



Los puntos marcados con (\$) no están amparados por la acreditación de ENAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificate of Calibration

Número **23/08617**
Number

Página 1 de 8 páginas
Page 1 of 8 pages

LabCal - Wavecontrol

Laboratorio de calibraciones radioeléctricas
C/ Pallars 65-71
08018 Barcelona

WAVECONTROL

OBJETO <i>Item</i>	Medidor de campo electromagnético + Sonda isotrópica de campo eléctrico
MARCA <i>Mark</i>	Wavecontrol
MODELO <i>Model</i>	Medidor: SMP2 Sonda: WPF18
IDENTIFICACIÓN <i>Identification</i>	Medidor: 18SN0811 Sonda: 18WP090353
SOLICITANTE <i>Applicant</i>	TES AMERICA ANDINA SAS CL 127B Bis 46 - 25 111111 BOGOTA (Colombia)
FECHA/S DE CALIBRACIÓN <i>Date/s of calibration</i>	03/01/2023

Signatario/s autorizado/s
Authorized Signatory/ies

Fecha de emisión: 03/01/2023
Date of issue

David Guayerbas
Laboratory Technician

Laboratory Director

Este certificado se expide de acuerdo con las condiciones de la acreditación concedidas por ENAC, según norma ISO 17025, que ha comprobado las capacidades de medida del laboratorio y su trazabilidad a patrones nacionales e internacionales. ENAC es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo (MLA) de certificados de calibración de European Cooperation for Accreditation (EA) y de International Laboratories Accreditation Cooperation (ILAC). Este certificado no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito de Wavecontrol.

This certificate is issued in accordance with the conditions of accreditation granted by ENAC, according to standard ISO 17025, which has assessed the measurement capability of the laboratory and its traceability to national standards. ENAC is one of the signatories of the Multilateral Agreement of the European Cooperation for Accreditation (EA) and the International Laboratories Accreditation Cooperation (ILAC). This Certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of Wavecontrol.

Método de calibración:

La calibración de sondas de campo se realiza mediante la generación de un valor de campo conocido con polarización lineal. La sonda a calibrar se sitúa en dicho campo, obteniéndose la diferencia entre el valor de campo generado y el campo medido por la sonda a calibrar.

En el margen de frecuencias de 0.3 – 800 MHz se emplea una celda TEM con absorbentes para generar el campo. La sonda a calibrar se coloca paralela al campo eléctrico y perpendicular a la dirección de propagación.

En el margen de frecuencias de 800 MHz – 18 GHz la sonda a calibrar se coloca en una cámara anecoica, utilizando un soporte de baja reflectividad. La sonda se sitúa en la dirección de máxima radiación de una antena de bocina polarizada linealmente, paralela al campo eléctrico y perpendicular a la dirección de propagación.

Los parámetros de calibración obtenidos son los siguientes:

1- Factor de corrección (FC)

El factor de corrección se ha obtenido utilizando la siguiente fórmula:

$$FC = \frac{\text{Campo Aplicado}}{\text{Campo Medido por la Sonda}} \quad FC^2 = \frac{\text{Densidad de potencia Aplicada}}{\text{Densidad de Potencia Medida por la Sonda}}$$

Multiplicando el valor medido con la sonda calibrada por el factor de corrección correspondiente se obtiene el valor de campo real.

2- Linealidad

Es la variación del Factor de Corrección en función del nivel de campo aplicado para una misma frecuencia.

3- Respuesta en frecuencia

Es la variación del Factor de Corrección en función de la frecuencia para un mismo nivel de campo aplicado.

Trazabilidad:

NPL (National Physical Laboratory)

Normas de referencia:

IEEE Std 1309:2013 “Standard for Calibration of Electromagnetic Field Sensors and Probes, Excluding Antennas, from 9 kHz to 40 GHz”

Incertidumbre asociada a la medida:

La incertidumbre asociada a la calibración de este equipo es la siguiente:

0,3 MHz - 10 MHz:	± 1,19 dB
10 MHz - 300 MHz:	± 1,33 dB
300 MHz – 500 MHz:	± 1,08 dB
500 MHz - 800 MHz:	± 1,46 dB
800 MHz - 1 GHz:	± 1,2 dB
1 GHz - 2,5 GHz:	± 1,2 dB
2,5 GHz - 8 GHz:	± 1,3 dB
8 GHz - 18 GHz:	± 1,3 dB

Esta incertidumbre solamente es aplicable si la sonda se coloca sobre un soporte de baja reflectividad y no hay ninguna interferencia sobre la medida por parte de objetos o personas.

