



MINISTERIO DE INDUSTRIA  
Y ENERGÍA

# L.C.O.E.

LABORATORIO CENTRAL OFICIAL  
DE ELECTROTECNIA



FUNDACIÓN PARA EL FOMENTO  
DE LA INNOVACIÓN INDUSTRIAL  
E.T.S. DE INGENIEROS INDUSTRIALES

## INFORME DE ENSAYOS

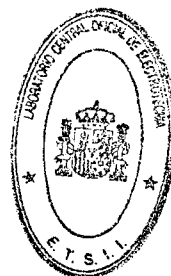
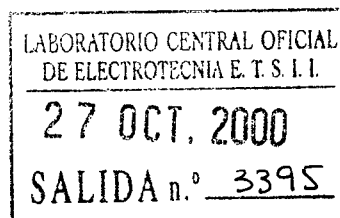
# E C

Entidad Nacional de Acreditación

**ENSAYOS**

Nº: 3 / LE192

Solicitante:	CIRPROTEC	Nº Informe:	2000103025
Dirección:	Cisterna, 83 08221 Terrassa BARCELONA	Nº de Páginas:	8 + 2 anexos
Aparato:	Pararrayos equipado con dispositivo de cebado.	Fecha inicio Ensayos:	04/10/00
		Fecha final Ensayos:	04/10/00
		Fecha Emisión:	23/10/00
Modelo:	NIMBUS CPT-1		
Tipo / Nº Referencia:	Prototipo s/n		
Normas aplicadas:	UNE 21186 NF C17-102		



El analista:

Santiago San Millán

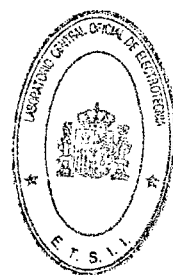
EL JEFE DE SECCIÓN:

Fernando Garnacho Vecino

### CONDICIONES DE VALIDEZ DE ESTE DOCUMENTO:

- Los resultados de los ensayos se refieren exclusivamente a la muestra ensayada.
- Dicha muestra es la descrita en el Informe y corresponde a la muestra originalmente recibida, con las modificaciones que en el transcurso de los ensayos puedan haberse producido para dar cumplimiento a los mismos. Estas modificaciones están documentadas en los archivos del LCOE, y a disposición del solicitante u organismo por él autorizado.
- Queda prohibida la reproducción parcial de este documento.
- Este Informe no puede presentar enmiendas o raspaduras, en caso contrario será considerado nulo.

## INDICE



- 1.- DISPOSITIVO ENSAYADO - FECHA DE ENSAYO
- 2.- NORMATIVA APLICADA
- 3.- PROCEDIMIENTO DE ENSAYO
- 4.- EQUIPOS, INSTALACIONES Y SOFTWARE UTILIZADOS.
- 5.- RESULTADOS

LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA

## **1.- DISPOSITIVO ENSAYADO**

### **PARARRAYOS CON DISPOSITIVO DE CEBADO (PDC)**

MARCA: CIRPROTEC  
MODELO: NIMBUS CPT-1

Nº serie: Prototipo s/n

(ver planos y/o lista de componentes en anexo B)

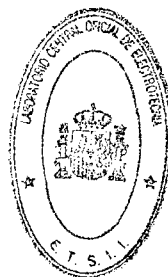
Fecha de recepción de las muestras: 4 de octubre de 2000  
Fecha de realización de los ensayos: 4 de octubre de 2000

## **2.- NORMATIVA APLICADA**

- Norma UNE 21186/98, "Protección de estructuras, edificaciones y zonas abiertas mediante pararrayos con dispositivo de cebado", anexo C "Procedimiento de evaluación de un PDC".
- Norma francesa NF C 17-102, de julio de 1995, "Protection des structures et des zones ouvertes contre la foudre para paratonnerre à dispositif d'amorçage", anexo C, "Procédure d'évaluation d'un PDA".

*NOTA: Teniendo en cuenta la naturaleza estadística del ensayo realizado, el LCOE ha aplicado el procedimiento PS3-UNE 21186/98, que fija valores de los parámetros del ensayo dentro del margen establecido en las normas UNE 21186/96 y NF C17-102/95.*

NO HAY TEXTO BAJO LA LINEA



### **3.- PROCEDIMIENTO DE ENSAYO.**

Se ha determinado la ganancia en tiempo de cebado del pararrayos con dispositivo de cebado PDC, conforme a lo indicado en el anexo C de la Norma UNE 21186.

Para ello han sido aplicados de manera consecutiva 100 impulsos al pararrayos equipado con dispositivo de anticipación y 100 impulsos al pararrayos de referencia (punta de igual geometría y con los dispositivos de cebado anulados). La cadencia de aplicación de los impulsos fue de un impulso por minuto.

