

# **TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

## **DISEÑO DE PROCEDIMIENTOS PARA LA ELABORACIÓN DE PRUEBAS Y MEDICIONES, PARA LA CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS DE TELEFONÍA MÓVIL CELULAR (ANEXO N° 2)**

Presentado ante la ilustre  
Universidad Central de Venezuela  
por el Br. Villamizar G., Rafael E.  
para optar al título de Ingeniero Electricista

Caracas, 2008

**CENDIT-UCC/  
070810-001  
Revisión  
09-08-01**

**Borrador de Norma Técnica**

**COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNETICA, CEM (IEM) PARA LA CERTIFICACIÓN DE  
EQUIPOS Y APARATOS DE TELECOMUNICACIONES**



1	OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.....	4
2	REFERENCIAS NORMATIVAS .....	4
3	DEFINICIONES.....	6
4	ABREVIATURAS Y ACRONIMOS.....	12
5	PARÁMETROS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CEM Tomado de [B.2] .....	12
5.1	Parámetros de emisión.....	12
5.2	Interpretación de los valores límites de los Parámetros Requisitos .....	12
5.2.1	Aplicación de los valores límite para la conformidad de equipos producidos en serie [21] sección 7 .....	12
6	APLICACIÓN E INTERPRETACIÓN DE TÉRMINOS DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA Tomado de [14], en 3.1 y 3.2.....	13
6.1.	Relación entre niveles de emisión, inmunidad .....	13
7	CONDICIONES GENERALES PARA ENSAYOS IEM de [21] en 8.....	14
7.2	Bandas excluidas para ensayos IEM Tomado de [15] en 4.3.1;Error! Marcador no definido.....	14
7.3	Consideraciones generales del entorno de prueba Tomado de [21] en 8.2.....	14
7.3.1	Determinación de configuración(es) de máxima emisión de [21] en 8.2.1 .....	15
7.4	Disposición general del EBP de 8.3 de [21].....	16
7.4.1	EBP de escritorio de 8.3.1 de [21] .....	16
7.4.2	EBP de piso de 8.3.2 de [21] .....	17
7.4.3	EBP de escritorio y de piso combinados de 8.3.3 de [21].....	17
7.5	Operación del equipo bajo prueba .....	17
8	ENSAYO DE Emision de PERTURBACIONES CONDUCCIDAS.....	18
8.1	Límites de emisión tomado de [7] en 5 .....	18
8.1.1	Límites de emisión de perturbaciones conducidas en los puertos de alimentación principal Tomado de [7] en 5.1 .....	19
8.1.2	Límites de emisión de perturbaciones conducidas en los puertos de telecomunicaciones Tomado de [7] en 5.2 .....	19
8.2	Métodos de medición en terminales de alimentación principal AC/DC .....	20
8.2.1	Aparatos o equipos de medición (Receptores de medición) .....	20
8.2.2	Aparatos de prueba o equipos asociados (REIL tipo V 50Ω // 50μH).....	21
8.2.3	Plano de tierra .....	22
8.2.4	Disposición del EBP .....	22
8.2.5	Protocolo prueba.....	28
8.3	Métodos de medición en los puertos de telecomunicaciones .....	30
8.3.1	Métodos para ensayos de conformidad de 9.6.1 de [21] .....	30
8.3.2	Equipos de medición.....	30
8.3.3	Aparatos de prueba o equipos asociados (REIL tipo T 150 Ω ± 20 Ω con ángulo 0° ± 20°, REI o RAD/ REI) de 9.6.2 de [21] .....	30
8.3.4	Disposición del EBP de 9.6.3 de[21] .....	32
8.3.5	Mediciones de tensión y de corriente sobre distintos tipos de cable ....	38
8.3.6	Protocolo o procedimiento para la ejecución de pruebas .....	42
8.4	Registro de mediciones.....	47
9	ENSAYO DE EMISIÓN DE PERTURBACIONES RADIADAS .....	47
9.1	Valores Límites (Tomado de [7]) .....	47
9.1.1	Límites por debajo de 1 GHz .....	47
9.1.2	Límites por encima de 1 GHz. De la sección 6.1 de [21] .....	48
9.2	Métodos de medición entre 30 MHz y 1 GHz .....	49
9.2.1	Aparatos o equipos de medición .....	49

9.2.2	Equipos <b>de prueba o asociados</b> (Antena) <b>Tomado de [20] y [21]</b>	49
9.2.4	Disposición del EBP	53
9.3	Métodos de medición por encima de 1 GHz <b>de 10.6 de [21]</b>	58
9.3.1	Procedimiento de ensayo condicional <b>de 6.2 de [21]</b>	58
9.4	Protocolo de prueba	58
9.4.1	Configuración de la prueba	58
9.4.2	Mediciones	59
9.5	Registro de mediciones <b>de 10.7 de [21]</b>	61
9.6	Medición en presencia de señales ambientales altas <b>Tomado de 10.6 de [7] de 10.8 de [21]</b>	61
9.7	Pruebas en las instalaciones del usuario <b>Tomado de 10.7 de [7] y 10.9 de [21]</b>	62
Anexo A		63
	Red de Estabilización de Impedancia de la Línea	63
Anexo B		69
	Sondas de Corriente y de Voltaje	69
Anexo C		79
	Parámetros de las Señales en los Puertos de telecomunicaciones	79
Anexo D		82
	Antenas	82
Anexo E		90
	Mediciones de Atenuación de Sitio	90
Anexo F		99
	Receptores de Medición y Detectores	99
ANEXO G		108
	Tipos de RAD utilizadas para emisión de perturbaciones conducidas	108
ANEXO H		110
	Diagrama de decisión de los detectores	110
Anexo I		111
	Bibliografía	111

	<b>Norma Técnica</b>	<b>BORRADOR</b>
	<b>COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNETICA, CEM (IEM) PARA LA CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS Y APARATOS DE TELECOMUNICACIONES</b>	<b>CENDIT</b>
		<b>CENDIT-UCC/ 070810-001 Revisión 09-08-01</b>

## **Norma de Compatibilidad Electromagnética (IEM)**

### **1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN**

Establecer los requerimientos de emisión electromagnética para los niveles de perturbación radioeléctrica generadas por los equipos de telecomunicaciones, fijar los límites de perturbación, describir los métodos de ensayo, equipos y procedimientos de medición, y estandarizar las condiciones de operación e interpretación de resultados.

### **2 REFERENCIAS NORMATIVAS**

**I. ES NECESARIO VERIFICAR SI LOS DOCUMENTOS QUE ESTÁN SIENDO USADOS COMO BASE PARA LA ELABORACIÓN DE LA PRESENTE NORMA DEBEN SER CITADOS EN LAS REFERENCIAS O EN LA BIBLIOGRAFÍA.**

**II. ES NECESARIO DISPONER DE TODAS LAS NORMAS VIGENTES PARA COMPLETAR LA ELABORACIÓN DE LA NORMA.**

Los siguientes documentos referenciados son indispensables para las aplicación de esta norma, solamente la edición citada aplica. Para referencias no vigentes, la última edición del documento referenciado (incluyendo las enmiendas) aplica.

