
Tarea 3: Diseño de antena Moxon adaptada para la recepción de señales NOAA

EL7030 - Antenas

Profesor:
Ricardo Finger C.

Profesor auxiliar:
Juan Torrejon H.
Vicente Aitken A.

Estudiante:
Maximiliano Morales H.
Erik Sáez Aravena

Fecha de entrega:
8 de octubre de 2024

Índice.

Lista de figuras.

Lista de tablas.

1. Marco teórico

1.1. Protocolo NOAA-APT

El protocolo NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) se refiere a los satélites meteorológicos operados por esta agencia estadounidense que recopilan y transmiten datos atmosféricos, climáticos y medioambientales. Estos satélites son parte de la serie de satélites polar y geosíncronos que capturan imágenes y datos a nivel global. Los satélites NOAA emiten en diversas frecuencias, principalmente en bandas VHF y UHF, para proporcionar imágenes en tiempo real a estaciones de recepción terrestre.

En la tabla ?? se adjunta la serie de satélites NOAA que fueron/han utilizado a lo largo de los años conjunto con sus frecuencias de operación y tipo de transmisión [noaaProjecto].

Satélite	Frecuencia de transmisión (MHz)	Banda	Tipo de transmisión
NOAA-15	137.620	VHF	HRPT / HRPT
NOAA-16	137.620	VHF	APT / HRPT
NOAA-17	137.500	VHF	APT
NOAA-18	137.912	VHF	APT
NOAA-19	137.100	VHF	APT

Tabla 1: Frecuencias de transmisión de los satélites NOAA-15, NOAA-16, NOAA-17, NOAA-18 y NOAA-19.

Cabe mencionar que debido a desperfectos técnicos, solamente NOAA-15, 18 Y 19 se encuentran operativos según [noaaSatellites].

1.2. Formato APT

El APT (Automatic Picture Transmission) corresponde al formato de transmisión de los satélites NOAA el cual corresponde a una modulación en amplitud de una subportadora de 2400 Hz con los 8 bits más significativos de la señal digital de 10 bits Datos AVHRR. Los datos AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) son un tipo de información captada por un sensor multiespectral instalado en los satélites. De los 6 canales espectrales posibles que captura el AVHRR, solo se seleccionan 2 para transmitir en el APT. Estos dos canales se envían de forma alternada: uno en el canal A y otro en el canal B. Las estaciones en tierra deciden qué canales transmitir, pero el usuario no puede seleccionar qué canales recibir. Dado que el sistema APT no transmite todos los datos (solo 1/3 de las líneas de escaneo por minuto), la resolución de las imágenes es más baja que los datos originales de AVHRR. Sin embargo, sigue siendo suficiente para proporcionar imágenes en tiempo real con una tasa de 120 líneas de video por minuto [noaaReceiveStations].

En la figura ?? se presenta el formato de transmisión de video para APT.

El resultado es la recepción de un frame como se presenta a continuación en la figura ??.

1.3. Antenas adaptadas a NOAA-APT

Para la elección de la antena que sería utilizada en esta experiencia, se investigó de forma exhaustiva en la literatura posibles antenas candidatas tomando en cuenta como directriz obtener la imagen de mayor calidad. Para ello, basado en el trabajo realizado en [PazPenagos2024] se opta por escoger la antena Moxon por su facil diseño de contrucción y el buen rendimiento en cuanto a calidad de imagen recibida respecto a otras antenas. En efecto, en la figura ?? se presenta las imágenes obtenidas para las distintas antenas que se utilizaron en el paper.

En la tabla ?? se presenta los resultados cuantitativos en cuanto a resolución y potencia recibida. La antena Moxon destaca por su buena resolución 1,94 megapixéles mientras que la QFH lo hace por su buena recepción de peak de potencia igual a 1,9 W.