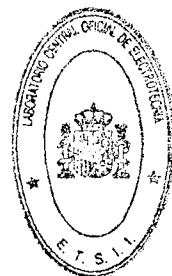
Los impulsos, de polaridad negativa, se han aplicado sobre el electrodo circular superior, a fin de que se produjera la correspondiente descarga disruptiva a tierra a través de la punta en ensayo, situada en el eje del electrodo y perpendicular a éste, en disposición vertical y debajo del electrodo según disposición esquematizada en la figura 1. Durante la aplicación de los impulsos se ha mantenido polarizado al electrodo mediante una tensión continua de valor igual a 60 kV y de polaridad negativa.

Previamente a la aplicación de las 2 series de 100 impulsos, se determinó la tensión del 50 % de probabilidad de cebado ( $U_{50}$ ) sobre el pararrayos de referencia aplicando 30 impulsos, mediante el método de subidas y bajadas contemplado en la Norma CEI 60 parte 1. La determinación se ha realizado manteniendo el electrodo polarizado con una tensión continua de valor - 60 kV. La pendiente de los impulsos aplicados a las puntas comparadas durante las dos series de impulsos fue la correspondiente a un impulso pleno de valor de cresta igual a 1,1 veces la  $U_{50}$  calculada, con objeto de asegurar el cebado en todos los impulsos.

La pendiente de la onda de campo eléctrico en la zona de inicio del trazador se ha calculado como la pendiente media del frente del impulso pleno correspondiente a las series. En todos los casos su valor estuvo comprendido entre  $2 \cdot 10^8$  y  $2 \cdot 10^9$  V/m/s.

Los parámetros principales del ensayo han sido los siguientes:

- Distancia plato-suelo: 3 metros.
- Distancia punta-plato: 1,75 metros.
- Nivel de polarización: - 60 kV
- Tiempo de subida del impulso:  $550 \pm 50 \mu s$
- Diámetro del electrodo: 4,2 metros.



Las condiciones atmosféricas durante el ensayo fueron:

a) Al comienzo de la serie aplicada sobre el pararrayos PDC:

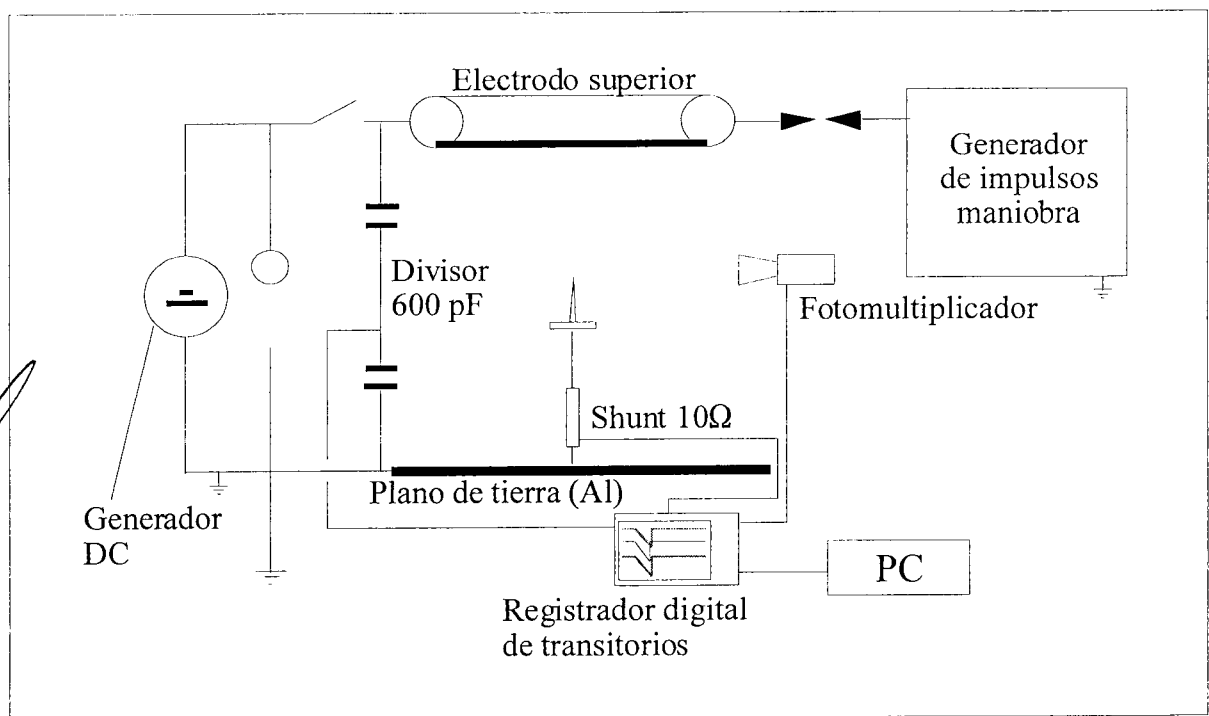
- Presión atmosférica: 709 mmHg
- Temperatura ambiente: 21 °C
- Humedad relativa del aire: 33 %

b) Al comienzo de la serie aplicada sobre el pararrayos de referencia:

