



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

**DESARROLLO DE UN SISTEMA DE ANALISIS DE SEÑALES DE RF
PROCESANDO LAS COMPONENTES I Y Q UTILIZANDO EL BB60C
PARA LA BANDA DE 6KHz A 9GHz.**

AUTOR: CHIRIBOGA VILLARREAL JUAN MANUEL

DIRECTOR: ING. LEON VASQUEZ RUBEN DARIO

AGOSTO 2022



CONTENIDO

- Introducción.
- Fundamentación Teórica.
- Metodología.
- Análisis de Resultados.
- Conclusiones y Recomendaciones.

INTRODUCCIÓN



RESUMEN

El presente trabajo de titulación describe el desarrollo de un sistema de análisis de señales de RF procesando las componentes FASE(I) y Cuadratura(Q) utilizando el BB60C para la banda de 6KHz a 9GHz. La combinación de varios de estos aspectos lleva consigo la necesidad de disponer de sistemas de análisis de las señales de radio frecuencia, objeto de la presente propuesta a través de la digitalización de las componentes FASE (I) y CUADRATURA (Q) utilizando el receptor digital BB60C con un ancho de banda instantáneo de 27 MHz para la banda de 9KHz a 6GHz perteneciente a la empresa desarrolladora de hardware y software electrónico SIGNAL HOUND.



JUSTIFICACIÓN

La sociedad se encuentra inmersa en una necesidad de constante acceso a las telecomunicaciones. Esto hace que se desarrollen nuevas tecnologías que están siempre en evolución. Los sistemas que se desenvuelven en función a trabajos de investigación de ingeniería pueden ayudar con la dependencia de herramientas de procesamiento computacional de alto costo con precaución de una entrega de tecnología real dentro del proceso de ejecución utilizando como elemento base el receptor digital BB60C de última generación (FPGA + System on Chip) de bajo costo.



OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un prototipo de un sistema de análisis de señales de radio frecuencia procesando las componentes I y Q utilizando el BB60C para la banda de 9KHz a 6GHz, con ancho de banda instantáneo de 27 MHz.

OBJETIVOS

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Aplicar



Evaluar



Probar



FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA



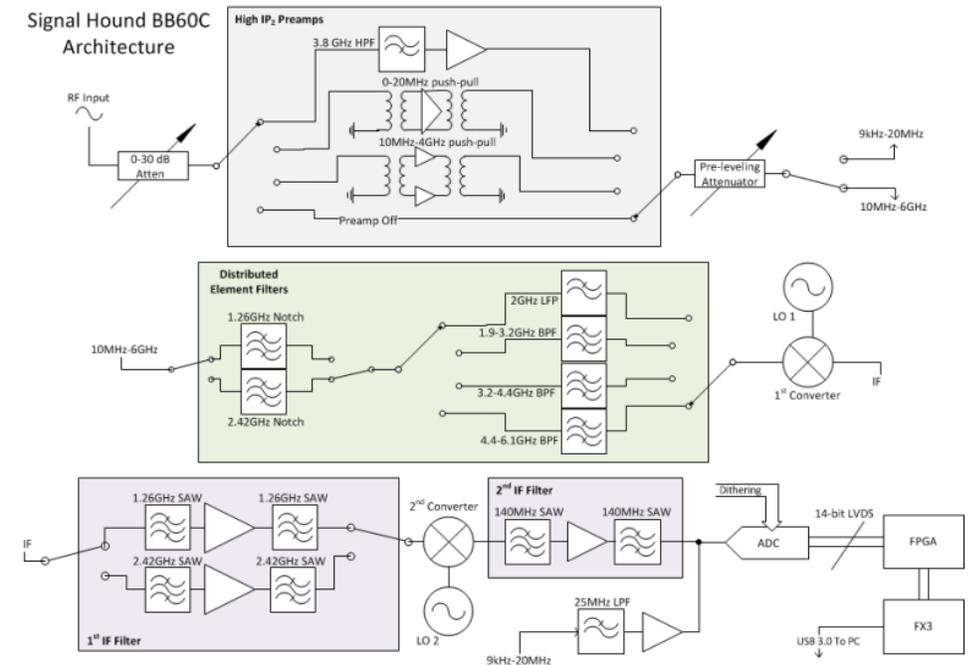
ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

