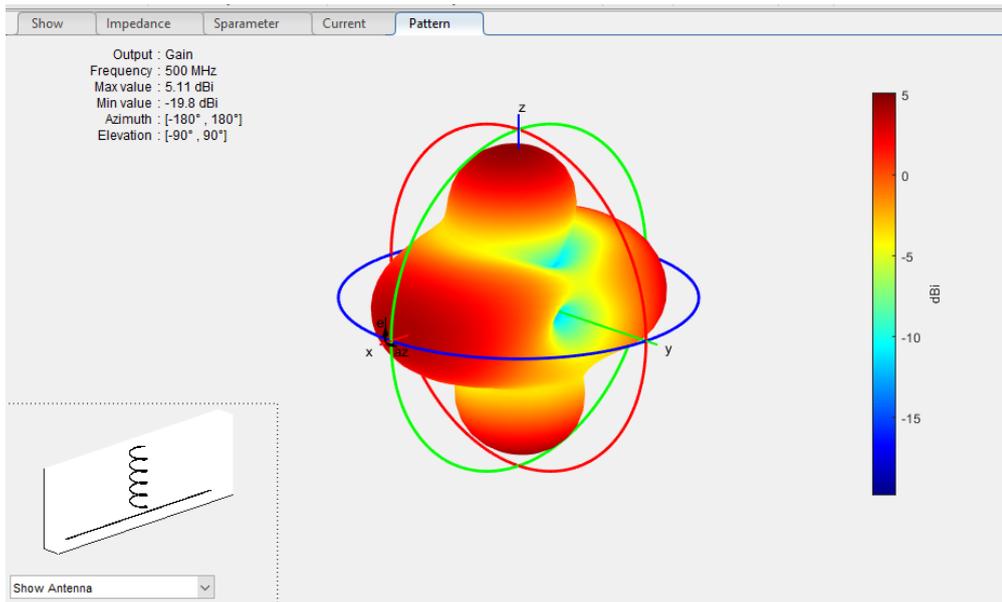
4) Dar click en S-Parameter y observar la gráfica frecuencia – magnitud (db).



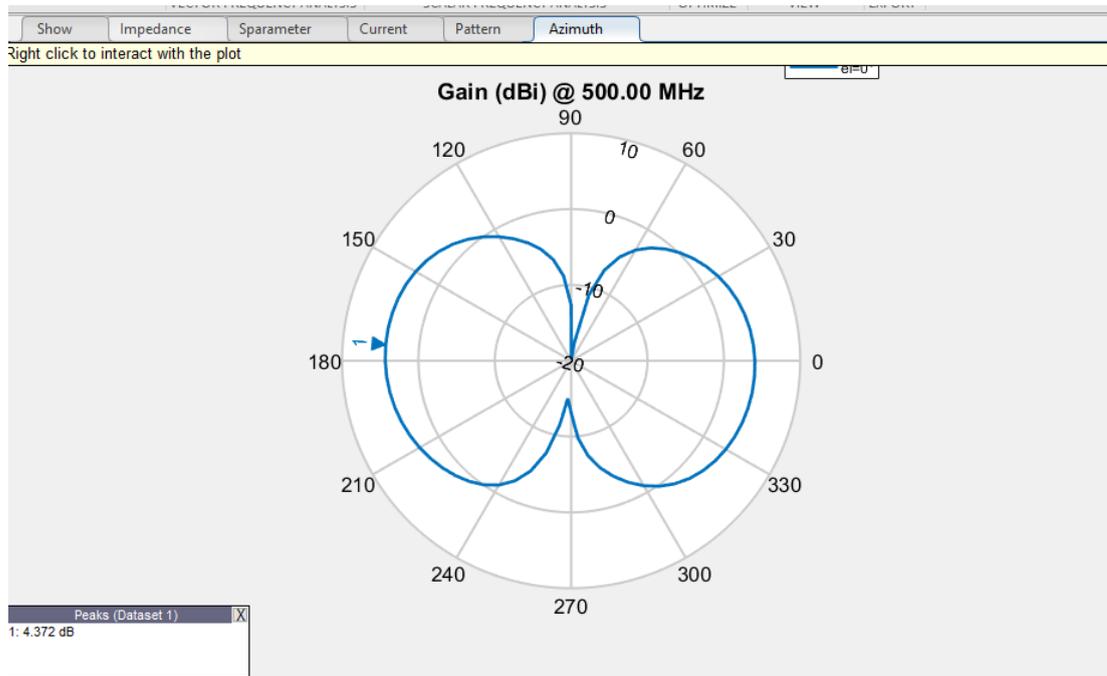
5) Dar click en Current y observar la gráfica de distribución de corriente.



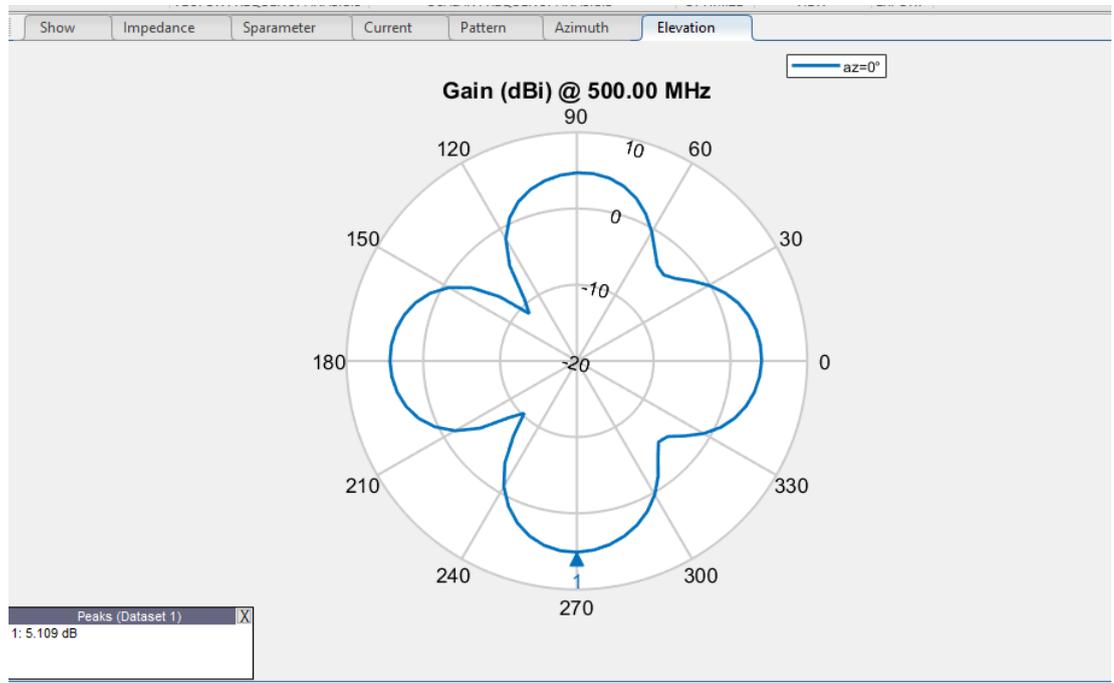
6) Dar click en 3D pattern y observar el diagrama de radiación de la antena en 3 dimensiones.



- 7) Dar click en Az Pattern y observar el esquema de directividad en azimuth de la antena.



- 8) Dar click en EL Pattern y observar el diagrama de radiación en elevación de la antena helicoidal.



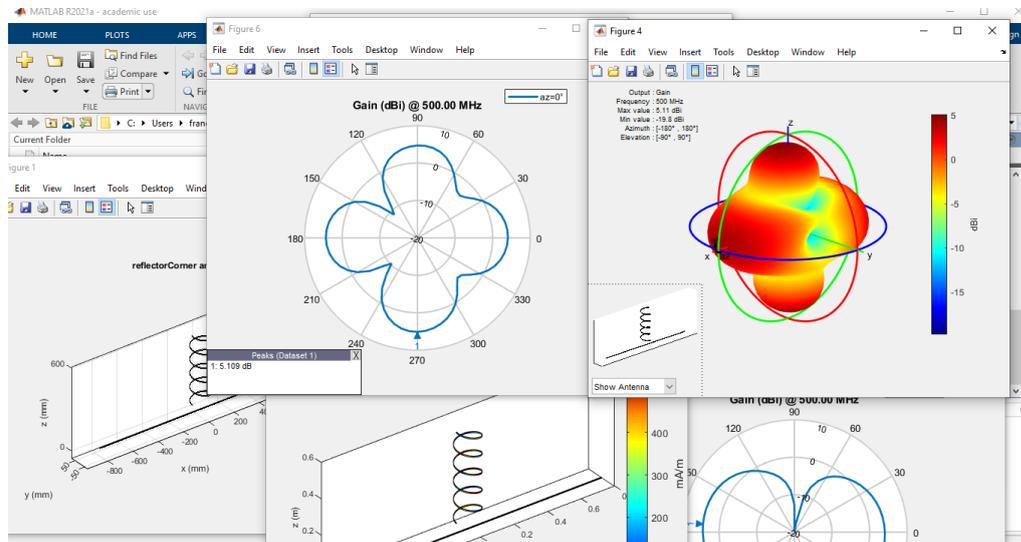
Podemos observar el patrón de radiación de la antena helicoidal

9) Dar click en Optimizer si se requiere mejorar los parámetros anteriormente mostrados

10) Dar click en exportar como un script y observar la siguiente ventana en MATLAB la cual indica el script que se ejecuta para el diseño de la antena.

```
Documents > MATLAB
Editor - C:\Users\francisco.quinonez\Desktop\helicoidal.m
helicoidal.m
5 %% Antenna Properties
6
7 antennaObject = design(reflectorCorner('Exciter', dipoleHelix), 500*1e6);
8 antennaObject.Exciter.Turns = 5;
9 antennaObject.Exciter.Spacing = 0.1;
10 antennaObject.Exciter.Conductor.Name = 'Aluminium';
11 antennaObject.Exciter.Conductor.Conductivity = 3.77*1e7;
12 antennaObject.Exciter.Conductor.Thickness = 0.000762;
13 antennaObject.GroundPlaneLength = 1.6;
14 antennaObject.GroundPlaneWidth = 0.008;
15 antennaObject.CornerAngle = 180;
16 antennaObject.Spacing = 0.3;
17 antennaObject.Conductor.Name = 'Aluminium';
18 antennaObject.Conductor.Conductivity = 3.77*1e7;
19 antennaObject.Conductor.Thickness = 0.000762;
20 % Show
21 figure;
```

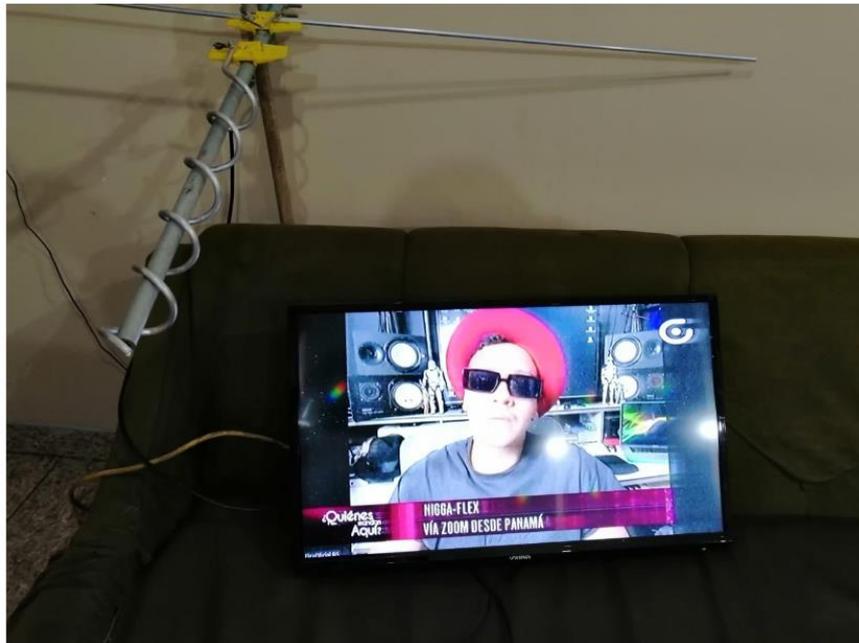
11) En la ventana de Matlab al ejecutar el script, pide guardar el archivo, el nombre debe ser sin espacio solo letras o números y signo inferior. Al ejecutar script carga las ventanas previamente vistas.



PRUEBAS DE ANTENA HELIX o HELICOIDAL

De acuerdo con la simulación en Matlab se construye una antena helicoidal con reflector de dipolo con las medidas antes simuladas en MATLAB.

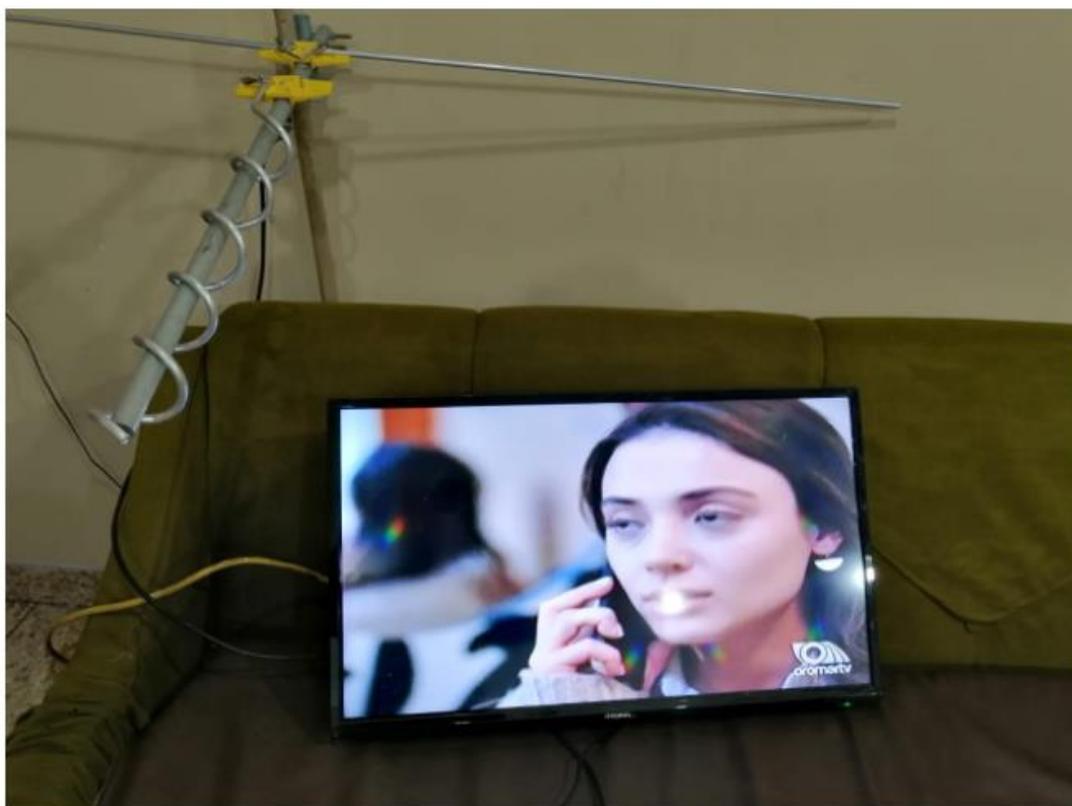
Se utiliza un reflector 1.6 mts por 0.008 mts
1 polo helicoidal con espaciado de 10 cmts y 5 vueltas.



Antena de 1 helicoide con reflector



La antena es probada en campo en un TV analógico dando los siguientes resultados:



Al ser una antena en VHF - UHF los canales de TV de frecuencias altas y bajas son visualizados con buena calidad de video y audio.

RESULTADO(S) OBTENIDO(S):

El estudiante debe colocar los resultados obtenidos en la práctica con imágenes y descripciones de cada imagen

CONCLUSIONES:

El estudiante debe colocar las conclusiones de las prácticas de acuerdo con los objetivos planteados.

RECOMENDACIONES:

El estudiante debe colocar las recomendaciones de las prácticas de acuerdo con los objetivos planteados.

RÚBRICA DE REVISIÓN DE PRÁCTICA:

Fecha de realización de la práctica:	
Integrantes del Grupo:	1.- 2.-

	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy Malo	Observaciones
Calidad, orden, evidencia fotográfica y correcta estructuración del desarrollo de la práctica [30% del puntaje]							
Sustentación correcta de las prácticas [30% del puntaje]							
Conclusiones de las prácticas [40% del puntaje]							
PUNTAJE:							/10

CARRERA: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

ASIGNATURA:

NRO. PRÁCTICA:

8

TÍTULO PRÁCTICA: Diseño y construcción de antena sectorial, diagrama de radiación, ganancia, relación señal ruido potencia transmitida, patrón de radiación y tipo de polarización para la transmisión y recepción de una señal.

OBJETIVO GENERAL:

- Crear una antena sectorial usando array de antenas microstip con Matlab.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Configurar parámetros de antena sectorial utilizando MATLAB
- Analizar el cambio de las dimensiones y funcionalidad al ingreso de los datos técnicos.
- Visualizar los distintos parámetros en las simulaciones.
- Utilizar APP Antenna Array Designer para el diseño y simulación.

INSTRUCCIONES

1. Armar grupos para el desarrollo de la práctica

2. Los estudiantes previamente a la práctica deben leer en detalle los manuales de equipos y esta guía de práctica.

3. Los estudiantes deben usar los equipos y materiales para la práctica de una manera profesional siguiendo las normas del laboratorio y cuidando de los equipos, herramientas, así como los materiales indicados por el docente.

