

CALIBRACIÓN DEL ÁREA DE CAMPO ELÉCTRICO UNIFORME EN CELDA G-TEM

A. Hortelano⁽¹⁾ J. Díaz de Aguilar⁽¹⁾

⁽¹⁾Centro Español de Metrología (CEM). C/ Alfar, 2, 28760 Tres Cantos (Madrid)

Alexandra Hortelano⁽¹⁾. Telf. 91 807 47 72 ahortelano@cem.es

RESUMEN

Las radiaciones electromagnéticas provenientes de distintas fuentes pueden perjudicar el funcionamiento correcto de los instrumentos electrónicos, para ello se exige a los equipos que tengan un nivel adecuado de inmunidad intrínseca contra las perturbaciones electromagnéticas, que les permita funcionar de acuerdo con el fin para el que han sido previstos, sin merma de su utilidad. Para ello los equipos deben someterse a ensayos de inmunidad electromagnética para demostrar su aptitud ante la presencia de estas perturbaciones.

Para realizar estos ensayos el CEM cuenta con la celda G-TEM. Antes de realizar dichos ensayos se debe estudiar el área de campo uniforme (ACU) para ubicar el equipo sometido a ensayo garantizando que la uniformidad de campo eléctrico es suficiente para asegurar la validez de los resultados.

INTRODUCCIÓN

El propósito de la calibración del área de campo uniforme es la de garantizar que la uniformidad de campo sobre el equipo sometido a ensayo (ESE) es suficiente para asegurar la validez de los resultados.

Este artículo describe el método utilizado y los resultados obtenidos por el laboratorio de compatibilidad electromagnética del CEM en la caracterización de dicha área.

DESARROLLO/DESCRIPCIÓN

Para comprobar la uniformidad de la zona de trabajo donde se realizarán los ensayos se realiza la calibración del área de campo uniforme (ACU), siguiendo el método de “intensidad de campo constante”, que consiste en establecer una componente principal de campo de intensidad constante, la máxima que el sistema pueda generar sin saturarse y registrar la potencia incidente. La intensidad de campo constante de un campo uniforme se establece y mide por medio de un sensor de campo calibrado a cada frecuencia particular y en cada uno de los puntos consecutivamente uno tras otro. Tanto los pasos a seguir como el uso del software vienen recogidos en un procedimiento técnico interno. La información obtenida para la elaboración de éste se recoge en las Normas UNE EN 61000-4-3 [1] y UNE EN 61000-4-20 [2].

La zona donde se va a definir la uniformidad se encuentra a una altura de 1,62 m al septum y se situará en un área iluminada de 1 m x 0,54 m perpendicular al eje de la celda y con 9 puntos de muestreo.

El primer paso de frecuencia no debe exceder del 1% de la frecuencia fundamental y a partir de ahí del 1% de la frecuencia precedente desde 80 MHz a 3,2 GHz. El tiempo de permanencia en cada frecuencia es de 1 s, siendo 0,5 s el valor mínimo que podría usarse.

La señal tiene que ser modulada en amplitud al 80% con una onda sinusoidal de 1 kHz. Esta configuración puede modificarse variando la distancia al puerto de entrada y el número de puntos.

