

# LABORATORIO DE COMUNICACIONES II

## MEDICIÓN DEL PATRÓN DE RADIACIÓN DE LA ANTENA

*Preparado por: Carlos Alberto Rueda Garrido, Damián Cubides Torres, Daniela Ríos Cabezas*

### Objetivos

El estudiante:

- Debe transmitir una señal con GNU radio usando los parámetros adecuados.
- Es importante que el estudiante entienda como los ángulos de emisión y los distintos fenómenos de transmisión afectan la potencia recibida en el receptor.
- Graficar los datos obtenidos de tal manera que se visualice el patrón de radiación de la antena.

### Plantilla y pasos a seguir para entregar informe

<b>Grupo:</b>	B1A.g5
<b>Participantes:</b>	DAMIAN CUBIDES – DANIELA RIOS – CARLOS RUEDA
<b>Calificación:</b>	5

#### FASE I. Pon a prueba tus conocimientos

##### Problema a resolver:

Para el desarrollo de este laboratorio es necesario tener claro algunos conceptos básicos sobre el comportamiento de ondas electromagnéticas a fin de establecer y conocer parámetros y especificaciones de los equipos a utilizar. Es por eso que en esta sección encontrarás interrogantes como:

¿Qué es una antena?, ¿tipo de radiación según topología de las antenas?; ¿cuáles son los parámetros esenciales para graficar el patrón de radiación de una antena? ¿cuál es la relación entre la longitud de onda y el patrón de radiación?

En el laboratorio de comunicaciones se cuenta con un dispositivo de gran utilidad como lo es el USRP este dispositivo se encarga de llevar la señal de banda base a RF y viceversa, este cuenta con una antena que será objeto de estudio durante el desarrollo de esta guía.

## MARCO TEÓRICO

### ¿Qué es una antena?

Una antena es un dispositivo (conductor metálico) diseñado con el objetivo de emitir o recibir ondas electromagnéticas hacia el espacio libre. Una antena transmisora transforma voltajes en ondas electromagnéticas, y una receptora realiza la función inversa.

Existe una gran diversidad de tipos de antenas, en algunos casos deben expandir en lo posible la potencia radiada, es decir no deben ser directivas, otras veces deben serlo para canalizar la potencia en una dirección y no interferir a otros aspectos.

### Características de las antenas.

Existen varias características importantes de una antena que deben de ser consideradas al momento de elegir una específica para su aplicación.

- ☐ Patrón de radiación
- ☐ Ganancia
- ☐ Directividad
- ☐ Polarización

**Patrón de radiación:** Se puede representar como una gráfica tridimensional de la energía radiada vista desde fuera de esta. Los patrones de radiación usualmente se representan de dos formas, el patrón de elevación y el azimut. La elevación es una gráfica de la energía radiada por la antena vista de perfil. El azimut es una gráfica de la energía radiada vista directamente desde arriba. Al combinar ambas gráficas se tiene una representación de cómo es realmente radiada la energía desde la antena.

**Ganancia:** Es la relación entre la potencia que entra en una antena y la potencia que sale de esta. Esta ganancia es comúnmente referida en dB y se refiere a la comparación de cuánta energía sale de la antena en cuestión, comparada con la que saldrá de una antena isotrópica. Una antena isotrópica es aquella que cuenta con un patrón de radiación esférico perfecto y una ganancia lineal unitaria.

**Directividad:** Es una medida de la concentración de la potencia radiada en una dirección particular. Se puede entender también como la habilidad de la antena para direccionar la energía radiada en una dirección específica.

**Polarización:** Es la orientación de las ondas electromagnéticas al salir de la antena. Hay dos tipos de polarización la primera es la lineal (vertical, horizontal y oblicua) y la otra es circular (circular derecha, circular izquierda, elíptica derecha e izquierda). Se debe tener en cuenta la polarización ya que si se quiere obtener el máximo rendimiento de esta, tanto la antena de transmisión como la de recepción deben ser iguales.

### Tipos de antenas:

- ☐ Ant. Dipolo
- ☐ Ant. Yagi
- ☐ Ant. panel plano
- ☐ Ant. parabólicas

Para este laboratorio la antena de importancia es de tipo de dipolo.

**Antena Dipolo:** Es una antena con alimentación central empleada para transmitir o recibir

ondas de radiofrecuencia. Estas antenas son las más simples desde el punto de vista teórico. El tipo de patrón de radiación de esta antena es generalizado.

## FASE II. Efecto de la propagación

### Problema a resolver:

Obtener experimentalmente el patrón de radiación de la antena del USRP, estableciendo una frecuencia, teniendo en cuenta los posibles efectos que puedan influir o afectar la idealidad en la distribución de potencia, para esto es necesario buscar el tipo de patrón que puede generar la antena del USRP.