Presión atmosférica:	709 mmHg
Temperatura ambiente:	20,5 °C
Humedad relativa del aire:	33 %

c) Al final de las dos series:

Presión atmosférica:	709 mmHg
Temperatura ambiente:	21,5 °C
Humedad relativa del aire:	33 %

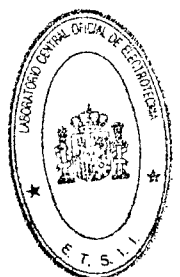


Esquema n°1. Disposición de ensayo.

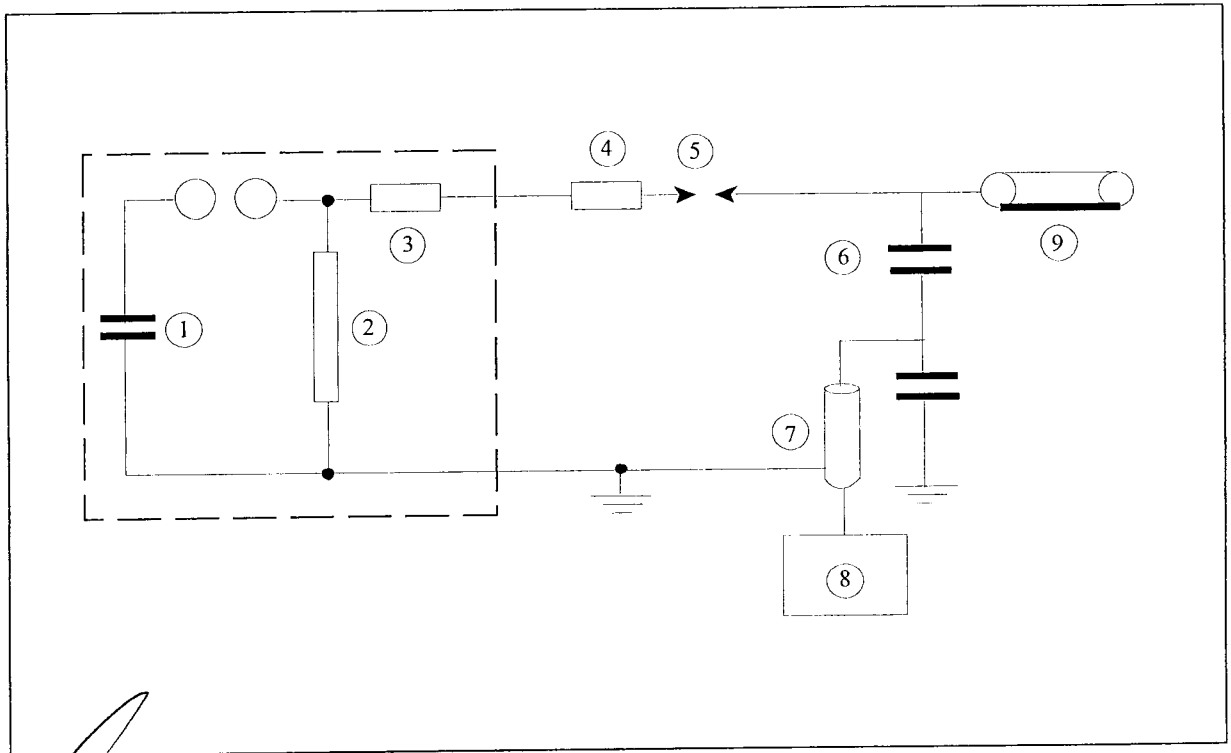
#### 4.- EQUIPOS, INSTALACIONES Y SOFTWARE UTILIZADOS.