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95 %. La incertidumbre típica de medida se ha determinado conforme al documento EA-4/02.

Condiciones ambientales:

Humedad	Temperatura
$(50 \pm 20) \% \text{ rH}$	$(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$

Los resultados son únicamente válidos para los equipos calibrados en el momento y las condiciones de la medida.

Procedimiento:

"PC-1205 - Calibración de sondas de campo eléctrico en el margen 100 kHz – 800 MHz"

"PC-1206 - Calibración de sondas de campo eléctrico en el margen 800 MHz – 40 GHz"

Ambos métodos emplean el método de Sonda de referencia, en el que una sonda patrón es utilizada para generar el campo conocido con el que se calibran las sondas a calibrar.

Técnico de calibración: David Guayerbas

Montaje de Calibración:



Figura 1: Montaje de calibración en la celda TEM con absorbentes

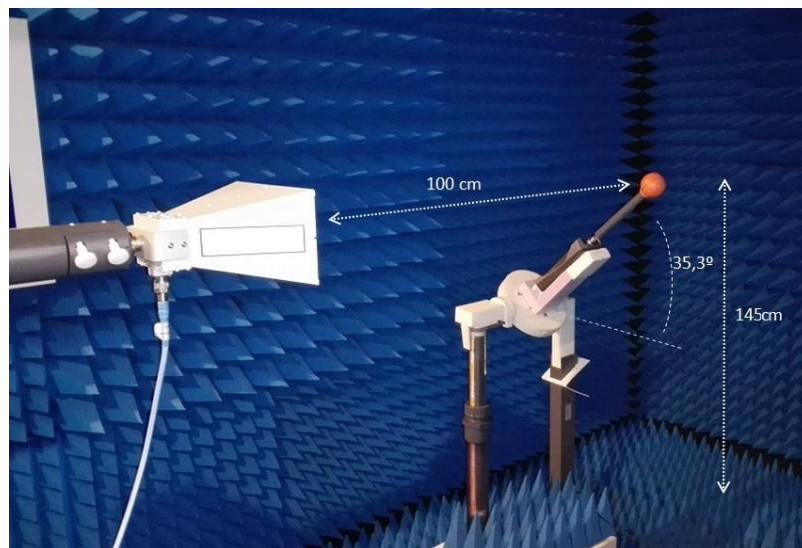


Figura 2: Montaje de calibración en la cámara anecoica

La sonda se ha situado en la celda TEM en la posición indicada en la Figura 1. El eje principal de la sonda se coloca paralelo a las paredes de la celda.

La sonda se ha posicionado en la cámara anecoica en la dirección de máxima radiación de la antena de bocina, a la distancia y altura especificadas en la Figura 2.

La posición y orientación de la sonda para la calibración de los 3 ejes se muestra en la Figura 3.



Figura 3: Posición y orientación de la sonda

Resultados:

A continuación se muestran los factores de corrección (FC) para los puntos de calibración solicitados.

Se proporcionan los factores de corrección de cada uno de los ejes y el factor de corrección medio, que deberá aplicarse al valor de campo total. Este factor de corrección medio corresponde a la media aritmética de los factores de corrección de los tres ejes.