### Punto 1.

### Procedimiento:

- Un estudiante se localiza a cierta distancia conocida, la cual debe ser superior a 3 veces la longitud de onda de la señal transmitida y se dispondrá a transmitir una señal cualquiera, Se debe tener muy en cuenta los parámetros específicos para la transmisión, según las condiciones del USRP, esto con el fin de que la recepción sea exitosa y acorde a los objetivos de esta guía.
- Por otro lado, otro estudiante se debe ubicar de tal manera que esté preparado con un USRP también totalmente configurado con las condiciones específicas para la recepción.
- Se dispone a plantear un eje coordinado para ubicar la antena y el USRP, esto con el fin de referenciar las medidas de potencia adquiridas durante el desplazamiento progresivo angular que se aplicará en la etapa de medida el cual será de  $10^\circ$ , es decir se debe rotar el USRP y a su vez rotar la antena de transmisión del mismo.
- El estudiante deberá tomar nota de la potencia promedio recibida para cada variación.

NOTA: Es de aclarar que se varia rotación y angulo de uno de los 2 dispositivos, el de recepción o el de transmisión

Parámetros	Características de los equipos usados		
	Opción 1		
	Transmisión	Recepción	
Identificador del USRP	NI USRP 2920	NI USRP 2920	
Rango de frecuencias de la antena usada	50MHz - 2.2GHz	50MHz - 2.2GHz	
Otras características de la antena o el USRP que pueden influir en la transmisión o recepción	Rango de ganancia 0 dB to 31 dB y tiene una paso de ganancia de 1.0dB	Rango de ganancia 0 dB to 31.5 dB y tiene una paso de ganancia de 0.5dB además en la recepción hay una figura de ruido que no se presenta en la de transmisión y esta tiene un rango de 5	

		dB to 7 dB	
ganancia configurada en el flujograma	30 dB	20 dB	
Tipo de modulación usada	QPSK	QPSK	
Frecuencia central configurada en el USRP	900 MHz	900 MHz	
frecuencia de muestreo configurada en el USRP	195.312 kHz	195.312 kHz	
Roll off Factor	0.9	0.9	
Sps	2	2	
Ancho de banda de la señal emitida (Ancho de banda configurado en el USRP/Sps)	97.656	97.656	
Potencia transmitida, medida internamente		No aplica	

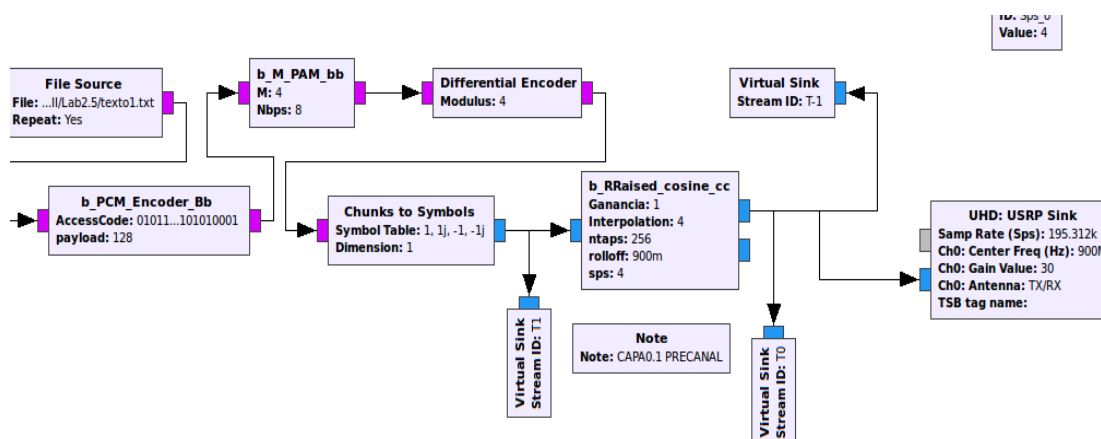
## Punto 2.

Flujograma a tener en cuenta para la transmisión y recepción.

### procedimiento

- El estudiante que se encargará de la transmisión debe ejecutar el siguiente flujograma y encargarse de ubicar correctamente los parámetros que se solicitan.
- El estudiante que se encargará de la recepción debe ejecutar el flujograma de recepción y encargarse de variar los parámetros angulares y censar la potencia recibida.
- Tomar los datos necesarios para relacionar potencia y ángulo de emisión.

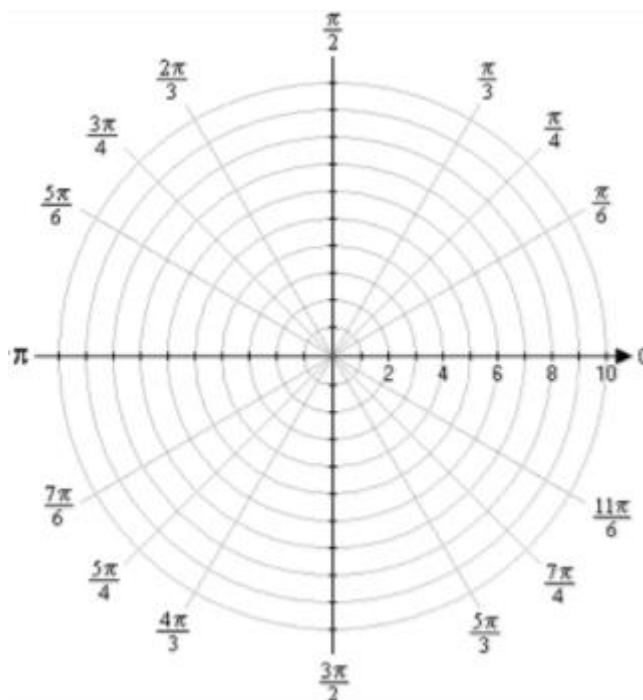
### Flujograma de transmisión



[illegible]