4. Al finalizar la práctica el grupo de estudiantes debe dejar su sitio en orden y los equipos deben ser guardados en el laboratorio.

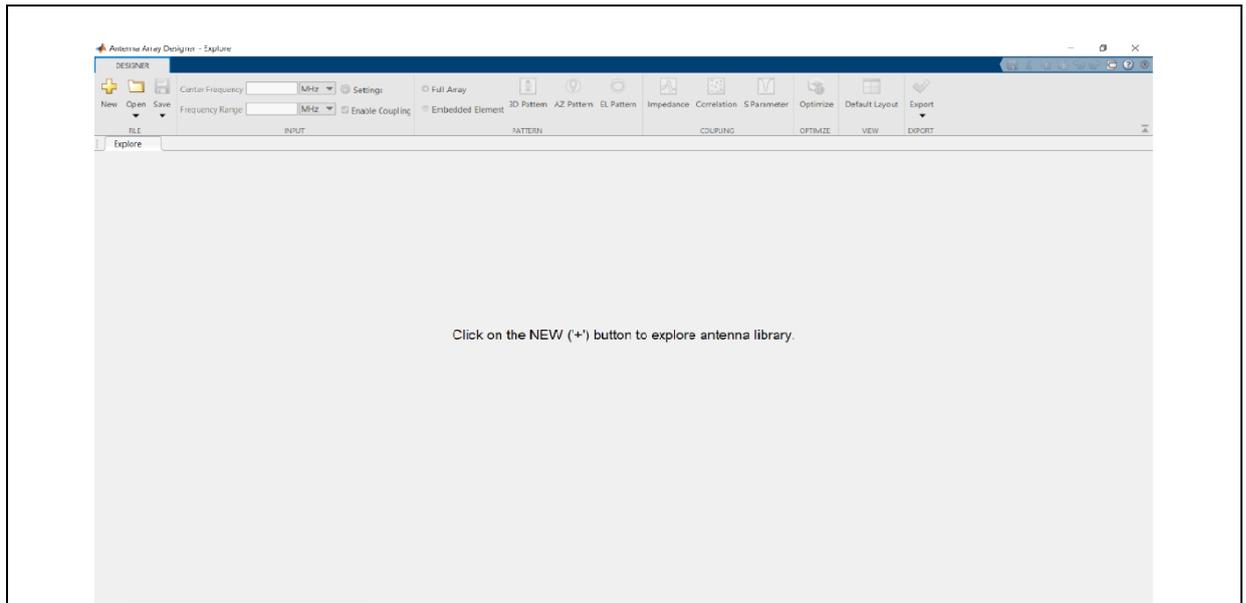
OPTIMIZACIÓN DE ARREGLOS DE ANTENAS

Este ejemplo demuestra cómo maximizar la ganancia de elementos de antena de matriz de parche de 2 por 2 utilizando un optimizador de evolución diferencial asistida por modelo sustituto para síntesis de antena (SADEA) . El diseño y análisis se realizan a 2,4 GHz.

Abra la aplicación Antenna Array Designer

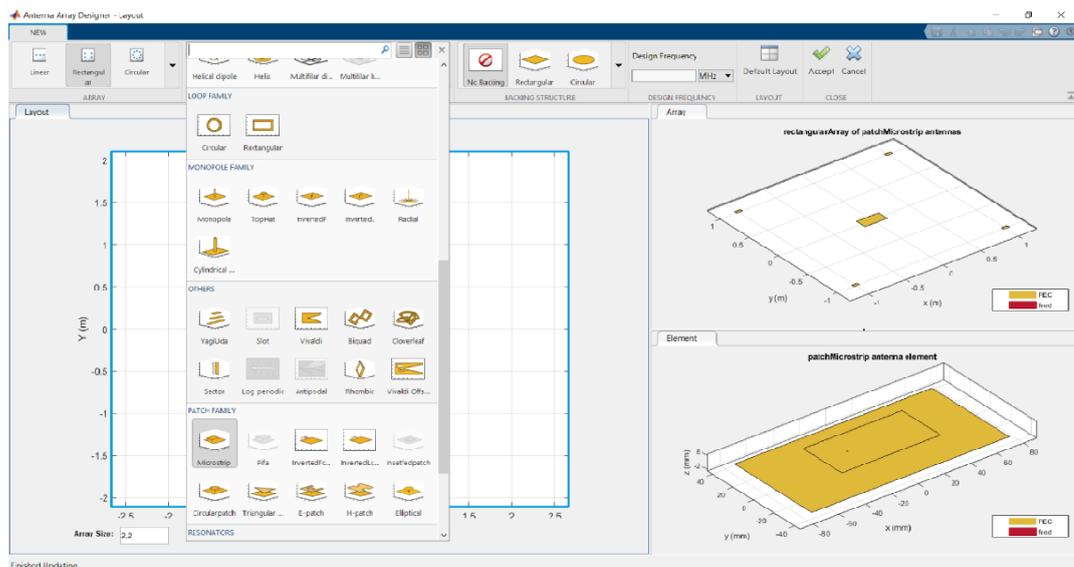
Ingrese antennaArrayDesigner en el símbolo del sistema de MATLAB® para abrir la aplicación.

El comando abre un lienzo en blanco. En el lienzo en blanco, haga clic en Nuevo .



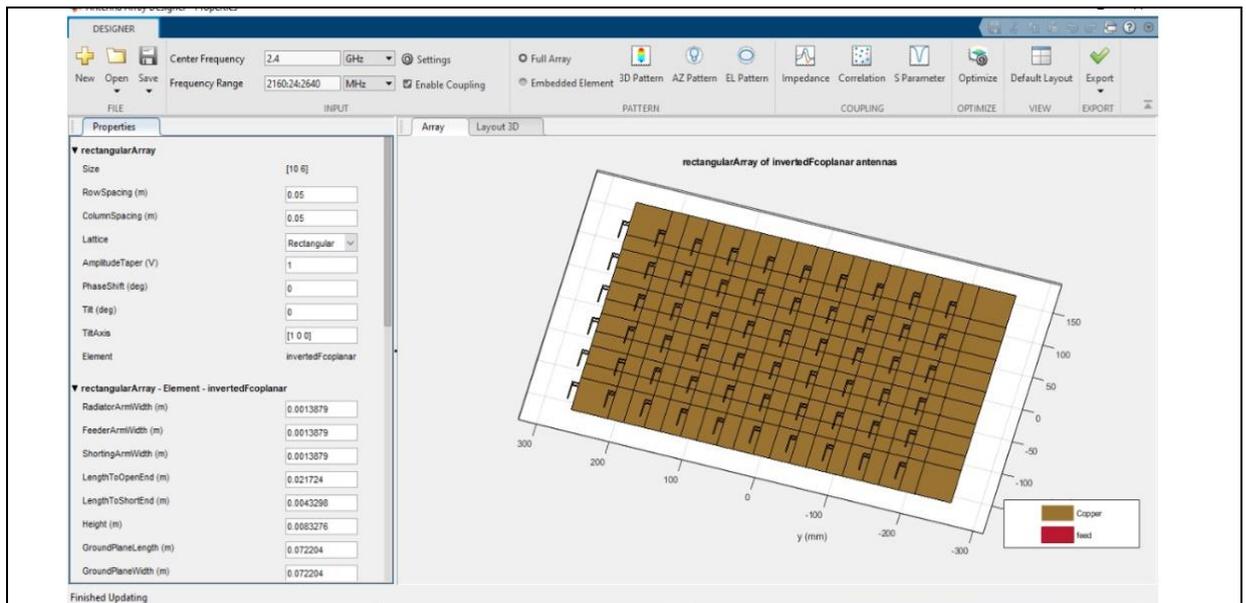
Matriz de parche de microcinta rectangular de diseño

En la pestaña Nuevo, seleccione Rectangular de ArrayGallery. Seleccione Galería de antenas > Microstrip en Familia de parches. Seleccione Sin respaldo en la sección Galería de estructuras de respaldo.



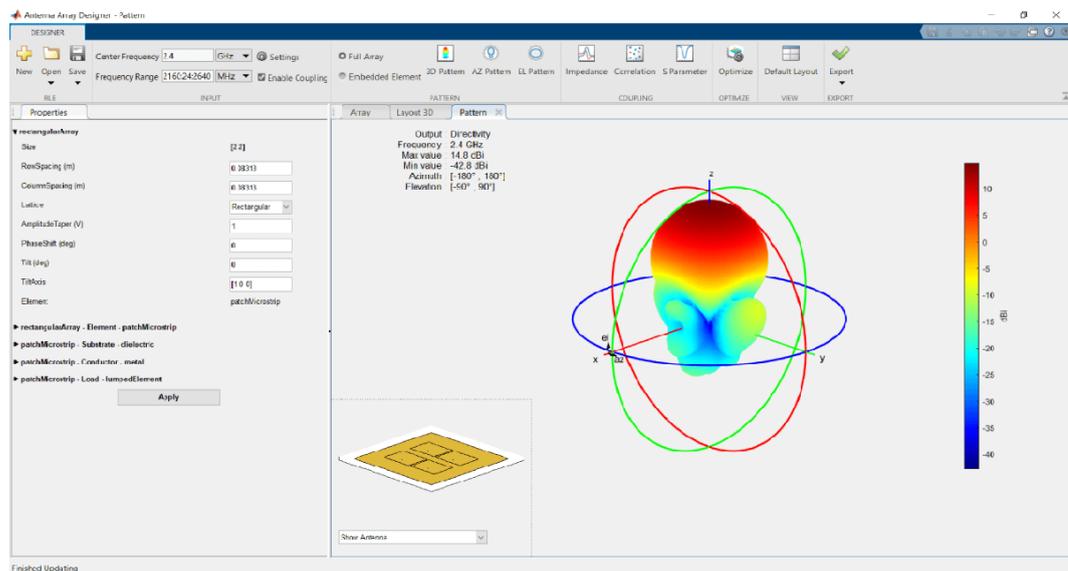
Establezca el valor de Frecuencia de diseño en 2.4 GHz. Establezca el tamaño de la matriz en 2,2.

Para analizar esta matriz de antenas, haga clic en Aceptar.



Trazar patrón de radiación 3-D

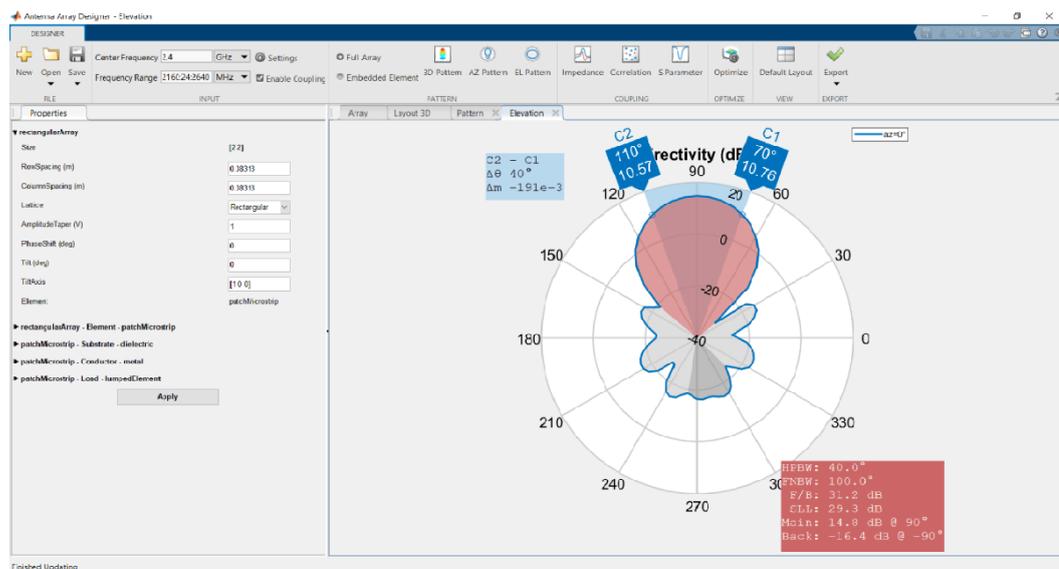
Observe la matriz rectangular de la antena de parche de microbanda y el diseño de la geometría a 2,4 GHz en las pestañas de figura Matriz y Diseño 3D . En la barra de herramientas, en la sección PATRÓN , haga clic en Patrón 3D para visualizar el patrón de radiación. La ganancia máxima de la matriz es de 14,8 dBi.



Trazar patrón de elevación 2-D para medir la relación de lóbulos de adelante hacia atrás

En la barra de herramientas, en la sección PATRÓN, haga clic en **Patrón EL** para visualizar la relación de lóbulos de adelante hacia atrás (F / B). Realice clic con el botón derecho del mpuse en el gráfico y seleccione **Medidas > Métricas de antena**. Aparece un cuadro de

diálogo con el mensaje : **Se eliminarán los marcadores existentes. Seleccione Quitar.**



El F / B (dB) es 31,2 dB.

Definir objetivo de optimización

Para optimizar una matriz de antenas con la aplicación Antenna Array Designer, se requieren estas entradas:

Función objetivo: El objetivo principal de la optimización. La función objetivo evalúa la función de análisis y minimiza o maximiza el resultado de la función.

Variables de diseño: las variables de entrada que deben optimizarse para lograr la función objetivo bajo ciertas restricciones. El optimizador cambia estas variables dentro de un rango preestablecido de valores llamado límites de las variables.

Restricciones: las condiciones bajo análisis que deben cumplirse. Las restricciones son opcionales. Si hay varias restricciones, el usuario puede priorizar las restricciones utilizando el parámetro % de peso .

Otras entradas: estas entradas pueden incluir el número de iteraciones, la frecuencia central y el rango de frecuencia en el que se realiza el análisis.

Objetivo de optimización: maximizar la ganancia de la antena de matriz de parche rectangular utilizando la relación de lóbulos F / B como restricción para mantener la dirección deseada del lóbulo principal.

En este ejemplo, las entradas son:

Función objetiva : Maximize Gain (dBi).

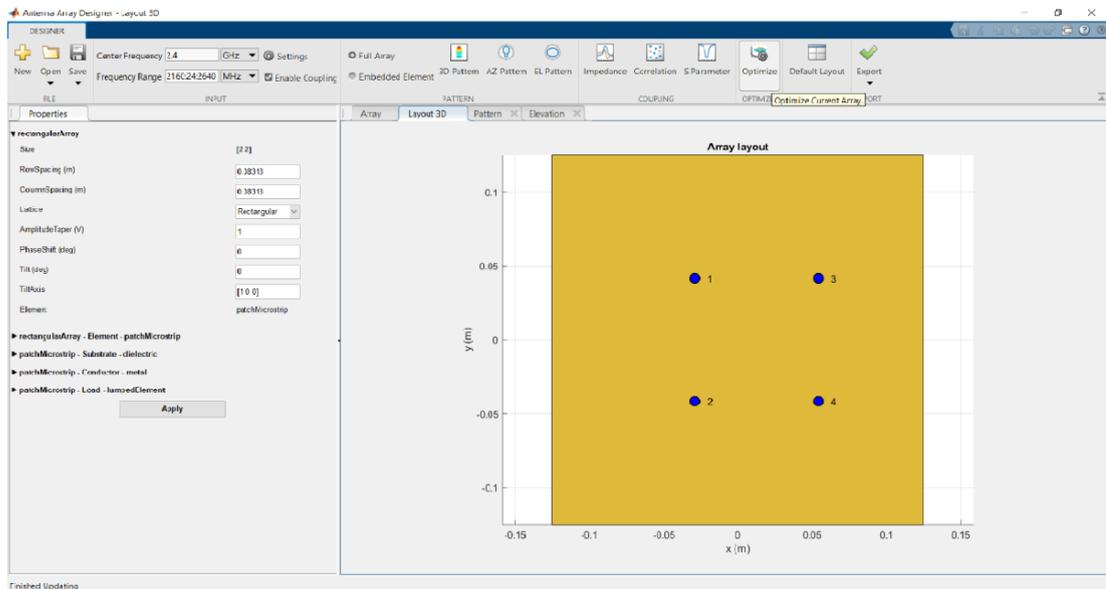
Variables de diseño: RowSpacing, ColumnSpacing, GroundPlaneLength and

GroundPlaneWidth.

Restricciones: F/B ratio (dB).

Establecer optimizador

Para optimizar la red de antenas de parche rectangular, haga clic en **Optimizar** bajo la **sección Optimizar**.



El optimizador admite varias funciones objetivas. Este ejemplo utiliza la maximización de la ganancia como función objetivo.