En las próximas páginas se muestran los esquemas de las instalaciones de generación y medida de impulsos tipo maniobra y de tensión continua. Además, se han utilizado el software y los siguientes equipos auxiliares:

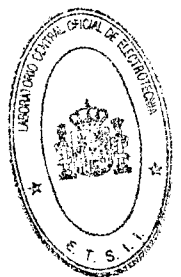
- Fotomultiplicador, código de inventario III-1-FOTO-003
- Termohigrógrafo RICHARD, código de inventario III-1-TH-001
- Barómetro, código de inventario III-1-BARO-002
- Shunt coaxial de 2 Ohm , código de inventario III-1-SH-010
- Software para el análisis de los registros, referencia III-1-SOFT-011



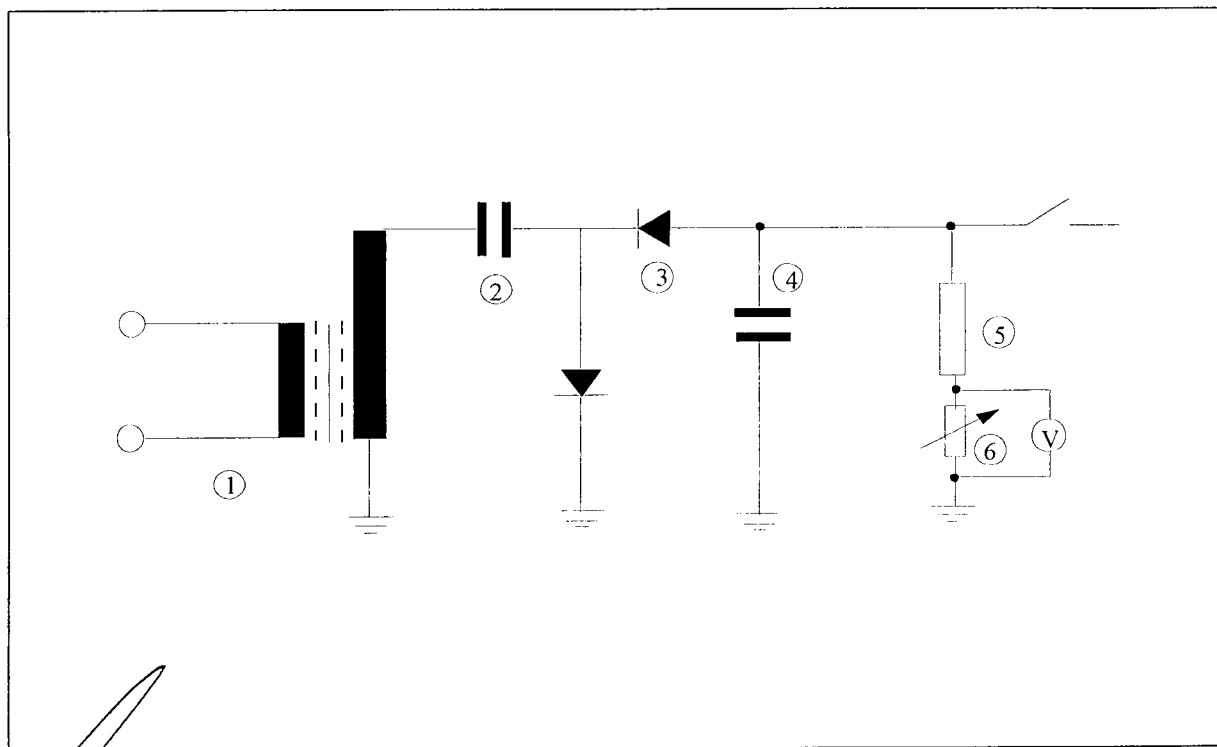
### SISTEMA DE GENERACIÓN Y MEDIDA DE IMPULSOS TIPO MANIOBRA 1,3 MV



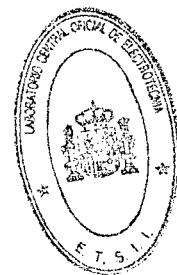
- 1.- Condensador de 12 etapas de 126,7  $\mu\text{F}$ , cada una
- 2.- Resistencia equivalente de cola 12 x 35.000 Ohm
- 3.- Resistencia de frente interna 12 x 8.000 Ohm
- 4.- Resistencia de frente externa 200 kOhm
- 5.- Explosor de varilla externa
- 6.- Divisor capacitivo 600 pF
- 7.- Cable coaxial de 75 Ohm
- 8.- Aparato de medida: Registrador digital Tektronix TDS
- 9.- Electrodo superior



## SISTEMA DE MEDIDA Y GENERACIÓN DE TENSIÓN CONTINUA - 100 kV



- 1.- Transformador de A.T.: 220/80.000 V
- 2.- Condensador serie: 0,11  $\mu\text{F}$ ;  $U_N = 22 / 3 \text{ kV}$
- 3.- Diodo de selenio
- 4.- Condensador paralelo: 1,76  $\mu\text{F}$ ;  $U_N = 130 \text{ kV}$
- 5.- Resistencia 100,20 MOhm  $\pm 0,1 \%$ ;  $I_{\text{max}} = 1 \text{ mA}$
- 6.- Resistencia variable: 0 ... 110 kOhm ;  $\pm 0,02 \%$ ;  $I_{\text{max}} = 7,1 \text{ mA}$



**5.- RESULTADOS**

En el anexo A que acompaña a este informe, se presentan los listados obtenidos de tiempos de cebado del trazador ascendente para cada descarga.