[1] ANSI / IEEE C63.4 (2003), American National Standard Methods of Measurement of Radio-Noise Emissions from Low-Voltage Electrical and Electronic Equipment in the Range of 9 kHz to 40 GHz

[2] ANSI / IEEE C63.7 (2005), American National Standard for Construction of Open-Area Test Sites for Performing Radiated Emission Measurements.

[3] ANSI / IEEE C63.12 (1999), American National Standard for Recommended Practice for Electromagnetic Compatibility Limits.

[4] CISPR 16-1(1999), Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods Part 1-1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus.

**SUSTITUIDA POR**

**CISPR 16-1-1 (2006), Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 1-1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus - Measuring apparatus**

**CISPR 16-1-2 (2006), Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 1-2: Radio disturbance and immunity measuring apparatus - Ancillary equipment - Conducted disturbances**

**CISPR 16-1-3 (2004), Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 1-3: Radio disturbance and immunity measuring apparatus - Ancillary equipment - Disturbance power**

**CISPR 16-1-4 (2007), Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 1-4: Radio disturbance and immunity measuring apparatus - Ancillary**

equipment - Radiated disturbances

CISPR 16-1-5 (2003), Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 1-5: Radio disturbance and immunity measuring apparatus - Antenna calibration test sites for 30 MHz to 1 000 MHz

[5] CISPR 16-2 (1999), Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2: Methods of measurement of disturbances and immunity.

**SUSTITUIDA POR**

CISPR 16-2-1 (2005), Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 2-1: Methods of measurement of disturbances and immunity - Conducted disturbance measurements

CISPR 16-2-2 (2005), Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 2-2: Methods of measurement of disturbances and immunity - Measurement of disturbance power

CISPR 16-2-3 (2006), Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 2-3: Methods of measurement of disturbances and immunity - Radiated disturbance measurements

CISPR 16-2-4 (2003), Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 2-4: Methods of measurement of disturbances and immunity - Immunity measurements

[6] CISPR 16-2-3 (2003), Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-3: Methods of measurement of disturbances and immunity – Radiated disturbance measurements. **SUSTITUIDA POR CISPR 16-2-3 (2006)**

[7] CISPR 22 (1997), Information Technology equipment. Radio Disturbance characteristics. Limits and methods of measurements. **SUSTITUIDA POR CISPR 22 (2006)**

[8] ETSI EN 301 489-1 (2007), Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); ElectroMagnetic Compatibility (EMC) standard for radio equipment and services; Part 1: Common technical requirements.

[9] IEC 60050-161 (1990), International Electrotechnical Vocabulary. Chapter 161: Electromagnetic Compatibility.

[10] **3GPP TS 51.010 (2007), GSM/EDGE radio access network, digital cellular telecommunications system (phase 2+); mobile station (MS) conformance specification; part 1: conformance specification, (release 7)**

[11] **TIA / EIA 98-C (1999) Recommended Minimum Performance Standards for Dual-Mode Spread Spectrum Mobile Stations**

[12] ITU-T K48, EMC (2006) requirements for telecommunication equipment. Product family Recommendation

[13] UIT-T K49 (2005), Requisitos para la realización de pruebas y criterios de calidad de funcionamiento para teléfonos terminales vocales sujetos a perturbaciones causadas por sistemas de telecomunicaciones móviles digitales.

[14] IEC 1000-1-1 (1992), Electromagnetic compatibility (EMC), Part 1: General section 1: application and interpretation of fundamental definitions and terms.

[15] ETSI EN 300 339 (1998-06), Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); General ElectroMagnetic Compatibility (EMC) for radio communications equipment. **Estándar utilizado en [B2] para equipos que utilizan el espectro radioeléctrico**

[16] ANATEL N° 442 (2006), Anexo a resolução N°442, regulamento para certificação de equipamentos de telecomunicações quanto aos aspectos de compatibilidade eletromagnética. **Se tomaron las definiciones de exclusión de transmisión**

[17] IEC 60050-713 (1998), International Electrotechnical Vocabulary - Part 713: Radiocommunications: transmitters, receivers, networks and operation.

[18] IEC 61000-4-6 (2003), Electromagnetic Compatibility (EMC) Part 4-6 : Testing and measurement techniques - Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields. **SUSTITUIDA POR IEC 61000-4-6 (2006). Incluye las RAD**

[19] **IEC 61000-4-3 (2003), Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test. SUSTITUIDA POR IEC 61000-4-3 (2006).**

[20] CISPR 16-1-4 (2004), Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-4: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Ancillary equipment – Radiated disturbances. **SUSTITUIDA POR CISPR 16-1-4 (2007).**

## **SE ESTA REALIZANDO LA REVISION DEL ANTEPROYECTO CON LAS SIGUIENTES NORMAS ACTUALIZADAS**

[21] CISPR 22 (2006): Information Technology equipment. Radio Disturbance characteristics. Limits and methods of measurements

[22] CISPR 16 1-1 (2006), Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 1-1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus - Measuring apparatus.

[23] CISPR 16 1-2 (2006), Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 1-2: Radio disturbance and immunity measuring apparatus - Ancillary equipment - Conducted disturbances.

[24] CISPR 16 1-4(2007), Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 1-4: Radio disturbance and immunity measuring apparatus - Ancillary equipment - Radiated disturbances.

[25] CISPR 16-2-1 (2005), Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 2-1: Methods of measurement of disturbances and immunity - Conducted disturbance measurements.

[26] CISPR 16 2-3 (2006), Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 2-3: Methods of measurement of disturbances and immunity - Radiated disturbance measurements.

### **3 DEFINICIONES**

**3.1 Ancho de banda ocupado:** el ancho de la banda ocupada por una emisión. **Tomado de 06-19 de [17].**

**3.2 Antena removible:** Antena que puede suprimirse para realizar las pruebas, de acuerdo con las indicaciones del fabricante. **Tomado de [12] en 3.23**

**3.3 Antena no removible:** Antena que no puede suprimirse durante las pruebas, de acuerdo con las especificaciones del fabricante. **Tomado de [12] en 3.12**

**3.4 Bandas de exclusión en RF:** bandas de frecuencias relacionadas a las características de transmisión o recepción de un equipo de radiocomunicaciones que deben ser excluidas durante los ensayos de CEM. Estas bandas pueden incluir perturbaciones conducidas y radiadas en RF. **Tomado de [16] en VIII**

**3.5 Banda de exclusión de Tx:** Banda del espectro radioeléctrico fuera de la cual, las emisiones de un transmisor dado corresponden predominantemente a emisiones espurias. **Tomado de [16] en IX**

**3.6 Compatibilidad Electromagnética:** La capacidad de un dispositivo, equipo o sistema eléctrico o electrónico para funcionar dentro de ciertos límites de seguridad, en el ambiente electromagnético para el cual fue diseñado, sin sufrir degradación debido a la presencia de interferencia electromagnética y sin producir él mismo perturbaciones electromagnéticas intolerables para otros dispositivos, equipos o sistemas que se encuentran en dicho entorno.