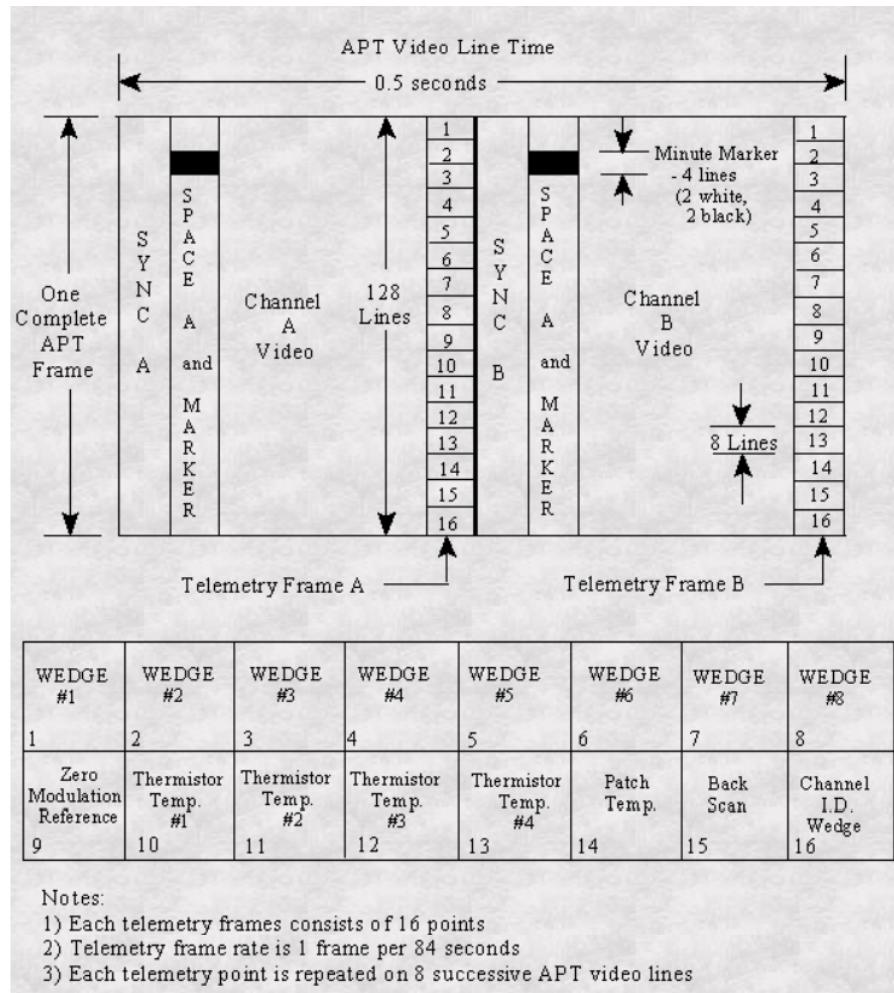


Figura 1: Formato de un frame APT.

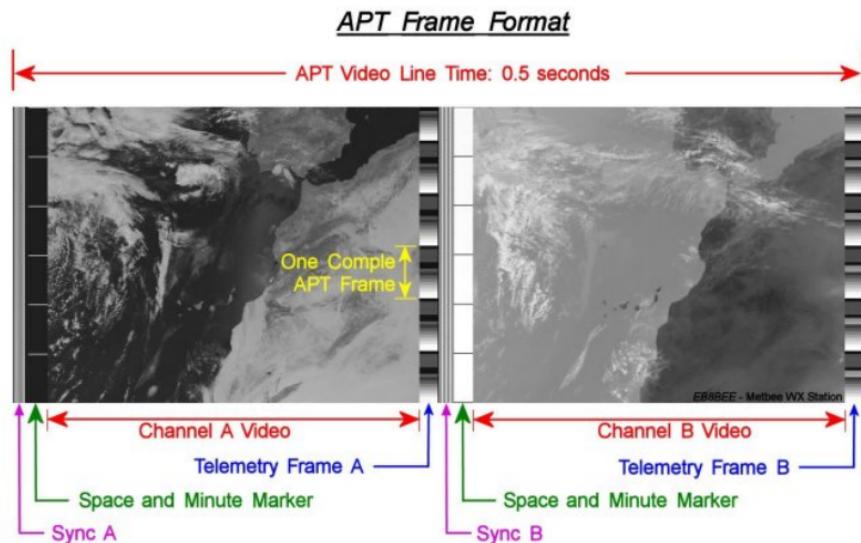


Figura 2: Ejemplo de frame recibido según un formato APT

1.4. Antena Móxon

En la figura ?? se presenta el diagrama de una antena Moxon.

Por otra parte, las dimensiones de la antena moxon (figura ??) se calcula para una longitud de onda en particular λ según la tabla ?? (ver [moxonAntenna] para más detalles).