Los tiempos medios de cebado,  $\langle T'_{PDC} \rangle$  y  $\langle T'_{PR} \rangle$ , obtenidos respectivamente como media de los instantes de cebado de cada serie, se han referido a la curva de referencia correspondiente, tal como se indica en el apartado C.4.2. de la Norma, a fin de obtener los tiempos de cebado  $\langle T_{PDC} \rangle$  y  $\langle T_{PR} \rangle$ , cuya diferencia  $\langle T_{PR} \rangle - \langle T_{PDC} \rangle$  constituye el "Avance en el Cebado",  $t$ .

Los resultados obtenidos en el ensayo se indican en la tabla 1.

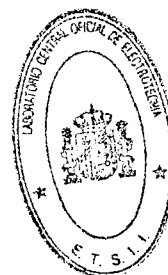
Tabla 1. Resultados del ensayo.

Tiempo medio de cebado para el pararrayos de referencia $\langle T'_{PR} \rangle$	Tiempo medio de cebado para el pararrayos PDC $\langle T'_{PDC} \rangle$	Diferencia entre los tiempos medios obtenidos experimentalmente $\langle T'_{PR} \rangle - \langle T'_{PDC} \rangle$	Avance en el cebado $t$ $\langle T_{PR} \rangle - \langle T_{PDC} \rangle$	Incertidumbre de las medidas (*)
274,0 $\mu s$	251,4 $\mu s$	22,6 $\mu s$	27 $\mu s$	$\pm 12 \mu s$

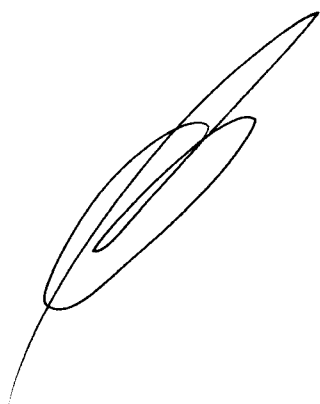
(\*) Incertidumbre calculada en base a los resultados del estudio de viabilidad metrológica realizado en este LCOE.

Y, para que conste, a petición de CIRPROTEC, se expide el presente informe en Madrid, a 23 de octubre de 2000.

NO HAY TEXTO BAJO LA LÍNEA



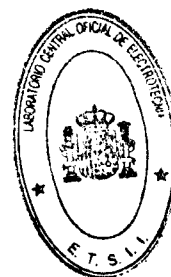




# Anexo A

## Al informe de ensayos n° 2000103025

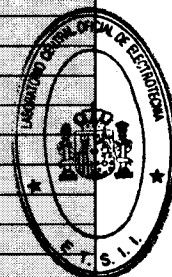
(Contiene listado de resultados)



LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA

**PUNTA: ACTIVO NIMBUS CPT-1**

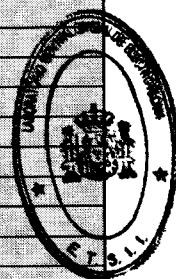
Impulso n°	Tensión	Tiempo U	Tiempo C	Tiempo L	Impulso n°	Tensión	Tiempo U	Tiempo C	Tiempo L
1	622,5	261,7	260,1	179,4	58	656,8	296,5	294,7	282,6
2	686,0	365,1	363,9	360,4	59	628,0	279,8	277,1	244,8
3	624,3	270,1	265,0	223,3	60	650,1	279,6	278,8	262,5
4	662,6	294,2	292,5	279,3	61	663,9	303,9	302,1	286,1
5	610,7	243,9	242,1	217,8	62	677,2	337,6	336,8	330,5
6	649,5	304,0	297,7	274,4	63	653,9	290,9	288,1	256,8
7	599,5	232,5	229,6	174,9	64	615,5	245,1	240,9	205,0
8	669,1	332,9	332,9	311,4	65	643,2	280,5	276,7	264,1
9	647,0	275,5	272,8	267,3	66	620,5	252,4	252,1	214,6
10	650,6	308,2	307,2	239,9	67	627,0	262,0	261,3	208,7
11	612,6	258,9	257,8	217,8	68	658,5	298,2	296,3	283,4
12	614,2	261,3	255,4	238,1	69	640,4	278,5	269,7	258,7
13	629,0	266,2	259,2	245,8	70	609,8	236,7	234,4	180,4
14	654,7	285,4	283,1	261,9	71	672,3	315,4	314,6	288,8
15	655,8	302,8	301,0	286,0	72	654,5	312,3	312,3	308,1
16	617,7	245,7	240,2	182,9	73	671,5	318,4	317,9	308,4
17	622,6	253,1	247,3	222,0	74	616,3	250,0	249,4	222,0
18	628,1	258,9	253,7	236,3	75	614,2	251,5	249,1	216,8
19	629,0	266,7	261,6	230,5	76	670,8	312,6	311,5	285,0
20	630,3	268,5	260,4	251,1	77	631,4	268,5	258,6	252,2
21	635,2	267,3	261,6	248,7	78	657,6	310,5	307,0	299,2
22	632,8	274,0	268,6	238,7	79	633,0	259,0	255,4	251,5
23	638,8	265,6	263,2	225,3	80	611,6	257,3	251,1	228,3
24	669,1	303,4	303,4	284,7	81	626,4	258,9	258,8	231,8
25	657,1	293,5	293,5	280,6	82	631,8	260,5	253,2	241,3
26	636,5	287,8	281,8	274,1	83	628,0	262,6	261,7	246,1
27	649,8	279,9	279,9	274,7	84	617,1	248,0	247,7	217,7
28	582,9	236,0	233,0	194,6	85	618,0	269,9	266,7	200,1
29	604,5	242,7	236,0	177,7	86	662,9	302,0	297,8	287,1
30	690,5	352,5	352,5	348,8	87	663,0	314,4	312,7	300,5
31	692,8	359,9	359,9	348,2	88	670,0	321,9	318,9	305,2
32	645,8	270,6	270,4	261,3	89	629,7	265,0	264,8	227,3
33	679,9	333,8	329,7	320,8	90	646,3	289,2	285,4	281,7
34	617,1	247,6	247,6	178,7	91	635,0	270,6	260,4	244,8
35	639,9	296,8	294,4	275,8	92	629,6	269,2	260,2	225,1
36	619,8	261,9	258,5	232,1	93	655,2	291,6	286,4	269,1
37	598,6	227,1	221,1	188,3	94	647,2	286,8	284,3	175,7
38	642,0	264,8	263,0	255,6	95	644,4	296,8	292,7	281,0
39	617,0	264,9	256,5	243,2	96	629,7	261,0	261,0	227,8
40	627,2	261,8	258,6	234,8	97	650,4	286,6	286,2	275,3
41	619,7	262,7	254,6	242,7	98	628,0	262,1	259,3	250,4
42	649,2	289,9	283,0	263,1	99	610,6	239,1	238,9	197,0
43	626,5	263,7	260,9	225,5	100	673,8	339,4	339,4	334,9
44	615,3	258,5	256,8	203,4	101				
45	626,9	263,5	256,8	248,6	102				
46	663,8	300,6	298,2	292,5	103				
47	670,1	319,6	318,3	305,0	104				
48	666,1	311,7	309,0	296,6	105				
49	628,3	263,6	260,1	234,1	106				
50	635,8	290,0	279,6	271,4	107				
51	647,0	285,0	277,8	251,2	108				
52	610,8	246,9	244,7	237,2	109				
53	617,1	248,2	246,0	158,9	110				
54	660,5	288,1	286,6	283,4	111				
55	624,2	258,9	252,8	245,3	112				
56	616,4	259,1	251,1	231,1	113				
57	624,7	257,2	256,7	199,9	MEDIAS	638,7	279,1	275,8	251,4