Tomado de [B.2], [B.4]

**3.7 Emisor:** dispositivo, equipo o sistema que potencialmente emite voltajes, corrientes o campos perturbadores. Tomado de [14] en 3.1

**3.8 Equipos clase B:** los equipos de esta clase están primordialmente destinados a ser utilizados en entornos domésticos y pueden comprender:

- Los equipos sin lugares fijos de utilización; por ejemplo, los equipos portátiles alimentados por pilas o baterías incorporadas.
- Los equipos terminales de telecomunicación, alimentados por la red de telecomunicaciones.
- Las computadoras personales y los equipos auxiliares que le son conectados. Tomado de [7] en 4.1

Nota: El entorno doméstico es aquel donde se pueden encontrar en uso receptores de radiodifusión y televisión, que funcionen a una distancia igual o menor a 10 m del EBP.

**3.9 Equipos clase A:** Equipo fabricado para uso en entornos industriales, comerciales y de negocio. Tomado de [B.2], Parte 5. Observación: en [B.2] no se define ETI Clase A, sino Equipo Clase A

**3.10 Equipo Bajo Prueba (EBP):** El equipo (dispositivo, aplicación o sistema) sujeto a las pruebas de conformidad de CEM (emisiones e inmunidad). Tomado de [5] en 1.3.2

**3.11 Equipo Asociado (EA):**

- Transductores (ej. puntas de prueba, redes y antenas) conectados al receptor de medición o al generador de prueba.
- Transductores (ej. puntas de prueba, redes y antenas) que son usados en la transferencia de señal o perturbación entre el EBP y el equipo de medición o un generador de señales.

Tomado de [5] en 1.3.1

**3.12 Equipo auxiliar (Ea):** equipo necesario para ayudar a ejercitar al EBP. Este equipo puede estar físicamente localizado fuera del área de prueba

**3.13 Equipo de radiocomunicaciones:** equipo de telecomunicaciones que incluye uno o más transmisores y/o receptores radioeléctricos, y/o sus partes, que pueden utilizarse en aplicaciones fijas, móviles o portátiles. Puede funcionar con equipo auxiliar, pero en este caso no depende de éste para realizar sus funciones básicas. Tomado de [8] en 3.1

**3.14 Detector promedio:** detector cuyo voltaje de salida es el promedio de la envolvente de la señal aplicada a su entrada. Tomado de [9] en 04-26

**3.15 Detector pico:** detector cuyo voltaje de salida es el valor pico de la señal aplicada. Tomado de [9] en 04-24

**3.16 Detector cuasi-pico:** Detector con constante de tiempo eléctrica tal que al aplicarle un tren de pulsos periódico a la entrada, produce una tensión de salida cuyo valor es una fracción del valor pico del tren de pulsos, esta tensión se aproxima a la unidad a medida que aumenta la frecuencia del tren de pulsos. Tomado de [9] en 04-21

**3.17 Fuente de alimentación:** Fuente de energía a la que se conecta el equipo de telecomunicaciones. Tomado de [12] en 3.19

**3.18 Inmunidad:** Es la habilidad de un dispositivo, equipo o sistema para funcionar sin degradación en presencia de una perturbación electromagnética. de [9] en 01-20

**3.19 Interferencia Electromagnética:** Degradación de las características de funcionamiento de un dispositivo, equipo o sistema debido a una perturbación electromagnética. Se refiere a los fenómenos electromagnéticos que pueden crear problemas de funcionamiento de un dispositivo, equipo o sistema. Una perturbación electromagnética puede consistir en un ruido electromagnético, una señal no deseada o una modificación del propio medio de propagación. Tomado de [9] en 01-06



**3.20 Interferencia discontinua:** Interferencia Electromagnética que tiene lugar durante ciertos intervalos de tiempo, separados por intervalos sin interferencia. [de \[9\] en 2-13](#)

**3.21 Interferencia entre sistemas:** interferencia electromagnética de un sistema debido a la perturbación electromagnética de otro sistema. [Tomando de \[9\] en 01-15](#)

**3.22 Interferencia intra-sistemas:** interferencia electromagnética que ocurre en un sistema debido a la perturbación electromagnética producida dentro del mismo sistema. [Tomado de \[9\] en 01-16](#)

**3.23 Límite de emisión:** máximo nivel de emisión permitido para una fuente que produce perturbación electromagnética. [Tomado de \[9\] en 03-12](#)

**3.24 Limite de inmunidad:** valor mínimo específico del nivel de inmunidad requerido. [Tomado de \[9\] en 03-15](#)

**3.25 Margen de compatibilidad electromagnética:** relación que resulta de dividir el límite de inmunidad entre el límite de emisión. [Tomado de \[9\] en 03-17](#)

**3.26 Margen de emisión:** Relación que resulta de dividir el nivel de compatibilidad electromagnética entre el límite de emisión. [Tomado de \[9\] en 03-13](#)

**3.27 Margen de inmunidad:** Relación que resulta de dividir el límite de inmunidad entre el nivel de compatibilidad electromagnética. [Tomado de \[9\] en 03-16](#)

**3.28 Nivel de una cantidad:** La magnitud de una cantidad evaluada de una manera específica. [Tomado de \[14\] de 2.1](#)

Nota: El nivel de una cantidad puede estar expresado en unidades logarítmicas, como por ejemplo, 1 dB respecto a un valor de referencia

**3.29 Nivel de emisión:** Nivel de una perturbación electromagnética emitida por un dispositivo, equipo o sistema, medido de una manera bien determinada. [Tomado de \[9\] en 03-13](#)

**3.30 Nivel de inmunidad:** Nivel máximo de una perturbación electromagnética, que puede soportar un dispositivo, equipo o sistema, sin degradación de sus características de funcionamiento. [Tomado de \[9\] en 03-14](#)

**3.31 Nivel de compatibilidad electromagnética:** Nivel específico de perturbación electromagnética usado como nivel de referencia para la coordinación en la configuración del los límites de emisión e inmunidad. [Tomado de \[9\] en 03-10](#)

**3.32 Perturbación discontinua:** perturbación electromagnética cuyos efectos en un dispositivo o equipo determinado puede descomponerse en una sucesión de efectos distintos. [Tomado de \[9\] en 2-28](#)

**3.33 Perturbación continua:** perturbación electromagnética cuyos efectos en un dispositivo o equipo determinado no puede descomponerse en una sucesión de efectos distintos. [Tomado de \[9\] en 2-11](#)

**3.34 Puerto:** Se refiere a una interfaz particular de un equipo con el entorno electromagnético que lo rodea. Cualquier punto de conexión en un equipo previsto para conectar cables desde o hacia el equipo se considera como un puerto. La carcasa del equipo es considerada como un puerto denominado *puerto de la carcasa* y a través de él se puede presentar emisión conducida y/o radiada, así como descargas electrostáticas. La figura 1 muestra los diferentes puertos de un equipo. Es a través de estos puertos por donde salen las emisiones producidas en el equipo y también por donde entran las perturbaciones electromagnéticas que pudieran producir interferencia electromagnética. La figura 2 muestra los tipos de perturbaciones que entran o salen por los diferentes puertos de un equipo. [Tomado de la Norma General de \[B.2\]](#)