Options ID: Lab_total Generate Options: QUT GUI		Variable ID: Kd Value: 512	Variable ID: samp_rate Value: 195.312k	Variable ID: nfftfs Value: 32	Variable ID: rrc_taps_rx Value: firdes.root_raised ...		Variable ID: W Value: 24.414k	Variable ID: rolloff Value: 900m	Variable ID: B Value: 92.7773k	Constellation Object ID: M:ConstellationObject Constellation Type: Variable Constellation Symbol Map: Constellation Points: ... -1j Rotational Symmetry: 4 Dimensionality: 1	
Variable ID: Fc Value: 300M	Variable ID: samp_rate_usrp_rx Value: 100M	Variable ID: B_usrp Value: 195.312k	Variable ID: ntaps Value: 64	Variable ID: Sps_o Value: 4	Variable ID: Sps Value: 4	Variable ID: Rs Value: 48.828k	Variable ID: BW Value: 46.3866k	Variable ID: Constellation Value: 1, 1j, -1, -1j			
Variable ID: payload Value: 128	Variable ID: NbpCode Value: 73	Variable ID: Rbi Value: 62.1889k	Import Import: cmath	Import Import: numpy	Import Import: fftpack	Import Import: random	Import Import: math	Variable ID: Bps Value: 2	Variable ID: M Value: 4	Variable ID: code1 Value: 01011001...01101010001	Variable ID: Rb Value: 97.655k

Este plano muestra la variación angular o rotación a la que fue sometido el USRP durante las medidas



Seguidamente se muestran los valores de potencia recibidos para cada variación en [dB]:

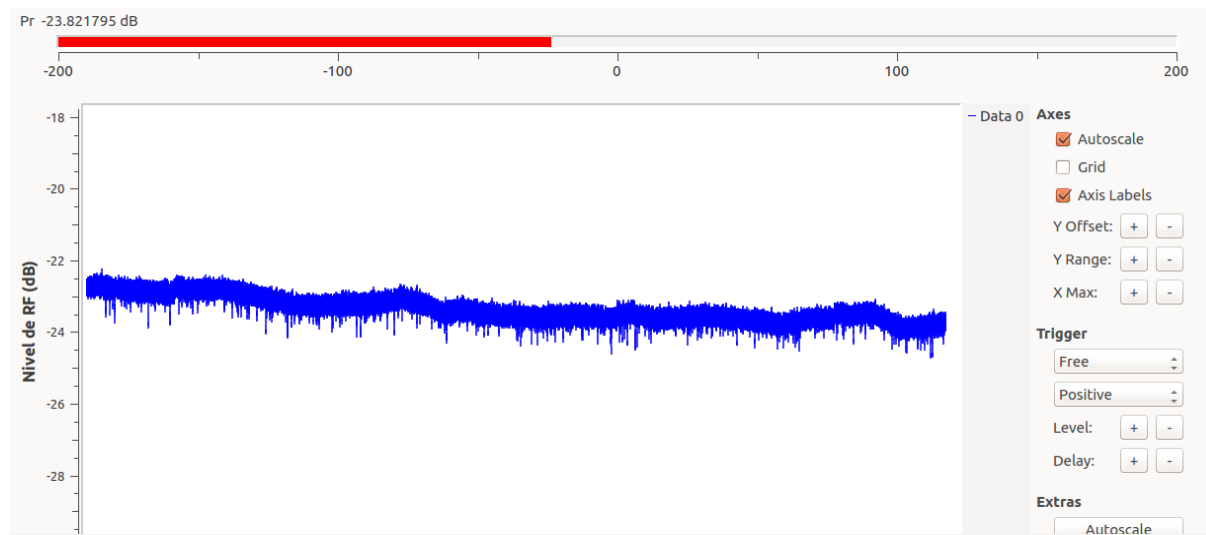
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
0	-21.93	-21.27	-22.31	-20.76	-21.39	-21.55	-21.11	-21	-22.03	-19.96	-19.51	-19.17	-19.55	-19.2	-19.55	-19.17	-19.51	-19.96	-22.03	-21.04	-21.11	-21.55	-21.39	-20.76	-22.31	-21.27	-21.93																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							</



