



Ductos de Aire Acondicionado como Guías de Onda para Telefonía Celular

Dr. Jorge Roberto Sosa Pedroza
M. en C. Fabiola Martínez Zúñiga



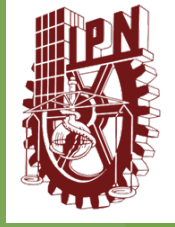
1 E CONGRESO de **ELECTROMECHANICA**
R INTERNACIONAL & **ELECTRICA**

15 - 16 - 17
Junio 2016



RESUMEN

En este trabajo se propone usar los ductos convencionales de ventilación como guías de onda para llevar las señales de telefonía, tomar después la energía electromagnética del ducto para radiarla hacia las oficinas, sustituyendo las antenas convencionales de interiores, reusando la infraestructura de aire acondicionado con que cuentan los edificios.



1 E CONGRESO de ELECTROMECAICA & ELECTRICA
RINTERNACIONAL

15 - 16 - 17
Junio 2016





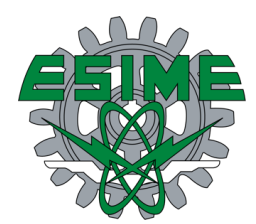
INTRODUCCIÓN



1º CONGRESO INTERNACIONAL
de **ELECTROMECAÁNICA & ELECTRICA**
15 - 16 - 17
Junio 2016

La telefonía móvil está en continuo crecimiento, generando la necesidad de dar cobertura en cualquier lugar. En el interior de edificios pocas veces hay una buena recepción celular, porque las antenas que proveen el servicio están en el exterior, y la señal es atenuada por el edificio y los obstáculos en el interior, los efectos son similares aún con antenas dentro de los edificios.





EL PROYECTO

El proyecto consiste en usar los ductos de aire acondicionado para propagar señales de telefonía celular al interior de edificios con menores pérdidas, que las generadas por paredes y muebles

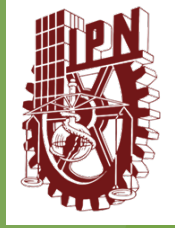
El sistema consiste de un alimentador primario de guía de onda que genera un modo TE_{10} , que se convierte al modo esperado en el ducto usando la técnica de postes en la guía de onda.

Posteriormente la energía electromagnética se alimenta al ducto por medio de una antena de corneta.

El campo propagado en la guía de onda (ducto), alimenta un arreglo de antenas en el interior para ser radiado hacia las oficinas del edificio.

Como elemento complementario se analiza el efecto de una rejilla que permite el flujo de aire sin afectar la propagación y viceversa.

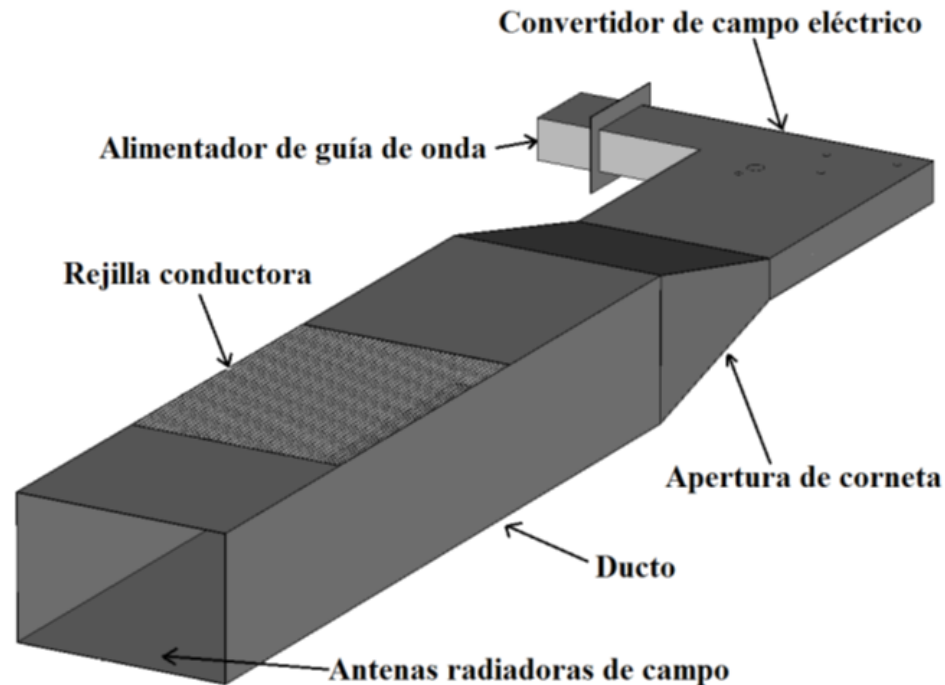
Este trabajo presenta la solución a cada uno de los problemas anteriores comprobando su pertinencia con la construcción de un prototipo.

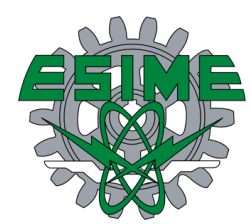


Metodología

Se parte de suponer que un ducto común (no necesariamente general), de acero inoxidable, tiene dimensiones de 30 cm de ancho por 20 cm de alto y que las frecuencias de telefonía PCS están entre 1.7 GHz y 2.7 GHz.

El sistema propuesto:





EL DUCTO COMO GUÍA DE ONDA

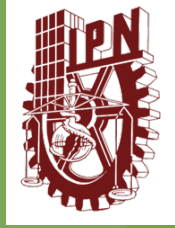
Primeramente se analizó cómo se propaga la energía electromagnética en el interior del ducto para elegir el modo de propagación más conveniente para trabajar en el sistema.

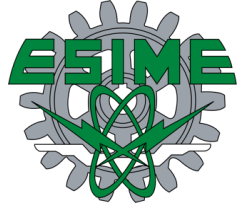
El análisis se presenta en las láminas que siguen. Tanto para la simulación de la propagación como el diseño de los elementos del sistema se usó el SW CST.

Se ha seleccionado para la simulación un ducto de 20x30 cm de sección transversal.

La tabla siguiente muestra las frecuencias de corte dentro del ducto, se selecciona el modo TE_{30} porque tiene la frecuencia de corte adecuada para que pueda propagarse la energía en 2 GHz,

Los resultados se presentan a continuación, mediante una tabla y la simulación de la atenuación:





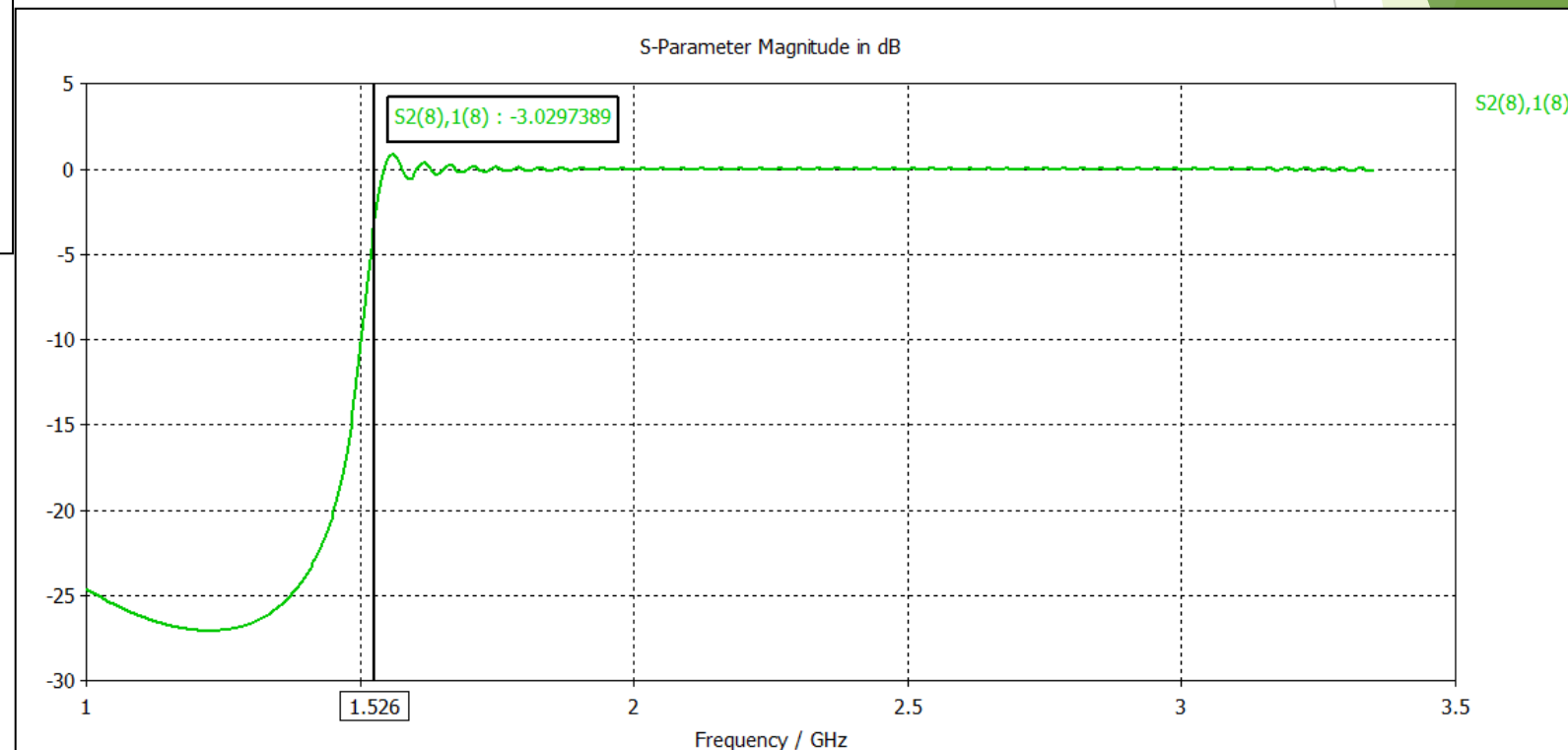
RESULTADOS



Modos de propagación dentro del ducto

Modo de propagación	Frecuencia de corte teórica calculada (GHz)	Frecuencia de corte obtenida en la simulación (GHz)
TE ₁₀	0.500	0.499
TE ₀₁	0.750	0.748
TE ₂₀	1.000	0.997
TE ₀₂	1.500	1.494
TE ₃₀	1.500	1.493
TE ₀₃	2.250	2.231
TE ₄₀	2.000	1.984
TE ₅₀	2.500	2.470

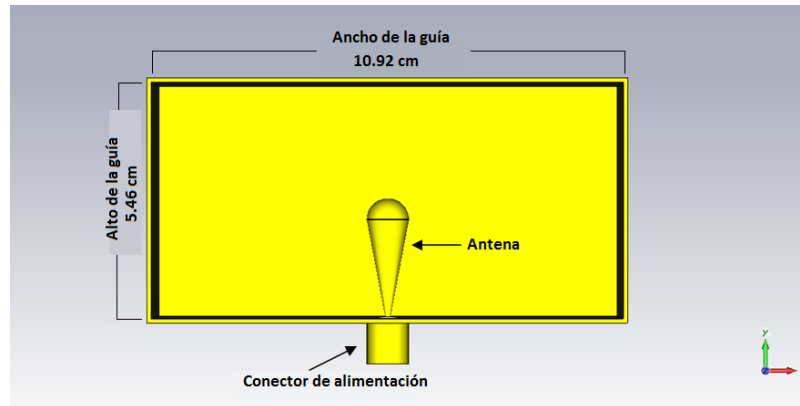
Parámetro de transmisión del modo TE₃₀



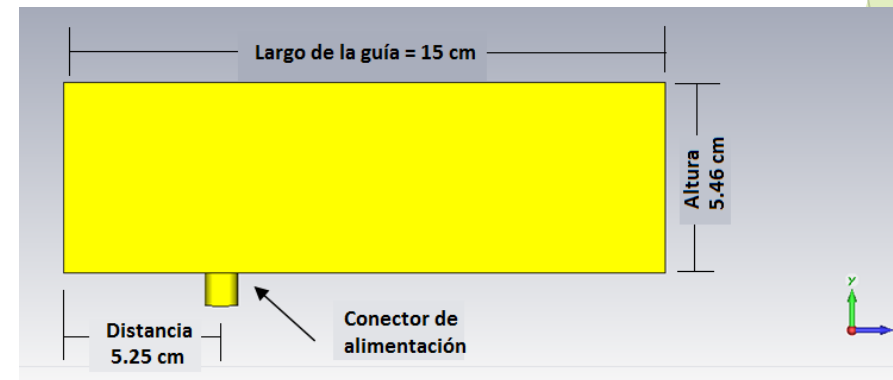
ALIMENTADOR



El ducto se alimenta usando una antena de corneta con un modo TE_{10} mediante un monopolo de banda ancha de forma cónica, terminado en una semiesfera, que trabaja de 1.7 a 2.7 GHz. La forma del monopolo reduce las transición de corriente en la parte superior, para aumentar el ancho de banda.



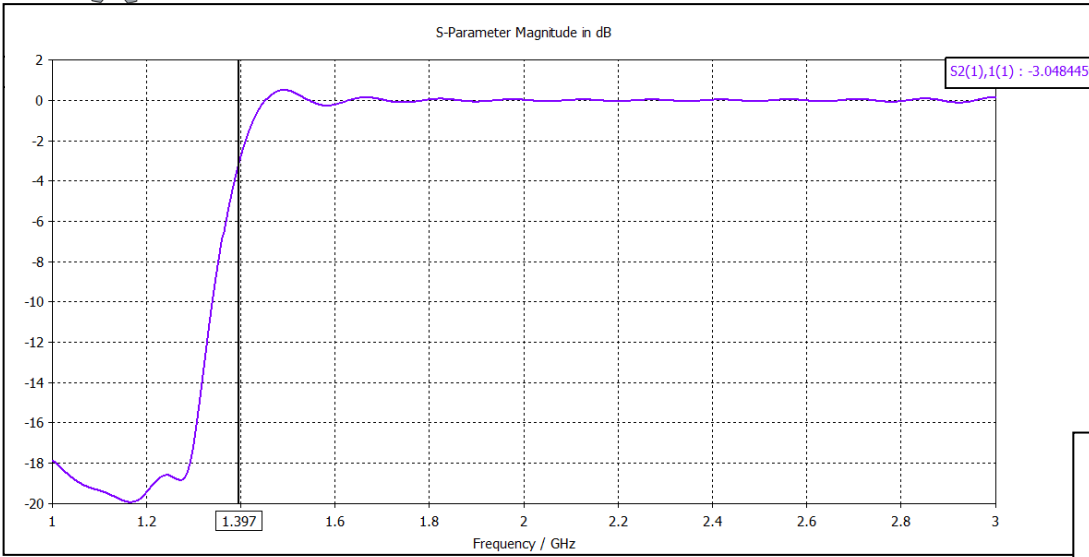
Vista frontal de la corneta y alimentador



Vista lateral del sistema

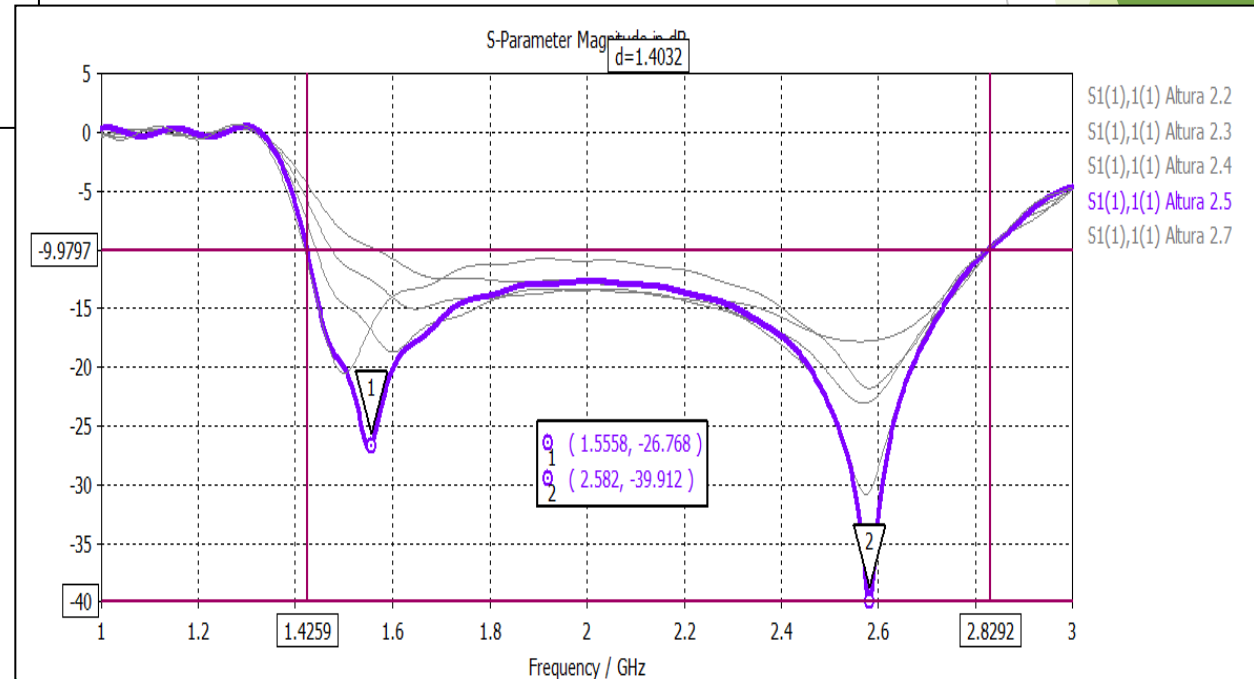


RESULTADOS



Parámetro S11 para el alimentador con una altura de 2.5 cm

Parámetros de transmisión de la apertura rectangular.

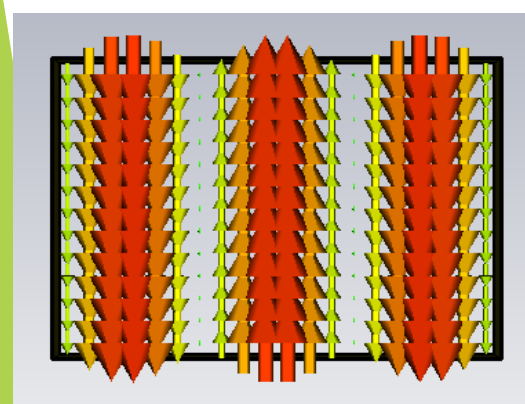
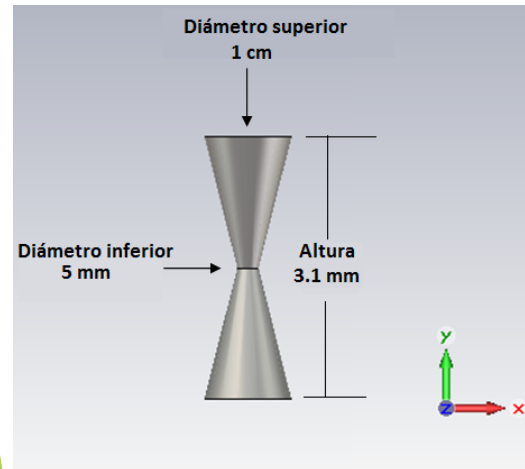


CONVERSIÓN DE CAMPO INTERNO A EXTERNO

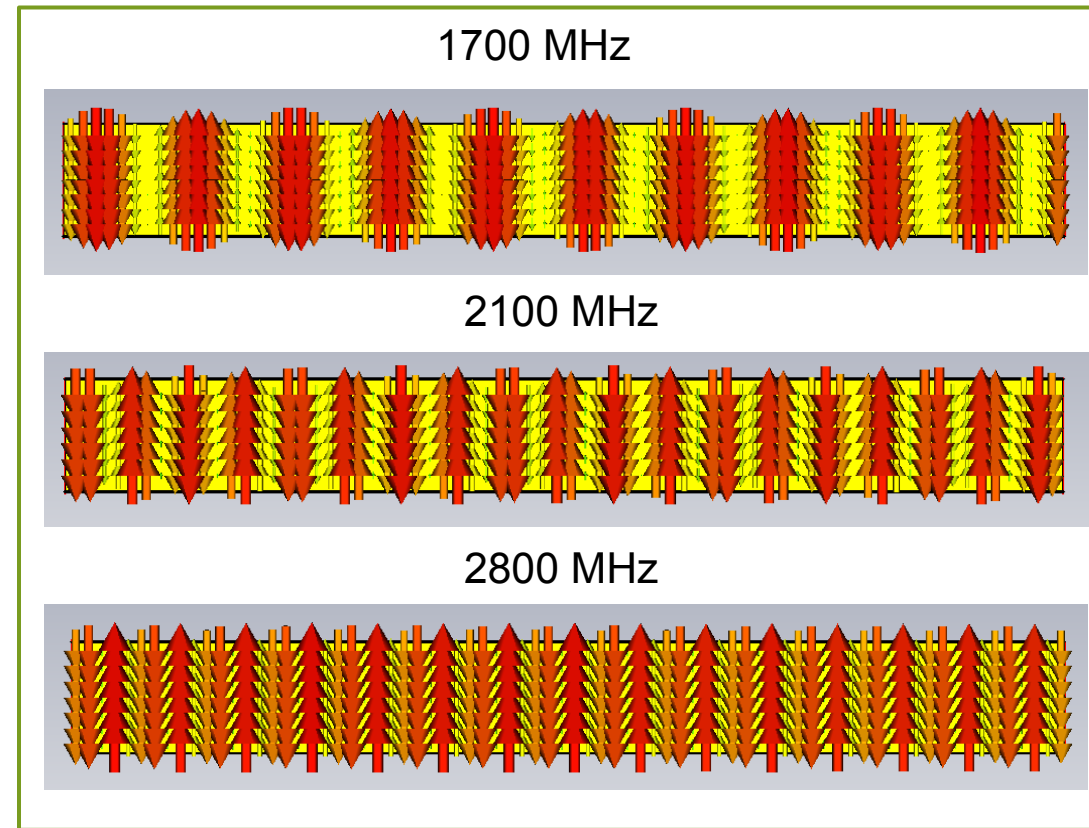
Se diseñó un sistema de antenas bicónicas de banda ancha que toma el campo interno y lo radia hacia fuera. La posición se definió mediante el promedio de máximos de campo en diferentes frecuencias.



Antena bicónica



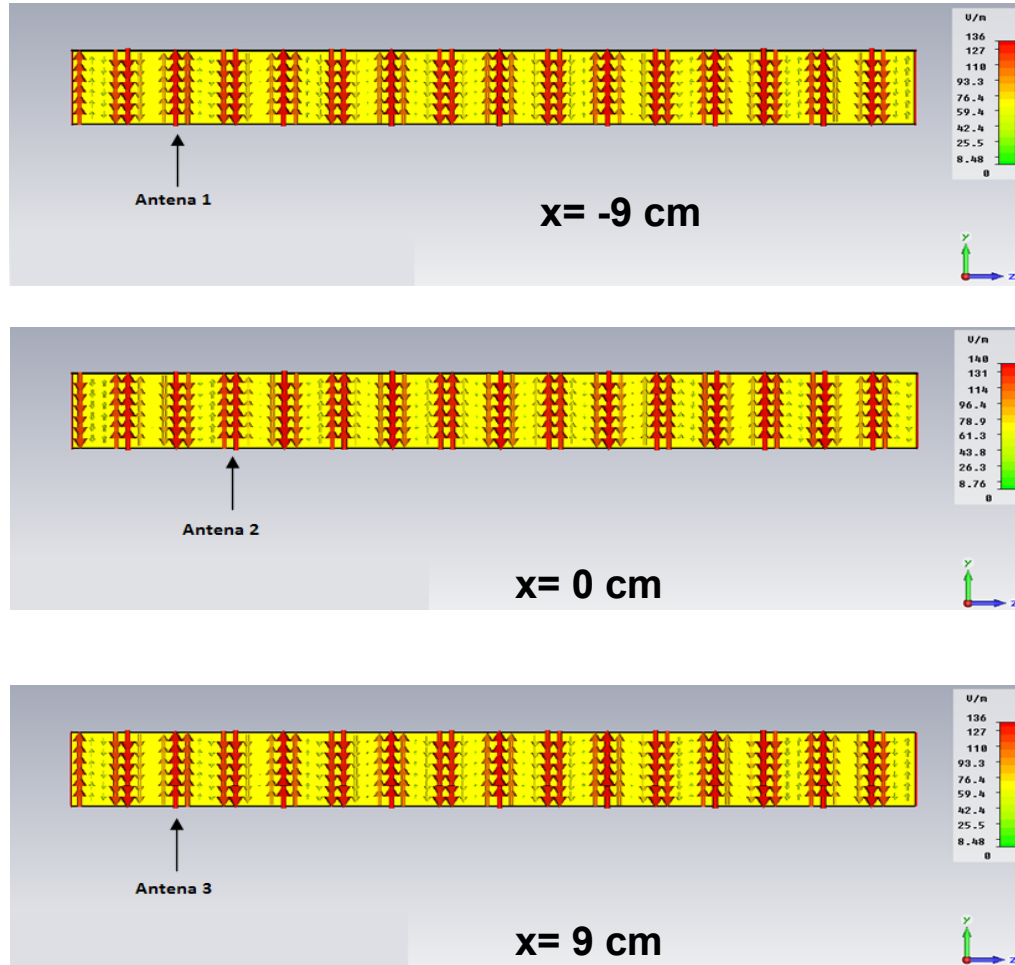
Vista frontal de la propagación



Vista lateral de la propagación en 3 frecuencias



PROPACIÓN EN 1.9 GHz

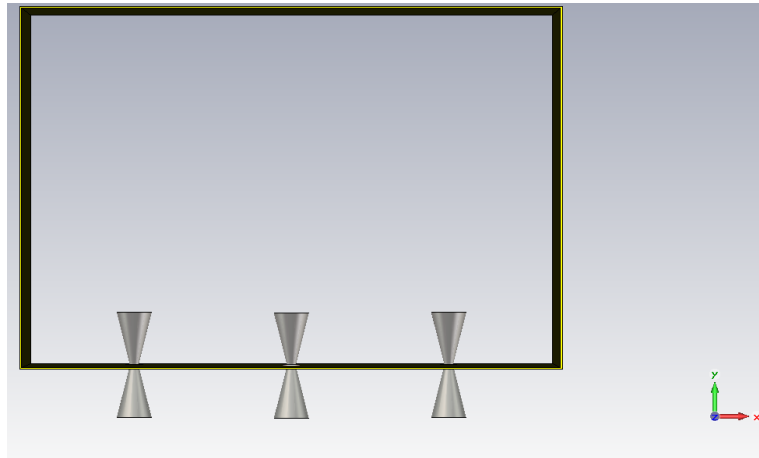


Como los máximos a lo largo de la guía no coinciden se escogió un promedio, que corresponde a la frecuencia de 1.9 GHz.

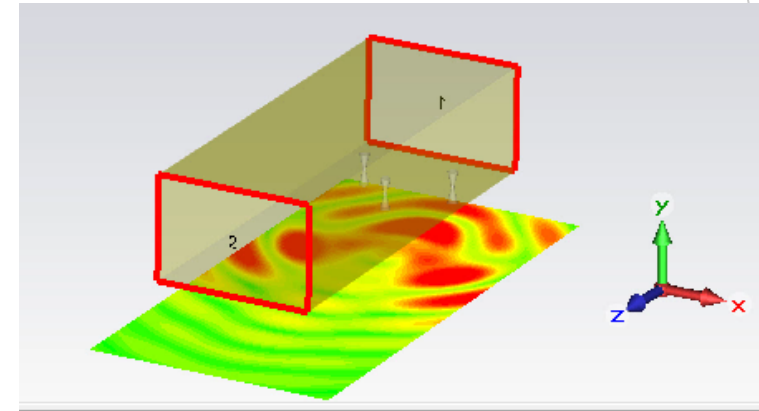
Ubicación de máximos de campo eléctrico a lo largo del ducto. Para 1.9 GHz



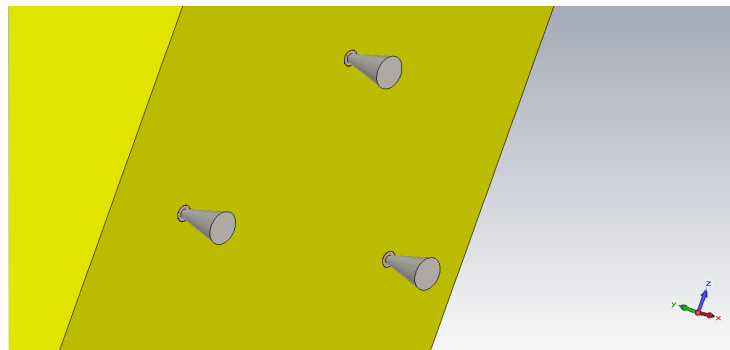
RESULTADOS DE PROPAGACIÓN



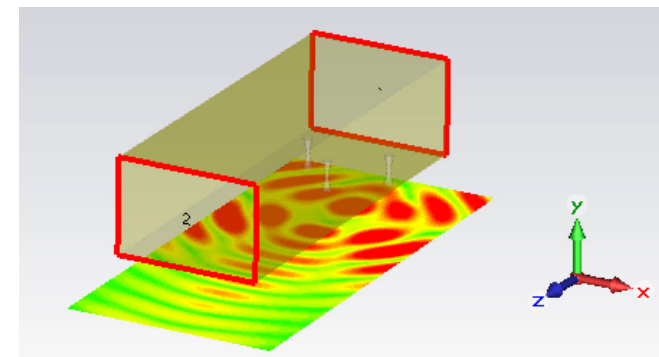
Vista frontal de la ubicación de los conos



Simulación de radiación en 1.7 GHz



Vista3D de la ubicación de conos

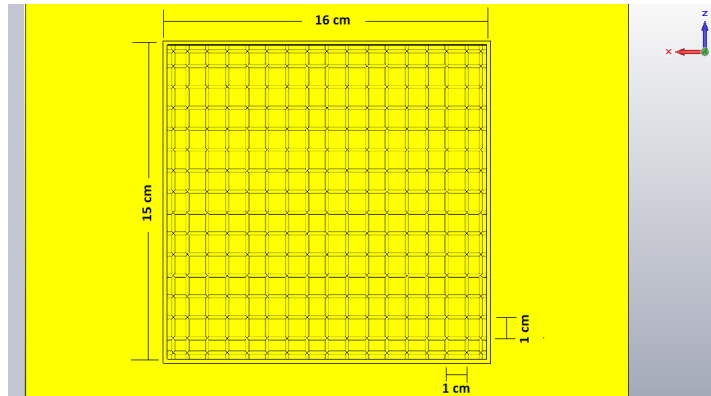


Simulación de radiación en 2.1 GHz

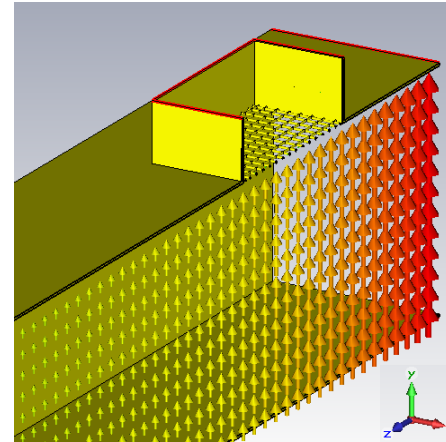


RESULTADOS DE PROPAGACIÓN

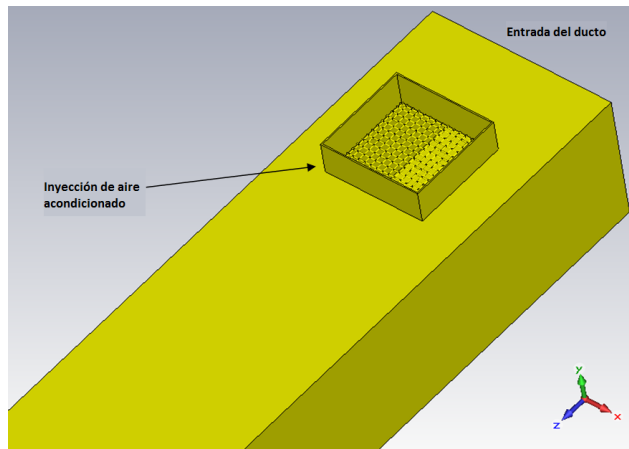
Para permitir el flujo del campo sin afectar el del aire, se diseñaron y analizaron rejillas en el ducto como se muestran a continuación



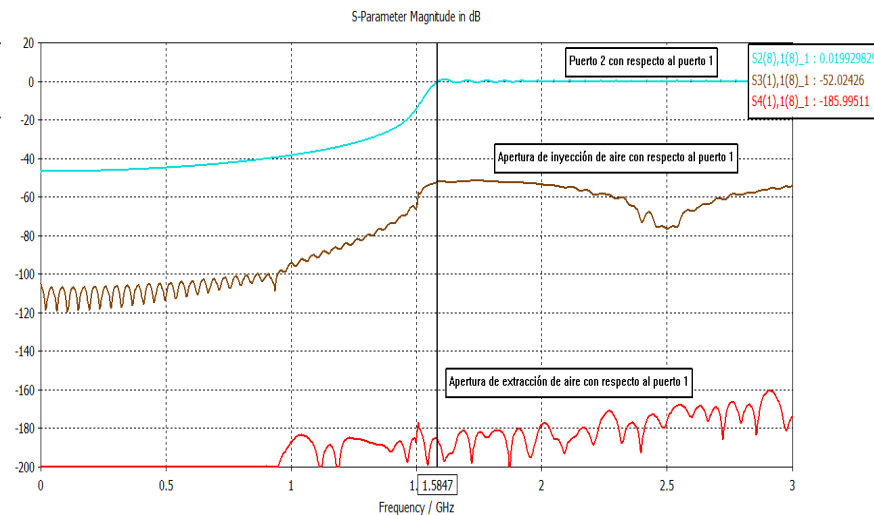
Dimensiones de la rejilla de inyección de aire



Interacción del campo con la rejilla



Rejilla en 3D para inyección de aire

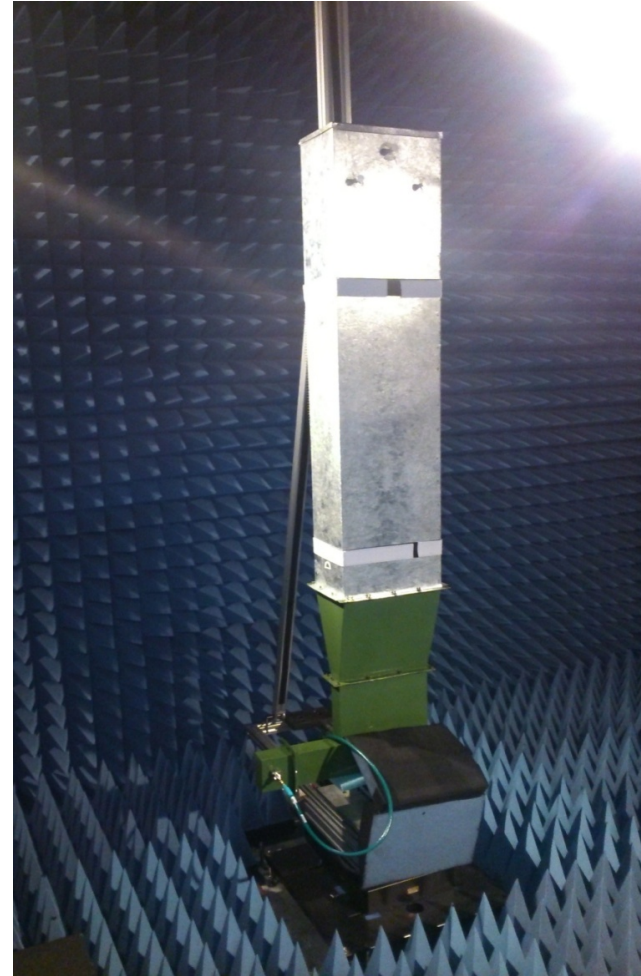


Parámetros de transmisión de las aperturas de inyección de aire y de entrada-salida de la guía

CONSTRUCCIÓN Y MEDICIÓN EL SISTEMA

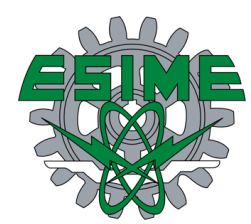


Las antenas bicónicas de transición de campo



El sistema en la cámara de medición

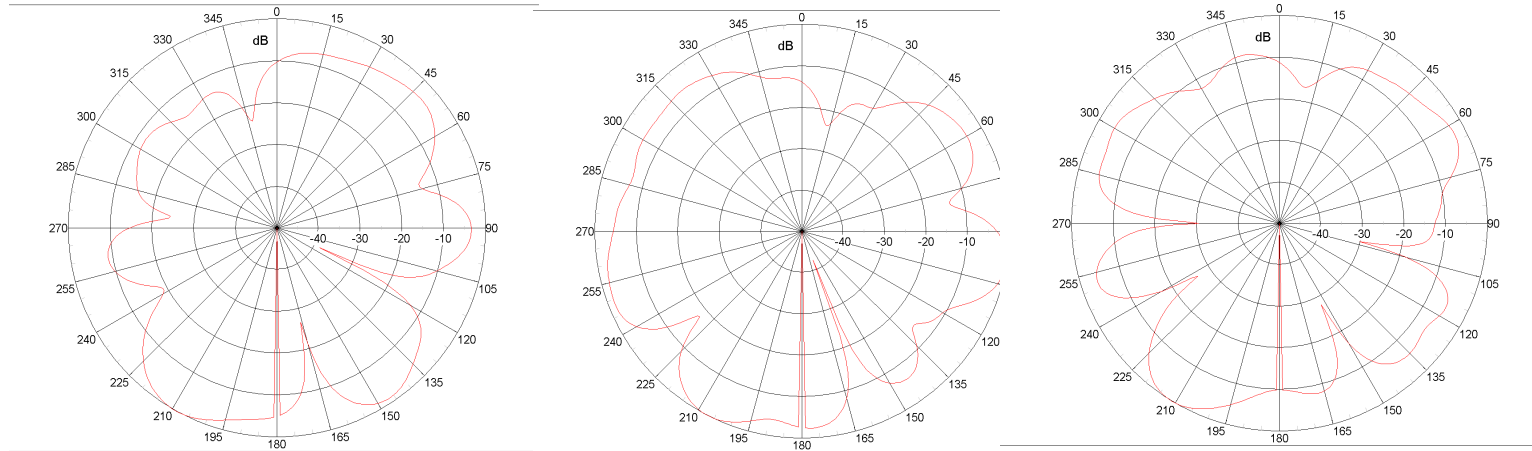




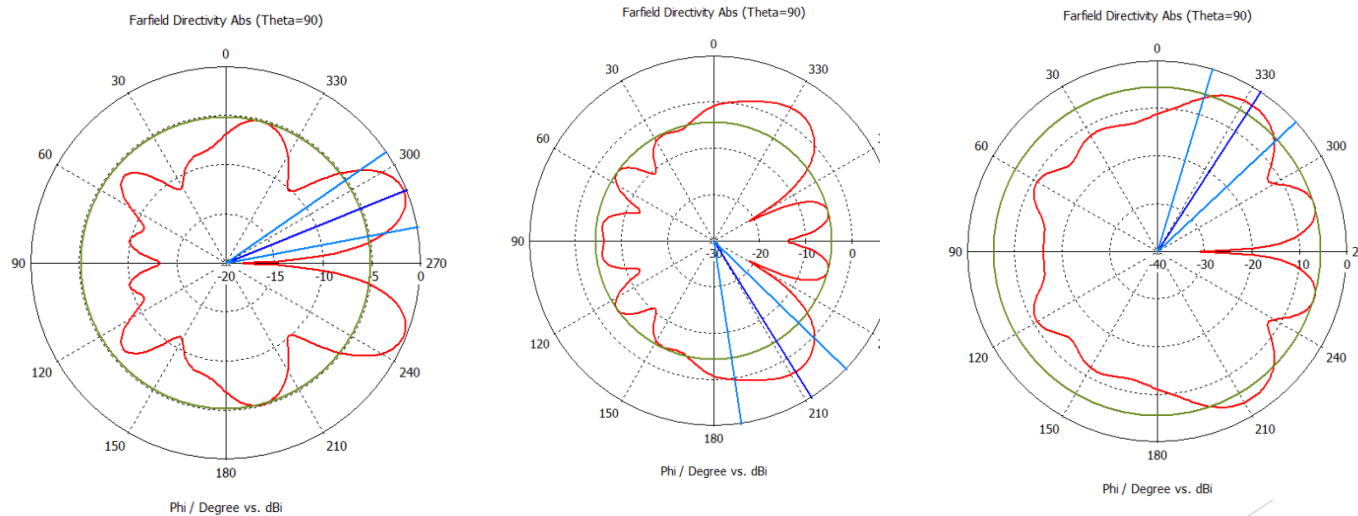
PATRONES DE RADIACIÓN

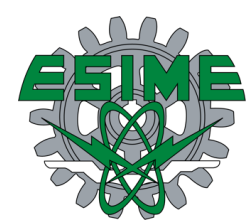


HORIZONTAL



VERTICAL





CONCLUSIONES

Se ha propuesto usar los ductos de aire acondicionado para los servicios de comunicaciones móviles en edificios. Se realizaron análisis y modelados de propagación de campo electromagnético en ductos usando SW especializado y se construyó un prototipo de laboratorio para probar los resultados

El desarrollo demuestra que la infraestructura de ductos de aire acondicionado es una alternativa real para brindar cobertura de servicios personales dentro de los edificios. Aunque el sistema propuesto es aplicable a ductos de 30x40 cm la metodología puede suarse para ductos de otras dimensiones e incluso si son de sección circular.