**3.35 Puerto de telecomunicaciones:** puerto previsto para estar conectado a las redes de telecomunicaciones (ej. PSTN, ISDN), Redes LAN (ej. Ethernet, token ring) y redes similares. [Tomado de \[7\] en 3.6](#)

**3.36 Puerto de la carcasa:** Límite físico del equipo a través del cual un campo electromagnético puede radiar o invadir el equipo. En el caso de unidades enchufables, el equipo central define los límites físicos. [Tomado de \[12\] en 3.10](#)

**3.37 Radiador accidental:** Un dispositivo que genera y emite energía de radio frecuencia, a pesar de que no fue diseñado de manera expresa para generar o emitir energía de radio frecuencia. Ejemplos: motor DC, receptor TV, interruptor mecánico, sistema de encendido de automóviles, líneas de transmisión y distribución de potencia, lámparas fluorescentes, etc. [Tomado de \[1\] en 3.1.14](#)

**3.38 Radiador intencional:** Un dispositivo que intencionalmente se diseña para generar y emitir energía de radio frecuencia bien sea por emisión o por inducción. Por lo general es la fuente más importante de radio interferencia y operan bajo licencia o autorización para emitir señales de RF en bandas bien determinadas. [Tomado de \[1\] de 3.1.16 y de \[B2\]](#)

**3.39 Radiador no-intencional:** Dispositivo que genera energía de radio frecuencia para ser usada dentro del mismo dispositivo, o que envía señales de radio por conducción a través de cables a los equipos asociados, pero que no fue diseñado para emitir energía de radiofrecuencia ni por radiación ni por inducción. En esta categoría tenemos: sistemas de TV por cable, hornos de microondas e industriales, equipos médicos y en particular de diatermia. Estos dispositivos, si bien usan la energía electromagnética, no tienen la intención de usar el espectro electromagnético. [Tomado de \[1\] en 3.1.29 y de \[B2\]](#)

**3.40 Receptor de medición:** receptor para la medición de perturbaciones con diferentes detectores. [Tomado de \[6\] en 3.8](#)

**3.41 Red de acoplo:** circuito eléctrico que transfiere la energía de un circuito a otro sin pérdidas con una impedancia definida. [Tomado de \[18\] en 3.6](#)

**3.42 Red de desacoplo:** circuito eléctrico que previene a otros equipos que no forman parte del EBP de ser afectados por las señales de perturbación de prueba. [Tomado de \[18\] en 3.8](#)

**3.43 Red de Acoplo / Desacoplo (RAD):** circuito eléctrico que posee las funciones de una red de acoplo y una red de desacoplo. [Tomado de \[18\] en 3.7](#)

**3.44 REIL:** red artificial que provee una impedancia definida en RF al EBP, acopla la señal (voltaje) de perturbación al receptor de medición y desacopla el circuito de prueba de la red de alimentación principal. [Tomado de \[23 y \[25\]](#)

**3.45 REIL en V:** acopla el voltaje no simétrico (voltaje de alimentación principal) de la señal de perturbación. [Tomado de \[23 y \[25\]](#)

**3.46 REIL en delta:** acopla los voltajes simétrico y asimétrico de la señal de perturbación separadamente. [Tomado de \[23 y \[25\]](#)

**3.47 REI:** red artificial utilizada para medir (o inyectar) el voltaje asimétrico (en modo común) en cables de telecomunicaciones, mientras rechaza la señal simétrica (en modo diferencial). Provee una impedancia estabilizada al EBP. [Tomado de \[23 y \[25\]](#)

**3.48 Ruido ambiente:** fenómeno de variable física que aparentemente no transporta información y que puede superponerse sobre una señal útil o combinarse con una señal útil. El ruido ambiente puede abarcar un lugar determinado, siendo generalmente un ruido compuesto por muchas fuentes ubicadas tanto cerca como lejos. [Tomado de varias partes del vocabulario internacional IEC 60050](#)

**3.49 Susceptibilidad:** Es la inhabilidad de un dispositivo, equipo o sistema para funcionar sin degradación en presencia de una perturbación electromagnética. [De \[9\] en 01-21](#)

Nota: la susceptibilidad es la carencia de inmunidad.

**3.50 Susceptor:** dispositivo, equipo o sistema cuya operación podría ser degradada por algún emisor. [Tomado de \[14\] en 3.1](#)

**3.51 Voltaje en modo diferencial (voltaje simétrico):** en un circuito de dos conductores, tal como en una red de alimentación principal de una sola fase, el voltaje simétrico es la

perturbación de RF que aparece entre los dos hilos, también llamado como voltaje en modo diferencial. Si  $V_a$  es el vector voltaje entre uno de los dos terminales principales y tierra, y  $V_b$  es el vector voltaje entre el otro terminal principal y tierra, el voltaje simétrico es el vector diferencia ( $V_a - V_b$ ). Tomado de [4] en 3.8

Se recomienda la revisión de este término y comparar con los siguientes:

- CISPR 16-2: la tensión de perturbación en RF entre los hilos de una línea de dos conductores.
- IEC 60050-161-04-08: la tensión entre cualquiera de dos conductores activos especificados.
- IEC 60050-161-04-11: voltaje en modo diferencial medido por medio de una red en delta en los terminales específicos.

Nota: se recomienda dejar la definición establecida en la CISPR 16-1.

**3.52 Voltaje en modo común (voltaje asimétrico):** Es el voltaje de perturbación en RF que aparece entre el punto medio eléctrico de los terminales principales y tierra, también es llamado voltaje en modo común y es la mitad del vector suma de  $V_a$  y  $V_b$ , es decir,  $(V_a + V_b) / 2$ ; siendo  $V_a$  el vector voltaje entre uno de los dos terminales principales y tierra, y  $V_b$  el vector voltaje entre el otro terminal principal y tierra. Tomado de [4] en 3.9

Se recomienda la revisión de este término y comparar con los siguientes:

- CISPR 16-2 (1.3.10 de [5]): Es el voltaje de perturbación en RF entre el punto medio artificial de una línea de dos conductores y tierra. En el caso de un multiconductor, el voltaje RF efectivo de todo el cable (vector suma de los voltajes no simétricos) en contra de la tierra de referencia medido con una pinza (transformador de corriente).
- IEC60050-161-04-12: voltaje en modo común medido por medio de una red en delta en los terminales específicos.
- IEC 60050-161-04-09: magnitud de los fasores de voltaje entre cada conductor y su referencia específica.

Nota: se recomienda dejar la definición establecida en la CISPR 16-1.

**3.53 Voltaje no simétrico:** El voltaje entre un conductor y su tierra de referencia específica. En el caso de una red de dos puertos, los voltajes no simétricos están dados por:

- El vector suma del voltaje asimétrico y la mitad del voltaje simétrico.
- El vector diferencia entre el voltaje asimétrico y la mitad del voltaje simétrico.

Tomado de [5] en 1.3.14

Se recomienda la revisión de este término y comparar con el siguiente:

- CISPR 16-1: la amplitud del vector voltaje,  $V_a$  o  $V_b$ . Este es el voltaje es medido con una REIL tipo V.