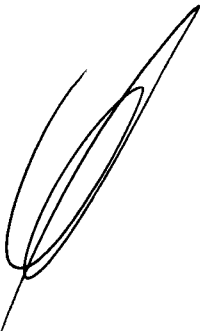


ATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA

## PUNTA: REFERENCIA NIMBUS CPT-1

Impulso n°	Tensión	Tiempo U	Tiempo C	Tiempo L	Impulso n°	Tensión	Tiempo U	Tiempo C	Tiempo L
1	669,4	312,8	312,8	306,3	58	688,0	367,6	367,4	359,7
2	638,2	280,9	276,4	267,6	59	621,1	247,1	242,9	211,0
3	637,4	283,3	281,3	228,1	60	655,1	301,1	301,1	292,7
4	673,3	338,1	336,6	333,2	61	651,0	286,5	284,9	275,4
5	675,0	334,6	334,4	326,7	62	683,5	327,4	327,4	323,2
6	709,1	407,8	405,2	399,0	63	653,0	308,4	301,1	293,8
7	632,5	263,5	261,5	238,5	64	627,3	263,9	263,9	232,3
8	665,2	299,7	299,4	285,2	65	643,2	299,3	291,6	287,1
9	617,2	252,5	251,7	205,8	66	645,9	286,5	279,4	256,3
10	622,5	247,5	244,8	206,0	67	643,5	284,7	282,1	263,3
11	659,8	301,2	298,3	290,3	68	633,7	256,8	249,6	244,4
12	672,3	330,9	330,9	324,5	69	656,7	288,0	288,0	273,5
13	632,1	275,6	269,3	262,7	70	662,9	311,2	308,7	295,9
14	653,3	301,5	301,5	294,3	71	658,5	288,7	283,4	281,5
15	668,2	299,8	298,6	292,1	72	689,9	369,9	366,5	361,9
16	671,4	326,7	326,3	310,4	73	634,9	288,8	288,7	278,9
17	652,0	288,3	288,3	282,7	74	652,4	283,6	283,6	276,4
18	679,2	328,3	326,9	324,8	75	640,4	288,0	283,7	275,9
19	624,8	251,1	247,0	224,4	76	659,4	294,7	294,1	273,2
20	591,4	218,4	215,7	159,6	77	684,7	345,9	345,9	337,6
21	719,1	420,4	410,3	410,2	78	637,2	271,2	262,9	239,7
22	649,4	276,4	274,1	261,6	79	653,9	303,6	303,3	289,1
23	633,9	263,3	259,8	228,2	80	652,3	294,2	293,3	252,4
24	630,7	264,1	263,7	241,9	81	623,3	256,3	254,3	221,9
25	648,4	298,0	297,7	277,6	82	670,9	329,0	328,1	324,0
26	630,6	268,6	266,2	249,6	83	689,7	335,2	332,7	324,0
27	631,3	263,7	257,1	233,6	84	651,8	279,1	275,2	258,3
28	658,6	290,6	288,3	263,0	85	616,2	257,8	254,1	235,2
29	613,7	244,3	240,9	215,2	86	675,1	313,0	313,0	311,1
30	631,5	266,1	261,8	246,0	87	637,8	281,4	278,1	263,3
31	619,6	256,0	249,9	236,6	88	622,7	258,8	252,2	202,9
32	663,0	308,0	304,6	297,1	89	628,1	252,4	246,9	208,3
33	600,0	234,4	229,8	191,2	90	658,4	303,1	301,5	295,1
34	638,2	285,9	277,7	270,0	91	634,5	263,8	258,0	215,9
35	678,8	342,1	339,5	332,2	92	605,0	233,8	223,6	190,1
36	651,8	301,2	298,0	286,4	93	646,0	283,0	279,3	240,9
37	665,8	307,5	307,4	301,4	94	619,9	258,8	256,9	178,6
38	657,9	322,5	315,7	302,8	95	668,9	307,2	304,7	252,2
39	662,6	299,7	299,4	290,4	96	640,3	278,7	276,3	260,4
40	666,2	314,0	311,7	302,6	97	676,5	321,3	319,2	295,4
41	642,3	280,5	274,9	268,3	98	691,5	395,7	395,7	391,9
42	646,5	276,7	275,0	266,1	99	644,5	275,0	271,5	253,4
43	629,0	274,7	272,5	256,2	100	677,0	325,1	320,1	310,0
44	698,4	357,1	357,1	347,8	101				
45	636,8	271,1	270,3	256,2	102				
46	608,7	246,3	241,5	203,3	103				
47	653,5	282,9	279,0	272,0	104				
48	662,0	306,4	302,6	236,7	105				
49	662,3	317,4	314,7	303,2	106				
50	637,2	284,2	277,9	239,2	107				
51	665,4	327,4	326,4	308,7	108				
52	649,3	286,9	279,4	274,8	109				
53	674,3	318,1	318,1	314,0	110				
54	646,7	300,1	290,3	226,6	111				
55	670,0	310,3	310,1	299,9	112				
56	674,6	320,8	320,6	319,6	113				
57	661,8	303,7	303,7	299,8	MEDIAS	651,2	295,0	292,1	274,0