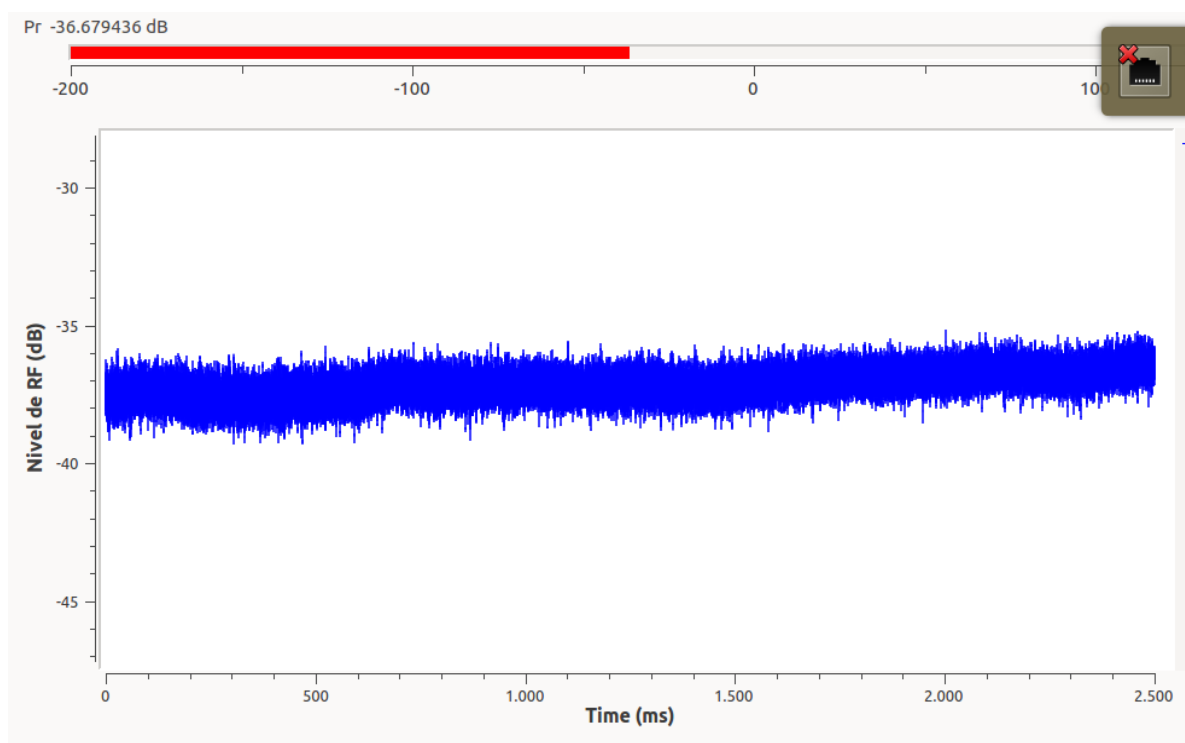
Los valores anteriores se linealizaron en la siguiente tabla:

0	0.0064	0.0075	0.0059	0.008	0.0073	0.007	0.0077	0.008	0.0063	0.0101	0.0112	0.012	0.0111	0.012	0.0111	0.0121	0.01119	0.010093	0.006266	0.00787	0.007745	0.006998	0.007261	0.008395	0.005875	0.007464488	0.006412096
0.17	0.0106	0.0112	0.012	0.01	0.0118	0.011	0.0102	0.011	0.0101	0.009	0.0105	0.011	0.0115	0.0112	0.0115	0.0115	0.01054	0.009016	0.010093	0.011015	0.010186	0.011041	0.011776	0.010233	0.011995	0.011194379	0.010616956
0.35	0.0131	0.0152	0.0139	0.012	0.015	0.014	0.015	0.013	0.0112	0.0106	0.0113	0.009	0.013	0.014	0.013	0.0086	0.01132	0.010568	0.01122	0.013243	0.015031	0.013709	0.014562	0.012134	0.0139	0.015240528	0.013121999
0.52	0.0112	0.0182	0.0117	0.013	0.0122	0.012	0.0113	0.009	0.0098	0.0101	0.0107	0.012	0.0121	0.0126	0.0121	0.0117	0.01067	0.010069	0.00984	0.009419	0.011272	0.011967	0.012246	0.012647	0.011668	0.018238957	0.01124605
0.7	0.0084	0.0076	0.0093	0.009	0.0095	0.009	0.008	0.008	0.0075	0.0064	0.0073	0.009	0.0104	0.0113	0.0104	0.0088	0.00726	0.006368	0.007499	0.008054	0.008017	0.009419	0.009506	0.008974	0.009268	0.007603263	0.008375293
0.87	0.0129	0.0096	0.0102	0.014	0.0107	0.013	0.0116	0.012	0.008	0.0101	0.0073	0.009	0.0082	0.0094	0.0082	0.0088	0.00726	0.010116	0.008035	85.70378	0.011588	0.012706	0.010666	0.013521	0.010209	0.00963829	0.012941958
1.05	0.0138	0.0146	0.0156	0.017	0.0129	0.018	0.0182	0.012	0.01	0.0079	0.006	0.01	0.0104	0.011	0.0104	0.0099	0.006	0.007943	0.01	0.012359	0.018197	0.018072	0.012853	0.017022	0.015596	0.014554591	0.013835664
1.22	0.0118	0.0132	0.0122	0.012	0.0084	0.011	0.0102	0.009	0.0083	0.0091	0.0077	0.011	0.01	0.0121	0.01	0.011	3E-212	0.009057	0.008299	0.00881	0.010186	0.010789	0.008395	0.011641	0.012162	0.013152248	0.011830416
1.57	0.011	0.0117	0.0124	0.016	0.0127	0.008	0.0124	0.009	0.0043	0.0031	0.0066	0.012	0.0173	0.0126	0.0173	0.0118	0.00659	0.003097	0.004285	0.008511	0.012445	0.007852	0.012735	0.015959	0.012388	0.011668096	0.010964782
1.92	0.0165	0.0113	0.01	0.009	0.01	0.011	0.0088	0.012	0.009	0.0068	0.008	0.008	0.0095	0.0126	0.0095	0.008	0.00804	0.006808	0.009036	0.01219	0.008831	0.01099	0.01	0.00869	0.01	0.011271975	0.016519618
2.27	0.0159	0.0167	0.0152	0.015	0.0158	0.013	0.0133	0.013	0.0126	0.0167	0.0121	0.009	0.0135	0.0112	0.0135	0.0088	0.01208	0.016749	0.01256	0.013274	0.013335	0.012942	0.015849	0.015031	0.015205	0.016749429	0.015885467
2.62	0.018	0.0183	0.0196	0.018	0.018	0.017	0.0158	0.013	0.0135	0.0146	0.0164	0.014	0.0131	0.0144	0.0131	0.0139	0.01637	0.014622	0.013459	0.012853	0.015849	0.016672	0.017989	0.018239	0.019634	0.018323144	0.017988709
2.97	0.0166	0.0133	0.0132	0.014	0.0128	0.016	0.0123	0.012	0.0119	0.013	0.0081	0.016	0.0211	0.0151	0.0211	0.0158	0.00807	0.013002	0.011858	0.01194	0.012331	0.015959	0.012794	0.0139	0.013213	0.013304544	0.0165577
3.14	0.0184	0.0201	0.0178	0.017	0.0185	0.016	0.0143	0.012	0.0088	0.0074	0.006	0.006	0.0084	0.0167	0.0084	0.0057	0.006	0.007413	0.00877	0.012274	0.014289	0.015524	0.01845	0.017498	0.017783	0.020090928	0.018365383
3.32	0.0166	0.0133	0.0132	0.014	0.0128	0.016	0.0123	0.012	0.0119	0.013	0.0081	0.016	0.0211	0.0151	0.0211	0.0158	0.00807	0.013002	0.011858	0.01194	0.012331	0.015959	0.012794	0.0139	0.013213	0.013304544	0.0165577
3.67	0.018	0.0183	0.0196	0.018	0.018	0.017	0.0158	0.013	0.0135	0.0146	0.0164	0.014	0.0131	0.0144	0.0131	0.0139	0.01637	0.014622	0.013459	0.012853	0.015849	0.016672	0.017989	0.018239	0.019634	0.018323144	0.017988709
4.01	0.0159	0.0167	0.0152	0.015	0.0158	0.013	0.0133	0.013	0.0126	0.0167	0.0121	0.009	0.0135	0.0112	0.0135	0.0088	0.01208	0.016749	0.01256	0.013274	0.013335	0.012942	0.015849	0.015031	0.015205	0.016749429	0.015885467
4.36	0.0165	0.0113	0.01	0.009	0.01	0.011	0.0088	0.012	0.009	0.0068	0.008	0.008	0.0095	0.0126	0.0095	0.008	0.00804	0.006808	0.009036	0.01219	0.008831	0.01099	0.01	0.00869	0.01	0.011271975	0.016519618
4.71	0.0111	0.0117	0.0124	0.016	0.0127	0.008	0.0124	0.009	0.0043	0.0031	0.0066	0.012	0.0173	0.0126	0.0173	0.0118	0.00659	0.003097	0.004285	0.008511	0.012445	0.007852	0.012735	0.015959	0.012388	0.011668096	0.010964782
5.06	0.0118	0.0132	0.0122	0.012	0.0084	0.011	0.0102	0.009	0.0083	0.0091	3E-212	0.011	0.01	0.0121	0.01	0.011	0.00766	0.009057	0.008299	0.00881	0.010186	0.010789	0.008395	0.011641	0.012162	0.013152248	0.011830416
5.24	0.0138	0.0146	0.0156	0.017	0.0129	0.018	0.0182	0.012	0.01	0.0079	0.006	0.01	0.0104	0.011	0.0104	0.0099	0.006	0.007943	0.01	0.012359	0.018197	0.018072	0.012853	0.017022	0.015596	0.014554591	0.013835664
5.41	0.0129	0.0096	0.0102	0.014	0.0107	0.013	0.0116	0.012	0.008	0.0101	0.0073	0.009	0.0082	0.0119	0.0082	0.0088	0.00726	0.010116	0.008035	0.011668	0.011588	0.012706	0.010666	0.013521	0.010209	0.00963829	0.012941958
5.59	0.0084	0.0076	0.0093	0.009	0.0095	0.009	0.008	0.008	0.0075	0.0064	0.0073	0.009	0.0104	0.009	0.0104	0.0088	0.00726	0.006368	0.007499	0.008054	0.008017	0.009419	0.009506	0.008974	0.009268	0.007603263	0.008375293
5.76	0.0112	0.0182	0.0117	0.013	0.0122	0.012	0.0113	0.009	0.0098	0.0101	0.0107	0.012	0.0121	0.0126	0.0121	0.0117	0.01067	0.010069	0.00984	0.009419	0.011272	0.011967	0.012246	0.012647	0.011668	0.018238957	0.01124605
5.93	0.0131	0.0152	0.0139	0.012	0.015	0.014	0.015	0.013	0.0112	0.0106	0.0113	0.009	0.013	0.014	0.013	0.0086	0.01132	0.010568	0.01122	0.013243	0.015031	0.013709	0.014562	0.012134	0.0139	0.015240528	0.013121999
6.11	0.0106	0.0112	0.012	0.01	0.0118	0.011	0.0102	0.011	0.0101	0.009	0.0105	0.011	0.0115	0.0112	0.0115	0.0115	0.01054	0.009016	0.010093	0.011015	0.010186	0.011041	0.011776	0.010233	0.011995	0.011194379	0.010616956
6.28	0.0064	0.0075	0.0059	0.008	0.0073	0.007	0.0077	0.008	0.0063	0.0101	0.0112	0.012	0.0111	0.012	0.0111	0.0121	0.01119	0.010093	0.006266	0.00787	0.007745	0.006998	0.007261	0.008395	0.005875	0.007464488	0.006412096

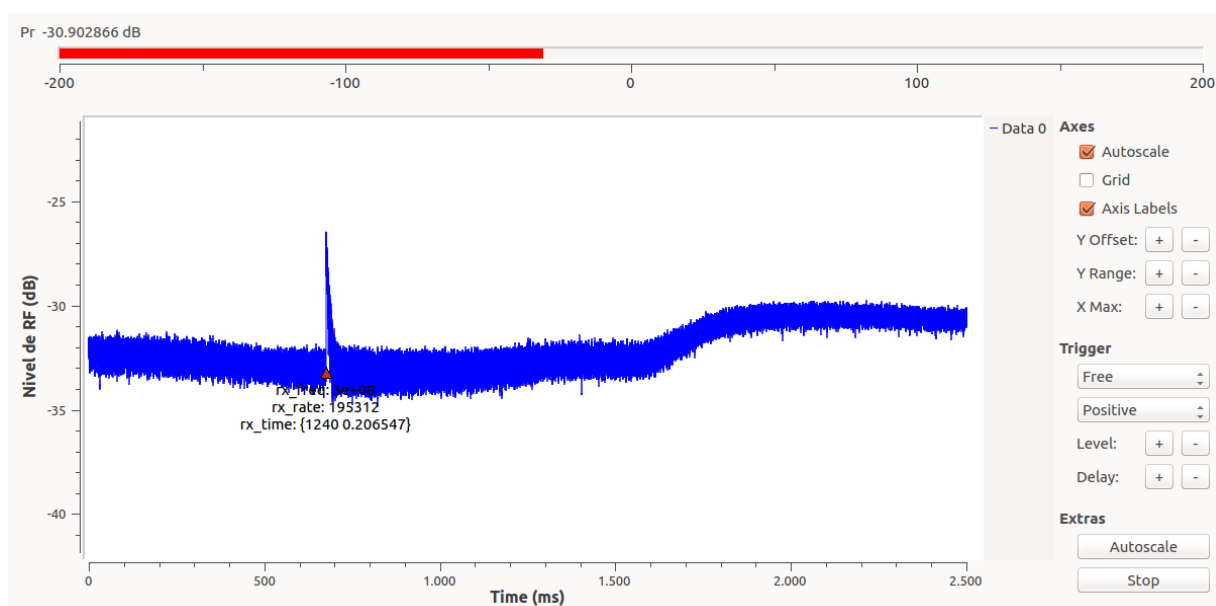
A continuación, se muestra la forma o comportamiento de la potencia recibida desde el software de GNU radio.



Evidencia con frecuencia central de 900 MHz a un ángulo de 180°.



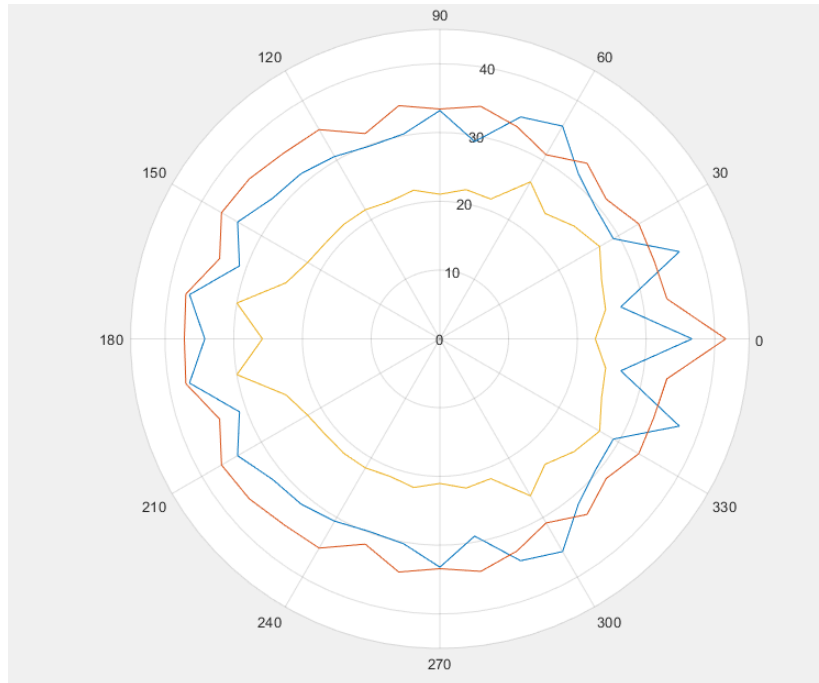
Evidencia con frecuencia central de 900 MHz a un ángulo de 150°.



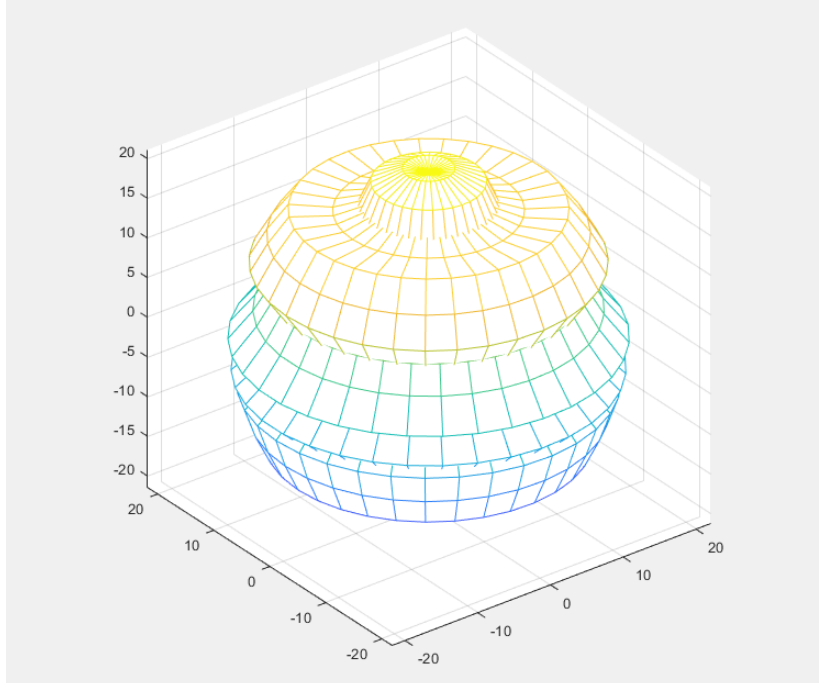


**Curvas de nivel y Patrones de radiación obtenidos usando Matlab después del tratamiento de los datos de potencia obtenidos.**