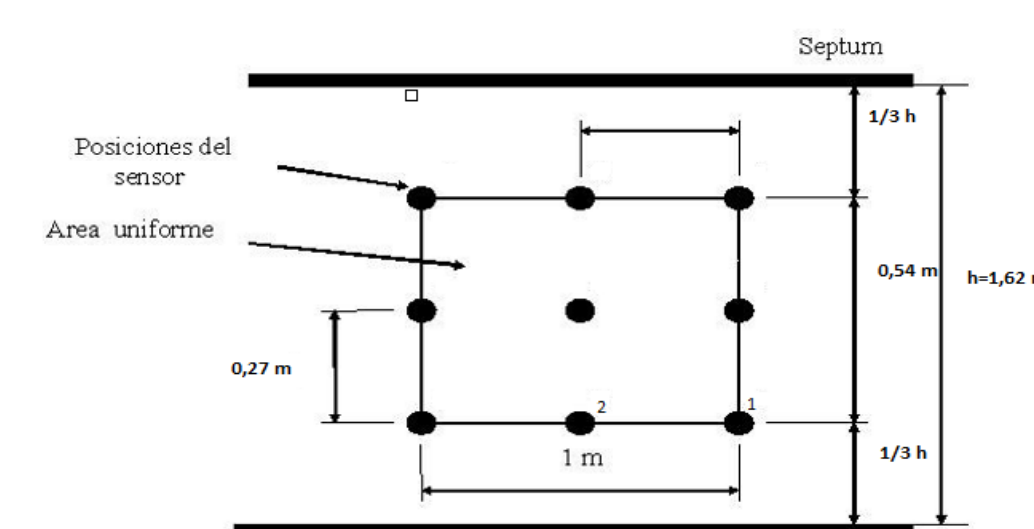


Figura 1. Esquema de retícula de puntos del ACU

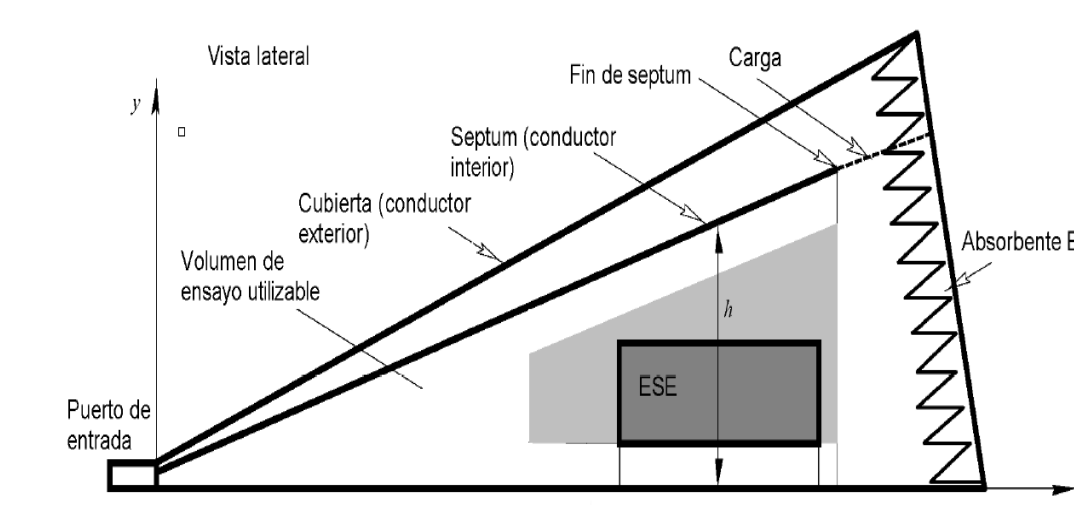


Figura 5. Esquema de Celda G-TEM

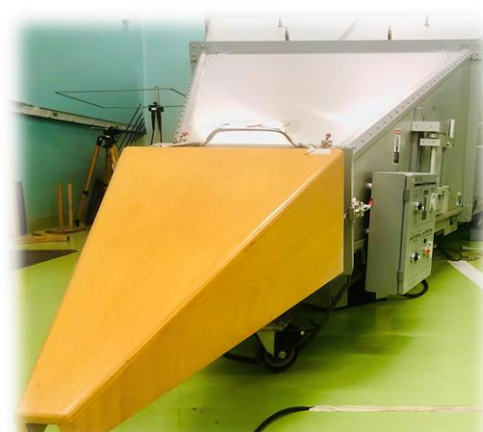


Figura 2. Celda G-TEM



Figura 3. Interior Celda G-TEM



Figura 4. Acceso a Celda G-TEM

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez realizadas las medidas en cada punto seleccionado, se obtiene un informe en el que se comprueba que el resultado de la calibración está dentro de las tolerancias establecidas en la Norma UNE EN 61000-4-20 [2] y UNE EN 61000-4-3 [1]. Para los ensayos en celdas G-TEM usando un procedimiento de verificación de área uniforme del tipo de inmunidad (conforme al apartado 5.2.3 de la Norma UNE EN 61000-4-20 [2]), las amplitudes de las componentes secundarias (no deseadas) del campo eléctrico deben ser al menos 6 dB inferiores a la componente principal del campo eléctrico, al menos en el 75% de los puntos medidos en una sección definida de la guía de onda TEM (perpendicular a la dirección de propagación). Para dicho 75% de los puntos de medida, se permite una tolerancia en la componente principal del campo eléctrico desde $+0$ dB hasta $+10$ dB, o un nivel de componente secundaria del campo eléctrico de hasta -2 dB de la componente principal del campo, para un máximo del 5% de las frecuencias de ensayo (al menos una frecuencia), siempre que la tolerancia y las frecuencias reales se indiquen en los informes de ensayo.

Para cada punto de frecuencia, una de las 9 posiciones de medición se determina como punto de referencia. Los valores de este punto, a intensidad de campo eléctrico nominal, se almacenan para la frecuencia actual en el archivo de calibración de referencia de resultados. Durante los ensayos a los equipos, este archivo se usará para general la señal adecuada. En el informe obtenido de la evaluación de los resultados, generados por el software comercial, se observa que el 99,2 % de los puntos están dentro del rango de tolerancia de 0 – 6 dB.