Los factores de corrección indicados a continuación deben ser multiplicados por el valor de campo medido para obtener el valor de campo real:

Linealidad								
Frecuencia (MHz)	Campo Actual (V/m)	Campo Medido (V/m)			FC			
		Eje 1	Eje 2	Eje 3	Eje 1	Eje 2	Eje 3	Medio
100	0,99	1,03	0,90	0,96	0,96	1,10	1,03	1,03
100	2,01	2,15	2,03	2,08	0,94	0,99	0,97	0,97
100	5,00	5,32	5,13	5,20	0,94	0,97	0,96	0,96
100	10,11	10,66	10,31	10,40	0,95	0,98	0,97	0,97
100	19,94	20,84	20,33	20,43	0,96	0,98	0,98	0,97
100	30,06	30,88	29,87	30,14	0,97	1,01	1,00	0,99
100	39,58	42,41	41,89	41,53	0,93	0,94	0,95	0,94
100	49,80	51,83	50,43	50,71	0,96	0,99	0,98	0,98
100	59,72	61,61	59,44	60,14	0,97	1,00	0,99	0,99
100	79,87	82,64	80,14	80,67	0,97	1,00	0,99	0,98
100	99,11	97,30	94,97	94,73	1,02	1,04	1,05	1,04

Respuesta en frecuencia								
Frecuencia (MHz)	Campo Actual (V/m)	Campo Medido (V/m)			FC			
		Eje 1	Eje 2	Eje 3	Eje 1	Eje 2	Eje 3	Medio
0,3	10,07	6,05	3,61	5,75	1,66	2,79	1,75	2,07
0,4	10,05	6,82	4,34	6,50	1,47	2,31	1,55	1,78
1	9,89	8,71	8,14	8,33	1,14	1,22	1,19	1,18
2	9,98	9,18	8,70	8,86	1,09	1,15	1,13	1,12
4	10,05	9,87	9,06	9,58	1,02	1,11	1,05	1,06
10	10,01	10,37	9,93	10,16	0,97	1,01	0,99	0,99
27	10,09	10,60	10,27	10,39	0,95	0,98	0,97	0,97
75	10,03	10,69	10,37	10,46	0,94	0,97	0,96	0,95
100	10,11	10,67	10,33	10,43	0,95	0,98	0,97	0,97
200	10,07	10,48	10,36	10,43	0,96	0,97	0,96	0,97
433	9,99	11,30	11,38	11,50	0,88	0,88	0,87	0,88
800	10,07	12,65	11,64	12,34	0,80	0,87	0,82	0,83
950	10,06	11,74	11,28	11,62	0,86	0,89	0,87	0,87
1500	9,90	9,64	10,15	9,99	1,03	0,98	0,99	1,00
1800	10,08	9,37	9,38	9,78	1,08	1,07	1,03	1,06
2100	9,97	10,05	9,60	9,47	0,99	1,04	1,05	1,03
2450	9,96	8,64	8,35	8,54	1,15	1,19	1,17	1,17
2600	9,98	8,87	8,81	9,09	1,13	1,13	1,10	1,12
3000	9,89	8,05	8,19	8,18	1,23	1,21	1,21	1,22
3500	10,02	8,02	7,96	8,01	1,25	1,26	1,25	1,25
4000	9,89	8,26	8,07	8,28	1,20	1,23	1,19	1,21
5000	9,95	8,82	8,84	9,14	1,13	1,13	1,09	1,11
6000	9,94	7,99	7,65	8,12	1,24	1,30	1,22	1,26
8000	10,02	6,41	6,59	6,96	1,56	1,52	1,44	1,51
10000	10,09	5,69	5,62	5,79	1,77	1,80	1,74	1,77
12000	10,02	7,58	6,79	7,07	1,32	1,48	1,42	1,40
14000	10,08	7,75	7,70	8,57	1,30	1,31	1,18	1,26
16000	10,00	5,47	5,01	5,33	1,83	2,00	1,88	1,90
18000	9,96	7,33	6,85	6,04	1,36	1,45	1,65	1,49

Los siguientes valores recogen las incertidumbres de Linealidad y de Respuesta en Frecuencia del equipo calibrado. Estos valores podrán ser utilizados para el cálculo de la incertidumbre total de las medidas realizadas con el equipo:

Error de linealidad		
±	0,41	dB (1 - 100 V/m)

Respuesta en frecuencia		
+ 1,67	/ - 1,96	dB (1 MHz - 5 GHz)
+ 0,00	/ - 5,57	dB (5 - 18 GHz)