Nota: se recomienda dejar la definición establecida en la CISPR 16-2.



Figura 1. Puertos de un equipo de Telecomunicaciones

Tomado de de [B.2] en Parte 1

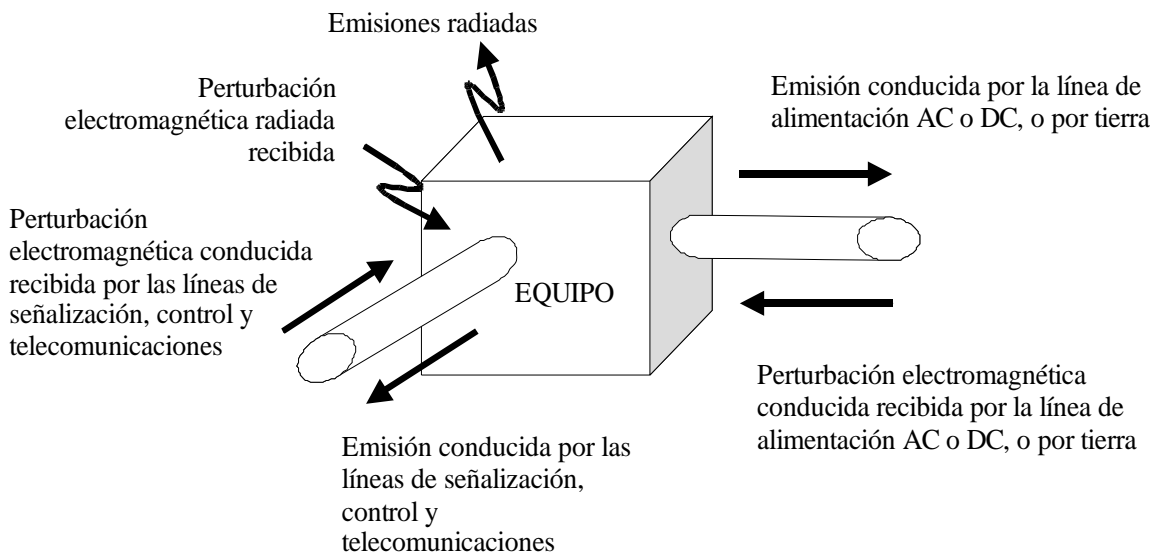


Figura 2. Tipo de perturbaciones Tomado de de [B.2] en Parte 1

## 4 ABREVIATURAS Y ACRONIMOS

- 4.1 ALL Antena de Lazo Largo (LLA, Large Loop Antenna)
- 4.2 CA Corriente Alterna (AC, Alterned Current)
- 4.3 CD Corriente Directa (DC, Direct Current)
- 4.4 CEM Compatibilidad Electromagnética (EMC, Electromagnetic Compatibility)
- 4.5 EA Equipo Asociado (AE, Associated Equipment)
- 4.6 Ea Equipo auxiliar (AE Auxiliary Equipment) En vista que las abreviaturas tanto en inglés como en español son las mismas, se decidió escoger la segunda letra minúscula para diferenciar al equipo asociado del equipo auxiliar
- 4.7 EBP Equipo Bajo Prueba (EUT, Equipment Under Test)
- 4.8 FDV Factor de División de Voltaje (Voltage Division Factor)
- 4.9 IEM Interferencia Electromagnética (EMI, Electromagnetic Interference)
- 4.10 PCL Pérdida por Conversión Longitudinal
- 4.11 RAD Red Acoplo Desacoplo (CDN, Coupling/Decoupling Network)
- 4.12 REI Red de Estabilización de Impedancias (ISN, Impedance stabilization Network)
- 4.13 REIL Red de Estabilización de Impedancia de Línea (LISN, Line Impedance Stabilization Network)
- 4.14 SPAA Sitio de Prueba de Área Abierto (OATS, Open Area test Site)

## 5 PARÁMETROS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CEM Tomado de [B.2]

En esta sección se especifican los parámetros necesarios para CEM y las unidades usadas a nivel internacional para indicar sus niveles. Dependiendo del entorno electromagnético y del equipo a estudiar se establecen los límites, así como el método de prueba aplicado a los equipos de acuerdo a los parámetros a estudiar.

### 5.1 Parámetros de emisión

**5.1.1 Voltaje de Perturbación conducida modo diferencial.** Se utilizan dos medidas de este parámetro: voltaje cuasi-pico en dB( $\mu$ V) y voltaje promedio en dB( $\mu$ V).

**5.1.2 Voltaje de perturbación conducida modo común.** Se utilizan dos medidas de este parámetro: voltaje cuasi-pico en dB( $\mu$ V) y voltaje promedio en dB( $\mu$ V).

**5.1.3 Corriente de perturbación conducida modo común.** Se utilizan dos medidas de este parámetro: corriente cuasi-pico en dB( $\mu$ A) y corriente promedio en dB( $\mu$ A).

**5.1.4 Perturbación radiada.** Se utilizan dos medidas de este parámetro: voltaje cuasi-pico en dB( $\mu$ V/m) y voltaje promedio en dB( $\mu$ V/m).

### 5.2 Interpretación de los valores límites de los Parámetros Requisitos

Se refiere a los niveles máximos o mínimos (dependiendo del fenómeno que se estudie) de un parámetro para una categoría particular de equipo. El significado de los límites se debe entender, bajo un criterio estadístico, de que al menos el 80% de los equipos producidos en masa, cumplen con el 80% de los límites establecidos. Este párrafo también pertenece a 7.1.2 de [7]

#### 5.2.1 Aplicación de los valores límite para la conformidad de equipos producidos en serie [21] sección 7

El ensayo debe ser realizado sobre cualquier muestra del equipo de tipo, utilizando un método estadístico de evaluación, o por motivos de simplicidad sobre un solo equipo.

Es necesario realizar ensayos subsecuentes con cierta frecuencia en los equipos tomados aleatoriamente de la producción, especialmente en el caso en que los ensayos se realicen sobre un solo equipo.

La conformidad se determina estadísticamente con los límites de la siguiente manera:

- Este ensayo deberá realizarse sobre una muestra que no sea menor a 5 equipos y que no sea mayor a 12 equipos de tipo. Si en circunstancias especiales, la muestra no representa al menos 5 equipos, una muestra de 4 o 3 equipos puede utilizarse. La conformidad es evaluada con la siguiente relación:

$$\bar{x} + kS_n \leq L$$

Donde:

$\bar{x}$  es la media aritmética del valor medido de los n equipos en la muestra

$$S_n^2 = \frac{1}{(n-1)} \sum (x_n - \bar{x})^2$$

$X_n$  es el valor del artículo individual

L es el límite apropiado

k es el factor derivado de las tablas de la distribución t no central, la cual asegura con el 80 % de confiabilidad que el 80 % del tipo está debajo del límite; el valor de k depende del tamaño n de la muestra y se colocan algunos aquí:

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
k	2,04	1,69	1,52	1,42	1,35	1,30	1,27	1,24	1,21	1,20

Las cantidades  $\bar{x}$ ,  $x_n$ ,  $S_n$  y L se expresan logarítmica mente como:

dB( $\mu$ V), dB( $\mu$ V / m) o dB(pW)

- La prohibición de ventas, o el retiro de de una aprobación, como resultado de disputa deberá ser considerado sólo después que los ensayos se hayan llevado a cabo utilizando el método estadístico de evaluación.