Posterior a la evaluación de la se confirmó que el amplificador de potencia no estaba en saturación. Se gráficas de los datos generados en la calibración.

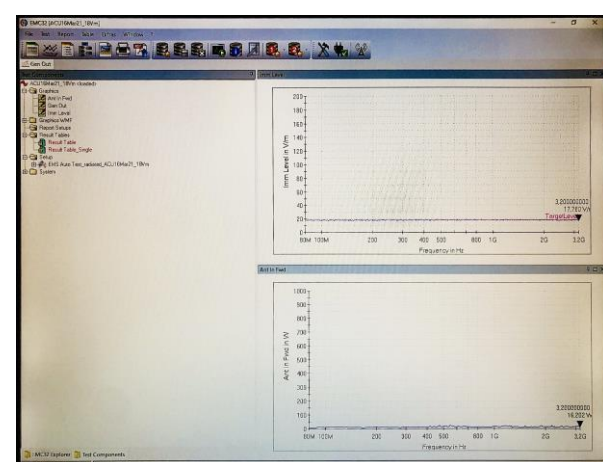


Figura 1. Aplicación informática

FU	Frequency	Gain	Ref. Point	Ref. Point	Ref. Point
01	80.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
02	160.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
03	320.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
04	640.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
05	1280.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
06	2560.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
07	5120.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
08	10240.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
09	20480.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
10	40960.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
11	81920.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
12	163840.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
13	327680.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
14	655360.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
15	1310720.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
16	2621440.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
17	5242880.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
18	10485760.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
19	20971520.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
20	41943040.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
21	83886080.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
22	167772160.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
23	335544320.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
24	671088640.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
25	1342177280.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
26	2684354560.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
27	5368709120.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
28	10737418240.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
29	21474836480.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
30	42949672960.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
31	85899345920.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
32	171798691840.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
33	343597383680.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
34	687194767360.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
35	1374389534720.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
36	2748779069440.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
37	5497558138880.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
38	10995116277760.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
39	21990232555520.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
40	43980465111040.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
41	87960930222080.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
42	175921860444160.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
43	351843720888320.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
44	703687441776640.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
45	1407374883553280.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
46	2814749767106560.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
47	5629499534213120.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
48	11258999068426240.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
49	22517998136852480.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
50	45035996273704960.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
51	90071992547409920.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
52	180143985094819840.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
53	360287970189639680.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
54	720575940379279360.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
55	1441151880758558720.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
56	2882303761517117440.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
57	5764607523034234880.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
58	11529215046068469760.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
59	23058430092136939520.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
60	46116860184273879040.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
61	92233720368547758080.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
62	184467440737095516160.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
63	368934881474191032320.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
64	737869762948382064640.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
65	1475739525896764129280.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
66	2951479051793528258560.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
67	5902958103587056517120.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
68	11805916207174113034240.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
69	23611832414348226068480.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
70	47223664828696452136960.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
71	94447329657392904273920.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
72	188894659314785808547840.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
73	377789318629571617095680.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
74	755578637259143234191360.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
75	1511157274518286468382720.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
76	3022314549036572936765440.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
77	6044629098073145873530880.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
78	12089258196146291747061760.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
79	24178516392292583494123520.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
80	48357032784585166988247040.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
81	96714065569170333976494080.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
82	193428131138340667952988160.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
83	386856262276681335905976320.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
84	773712524553362671811952640.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
85	1547425049106725343623905280.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
86	3094850098213450687247810560.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
87	6189700196426901374495621120.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
88	12379400392853802748991242240.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
89	24758800785707605497982484480.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
90	49517601571415210995964968960.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
91	99035203142830421991929937920.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
92	198070406285660843983859875840.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
93	396140812571321687967719751680.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
94	792281625142643375935439503360.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
95	1584563250285286751870879006720.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
96	3169126500570573503741758013440.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
97	6338253001141147007483516026880.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
98	12676506002282294014967032053760.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
99	25353012004564588029934064107520.000000	1.00	1.00	1.00	1.00
100	50706024009129176059868128215040.000000	1.00	1.00	1.00	1.00

