

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

**ANALIZAR EXPERIMENTALMENTE EL COMPORTAMIENTO DEL INHIBIDOR DE SEÑALES APLICADO PARA LAS TECNOLOGÍAS GSM EN LA PLAZOLETA ITM, CAMPUS FRATERNIDAD**

**JOSÉ RAMIRO SANDOVAL USECHE**

Programa Académico

**INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES**

Director:

**ALEXANDER ARIAS LONDOÑO**

IEo. MSc.

**INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO**

**MEDELLÍN**

**2016**

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## RESUMEN

---

El presente trabajo de grado tuvo como finalidad, analizar experimentalmente el comportamiento de un inhibidor de señales. Se realiza el modelamiento matemático y simulación en Matlab, luego se aplica una metodología de medición para las tecnologías GSM en la plazoleta del ITM, CAMPUS FRATERNIDAD; teniendo en cuenta las principales causas físicas que producen la anulación de señales en el espectro electromagnético, mediante el análisis de señales transmitidas por las antenas sectoriales y posteriormente inhibidas por el bloqueador o JAMMER GSM.

Dicho instrumento es conocido como JAMMER inhibidor de señales GSM, el cual ha sido adaptado a espacios cortos comprendidos por áreas para dictar clases, dictar conferencias, dar misas y un sinnúmero de funciones que hacen referencia a educación y eventos que ameriten la concentración total, de la actividad que se esté realizando.

La metodología usada para la realización de dicho proyecto, se fundamentó en el estudio de los circuitos que generan este tipo de frecuencias, con las cuales se logra la anulación de las frecuencias requeridas, los tipos de circuitos que posiblemente se podrían construir y los alcances que en especial llegaran a cubrir las expectativas deseadas, con el rango de acción necesaria para las coberturas que se deseaban en este proyecto.

En este largo proceso de elaboración del JAMMER inhibidor de señal, se realizaron una serie de pruebas, como capturas de señal con software especializado, para dicha labor como lo fue el NETWORK SIGNAL MONITOR, especial para sistemas operativos ANDROID, con el cual, las tomas de cobertura de señal, de los operadores claro, TIGO, VIRGIN.

El circuito principal se dividió en cinco etapas el cual fue elaborado en software reconocido

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

mundialmente EAGLE, el cual con su fuerte soporte técnico de

Dispositivos electrónicos se logra relacionar las distintas partes, que en conjunto logran la funcionalidad de este inhibidor de señales, generando los distintos diagramas, las conexiones, los enlaces y la representación gráfica que nos da una idea clara de lo que se concluyó.

Por último, se realizaron pruebas de la eficiencia de este JAMMER en la plazoleta del campus ITM, de confraternidad, obteniéndose, una serie de datos que fueron capturados por el software NETWORK SIGNAL MONITOR, los cuales fueron analizados y tabulados en las hojas de cálculos procesándose, para dar resultados óptimos y precisos de lo que se pretendía hacer con el proyecto.

Palabras clave: JAMME GSM, Inhibidor Señales, Diseño Electrónico, Análisis Inhibidores.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## RECONOCIMIENTOS

---

Agradezco eternamente la inmensa ayuda del director del semillero de investigación INGENIERO ALEXANDER ARIAS, docente y director del proyecto, el cual, con sus inmensos conocimientos en las áreas de electrónica y telecomunicaciones, me brindo sus conocimientos y me guio en los momentos de incertidumbre e inseguridad, dándome una guía muy especial, y orientándome al camino más adecuado, hacia la consecución del objetivo propuesto, de una manera sencilla y muy amena.

Agradezco en especial al semillero de investigación en Tics del ITM, por su gran colaboración, por existir y por el gran potencial que posee, en las distintas direcciones en que me guio, en la orientación que me sugerido, en las inmensas profundidades de conocimientos que maneja y la diversidad de modalidades de investigación que propone al estudiante.

Agradezco también hay que tener en cuenta todos los recursos técnicos que se incluyeron en las elaboración del proyecto, como lo fueron el software Eagle, que me ayudo a la elaboración del esquemático y la placa para la consecución del circuito inhibidor de señal, también gracias a la obtención de información del software XIRIO, con el cual se lograron las mediciones del espectro electromagnético que abarca las zonas de cobertura de las antenas sectoriales ubicadas en el sector de Boston, en el ITM; por ultimo debo incluir el software NETWORK SIGNAL MONITOR, con el cual se capturaron los distintos datos de señal GSM, en las áreas del ITM, analizando el funcionamiento y la cobertura del JAMMER inhibidor de señal.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

# ACRÓNIMOS

---

**BJT:** Dispositivo electrónico cuyas siglas provienen de Bipolar Junction Transistor, que significa Transistor de Unión Bipolar. Está hecho habitualmente con silicio (Si) que es un material semiconductor. Uniendo dos tipos de semiconductor (unión PN) se forma el diodo de unión, y uniendo tres capas N-P-N o bien P-N-P se forma el transistor de unión o también llamado transistor BJT, y que es el más conocido de los transistores y el que primero se inventó.

**BNC** :(Bayoneta de Neil Concelman) Es un conector empleado para cable de tipo coaxial para señales de tipo RF (Radio Frecuencia). Se presenta con dos impedancias estándar: 50 y 75 ohm. Se suele utilizar en señales de vídeo, audio digital (S/PDIF) y comunicaciones (redes Ethernet).

**Dieléctrico:** La propiedad que tiene un material de aislar eléctricamente hablando. Los aislantes de los cables, por ejemplo, deben de ser buenos dieléctricos, así como los separadores de las placas de condensadores. Un buen dieléctrico es un pésimo conductor, y viceversa. Debido a ciertas propiedades intrínsecas de la materia (a nivel subatómico) los buenos conductores eléctricos lo son también del calor, y los no conductores (dieléctricos) son malos conductores de calor también. Así, la plata, el cobre, el oro, son excelentes conductores eléctricos y de calor. La mica, el vidrio, el aire, etc., son malos conductores.

**Decibelio (dBm):** Unidad de medida logarítmica que se emplea en acústica y telecomunicaciones, y es la décima parte del Belio. Por ser logarítmico es adecuado para las mediciones en acústica, pues el oído humano responde de forma parecida a una

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

escala logarítmica, mejor que a una escala lineal.

**Difracción:** Refiriéndose a una caja de altavoces, la pérdida por difracción ocurre en las bajas frecuencias cuando la caja está ubicada lejos de paredes y otras

Superficies. A altas frecuencias, el sonido se propaga a medio espacio, o sea, se propaga solamente en una semiesfera. Apenas se radia energía de agudos en la parte trasera de la caja. Para las bajas frecuencias, el altavoz radia en ambas semiesferas, delantera y trasera, o sea, radia en todas direcciones, o espacio completo. Debido a esto, es fácil comprender que la densidad energética es menor para las frecuencias bajas que para las agudas, y hay que compensar esta pérdida, que suele rondar los 6 dB.

**EMI:** Electromagnética interferencia, interferencia que se crea en un circuito que es alcanzado por una frecuencia más alta, modificando su resultado final de onda específica.

**EMC:** Electromagnética compatibilidad, compatibilidad electromagnética, consiste en el estudio de los diferentes mecanismos, para lograr eliminar, disminuir y prevenir los diferentes efectos de acoplamiento, entre equipos eléctricos o electrónicos y el sistema electromagnético en que se desempeña.

**EMS:** susceptibilidad electromagnética, es la incapacidad de un Sistema de responder funcionalmente sin mostrar degradación, cuando se presenta una onda electromagnética y perturbación electromagnética, es decir sistema que presenta alta medida de sensibilidad a los campos electromagnéticos que interfieren en su funcionamiento.

**RFI:** interferencia de radiofrecuencia, es la onda que, en el espacio libre del espectro electromagnético, logra hacer interferencia ya sea con información o mediante ruido blanco, con gran densidad espectral.

**DSR:** Desvanecimiento de la señal radioeléctrica, la señal recorre por varios caminos antes e llegar al receptor, donde se produce una suma e señales interferentes.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Reflexiones: la señal se refleja y se absorbe por una superficie. Los conductores perfectos reflejan toda la señal. La influencia de otros materiales depende de su grosor y textura y propiedades dieléctricas, así como el ángulo de incidencia o la longitud de onda de la señal. Como ejemplo se tiene la superficie terrestre, los edificios o las paredes.

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## TABLA DE CONTENIDO

OBJETIVOS .....	10
INTRODUCCIÓN .....	11
1. MARCO TEÓRICO .....	14
1.1. INHIBIDORES DE SEÑAL GSM .....	14
1.2. FISICA DE LOS INHIBIDORES DE SEÑAL .....	15
1.3. JAMMER ANALISIS CON MATLAB.....	17
1.3.1. CODIGO EN MATLAB FACTOR RANGO DE REDUCCION (RFF) .....	22
2.1. COMPONENTES DE UN JAMMER.....	26
2.1.1. FUENTE DE PODER .....	27
2.1.2. SECCION DE SINTONIZACION.....	28
2.1.3. SECCION DE RADIO FRECUENCIAS .....	28
2.1.4. ANTENA.....	29
2.2. ESTUDIO DE LOS DIFERENTES TIPOS DE JAMMER Y SU UTILIZACION .....	30
2.2.3. TIPO A DISPOSITIVO JAMMER POR RUIDO .....	32
2.2.4. TIPO B JAMMER POR RUIDO DE BANDA ANCHA .....	33
2.2.5. TIPO C JAMMER POR RUIDO DE BANDA-PARCIAL .....	33
2.2.6. TIPO D JAMMER POR RUIDO DE BANDA ANGOSTA.....	34
2.2.5. TIPO E JAMMER POR TONOS .....	35
2.3. LEGISLACION FRENTE A LOS INHIBIDORES .....	36
3. METODOLOGÍA .....	38
3.1.1. ANALISIS EXPERIMENTAL DE LAS SEÑALES GSM, SIN INHIBIDOR DE SEÑALES GSM, EN LA PLAZOLETA DEL ITM, CAMPUS FRATERNIAD, CON OPERADOR CLARO.....	39
3.1.2. ANALISIS EXPERIMENTAL DE LAS SEÑALES GSM, SIN INHIBIDOR DE SEÑAL GSM, EN LA PLAZOLETA DEL ITM, CAMPUS FRATERNIAD, CON OPERADORE MOVISTAR.....	47
3.2. ANALISIS EXPERIMENTAL DE LAS SEÑALES GSM, CON INHIBIDOR EN LA PLAZOLETA DEL ITM CAMPUS FRATERNIDAD.....	51
3.2.1. ANALISIS ESPECTRAL DE LA BANDA DE FRECUENCIA GSM 850 MHZ, EN LA PLAZOLETA DEL ITM.....	51

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3.3.2. CAPTURA DE DATOS EN PUNTOS DE CIRCUNFERENCIA A 45 GRADOS, CON INHIBIDOR DE SEÑAL GSM.....	54
3.3.3. CAPTURA DE DATOS EN PUNTOS DE CIRCUNFERENCIA A 90 GRADOS .....	58
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	62
4.1. ANALISIS SEÑALES GSM, CAMPUS FRATERNIDAD. ....	62
4.2. ANALISIS EXPERIMENTAL DE LAS SEÑELS GSM, CON INHIBIDOR DE SEÑAL GSM. ....	65
5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO .....	67
5.1. CONCLUSION GENERAL.....	67
5.2. COCLUSIONES ESPECÍFICAS.....	68
5.3. RECOMENDACIONES.....	69
REFERENCIAS .....	71
APÉNDICE .....	74
I. ANALISIS DE LOS CIRCUITOS PARA LOS INHIBIDORES DE SEÑAL GSM. ....	74
II. MEDICIONES EN EL CAMPUS FRETERNIDAD ITM .....	93

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## OBJETIVOS

---

### OBJETIVO GENERAL

Analizar experimentalmente el comportamiento del inhibidor de señales aplicado para las tecnologías GSM en la plazoleta ITM, Campus Fraternidad.

### OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Analizar experimentalmente las señales GSM en la plazoleta del ITM, Campus Fraternidad.
2. Realizar un estudio de los diferentes tipos de JAMMER y su utilización.
3. Analizar los circuitos para los inhibidores de señales GSM.
4. Evaluar el comportamiento de un JAMMER GSM en el campus Fraternidad.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## INTRODUCCIÓN

---

En la actualidad la sociedad evoluciona en gran escala en lo referente a la tecnología y la innovación de esta, presentando una serie de emisiones de frecuencias en el entorno, de las comunicaciones, vemos cada día la saturación de frecuencias GSM, invadiendo todos los rincones de cada espacio que habitan los seres de una sociedad que avanza sin límites; saturando, modificando el entorno de todo lo que tocan las ondas electromagnéticas, afectando ciertos lugares que deben ser de preferencia. Nace una necesidad de excluir ciertas partes, ciertos lugares, ciertos rincones, ciertas zonas, para que las emisiones de las antenas sectoriales no las alcancen, llevando a crear de una manera sustitutiva un elemento clave para la mejora y la salubridad de espacios para mejor convivencia, un sano relacionar entre las personas que se interactúan en determinados lugares, desarrollándose nulidad de dichas frecuencias GSM.

Por motivos de mejorar la calidad de vida, se utiliza un JAMMER inhibidor de señales GSM, un prototipo de instrumento electrónico, que es capaz de efectuar una serie de emisiones de frecuencias que en la práctica ha demostrado la anulación de señales, que presentan las mismas características en el espectro electromagnético, con una eficiencia alta y muy significativa, en espacios reducidos.

En un ambiente grande como lo son las nuevas sociedades, que a pasos agigantados avanzan sin dar descanso, las necesidades de tranquilidad, de aislamiento de experimentar el vacío electromagnético, de ciertas emisiones que nos afectan de una u otra medida para el silencio la meditación, en actividades que necesitan el confinamiento y aun aislamiento sin perturbaciones.

El JAMMER inhibidor de señales GSM, ha generado grandes resultados, como lo ha demostrado en las iglesias y centros educativos donde se dicta catedra, y en una

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Serie de lugares que ameritan el silencio y el aislamiento, evitando frecuencias que pueden perturbar la concentración para actividades de entendimiento o actividades de meditación.

En el CAPITULO UNO, se realizará especificación de lo que es un inhibidor de señales GSM, se explicara la física de los inhibidores de señal GSM, se realizara un análisis del rango de reducción con MATLAB, se efectuara un programa en matlab, para mostrar el funcionamiento de un JAMMER, con gráficos logarítmicos.

En el CAPITULO DOS, se habla de los componentes de un JAMMER GSM, posteriormente se especifican los diferentes tipos de JAMMER y su utilización en el mundo actual y por último el capítulo termina con la legislación que serie en Colombia.

En el CAPITULO TRES, trata de la metodología del desarrollo del texto, se hará la demostración experimental del análisis de las señales GSM, en la plazoleta del ITM, Campus Fraternidad. Se realiza un análisis espectral, de la frecuencia 850 MHz, en el con el JAMMER inhibidor GSM, en el Campus Fraternidad. Se realiza tomas de muestras con el JAMMER GSM, en ángulos de 45 grados y 90 grados, en el Campus Fraternidad.

En el CAPITULO CUATRO, se habla de los resultados de las señales GSM emitidas por la estación base, llegando a la zona del ITM, Campus Fraternidad, llevando consigo la cobertura de dicho sector; se darán conclusiones de la intensidad de la señal, como llega y cuál es su nivel de cobertura, por medio de graficas estadísticas se explica el comportamiento de las señales. Se realiza un estudio de la inhibición de la frecuencia 850 MHz, con el inhibidor de señales GSM, por medio de graficas realizadas estadísticamente se determina los valores en dBm, que se dio como resultado en la experimentación.

En el CAPITULO CINCO, se realizan las conclusiones, teniendo en cuenta el objetivo

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

general propuesto y por ende este capítulo se desarrolla teniendo en cuenta los objetivos específicos que se plantearon al inicio del trabajo.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

# 1. MARCO TEÓRICO

---

Los inhibidores corresponden a circuitos transmisores que no permiten que se completen los esquemas de las comunicaciones inalámbricas y con ello impedir el proceso de transmisión o recepción. Los Inhibidores son llamados “JAMMER”. Para el conocimiento de los inhibidores es necesario dentro del marco teórico definir: las aplicaciones con GSM, la física de los inhibidores, los componentes, los tipos de JAMMER y la legislación que rige estos sistemas. Estos temas se tratarán a continuación en la sección 2.1 a 2.5 para con ello hacer un recuento rápido y que el lector conozca algunos aspectos importantes de los inhibidores.

## 1.1. INHIBIDORES DE SEÑAL GSM

Los inhibidores de señal se utilizan en espacios que albergan gran cantidad de personas que usan dispositivos móviles con señales GSM. Estos dispositivos se emplean en diferentes instituciones como hospitales, iglesias, cárceles, instituciones financieras y universidades. Las aplicaciones van desde seguridad a creación de ambientes libres de ruido y con mayor tranquilidad. Los JAMMERS o inhibidores de señales GSM, son de fácil manejo e instalación. En la Figura 1, se observa un JAMMER típico que puede inhibir 4 tipos de señal, cada una con su respectiva antena.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Figura 1. JAMMER inhibidor de señales GSM.

El modelamiento físico de las señales GSM, funciona igual que una señal en UHF, la cual se puede interferir o anular. En la historia de la segunda guerra, en los campos de batalla se anulaban las señales con inhibidores de gran potencia, esto confundía al enemigo alterando las señales de los radares, y evitando ser ubicados. Lo anterior desató una guerra de frecuencias las cuales debían tener un trato especial en cada caso.

## 1.2. FÍSICA DE LOS INHIBIDORES DE SEÑAL

Un inhibidor de señal, es un dispositivo electrónico que impide la comunicación en un determinado rango de frecuencias, mediante interferencias que se generan por los osciladores. Su funcionamiento básico consiste en señales que se transmiten en el espectro radioeléctrico, como cualquier tipo de señal transmitida por RF, una conexión de datos móviles puede ser interrumpida, inhibida, perturbada por una señal emitida de mayor potencia.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Figura 2. Esquema bloqueo señal GSM.

Como se observa en la Figura 2, los inhibidores de señal GSM, emiten señales u ondas de radio, en las mismas bandas de frecuencia que los teléfonos móviles, con determinada energía suficiente para colisionar con las señales de los móviles e impedir las comunicaciones interfiriendo en el servicio que se está prestando a los usuarios, mientras estén estos dentro del radio de cobertura o zona del alcance del inhibidor, lo cual generara un mensaje en las pantallas de los celulares, explicando que no hay cobertura.

Los inhibidores de señal, generan ataques denegando la utilización del servicio, dominando el espectro de radiofrecuencias, para que sea en este caso inaccesible.

Los inhibidores de frecuencia trabajan de una manera práctica y muy trivial. El circuito está compuesto por un oscilador que genera la seña, un generador de ruido blanco y una antena que trasmite. Los inhibidores se encuentran de todo tipo, bloquean WIFI, bloquean GPS, en este caso se tratará el que bloquea señales GSM, hasta los de gran complejidad que trabajan en varias bandas de frecuencias.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

### 1.3. JAMMER ANALISIS CON MATLAB

Los bloqueadores de señal interfieren las otras señales con la señal de ruido de ruido blanco en todo el ancho de banda operativo, por lo tanto, esto reduce el nivel de la señal a recibir en el receptor lo cual hace complejo las detecciones de las frecuencias que se quieran transmitir, los bloqueadores cumplen función de enmascarado res, aprovechando al máximo la ganancia de la antena para amplificar el ruido emitido de la señal, generando la interferencia.

Se puede aprovechar la máxima ganancia de antena para amplificar el ruido emitido por esta; alternativamente, los bloqueadores representan lóbulos laterales en la emisión de la señal y utilizan más potencia, para funcionar con un alcance mucho más potente generando interferencias de haz en el emisor de frecuencias. Principales emisores de interferencias de presa del rayo pueden ser desplegados con tal exactitud que puede llegar a abarcar distancias más largas de las especificadas en el rango de cálculo apreciado.

El bloqueador es efectivo cuando la señal de interferencia bloque eficientemente la transmisión, en las comunicaciones digitales, la tasa de error de la transmisión no puede ser compensada por la corrección de errores. Por lo general, un ataque exitoso de interferencia requiere que la potencia de emisión sea aproximadamente igual a la señal de potencia en el receptor del dispositivo móvil.

En esta sección se deriva la relación J/S de la ecuación rango de bloqueo de un solo sentido para J y la ecuación gama de dos vías de señal S, y se ocupa exclusivamente de (transmisión) dispositivos activos o sistemas ECM. Por otra parte, el único propósito de la ECM es considerada para bloquear el procesamiento de información de destino.

El ECM activa es comúnmente llamado bloqueo, y los cálculos de la señal de ECM en el radar en comparación con la señal del objetivo en el radar comúnmente se refieren a la relación de interferencia a la señal.

La ecuación general de la relación bloqueo a la señal se da como sigue:

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

$$\frac{J}{S} = \frac{P_j G_{jr} G_{rj} R_{tr}^2 L_r B_r}{P_t G_{tr} G_{rt} R_{jr}^2 L_j B_j}$$

Ecuación 1. Ecuación general del JAMMER.

Como se puede observar en la Ecuación 1 donde:

$P_j$  = potencia interferente.

$G_{jr}$  = ganancia de la antena de emisión al receptor.

$G_{rj}$  = ganancia de la antena del receptor al bloqueador.