Analizar el significado de la distribución t y la fuente de origen de la tabla

## 6 APLICACIÓN E INTERPRETACIÓN DE TÉRMINOS DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA Tomado de [14], en 3.1 y 3.2

### 6.1. Relación entre niveles de emisión, inmunidad

La figura 3 muestra una posible combinación de un nivel de emisión y de inmunidad y sus límites asociados como una función de alguna variable independiente, como por ejemplo la frecuencia, para un sólo tipo de emisor y susceptor.

El nivel de emisión es siempre menor al límite de emisión; y el nivel de inmunidad es siempre mayor al límite de inmunidad. Además, el límite de inmunidad ha sido escogido por encima del límite de emisión, y se ha asumido que los niveles y límites son funciones continuas de variable independiente.

Nota: estos límites y niveles también pueden ser funciones discretas de alguna variable independiente.

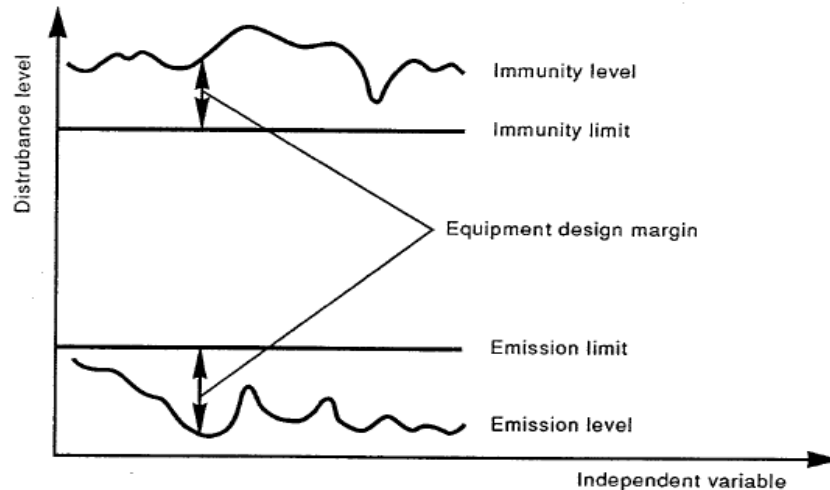


Figura 3. Límites y niveles de emisión e inmunidad

## 7 CONDICIONES GENERALES PARA ENSAYOS IEM DE [21] EN 8

### 7.1 Ruido ambiente [21] sección 8.1

El sitio de prueba debe permitir que las perturbaciones emitidas por el EBP puedan ser distinguidas del ruido ambiente; esta condición puede ser determinada midiendo los niveles de ruido ambiente con el EBP apagado y asegurando que el nivel de ruido este 6 dB debajo de los límites especificados en las secciones 8.1 y 9.1 de esta norma. Se debe cambiar

Si en ciertas bandas de frecuencia el ruido ambiente no es inferior a 6 dB respecto al límite especificado, se pueden utilizar los métodos descritos en la sección 9.2.5 para mostrar la conformidad del EBP respecto a estos límites.

No será necesario que el ruido ambiente sea inferior a 6 dB respecto al límite especificado, si la combinación del ruido ambiente y la fuente de perturbación no exceden el límite especificado. En este caso, se considera que la fuente de emanación cumple el límite especificado. Si por el contrario, esta combinación excede el límite especificado, no se considerará que el EBP no cumple el límite especificado, a menos que se demuestre que para cualquier frecuencia de medición en la cual el límite es excedido se cumplan las siguientes condiciones:

- El nivel de ruido ambiente está al menos 6 dB por debajo de la suma entre la fuente de perturbación y el nivel de ruido ambiente (fuente de perturbación mucho más alta al ruido ambiente)
- El nivel del ruido ambiente está al menos 4,8 dB por debajo del límite especificado.

### 7.2 Consideraciones generales del entorno de prueba Tomado de [21] en 8.2.

A menos que no esté especificado en esta norma, el EBP debe ser configurado, instalado y colocado de manera consistente conforme a las aplicaciones típicas. Si el fabricante especifica o recomienda como debe ser la instalación en el sitio de prueba, ésta deberá utilizarse para la configuración. Esta configuración deberá ser una forma típica de instalación normal. Los cables de interfaz, cargas y dispositivos deberán conectarse cuando menos a un puerto de interfaz según la cantidad y el tipo de puertos que contenga el EBP, y siempre que sea factible, cada cable deberá terminarse en un dispositivo típico de uso real. De [21] en 8.2



Cuando existan múltiples puertos de interfaz del mismo tipo, es posible que se tengan que agregar cables, cargas, o dispositivos adicionales al EBP, dependiendo de los resultados de las pruebas preliminares. Se recomienda que el número de cables adicionales, se limite a la condición que implica que cualquier cable adicional no afecte significativamente el nivel de emisión, es decir, que la variación sea menor a 2 dB, manteniendo al EBP conforme con el nivel emisión. El criterio que se utiliza para la selección de la configuración y el tipo de carga conectada a los puertos deberá estar incluido en el informe de prueba.

Los cables de interconexión deben ser del tipo y longitud especificados en los requerimientos del equipo en particular. Si se puede variar la longitud de los cables, se debe elegir la longitud para la cual se produzca la máxima perturbación.

Si durante el ensayo se utilizan cables blindados o especiales para alcanzar la conformidad, deberá incluirse una nota en el manual de instrucciones advirtiendo la necesidad de utilizar dichos cables.

El exceso de longitud de los cables debe doblarse y atarse en el centro del cable, de forma que cada lazo abarque de 30 a 40 cm. Si no es posible proceder así por razones de grosor o rigidez del cable, o porque la prueba se está realizando en las instalaciones del usuario, la disposición del exceso de cables debe ser debidamente anotada en el informe de pruebas.

Cuando existan múltiples puertos de interfaz del mismo tipo, será suficiente conectar un solo cable a cualquiera de ellos, si se demuestra que los cables adicionales no afectan significativamente los resultados obtenidos.

Todos los resultados de los ensayos deben estar acompañados por una descripción completa de los cables y de la orientación de los equipos, de manera que los resultados puedan ser reproducidos. Si se requieren algunas condiciones específicas de uso para el cumplimiento de los límites, tales condiciones deben especificarse y documentarse; por ejemplo, la longitud del cable, tipo de cable, blindaje y puesta a tierra, etc. Estas condiciones deben incluirse en las instrucciones al usuario. **Tomado de [7] en 8.1** Una fotografía o un dibujo detallado deberá ser utilizado para documentar la disposición y configuración del equipo y deberá ser parte del informe de prueba. **Tomado de [1] en 6.2**

El equipo que cuente con diversos módulos (por ejemplo, gabinetes, tarjetas o tableros), debe ser probado con una configuración representativa de una instalación típica. El número de tarjetas adicionales usadas del mismo tipo, debe ser limitado a un número tal, que al agregar otra no disminuya el nivel de emisión significativamente (por ejemplo 2 dB) respecto al límite. El criterio que se utiliza para seleccionar el número y el tipo de módulos debe incluirse en el informe de pruebas.