En este ejemplo, el optimizador puede tardar hasta siete horas en converger. Para cumplir con los objetivos, se prefieren estas configuraciones de máquina:

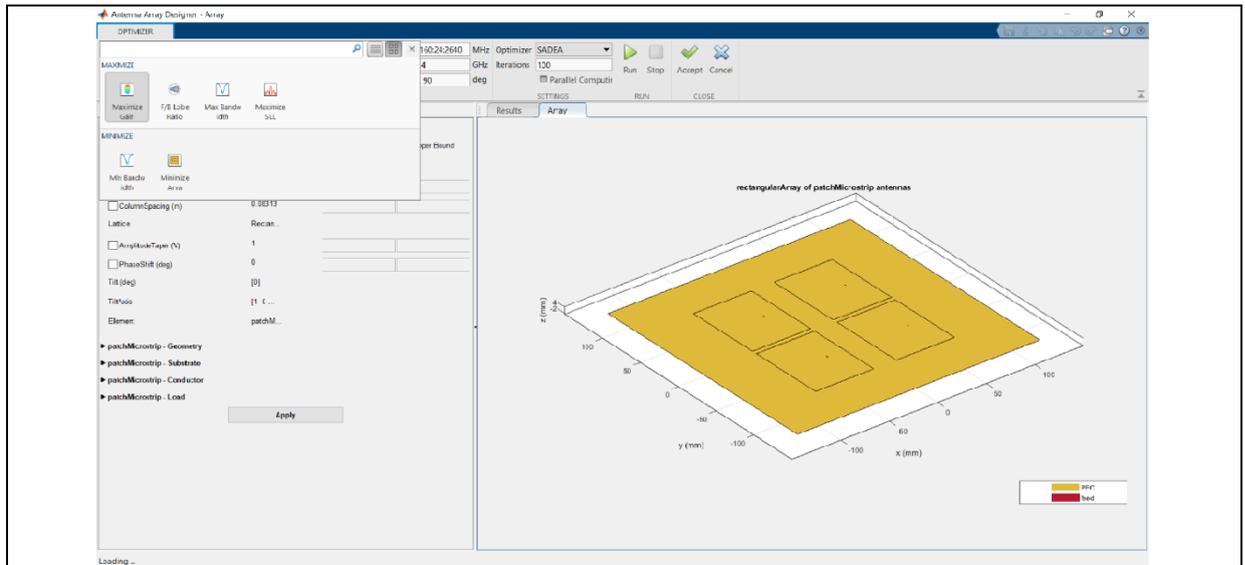
Procesador: Intel® Xeon® CPU E5-1650 v4 @ 3.60GHz.

RAM: 64 GB.

Tipo de sistema: sistema operativo de 64 bits.

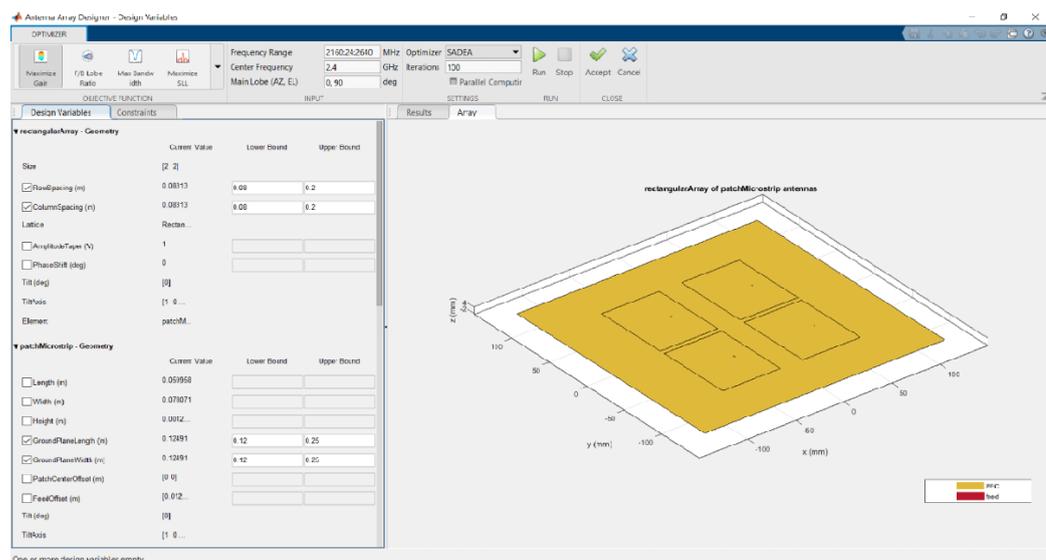
Establecer función objetivo

Para seleccionar la función objetivo, seleccione **Maximizar ganancia**.



Establecer variables de diseño

Para establecer variables de diseño, seleccione la pestaña **Variables de diseño**. Seleccione las casillas de verificación para seleccionar las variables de diseño. Estas variables están optimizadas para obtener la máxima ganancia de la antena.



En este ejemplo, seleccione las casillas de verificación correspondientes a RowSpacing ColumnSpacing debajo de **rectangularArrayGeometry** y GroundPlaneLengthy GroundPlaneWidth debajo de **patchMicrostrip -Geometry**.

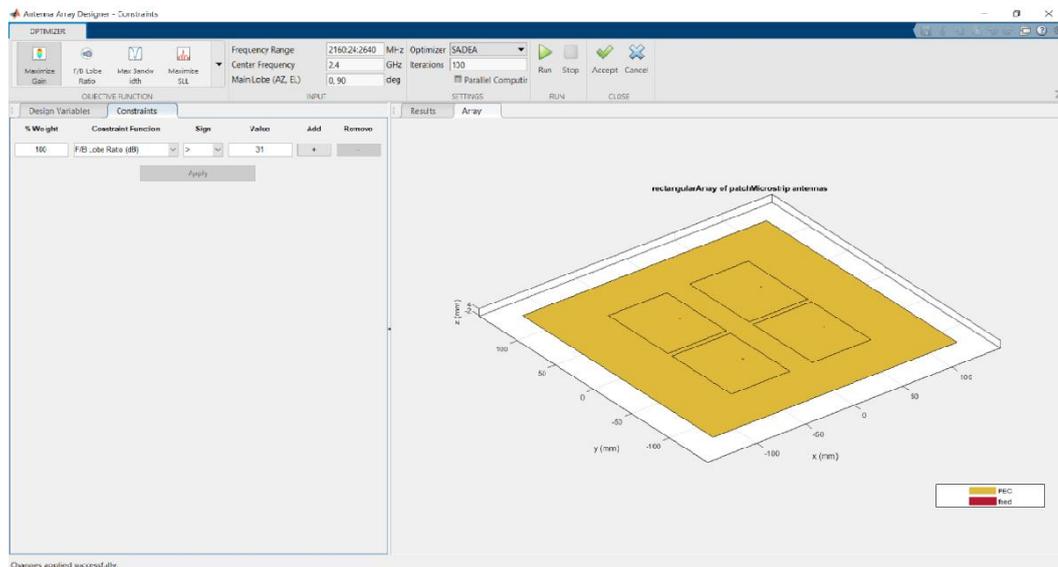
Las variables de diseño se establecen en función de los valores que se muestran en la siguiente tabla.

Design Variables	Lower Bound	Upper Bound
RowSpacing	0.08	0.2
ColumnSpacing	0.08	0.2
GroundPlaneLength	0.12	0.25
GroundPlaneWidth	0.12	0.25

Haga clic en **Aplicar** para configurar las variables.

Establecer restricciones para el objetivo de optimización
 Seleccione la **función de Restricción** bajo **restricción** pestaña.

Para establecer restricciones, elija F / B Lobe Ratio (dB) como **Función** de restricción del panel Restricción, seleccione **el operador '>'** bajo el **signo** y establezca **Valor** en 31.



Haga clic en **Aplicar** para aceptar el Constraints.

Para ingresar el número de iteraciones, en la sección **Configuración**, establezca **Iteraciones** en 200 y seleccione **Computación paralela** si tiene Parallel Computing Toolbox™.

Ejecute la optimización de SADEA

Para iniciar la optimización, haga clic en **Ejecutar**.

El algoritmo SADEA contiene dos etapas

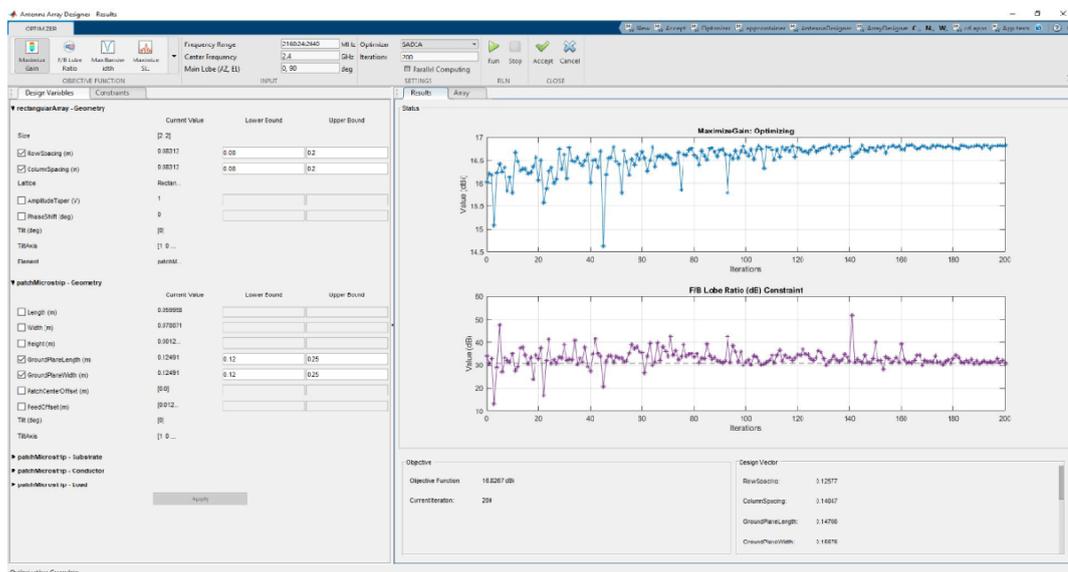
Modelo de construcción

Mejoramiento

En la etapa del modelo de construcción, el optimizador crea un modelo sustituto del espacio de diseño, el objetivo especificado y la función de restricciones. En el espacio de diseño se realizan análisis sobre puntos de muestra.

Como resultado, el eje X muestra el número de muestras y el eje Y muestra el valor del valor de la función de análisis en esa muestra. El lado inferior izquierdo de la ventana del software donde muestra el valor de muestra actual y el lado inferior derecho de la ventana de la aplicación muestra las variables de diseño. El optimizador toma un número apropiado de muestras para construir el modelo. Una vez creado el modelo, el optimizador comienza a ejecutar iteraciones.

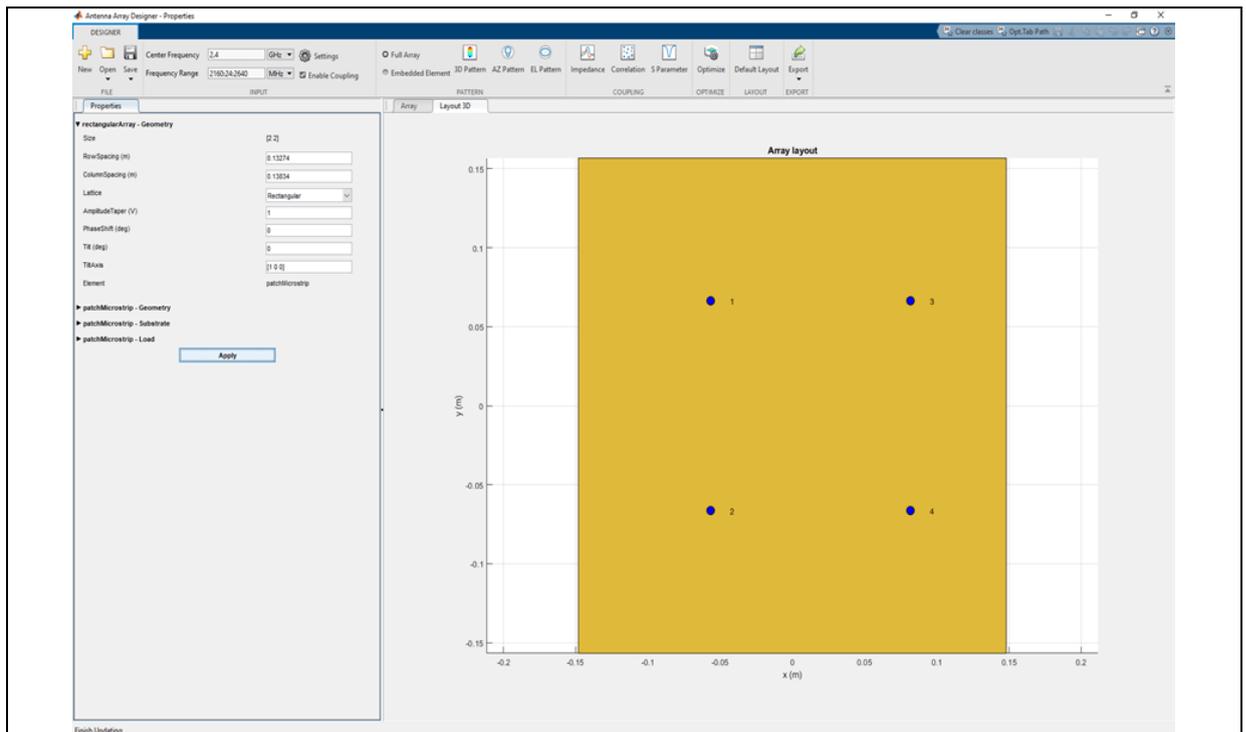
En la etapa de optimización, el eje X muestra el número de iteraciones y el eje Y muestra los valores de la función objetivo. A partir de los gráficos que se muestran en la etapa de optimización, puede comprender la tendencia de convergencia.



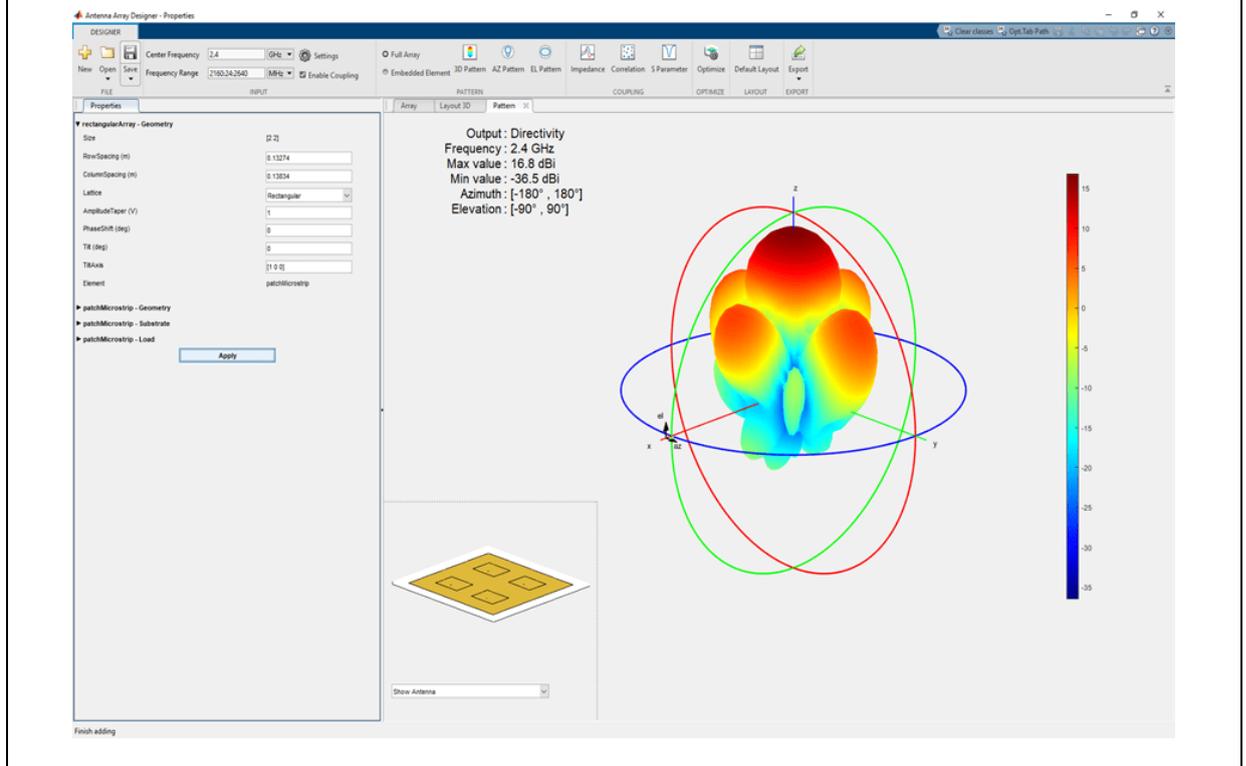
Nota: Las gráficas de objetivo y restricción muestran menos desviaciones. Después de la 170ª iteración, las dos gráficas convergen.

Patrón 3-D optimizado y relación de lóbulos de adelante hacia atrás

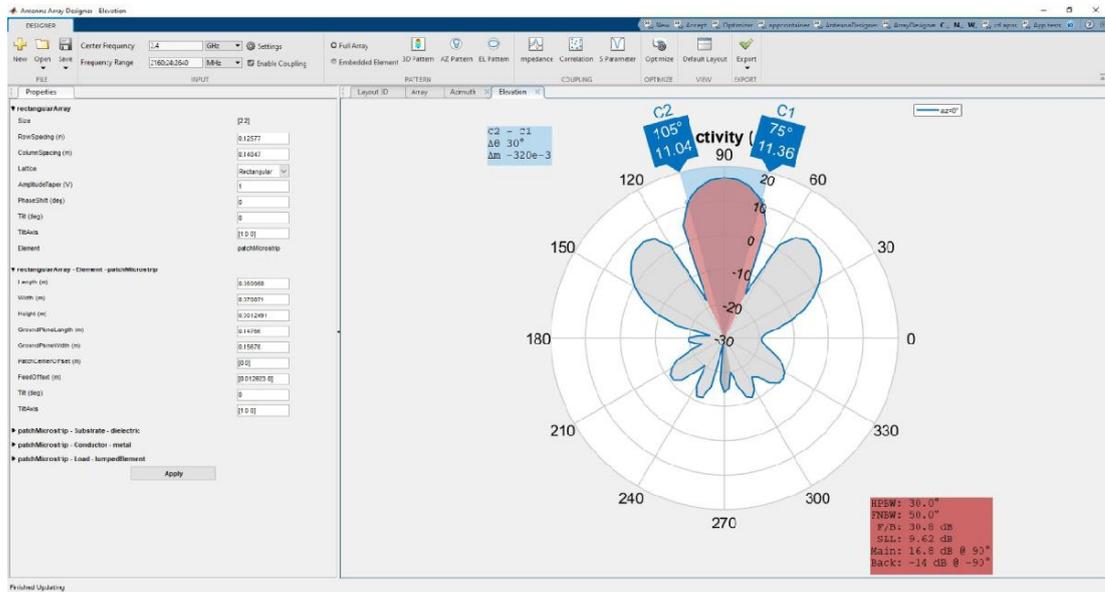
Una vez que se complete la optimización, haga clic en la opción **Aceptar**. Y luego Haga clic en **Aplicar** para analizar los patrones 3-D y 2-D.