Figura 2. Tabla de puntos

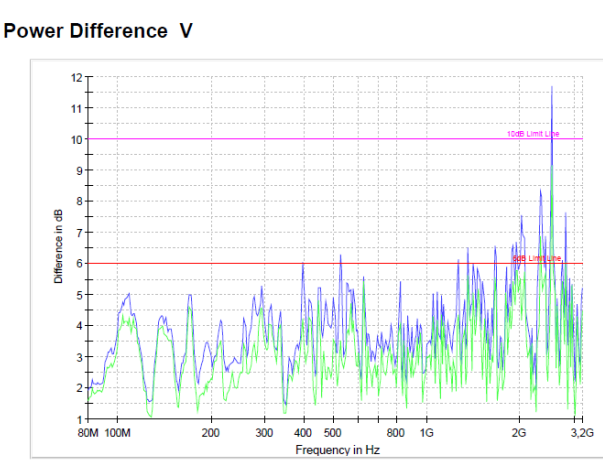


Figura 3. Gráfico de diferencia de potencia

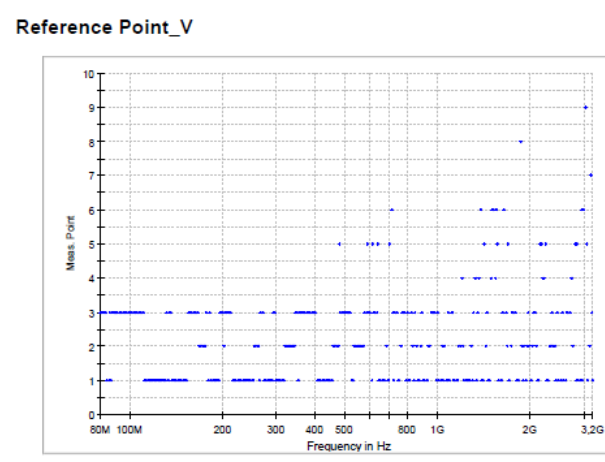


Figura 4. Gráfico Nº de punto de referencia

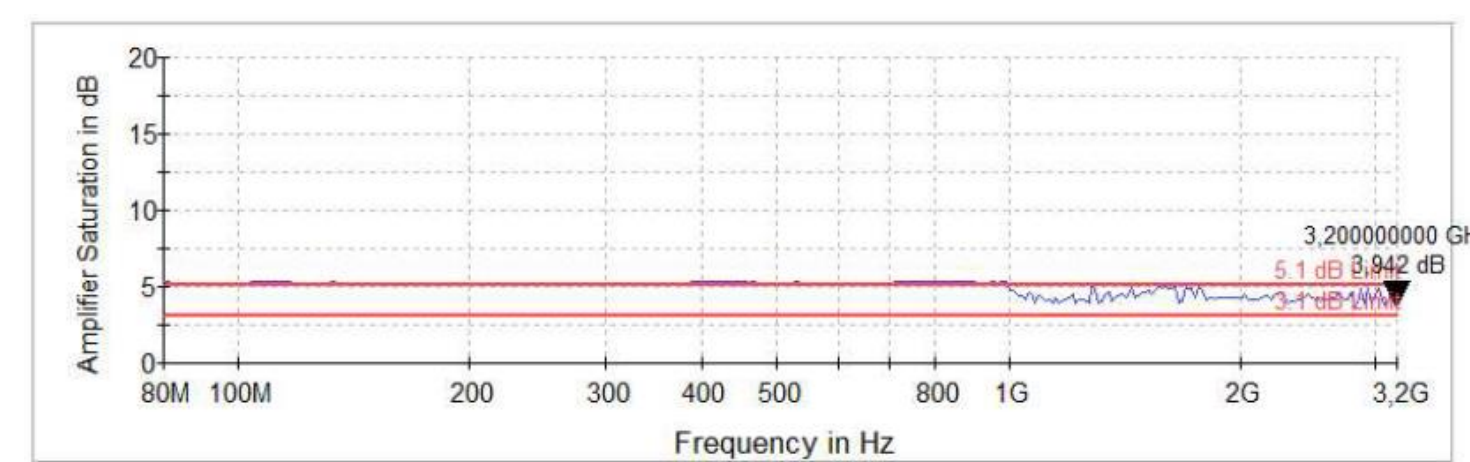


Figura 5. Gráfico resultado Test de saturación

CONCLUSIONES

El área de campo uniforme, según se define en la Norma UNE EN 61000-4-3, es un plano hipotético vertical de campo en el que las variaciones son aceptablemente pequeñas. Con esta calibración se demuestra la capacidad de la instalación de ensayo y el equipo generador de campo eléctrico. La calibración de campo es válida para todos los ESE cuyas caras individuales (incluyendo cualquier cable) son capaces de cubrir totalmente el ACU.

REFERENCIAS

- [1] Compatibilidad electromagnética (CEM) Parte 4-3: Técnicas de ensayo y de medida Ensayos de inmunidad a los campos electromagnéticos, radiados y de radiofrecuencia (IEC 61000-4-3:2006).
- [2] Compatibilidad electromagnética (CEM) Parte 4-20: Técnicas de ensayo y de medida Ensayos de emisión y de inmunidad en las guías de onda electromagnética transversales (TEM).

AGRADECIMIENTOS

A Guillermo Maté por su constante apoyo en la realización de los ensayos de compatibilidad electromagnética.