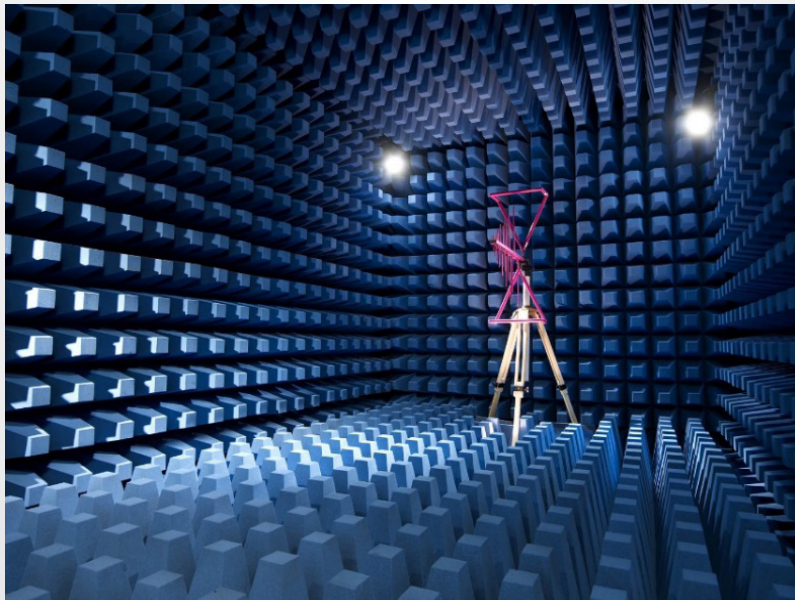


Cámara Anecoica

1. INTRODUCCIÓN

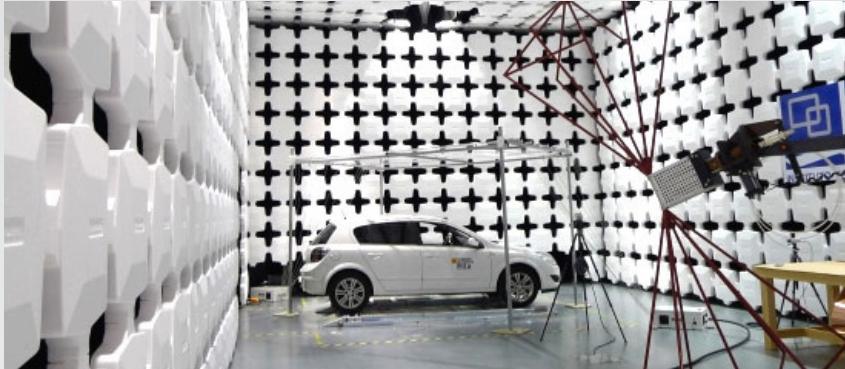
Las cámaras anecoicas son áreas de trabajo de uso común en laboratorios y universidades. Esta infraestructura sirve para dar solución a los problemas que presentan los denominados campos abiertos ideales, los cuales constituyen una referencia de precisión de las medidas para un buen número de normas internacionales, el tiempo que dura la medición y las interferencias.

Las cámaras anecoicas son recintos que absorben la energía electromagnética que incide sobre sus paredes y consta de dos partes fundamentales: La Jaula de Faraday y los materiales absorbentes de ondas electromagnéticas. La Jaula de Faraday es una estructura que apantalla los campos incidentes exteriores, posibilitando que los materiales absorbentes se encarguen de absorber la energía que rebota en las paredes de la cámara para poder realizar la medida con mayor precisión, generando así las características de propagación del espacio libre.



2. CLASIFICACIÓN

Las cámaras se pueden clasificar en: Anecoicas, semianecoicas y parcialmente cubiertas. En las cámaras anecoicas se necesita que no exista ningún tipo de reflejo en la zona de silencio (región que generalmente es $1/3$ del ancho de la cámara y es donde se ubica el dispositivo a medir).



En las semianecoicas se desea simular un espacio abierto sobre un plano de tierra metálico. En las cámaras parcialmente cubiertas el absorbente se usa para reducir las resonancias de la cámara. Esta última categoría no es puramente una cámara anecoica, pero son puramente utilizadas por estándares militares y de aeronáutica para medir la compatibilidad electromagnética de aparatos electrónicos.