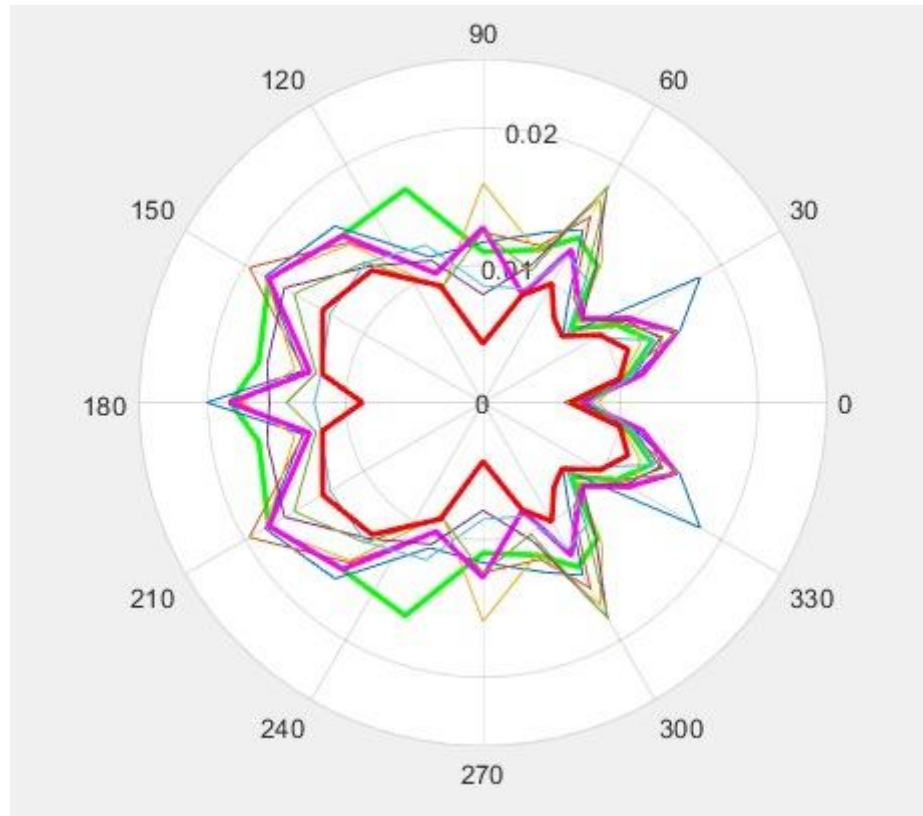
**Curvas de nivel para una baja cantidad de mediciones y variaciones**



**Patrón de radiación para una baja cantidad de mediciones y variaciones**

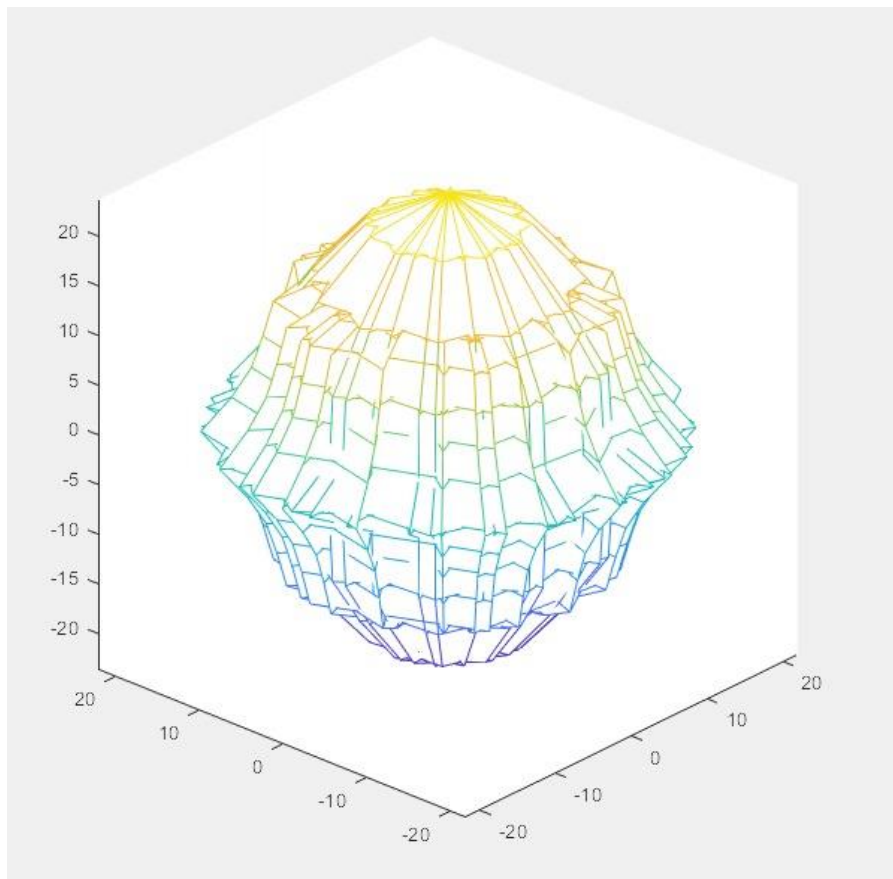


### Curvas de nivel para una alta cantidad de mediciones y variaciones



**Cabe recalcar que la curva de nivel verde refleja las potencias a 0° y la roja 90°**

### **Patrón de radiación para una alta cantidad de mediciones y variaciones**



### **CONCLUSIONES**

- 1) Es evidente que los patrones de radiación obtenidos no muestran la forma esférica ideal esperada, esto es debido a la cantidad de elementos en el espacio de transmisión que generan efectos como la multitrayectoria que atenúan la potencia de la señal transmitida
- 2) Cada tipo de antena posee un patrón de radiación diferente, es importante realizar las medidas de potencia en un ambiente propicio a fin de acercarse al modelo ideal de propagación.
- 3) Cabe resaltar que para generar el sólido de revolución que ayudó simular el patrón de radiación fue necesario obtener el plano de elevación el cual es la energía radiada por parte de la antena mapeada en un área definida.



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**  
**DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE TELECOMUNICACIONES**