Para observar el patrón de radiación 3-D de la antena optimizada, haga clic en **Patrón 3D** en la sección Patrón. La directividad máxima se observa en 16,8 dBi.



Haga clic en Patrón **EL** en la sección Patrón para observar la relación de los lóbulos F / B. La relación optimizada de lóbulos F / B de la antena es de 31,4 dB.



La tabla muestra una comparación de los resultados.

Before Optimization		After Optimization	
Max directivity	14.8 dBi	Max directivity	16.8 dBi
F/B lobe ratio	31.2 dBi	F/B lobe ratio	31.4 dBi
RowSpacing (m)	0.08313	RowSpacing (m)	0.13274
ColumnSpacing (m)	0.08313	ColumnSpacing (m)	0.13834
GroundPlaneLength (m)	0.12491	GroundPlaneLength (m)	0.14813
GroundPlaneWidth (m)	0.12491	GroundPlaneWidth (m)	0.15668

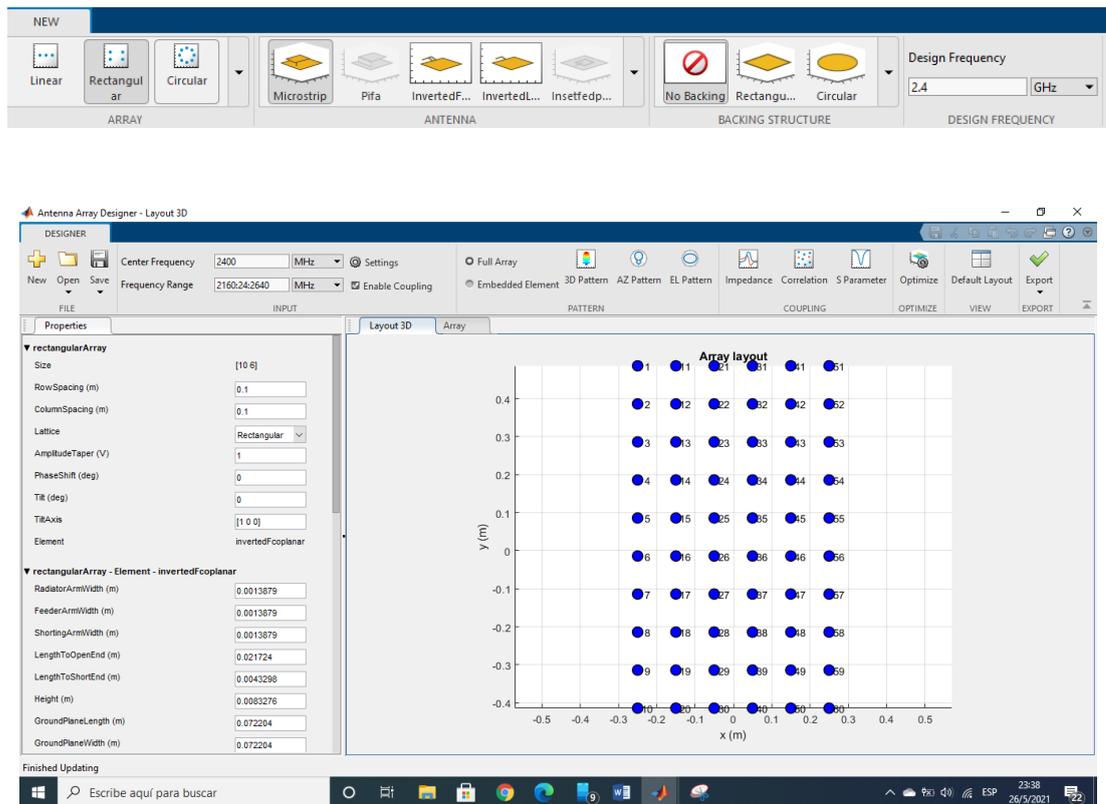
Una antena de sector es de tipo direccional con un modelo de radiación en forma de sector. La palabra 'sector' se usa aquí con el significado geométrico como una porción de la circunferencia de un círculo medida en grados.

La antena consta de un dipolo meandro (una antena Franklin) respaldado por un reflector. La ganancia de la antena depende del número de dipolos apilados verticalmente en el meandro. El diseño actual utilizará 7 dipolos apilados.

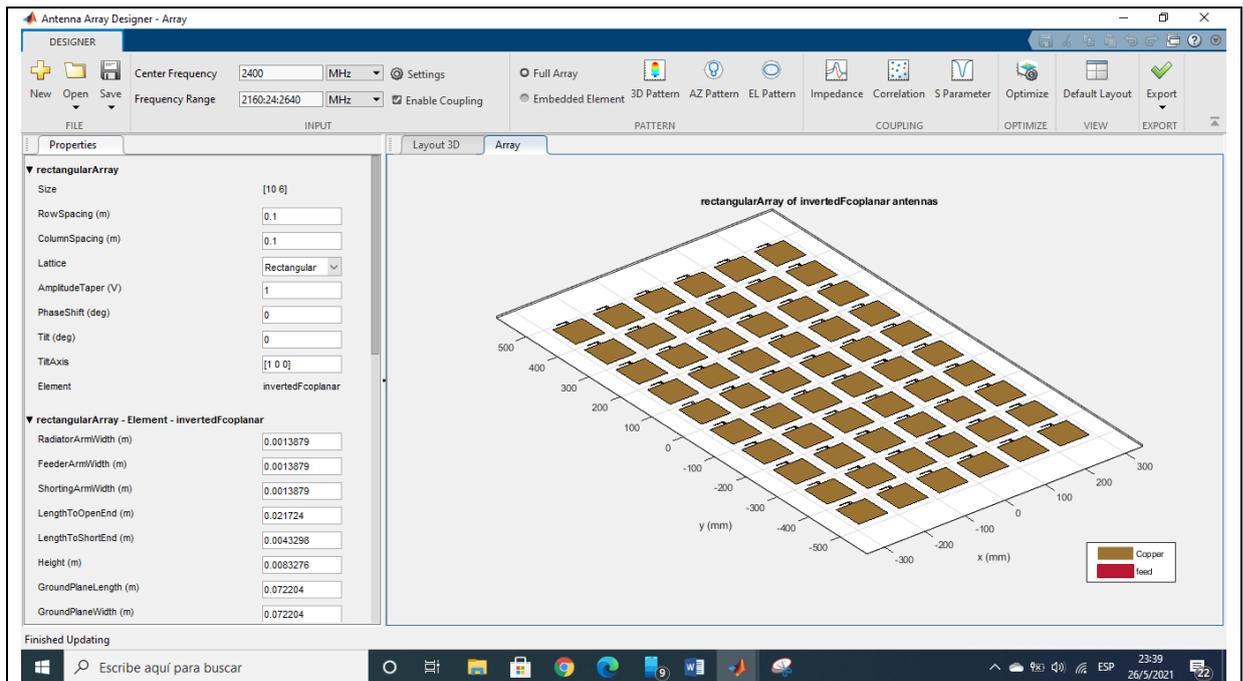
ACTIVIDADES POR DESARROLLAR:

Para esta práctica se debe tener instalado la APP Antenna Array Designer.

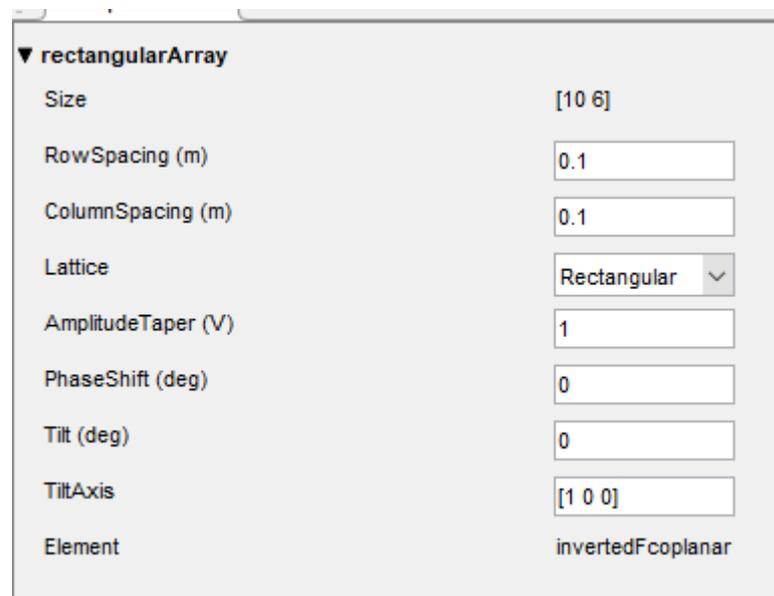
- 1) Dar click en New. Seleccionar antena Microstrip, No Backing. Aplicar un Array Size de 10 x 6. Seleccionar array rectangular.



- 2) Seleccionar frecuencia de 2.4 GHz que corresponde a la banda UHF. Click en aceptar. Esperar a que cargue los valores para la modificación.



- 3) Al dar click en aceptar se desplegará los parámetros de configuración de la antena microstrip. Configurar los parámetros mostrados en las imágenes.



▼ rectangularArray

Size	[10 6]
RowSpacing (m)	<input type="text" value="0.1"/>
ColumnSpacing (m)	<input type="text" value="0.1"/>
Lattice	Rectangular <input type="button" value="▼"/>
AmplitudeTaper (V)	<input type="text" value="1"/>
PhaseShift (deg)	<input type="text" value="0"/>
Tilt (deg)	<input type="text" value="0"/>
TiltAxis	<input type="text" value="[1 0 0]"/>
Element	invertedFcoplanar

▼ rectangularArray - Element - invertedFcoplanar

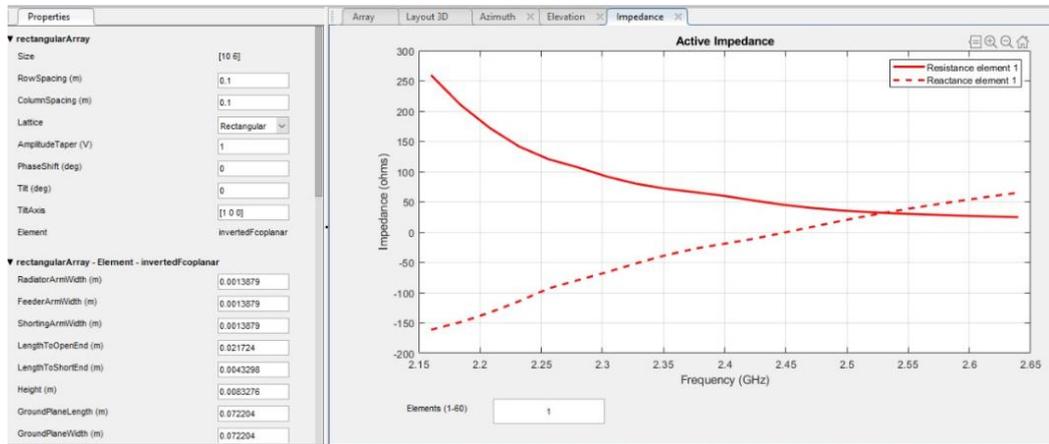
RadiatorArmWidth (m)	<input type="text" value="0.0013879"/>
FeederArmWidth (m)	<input type="text" value="0.0013879"/>
ShortingArmWidth (m)	<input type="text" value="0.0013879"/>
LengthToOpenEnd (m)	<input type="text" value="0.021724"/>
LengthToShortEnd (m)	<input type="text" value="0.0043298"/>
Height (m)	<input type="text" value="0.0083276"/>
GroundPlaneLength (m)	<input type="text" value="0.072204"/>
GroundPlaneWidth (m)	<input type="text" value="0.072204"/>

▼ patchMicrostrip - Conductor - metal

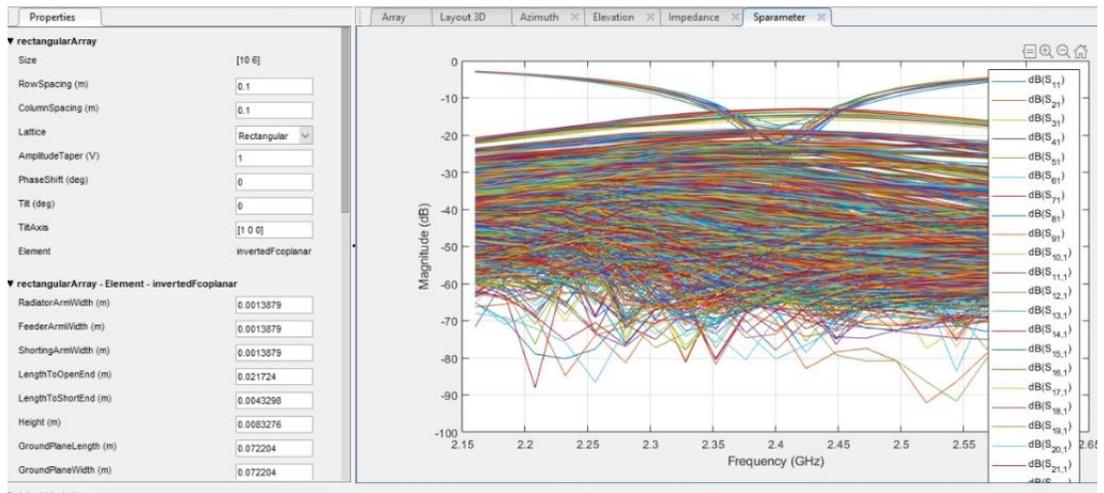
Catalog	Copper <input type="button" value="▼"/>
Name	<input type="text" value="Copper"/>
Conductivity (S/m)	<input type="text" value="59600000"/>
Thickness (m)	<input type="text" value="3.556e-05"/>

► patchMicrostrip - Load - lumpedElement

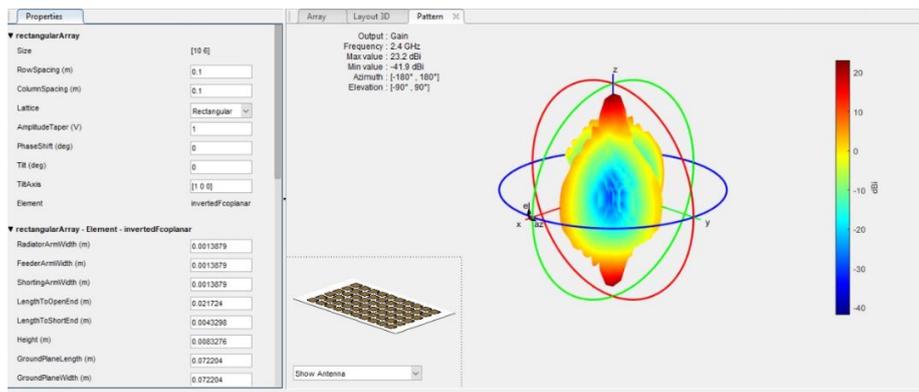
4) Dar click en Impedancia y observar la gráfica de impedancia.



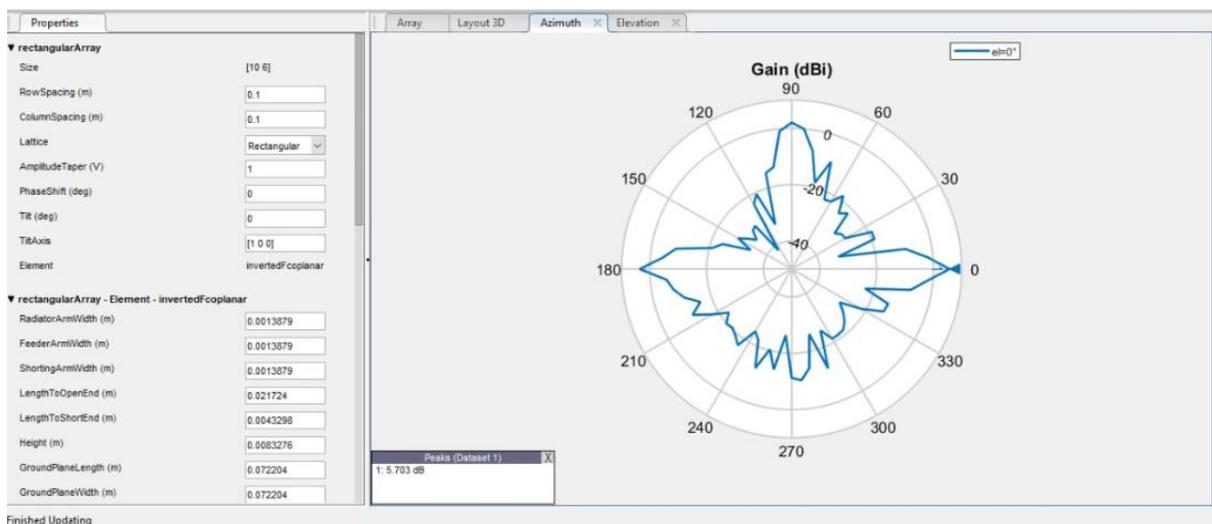
5) Dar click en S-parámetros y observar la gráfica frecuencia – magnitud (db).