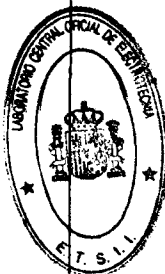
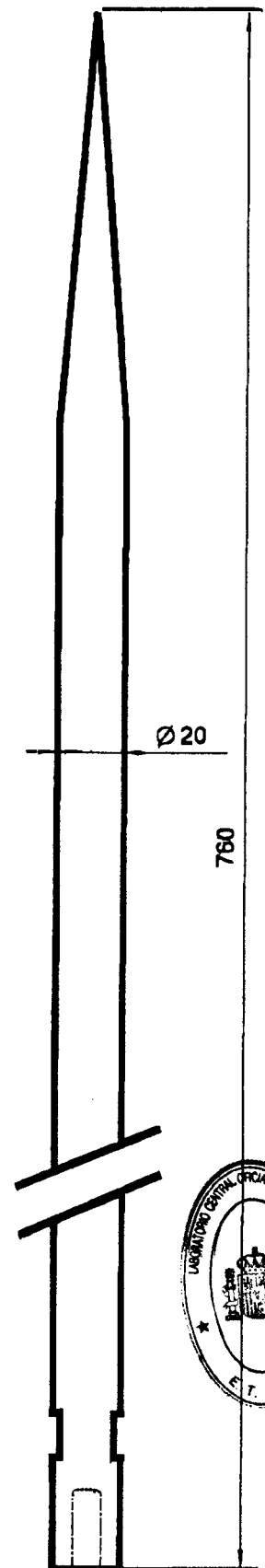
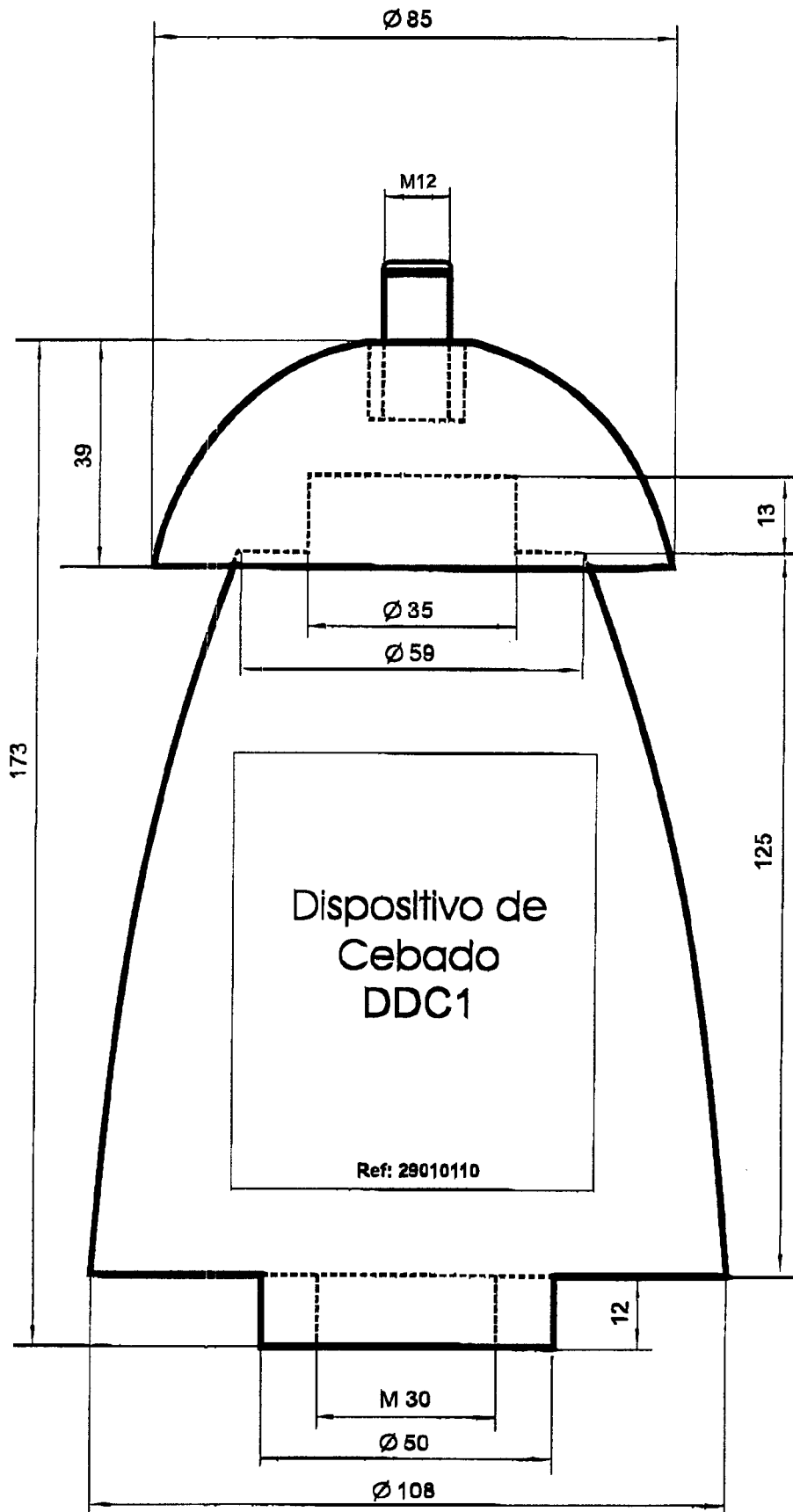
# Anexo B

## Al informe de ensayos n° 2000103025

(Contiene un croquis)



LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA

**CIRPROTEC, S.L.**

Producto: Pararrayos CPT1

Código: 779011

Descripción: Medidas externas

Fecha: 04/10/2000

Dibujado por: AB

Revisado por: AB

Escala: Hoja n°: