

Celda Anecoica tipo GTEM, aspectos constructivos

Víctor H. Sauchelli¹, Salomón Rabinovich,¹ Eduardo Menso¹, Ariel Gómez Noto¹, Pedro Danizio¹

¹ Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Córdoba. Maestro M. López esq. Cruz Roja Argentina. Ciudad Universitaria. Casilla de Correo 36 C.P. (X5016ZAA) Córdoba. (0351) 468-4215 / 468-4006 / 468-4317, victorsauchelli@gmail.com

RESUMEN – En este trabajo se muestra el diseño y construcción de una celda anecoica tipo GTEM (Gigahertz Transverse Electro Magnetic), para el uso en la banda de frecuencias de hasta 3 GHz. Se describen las dimensiones y los procesos de construcción que es de forma piramidal, montada en un bastidor de hierro, la celda está construida en chapas de aluminio alodinizado, exterior e interior (incluso las perforaciones) con absorbedores piramidales de carbón activado construidos en el laboratorio.

Palabras claves: celda anecoica, aluminio alodinizado, absorbedores piramidales.

ABSTRACT - This paper shows the design and construction of a GTEM cell type anechoic (Gigahertz Transverse Electro Magnetic), for use in the frequency range up to 3 GHz describe the dimensions and construction processes is pyramid shaped, mounted in an iron frame, the cell is constructed of aluminum plates alodinizado exterior and interior (including perforations) with activated charcoal pyramidal absorbers built in the laboratory.

Keywords: anechoic cell, aluminum alodinizado, pyramidal absorbers.

INTRODUCCION

La palabra anecoica, literalmente significa “no eco”, su nombre proviene de primeras aplicaciones de cámaras que se utilizaron para el estudio de sonidos, en estas cámaras las paredes, techo y piso son forrados de materiales absorbentes de ondas sonoras.

La industria electromagnética decidió continuar con este nombre, debido a que la aplicación era parecida, la diferencia radica de ondas electromagnéticas RF.

El objetivo amplio es procesar una señal tal y como se produce sin perturbaciones y en otras experiencias aislar el exterior de perturbaciones en RF. El uso de una celda es relativamente amplio, se puede resumir como, ensayos de inmunidad a las interferencias (EMS) (susceptibilidad o sensibilidad) y los ensayos de emisión de interferencias (EMI):

Forma de Transmisión	EMI (Emisión) Interferencia	EMS (Recepción) Susceptibilidad
Radiación	Interferencia Radiada	Inmunidad Radiada (Campo Lejano)
Conducción	Interferencia Conducida	Inmunidad Conducida
Inducción		Inmunidad Inducida (Campo Cercano)

Los ensayos están normados por la Comisión Electrotecnia Internacional (IEC) a través de la serie de publicaciones IEC 61000-4 y del Comité Especial Internacional de Radio Interferencias (CISPR) y sus

publicaciones. La celda cumple o al menos debe cumplir con las normas IEC 61000-4-20.

CARACTERISTICAS DE LA CELDA GTEM

La celda tiene dos partes fundamentales, la envolvente faradizada y los materiales absorbentes. La envuelta es de forma de “bocina” construida con material de alta conductividad y los absorbedores se los construye de carbón activado con formas de pirámide cuadrada. Es a grandes rasgos, una línea de transmisión coaxial en forma de pirámide y posee:

- Plato separador interior (septum), este debe ser ajustable para sintonizar la celda.
- Alimentada coaxialmente desde un extremo
- Aire como dieléctrico
- Impedancia característica de 50 ohm
- La línea termina en una combinación de: resistores y pared absorbente.

El conductor externo de la línea son las paredes metálicas de la pirámide que aseguran apantallamiento en ambos sentidos (externo-interno). La excitación es por medio de un Sintetizador de Barrido, que deberá poseer dos amplificadores de potencia para llegar a la excitación deseada.

El diseño de la celda, está basado en considerar un recinto que absorbe toda la energía en RF (dependiendo el ancho de banda considerado) que incide sobre sus paredes, por lo tanto cualquier fuente energética situada en el interior, debería responder como si se encontrara en el espacio libre y toda

fuerza exterior no debe afectar a la señal de prueba, es decir ser fuertemente atenuada, la toma de tierra es mediante jabalina en el laboratorio, se está reforzando al instalar dos nuevas jabalinas de hierro galvanizado (3m) y gel adecuada según norma.

Esta celda se realizó en el marco del proyecto, (PIDUTN) S/INC, “Celda anecoica para ensayos de EMC”, que lo desarrolla un grupo de investigación, del Laboratorio de Comunicaciones de la FRC de la UTN, la finalidad, es la construcción de la celda siendo el objetivo principal la construcción de la celda GTEM, con proyecciones a la preparación de recursos humanos en el tema y el posterior campo de aplicación en ensayo de Compatibilidad Electromagnética (EMC), brindando una certificación.

DIMENSIONES

La Fig. 1, muestra el esquema general de la celda, construida con forma piramidal.

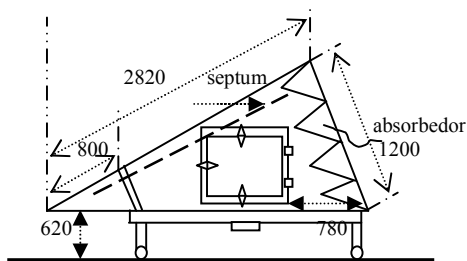


Fig. 1 Vista lateral de la celda GTEM. Medidas mm

Para un comportamiento óptimo, la imagen de señal incidente desde la fuente no debe ser absorbida ni reflejada. La forma piramidal tiene mejor comportamiento ante reflexiones en la zona de iluminación. La Fig. 2 muestra una analítica de reflexiones entre la forma rectangular y la piramidal (Hemming Leland -2002).

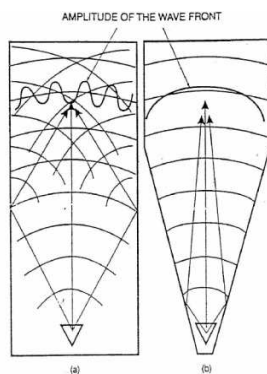


Fig. 2- Reflexiones en la forma rectangular y la piramidal.

La celda se construye en chapa de aluminio de 3 mm, salvo el septum que es de 2 mm de espesor, con dimensiones de 2820 mm de largo de arista con un volumen de prueba de 415x415x380 mm, (Operation manual-Lindgren, 1998-2008), en la puerta de acceso a la zona de campo lejano es de 580x520 mm, a una distancia de 780 mm del fondo.

En una celda similar (Clemens Icheln -1995) la zona de prueba queda definida, Fig. 3.

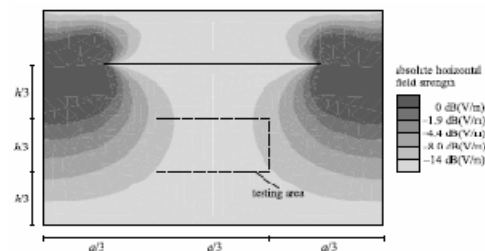


Fig.3- Zona de prueba vista transversal

Los niveles de ensayos de inmunidad a las perturbaciones radioeléctricas radiadas, (Jacques Delaballe -2000) de Schneider Electric son:

NIVEL	INTENSIDAD DE CAMPO V/m
1	1
2	3
3	10
X	Especial, puede indicarse en las especificaciones del producto bajo prueba

Tabla 1- Valores del campo para ensayos EMS

En el rango de frecuencias estimado de hasta 3GHz la máxima potencia de entrada es del orden de 1W, (Clemens Icheln -1995) resulta para un campo de 3V/m y de 10 V/m sobre una altura de 0,7 m:

$$P_3 = \frac{(E \cdot h)^2}{50\Omega} = \frac{\left(\frac{3V}{m} \cdot 0,7m\right)^2}{50\Omega} = 0,0882W$$

$$P_{10} = \frac{\left(\frac{10V}{m} \cdot 0,7m\right)^2}{50\Omega} = 0,98W$$

En caso de ensayos especiales se suele aumentar esta potencia de excitación.

ABSORBEDORES

En el fondo se encuentran los absorbedores que tienen la finalidad de “hacer transparentes” las

paredes de la cámara a los campos electromagnéticos y evitar las posibles reflexiones indeseadas. En general los absorbentes comerciales (Graham1990), pueden ser de tipo ferrita, con buenos coeficientes de reflectividad a bajas frecuencias (30–1000 MHz), o en otra construcción son en forma de planchas confeccionados con polímeros de aprox. 1 pulgada de ancho poseen un buen comportamiento de absorción, ambos tipos son fabricados fuera del país por lo tanto de un precio relativamente alto.

Absorbente Piramidal Hueco: hay varias formas de absorbentes piramidales huecos que se pueden utilizar, el más común es hecho con poliestireno expandido, de unos 20mm de espesor que envuelve a una pirámide de polvo de carbón activado. En este trabajo se usa absorbentes del tipo piramidal, con capacidad de absorción en frecuencias de (1–50GHz.) de carbón activado, en absorbentes de forma piramidal de 16cm por lado de base cuadrada y 46cm en de alto en poliestireno expandido (Telgopor), rellenos con carbón activado mezclado con gránulos de poliestireno. La Fig. 4 muestra las dimensiones de los primas.

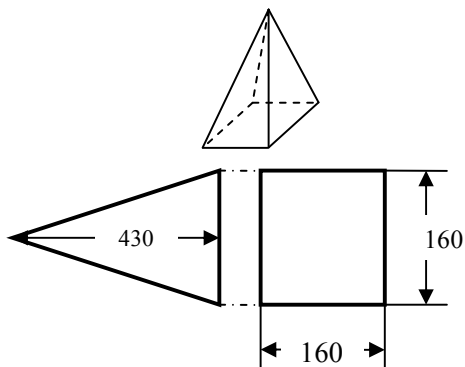


Fig.4 - Dimensiones de prisma absorbedor

La siguiente tabla, (Hemming Leland- 2002) brinda cierta información basada en experiencias del tamaño de las pirámides, basadas en la re flexibilidad.

Type	Height, cm (in.)	Weight, kg (lb)	Tips per piece	Normal Incidence Reflectivity, GHz										
				0.12	0.3	0.5	1.0	3.0	6.0	10.0	18.0	36	50	
P-4	10.9(4.3)	1.4(3)	144					30	35	42	50	50	50	50
P-6	15.2(6)	1.6(3.5)	100					32	40	45	50	50	50	50
P-8	20.3(8)	2.0(4.5)	64					30	37	45	50	50	50	50
P-12	30.5(12)	2.7(6.0)	36					35	40	45	50	50	50	50
P-18	45.7(18)	5.4(12)	16					30	37	40	45	50	50	>45
P-24	61(24)	7.7(17)	9					30	35	40	45	50	50	>45
P-36	91.4(36)	10.9(24)	4					35	37	42	50	50	50	>45
P-48	121.9(48)	17(38)	2					28	35	40	50	50	50	>45
P-72	182.9(72)	23(50)	1					33	40	45	50	50	50	>45

Tabla 2- Funcionamiento del absorbente piramidal

En nuestro caso las dimensiones lo ubican dentro del tipo P-12. Por otra parte, existen diversas técnicas para activar el carbón, todas mediante una calentamiento en hornos y enfriamiento lento, en el

medio ambiente, con temperaturas de 110 °C y algunas técnicas con mayores temperatura, el efecto de “activar” el carbón es aumentar la superficie activa de los granos, en nuestro caso se compro en droguería de esta ciudad de Córdoba el carbón activado, no teniendo que realizar esta operación en las Fig. 5 y 6 muestran el molde de los absorbedores.



Fig. 5-Vista del molde contenedor abierto



Fig. 6- Moldes contenedores

La Fig. 7 muestra la bolsa de carbón activado comercial.



Fig.- 7 Bolsa de carbón activado comercial

En la Fig. 8 se muestran los absorbedores terminados, son cuarenta y ocho unidades ubicadas en seis por ocho. Estos se pegaron en el fondo de la celda con pagamento especial.



Fig. 8- Vista de los absorbedores 6x8=48 unidades

DE LA PUERTA Y CONECTORES

La puerta es un desafío a la conductividad, los bimetales Al alodinizado - Cu vinculan el borde a una lámina de Cu elástica que permita una buena conducción, se muestra la puerta en la Fig. 9



Fig. 9 - Vista de puerta

Posee tres cierres de bronce (latón) uno por cara y tres bisagras, los bordes son con contacto seguro, se presentan en la Fig. 10.