$R_{tr}^2$  = rango entre el transmisor de comunicación y el receptor, el ancho de banda.  $B_r$  = receptor de comunicaciones.

$L_r$  = señal de comunicación.

$P_t$  = potencia del transmisor.

$G_{tr}$  = ganancia de la antena del transmisor al receptor.

$T_{rb}$  = ganancia de la antena del receptor al transmisor.

$R_{jr}$  = rango entre emisión y receptor de comunicaciones.

$B_j$  = ancho de banda de emisión.

$L_j$  = pérdida de señal.

La ecuación anterior indica que el bloqueador de potencia efectiva radiada, que es el producto de la ganancia de la antena y la potencia de salida, debe ser alto si el bloqueo de eficiencia es requerido. Por otra parte, con el fin de evitar interferencia, la ganancia de antena hacia el receptor de comunicación debería ser lo más alto posible mientras que la

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

ganancia hacia el bloqueador debe ser tan pequeña como sea posible. Como muestra la Ecuación 1. (jisrawi, 2010)

Para GSM, el sistema especificado SNR es 9 dB que será utilizado como el peor de los casos para la emisión. La potencia máxima en el  $P_r$  del dispositivo móvil es -15 dBm.

En general el JAMMER bloqueador de señales GSM, es considerado un excelente operador en el ancho de banda,  $B_j$  en la ecuación del JAMMER corresponde a la potencia efectiva radiada ERP y es proporcional a la potencia transmitida de bloqueo  $P_j$ , como se especifica claramente en la Ecuación 2.

$$ERP = \frac{P_j G_j}{L_j}$$

Ecuación 2. Potencia efectiva radiada.

Como se observa en la Ecuación 2 la cantidad de potencia emitida, se distribuye igualmente por todas las direcciones, para producir la densidad apropiada de frecuencias llegando a su máxima ganancia.

El JAMMER inhibidor de señales GSM, dispositivo que posee un rango de operatividad R, considere el bloqueo dado en la señal por la relación señal/ruido, que se da en la Ecuación 3.

$$SNR = \frac{P_t G^2 \lambda^2 \sigma}{A = \pi r^2 (4\pi)^3 K T_s B_r L R^4}$$

Ecuación 3. Relación señal JAMMER.

La proporción que existe entre la entre la frecuencia que se transmite y la potencia Del ruido que daña la señal, es un margen que se determina en decibelios.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

$$F = \frac{(S/R)_{ent}}{(S/R)_{sal}}$$

Ecuación 4. Factor ruido.

La magnitud ruido generada por el dispositivo electrónico, se expresa por el factor ruido, en la F, como se observa en Ecuación 4, que equivale a dividir la relación señal/ruido en la entrada por la relación señal/ruido salida, cuando los valores de señal ruido se expresan en números simples.

Donde el factor de reducción de rango (RRF), hace referencia a la inhibición del JAMMER, en determinado rango que posee de cobertura R, donde logra perturbar la señal del emisor, con precisión se explica en la Ecuación 5.

$$R_{dj} = R * RRF$$

Ecuación 5. Rango de emisión.

En orden computacional RRF, es la caracterización del JAMMER, el cual está relacionado en la Ecuación 3, donde su potencia de salida posee una densidad espectral  $J_o$ , dichas emisiones en el receptor causan un bloqueo o interferencia, saturada por el ruido blanco o densidad espectral.

$$J = KT_j B_r$$

Ecuación 6. Relación potencia/emisión en receptor.

Donde  $T_j$ , equivale a la temperatura efectiva del JAMMER, se deduce que la emisión de ruido es más potente en el receptor al cual se desea interferir  $B_r$ , Ecuación 6.

$$N_i + J = KT_s B_r KT_j B_r$$

Ecuación 7. Señal mono estática.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

En el caso de que el rango de emisión del JAMMER está ahora limitado por la señal de receptor  $B_r$  a ruido SNR, más precisamente  $T_s$ .

$$\frac{S}{J + N} = \frac{P_t G^2 \lambda^2}{(4\pi)^3 K(T_s T_j) LR^4}$$

Ecuación 8. Relación emisión ruido receptor.

La cantidad de reducción en la relación señal a ruido más interferencia debido al efecto perturbador puede ser equipo de la diferencia entre Ecuación 3 y Ecuación 8 se expresa en dB por

$$Y = 10.0 * \text{Log}\left(1 + \frac{T_j}{T_s}\right)$$

Ecuación 9. Efecto de interferencia JAMMER.

Como se observa el valor de RRF está dado en Ecuación 9.

Para mostrar valor típico para el RRF frente a la gama de longitud de onda del radar y detección usando los siguientes parámetros.

Pérdida de espacio libre La pérdida en el espacio libre o de pérdida de trayecto viene dada por:

$$\text{dB} = 32.44 + 20 \text{ Log } d(\text{m}) + 20 \text{ Log } f (\text{MHz})$$

Ecuación 10. Perdidas por espacio libre.

La pérdida de espacio libre como se observa en la Ecuación 10, en el máximo o peor caso (F) sucede cuando se utiliza la frecuencia máxima en la ecuación anterior.

El uso de 1.900MHz se obtiene:

$$F (\text{dB}) = 32,44 + 30 \log 20 + 20 \log 1900$$

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

$$F = 58 \text{ dB}$$

El uso de 850MHz se obtiene:

$$F \text{ (dB)} = 32,44 + 30 \log 20 + 20 \log 850 \text{ que da}$$

$$F = 58 \text{ dB}$$

### 1.3.1. CODIGO EN MATLAB FACTOR RANGO DE REDUCCION (RFF)

La representación gráfica que se aplica en la señal de JAMMER inhibidor de señales GSM, requiere de un cálculo matemático y de visualización, mediante el procesamiento de señales y el análisis numérico. Por medio de MATLAB, para lograr definir el comportamiento de la señal que se genera como onda triangular; en el presente capítulo se realiza el código que genera el comportamiento efectivo de la señal y posteriormente la gráfica logarítmica de inhibición por parte del JAMMER, generando la gráfica correspondiente.

Siguiendo con el procedimiento, la generación de la portadora de ruido en MATLAB, se ocasiona un índice de interferencia en la sección de la amplitud de la onda que se pretende transmitir, en la distancia determinada; entre el emisor y el receptor, lo cual genera una gráfica logarítmica decreciente, la cual simula los cambios de niveles de dBm, simulando los cambios de la señal que se desea inhibir.

Con una serie de funciones en MATLAB, se puede demostrar la eficiencia de un inhibidor de señales GSM, en la siguiente secuencia de comandos se logra observar la gráfica logarítmica que resulta de un barrido de frecuencia, donde intervienen las interferencias provocadas por el JAMMER.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

El FFR, (factor rango de reducción), indica el índice de intensidad de señal que se transmite por el espectro electromagnético, el inhibidor de señal JAMMER, aplica la señal de ruido; reduciendo significativamente el FFR. En teoría su funcionalidad, consiste en tener una señal que transmite cierta información y por medio de una señal que es más fuerte genera un bloqueo o inhibición, evitando su transmisión al receptor (jisrawi, 2010).

```

semilogx(w, rrf, 'k')

grid

xlabel('longitud de onda en metros')

ylabel('Rango factor de reduccion')

index=0;

for ran= range*.3:10:rangej*2

    index=index+1;

    jammer_temp = (pj*gj_10*g_10*lambda^2)/...

        (4.0^2*pi^2*k*bj*lossj_10*(ran*1000)^2);

    delta=10.0*log10(1.0+(jammer_temp/te));

    rrf(index)=10^(-delta/40.0);

end

```

Como se observa en la Figura 3, el FFR o factor rango de reducción de la señal modulada, se hace efectiva en su rango de emisión donde se combina una serie de frecuencias, que se expanden en el espectro electromagnético, alcanzando la cobertura necesaria para cubrir la distancia específica calculada de la señal, tanto en metros para que sea efectiva.

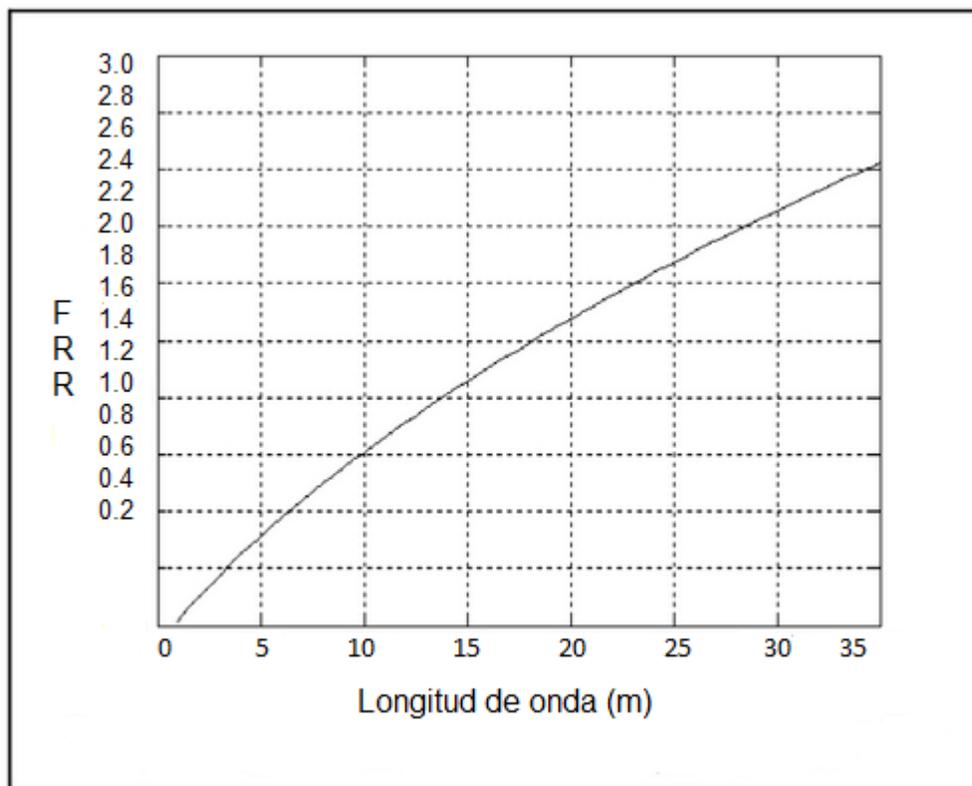


Figura 3. Caracterización Factor rango reducción.

```

ranvar = rangej*.3:10:rangej*2;
plot(ranvar,rrfl,'k')
grid
xlabel('bloqueador rango en metros')
ylabel('Factor rango de reduccion')
index = 0;
for pjvar = pj*0.1:100:pj*2
    index = index + 1;
    jammer_temp = (pjvar * gj_10 * g_10 * lambda^2)/...
        (4.0^2 * pi^2 * k * bj * lossj_10 * (rangej * 1000.0)^2);
    delta = 10.0 * log10(1.0 + (jammer_temp/te));
    rrfl(index) = 10^(-delta/40.0);

```

end

Como se observa en la Figura 4, la caída del FRR, es efectiva cuando se aplica la señal del JAMMER, inhibidor de señales GSM, al aplicar la señal con la potencia adecuada en decibelios, se observa claramente como la frecuencia que posee un alcance en metros es reducida.

El parámetro de radio de acción de los bloqueadores de celular puede variar desde algunas docenas de metros en modelos muy bien adecuados y lograr un RFF, en espacios muy prolongados.

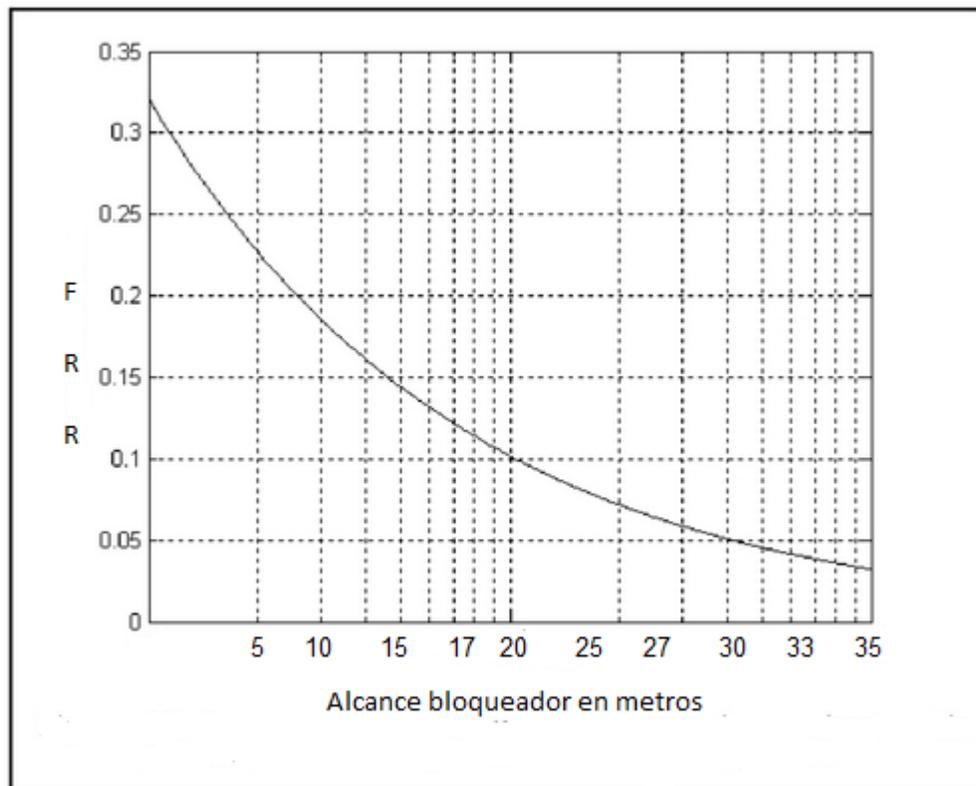


Figura 4. Gráfica factor de reducción.

## 2. ESTRUCTURA DE UN JAMMER

En el capítulo que se pretende iniciar se realizó un estudio de los componentes de un inhibidor de señales GSM, partiendo de sus componentes eléctricos y electrónicos, que se organizan por secciones, se explicara cada una de ellas de manera específica. Posteriormente se hará una introducción al mundo de los JAMMER, en cuanto a las clases que hay referentes a la inhibición de señales GSM, se nombraran y se explicara su utilización. Posteriormente se realiza un estudio de la parte legal, de la norma que permite el uso y hasta qué punto se restringe.

### 2.1. COMPONENTES DE UN JAMMER

Los componentes de un JAMMER, se dividen en fuente de alimentación, circuito oscilador de 45 MHz, circuito sintetizador, circuito de ruido blanco, circuito amplificador, antenas omnidireccionales. Este conjunto de circuitos interconectados, generan un JAMMER inhibidor de señales GSM, en las frecuencias de 850 MHz y 1900 MHz.

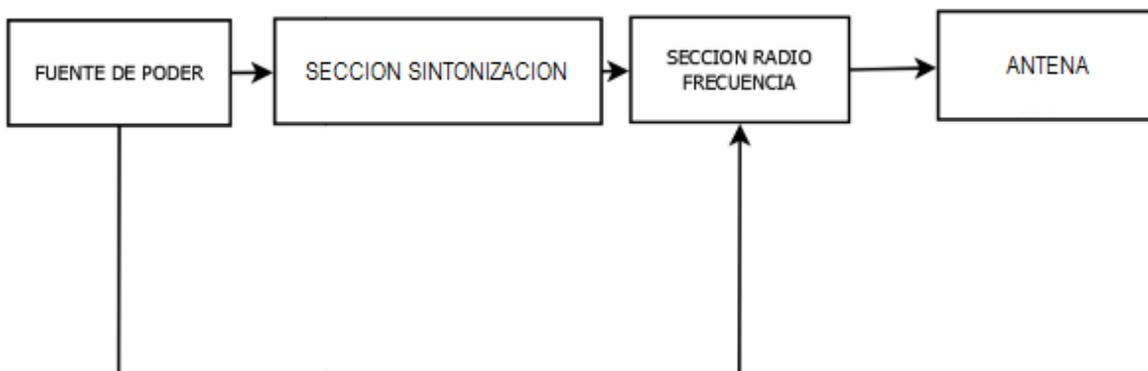


Figura 5. Secciones de un JAMMER.

Como se observa la Figura 5, las diferentes secciones del JAMMER están integradas por la fuente de poder, que suministra la tensión necesaria, para que funcione el circuito, la sección de sintonización, donde interviene los osciladores, la sección de radio frecuencia donde se amplifica la señal a transmitir, la señal que se va a transmitir para generar el

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

bloqueo y la posterior interferencia de frecuencias que se van a encontrar dando como resultado el proceso de la interrupción de la comunicación GSM.

### 2.1.1. FUENTE DE PODER

El sistema que otorga la electricidad imprescindible para alimentar el circuito JAMMER, la cual logra transmitir corriente eléctrica por la diferencia de potencial de bornes. Tiene como propósito transformar la tensión alterna de la red industrial en una tensión continua. Aprovecha las utilidades de un rectificador, de un fusible y demás partes electrónicas.

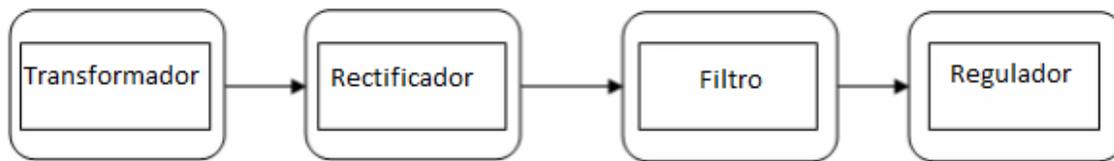


Figura 6. Fuente de alimentación.

Como se observa en la Figura 6, se transforma la energía eléctrica mediante transistores mientras que un regulador de tensión utiliza transistores polarizados en su región activa de amplificación, la fuente utiliza los mismos elementos de una fuente lineal, en este caso se trabaja con una fuente conmutada que es más compleja.

La regulación se obtiene con el circuito PWM (pulse with modulation) que cambia el ciclo de trabajo. Aquí las funciones del transformador son las mismas que para fuentes lineales. El segundo rectificador convierte la señal alterna pulsante que llega del transformador en un valor continuo. La salida puede ser también un filtro de condensador o uno del tipo bobina condensador.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

### 2.1.2. SECCION DE SINTONIZACION

La señal que en la radio frecuencia se emplea el principio superheterodino se obtiene de la mezcla de la señal sintonizada en antena con una frecuencia variable generada localmente en el propio sistema electrónico, mediante un oscilador.

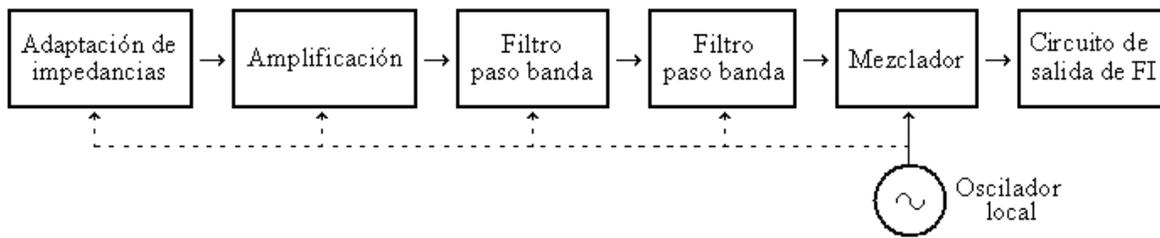


Figura 7. Etapas circuito sintonizador.

Como se observa en la Figura 7, las diferentes etapas de adaptación de la señal, partiendo de la adaptación de las impedancias, posteriormente la amplificación de esta señal; pasando por dos dispositivos electrónicos de filtro pasa banda, luego sigue la sección del mezclador, llegando así al oscilador que es un circuito VCO, generando en el circuito de salida una frecuencia calculada y precisa.

### 2.1.3. SECCION DE RADIO FRECUENCIAS

Esta es la parte más importante de la emisión, ya que la salida de esta sección será Interfaz con el móvil. La sección de RF consta de partes importantes y principales,

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

controlado por voltaje oscilador VCO, amplificador de potencia y la antena.

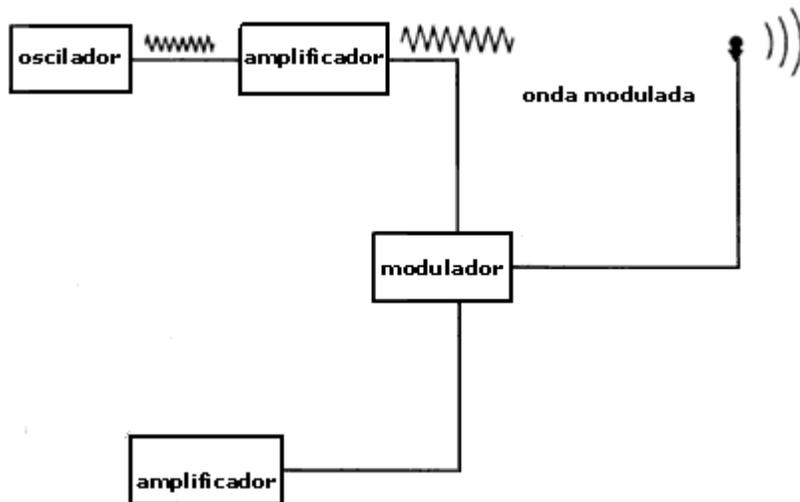


Figura 8. Esquema de circuito radiofrecuencia JAMMER.

Como se observa en la Figura 8, el proceso de las radiofrecuencias se emplea para enviar las ondas por el espectro electromagnético; el diseño del circuito consta de oscilador para generar una frecuencia de 45 MHz, para luego pasarla por el amplificador, modular la señal, mediante este determinístico proceso, montar esta señal en un onda modulada y posteriormente transmitirla por una antena.

El oscilador controlado por tensión (VCO) es el corazón de la sección RF. Es el dispositivo que genera la señal de RF que puede interferir con el teléfono celular. La salida del VCO tiene una frecuencia que es proporcional a la tensión de entrada, por lo tanto, se puede controlar la salida frecuencia cambiando la tensión de entrada. Cuando la tensión de entrada es DC, la salida es una frecuencia específica, mientras que, si la entrada es una forma de onda triangular, la salida se abarca un específico rango de frecuencia. En nuestro diseño, tenemos que encontrar un VCO para GSM 900 y GSM 1800. Lo más importante, debe cubrir las bandas que necesitan ser bloqueadas.

#### 2.1.4. ANTENA

Cada circuito diseñado, específicamente genera una señal y posee una antena como se observa en la Figura 9, que depende de las características del diseño de ingeniería que

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

pretenda usar, la funcionalidad es la enviar la frecuencia a determinada distancia ya sea en metros o en kilómetros; algunas están dentro de un armario eléctrico. En dispositivos más especiales, las antenas son ubicadas en lugar externo del circuito para proporcionar mayor alcance omnidireccional, ajustándose a las frecuencias en que se diseñó el inhibidor de señal.

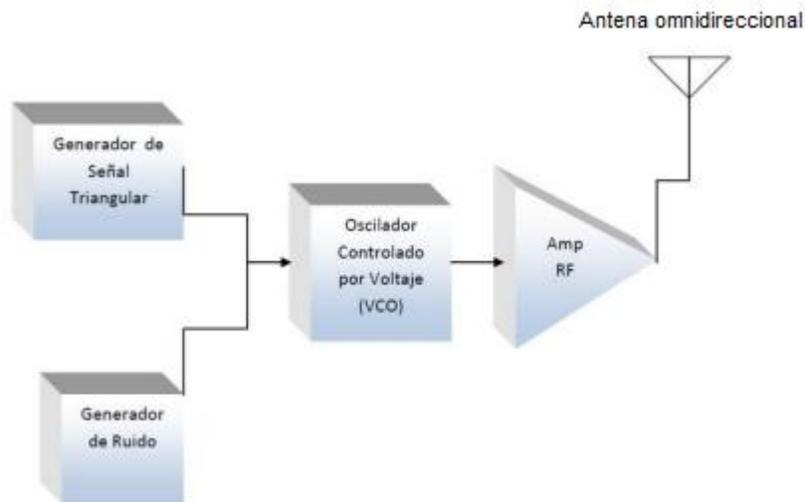


Figura 9. Esquema de la interconexión antena omnidireccional.

Algunos dispositivos pueden y tiene la capacidad de almacenar las frecuencias que han desarrollado en la etapa de oscilación, para más tarde ser enviadas y dar el uso necesario en un ciclo repetido de esas frecuencias.

## 2.2. ESTUDIO DE LOS DIFERENTES TIPOS DE JAMMER Y SU UTILIZACION

Existen distintos tipos de inhibidores de señal, encontramos una serie de dispositivos diseñados para realizar procesos de bloqueo variando su funcionalidad, encaminados a generar portadoras que interfieren en la comunicación de señales, existe una serie de tipos de JAMMER inhibidores o bloqueadores que perturban el espectro radioeléctrico, generando grandes cambios y variaciones en las transmisiones que logra interferir; sus características, modo de transmitir varía según el tipo de bloqueador.

Tabla 1. Clases de JAMMER inhibidores.

Clase de JAMMER	Definición	Imagen
Clase A	Sistema de bloqueo GSM, que interfiere en el ancho de banda parcial o totalmente la señal a interferir.	
Clase B	Sistema que introduce una señal de ruido en todo el espectro de la frecuencia a interferir en todo su ancho de banda.	
Clase C	Sistema electrónico que genera un bloqueo Ruido de Banda Parcial (RBP), logra introducir energía a una parte del espectro radioeléctrico, de la frecuencia a intervenir.	
Clase D	Sistema de bloqueo que introduce energía en un canal específico de la señal que se desea transmitir, bloqueando el proceso de transmisión.	

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Clase E	Sistema de bloque que logra colocar un tono o múltiples tonos en la frecuencia a intervenir, bloqueando la frecuencia a transmitir.	
---------	---	---

### 2.2.3. TIPO A DISPOSITIVO JAMMER POR RUIDO

La portadora emitida por el JAMMER, es modulada por una señal aleatoria de ruido blanco. El ruido que se introduce puede ocupar ya sea todo el ancho de banda de la señal a interferir o solo una parte del ancho banda de esta, los resultados de esta perturbación electromagnética de la señal, limitaran el rendimiento de este sistema de transmisión de información.

Como se observa en la Tabla 1, un tipo de JAMMER por ruido. En los sistemas GSM, dichos JAMER inhibidores de señales, con su sistema digital de operación de frecuencia en el espectro logra causar interferencia o perturbación en la recepción de una señal.

Su trabajo consiste en introducir una pequeña cantidad de ruido en el espectro, en un punto específico; lo cual genera interferencias en la señal a transmitir. En este caso se optimiza el uso de la potencia, por todo el ancho del espectro. (mahato & c , 2007).

Este tipo de JAMMER inhibidor de señales GSM, es de gran uso, en especial, en el área de la industria de producción de maquinaria, que abarca gran campo, para darle gran seguridad y aumento en la productividad.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

#### 2.2.4. TIPO B JAMMER POR RUIDO DE BANDA ANCHA

El ruido de banda ancha, introduce energía por todo el ancho de espectro de frecuencias, en el que opere la aplicación, a este JAMMER se le conoce con el nombre de banda completa, este tipo de bloqueo es aplicable a cualquier tipo de señal.

Como se observa en la Tabla 1, el JAMMER, el nivel de potencia del JAMMER se denomina J, y esta medido en watt/Hertz, la principal limitante de este tipo de JAMMER, es su bajo nivel de potencia, ya que es esparcida en un parte amplia del espectro radioeléctrico.

El JAMMER, por ruido de banda ancha, funciona elevando el nivel de ruido en el receptor, generando un decremento de la relación conocida señal/ruido, la eficiencia de este tipo de bloqueador depende del nivel de potencia y por lo tanto la distancia entre el JAMMER y el receptor es fundamental en este bloqueo. (jisrawi, 2010).

#### 2.2.5. TIPO C JAMMER POR RUIDO DE BANDA-PARCIAL

Como se observa en la Tabla 1, este JAMMER es conocido como Ruido de Banda Parcial (RBP), mediante este dispositivo se logra introducir energía por una parte específica del espectro radioeléctrico, cubriendo solamente unos canales, estos canales pueden ser o no continuos, este JAMMER no pierde tanta potencia; en muchos casos no es necesario introducir ruido en todo el espectro, sino en lugares donde importa.

Con el JAMMER RBP, si se conoce la parte del espectro donde se encuentran los canales sincronizados, se introduce el ruido en esta parte específica; para evitar hacer un barrido por todo el ancho del espectro, de tal modo al no ser sincronizada la comunicación no lograra ser exitosa. Los valores de unos y ceros en la sincronización de la fase de la señal son importante, ya que si se logra coincidir en la fase de la señal a bloquear cuando se encuentra en cero, se logra degradar determinada señal evitando la comunicación

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

emisor/receptor. (jisrawi, 2010).

Este JAMMER inhibidor de señales GSM, es usado en las universidades, para realizar bloqueos de señal, en áreas que deben ameritar el silencio para la concentración en actividades de estudio.

#### **2.2.6. TIPO D JAMMER POR RUIDO DE BANDA ANGOSTA**

Este JAMMER es conocido como RBA, su manera de funcionar consiste en introducir energía solamente en un canal; el ancho de banda de esta energía podría abarcar todo el canal o simplemente una parte de él. Una vez más la diferencia radica en la potencia empleada y el espectro cubierto. La eficiencia de esta forma de bloqueo dependerá del conocimiento de la aplicación; es decir se debe atacar el lugar exacto del espectro, en donde se encuentran los canales de interés. La potencia se puede canalizar toda a una pequeña parte del espectro, representando una ventaja.

Como se observa en Tabla 1, el JAMMER RBA es un prototipo de bloqueador, que cumple la función que se explicó anteriormente. La eficiencia de esta forma de bloqueo dependerá del conocimiento del sistema de comunicación; es decir se debe atacar el lugar exacto del espectro, en donde se encuentran los canales de interés. La potencia se puede canalizar toda a una pequeña parte del espectro, representando una ventaja (mahato & c , 2007).

Es un JAMMER inhibidor de señales GSM, que es de gran uso en sitios de culto, sitios que ameritan el silencio para realizar actividades propias de la liturgia; sitios para meditar y realizar ejercicios de concentración elevada, evitando el paso de señales que puedan interrumpir a los usuarios que estén en estos determinados lugares, es especial para iglesias y sitios de culto a los dioses.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

### 2.2.5. TIPO E JAMMER POR TONOS

Este JAMMER, posee un diseño de circuitos que logran colocar un tono sencillo o múltiples tonos; a lo largo del ancho de banda donde se encuentra la señal a interferir o a bloquear para que no realice la transmisión ni la comunicación efectiva. La eficiencia de esta técnica depende del lugar en espectro radioeléctrico donde se coloquen los pulsos. Es por eso que se debe estudiar la señal objetivo de manera cuidadosa. Posee un sistema en tonos de bloqueo simples, estos modifican la señal que reciben los receptores del sistema a interferir y ocasionan que sobrepase el nivel máximo de la señal, lo que produce que no pueda recibir la información.

Como se observa en la Tabla 1, el JAMMER inhibidor de señales por tonos, cumple su función específica con sus antenas la de enviar tonos simples o grupos de tonos, a la señal a bloquear. La relación entre la fase del tono emitido por el JAMMER y la fase de la señal es un parámetro importante. Si se envía un solo tono este estará presente ya sea en la frecuencia del cero o del uno. Si se encuentra en la frecuencia del uno entonces la fase representa un problema, ya que si el tono no se encuentra en fase no se podrá bloquear o interferir en la transmisión del símbolo. En cambio si el tono se encuentra en la frecuencia fundamental, entonces podrá bloquear la transmisión al símbolo siempre y cuando la potencia sea adecuada sin depender de la fase. (jisrawi, 2010).

Este tipo de inhibidor de señales GSM, es de gran uso para inhibir señales GSM, en sitios que ameritan el silencio, para la mejora de la salud, la mejora en pacientes; es de gran uso en los hospitales, clínicas y sitios que prestan el servicio de salud, en Europa es muy común el uso de estos inhibidores de señal, en los hospitales.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

### 2.3. LEGISLACION FRENTE A LOS INHIBIDORES

Si bien la comercialización de los inhibidores de señal de telefonía celular no está prohibida en Colombia, la función del gobierno, es la de regular su uso, por que algunos lo realizan de manera ilegal y están afectando la calidad de las comunicaciones móviles en toda el área del espectro radioeléctrico del país.

La facilidad con que se compran los bloqueadores de señal GSM, ha hecho que se usen indiscriminadamente para intereses particulares. El problema va más allá de la legislación colombiana.

Es un delito el uso de los bloqueadores de señal GSM, es necesario un permiso del ministerio de las TIC. Este delito acarrea sanciones pecuniarias hasta 2000 salarios mínimos mensuales vigentes. Según el ejecutivo esto no lo sabe la ciudadanía.

En Colombia existen una parte jurídica una normatividad tipificada, para el uso de bloqueadores de señal GSM, en el espectro radioeléctrico, haciendo un estudio de los códigos legislativos, que regulan el uso de estos dispositivos se inicia con el artículo 75 de la Constitución Nacional de Colombia. Habla textualmente del uso de espectro electromagnético, como un bien público, sujeto a la gestión y control del estado. Este es quien administra este bien ciudadano, le da un manejo, mediante la normatividad, según sean las necesidades tecnológicas (Constituyente, 1991).

El decreto 2774 del 5 de agosto del 2013, por el cual se reglamenta el uso de inhibidores, bloqueadores de señales radioeléctricas. En el artículo 3 del citado decreto, se prohíbe la utilización del IBSR (inhibidores o bloqueadores de señales radioeléctricas), sin permiso otorgado por el ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y será sancionado conforme al Régimen de infracciones previsto. El artículo 4 del citado decreto habla de la autorización de inhibición y bloqueo de señales radioeléctricas en ubicaciones fijas confinadas, mediante acto administrativo motivado, por razones de seguridad y de interés (Congreso, 2013).

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

En el título IX de la ley 1341 del 2009, por la cual se definen los principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las tecnologías de la información y las comunicaciones TIC, se crea la agencia nacional de espectro y se dictan otras disposiciones.

Sin perjuicio de las demás sanciones de orden administrativo o penal a que hubiere lugar. En relación con la anterior ley, faculta al gobierno nacional para reglamentar lo pertinente al cumplimiento de los fines de intervención estatal, previstos en el artículo 4, teniendo en cuenta que las necesidades de la población y el avance de las tecnologías de la información y las comunicaciones, así como el estado de desarrollo de la sociedad de la información en el país (Congreso, ley 1341, 2009).

En el artículo 11 del decreto 1341 del 2009, habla explícitamente del acceso al uso del espectro radioeléctrico, donde se requiere permiso previo expreso y otorgado por el ministerio de las tecnologías de la información y las telecomunicaciones, dicho permiso será otorgado siempre y cuando el servicio solicitado sea compatible con las tendencias del mercado (Congreso, ley 1341, 2009).

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

### 3. METODOLOGÍA

---

En este capítulo, se realizaron pruebas en la sede Campus Fraternidad ITM, con el propósito de mirar la intensidad de la señal GSM, que se estaba radiando por parte de la antena UBIQUITI, de la estación base, en el sector de Boston. posteriormente se ubicó un sitio en la plazoleta del Campus Universitario ITM, donde se hicieron las series de pruebas, con el software, NETWOR SIGNAL INFO, el cual se encarga de capturar datos de las señales GSM entre ellas la intensidad decibelios. Este monitor de lectura de señales logra ver el estado de la intensidad en que se transmite la onda GSM. Mediante la recolección de información de la torre celular donde se obtienen datos como el id de la estación, intensidad de la señal, velocidad de transmisión etc. Las gráficas muestran los cambios de nivel de intensidad y la velocidad de conexión móvil; que en estos instantes desarrolla el sistema integrado de la celda celular, el registro muestra los datos de la intensidad de radiación de frecuencias GSM. Después se realiza la importación del archivo KLM, que posteriormente nos demuestra que este software de simulación de captura de datos procesa de manera rápida y eficaz la información.

Para aplicar técnicas de estadística y analizar el comportamiento de las señales GSM en este sector Campus universitario, se tomaron las muestras del software y se realizaron listas de tablas donde se tabularon para comprobar las frecuencias relativas y frecuencias absolutas, comprobando que se tomaron adecuadamente los datos de muestra, por consiguiente se evaluaron mediante el proceso estadístico para complementar los resultados con graficas en tres dimensiones en barras y concluir lo que se quería experimentar en el Campus Universitario.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

### 3.1.1. ANALISIS EXPERIMENTAL DE LAS SEÑALES GSM, SIN INHIBIDOR DE SEÑALES GSM, EN LA PLAZOLETA DEL ITM, CAMPUS FRATERNIDAD, CON OPERADOR CLARO.

En esta sección se realizó una serie de mediciones en la plazoleta el ITM Campus Fraternidad, logrando medir la intensidad de emisión de la estación base, la experimentación dio resultado preciso con el soporte tecnológico del software NETWORK SIGNAL INFO, el cual captura los paquetes de información y los traduce para poder analizarlo en la hoja de cálculo, mostrando la intensidad en decibelios de la señal que se está registrando.

Se realizó un procedimiento de unas series de tomas de muestras de señales GSM en decibelios; que fueron medidas por intervalos de tiempos diferentes.



Figura 10. Puntos a tomar en para mediciones en Campus Fraternidad.

Dichas mediciones se realizaron como se observa en la Figura 10 ; Inicialmente se tomaron las señales, por medio de la herramienta de software NETWORK SIGNAL INFO. Con el objetivo de medir la intensidad de las señales GSM que llegan a este sector.

Con mediciones en ángulos diferentes en la figura a); se puede observar las mediciones realizadas en ángulos de 45 grados y por tiempos diferentes en intervalos de 30 segundos, en puntos diferentes; en la figura b, se observa los ángulos de 90 grados;

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

donde se toma un punto especial de origen y a partir de este se trazan tres circunferencias distanciadas diez metros cada una.

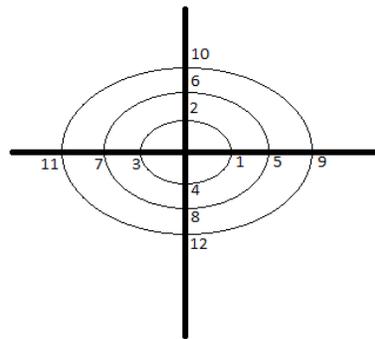


Figura 11. Esquema grafico como se toman las muestras GSM.

Como se observa en la Figura 11, el punto de que se tomó como centro para la toma de medidas en la plazoleta del Campus Fraternidad, posee diferentes puntos con numeraciones e intersecciones; se realiza un esquema de captura de muestras de señal GSM en ángulos de 90 grados en la plazoleta del Campus Fraternidad. En su eje central equivale al punto de experimentación del que tratara todo el texto, en este caso el punto central equivale la ubicación del celular que capturara todas las señales GSM. Los puntos 1, 2, 3 y 4, en la primera elipse que toma valores en cada punto donde se realizan mediciones en tiempos de 30 segundos; la medición consistió en ubicarse con el software NETWORK SIGNAL INFO en la intersección, entre la elipse y la ordenada o la abscisa, de las coordenadas del plano cartesiano; por ejemplo, en el punto 1, que interseca la elipse y la abscisa, se realizó capturas de señal durante un periodo de 30 segundos. En la segunda elipse se distribuye en una distancia de 10 metros de la primera elipse en los puntos 5, 6, 7 y 8 se toman muestras, en cada punto con tiempos de 30 segundos; en la tercera elipse se toma una distancia de diez metros con respecto a la segunda elipse donde las intersecciones 9, 10, 11 y 12 se toman puntos independientes de captura de muestras de señal GSM, en tiempos de 30 segundos. La toma de muestras en ángulo de 45 grados corresponde en similitud a la toma de muestras de que se explica

anteriormente, variando en los puntos de la primera elipse donde se toman puntos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, y 8; en cada punto se toman tiempos de 30 segundos de la señal GSM. Así se deja un registro de información para el posterior análisis estadístico de las frecuencias. En la siguiente experimentación se usó el software NETWORK SIGNAL INFO, el cual con su excelente monitor virtual captura gráficamente la serie de señales GSM, que logra percibir la antena micro strip del celular.

Para determinar los operadores móviles que se usarían para la práctica experimental de simulación de las señales GSM, se optó por tener en consideración los operadores de más demanda en el país.

Tabla 2. Frecuencia de trabajo operadores moviles

<b>ESPECTRO DE FRECUENCIA GSM</b>	
<b>OPERADOR CLARO</b>	FRECUENCIA DE TRABAJO GSM 850 MHz 3G- UMTS/HSDPA/HSPA+850 MHz
<b>OPERADOR MOVISTAR</b>	FRECUENCIA DE TRABAJO GSM 850 MHz 3G- UMTS/HSDPA/HSPA+850 MHz

Como se observa en la Tabla 2, Para determinar el estado de la modulación en las diferentes frecuencias, con los operadores usados en Colombia, para este caso, se analizó el espectro 3G, Claro GSM 850 MHz, movistar GSM 850 MHz; los cuales se tomaron porque son los de más uso en usuarios, en Colombia.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

En la metodología de medición se encontraron muchas dificultades, entre ellas se tuvieron: las condiciones atmosféricas de calor extremo, las atenuaciones a que se sometieron las señales, las variaciones que sufrieron las frecuencias; las lluvias, cambios repentinos en la temperatura ambiente. Se implementó una estructura para el modelo de análisis estadístico que maneja contadores y tablas de almacenamiento de datos, que se relacionan en este sistema y permiten mostrar los resultados.

En las primeras pruebas realizadas con el software NETWORK SIGNAL INFO, en la plazoleta del CAMPUS FRATERNIDAD, fueron realizadas y arrojaron resultados simulados.

Tabla 3. Esquema de referencia niveles en decibelios.

<b>TABLA DE NIVELES EN DECIBELIOS NETWORK SIGNAL INFO</b>	
<b>Nivel señal</b>	<b>Mediada en dBm</b>
Excelente señal	-50
Muy buena señal	-60
Buena señal	-70
Buena señal	-80
Señal regular	-90
Señal deficiente	-100
Mala señal	-110

Como se observa en la Tabla 3, superior se describen los valores que se asignaron en la configuración del software de análisis de señales GSM, NETWORK SIGNAL INFO; donde se observa indicadores de señal en decibelios, que miden una señal y posteriormente mide su nivel de intensidad.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Figura 12. Monitor software NETWORK SIGNAL INFO.

Como se observa en la Figura 12, los valores asignados son de gran importancia ya que determinan la información del nivel de transmisión de la frecuencia GSM, desde -50 decibelios que corresponde a una excelente señal, pasando por niveles inferiores de transmisión, hasta marcar -110 decibelios, que equivale a una señal deficiente. Estos indicadores de intensidad de la señal son los que van a determinar en un modo estadístico; el respectivo análisis de las frecuencias GSM y el comportamiento de las mismas en el Campus Fraternidad.

Según la información proporcionada por el proveedor de servicios una los canales de radiofrecuencia de bajada disponibles en la celda Campus Fraternidad del ITM, son 16 la cobertura de la estación base se logra mediante 4 sectores de 4 canales de radiofrecuencia cada uno, dejando 16 canales disponibles por cada sector.

Para realizar el procedimiento de medición de la potencia se tomaron los promedios estadísticos de varias mediciones sobre el punto específico rotando la antena receptora sobre  $2\lambda$ , para así nivelar el desvanecimiento de la señal de pequeña intensidad y la potencia de transmisión variable.

En la Tabla 4, se realiza la especificación de los valores en decibelios que se tomaron en la práctica experimental, donde se aprecia los puntos de intersección de toma de datos, la distancia en metros desde el punto de la plazoleta del ITM y la distancia de donde está ubicada la estación base, el cálculo de la potencia máxima en decibelios de la intensidad

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

de señal y por último los datos equivalentes a la medición realizada en el software NETWORK SIGNAL INFO.

Tabla 4. Datos en dBm, tomados para analisis de operador CLARO.

<b>Puntos operador Claro 90<sup>0</sup></b>	<b>Distancia de emisión estación base[m]</b>	<b>potencia máxima  [ dBm]</b>	<b>Potencia media  [ dBm]</b>	<b>Decibelios Network Signal Info</b>
1	150	-75	-80	-85
2	140	-80	-80	-85
3	150	-85	-80	-85
4	160	-80	-80	-85
5	150	-85	-80	-80
6	130	-75	-80	-80
7	150	-85	-80	-80
8	170	-75	-80	-80
9	150	-85	-80	-75
10	120	-80	-80	-75
11	150	-85	-80	-75
12	180	-75	-80	-75

Como se observa la Tabla 5, especifica la toma de muestras del software NETWORK SIGNAL INFO, se toman los puntos de intersección, la distancia de los puntos de intersección a la estación base que emite la señal, la potencia máxima de transferencia, la potencia media de transferencia y el valor tomado por el software en decibelios.

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Tabla 5. Datos en dBm, para analisis operador CLARO.

<b>Puntos operador Claro 45<sup>0</sup></b>	<b>Distancia de emisión estación base[m]</b>	<b>Potencia máxima [ dBm]</b>	<b>Potencia media [ dBm]</b>	<b>Decibelios Network Signal Info</b>
1	150	-85	-82	-85
2	145	-80	-82	-85
3	140	--75	-82	-85
4	145	-77	-82	-85
5	150	-85	-82	-85
6	155	-78	-82	-85
7	160	-75	-82	-85
8	155	-73	-82	-85
9	150	-85	-82	-70
10	135	-70	-82	-70
11	130	-66	-70	-70
12	135	-70	-70	-70
13	150	-85	-70	-70
14	165	-70	-70	-70
15	170	-70	-70	-70
16	165	-75	-74	-70
17	150	-85	-74	-75
18	125	-60	-74	-75
19	120	-63	-74	-75
20	125	-60	-74	-75
21	150	-85	-75	-75
22	175	-66	-75	-75
23	180	-75	-75	-75
24	175	-66	-75	-75

Con estos datos se realizó el análisis estadístico del comportamiento de las señale GSM, en el Campus Fraternidad. Con lo cual nos indica la posición media de los valores en

decibelios, los valores máximos la señal, los valores mínimos, la desviación estándar, de esta manera se pudo estudiar el comportamiento de forma detallada, de cómo se realiza la emisión de la señal en decibelios desde la estación base hasta el punto de referencia en la plazoleta del ITM.

Por medio del diseño, recolección y análisis de la información de la tabla de frecuencias GSM del operador claro, se pudo analizar las principales características del comportamiento de la emisión GSM, teniendo en cuenta el comportamiento de las distintas variables.

Como se observa en la Figura 13, se explica el comportamiento de la emisión de la señal de la estación base del sector de Boston hasta el Campus Fraternidad, en la plazoleta del ITM. En el eje Y, se muestran las frecuencias que posee el software NETWORK SIGNAL INFO; el promedio estadístico se obtuvo con la media, la frecuencia relativa, la frecuencia relativa acumulada. Los datos nos muestran que la señal es de buena calidad ya que los -85 decibelios son la media estadística que se calculó, es decir la señal del operador CLARO. Es la media aritmética de las muestras tomadas en decibelios.

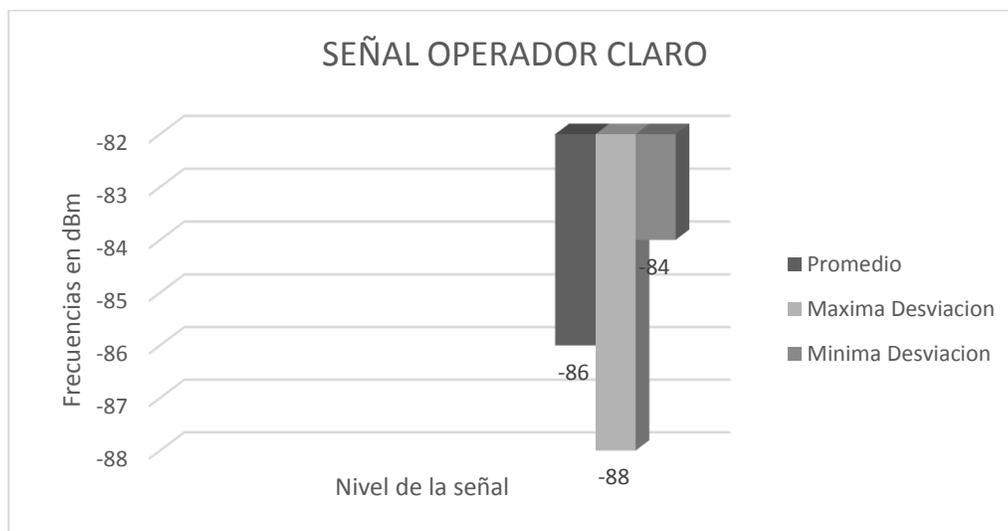


Figura 13. Grafica intensidad de la señal CLARO, Campus Fraternidad ITM.

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

El límite máximo de desviación estándar es -92 decibelios de donde se deduce que la señal puede tomar valores que pueden ser de buena intensidad en la transmisión, los valores mínimos que toma son -81 decibelios que representa la medida donde señal tiene un comportamiento bueno y puede tener una emisión sin dificultad. Cumple un buen índice de intensidad de transmisión el operador CLARO en el Campus Fraternidad.

### 3.1.2. ANALISIS EXPERIMENTAL DE LAS SEÑALES GSM, SIN INHIBIDOR DE SEÑAL GSM, EN LA PLAZOLETA DEL ITM, CAMPUS FRATERNIAD, CON OPERADORE MOVISTAR.

Después de haber recopilado las señales GSM, del operador claro podemos sacar cálculos estadísticos con análisis de distribución de frecuencias y las medidas asociadas de tendencia central, lo cual conduce a una discusión de teoría elemental de probabilidades, que halla el camino para la teoría de muestreo.

Tabla 6. Datos en dBm señal Movistar.

<b>Puntos operador Movistar 90<sup>0</sup></b>	<b>Distancia de emisión estación base[m]</b>	<b>potencia máxima [ dBm]</b>	<b>Potencia media [ dBm]</b>	<b>Decibelios Network Signal Info</b>
1	150	-75	-80	-85
2	140	-80	-80	-85
3	150	-85	-80	-85
4	160	-80	-80	-85
5	150	-85	-80	-80
6	130	-75	-80	-80
7	150	-85	-80	-80
8	170	-75	-80	-80
9	150	-85	-80	-75
10	120	-80	-80	-75

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

11	150	-85	-80	-75
12	180	-75	-80	-75

Como se observa en la Tabla 6, especifica la toma de muestras, se toman los puntos de intersección, la distancia de los puntos de intersección a la emisión de la estación base que está en el sector de Boston, se calcula la potencia máxima de transferencia, la potencia media de transferencia y el valor tomado por el software en decibelios.

Con estos datos se realizó el análisis estadístico del comportamiento de las señale GSM, en el ITM, Campus Fraternidad. Con lo cual nos indica la posición media de los valores en decibelios, los valores máximos la señal, los valores mínimos, la desviación estándar, de esta manera se pudo estudiar el comportamiento de forma detallada, de cómo se realiza la emisión de la señal en decibelios desde la estación base hasta el punto de referencia. En el operador se encontró buena cobertura movistar.

Tabla 7. Datos en dBm señal Movistar.

<b>Puntos operador Movistar 45<sup>0</sup></b>	<b>Distancia de emisión estación base[m]</b>	<b>Potencia máxima [ dBm]</b>	<b>Potencia media [ dBm]</b>	<b>Decibelios Network Signal Info</b>
1	150	-85	-82	-85
2	145	-80	-82	-85
3	140	--75	-82	-85
4	145	-77	-82	-85
5	150	-85	-82	-85
6	155	-78	-82	-85
7	160	-75	-82	-85
8	155	-73	-82	-85
9	150	-85	-82	-70
10	135	-70	-82	-70
11	130	-66	-70	-70

12	135	-70	-70	-70
13	150	-85	-70	-70
14	165	-70	-70	-70
15	170	-70	-70	-70
16	165	-75	-74	-70
17	150	-85	-74	-75
18	125	-60	-74	-75
19	120	-63	-74	-75
20	125	-60	-74	-75
21	150	-85	-75	-75
22	175	-66	-75	-75
23	180	-75	-75	-75
24	175	-66	-75	-75

Como se observa la Tabla 7, especifica la toma de muestras del software, se toman los puntos de intersección, la distancia de los puntos de intersección a la estación base que emite la señal, la potencia media de transferencia y el valor tomado por el software.

Con estos datos se realizó el análisis estadístico del comportamiento de las señale GSM, en el Campus Fraternidad. Con lo cual nos indica la posición media de los valores en decibelios, los valores máximos la señal, los valores mínimos, la desviación estándar, de esta manera se pudo estudiar el comportamiento de forma detallada, de cómo se realiza la emisión de la señal en decibelios desde la estación base hasta el punto de referencia en la plazoleta del ITM. Con los resultados (-75dB) se encontró muy buen comportamiento y muy buena intensidad de la señal del operador MOVISTAR.

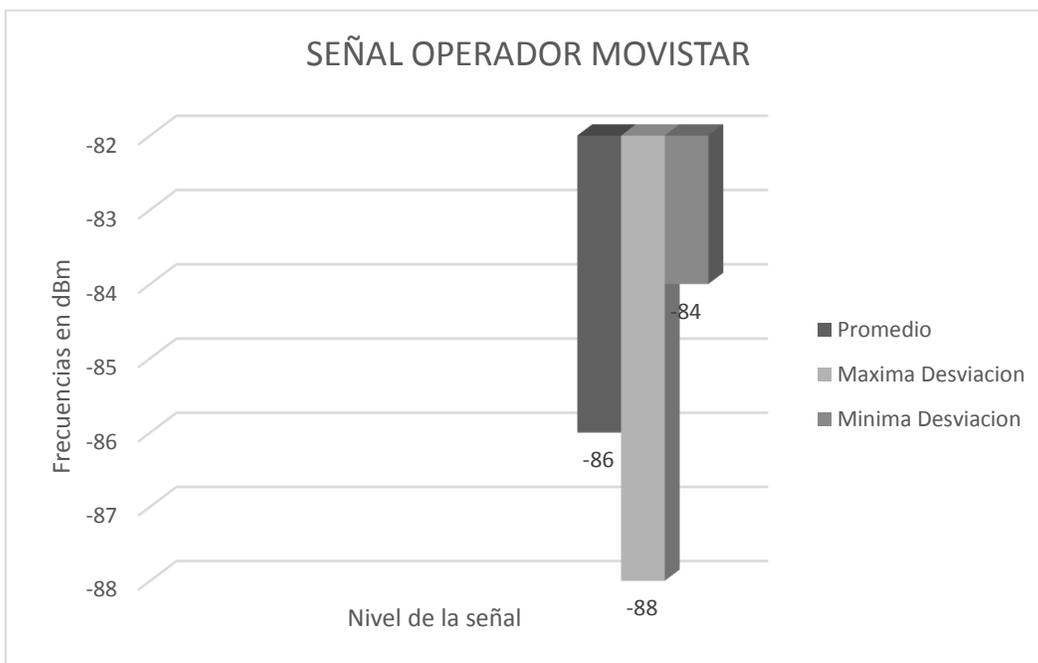


Figura 14. Grafica estadística señal Movistar Campus Fraternidad.

Como se observa en la Figura 14, se explica el comportamiento de la emisión de la señal de la estación base del sector de Boston hasta el Campus Fraternidad, en la plazoleta del ITM. En el eje Y, se muestran las frecuencias que posee el software NETWORK SIGNAL INFO; el promedio estadístico se obtuvo con la media, la frecuencia relativa, la frecuencia relativa acumulada. Los datos nos muestran que la señal es de buena calidad ya que los -84 decibelios son la media estadística que se calculó, es decir la señal del operador MOVISTAR. Es la media aritmética de las muestras tomadas en decibelios. El límite máximo de desviación estándar es -88 decibelios de donde se deduce que la señal puede tomar valores que pueden ser de buena intensidad en la transmisión, los valores mínimos que toma son -84 decibelios que representa la medida donde la señal tiene un comportamiento bueno y puede tener una emisión sin dificultad. Cumple un buen índice de intensidad de transmisión el operador MOVISTAR en el Campus Fraternidad.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

### **3.2. ANALISIS EXPERIMENTAL DE LAS SEÑALES GSM, CON INHIBIDOR EN LA PLAZOLETA DEL ITM CAMPUS FRATERNIDAD.**

En el siguiente desarrollo del capítulo, se realizó la prueba experimental en la plazoleta del ITM, con el JAMMER GSM, inhibiendo las señales de los operadores CLARO, MOVISTAR, se utilizó el punto determinado que donde se realizó la simulación con el software XIRIO; se tomaron las señales, se guardaron en tablas, se le halló la potencia máxima que mostraron, se halló la potencia media, se hizo una determinación estadística y se realizó la gráfica de análisis.

#### **3.2.1. ANALISIS ESPECTRAL DE LA BANDA DE FRECUENCIA GSM 850 MHZ, EN LA PLAZOLETA DEL ITM.**

En el siguiente experimento realizado en condiciones controladas y bajo todas las normas de seguridad específicas tipificadas en la plazoleta del ITM, se generó una portadora que lleva la señal 3-GSM, en el rango de frecuencia 850 MHz, dicha señal es la encargada de transportar la información específica de llevar la transmisión radioeléctrica a los teléfonos móviles que se encuentran interconectados con la estación base; la práctica consistió en conectar el analizador de espectro a la antena omnidireccional de alta ganancia que va del rango de los 800 MHz a 1.2 GHz, especificando el rango de 850 MHz, que es la señal que maneja los operadores GSM CLARO; 850 MHz GSM UMTS/HSDPA 850 MHz.

En la experimentación se observa como es el funcionamiento, el encuentro entre dos portadoras, el choque de dos ondas y su comportamiento electromagnético en el espectro de frecuencias, la generación distorsionada de otras frecuencias y la interrupción de la comunicación GSM, aquí se aclara la teoría de ondas que se inhiben y se da un resultado de experimentación, generando una idea sencilla y clara del proceso.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

En la práctica que se realizó de inhibición donde una onda lleva información para la comunicación entre la estación base que emite y la recepción de señal por parte de la antena micro estrip, es decir de TX a RX. La segunda portadora lleva ruido blanco, generado por su circuito incorporado y amplificado por su sistema que alterna con la antena y su impedancia característica.

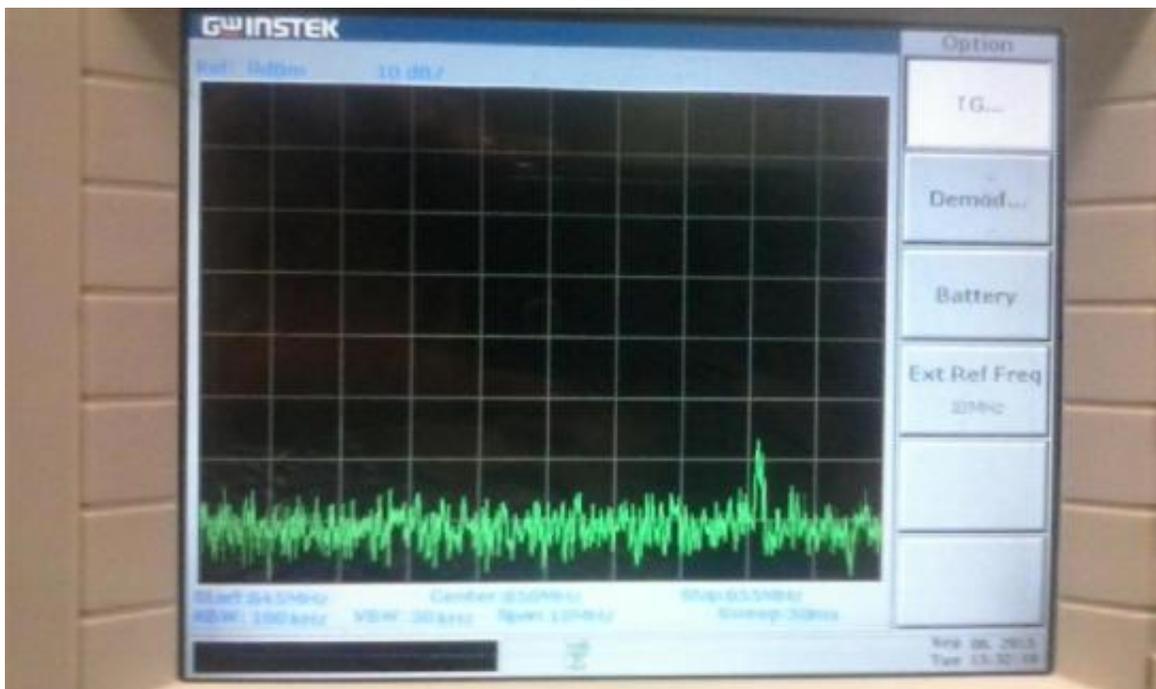


Figura 15. Análisis de frecuencia 850 MHz, en espectro electromagnético.

Como se observa en Figura 15, con el analizador de espectro GW-INSTEK vemos el comportamiento de la portadora que lleva la frecuencia 850 MHz, la cual hace parte de las frecuencias GSM, que se dispersan en el espectro electromagnético, siendo parte de las frecuencias de operadores móviles, que se han establecido en Colombia y comparten este ancho de banda.

Para analizar este tipo de frecuencia específica con el analizador de espectro; se realiza la respectiva instalación de la antena GSM que puede generar un ancho de banda por encima de la frecuencia 850 MHz Y por debajo de la frecuencia citada, como es el caso

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

de los operadores de señales móviles que realizan su funcionalidad dentro del espectro electromagnético, en este rango de frecuencias específicas.

En el siguiente paso consiste en conectar el JAMMER que atenúa señales GSM, para realizar una colisión de portadoras y sacar conclusiones posteriormente.

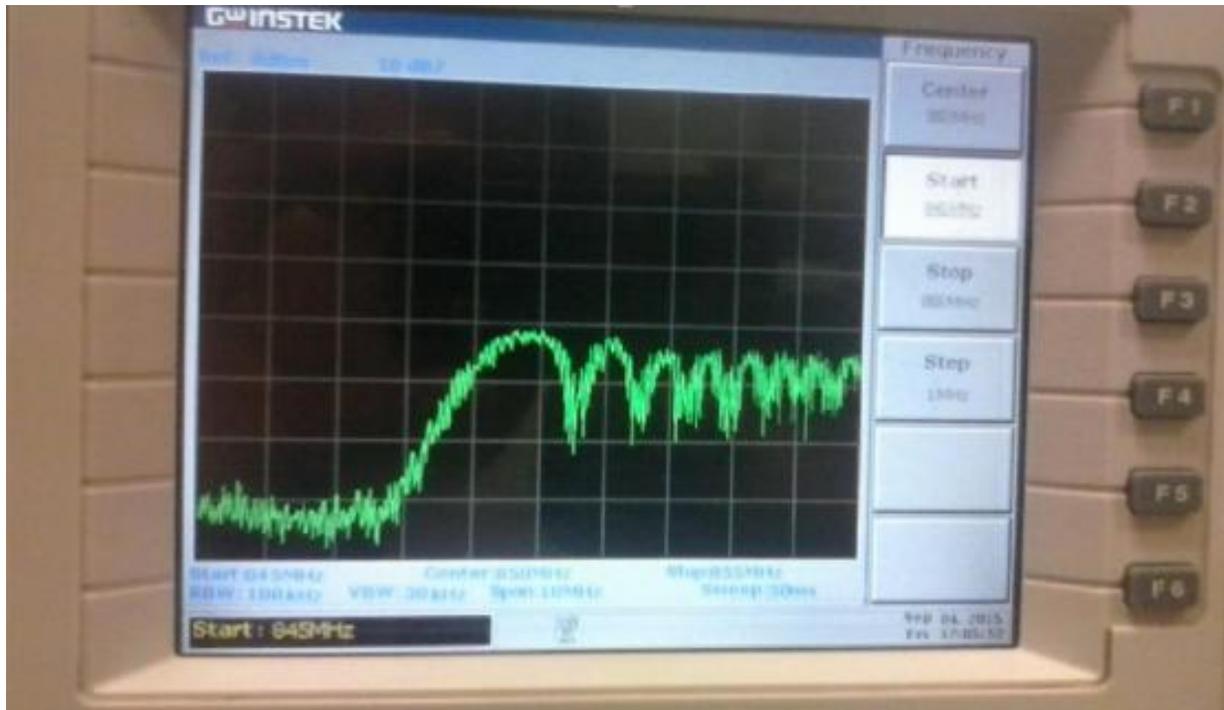


Figura 16. Análisis de frecuencia 850 MHz, inhibida por JAMMER.

Como se observa en la Figura 16, el JAMMER inhibidor de señales GSM, cumple su objetivo por el cual fue diseñado, anular, interferir, distorsionar las señales GSM, inhabilita las señales de telefonía móvil en un radio de pequeños parámetros, el mecanismo impide las transmisiones radioeléctricas, mediante la transmisión de una señal de mayor potencia lo cual anula la frecuencia de 850 MHz, al generar una colisión espontánea entre las dos portadoras, como lo es el caso en este experimento que se realizó en condiciones controladas en la plazoleta del ITM; se observa claramente como con la señal específica de ruido, genera una atenuación en gran escala logarítmica sobre la señal GSM.

El JAMMER inhibidor de señal GSM, en el rango de frecuencia de 850 MHz, trabaja en

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

conjunto, mediante los circuitos, como lo son el oscilador de 45 MHZ, que se necesita en el cálculo de señal para la potencia necesaria, el circuito sintetizador de frecuencia, el circuito generador de ruido blanco, que es una señal nula que no posee información y el circuito de amplificación, para hacer posible en envió de dicha señal radioeléctrica en el espectro electromagnético.

### **3.3.2. CAPTURA DE DATOS EN PUNTOS DE CIRCUNFERENCIA A 45 GRADOS, CON INHIBIDOR DE SEÑAL GSM.**

En relación existente entre las frecuencias radioeléctricas en el sector, emitidas por la estación base, que se encuentra GSM, 850 MHZ, los rangos específicos dados; en la práctica que se realizó se utilizó el JAMMER inhibidor de señales GSM, el cual se ubicó en la plazoleta del ITM, y mediante emisiones de radiación electromagnética generadas por este se lograron sacar conclusiones factibles acerca del comportamiento de las señales GSM y la aplicación de ruido blanco a estas mismas.

Se concluyen cierto resultado, se realiza el análisis de datos logarítmicos, permitiendo dar un óptimo resultado, con claridad del comportamiento de la intensidad de la señal GSM, al aplicar ondas triangulares de interferencia en tiempos específicos y por segmentos.

El objetivo que prima consiste en instalar el JAMMER, inhibidor de señales en la plazoleta el ITM, posteriormente se realizarán pruebas en una circunferencia donde se tomará un registro de intensidad de la señal afectada por la radiación electromagnética generada por el ruido blanco; que se generó por oscilaciones de 45 MHZ,

La experimentación que se realizó con el inhibidor de señales GSM, se efectuó posteriormente usando un teléfono celular móvil marca ALCATEL- ONE TOUCH 4033<sup>a</sup>, con el cual de aquí en adelante genero la conexión con la estación base, más próxima a 150 metros de distancia, en el sector e Boston.

La experimentación trato de hacer un enlace entre la estación base Rx y el móvil celular Tx, en interacción con el JAMMER, para colisionar las portadoras y generar resultados de interferencia.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Figura 17. Fotografía Google Earth, Campus Fraternidad  
Ángulos de 45 grados.

Como se observa en la Figura 17, son los resultados obtenidos por el simulador monitor SOFTWARE SIGNAL MONITOR, el cual almacena los datos finales en un archivo en la hoja de cálculo EXCEL, es determinístico y estadístico los resultados para su posterior análisis, utilizando los determinados métodos de dispersión y todas las técnicas conocidas para cualificación o cuantificación de los datos que se han utilizado y procesados por este potente software.

En la Tabla 8, se muestra el análisis estadístico de toda la recopilación de datos que se han procesado en la hoja de cálculo EXCEL, ya que el software NETWORK SIGNAL INFO, realiza capturas e señales GSM, de la red informando el comportamiento de la red a la cual se encuentre conectado el dispositivo móvil, además proporciona datos de la red WIFI, que se conecte en función del tiempo.

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Tabla 8. Datos en dBm señal inhibida, operador CLARO.

<b>Puntos operador Claro 45<sup>0</sup></b>	<b>Distancia de emisión estación base[m]</b>	<b>Potencia máxima [ dBm]</b>	<b>Potencia media [ dBm]</b>	<b>Decibelios Network Signal Info</b>
1	150	-90	-100	-85
2	145	-94	-98	-85
3	140	-93	-102	-85
4	145	-90	-98	-85
5	150	-91	-102	-85
6	155	-95	-100	-85
7	160	-90	-103	-85
8	155	-93	-97	-85
9	150	-90	-100	-100
10	135	-92	-98	-90
11	130	-95	-102	-90
12	135	-95	-103	-100
13	150	-95	-98	-110
14	165	-90	-100	-110
15	170	-93	-102	-90
16	165	-92	-97	-95
17	150	-91	-100	-90
18	125	-92	-98	-90
19	120	-90	-102	-88
20	125	-92	-97	-93
21	150	-94	-97	-99
22	175	-94	-100	-110
23	180	-93	-98	-110
24	175	-94	-98	-110

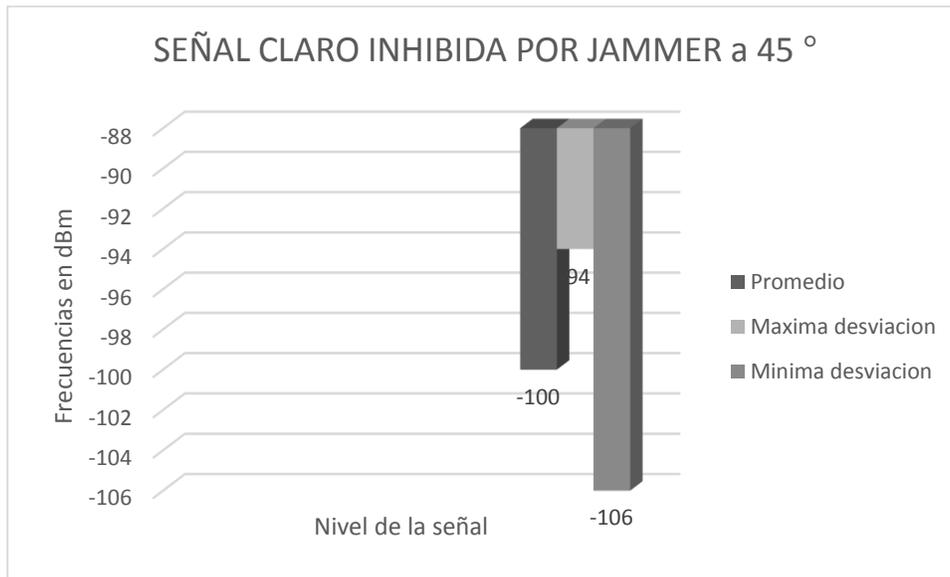


Figura 18. Grafica operador CLARO inhibida.

Como se observa en la Figura 18, los indicadores estadísticos en tres dimensiones, proponen un valor central de la moda que se impuso en términos de valor

El promedio -100 decibelios que midió la señal al ejecutar satisfactoriamente el JAMMER, inhibidor de señal GSM.

En el análisis estadístico que se realizó, arrojó resultados óptimos y precisos en el proceso de calculo que se aplicó con las diferentes fórmulas para llar la desviación estándar, como resultado final se determina el valor de -6 decibelios; esta es la desviación estándar que se determina en el proceso final para, calcular los valores máximos y mínimos, que determinan una buena cobertura, una excelente cobertura de la señal y como lo es el caso de demostrar, presenta una cobertura deficiente en el modo de transmitir la señal aleatorio en función del tiempo.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

### 3.3.3. CAPTURA DE DATOS EN PUNTOS DE CIRCUNFERENCIA A 90 GRADOS

La medición en puntos a 90°, donde se realizaron pruebas determinísticas en la plazoleta el ITM, en un radio e treinta metros a la redonda, con el inhibidor de señal GSM, el cual mediante las oscilaciones de 45 MHZ, arrojó resultados que se pueden evidenciar y se pueden modelar, mediante la aplicación de los estadios probabilísticos determinando cuantitativamente el impacto de este en las señales GSM con las gráficas de resultados.



Figura 19. Fotografía tomada de Google Earth, medidas tomadas en la plazoleta del ITM, en un ángulo de 90 grados.

Como se observa en la Figura 19, en la plazoleta del ITM, se realizaron pruebas con el inhibidor de señales GSM, en los ángulos respectivos de 90 grados, en puntos distantes en sus respectivas intersecciones que se forman entre las curvas y los ejes que conforman el plano cartesiano como lo son las abscisas y las ordenadas. Dichos puntos de intersección se consideraron en distancias de diez metros, teniendo en consideración los tiempos de toma de señal específicos que determina el software N.S.I.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

La captura de datos los cuales van a ser procesados, concluyendo el comportamiento de la red GSM, este proceso se trata, de obtener resultados matemáticos que van a orientarse al estudio del comportamiento señales GSM, van a determinar el comportamiento de la red en telefonía celular y puede medir cuantitativamente, los cambio a nivel de ingeniería que se pueden realizar en para mejora las condiciones de la red que se quiera intervenir en mejoras del funcionamiento de esta.

La potencia es -85 decibelios, para tener una señal optima, para tener buena recepción y transmisión de la señal GSM, parámetros establecidos en la programación de software NETWORK SIGNAL INFO; en el as tenemos un valor promedio que representa la media aritmética, concluida en la frecuencia GSM; que se han tratado, los resultados indican un promedio de -104 decibelios y una desviación estándar en los mismos de -6 decibelios; nos da una clara conclusión que la inhibición de la señal logra uno valores muy bajos comprendiendo que la emisión genera fallas en la comunicación inalámbrica.

Tabla 9. Datos estadísticos operador CLARO, inhibidos con JAMMER.

<b>Puntos operador Claro 90<sup>0</sup></b>	<b>Distancia de emisión estación base[m]</b>	<b>potencia máxima [ dBm]</b>	<b>Potencia media [ dBm]</b>	<b>Decibelios Network Signal Info</b>
1	150	-110	-104	-98
2	140	-109	-100	-90
3	150	-110	-98	-104
4	160	-109	-103	-100
5	150	-107	-100	-110
6	130	-108	-103	-100
7	150	-110	-104	-109
8	170	-109	-105	-99
9	150	-110	-106	-97

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

10	120	-108	-104	-100
11	150	-109	-105	-104
12	180	-107	-105	-101

Como se observa en la Tabla 9, se recopila la información que registro el software de análisis, los valores que se tabularon corresponden a una señal baja y deficiente, posteriormente se realizaron las operaciones estadísticas para determinar el comportamiento de la señal.

En el marco de los análisis estadísticos con los datos medidos con NETWORK SIGNAL INFO, permite a los usuarios finales monitorear la red de datos móviles, recopilar la información e archivos KML, archivos LOG, en estas extensiones se pueden verificar los datos capturados si es un archivo de extensión KML, se logrará verificarlos en una hoja e calculo y si se analiza la extensión LOG, se podrán verificar e el software gratuito GOOGLE EARTH.

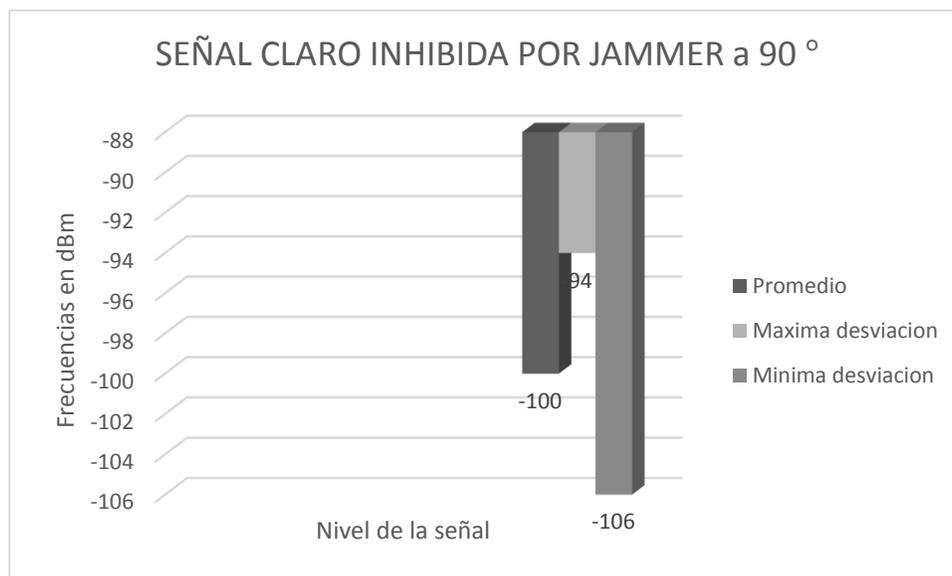


Figura 20. Gráfica, con inhibidor de señal GSM.

Como se observa en la Figura 20, se tiene una gráfica en 3D, de los valores correspondientes a la mínima desviación de -94 decibelios, que pueden tomar las señales,

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

los máximos valores que estas mismas pueden tomar como lo es -106 decibelios, el valor medio que se logró obtener de la señal GSM, es de -100 decibelios; dicho valor al ser evaluado y calificado, representa un indicador que presenta déficits en la comunicación, e los receptores y en los emisores.

El grafico de radiación JAMMER, en frecuencias GSM, en Angulo de 90 grados; tiene una connotación, probabilística de resultados experimentales que nos indican la mala modulación de la señal de los operadores CLARO GSM 850 MHZ, UMTS/HSDPA 850 MHZ.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

---

En el capítulo siguiente se dan los resultados, con relación al trabajo que se ha realizado. Teniendo en cuenta los objetivos específicos que se han venido planteando; con el estudio de las clases de inhibidores de señal GSM.

Primero se tratan de los resultados obtenidos con las mediciones realizadas en el Campus Fraternidad, en relación a las señales GSM, como es su intensidad de transmisión en este sector.

En la segunda parte se considera de un análisis realizado con respecto a la inhibición de las señales GSM, en Campus Fraternidad, y con las gráficas se determinan, los resultados.

### 4.1. ANALISIS SEÑALES GSM, CAMPUS FRATERNIDAD.

En el presente capítulo, después de haber realizado una serie de experimentaciones, en el Campus Fraternidad, del ITM, con respecto a la intensidad de la señal GSM, en determinado sector, con la utilización del software NETWORK SIGNAL INFO, y después de realizado los análisis estadísticos, se generan grandes conclusiones que definiremos. Con el estudio de las señales GSM, en la plazoleta del ITM, se propone tener una idea concisa de la importancia de esta medición, para poder realizar estudios, de mucha más relevancia, concernientes al comportamiento de la de las ondas electromagnéticas, tanto el campo eléctrico, como el campo magnético, y en que nos beneficia en la salud y en cuanto nos afecta, esto sería el inicio para determinar otros resultados de otras tesis a tratar, en otras condiciones.

Los resultados que determinaron, el trabajo experimental, son significativos y muy relevantes, para que el ITM, tenga un soporte de la intensidad de las señales GSM, en el sector de Boston, y logre acumular más información que a la postre le ayude a realizar

trabajos científicos, de gran relevancia, en las futuras generaciones de estudiantes, comprometidos con el estudio de la ciencia, e interesados con el comportamiento de los campos electromagnéticos.

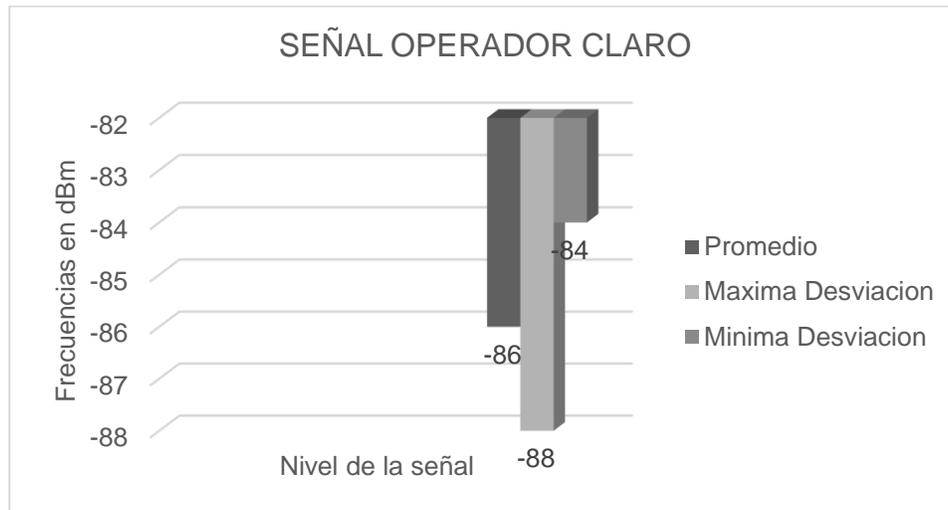


Figura 21. Grafica operador CLARO, Campus Fraternidad.

Como se observa en la Figura 21, el operador CLARO, se analizó con el software NETWORK SIGNAL INFO, el cual tomo un registro de datos en decibelios, los cuales fueron estudiados estadísticamente, usando todas las fórmulas que determinan científicamente el comportamiento de la señal.

Podemos observar en la gráfica un comportamiento muy bueno de la intensidad de la señal que se transmite en el Campus Fraternidad; si se observa la gráfica el promedio estadístico indica -84 decibelios es una indicación de buena señal, es decir el operador tiene un margen de operación, que es óptimo y deseado para la transmisión desde la estación base, hasta el punto donde se realizaron las mediciones, que es la plazoleta del ITM. Posee una mínima desviación estándar de -86 decibelios, que se encasilla dentro de las señales que tiene buena transmisión, buena señal y siguiendo con el análisis de la gráfica, la máxima desviación corresponde al valor de -88 decibelios, que es equivalente a una buena señal.

Los resultados arrojados con el estudio de las señales GSM, en la plazoleta del ITM, Campus Fraternidad, son de óptima señal, de buena cobertura de señal, la intensidad de transmisión es significativamente eficiente.

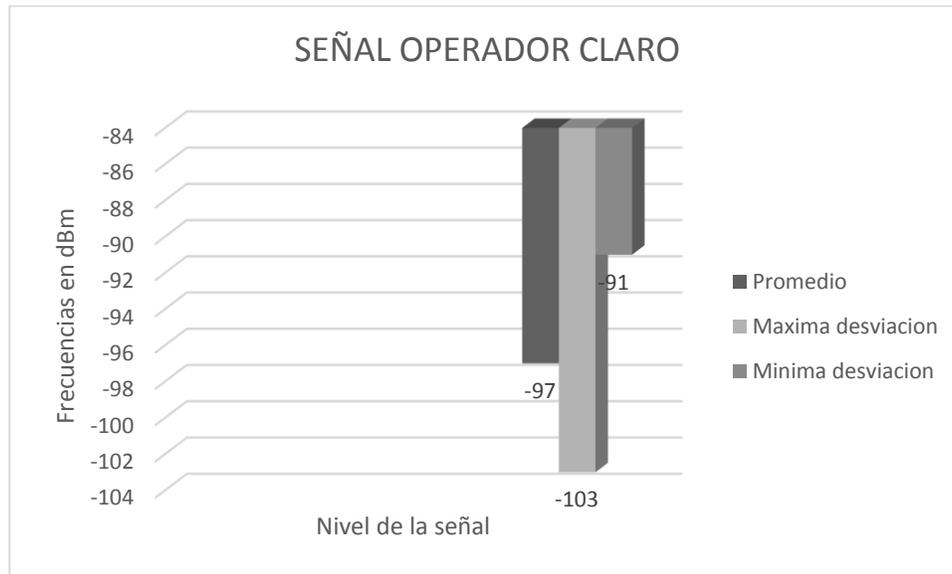


Figura 22. Grafica señal operador Movistar, Campus Fraternidad.

Como se observa en la Figura 22, el operador MOVISTAR, se analizó con el software de simulación, con el cual se realizó las muestras de señal GSM.

Podemos observar en la gráfica un comportamiento muy bueno de la intensidad de la señal que se transmite en el Campus Fraternidad; si se observa la gráfica el promedio estadístico indica -97 decibelios es una indicación de buena señal, es decir el operador tiene un margen de operación, que es óptimo y deseado para la transmisión desde la estación base, hasta el punto donde se realizaron las mediciones, que es la plazoleta del ITM. Posee una mínima desviación estándar de -91 decibelios, que se encasilla dentro de las señales que tiene buena transmisión, buena señal y siguiendo con el análisis de la gráfica, la máxima desviación corresponde al valor de -103 decibelios, que es equivalente a una buena señal.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Los resultados del estudio de las señales GSM, en la plazoleta del ITM, Campus Fraternidad, la intensidad de transmisión es eficiente con respecto -97dB.

#### 4.2. ANALISIS EXPERIMENTAL DE LAS SEÑELS GSM, CON INHIBIDOR DE SEÑAL GSM.

En el siguiente tratado se dan resultados concernientes al comportamiento de las señales GSM, en el Campus Fraternidad, en este caso se trabaja la intensidad de la señal GSM, se ha afectado por el inhibidor de señal GSM, en el punto que se determinó en la plazoleta del ITM, donde se realizaron las tomas de muestras de señal.

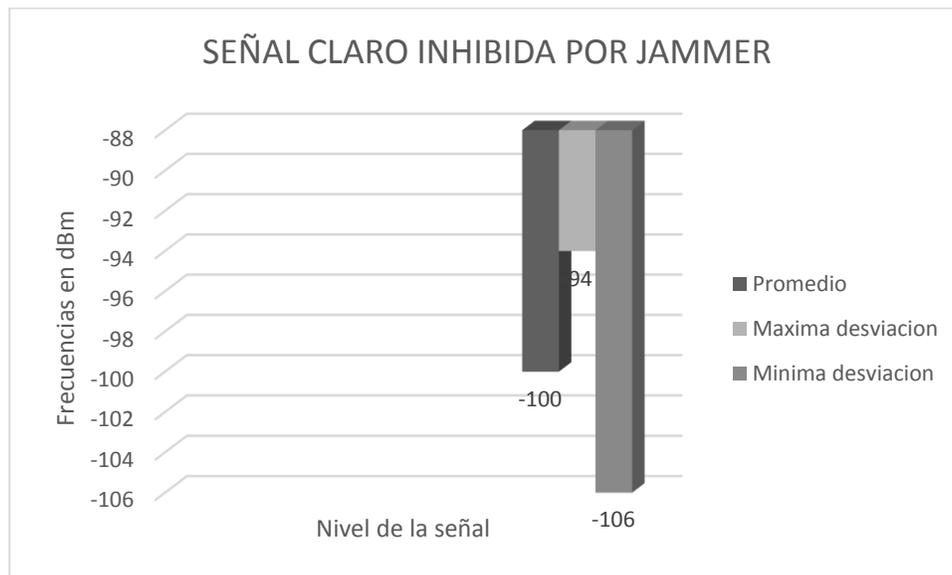


Figura 23. Grafica de inbicion señal CLARO, plazoleta ITM.

Como se observa en la Figura 23, el comportamiento de la gráfica nos determina, que la intensidad de la señal GSM, en el Campus Fraternidad, es afectada por la inhibición del JAMMER, ya que su comportamiento indica un cambio de intensidad de transmisión.

Los análisis estadísticos obtenidos después de realizar un estudio detallado, muestras significativos cambios en la desviación estándar, lo cual indica que la señal se modificó, como se observa en la desviación máxima de -106dBm, al realizar una llamada con un celular, no se podrá realizar ya que esta se ve afectada, por una señal de ruido y no podrá

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

conseguir su objetivo de transmisión; hay que tener en cuenta que las condiciones de transmisión de la estación base y el operador son buenas, en condiciones sin inhibición, la prueba de la gráfica muestra valores muy decrecientes en dBm.

Siguiendo con el análisis, si miramos la desviación mínima, obtenida con el cálculo de la desviación estándar es de -94dBm, lo cual indica que la transmisión no se puede realizar, ya que estos valores son indicadores de muy mala intensidad de la transmisión.

Y si observamos la señal media o promedio estadístico es de -100dBm, lo cual indica que la señal es muy deficiente, no hay condiciones para realizar una transmisión, con este nivel de dBm.

Es de dejar bien definido que la inhibición por parte del JAMMER GSM, ha logrado su objetivo de interferir en la transmisión, evitando la conectividad, tanto de la señal emitida por la estación base, hasta el punto que se tomó como referencia para la experimentación.

Los operadores que trabajan en la frecuencia 850 MHz y que se analizaron fueron CLARO Y MOVISTAR, presentan graficas muy similares, donde su análisis es determinante para decir que poseen una mala conectividad entre la estación base y el punto de experimentación.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## 5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

---

En este capítulo se pretende dar una serie de conclusiones, referentes a la implementación del JAMMER inhibidor de señales en el Campus Fraternidad, se habla todo lo referente a este dispositivo, su uso adecuado, se tendrá en cuenta las conclusiones de los objetivos específicos del trabajo experimental que se desarrolló, por último, se harán recomendaciones de las posibles mejoras en trabajos futuros y su utilización.

### 5.1. CONCLUSION GENERAL

Se implementó el JAMMER inhibidor de señales GSM, en la plazoleta del ITM, Campus Fraternidad, para el control de las señales GSM, mediante todas las experimentaciones realizadas.

Después de experimentar se concluye que la estación base que está ubicada en el sector de Boston y que emite sus frecuencias hacia la sede del ITM, Campus Fraternidad, realiza una transmisión de intensidad de señal muy buena (-97dB y -110dB), en condiciones climatológicas normales, en especial la frecuencia de 850 MHz, que fue la que se estudió con gran profundidad de detalles. Con la utilización del JAMMER GSM, inhibidor, dicha emisión se puede perturbar de manera efectiva, gracias a las ondas electromagnéticas, que se generan con este dispositivo, que demostró gran desempeño en todas las pruebas que se realizaron y que demuestra que es eficaz en su desempeño (Figura 16).

Este proyecto de análisis de inhibidores en el Campus Fraternidad de las señales GSM, y su comportamiento, se pueden extender a múltiples experimentos sobre otras frecuencias de transmisión.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Este proyecto tiene auge en el ámbito de la ampliación de la industria y de la evolución de las tecnologías de comunicación que se presentan en grandes rangos de cobertura diariamente; como tal el JAMMER, es un dispositivo de fácil manipulación, fácil manejo, fácil ubicación y se mimetiza por su tamaño, presenta efectividad respuesta inmediata y una serie de soluciones para situaciones críticas de protección a eventos de disparo de artefactos explosivos.

## 5.2. COCLUSIONES ESPECÍFICAS

1. Se realizó un análisis experimental de las señales GSM en la plazoleta del ITM, Campus Fraternidad, por medio del software NETWORK SIGNAL INFO, el cual fue determinante para la toma de muestras de señal GSM, emitidas por la estación base ubicada en el sector de Boston; su análisis estadístico concluye que tienen buena intensidad de señal y cumplen con una buena transmisión (-97dB y -100dB), por medio del análisis de las gráficas se pudo determinar los valores en dBm, que determinan la buena intensidad de señal que se emite en la plazoleta donde se realizó la experimentación.
2. Se realizó un estudio de los JAMMER INHIBIDORES GSM, encontrando diferentes tipos como: clase A, clase B, clase C, clase D y clase E; los cuales cumplen con las especificaciones y su función es la de inhibir señales GSM, por distintos métodos. Las técnicas de Jamming estudiadas en estas clases se trataron los métodos: por ruido, por ruido de banda-ancha, ruido de banda-parcial, ruido de banda-angosta y por tonos. Para próximos trabajos se recomienda estudiar las técnicas por pulsos, por barrido, por seguimiento y jamming inteligente.
3. Se realizó un estudio detallado de los circuitos que comprenden un inhibidor de señales GSM, desde la sección de sintonización, la sección de radio frecuencia, la sección de generación de ruido blanco y la sección de amplificación, como

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

conclusión se determina que las etapas en conjunto de los circuitos generan portadoras en todo el nivel del espectro electromagnético, que se quiera inhibir, trayendo resultados óptimos, ya que las frecuencias que se quieren transmitir no cumplan con su función. En los circuitos que plantean los diseños es difícil conseguir en Colombia e incluso que lo importen el integrado PF01411B.

4. Se evaluó el comportamiento de un JAMMER GSM, en el Campus Fraternidad, por parte de la experimentación que se realizó se concluye que fue efectivo cuando se activó para inhibir las señales emitidas por la estación base, ya que por medio del software NETWORK SIGNAL INFO, se logró recolectar una serie de mediciones en dBm, posteriormente los análisis estadísticos y las gráficas finales que se realizaron, permiten concluir que las señales sufren alteraciones y no permiten la comunicación; además se realizaron experimentaciones con el analizador de espectro y se nota caída de la frecuencia de 850 MHz (Figura 16).

### 5.3. RECOMENDACIONES

Dentro del proyecto que se mostró muy ambicioso al inicio de todo y en la etapa final sigue con sus grandes propósitos, se recomienda a los estudiantes investigadores, profesores e interesados que realizan estudios de señales estocásticas y de la funcionalidad de las configuraciones y reutilización del ruido espectral, este proyecto es específico y se implementa la metodología para las mediciones de inhibidores. Se deja una parte de anexos, donde el lector puede analizar la estructura interna de los componentes, las conexiones de circuitos, de modo que sirva como base para futuras propuestas universitarias y promuevan la utilización de dispositivos que se pueden implementar en las distintas áreas de trabajo en la industria y en determinados lugares que lo necesiten.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Otra recomendación en la implementación de circuitos inhibidores de señales, se pueden incluir modelos matemáticos más avanzados, tomar las señales del espectro electromagnético y tratar de implementar cada una de las clases de jamming.

El estudio realizado en la plazoleta del ITM, Campus Fraternidad, es un proyecto que sirve de base para la institución. En los proyectos con los semilleros, se puede trabajar la implementación presentada y realizar análisis estadístico que permita conocer los fundamentos por medio de resultados obtenidos tanto numéricos como gráficos dados por el analizador de espectro.

Finalmente, se propone que se investigue en el área de jamming para drones, lo cual está convirtiéndose en una tendencia de seguridad para la protección en los lugares de descanso como clubes, fincas o espacios privados, donde la privacidad constituye un factor importante para evitar posibles daños en la imagen de las personas.

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## REFERENCIAS

---

- Acedo, R. R., García Lorenz, M., & Vaques Matinez, J. (2011). *Electrónica Digital En La Práctica*. México D.F: Alfa omega.
- Azmar, A. C., Roca , L. J., Ruis Casals, J. M., Robert , J. R., Blanch Boris, S., & Bataller, M. F. (2004). *ANTENAS*. México: Alfaomega.
- Aznar, A. C., Jofre Roca, L., Ruiz Casal, J., & Romeu Robert, J. (2004). *Antenas*. México: Alfaomega.
- B.K, a. (s.f.). Ruido en sistemas electrónicos. Recuperado el 2 de septiembre de 2014, de Ruido en sistemas electrónicos: [ftp://ftp.ehu.es/cidira/dptos/depjt/Instrumentacion/BK-ANGEL/06\\_Ruido\\_en\\_Sistemas\\_Electr%F3nicos/Ruido%28transp%29.PDF](ftp://ftp.ehu.es/cidira/dptos/depjt/Instrumentacion/BK-ANGEL/06_Ruido_en_Sistemas_Electr%F3nicos/Ruido%28transp%29.PDF)
- Balcell, J., Daura , F., Esparta , R., & Pallas, R. (1992). *INTERFERENCIAS ELECTROMAGNAETICAS DE SISTEMAS ELECTRONICOS*. México: Alfaomega.
- Cortez, F. R., Cid Monjaraz, J., & Vargas Soto, E. (2013). *Mecatrónica Control Y automatización*. México: Alfaomega.
- Dominguez, A. G. (1994). *CALCULO DE ANTENAS*. España.: MARCOMBO.
- Domínguez, A. G. (1995). *CALCULO DE ANTENAS*. México.: Alfaomega.
- Domínguez, A. G. (2012). *CALCULO DE ANTENAS ANTENAS DE ULTIMA GENERACION PARA TECNOLOGIA DIGITAL Y METODOS DE MEDICION*. México: Alfaomega.
- E.M.NOLL. (1983). *PROYECTOS DE ANTENAS*. Barcelona.: CEAC .
- González, F. (1999). *Electrónica Digital Moderna Teoría De Circuitos Digitales*. Pereira: Cedit.
- Irwin, J. D. (1997). *Analisis Básico De Circuitos En Ingeniería*. Mexico: PHH Pretice Hall.
- Jafargholi, A., & Kamyab, M. (2011). *MATERIALS IN ANTENNA ENGINEERING*. Saarbrucken: LAMBERT.
- jisrawi, a. (2010). *GSM\_ 900 \_mobile\_JAMMER*. JordanUniversity of Science and Tecnologi,

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

jisrawi, A. (4 de agosto de 2010). GSM\_900\_JAMMER. (D. N. Dib, Ed.) Jordan university of Science and Technology, 1(1), 1\_28.

Kraemmer, A. (s.f.). NETWORK SIGNAL INFO. Recuperado el 10 de OCTUBRE de 2014, de NETWORK SIGNAL INFO:  
[https://play.google.com/store/apps/details?id=de.android.telnet&hl=es\\_419](https://play.google.com/store/apps/details?id=de.android.telnet&hl=es_419)

mahato, S. K., & c , V. (2007). Cellular Signal Jammin System in 2G and 3G. International Journal of Advances Research in Electrical Electronic and Instrumentation Engineering, 6.

Mercedaria, F. (02 de 09 de 2015). Scribd. Obtenido de Scribd:  
<http://es.scribd.com/doc/156073896/Bloqueador-de-Llamadas-Por-Celular#scribd>

Moderna, E. (s.f.).

Nilson, J. W., & A. Riedel, S. (2008). Circuitos Eléctricos. Madrid(España): Pearson Prentice Hall.

Ovalle, A. D. (4 de junio de 2011). antenas-omnidireccionales. Recuperado el 5 de marzo de 2014, de antenas-omnidireccionales: <http://wificentro.cl/10-antenas-omnidireccionales>

rticoli, N. A. (16 de enero de 2010). Electronet Moder. Recuperado el 06 de marzo de 2014, de Electronet Moder: [http://www.electronetmodena.it/jammer\\_gsm.html](http://www.electronetmodena.it/jammer_gsm.html)

Schilling, D. L., & Belove, C. (1993). Circuitos Electronicos. Mexico: McGrawHill.

Sevilla, A. M. (20 de abril de 2014). Redes MovilesCondiciones Para Los Usuarios De Redes GSM. Recuperado el 17 de marzo de 2014, de Redes MovilesCondiciones Para Los Usuarios De Redes GSM:  
<http://es.slideshare.net/josemiguellopex/seguridad-en-redes-mviles-gsm>

Tolosa, N. (07 de mayo de 2010). Radiocomunicaciones. Recuperado el 08 de marzo de 2014, de Radiocomunicaciones: <http://www.radiocomunicaciones.net/index.html>

Tomasi. (2003). Sistemas De Comunicaciones Electrónicas. México: Pearson Educación.

Weiner, M. M. (2006). ADAPTATIVE ANTENNAS AND RECEIVERS. United States of America: TAYLOS AND FRANCIS.

Xirio. (02 de 09 de 2015). XIRIO. Obtenido de XIRIO: <https://www.xirio-online.com/>

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Constitución Política 1 de 1991 Asamblea Nacional Constituyente. (10 de Abril de 2016). CONTITUCION POLITICA DE COLOMBIA. Obtenido de CONTITUCION POLITICA DE COLOMBIA: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=4125>

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (10 de Abril de 2016). MINTIC. Obtenido de MINTIC: <http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-4287.html>

MINTIC. (10 de abril de 2016). Resolución 2774 de 2013. Obtenido de Resolución 2774 de 2013: <http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-4287.html>

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## APÉNDICE

---

### **I. ANALISIS DE LOS CIRCUITOS PARA LOS INHIBIDORES DE SEÑAL GSM.**

En el presente capítulo se realiza un diseño a nivel profesional de las etapas de un JAMMER, utilizando una herramienta de diseño de circuitos conocida es EAGLE, programa de diseño de PCBs, con auto enrutador, este tiene una licencia FREEWARE y gran cantidad de bibliotecas alrededor de la red. El objetivo se centra en el diseño de las fases del circuito JAMMER, el cual contiene unas etapas como lo son alimentación, circuitos y antena. En el capítulo se lleva al objetivo primario que consiste en la adecuación de los componentes para el posterior diseño de las distintas etapas funcionales del inhibidor de señales GSM, para la obtención de las frecuencias necesarias. Los principales circuitos de un inhibidor de señales son los que vamos a enfocar en este capítulo. Como la habíamos especificado en el capítulo uno; el conjunto completo del inhibidor de señales consta de fuente de alimentación, circuito y antena.

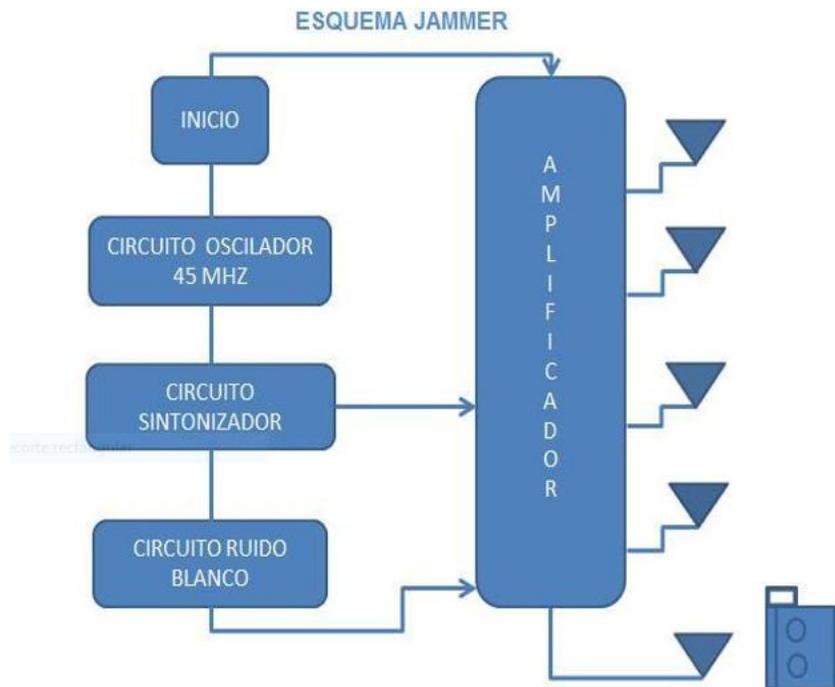


Figura 24. Esquema etapas JAMMER.

Por medio del esquema que se visualiza en la Figura 24, se pretende dar una explicación clara y muy detallada de lo que es y en que consiste la estructura interna de un inhibidor de señales GSM; el esquema de funcionalidad del JAMMER, consiste en una serie de circuitos que se interconectan simultáneamente, partiendo desde la fuente de alimentación, el circuito oscilador de 45 MHz, que se interconecta con el circuito sintonizador, el cual va relacionado con el circuito de ruido blanco; posteriormente viene una interconexión con el circuito muy importante que lo es amplificador, el cual va por medio de conectores a terminar en las antenas GSM, de comportamiento omnidireccional, también se especifica el circuito de RF, que es el control remoto con el cual funciona si se requiere operarlo de esta manera, mostrando su antena de recepción, que se interconecta al circuito.

## CIRCUITO OSCILADOR RUIDO BLANCO

Es la etapa inicial del circuito inhibidor de señales GSM, donde se incluye una serie de circuitos, como los son el circuito sintonizador de frecuencias, el circuito oscilador, que genera las frecuencias necesarias, el circuito generador de ruido blanco, esta etapa está relacionada con las etapas siguientes, que se unen por medio de conectores de transmisión de frecuencias.

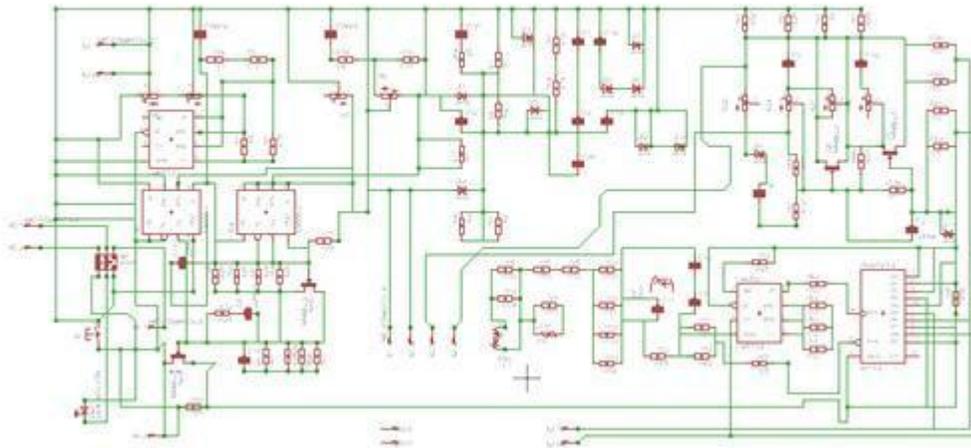


Figura 25. Etapa uno JAMMER y sus componentes.

En la etapa inicial, como se puede observar en la Figura 25, el diseño del esquemático en el software EAGLE; para diseño específico, se terminó el proyecto en este programa por su gran facilidad de manejo, porque muestra su gran potencial como herramienta para crear, porque en tanta exigencia de la programación y la elaboración de impresos o PCBs de gran nivel, muestra mucha eficiencia, para generar terminados a nivel de ingeniería profesional.

En la etapa inicial del circuito tenemos la etapa de alimentación que consta de un cargador que presenta una entrada de tensión de 110 Voltios, el cual por medio del proceso de

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

transformación del potencial eléctrico se logra una entrada de 5 voltios con un amperaje de 8 mil voltios, el cual alimenta los diferentes componentes que se incorporan en la PCBs, para dar al esquema diseñado en EAGLE, un aspecto complejo, funcional y muy preciso, en lo que al objetivo del proyecto hace referencia, en el desarrollo del JAMMER inhibidor de señal GSM, se van a explicar detalladamente sus etapas, como lo es la etapa de alimentación, que es fundamental en el desarrollo, de este monumental proyecto.

EL oscilador es un circuito que es capaz de generar a su salida, una forma de onda estable, periódica y con una frecuencia propuesta determinada, para ser utilizado como generador de la onda en el rango de la frecuencia en que se estimen, en el presente circuito vamos a diseñar un circuito controlado por voltaje VCO. En el cual la frecuencia de oscilación es proporcional al voltaje de entrada a diferencia de los osciladores controlados por digitalmente, en los cuales las frecuencias de oscilación se generan por el número calculado por un sistema digital.

El esquema del circuito integrado NE555, como fuerte elemento electrónico que nos va a servir para concluir la parte del circuito oscilador controlado por tensión, o VCO, que usa amplificación realimentación y circuitos que entran en una resonancia perfecta, cuando en el circuito que se esquematiza anteriormente se le ingresa una entrada de voltaje con el valor de cero voltios, se genera una señal libre de oscilación y ante la variación del voltaje de entrada sube o baja a conveniencia la frecuencia de salida en modo que genera ecuaciones de proporción; en el caso del inhibidor de señal GSM, con este diseño se genera una oscilación de 45 MHz, dispensable para genera una señal de radio, que interviene con la señal del celular. La idea de la oscilación a la frecuencia requerida es generar una serie de ondas triangulares y la onda de ruido. Esta última que mencionamos posee la particularidad de que no posee información, es considerado ruido blanco en electrónica, una onda que se muestrea aleatoriamente y no posee periodo como las demás ondas, la señal, capturada por un osciloscopio de análisis de frecuencias tanto de amplitud confrontada en el tiempo de emisión de esta. Para la implementación de los osciladores, aplicaremos el principio muy útil en electrónica, que se trata de características

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

de carga de un condensador, cuando un condensador es cargado con una tensión constante, el voltaje entre sus borneras crece en forma exponencial, en este caso la forma de carga del condensador será de forma lineal, es el caso del condensador que usamos con las especificaciones de 2200  $\mu\text{F}$  16 Voltios. Cuando el voltaje entre las terminales de este y supere el voltaje de referencia ( $V_{\text{ref}}$ ), el inicial amplificador operacional basculará a una salida positiva. Esta salida positiva pondrá al transistor en saturación, provocando así la descarga rápida del condensador, de esta forma se iniciará un ciclo volviendo al inicio. A mayor corriente de carga para el condensador, generará mayor frecuencia, el segundo amplificador operacional, es una conexión que permite extraer, una señal rectangular a partir del oscilador generador de la onda triangular PWM (Pulse Width Modulation) es voltaje que indica el punto máximo. La ventaja que nos muestra la unión de la onda cuadrada, con el VCO, es evidente que nos ahorra circuitería, a la vez que tendremos dos formas de onda claramente sincronizadas.

La otra etapa uno del JAMMER inhibidor de señales consta del circuito de sintonización; el cual encontramos dos clases que son los circuitos sintonizados en serie y en paralelo, el circuito sintonizado en paralelo rechaza todas las frecuencias menos una la que produce la sintonía del tanque, de modo tal todas las frecuencias que no sean de la sintonía, son lanzadas a un GND o tierra llegando abajo ya sea por el condensador o por la bobina que se especifique o se determine. El circuito sintonizado en serie acepta una sola frecuencia, para todas las restantes posee una impedancia más alta, cuanto más alta o bastante baja sea la resonancia (Schilling & Belove, 1993).

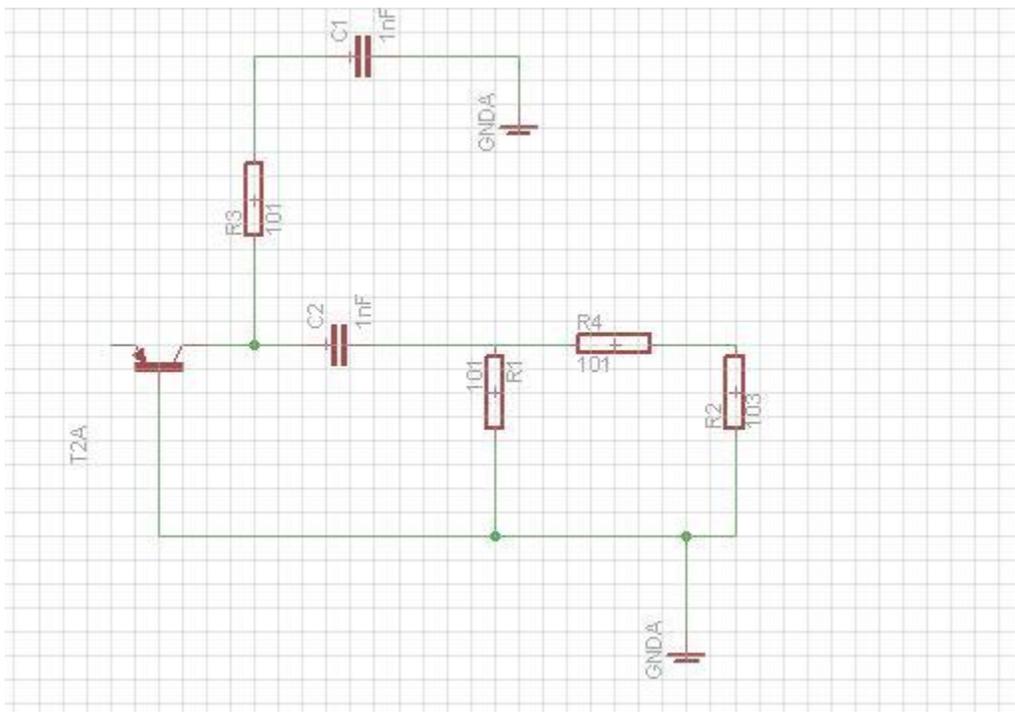


Figura 26. Esquema circuito ruido blanco.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Como se observa la Figura 26, en la etapa uno del inhibidor de señales GSM, encontramos integrado el circuito generador de ruido blanco, en el caso del inhibidor de señal se utiliza un transistor T2A, PNP, transistor de conmutación (sc-70) muy pequeño, con características como colector de corriente  $\leq 200$  mA, tensión emisor colector  $\leq 40$  mA, paquete plástico de proporcionas diminutas SMD. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se observa el esquemático realizado en EAGLE, de una parte del circuito encargada de generar este tipo de interferencia o ruido blanco, como se observa en la, el esquemático diseñado en EAGLE, de un generador de ruido blanco, similar al que se encuentra en la etapa uno del JAMMER inhibidor de señales GSM.

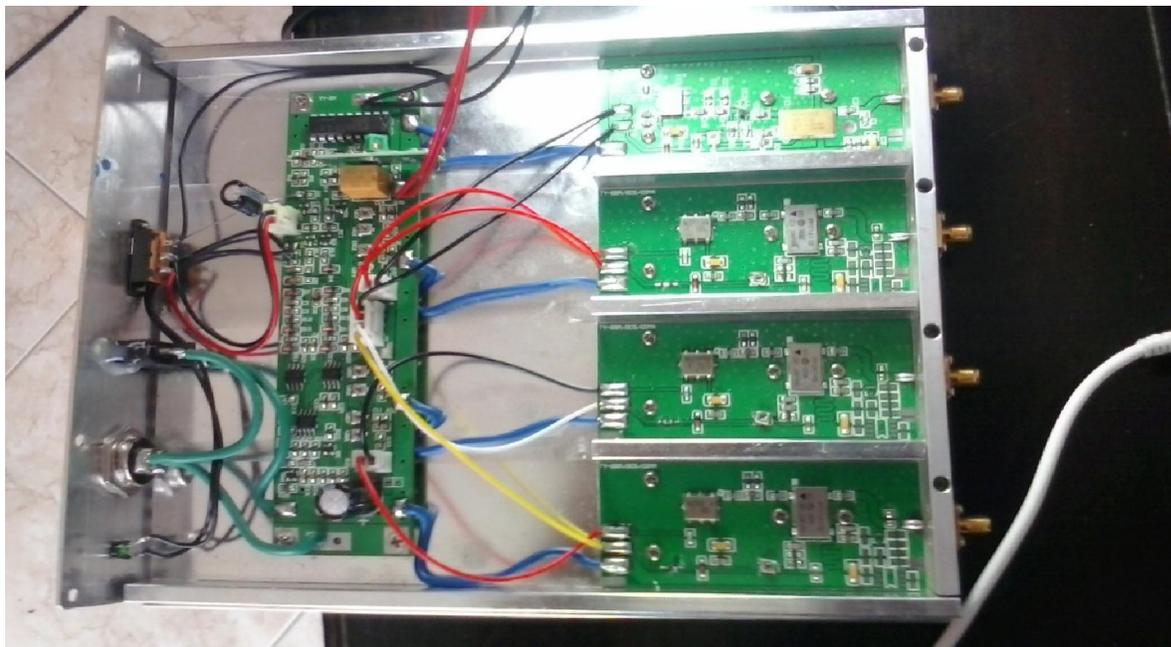


Figura 27. Conexiones por etapas en JAMMER.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Las conexiones a las otras etapas del circuito inhibidor de señales GSM, se hacen como se observa en la Figura 27, donde se interconectan una a una las etapas de la uno con la etapa dos, la uno con la etapa tres, la uno con la etapa cuatro y la uno con la etapa cinco. En esta etapa el ruido puede producirse de diversas maneras, sistema eléctrico de fabricación, ruido intrínseco de los elementos electrónicos, el objetivo es generar una interferencia electromagnética (EMI), porque hay otra clase de EMI, es generada por perturbaciones de agentes naturales, estas son las dos clasificaciones que existen. El inhibidor de señales es un equipo que tiene que salirse del esquema de la susceptibilidad o inmunidad electromagnética (EMS), que consiste y es la capacidad de un equipo de funcionar en medio de factores como un EMI y el otro factor al que está expuesto y debe salirse es a una compatibilidad electromagnética (EMC), que consiste en la proporcionalidad de un equipo electrónico de trabajar y desempeñar su funcionamiento, en un campo específico donde intervienen ambientes electromagnético, sin generar perturbaciones o frecuencias intolerables, para otros sistemas digitales que se encuentran operando, en sus condiciones para las cuales han sido diseñados.

**AMPLIFICADOR DOS CIRCUITO SINTETIZADOR**

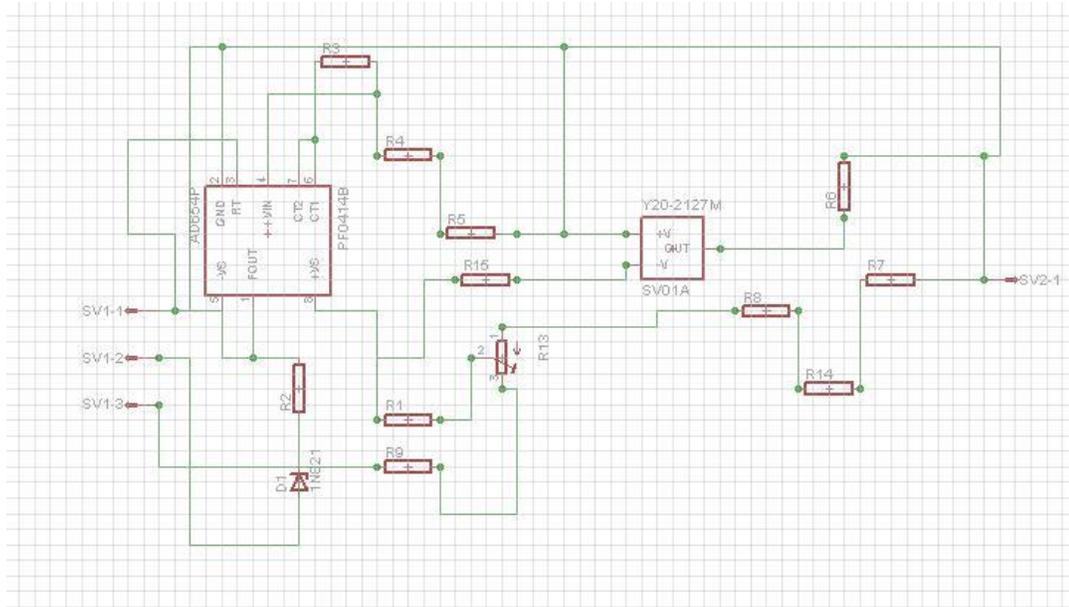


Figura 28. Segundo amplificador.

Etapa dos del inhibidor de señal, que se muestra en el software EAGLE, el cual se ha diseñado tomando, la etapa de amplificación RF, como principio fundamental de esta sección, como se observa en la Figura 28, el circuito RF, cumple su funcionalidad de etapa de ganancia, donde se aumenta el poder de salida de radio frecuencia, de la onda deseada a niveles suficientemente altos y en gran escala, para conectar la señal a la antena omnidireccional, que se encarga de efectuar su función de radiar el sector específico donde se acondicione.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

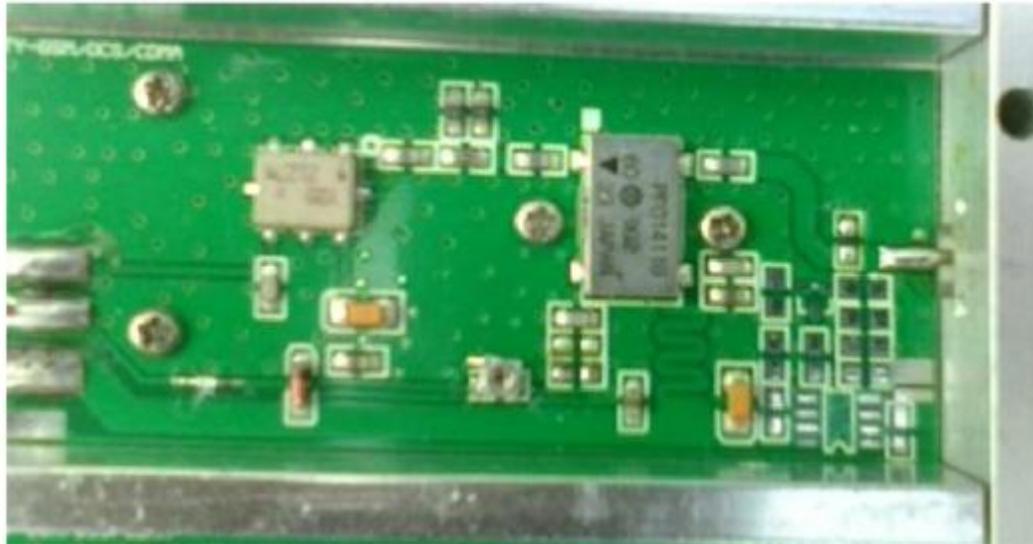


Figura 29. Fotografía Segundo amplificador.

La etapa dos del inhibidor de señales GSM, se puede observar en la Figura 29, la cual cumple una funcionalidad de amplificación RF, como medida principal y la etapa de ganancia trabaja en conjunto. La etapa dos del inhibidor de señal, se genera a partir de un amplificador PF01411B, (MOS FET POWER AMPLIFIER), se puede observar en la. El cuál es el encargado de generar la amplificación necesaria para el correcto funcionamiento, como lo especifica la hoja del fabricante. La función del amplificador RF, o etapa de ganancia, consiste sencillamente en dispositivos que poseen unos parámetros que exponencialmente generan unos incrementos con la frecuencia que están manejando y está relacionada con el tiempo de respuesta, en el caso de la etapa dos, el componente amplificador es el circuito integrado PF01411B, estos están proyectados como componentes activos, y son de gran utilidad por su alta impedancia de entrada, mejorando en cuanto a sensibilidad el circuito, estos amplificadores de RF, son las finales etapas activas

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Del circuito, ya que se ubican antes de las antenas que en la diversidad que existen generan la transmisión, suministrando todo el desarrollo de potencia que se necesita para radiar la señal específica, en el espectro de frecuencia.

En los valores a los que se somete este amplificador, donde se confronta los dBm vs voltaje de entrada, dando como resultado la efectividad del amplificador PF01411B, manejando una frecuencia de 880 MHz, lo cual es un indicador de excelente rendimiento para sobrepasar las frecuencias GSM en los operadores de señal como lo son en Colombia CLARO GSM 850 MHz, UMTS/HSPDA 850 MHz.

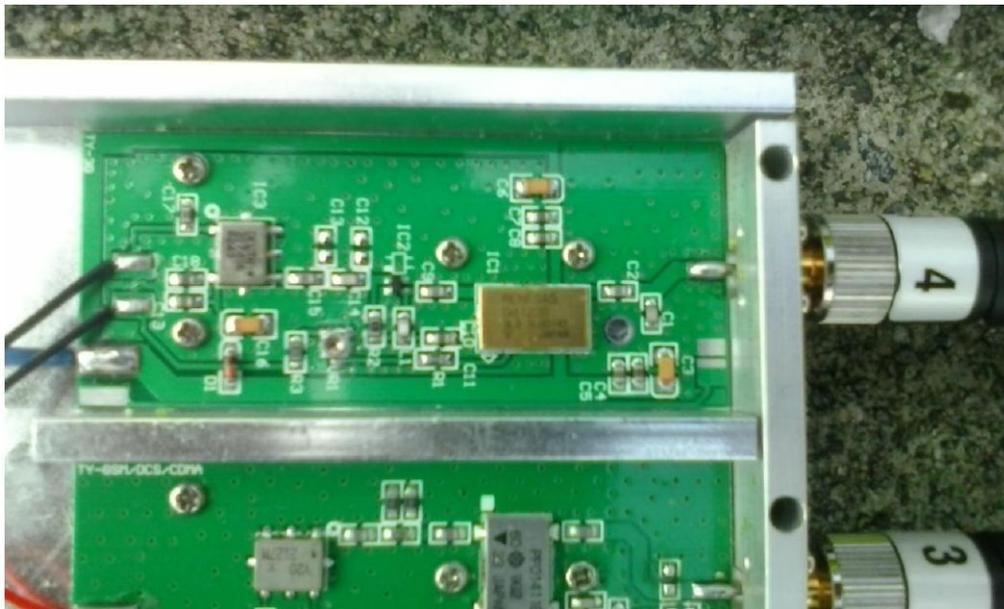


Figura 30. Conexión circuito de ganancia a la antena omnidireccional.

La etapa de amplificación o etapa de ganancia del circuito conectado a la antena omnidireccional, en el caso la antena tres y la antena omnidireccional cuatro, observa en la Figura 30, donde muestra la eficiencia de dicho dispositivo.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Los amplificadores en RF, cumplen diversas funciones entre las que más relevantes están elevar los niveles de la onda portadora, que ha sido generada por el oscilador y servir como amplificador divisor, para comprobar que el oscilador no son afectadas por cambios de tensión o impedancias en las etapas actuales de potencia.

El integrado Y20 2127M, oscilador de voltaje controlado VCO, que actúa consecutivamente con la frecuencia deseada en la escala de proporcionalidad, en cuanto la tensión se dispone a ser exponencial, o en una escala que va en aumento, podemos observar la configuración de sus partes, desde donde se ingresa el voltaje, y los puntos de salida del elemento electrónico. Este integrado actúa como circuito oscilador en la generación del pulso en MHz, complementando el circuito RF, en la amplificación de este. Como se observa las frecuencias asciende en un nivel exponencial en cuanto a la tensión va en aumento, vemos en el color azul la línea que se traza de manera progresiva, este el comportamiento que genera el circuito, con la onda requerida, hasta llegar a la frecuencia UHF de 1900 MHz, inhibiendo la señal que se encuentre ya rebosar dicha frecuencia.

Como nos encontramos en la etapa dos del JAMMER inhibidor de señal GSM, las frecuencias a eliminar estas relacionadas en rangos de 850 MHz Y 900 MHz, donde podemos encontrar la señal GSM de CLARO, como se aplica a Colombia en el rango de 850 MHz GSM, 850 MHz UMTS/HSDPA. De tal forma el inhibidor supera de manera esta frecuencia en UHF, creando un ruido blanco que emerge, cuando en teoría se habla de que dos o más dispositivos electrónicos cierran una conexión en tierra de diversos modos.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

### **AMPLIFICADOR TRES CIRCUITO SINTETIZADOR**

Esquemático de la etapa tres del JAMMER inhibidor de señal GSM, donde vemos el conjunto de dispositivos electrónicos, en especial el amplificador PF0414B, posee como funcionalidad aumentar las frecuencias, su estructura es similar a la etapa dos, ya que poseen la misma configuración solo cambia el componente anteriormente citado, el cual trabaja en conjunto con el oscilador Y20 2127M, como se puede detallar en el esquemático. La finalidad es la de eliminar frecuencias que van a los 850 MHz como lo son las GSM 850 MHz, UMTS/HSDPA 850 MHz, donde claramente podemos verificar que trabaja el operador GSM MOVISTAR y VIRGIN. Al circuito se le hace la conexión determinada de una antena omnidireccional, especial para este tipo de frecuencia. Esta etapa es conocida como etapa de amplificación RF O también conocida como etapa de ganancia, donde se aumenta el nivel de la salida, de la onda que se quiere tratar o generar o bien sea la frecuencia, la radiofrecuencia a un estado que compense suficientemente superior para generar una inhibición o un bloqueo, en una onda específica o en una frecuencia o una señal en especial. Es una onda portadora modificada en algunos parámetros (amplitud, frecuencia, fase) con el fin de transmitir ruido, esta onda portadora es mucho más alta que la de la señal GSM.

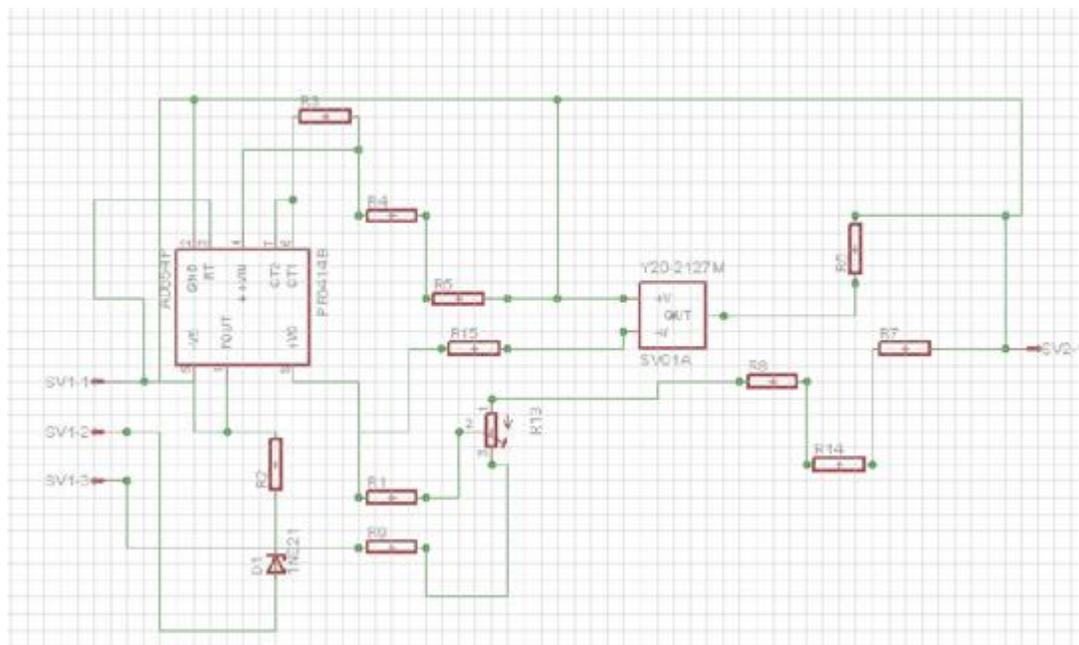


Figura 31. Esquema amplificador tres.

Como se observa la Figura 31, la tercera parte del circuito, está constituida por una serie de conexiones que van directamente a generar la amplificación de la señal, para el inhibidor de señal, su componente MOSFET AMPLIFIER PF01411b, es el encargado de aumentar la señal, para generar un nulo en la frecuencia específica, se le suma el oscilador Y20 2127M, que cumple la funcionabilidad de generar una salida de onda de una manera estable, con un periodo determinado y una frecuencia determinada. El amplificador operacional PF0414B, el comportamiento y la eficiencia, la función es la incrementar la corriente, la tensión, la potencia de la frecuencia, que se ingresa o se aplica a la entrada, generándose la salida de la frecuencia aumentada a la salida, vemos aquí una frecuencia de 915 MHz, que se dispone a ser usada para contrarrestar las señales GSM.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

La funcionalidad de este circuito es la de todo un circuito amplificador de RF, es elevar de manera gradual los niveles de la señal portadora, generados por el Oscilador, n este caso es una oscilación de 45 MHz, con una onda triangular. También cumple la función de amplificador apartando o separando las múltiples variaciones de tensión, en las etapas que se relacionan con las de potencia. El amplificador PF0414B, en su estructura y composición interna de componentes presenta dimensiones en milímetros, es un componente de superficie de dimensiones diminutas.

## AMPLIFICADOR CUATRO CIRCUITO SINTETIZADOR

Esta etapa es conocida como etapa de amplificación RF O también conocida como etapa de ganancia, donde se aumenta el nivel de la salida, de la onda que se quiere tratar o generar o bien sea la frecuencia, la radiofrecuencia a un estado que compense suficientemente superior para generar una inhibición o un bloqueo, en una onda específica o en una frecuencia o una señal en especial.

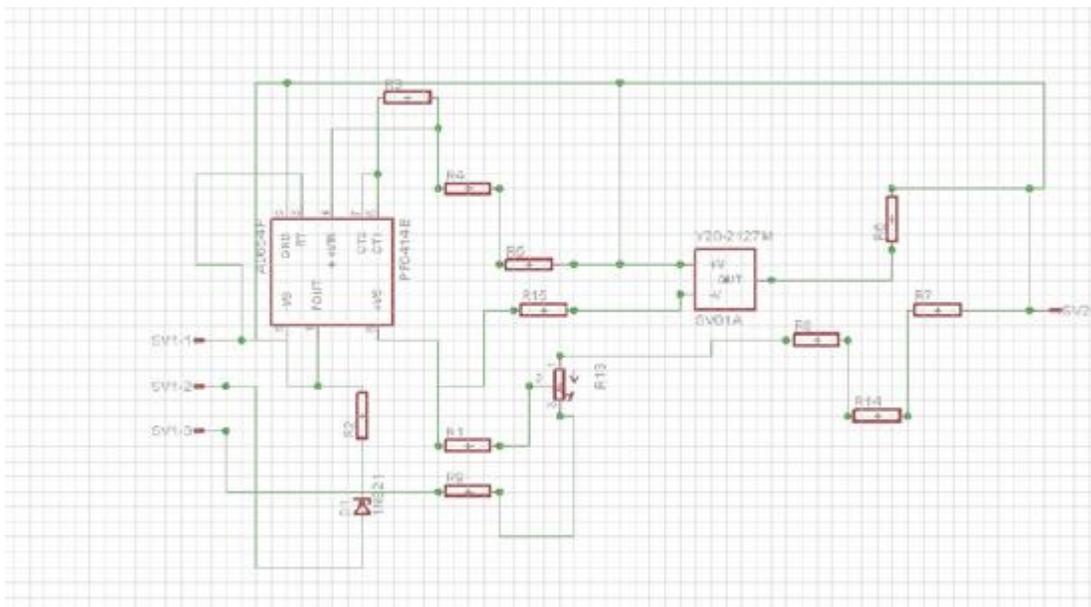


Figura 32. Esquema de conexiones en amplificador cuatro.

Como se observa en la Figura 32, etapa cuatro del JAMMER inhibidor de señal, se ubica claramente un circuito de RF. Etapa cuatro del inhibidor de señal, que se muestra en el software EAGLE, como lo habíamos especificado, es una potente herramienta en el desarrollo de esquemáticos, por eso se ha acogido para la creación de PCBs; gracias al editor de diagramas electrónicos nos ha facilitado hacer las funciones de un enrutador de todos los componentes que se presentan en la mencionada etapa del JAMMER, inhibidor de señales GSM; con este se ha diseñado tomando, la etapa de amplificación RF, como

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

principio fundamental de esta sección, como se observa en la figura anterior, mencionada anteriormente el circuito RF, cumple su funcionalidad de etapa de ganancia, donde se aumenta el poder de salida de radio frecuencia, de la onda deseada a niveles suficientemente altos y en gran escala, para conectar la señal a la antena omnidireccional, que se encarga de efectuar su función de radiar el sector específico donde se ubique.

Aquí vemos el empleo de los RFIC, en la electrónica que se aplica a este circuito, con altas tendencias a tecnologías que son inalámbricas, se combinan lo que son la potencia del proceso digital y el proceso que relaciona lo análogo, en el campo de las altas frecuencias, como lo es en el espectro de UHF, que comprende las frecuencia de 30 MHz a 3 GHz, este sistema se ha implementado ya que presenta costos muy bajos, el tamaño es reducido en gran escala, donde la tecnología juega un papel que se expande, en todos los sistemas que tengan una configuración inalámbrica.

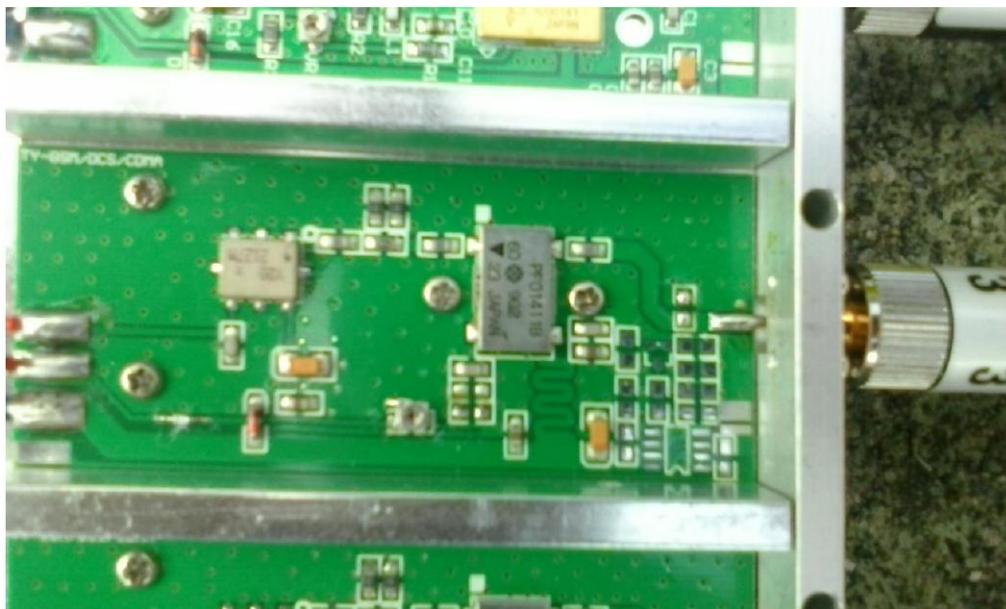


Figura 33. Fotografía amplificadora cuatro y sus conexiones.

Como se observa la Figura 33, la etapa cuatro, del módulo de amplificación se genera con

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

el del modelo similar al modelo dos o etapa número dos, específicamente con el MOS FET POWER AMPLIFIER, de referencia pf0414b el

Cual se encarga de llevar la señal a los límites necesarios, para afectar las comunicaciones GSM.

Su funcionalidad se basa en los modelos matemáticos, que se han explicado en las ciencias de los principios de circuitos básicos, como se generó enrutador en serie de componentes como los son las resistencias, diodos de RF, diodo túnel, transistor de RF, teniendo en cuenta la teoría de RF, en donde se utilizó un amplificador PF014411B, el cual tiene en cuenta los parámetros que proporcionalmente incrementan la frecuencia e influye en la respuesta en el tiempo determinado o programado, aquí vemos un ejemplo de utilidad de dicho dispositivo a gran escala. El Integrado Y20 21217M cumple funciones VCO y trabaja como oscilador, se ubica en la etapa cuatro para convertir la corriente continua en corriente que varía en forma periódica, con relación al tiempo, esta oscilación puede ser cuadradas, sinusoidales o triangulares, estas últimas son las que aplicamos al inhibidor de señales GSM. Por tanto, es la función de los osciladores. En el caso del integrado Y20 2127M, es un oscilador electrónico, que fundamentalmente se convierte en un amplificador. En otros términos, su señal de salida, es capturada de su propia salida a través de un ciclo de retroalimentación. El integrado Y20 2127M, el cual genera unos cambios de voltaje y su modo exponencial se refleja en las frecuencias de trabajo, que posteriormente se van a utilizar en el circuito de RF. Como lo vemos este integrado es capaz de generar una salida o una onda estabilizada, en un periodo y en una frecuencia determinada, el caso de este VCO, se fundamenta en el control de tensión, es decir que la frecuencia en la que trabaja su oscilación es proporcional a la entrada que posee el circuito (Nilson & A. Riedel, 2008).

### **AMPLIFICADOR CINCO CIRCUITO SINTETIZADOR**

Etapa cinco del JAMMER inhibidor de señal GSM, esquemático, donde vemos el conjunto de dispositivos electrónicos, el amplificador RENESAS 08123B, posee como funcionalidad aumentar las frecuencias, su estructura es similar a la etapa cuatro, ya que poseen la misma configuración solo cambia el componente anteriormente citado, el cual trabaja en conjunto con el oscilador Y20 2127M, como se puede detallar en el esquemático. La finalidad es la de eliminar frecuencias que van a los 1900 MHz como lo son las GSM 1900 MHz, UMTS/HSDPA 1900 MHz, donde claramente, se puede observar y podemos verificar que trabaja el operador GSM UFF, UNE, ETB.

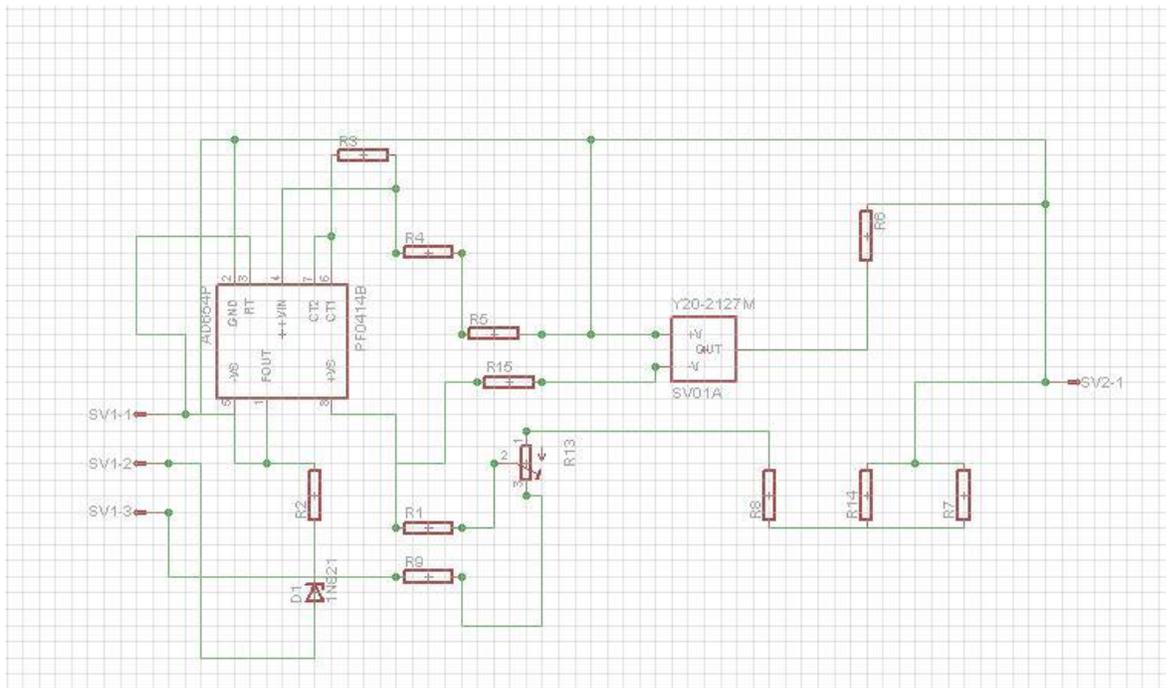


Figura 34. Esquema de conexión amplificador cinco.

Como se observa en la Figura 34, se observa el esquema de conexiones el amplificador que va a la quinta antena omnidireccional, la cual cumple la función de enviar la señal de ruido blanco, para bloquear la frecuencia GSM.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## II. MEDICIONES EN EL CAMPUS FRETERNIDAD ITM

En el presente capítulo se especifica la metodología de las mediciones que se tomaron en la plazoleta del Campus Fraternidad ITM, para determinar la intensidad de señal de la estación base que se encuentra en el sector de Boston a 150 metros, con respecto al punto de referencia que se tomó en la plazoleta del ITM.

Se muestra el método empleado para la realización del trabajo iniciando desde la toma de muestras en dBm, con el software NETWORK SIGNAL INFO. En diferentes ángulos y en puntos de intersección diferente, se tomaron muestras como medidas en ángulos de 45 grados para tomar la intensidad de la transmisión de la señal con que se emite desde la estación base del sector de Boston. Posteriormente se tomaron muestras en 90 grados en la plazoleta del ITM, para medir la intensidad de la señal que opera desde la estación base y está directamente relacionada con la plazoleta del ITM.

Hay que tener en cuenta que entre la estación base y el punto de referencia de la experimentación, hay una estructura de construcción de salones de clase, la cual genera en cierta medida un determinante índice de atenuación, para las señales GSM, que se registraron.

En la experimentación que se realizó en la plazoleta del ITM, Campus Fraternidad, las hay que considerar la condición climatológica en las medidas que se registraron, sufrieron alteraciones y atenuaciones por el índice de lluvias y las condiciones de frío excesivo y cambios repentinos de calor extremo; todo esto se tuvo en cuenta para la realización del análisis estadístico que se planteó, para determinar las conclusiones.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

### **MEDICIONES EN PLAZOLETA CAMPUS FRATERNIDAD**

En todo el desarrollo del texto se determinó un punto de inicio, un punto de referencia el cual, inicialmente se realizaron unas tomas de muestras de la señal GSM, sin la utilización del inhibidor de señales; lo cual se realiza con una serie de elipses y puntos de intersección, en diferentes ángulos.



Figura 35. Fotografía tomada midiendo la Plazoleta del ITM.

En la Figura 35, se puede observar las mediciones tomadas, en la plazoleta del ITM, con la finalidad de tomar un punto de referencia para realizar una elipse de diez metros en el piso, posteriormente avanzar diez metros para completar otra elipse de veinte metros y por ultimo tomar otros diez metros para completar los treinta metros de distancia.



Figura 36. Fotografía tomada, para determinar la elipse de mediciones.

Como se observa en la Figura 36, las mediciones se realizaron en varios sentidos para poder completar la elipse, en la superficie del piso de la plazoleta, con la ayuda del flexo metro se realizaron determinadas medidas



Figura 37. Fotografía tomada, realizando ajustes al JAMMER.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

En la Figura 37, hace referencia a la etapa previa a la instalación del JAMMER inhibidor de señales GSM, se puede observar una calibración determinante para el funcionamiento del circuito, que consta de una etapa de alimentación, etapa de oscilación, etapa generadora de ruido blanco, la etapa de sintonización, la etapa de amplificación.



Figura 38. Fotografía tomada al circuito JAMMER.

Como se observa en la Figura 38, se observa la parte interna del circuito JAMMER, inhibidor de señales GSM, se muestran sus cinco etapas, que conectadas generan la atenuación en las frecuencia de 850 MHz, y 1900 MHz.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Figura 39. Fotografía tomada a la ubicación del punto de experimentación.

Como se observa en la Figura 39, se ve la instalación realizada del JAMMER, inhibidor de señal GSM, para iniciar el funcionamiento del JAMMER, inhibidor de señales GSM, el cual por medio de experimentación, demostró capacidad para derribar, atenuar frecuencias, ya que su portadora supera los 850 MHz y los 1900 MHz.



Figura 40. Fotografía tomada en el inicio de toma de muestras GSM.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Como se observa en la Figura 40, se hacen las mediciones del JAMMER, inhibidor de señales GSM, empezando por el punto central o punto de referencia, para posteriormente irse desplazando, en escalas lentamente de diez metros, en la elipse de la plazoleta del ITM.



Figura 41. Fotografía tomada, en la toma de muestras a 45 grados.

Como se observa en la Figura 41, se da inicio al software NETWOR SIGNAL INFO, para la toma de la intensidad de la señal GSM, partiendo del punto cero, para ir avanzando en escala ascendente hasta los treinta metros.



Figura 42. Fotografía tomada en el análisis de intensidad de señal GSM.

Como se observa en la Figura 42, se tomaron tiempo relativos de treinta segundos, en cada toma de señales GSM, este constituye un momento específico de la intensidad, en que se transmite una señal GSM, y la cual puede sufrir cambios repentinos, no solo provocados por el JAMMER inhibidor de señales, sino por condiciones climáticas, que atenúan la señal severamente.



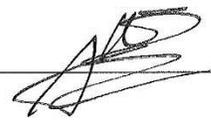
Figura 43. Fotografía tomada de la instalación del JAMMER emitiendo su portadora.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Como se observa en la Figura 43, se inicia el desplazamiento lentamente del punto inicial o punto de referencia tomado en la plazoleta del ITM, la atenuación del JAMMER GSM, fue registrada por el software NETWORK SIGNAL INFO, en cada escala que se tomó, en los puntos de intersección, con tiempo de medición de treinta segundos, lo cual quedo almacenado en el interior de la memoria micro sd del celular utilizado para este procedimiento experimental.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

FIRMA ESTUDIANTES	 <hr/> <hr/> <hr/>
FIRMA ASESOR	 <hr/>
FECHA ENTREGA: <u>3/abril/2017</u>	

FIRMA COMITÉ TRABAJO DE GRADO DE LA FACULTAD _____
RECHAZADO ___      ACEPTADO ___      ACEPTADO CON MODIFICACIONES ___
ACTA NO. _____
FECHA ENTREGA: _____

FIRMA CONSEJO DE FACULTAD _____
ACTA NO. _____
FECHA ENTREGA: _____

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22