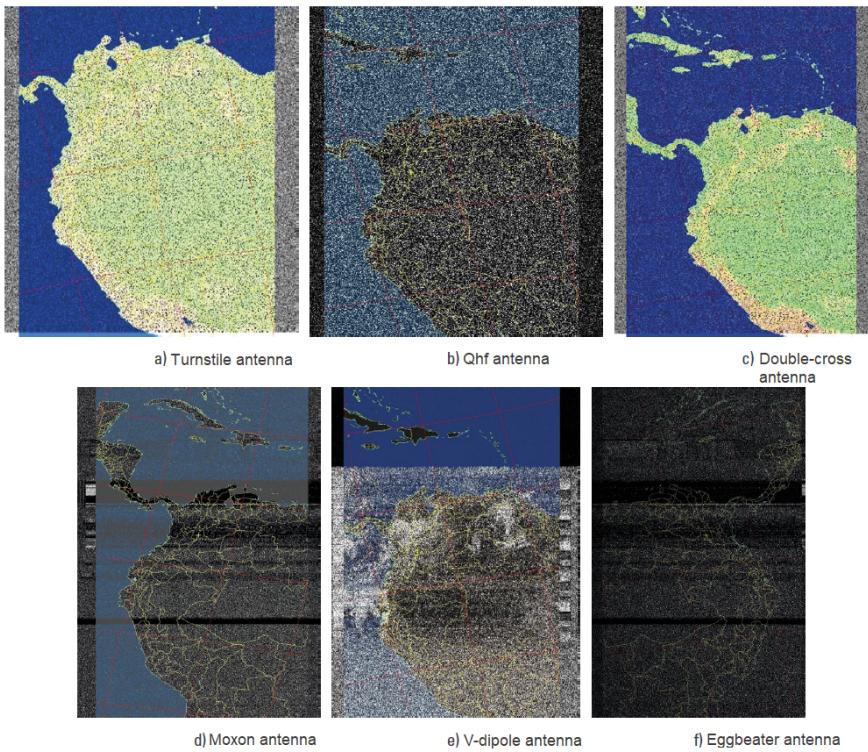


Figura 3: Imágenes obtenidas por las distintas antenas que fueron utilizadas en el paper de referencia.

Imagen	Resolución (megapíxeles)	Píxeles en el eje vertical	Píxeles en el eje horizontal	Potencia peak de la señal recuperada (mW)
1a	1,41544	1361	1040	863,23
1b	1,08056	1039	1040	1920,3
1c	1,4612	1405	1040	3,33
1d	1,93648	1862	1040	2,47
1e	1,43832	1383	1040	1264
1f	1,515544	1556	974	141,63

Tabla 2: Resolución de imágenes y potencia de pico de la señal recuperada.

Dimensión de la antena	Ecuación
Dimensión a	$a \approx 0,375 \cdot \lambda$
Dimensión b	$b \approx 0,0575 \cdot \lambda$
Dimensión c	$c \approx 0,0675 \cdot \lambda$
Elemento activo	$a + 2b \approx 0,49 \cdot \lambda$
Reflector	$a + 2c \approx 0,51 \cdot \lambda$
Ganancia esperada	$\approx 5 \text{ dBi}$
Relación frente-a-espalda	$\approx 20 \text{ dB}$

Tabla 3: Dimensiones y ecuaciones de la antena.

1.5. Simulaciones HFSS

Para el diseño y posterior simulación de la antena en el software HFSS, para lo cual se utilizaron las siguientes medidas de la figura ?? que fueron optimizadas mediante parametrización de la antena:

A continuación, el parámetro S_{11} obtenido se presenta en la figura ???. Se observa que para la frecuencia necesaria para la sintonización de los satélites, 137,5 Mhz se tienen aproximadamente -

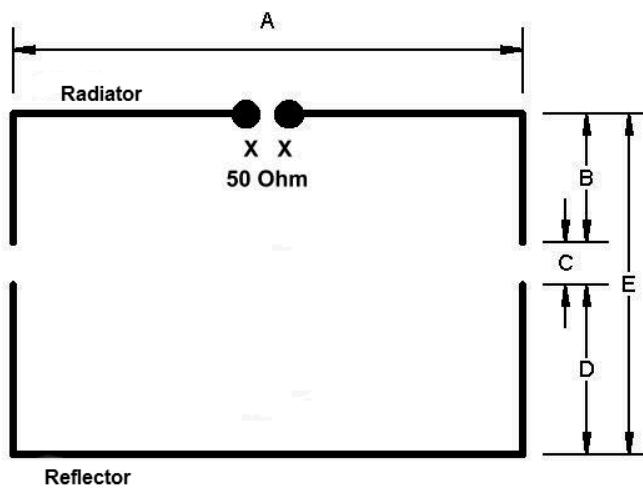


Figura 4: Diagrama de antena Moxon.

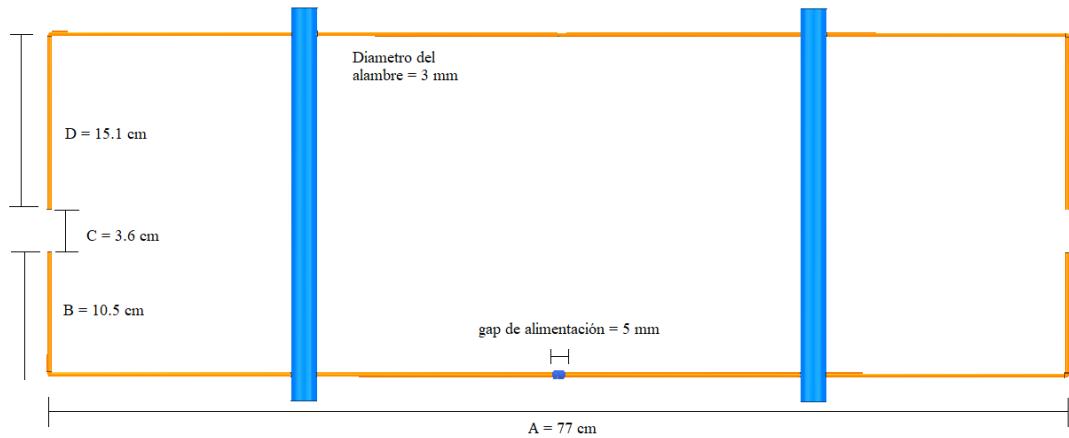


Figura 5: Dimensiones antena Moxon simulada en HFSS con conexión LumpedPort. El material celeste corresponden a barras de PVC de 2 cm de diámetro y largo 33 cm. No se incluyen estos valores ya que a priori no toman mayor relevancia en el diseño de la antena más que proveer una estructura firme.

30[dB], lo cual es suficiente para el propósito del experimento.

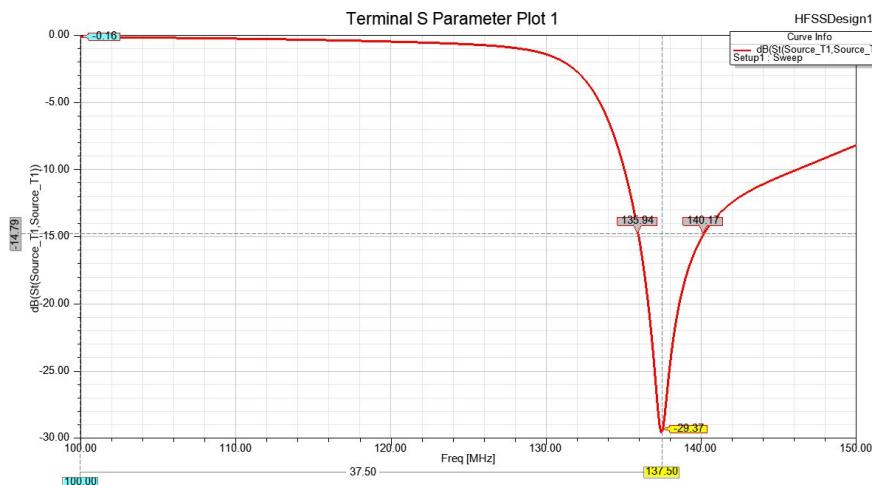


Figura 6: Parámetro S_{11} de antena Moxon simulada en HFSS. La marca indica mínima ganancia (-30 dB) para la frecuencia 137.5 Mhz.

Se presenta en la figura ?? el patrón de radiación en 3D en decibeles. Se observa que presenta una ganancia de 6,2[dB] lo cual es aceptable para el propósito de la experiencia.

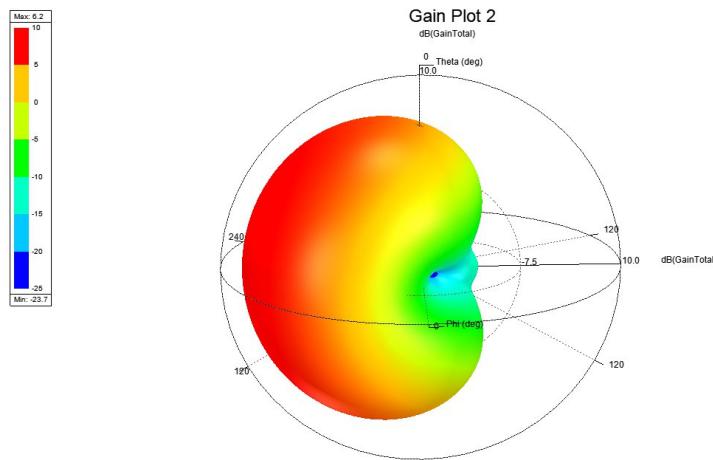


Figura 7: Patrón de radiación en 3D indicando la ganancia en base a un mapa de colores donde se observa que presenta un maximo en 6.2[dB].

Como se puede apreciar en la figura ??, la antena Moxon a diferencia de antenas típicas utilizadas para sintonizar frecuencias NOAA, es directiva por lo que será necesario conocer la dirección a la cual deberá colocarse para obtener la máxima ganancia al momento de recibir las señales APT. En la figura ?? se presenta la antena y el patrón de radiación en 3D.

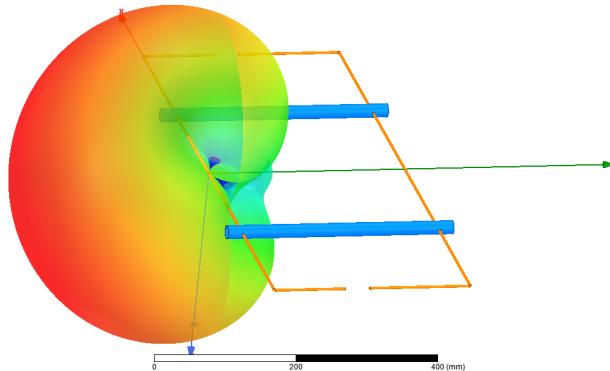


Figura 8: Antena Moxon y su respectivo patrón de radiación superpuesto. Se observa que el patrón comienza desde el puerto de alimentación y se extiende hacia atrás de la antena en el eje Y.

En la figura ?? se presenta el patrón de radiación en los planos E y H.

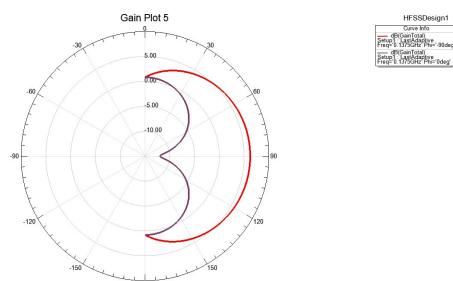


Figura 9: Planos E-Plane (café) y H-Plane (rojo) para la ganancia en un gráfico polar,

2. Resultados experimentales

Siguiendo las dimensiones simuladas en la figura ?? se construye la antena Moxon. Se adjunta en la figura ?? la antena ya fabricada.

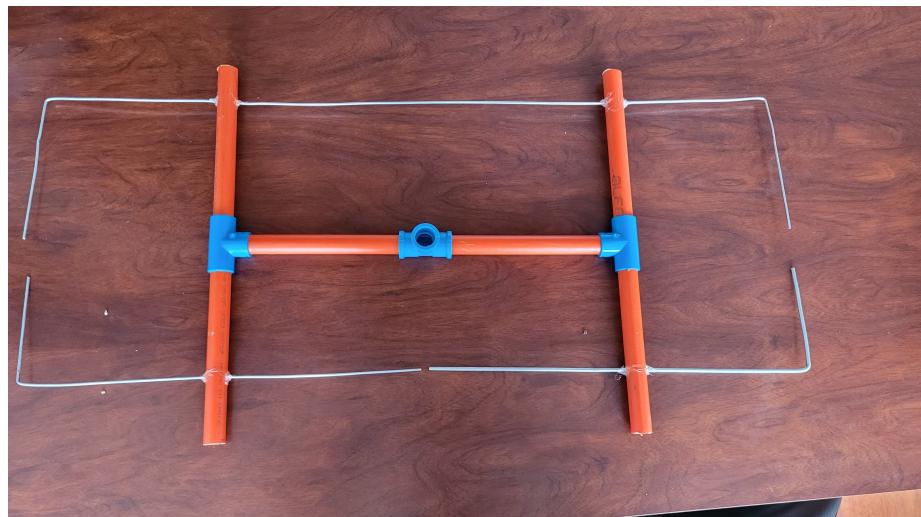


Figura 10: Antena Moxon fab