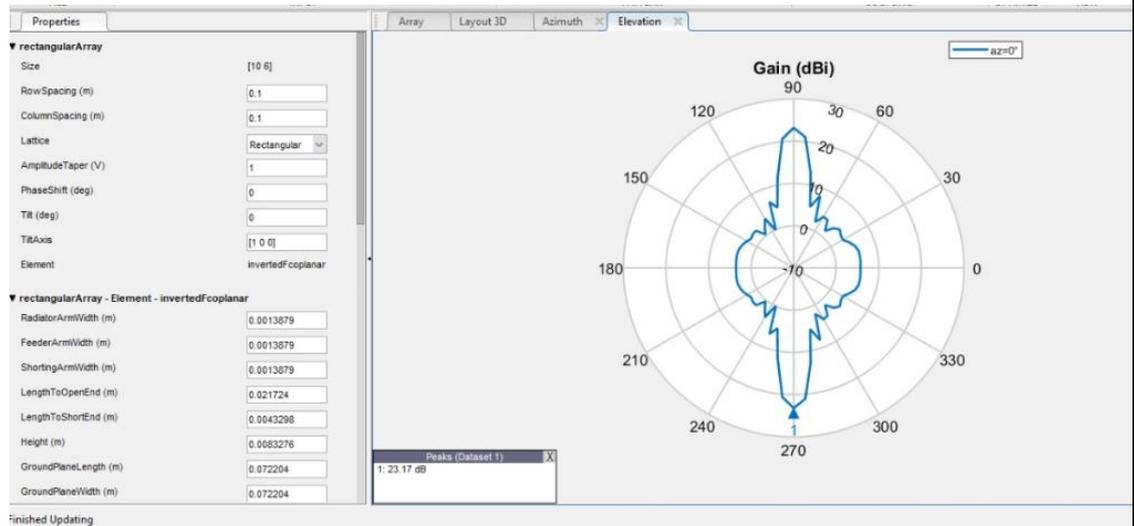
- 6) Dar click en 3D pattern y observar el esquema de radiación de la antenna en 3 dimensiones.



- 7) Dar click en Az Pattern y observar el diagrama de directividad en azimuth de la antenna.



- 8) Dar click en EL Pattern y observar el diagrama de radiación en elevación de la antena sectorial.



- 9) Dar click en exportar como un script y observar la siguiente ventana en MATLAB la cual indica el script que se ejecuta para el diseño de la antena.

```

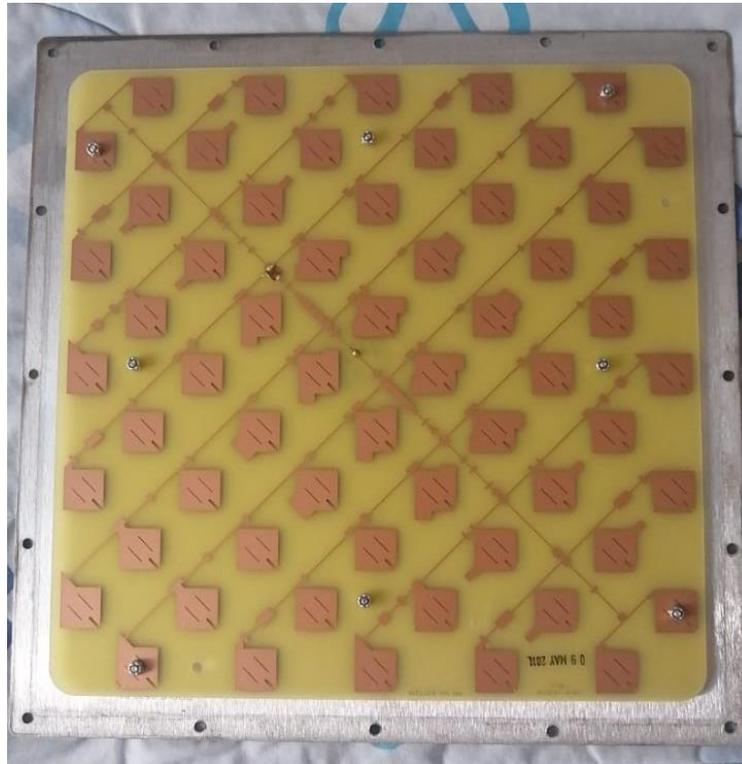
Editor - C:\Users\USER\Downloads\CODIGOS MATLAB\Códigos MatLab\CODIGOS 2\microstrip.m
microstrip.m  x  +
16
17  %% Array Analysis
18  % Show for rectangularArray
19  figure;
20  show(arrayObject)
21  % Layout for rectangularArray
22  figure;
23  layout(arrayObject)
24  % Pattern for rectangularArray
25  PlotFrequency = 2400*1e6; Termination = 50;
26  figure;
27  pattern(arrayObject, PlotFrequency, 'Termination', Termination);
28  % Elevation for rectangularArray
29  PlotFrequency = 2400*1e6; elRange = 0:5:360; Termination = 50;
30  figure;
31  pattern(arrayObject, PlotFrequency, 0, elRange, 'Termination', Termination);
32  % Impedance for rectangularArray
33  freqRange = (2160:24:2640)*1e6;
34  figure;
35  impedance(arrayObject, freqRange)
36  % Sparameter for rectangularArray
37  freqRange = (2160:24:2640)*1e6; RefImpedance = 50;
38  figure;
39  rfplot(sparameters(arrayObject, freqRange, RefImpedance));

```

PRUEBAS DE ANTENA SECTORIAL TIPO ARRAY 10x6 MICROSTRIP

De acuerdo con la simulación en Matlab se construye una antena sectorial tipo array 10x6 de microstrip.

El tamaño de la antena sectorial de 2,4 GHz es de 33x33 cmts.



Para conectar esta antena se requiere de conector tipo F macho.



Las antenas microstrip sectorial están protegidas por una mica de plástico.



La antena es probada en campo en un TV analógico dando los siguientes resultados:





Al ser una antena en 2,4 GHz no se puede recibir los canales de TV VHF y UHF con claridad, salvo los canales más altos en UHF.



RESULTADO(S) OBTENIDO(S):

El estudiante debe colocar los resultados obtenidos en la práctica con imágenes y descripciones de cada imagen

CONCLUSIONES:

El estudiante debe colocar las conclusiones de las prácticas de acuerdo con los objetivos planteados.

RECOMENDACIONES:

El estudiante debe colocar las recomendaciones de las prácticas de acuerdo con los objetivos planteados.

RÚBRICA DE REVISIÓN DE PRÁCTICA:

Fecha de realización de la práctica:	
Integrantes del Grupo:	1.- 2.-

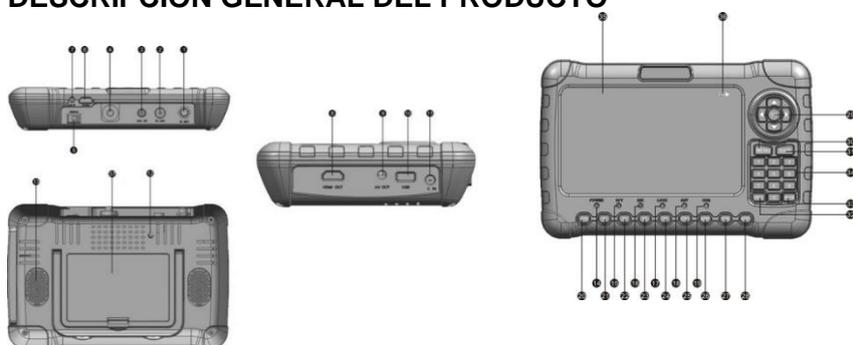
	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy Malo	Observaciones
Calidad, orden, evidencia fotográfica y correcta estructuración del desarrollo de la práctica [30% del puntaje]							
Sustentación correcta de las prácticas [30% del puntaje]							
Conclusiones de las prácticas [40% del puntaje]							
PUNTAJE:							/10

CARRERA: INGENIERÍA ELECTRÓNICA		ASIGNATURA:
NRO. PRÁCTICA:	9	TÍTULO PRÁCTICA: Introducción y análisis de recepción de señales satelitales, mediante el uso de la herramienta satelital WS-6980 SatLink.
<p>OBJETIVO GENERAL:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utilizar y configurar buscador de satélite SatLink WS-6980 <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aprender el uso del buscador de satélite y transpondedores SatLink WS-6980. • Configurar el SatLink para búsqueda de canales en satélite Star One C4 de banda Ku. • Observar la recepción de canales encriptados. 		
INSTRUCCIONES	1. Armar grupos para el desarrollo de la práctica	
	2. Los estudiantes previamente a la práctica deben leer en detalle los manuales de equipos y esta guía de práctica.	
	3. Los estudiantes deben usar los equipos y materiales para la práctica de una manera profesional siguiendo las normas del laboratorio y cuidando de los equipos, herramientas, así como los materiales indicados por el docente.	
	4. Al finalizar la práctica el grupo de estudiantes debe dejar su sitio en orden y los equipos deben ser guardados en el laboratorio.	
<p>MANUAL DEL EQUIPO SATLINK WS-6980</p> <ul style="list-style-type: none"> • Instalar el plato con la dirección y el Angulo correcto. Si el plato no funciona correctamente, póngase en contacto con su distribuidor local. • Cuando la unidad se traslada repentinamente a un área caliente desde un área fría, puede causar algunos problemas. En ese caso, desconecte la unidad y vuelva a encenderla después de 1 a 2 horas. • Mantener el medidor colocado en un espacio limpio con suficiente ventilación • No cubrir el medido ni colocarlo en una unidad que emita calor • Limpiar el estuche con un paño que tenga detergente liquido • No retirar la cubierta • No dejar que la unidad este expuesta a condiciones extrema de calor, frio u humedad. • No tener liquido de ningún material que pueda entrar en la unidad 		

Kit de SatLink

1. Medidor del satélite digital
2. Manual de usuario
3. Cable AV
4. Cable de cargador del coche
5. Adaptador de potencia
6. Bolsa de transporte
7. Línea de conexión DC 12V
8. Conector BNC
9. Conector de fibra óptica

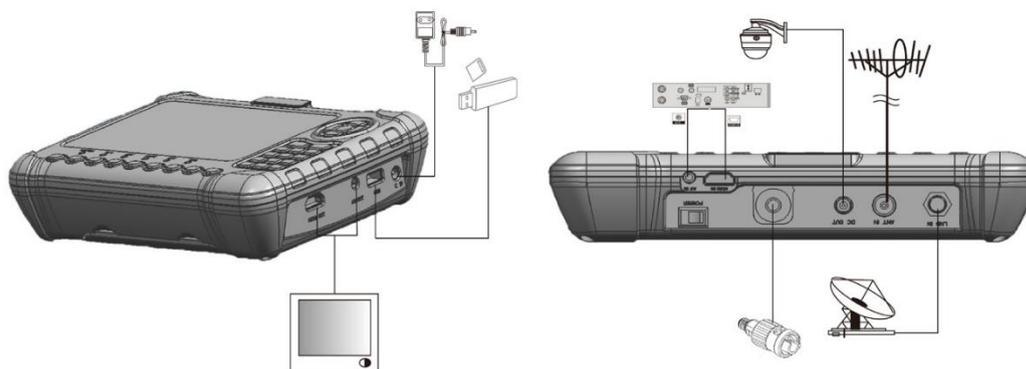
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PRODUCTO



NO	Descripción	FUNCIÓN
1	LNB en	Conectar al cable satelital
2	ANT IN	Conectar a la antena
3	DC OUT	Salida DC 12V para equipos externa
4	Puerto de fibra óptica	Conectar dispositivo óptico
5	Interruptor de encendido	Medidor de encendido/apagado
6	HDMI	Utilizar el cable HDMI para conectarse para HDMI IN
7	AV IN	Conectar al puerto AV para el medidor
8	HDMI FUERA	Utilizar el cable HDMI para conectarse al televisor
9	AV OUT	Conectar al puerto AV para TV
10	USB	Puerto USB para actualización de software o reproducción multimedia
11	DC IN	Conectar al adaptador de corriente
12	LED de antorcha	Iluminación nocturna
13	Altavoz	Altavoz integrado
14	Poder	Indicador de luz de potencia

15	H/V	Luz de salida de voltaje de polarización vertical /horizontal
16	22 kHz	Indicador de luz de 22 kHz
17	Cerradura	Indicador de luz de bloqueo de señal
18	Hormiga	Tecla Indicador de luz de la antena
19	CHG (Nota1)	Indicador de luz del cargador
20	AV-S	Tecla de interruptor AV IN/OUT
21	F1	Tecla de función auxiliar
22	F2	Tecla de función auxiliar
23	F3	Tecla de función auxiliar
24	F4	Tecla de función auxiliar
25	Rojo & TTXT	Interfaz de Red KEY & Teletexto
26	Verde y SUBT	Interfaz de tecla verde y subtítulos
27	Naranja &TV/R	Llave naranja y tv e interruptor de radio
28	AZUL Y AUDIO	Interfaz de tecla azul y audio
29	CLAVE DE NEVIGATION	Control de volumen o mover cursor, canal o cambio, confirmar, etc.
30	Menú	Mostrar el menú principal en la pantalla o saltar de nuevo a menú anterior en condiciones de ajuste del submenú
31	Salida	Escape al menú actual y guarde la configuración
32	Información	Clave INFO
33	Mudo	Mudo
34	0-9	Tecla numerada para seleccionar canales o entrar en programación
35	Lcd	Pantalla LCD TFT
36		Cuando se enciende el medidor, muestra el nivel de la batería
37	Batería	Batería extraíble

INSTALACIÓN DEL MEDIDOR



ESQUEMA

- Pantalla de CD de 7 pulgadas High Dealetaqueion TF L
- Alarma sonora y luminosa para señal de bloqueo
- Calcular automáticamente el ángulo de AZ, EL
- Altavoz integrado
- Admite AV out como AV in
- Admite salida H DM I y HDMI en
- Medida de potencia óptica
- LNB protección corta
- 7. Batería de litio de 4 V / 5000 mAh incluida
- Software actualizado a través del puerto USB
- Fácil de cargar

INSTRUCCIONES DEL OSD DEL MENU



Si ha instalado y conectado los cables al receptor, pulsar MENU para visualizar el menú principal

- DVB-S2
- DVB-T2
- DVB-C
- Espectro
- Búsqueda del ciclo
- Otros
- Multimedia
- Configuraciones de sistema

Pulsar las teclas de YZAB para mover el curso hacia arriba o hacia abajo en el menú interfaz,

y a continuación, utilice OK para confirmar una selección

DVB-S2

Seleccionar DVB-S" y a continuación pulse ok en la búsqueda de satélites.



SATÉLITE

Pulsar **AB** clave para volver en la lista de satélites.

Uso de YZ cave para mover el cursor y, a continuación, pulse ok para seleccionar

TIPO LNB

Hay 4 tipos que se puede escoger C Band/Ku Band/Unicable/DCSS.

FRECUENCIA DE LNB

Pulsar AB para cambiar la Frecuencia en LNB que se desee

Transpondedor



Pulsar AB clave en la lista TP.
 Uso YZ clave para mover el cursor y,
 a continuación, presionar OK para Seleccionar el TP que desee

FRECUENCIA

Frecuencia del transportador actual, introduzca el valor utilizándolas las teclas numéricas

TASA DE SIMBOLOS

Tasa de símbolo del transpondedor actual, introduzca el mediante las clases numéricas

POLARIZACION

Presionar AB clave para cambiar vertical horizontal de polarización

22KHZ

Pulsar AB clave para encender o apagar el interruptor TONO de 22Khz

MODO DISEQC

Pulsar AB clave para establecer el tipo de puerto como None/DiseeqC1.0/1.1.

DISEQC TIPO Y ENTRADA

En modo C/Ku Band:

Se puede presionar AB clave para establecer DISEqC 1.0/1.1 como puerto A/B y establecer ráfaga de tono Modo como NONE/BURST S/B

En EL modo Unicable

Presionar AB clave para cambiar el índice IF de 1 a 8, o utilice la clave numérica para modificar IF Freq, y entonces Pulsar Una vez B clave para seleccionar A/B como Sat Posición

En el modo DCSS

Hay 3 opciones más:

Pin del canal

Conmutador confirmado

Conmutador no confirmado

De acuerdo con sus necesidades para modificar estas configuraciones



LNB POWER

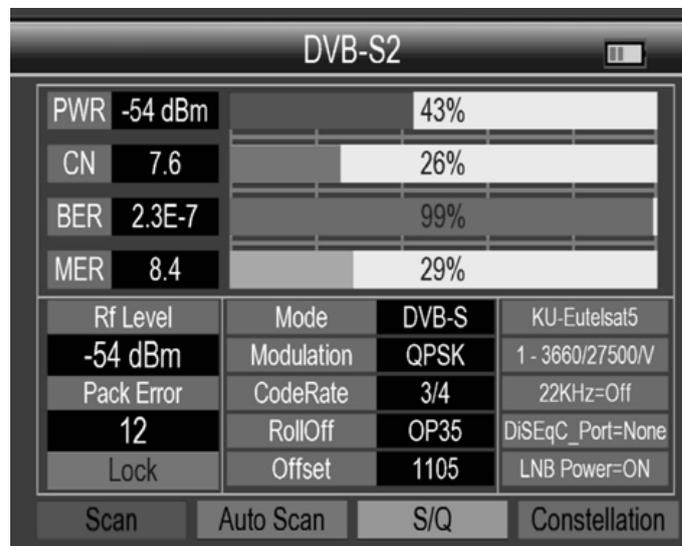
Pulsar AB clave para encender / apagar LNB

TONO DE PITIDO

Pulsar AB clave para cambiar el tono de pitido ON/OFF.

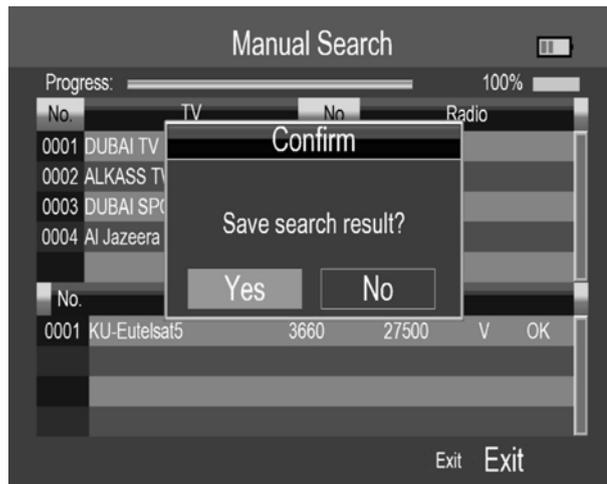
Si lo abrimos, el pitido de bloqueo alarma se abrirá cuando entremos en la pantalla de búsqueda

BÚSQUEDA RÁPIDA

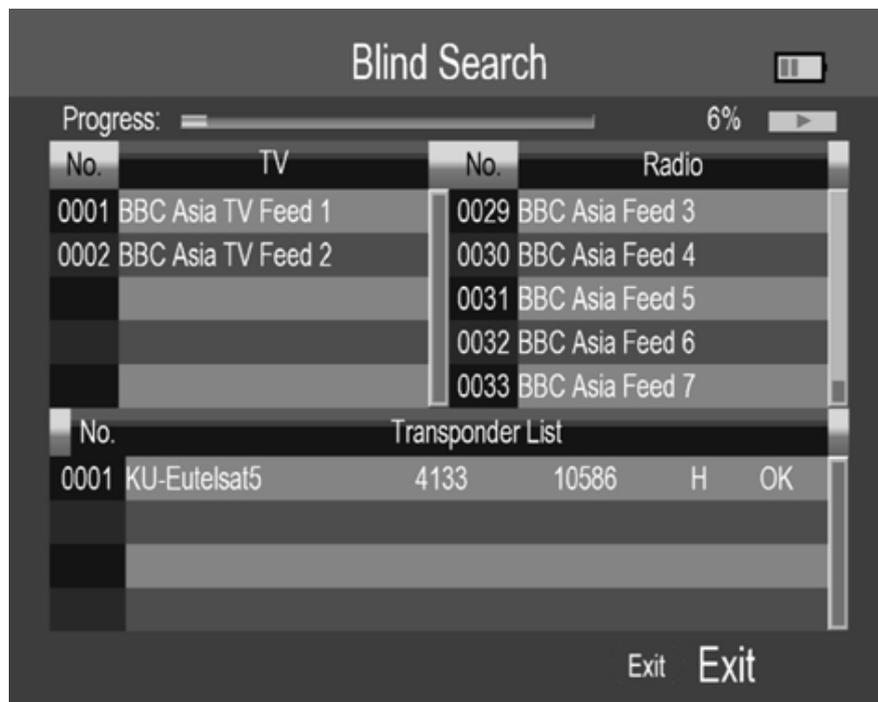


Cuando se haya establecido los parámetros, presionar OK en búsqueda rápida. Habrá alguna información de señal que se mostrará en la pantalla

Escanear: presionar la tecla roja para buscar el TP actual



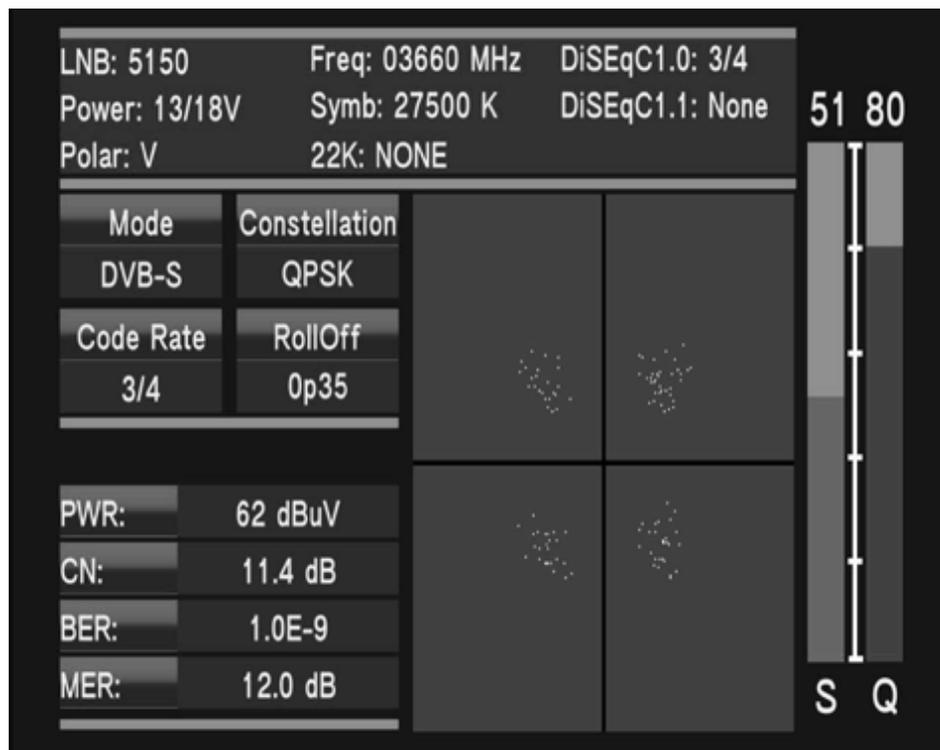
•Escaneo automático: Pulse la Tecla verde para buscar automáticamente en el satélite actual.



S/Q Presionar la tecla naranja para ampliar la visualización de la fuerza y calidad de la señal



Constelación: Presionar la tecla azul en la Constelación



DVB-T2

Selecciona DVB-T2, a continuación, presionar OK en la configuración de escaneo.



PAÍS

Presionar la tecla **AB** para cambiar el país predeterminado

NUMERO DE CANAL

Presionar la tecla **AB** para cambiar de canal

FRECUENCIA

Frecuencia del canal actual, ingrese el número de canal usando las teclas numéricas

ANCHO DE BANDA

Presionar las teclas **AB** para cambiar el ancho de banda, podemos seleccionar 5,6,7 o 8M

MODO

Presionar las teclas **AB** para cambiar el estándar DVB, tenemos tipo que incluyen /T2/T+T2, puedes seleccionar uno que desees

ANTENA ACTIVA

Presionar la tecla **AB** para encender y apagar la antena

LNB POWER

Presionar las teclas **AB** para cambiar el voltaje de la antena, esto incluye 3 tipos: 5V/12V/24V

LCN

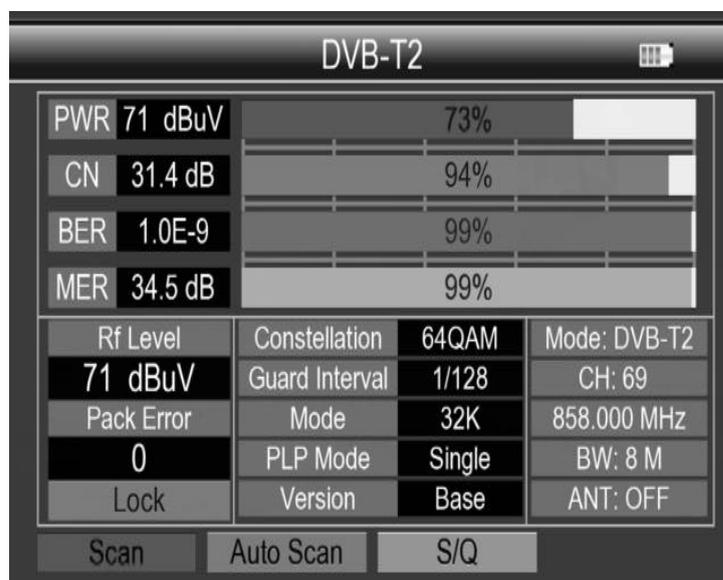
Presionar las teclas **AB** para encender y apagar LCN

TONO BIP

Presionar las teclas **AB** para apagar y encender el tono bip. Si lo abrimos, se abrirá el pitido de alarma de bloqueo cuando entremos en la pantalla de búsqueda.

BÚSQUEDA RÁPIDA

Cuando se hayan configurado los parámetros, presione **OK** para realizar una búsqueda rápida. Habrá alguna información de señal mostrada en la pantalla



Buscar: presionar **OK** o la tecla roja para buscar el canal actual

Búsqueda automática: presione la tecla verde para buscar automáticamente el canal actual

S/Q: Presionar la tecla azul para ampliar la visualización de la intensidad y calidad de la señal

DVB-C

Seleccionar DVB-C, luego presionar configuraciones en el escaneo



PAÍS

Presionar la tecla **AB** para cambiar el país predeterminado

CANAL NO

Presionar la tecla **AB** para cambiar de canal.

FRECUENCIA

Frecuencia del canal actual, ingrese el número del canal usando las teclas numéricas

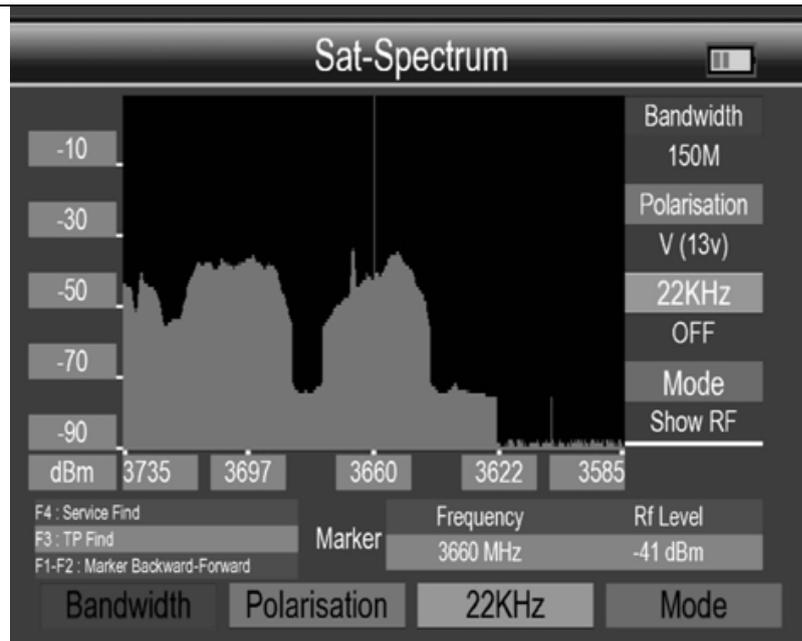
ESTÁNDAR

Presionar la tecla **AB** para seleccionar J83.A / C83.B

TONO DE PITIDO

Presionar la tecla **AB** para cambiar el tono del pitido. Si lo abrimos. Se abrirá el pitido de alarma de bloqueo cuando entremos en la pantalla de brusquedad

BÚSQUEDA RÁPIDA



ESPECTRO

Espectro del Satélite
Terr-Espectro
Cable-Espectro

ESPECTRO DEL SATELITE

Presionar la tecla **AB** para cambiar la Frecuencia

Presionar la tecla roja para cambiar el ancho de banda

Presionar la tecla verde para cambiar la polarización vertical u horizontal

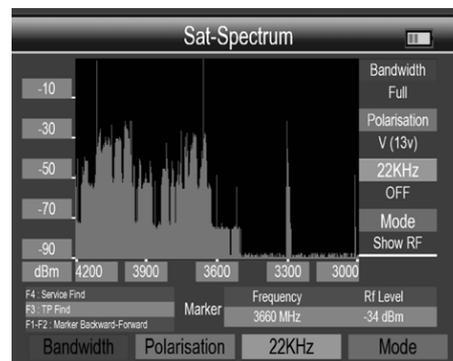
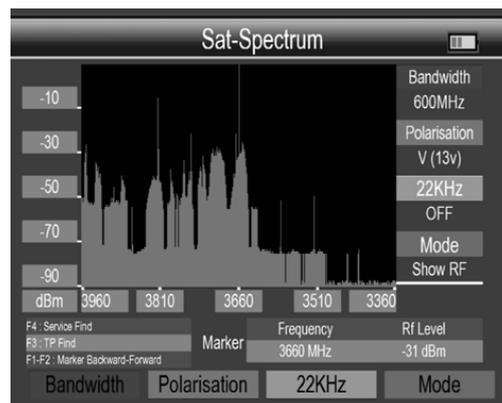
Presionar Presione la tecla naranja para encender o apagar 22K.

Presione la tecla azul para cambiar el modo Mostrar IF o RF.

Presione la tecla F1 / F2 para hacer que el marcador avance o retroceda.

Presione la tecla F3 para buscar automáticamente un TP válido.

Presione la tecla F4 para escanear a



ciegas

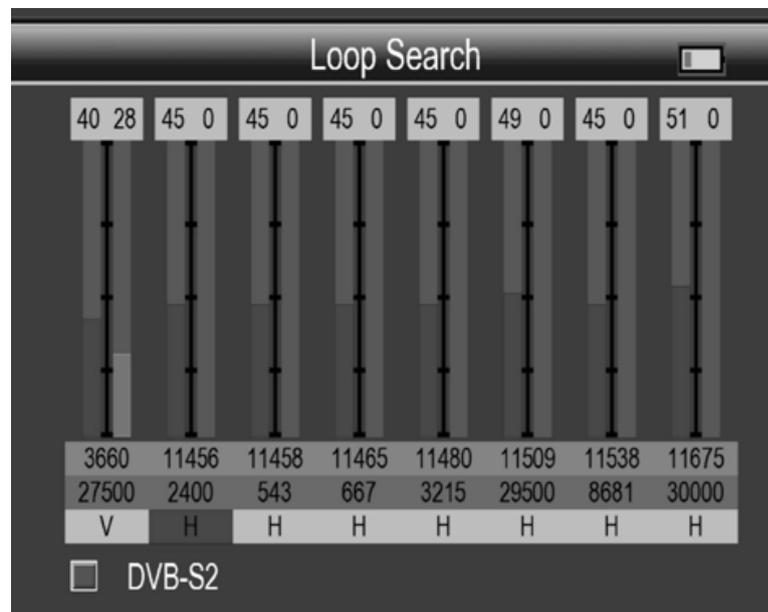
TERR-SPECTRUM

- Full / Ch: Presione la tecla roja para hacer todos los puntos de frecuencia que podemos ver en la ventana o para hacer algunos puntos de frecuencia en ella.
- Zoom: presione la tecla verde para agrandar mostrando el punto que seleccionó actualmente, y presione nuevamente volverá.
- Bloqueado: presione la tecla naranja para bloquear todos los puntos de frecuencia actuales y permanecerá sin cambios a menos que presione nuevamente.
- Escanear: cuando los puntos de frecuencia se han bloqueado, puede presionar la tecla azul para recibir la señal en un punto.

Búsqueda de bucle

Se puede ver TP o canales cuando se ingresa a esta interfaz, y presionamos OK para editar.

Hay 3 modos que podemos elegir: DVB-S2, DVB-T2 y DVB-C. Presione la tecla roja para cambiar. Terminará la búsqueda de bucle después de la edición, luego se mostrará en la pantalla la intensidad y la calidad de cada TP o canal.





OTROS

- Lista de canales
- EPG
- Lista de satélites
- Lista de transportador
- Configuraciones del motor
- Cálculos de ángulos
- Potencia óptica

LISTA DE CANAL

Saltar TAMAÑO DEL GRAFICO

Presione la tecla F1 para cambiar de lista de canales.

Cerrar con llave

Presione la tecla YZ para seleccionar los programas que queremos bloquear, luego presione la tecla roja para bloquearlos.

Del

Presione la tecla verde para borrar el canal actual.

Moverse

Primero seleccione un canal, luego presione la tecla naranja para moverse a otra posición.



Editar TAMAÑO DEL GRÁFICO

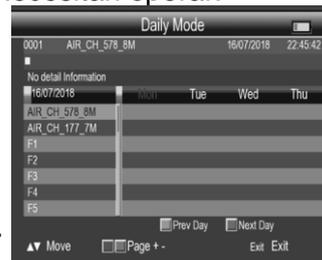
Presione la tecla azul para confirmar los canales que necesitan operar.

EPG TAMAÑO DEL GRÁFICO

Presione la tecla YZ para cambiar de programa.

Si el programa actual tiene información de EPG, aparecerá en el lado derecho de la ventana.

Presione la tecla AB para cambiar la fecha de la EPG.

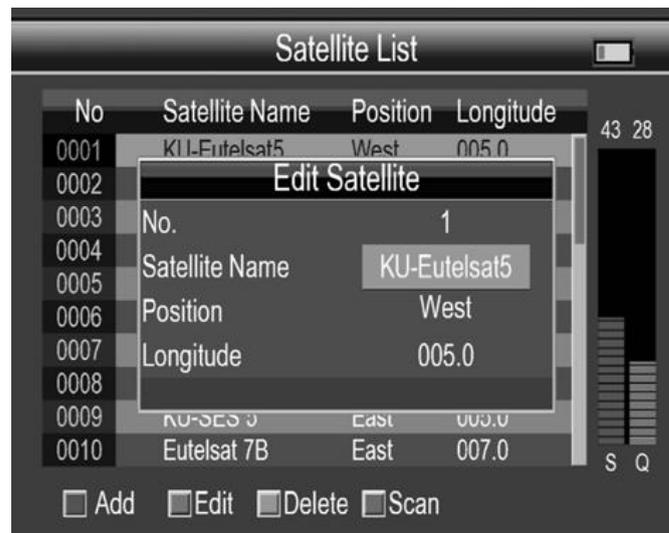


LISTA DE SATÉLITE

Todo el satélite se mostrará en la pantalla.



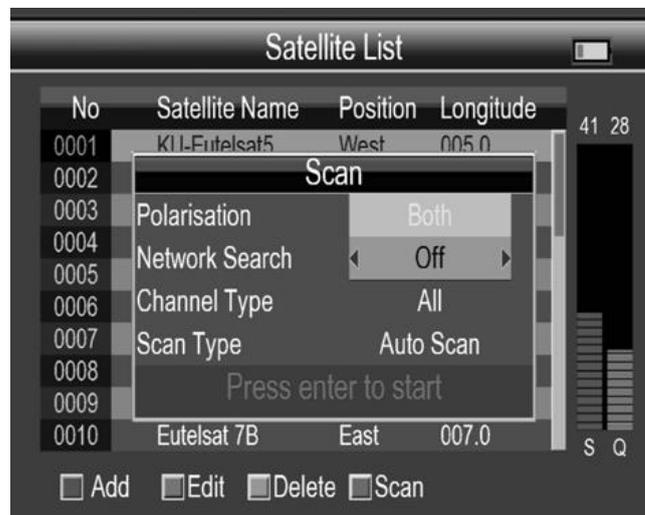
Presione la tecla verde para editar el satélite actual



Presione la tecla naranja para borrar el satélite actual



Presione la tecla azul para escanear el satélite actual

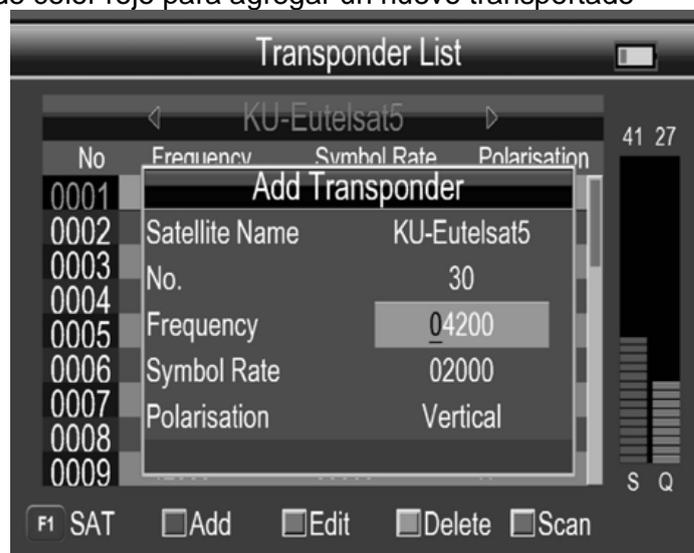


LISTA DE TRANSPORTADORES

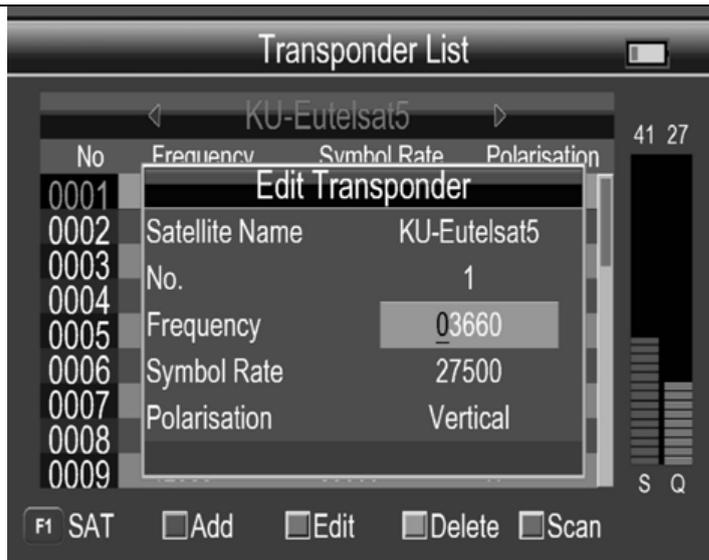
Todos los transportadores del satélite actual se mostrarán en la pantalla y presione la Tecla AB para cambiar de satélite



Presiona la Tecla de color rojo para agregar un nuevo transportado



Presione la tecla verde para editar el transpondedor actual



Presione la tecla verde para borrar el transpondedor actual.



Presione la tecla azul para escanear el transpondedor actual.

Transponder List

41 27

No	Frequency	Symbol Rate	Polarisation
0001			
0002			
0003			
0004			
0005			
0006			
0007			
0008			
0009	12585	35000	H

Scan

Polarisation: Vertical

Network Search: Off

Channel Type: All

Scan Type: Manual Scan

Press enter to start

F1 SAT Add Edit Delete Scan

Motor Setting

41 27

Satellite	KU-Eutelsat5
Transponder	3660 / 27500 / V
Motor Setting	Disable

Strength 76%

Quality 63%

Save Reset

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR:

Una vez analizado el manual del equipo se procede a cazar el satélite Star One C4, utilizando la antena banda Ku.

Para saber la posición del satélite se descarga la aplicación SatFinder en la cual se hace la búsqueda del satélite para obtener los datos de azimuth, elevación e inclinación del LNB.



- 1) Se realiza el apuntamiento de acuerdo con los datos obtenidos en la aplicación.
- 2) Se conecta el SatLink para realizar la búsqueda ciega de transpondedores del satélite.





Una vez escaneado el satélite y los transpondedores, se obtiene la data de canales, los mismos que saldrán encriptados debido a que son canales de pago.

RESULTADO(S) OBTENIDO(S):

El estudiante debe colocar los resultados obtenidos en la práctica con imágenes y descripciones de cada imagen

CONCLUSIONES:

El estudiante debe colocar las conclusiones de las prácticas de acuerdo con los objetivos planteados.

RECOMENDACIONES:

El estudiante debe colocar las recomendaciones de las prácticas de acuerdo con los objetivos planteados.

RÚBRICA DE REVISIÓN DE PRÁCTICA:

Fecha de realización de la práctica:	
Integrantes del Grupo:	1.- 2.-

	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy Malo	Observaciones
Calidad, orden, evidencia fotográfica y correcta estructuración del desarrollo de la práctica [30% del puntaje]							
Sustentación correcta de las prácticas [30% del puntaje]							
Conclusiones de las prácticas [40% del puntaje]							
PUNTAJE:							/10

CARRERA: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

ASIGNATURA:

NRO. PRÁCTICA:

10

TÍTULO PRÁCTICA: Diseño y construcción de antena parabólica, diagrama de radiación, ganancia, relación señal ruido potencia transmitida, patrón de radiación y tipo de polarización para la transmisión y recepción de una señal, mediante software Matlab

OBJETIVO GENERAL:

- Crear una antena parabólica en banda C usando el programa Matlab.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Configurar parámetros en la antena parabólica en banda C utilizando las herramientas de MATLAB.
- Visualizar los distintos parámetros de la antena banda C en las simulaciones de MATLAB.

INSTRUCCIONES

1. Armar grupos para el desarrollo de la práctica
2. Los estudiantes previamente a la práctica deben leer en detalle los manuales de equipos y esta guía de práctica.
3. Los estudiantes deben usar los equipos y materiales para la práctica de una manera profesional siguiendo las normas del laboratorio y cuidando de los equipos, herramientas, así como los materiales indicados por el docente.
4. Al finalizar la práctica el grupo de estudiantes debe dejar su sitio en orden y los equipos deben ser guardados en el laboratorio.

ANTENA REFLECTOR PARABÓLICA

El objeto reflectorParabolic crea una antena reflectora parabólica. Las antenas reflectoras parabólicas son estructuras eléctricamente grandes y tienen al menos 10 longitudes de onda de diámetro. Estos reflectores se utilizan en antenas de televisión y comunicaciones por satélite.

El ancho del haz puede medirse por medio la siguiente fórmula:

$$\Delta\theta = \frac{\lambda * (65 a 70)^\circ}{D}$$

Ganancia de una antena parabólica está dada por:

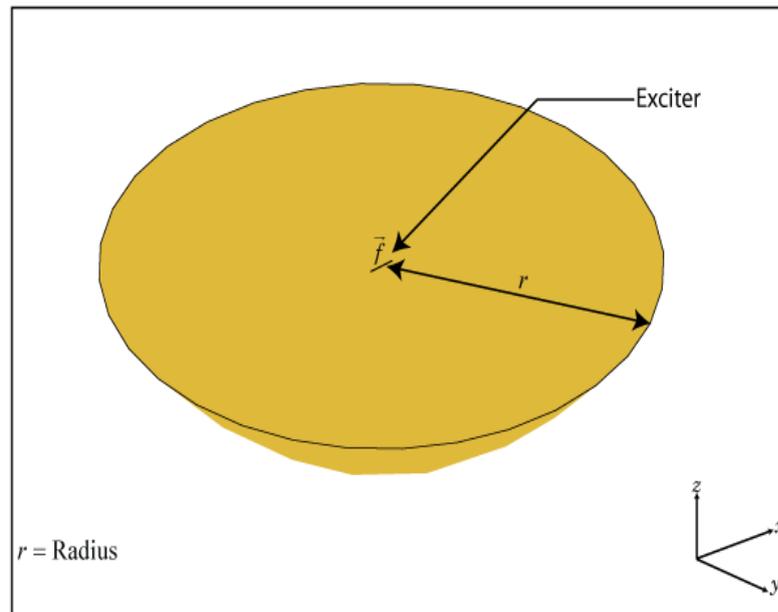
$$G = n \left(\frac{4\pi D}{\lambda} \right)^2$$

Directividad de la antena parabólica es el siguiente:

$$D = 4\pi * \frac{L^2}{\lambda^2}$$

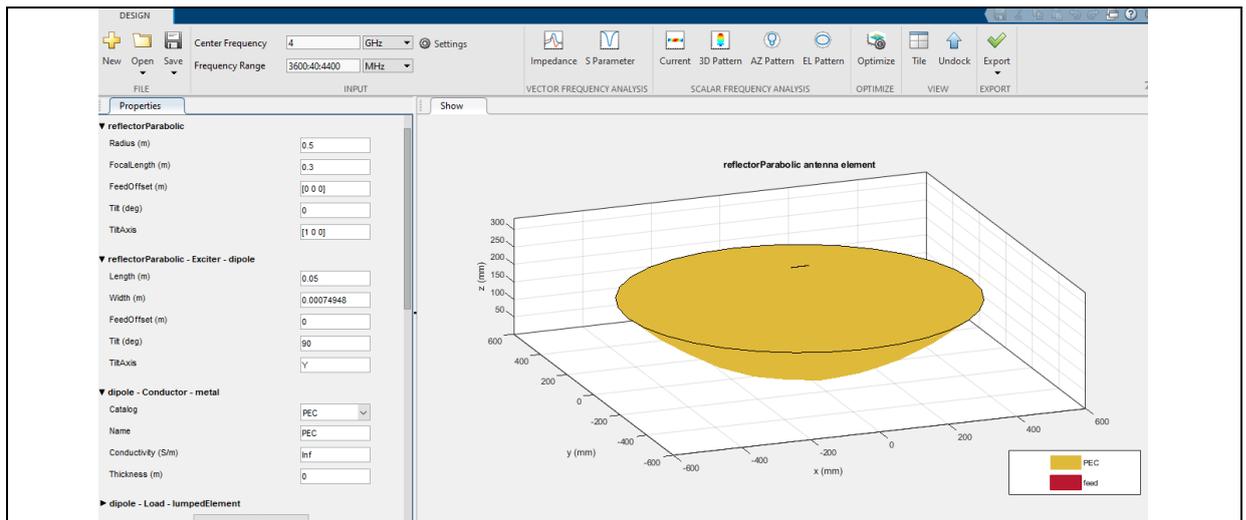
Angulo máximo para captar ondas provenientes del alimentador:

$$\psi_0 = 2 * \tan^{-1} \left[\frac{1}{4 * \left(\frac{f}{d} \right)} \right]$$

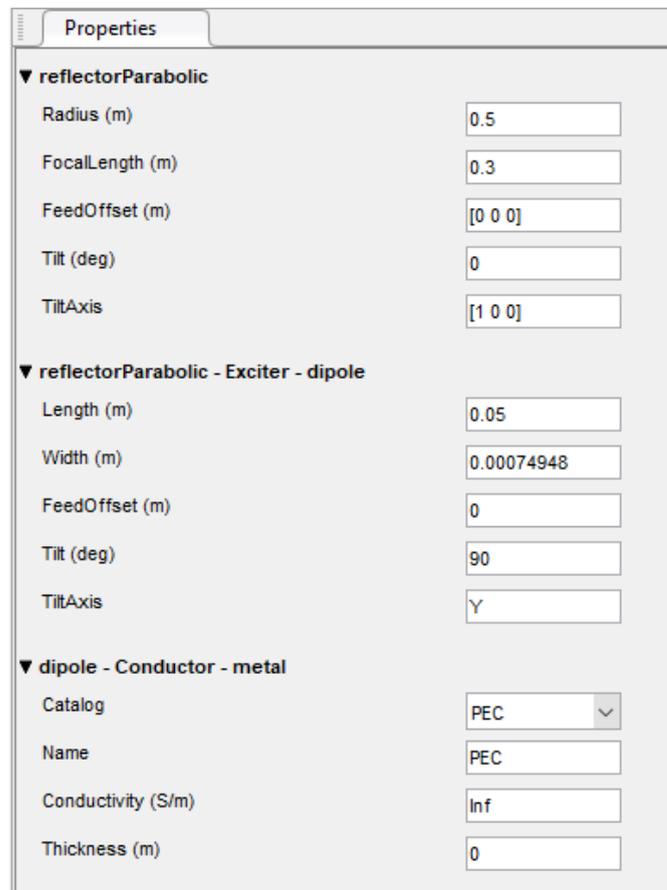


ACTIVIDADES POR DESARROLLAR:

- 1) Dar click en New. Por defecto se subirá el diseño de antena parabólica.



2) Configurar los parámetros de la antena parabólica con los siguientes datos:



▼ **dipole - Load - lumpedElement**

Impedance (ohms)

Frequency (Hz)

Location (m)

Impedance (ohms)

Frequency (Hz)

Location (m)

Apply

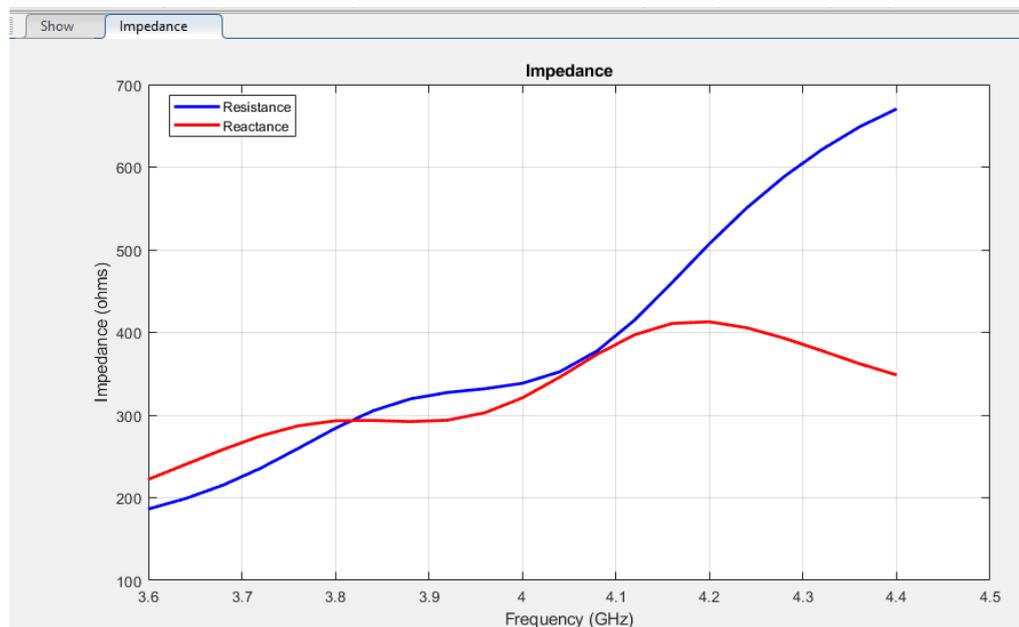
- 3) Seleccionar la frecuencia de downlink de la banda C en este caso la frecuencia de 4 GHz.

Center Frequency GHz

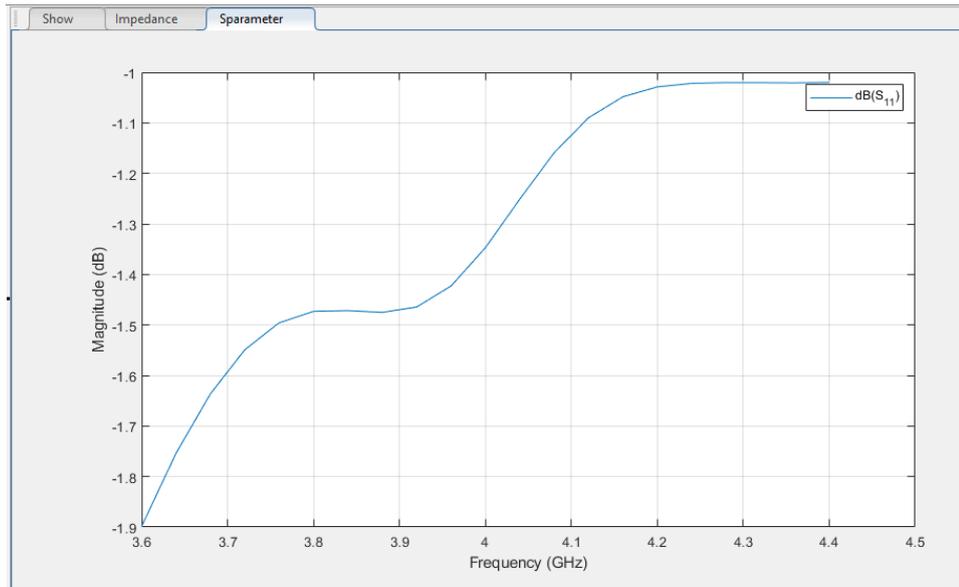
Frequency Range MHz

INPUT

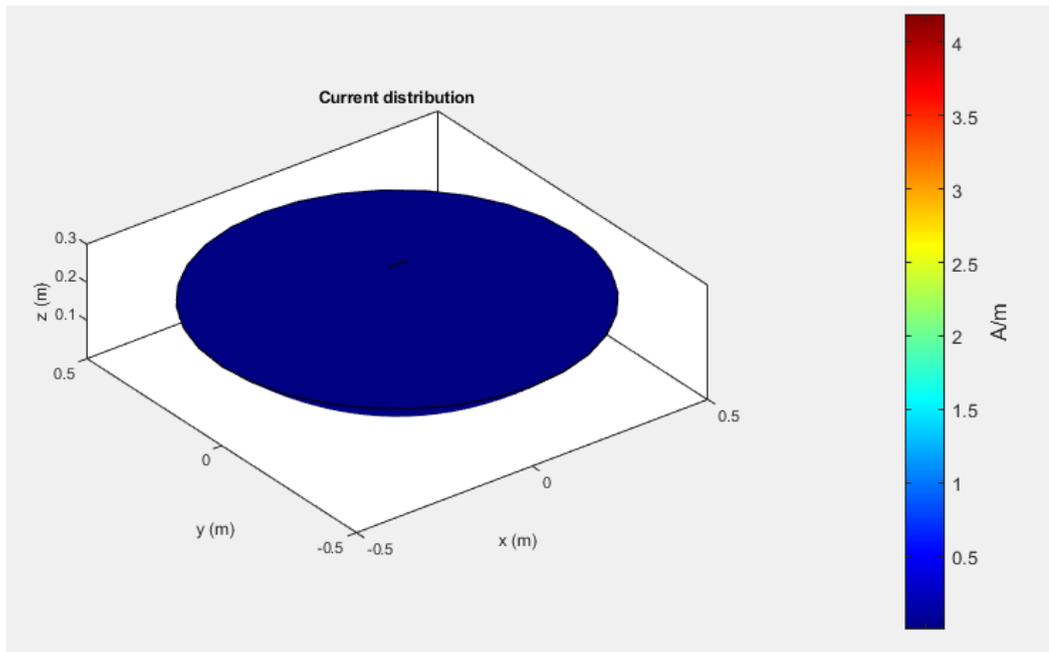
- 4) Dar click en Impedancia y observar la gráfica de impedancia.



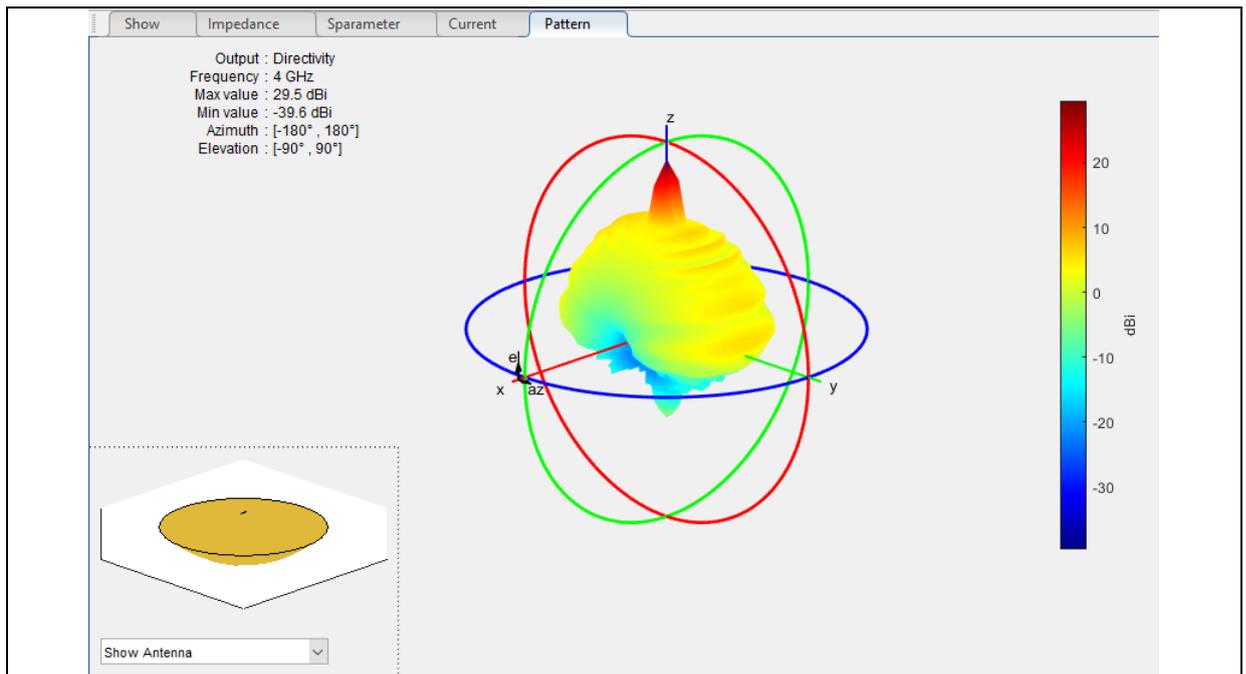
- 5) Dar click en S-parámetros y observar la gráfica frecuencia – magnitud (db).



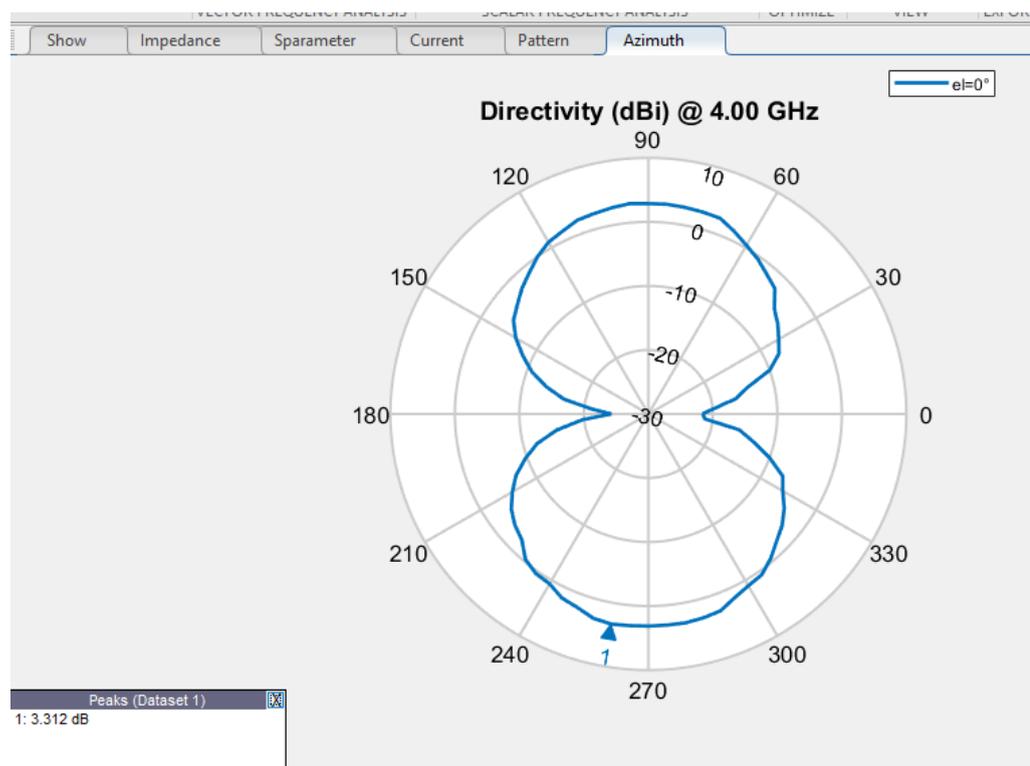
6) Dar click en Current y observar la gráfica de distribución de corriente.



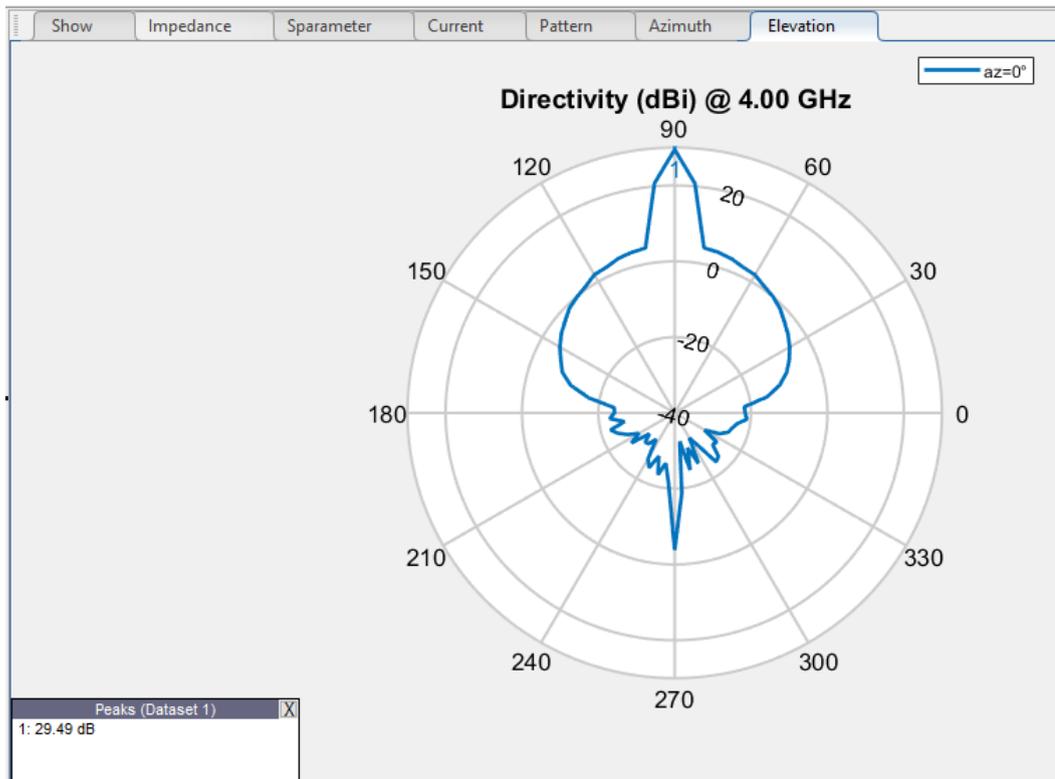
7) Dar click en 3D pattern y observar el diagrama de radiación de la antena en 3 dimensiones.



8) Dar click en Az Pattern y observar el diagrama de directividad en azimuth de la antena.



- 9) Dar click en EL Pattern y observar el diagrama de radiación en elevación de la antena parabólica.



- 1) Dar click en Optimizer y observar los cambios en la antena.
- 2) Dar click en exportar como un script y observar la siguiente ventana en MATLAB la cual indica el script que se ejecuta para el diseño de la antena.

```
antena_logperiodica.m x antena_yagui_uda.m x Antena_Helicoidal.m x Antena_Parabólica_Band_C.m x +
% Create a dipole antenna backed with reflectorParabolic
% Generated by MATLAB(R) 9.10 and Antenna Toolbox 5.0.
% Generated on: 18-Mar-2021 15:40:55

%% Antenna Properties

- antennaObject = design(reflectorParabolic('Exciter', dipole), 4000*1e6);
- antennaObject.Exciter.Length = 0.05;
- antennaObject.Radius = 0.5;
- antennaObject.FocalLength = 0.3;
- % Show
- figure;
- show(antennaObject)

%% Antenna Analysis
% Define plot frequency
- plotFrequency = 4*1e9;
% Define frequency range
- freqRange = (3600:40:4400)*1e6;
% impedance
- figure;
- impedance(antennaObject, freqRange)
% sparameter
- figure;
```

- 3) En la ventana de Matlab al ejecutar el script, con el botón ejecutar se observa que se abrirán todas las ventanas antes vistas.

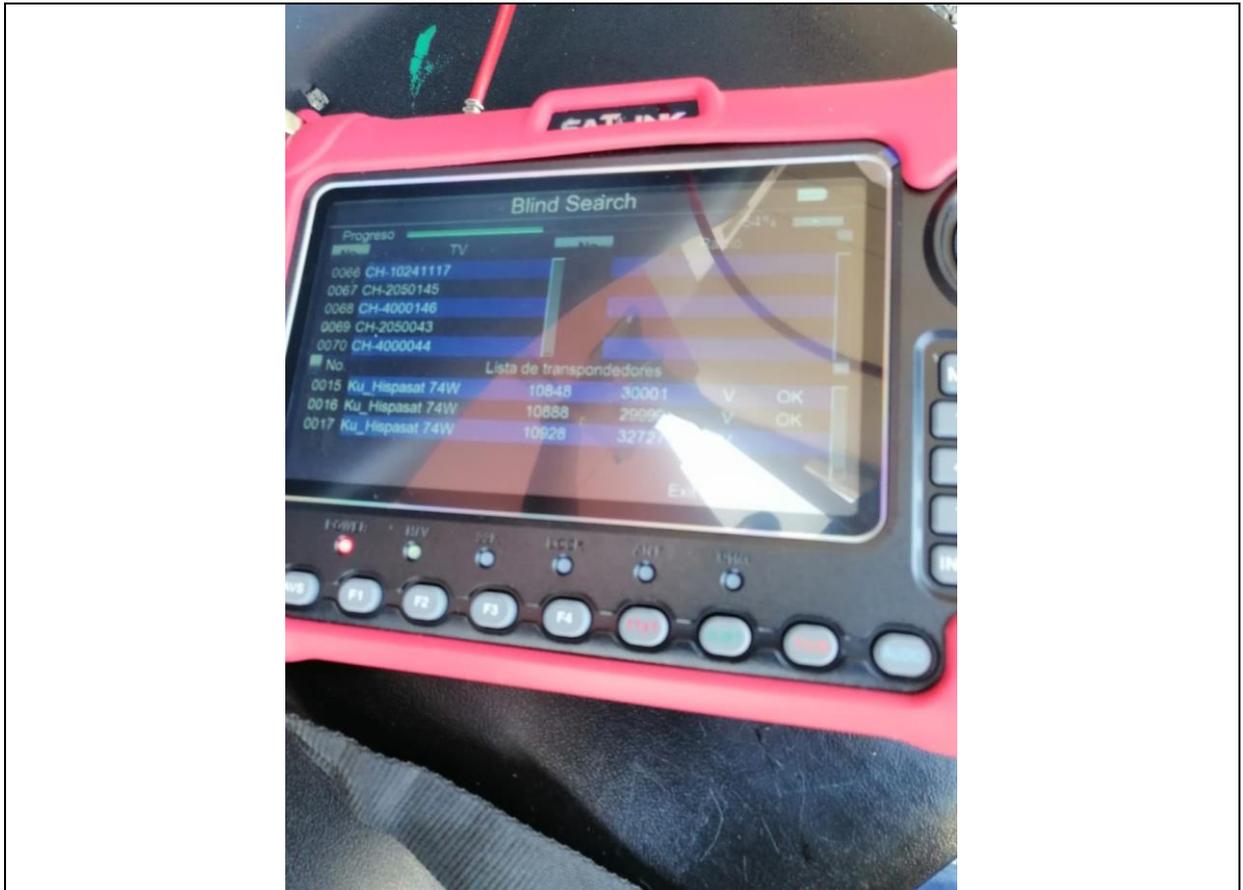
PRUEBAS DE ANTENA PARABÓLICA DE BANDA Ku

De acuerdo con la simulación en Matlab se construye una antena parabólica con reflector monopolo en banda C, sin embargo, para las pruebas en campo se utilizará una antena de 1 metro en Banda Ku.

El tamaño de la antena parabólica es de 1 metro de diámetro. Se utiliza LNB Universal de banda Ku para poder recibir señales satelitales



Se utiliza el SatLink para recibir los satélites en banda Ku.



Se reciben señales de canales encryptados, verificando así la correcta recepción de la señal en banda Ku.

RESULTADO(S) OBTENIDO(S):

El estudiante debe colocar los resultados obtenidos en la práctica con imágenes y descripciones de cada imagen.

CONCLUSIONES:

El estudiante debe colocar las conclusiones de las prácticas de acuerdo con los objetivos planteados.

RECOMENDACIONES:

El estudiante debe colocar las recomendaciones de las prácticas de acuerdo con los objetivos planteados.

RÚBRICA DE REVISIÓN DE PRÁCTICA:

Fecha de realización de la práctica:	
Integrantes del Grupo:	1.- 2.-

	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy Malo	Observaciones
Calidad, orden, evidencia fotográfica y correcta estructuración del desarrollo de la práctica [30% del puntaje]							
Sustentación correcta de las prácticas [30% del puntaje]							
Conclusiones de las prácticas [40% del puntaje]							
PUNTAJE:							/10