Un sistema que consista en un número de unidades independientes, debe ser configurado de tal manera que forme una configuración representativa mínima. El número y combinación de unidades incluidas en la configuración de ensayo, deberán ser representativos de aquellos que se utilizan normalmente en una instalación típica. El criterio que se usa para seleccionar las unidades, debe incluirse en el informe de pruebas.

Es importante que cualquier simulador utilizado en vez de un equipo que interactúe de forma real con el EBP, represente apropiadamente las características eléctricas y en algunos casos las características mecánicas, especialmente las señales de RF y las impedancias.

### **7.2.1 Determinación de configuración(es) de máxima emisión de [21] en 8.2.1**

La prueba inicial debe identificar la frecuencia que produce la perturbación más alta con relación al límite cuando el EBP presenta un modo de funcionamiento, una posición de los cables y una configuración de prueba representativa de una configuración típica del sistema.



La identificación de la frecuencia con la perturbación más alta en relación al límite, se encuentra analizando las perturbaciones en un número significativo de frecuencias, para asegurarse de que ha sido encontrada la frecuencia probable de máxima perturbación probable (revisar la traducción de esta frase otra indicación pudiese ser la frecuencia probable o la frecuencia con probabilidad de máxima perturbación), y que han sido identificados el cable asociado, las configuraciones del EBP y el modo de operación.

Para la prueba inicial, el EBP debe ser colocado de acuerdo con las figuras de la 4 a la 12, y las figuras de la 24 a la 26. Las distancias entre el EBP y los periféricos se establecen conforme a dichas figuras.

Las mediciones finales se deben llevar a cabo conforme a las secciones 8 y 9, para emisión de perturbaciones conducidas y radiadas respectivamente.

### **7.3 Disposición general del EBP de 8.3 de [21].**

La posición relativa del EBP respecto al plano de tierra, deberá ser equivalente a la que tiene durante su uso normal; es decir, el equipo diseñado para estar sobre el suelo se coloca sobre un material no conductor que lo aisle del plano de tierra; y el equipo portátil o de escritorio debe ser colocado en una mesa no metálica. Los cables de alimentación y de señal deben estar orientados con respecto al plano de tierra, de manera similar a su uso real. El plano de tierra puede ser de metal.

El equipo diseñado para montarse en la pared debe ser probado como un equipo de escritorio. La orientación del equipo debe ser consistente con su operación normal.

La combinación del tipo de equipos identificados anteriormente en esta cláusula deben organizarse de acuerdo con su instalación normal. El equipo diseñado para una operación tanto de escritorio como de piso debe ser probado únicamente en la configuración de escritorio, a menos que la instalación típica sea de piso, en cuyo caso se debe usar la configuración respectiva.

Los cables conectados al EBP que no estén terminados en otra unidad, REI o Ea, deben terminarse, en caso de ser requerido, con la impedancia correcta.

Los cables de telecomunicación u otras conexiones a equipos auxiliares situados fuera del área de prueba deberán dejarse caer relajadamente hasta el suelo, y después enrutarse hacia el lugar que esté fuera del sitio de prueba

El Ea deberá instalarse de acuerdo con las condiciones de instalación normal. En caso de que esto signifique que el Ea debe instalarse dentro del sitio de prueba, el Ea deberá configurarse usando las mismas condiciones aplicables al EBP (ej. la distancia al plano de tierra, aislamiento respecto al plano de tierra, posición de los cables, etc.) [21] sección 8.3

Nota: los requisitos específicos para el plano de tierra están especificados en la sección 8.2.3 y 9.2.3.3 para perturbaciones conducidas y radiadas respectivamente.

#### **7.3.1 EBP de escritorio de 8.3.1 de [21]**

Las condiciones generales de la sección 7.4 aplican

El EBP de escritorio deberá estar colocado y centrado sobre una mesa no metálica de 1,5 m de largo por 1 m de ancho. El tamaño también puede ser dependiente de las dimensiones horizontales del EBP.

Idealmente, la parte posterior del EBP deberá estar rasante con la parte trasera de la mesa, a menos que no sea posible o que no sea su uso normal típico. En caso que no sea posible colocar al EBP rasante con la mesa por las dimensiones de la misma, se puede requerir una extensión de la mesa. De no ser posible la extensión de la mesa, las unidades adicionales

podrán colocarse alrededor de los lados de la mesa como se muestra en la figura 5. La posición de los periféricos 1 y 2 de la figura 5, deberá ser utilizada para colocar hasta 2 unidades adicionales, manteniendo una separación entre los dispositivos de 10 cm a menos que en su uso normal sea menor esa distancia.

Los cables de interconexión entre dispositivos del mismo EBP, o entre el EBP y el EA, deberán colocarse relajadamente sobre la parte trasera de la mesa. Si uno o varios de los cables cuelgan, y la distancia entre el cable y el plano de tierra es menor a 40 cm, el exceso deberá doblarse formando un lazo no mayor a 40 cm en el centro, de modo que el lazo se mantenga al menos a 40 cm del plano de tierra de referencia. **Agregar de esta misma, la parte del arreglo de la fuente de alimentación externa, pag. 39 de 8.3.1 de [21].**

### **7.3.2 EBP de piso de 8.3.2 de [21]**

Las condiciones generales de la sección 7.4 aplican

El EBP deberá colocarse sobre el plano de tierra de referencia horizontal orientado según su uso normal, pero separado del contacto metálico por un material aislante de 15 cm de espesor como máximo. Los cables deberán aislarse (hasta 15 cm) del plano de tierra de referencia horizontal. Si el equipo requiere una conexión dedicada a tierra, entonces el EBP deberá fijarse al plano de tierra.

Los cables de interconexión entre dispositivos del mismo EBP, o entre el EBP y el EA, deberán colocarse relajadamente sobre el plano de tierra de referencia horizontal, pero aislados de él. Cualquier exceso deberá doblarse formando un lazo no mayor a 40 cm en el centro, enrollado en forma de serpiente.

En caso de que el cable de interconexión no sea lo suficientemente largo para descansar sobre el plano de tierra horizontal, pero si lo suficientemente largo para descansar a menos de 40 cm del plano de tierra de referencia horizontal, el exceso deberá doblarse formando un lazo no mayor a 40 cm en el centro, de modo que el lazo se mantenga al menos a 40 cm del plano de tierra de referencia horizontal.

En caso de que algún puerto de interconexión esté por debajo de 40 cm, se debe dejar el lazo del cable a la altura del puerto. **De la sección 8.3.2 de [21]**

**Falta incluir el párrafo de canaletas verticales, párrafo anterior a la cláusula 8.3.3 de [21]**

### **7.3.3 EBP de escritorio y de piso combinados de 8.3.3 de [21]**

Las condiciones de las secciones 7.4.1 y 7.4.2 aplican con los siguientes requerimientos adicionales:

El exceso de los cables de interconexión entre la unidad de escritorio y la unidad de piso, deberá doblarse formando un lazo no mayor a 40 cm. El lazo deberá estar posicionado a 40 cm del plano de tierra referencia horizontal.