Un componente de las cámaras anecoicas son los materiales absorbentes o anecoicos los cuales tienen la función principal de absorber la energía electromagnética y transformarla a otro tipo de energía, generalmente la transforman en calor, uno de los más conocidos es la espuma de poliuretano impregnada con partículas de carbón, la cual es cortada en pirámides para obtener una transición suave de impedancia entre el aire y el poliuretano dopado. Las pirámides generalmente se usan a frecuencias de microondas, ya que a bajas frecuencias se incrementaría su tamaño lo que provocaría un incremento del costo de la cámara. Producto de esta limitante ante las bajas frecuencias, fue necesario buscar un material que presentara buenas propiedades de absorción a estas frecuencias, por lo que surgió la ferrita, la cual se coloca dentro de la cámara mediante losetas forradas con textil sobre una plancha de madera.

En las cámaras que se utilizan para realizar mediciones de compatibilidad electromagnética es muy común emplear absorbentes híbridos, pero si se quiere medir el comportamiento de diferentes parámetros de una antena no es recomendable emplearlo.

3. FUNCIONAMIENTO

El funcionamiento es similar al de una línea de transmisión que presenta una impedancia característica de 377 ohm, esto ocurre cuando una onda incide de manera perpendicular en una de las paredes de la cámara, la antena que interviene en la medición puede ser modelada como una fuente de voltaje. Una cámara que presente pocas reflexiones se puede modelar como una línea de transmisión que termine en cortocircuito añadiéndole láminas revestidas con una sustancia que proporcione una resistividad de 377 ohm para posibilitar que la onda sea absorbida y atenuada lo primeros enfoques relacionados con el funcionamiento y optimización de las cámaras anecoicas, los cuales se nombran lámina de Salisbury y Jaumann Sandwich.

4. TIPOS

Existen diferentes estructuras de cámaras anecoicas, cada una depende de la frecuencia de trabajo, se pueden encontrar grandes construcciones para altas frecuencias y pequeñas construcciones para bajas frecuencias. El tamaño de la cámara determina el tipo de prueba que se puede realizar dentro de ella, por ejemplo las cámaras de pequeñas dimensiones se utilizan específicamente para realizar pruebas sobre Antenas.

Para mediciones directas de la radiación en el área de Fraunhofer existen dos tipos principales de cámaras: las rectangulares y las piramidales. El primer factor que determina el tamaño de una cámara rectangular es el diámetro de la zona de silencio. La longitud de la cámara debe ser tal que permita a la antena receptora estar en la región de Fraunhofer de una antena cuyo tamaño sea igual al diámetro de la zona de silencio.

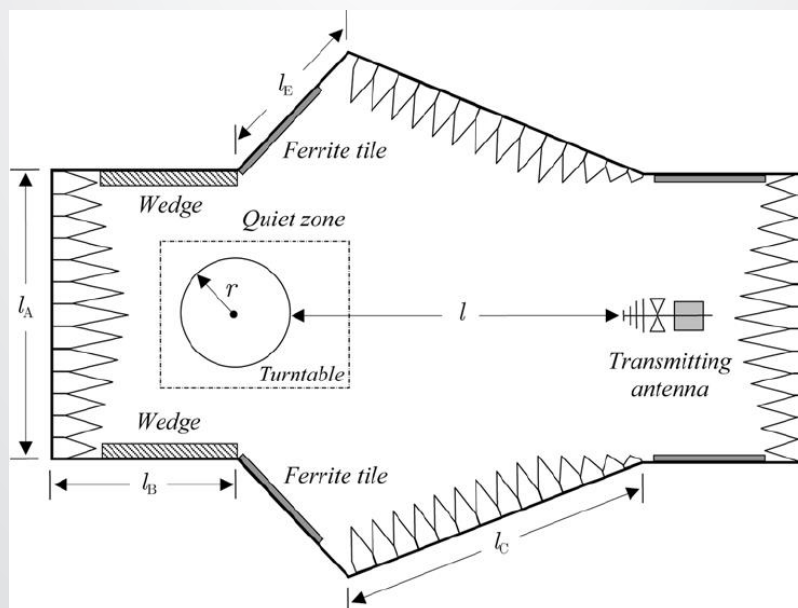
4.1. Cámaras rectangulares

El desempeño óptimo de las cámaras rectangulares está dado por el tratamiento que se le da al material absorbente, ya que si la onda electromagnética incide con un ángulo cercano a la normal a la superficie, más atenuación se conseguirá de la misma y por ende menos nivel de señal aparecerá en la zona de silencio. A frecuencias inferiores a 5000 Mhz el absorbente en las paredes debe ser muy grueso debido a que la ganancia de las antenas a esa frecuencia no es muy alta y gran parte de la energía radiada ilumina las paredes laterales, una solución podría ser disminuir el ángulo de incidencia para aumentar la absorción pero esto provocaría un aumento del tamaño de la cámara y a su vez el costo.

4.2. Cámaras Piramidales

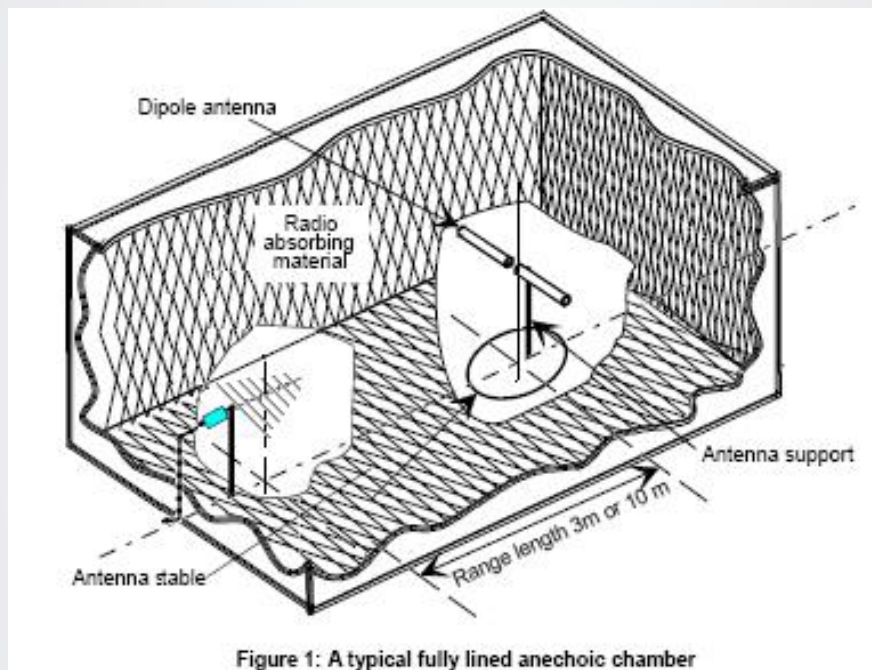
La onda reflejada en el área especular no se elimina, sino que se utiliza para crear un comportamiento de onda plana en la zona de silencio, esta zona especular se localiza cerca de la antena receptora. Para crear el comportamiento de onda plana el rebote (de una sola reflexión) en las paredes laterales de la zona más estrecha de la cámara crea un conjunto de ondas directas y reflejadas paralelas, lo cual da el comportamiento de onda plana

El ancho y el alto de la cámara se basan exclusivamente en el diámetro de la zona de silencio, el largo de la cámara debe ser tal que el ángulo de la estructura piramidal sea de 28 grados. Aunque este tipo de cámaras pueden ser empleadas para todo tipo de frecuencias, a frecuencias altas el posicionamiento de la antena receptora es crítico debido a que la separación (en términos de longitud de onda) entre la antena receptora y el área especular cambia con la frecuencia, por lo que este tipo de cámaras es bueno para mediciones donde se hagan barridos de frecuencia.



5. CRITERIOS DE DISEÑO

Para el diseño de una cámara es necesario tener en cuenta parámetros generales como son: tipos de mediciones a ser realizadas, bandas de frecuencias de operación, espacio físico disponible, método de recepción para pruebas y el costo. Además se deben tener en cuenta los siguientes factores: ecuación de campo lejano debido a que los campos radiados por una antena cambian con la distancia y llevan asociado dos tipos de energía (energía radiada y energía reactiva), la energía reactiva prevalece en la zona cercana a la antena, mientras que en la zona lejana se encuentra en gran medida la energía asociada a los campos de radiación, la cual se estudia como solución de onda plana ya que a una distancia lo suficientemente grande en relación con la longitud de onda los campos formados se aproximan al frente de onda como una superficie plana. También se debe tener en cuenta la menor y mayor frecuencia de operación de la antena patrón y los equipos con la correspondiente selección del material absorbente a utilizar.



Los rayos más importantes que alcanzan la región de prueba son: el rayo de trayectoria directa desde la antena patrón hacia la región de prueba, rayos especulares con reflexión simple desde las paredes laterales (incluyendo el techo y el piso) y rayos de dos saltos que golpean ambas, las paredes laterales y la pared del final también son considerados

6. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1. Y. Piedrahita y F. Fajardo, Construcción de una cámara anecoica para la caracterización de la pérdida de transmisión sonora, Revista brasileira de Ensino de Física, 2012 Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v34n4/a05v34n4.pdf>
2. Vicente Rodríguez Pereyra, Introducción a las cámaras anecoicas para mediciones de campo electromagnético. 2004 Disponible en: <https://www.cenam.mx/simposio2004/memorias/TA-026.pdf>