Banda	Rango de Frecuencia	λ (Longitud de Onda)	Denominación
ELF	30 Hz a 300 Hz	> 100 km	Extremely Low Frequency
VLF	3 kHz - 30 kHz	100 – 10 km	Very Low Frequency
LF	30 kHz – 300 kHz	10 – 1 km	Low Frequency
MF	300 KHz a 3 MHz	1000 – 100 m	Medium Frequency
HF	3 MHz – 30 MHz	100 – 10 m	High Frequency
VHF	30 MHz – 300 MHz	10 – 1 m	Very High Frequency
UHF	300 MHz a 3 GHz	100 – 10 cm	Ultra High Frequency
SHF	3 – 30 GHz	10 – 1 cm	Super High Frequency
EHF	30 – 300 GHz	1 – 0,1 cm	Extremely High Frequency

BB60C

Arquitectura

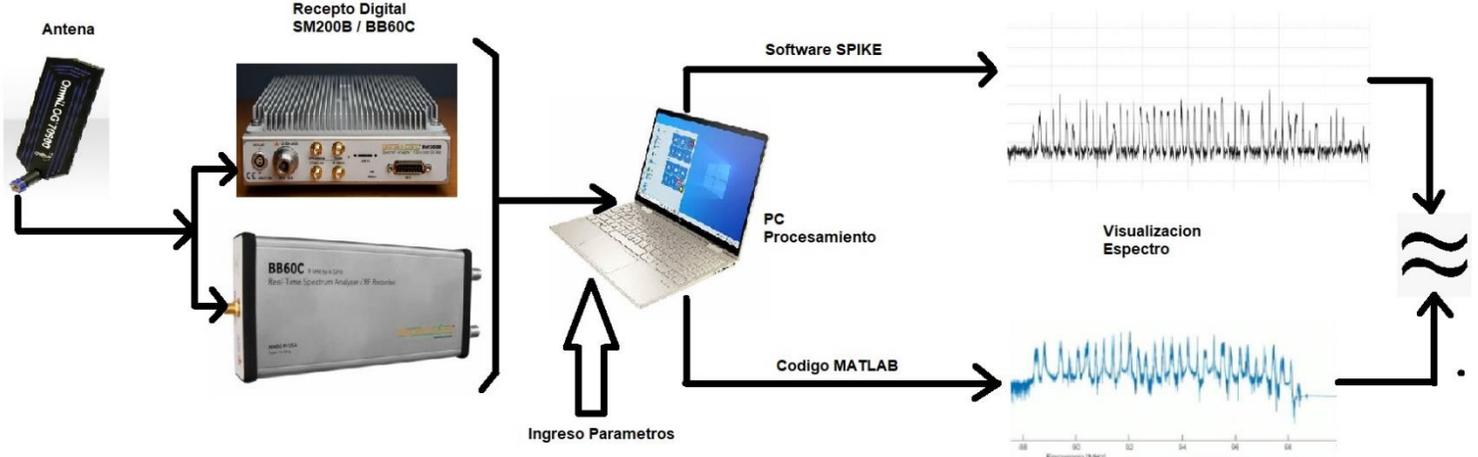
El BB60C usa filtros pasa banda para rechazar señales que podrían dar como resultado productos de mezcla espurios, como la mitad de la frecuencia de RF sintonizada o frecuencias de imagen. Para reducir las señales espurias de la intermodulación de segundo orden donde el filtrado no es práctico, usa amplificadores push-pull tanto en las etapas de preamplificador y mezclador.



METODOLOGÍA



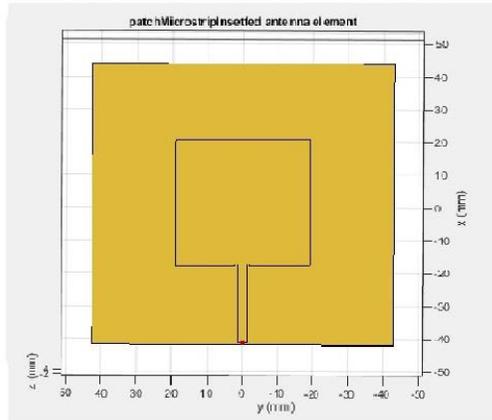
ESQUEMA GENERAL



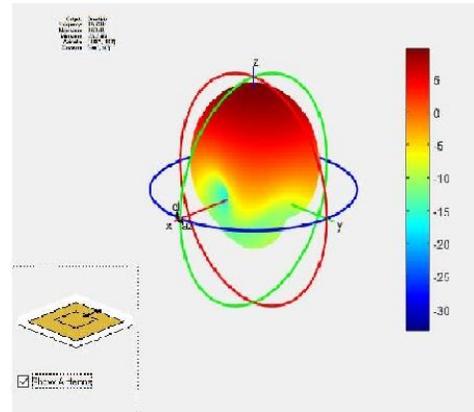
MATLAB

PARÁMETROS DE LA ANTENA PATCH

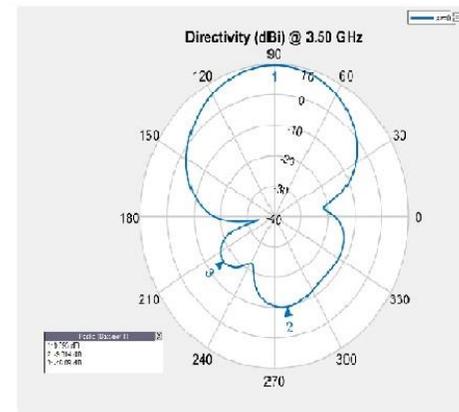
1) Antena en Tamaño Real



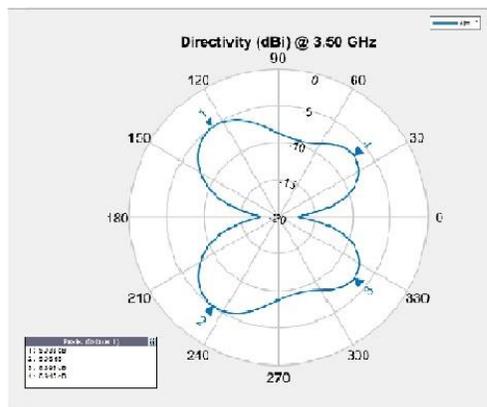
2) Patrón de Radiación en 3D



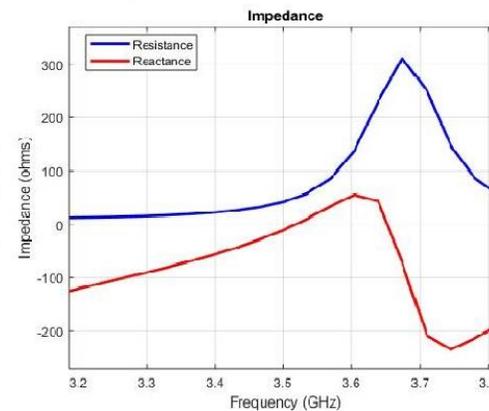
3) Patrón de Radiación en Azimuth



4) Patrón de Radiación Elevación



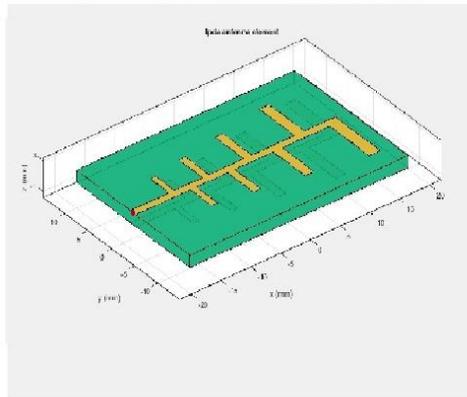
5) Impedancia



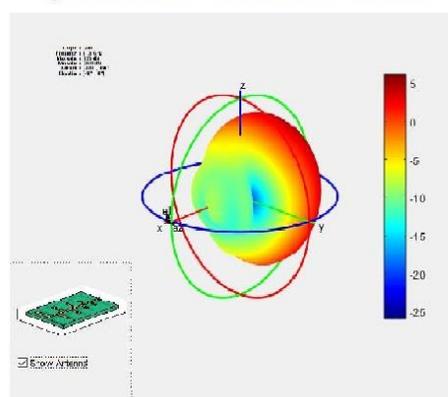
MATLAB

PARÁMETROS DE LA ANTENA LPDA

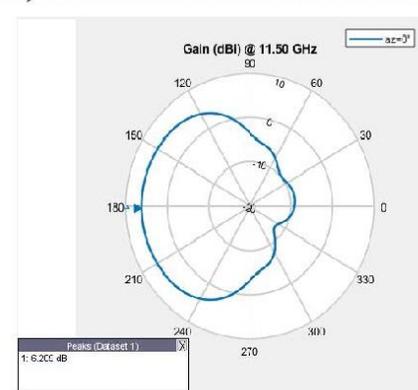
1) Antena en Tamaño Real



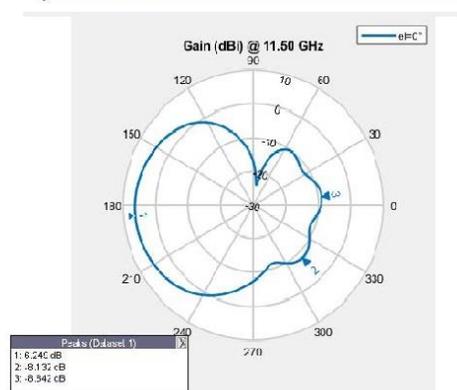
2) Patrón de Radiación en 3D



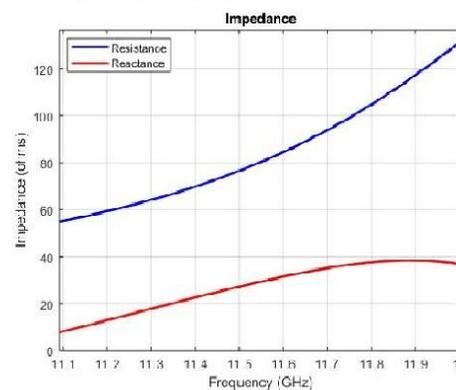
3) Patrón de Radiación en Azimuth



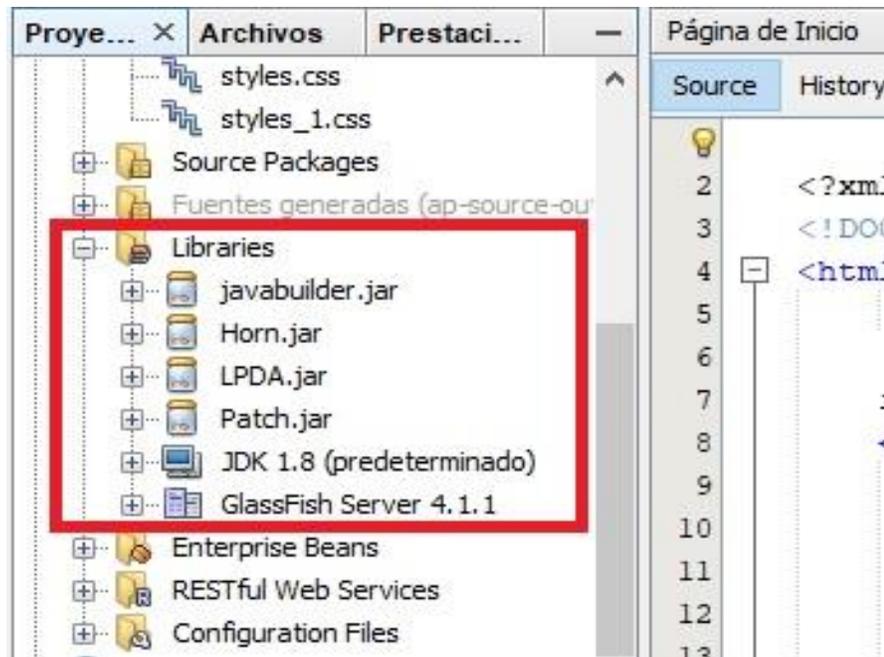
4) Patrón de Radiación Elevación



5) Impedancia



ENLACE ENTRE MATLAB Y NETBEANS



```
package Horn;
package Patch;
package LPDA;
import com.mathworks.toolbox.javabuilder.*;
import conexion.*;
```

BASE DE DATOS

CLASES

Clase	Datos de la Antena	Datos Personales	Tipo de Antena
horn	Ancho del cono, largo del cono, alto del cono, ancho, alto, largo	-	-
lpda	Longitud de la placa, ancho de la placa, longitud del parche, ancho del parche, ancho línea de alimentación	-	-
patch	Longitud de la placa, ancho de la placa, ancho línea de alimentación	-	-
usuarios	-	Nombre, correo, cédula	-
Tipos	-	-	Horn, LPDA, Patch

ANÁLISIS DE RESULTADOS



MEDICIÓN DE RECURSOS COMPUTACIONALES

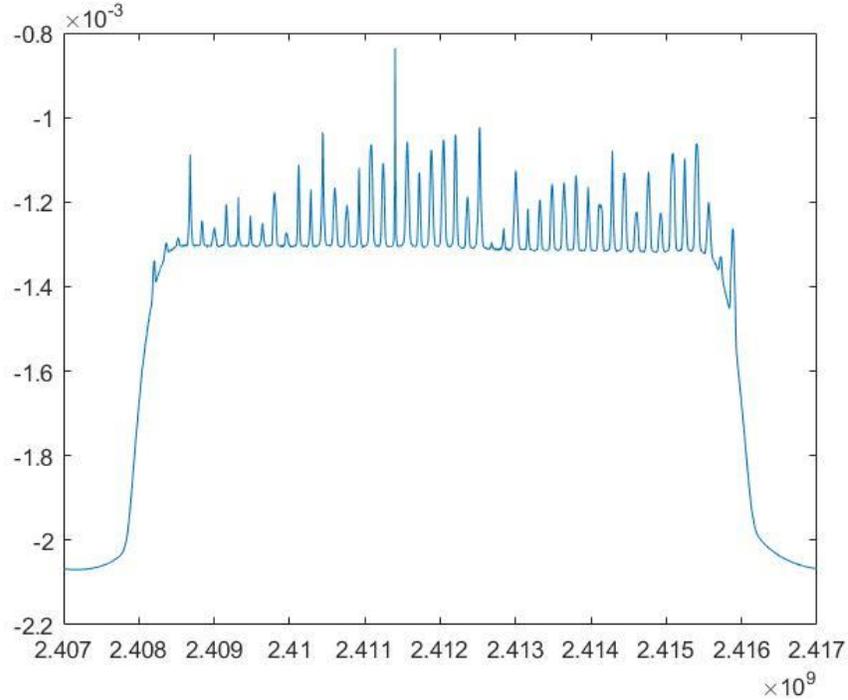
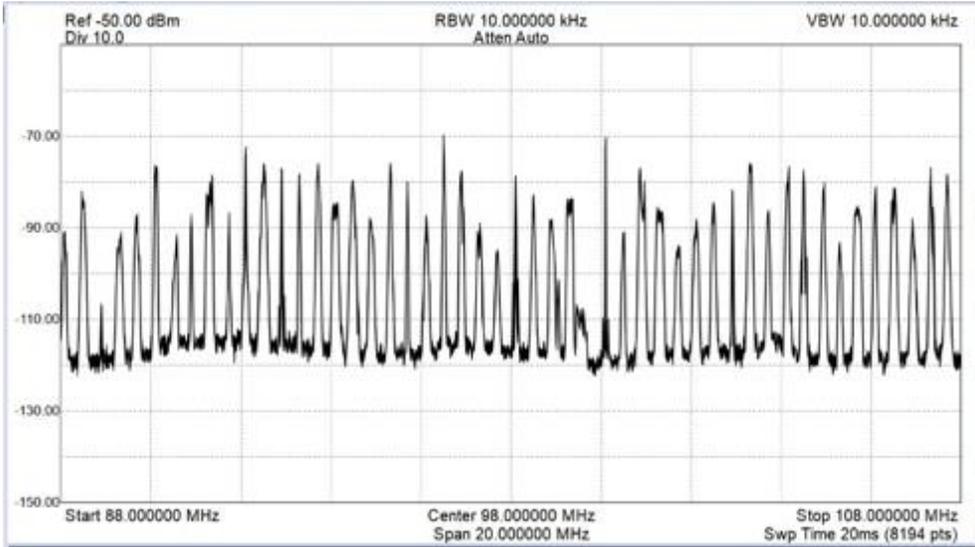
CARÁCTERÍSTICAS DEL COMPUTADOR UTILIZADO

Marca	Sistema Operativo	Procesador	RAM	Tarjeta Gráfica
HP	Windows 10 Home Single 64 bits	Intel Core i7	12 GB	Intel HD Graphics 520

COMPARACIÓN DE PARÁMETROS

Name ^	Value
a	1024x1 single
A	20000000x1 single
b	1024x1 single
contTemp	1
contTemp2	0
f	1x512 double
flagStart	1
freq	1x2048 double
Fs	40000000
i	19996673
iq	20000000x1 com...
iqDatos	163840x2 double
matriz1	1x20000000 dou...
matriz2	[]
my	512x1 double
nfft	1024
periodograma	33554432x1 single
pwelchpsd	65536x1 single
Q	20000000x1 single
R	20000000x1 single
S	2048x1 single
sm	1x1 SMIQReceiver
t	163840x1 double
tempXYZ	2048x1 single
Tfft	20000000x1 single
vent	2048
x	163840x1 double
Y	512x1 complex d...

COMPARACIÓN DE RESULTADOS



CONCLUSIONES

- MATLAB es una herramienta de gran procesamiento matemático que nos ayuda a comprobar nuestras hipótesis usando sus funciones ya establecidas para lograr un correcto funcionamiento de las subrutinas implementadas para el uso de los receptores digitales.
- Existen varios métodos de estimación espectral (Clásicos y Paramétricos) implementados dentro de MATLAB en los cuales al usar el vector resultante de la grabación y digitalización de FASE(I) y CUADRATURA(Q) nos muestran el espectro de frecuencia monitoreado por el receptor digital comprobando con éxito que nuestra hipótesis es correcta.

CONCLUSIONES

- MATLAB es una herramienta de gran procesamiento matemático que nos ayuda a comprobar nuestras hipótesis usando sus funciones ya establecidas para lograr un correcto funcionamiento de las subrutinas implementadas para el uso de los receptores digitales.
- Existen varios métodos de estimación espectral (Clásicos y Paramétricos) implementados dentro de MATLAB en los cuales al usar el vector resultante de la grabación y digitalización de FASE(I) y CUADRATURA(Q) nos muestran el espectro de frecuencia monitoreado por el receptor digital comprobando con éxito que nuestra hipótesis es correcta.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda seguir con la utilización de herramientas Open Source para el desarrollo de aplicaciones futuras para mejorar las subrutinas de obtención de FASE(I) y CUADRATURA(Q) así como también mejorar distintas subrutinas para la obtención de distintos parámetros que son de interés de estudio en la carrera de Telecomunicaciones.
- Se recomienda fomentar el uso de equipos electrónicos como el BB60C y el SM200B para futuros trabajos de investigación con su respectivo software SPIKE y las subrutinas entregadas en este trabajo de investigación para el aumento de características del sistema de análisis de señales de RF, ya que constituirá una herramienta fundamental para la obtención de datos y visualización de graficas que faciliten la comprensión del tema.



MUCHAS GRACIAS