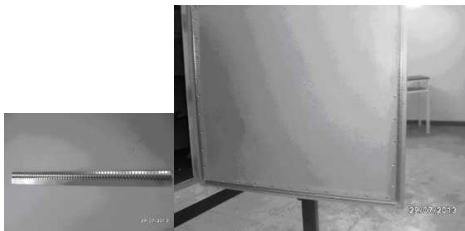


Fig. 10- Elástica de Cu para asegurar el cierre

ASPECTOS GENERALES CONSTRUCTIVOS

La celda está construida sobre un bastidor de hierro, con ruedas y ubicada el Laboratorio de Comunicaciones del Depto. de Electrónica, anexo en el Campus de la Universidad, donde se dispone de espacio abierto suficiente para pruebas con características de espacio libre, aunque dada la cantidad de transmisiones es muy difícil de obtener, contando con espacio físico para trabajar con cierta comodidad sobre la celda.

La construcción implicó soluciones de unión de las caras chapas de aluminio, mediante tornillos y tuerca, asegurando el contacto eléctrico y el fondo como la

puerta de acceso al volumen de prueba con superficies de contacto en Cu-Al alodinizado, siendo esto uno de los mayores compromisos constructivos.

La chapa de aluminio (Al), recibió tratamiento de alodinizado, que asegura una excelente superficie de conductividad superficial. La Fig. 11, muestra la celda con bastidores y recubrimiento definitivos.



Fig. 11- Celda terminada

TOMAS DE ALIMENTACION Y DETECCION

La excitación para generar un campo eléctrico adecuado de RF, sobre los equipos bajo prueba en caso de emisiones, es en el vértice de la pirámide mediante un coaxil.

Para recibir lo que sucede al equipo bajo prueba, en el piso de la celda, en la zona de prueba, existen dos conectores coaxiales para RF y dos tomas de alimentación tipo 220V estándares se prevé dos fichas USB, luego una caja acceso práctico a esta toma, sobre el lateral. Una visualización de la toma de excitación y recepción de RF se ve en las Figuras 12, 13 y 14.



Fig. 12- Toma de excitación y recepción de RF



Fig. 13- Tomas al piso de la celda



Fig. 14- Caja de tomas

Clemens Icheln “The construction and application of a GTEM cell” Master’s Thesis , 1995/6 ,6-7.

Jacques Delaballe. Schneider Electric, Cahier Technique no. 149: EMC: Electromagnetic Compatibility. Facultad Regional Tucumán.

AGRADECIMIENTOS

Al Técnico Jorge Casatti, constructor metalúrgico de esta celda GTEM.

Fábrica Argentina de Aviones " Brig. San Martín", Ing. Juan Carlos Giraudó Dirección de Compras y Mantenimiento Inga. Verónica Montero Ingeniería de Procesos Especiales además, al Personal de la Sección Tratamientos Químicos (lugar donde se realizaron los procesos químicos de alodinizado solicitados a FADEA).

Al alumno de la carrera Ingeniería Electrónica Sr. Diego Alegre Vega, por su aporte en la tramitación para la compra del instrumental donado a la UTN FRC.

CONCLUSIONES

Habiendo completado la construcción de la celda y luego de la colocación de conectores. Se procederá a la evaluación del comportamiento de la misma y sintonía para las frecuencias en la banda de 3 GHz para trabajos en telefonía celular, se preparan practicas para estudiantes de Ingeniería Electrónica referidos a la determinación de ganancia de antenas tipos dipolo en la banda de 1 – 3 GHz, se evalúan la compra de equipamiento para encarar la pre-certificación de equipos electrónicos.

Es posible por el tipo de construcción con tornillo extender el tamaño de la celda por medio de módulos de pirámides truncadas, *Operation manual –Lindgren* (1998 – 2008), esta posibilidad es de significación en cuanto la celda esta dentro del contexto universitario.

REFERENCIAS

Hemming Leland. “**Electromagnetic Anchoic Camera**”.2° Ed. Wiley-Interscience, USA. 1-96 (2002).

Operation manual –Lindgren (1998 – 2008) “**Model 5400 series Gigahertz transverse electromagnetic (GTEM™) cell**” (2000)