En caso de que algún puerto de interconexión esté por debajo de 40 cm (puerto del equipo de piso), se debe dejar el lazo del cable a la altura del puerto.

## **7.4 Operación del equipo bajo prueba**

Las condiciones de operación del EBP deberán determinarse por el fabricante y estar de acuerdo con su uso típico respecto al nivel de emisión más alto esperado. El modo de operación determinado y el análisis razonado para las condiciones deberán colocarse dentro del informe de prueba. **[21] sección 8.4**

EL EBP debe ser operado dentro del intervalo de su voltaje nominal y condiciones de carga típica (mecánica o eléctrica) para las cuales ha sido diseñado. Siempre que sea posible, se

deben usar cargas reales. En caso de utilizar un simulador, este debe representar a la carga real con relación a sus características funcionales y de radiofrecuencia. **de [7] en 8.2**

Es preciso que los programas de prueba u otros medios de ejercitación de los equipos aseguren que varias partes de un sistema también sean ejercitados, de manera que se puedan detectar todas las perturbaciones del sistema. **Existe la posibilidad de incluir el anexo G de [21]**

## **8 ENSAYO DE EMISION DE PERTURBACIONES CONDUcidas**

Las mediciones de emisión conducida establecen el nivel de perturbación generada por el EBP a través de sus terminales de alimentación principal y puertos de telecomunicaciones.

Desde el punto de vista de una IEM, el fenómeno de emisión conducida y los efectos sobre los cables de alimentación principal son diferentes de aquellos que ocurren sobre los cables de telecomunicaciones. En los cables de alimentación principal las perturbaciones generadas por un equipo pueden ser conducidas a otros equipos conectados a la misma red de alimentación principal.

**-** Los límites para tal interferencia son determinados por la sensibilidad de los equipos que pueden ser afectados, y por las posibilidades de filtrar las perturbaciones, tanto del punto de entrada (o salida) del cable del gabinete emisor, como del punto de entrada (o salida) del cable del gabinete susceptible. **estudiar la posibilidad de quitar este ultimo párrafo el cual es informativo solamente**

Por otro lado, los cables de telecomunicaciones usualmente están interconectados entre equipos o unidades de un mismo equipo para cada uno de los cuales las especificaciones de los niveles de tolerancia a los ruidos indeseados (o perturbaciones) pueden ser determinados de antemano. Para más observación sobre los cables de señal o datos, se encuentra la posibilidad de tener corrientes en modo común que pueden radiar y de esta manera perturbar a los equipos cuyos cables no están directamente conectados. **Tomado de [3] en 6.1.2**

Existen dos métodos para medir perturbaciones conducidas, uno para medir el voltaje y otro para medir la corriente. Ambos métodos pueden ser usados para medir tres tipos de perturbaciones conducidas como son:

- En modo común (también llamado modo asimétrico), principalmente para mediciones en los puertos de telecomunicaciones. Los equipos asociados en este tipo de medición son las REIL tipo T, las REIL tipo Delta, y las REI o RAD tipo RAD/REI
- En modo diferencial (también llamado modo simétrico), para mediciones en los puertos de telecomunicaciones. Los equipos asociados en este tipo de medición son las REIL tipo Delta **(Utilizada en países escandinavos) según consultas realizadas en Internet. Por otro lado [23] sección 4.6 y [25] secciones 7.4.3.1 y 7.3.1.1 hacen la aclaratoria de la medición sólo en puertos de telecomunicaciones**

- En modo no simétrico, principalmente para mediciones en los terminales de alimentación principal. Se utiliza una REIL tipo V **Tomado de [5] en 2.4 igual a [25]**

**Analizar si se deben dejar el segundo y tercer párrafo de esta sección o quitar**

### **8.1 Límites de emisión **tomado de [7] en 5****

El EBP debe cumplir con los límites establecidos en las tablas 2 y 4 (para equipos clase A) o 3 y 5 (para equipos clase B), según sea el caso, que comprenden los límites promedio y los límites cuasi-pico cuando se utilizan, respectivamente, un receptor con detector promedio y un receptor con detector cuasi-pico, y medidos de acuerdo a los métodos descritos en la sección 8.2 y 8.3. Si se satisface el límite promedio cuando se utiliza el receptor con detector

cuasi-pico, se deberá considerar que el EBP cumple ambos límites, y no será necesario realizar la medición con el receptor con detector promedio.

Si la lectura del receptor de medición muestra fluctuaciones cercanas al límite, la lectura deberá ser observada por lo menos durante 15 s para cada frecuencia medición; deberá registrarse la lectura más alta, con excepción de cualquier lectura aislada de alta magnitud y corta duración, la cual debe ser ignorada.

El límite de voltaje o el límite de corriente de las tablas 4 y 5 deberán satisfacerse cuando sean aplicables. Sólo en el método de medición de la sección 8.3.6.3 deberán satisfacerse ambos límites. **sección 5 de [21]**

### 8.1.1 Límites de emisión de perturbaciones conducidas en los puertos de alimentación principal **Tomado de [7] en 5.1**

**Tabla 2. Límites para equipos clase A**

Rango de frecuencia (MHz)	Límites dB(μV)	
	Cuasipico	Promedio
0,15 a 0,50	79	66
0,5 a 30	73	60

Nota: El límite inferior debe aplicarse a la frecuencia de transición

**Tabla 3. Límites para equipos clase B**

Rango de frecuencia (MHz)	Límites dB(μV)	
	Cuasipico	Promedio
0,15 a 0,50	66 a 56	56 a 46
0,5 a 5	56	46
5 a 30	60	50

Notas:  
 1 El límite inferior debe aplicarse a la frecuencia de transición  
 2 El límite decrece linealmente con el logaritmo de la frecuencia entre 0,15 MHz a 0,5 MHz

### 8.1.2 Límites de emisión de perturbaciones conducidas en los puertos de telecomunicaciones **Tomado de [7] en 5.2**

**Tabla 4. Límites para equipos clase A**

Rango de frecuencia (MHz)	Límites de tensión dB(μV)		Límites de corriente dB(μA)	
	Cuasipico	Promedio	Cuasipico	Promedio
0,15 a 0,5	97 a 87	84 a 74	53 a 43	40 a 30
5 a 30	87	74	43	30

Notas:  
 1 Los límites decrecen linealmente con el logaritmo de la frecuencia entre 0,15 MHz y 0,5 MHz.  
 2 Los límites de las perturbaciones de tensión y corriente son obtenidos usando una REI/RAD que presenta una impedancia en modo común (modo asimétrico) de 150 Ω al puerto de telecomunicaciones bajo prueba (el factor de conversión es  $20\text{Log}_{10} 150/I = 44 \text{ dB}$ )

**Tabla 5. Límites para equipos clase B**

Rango de frecuencia (MHz)	Límites de tensión dB(μV)		Límites de corriente dB(μA)	
	Cuasipico	Promedio	Cuasipico	Promedio
0,15 a 0,5	84 a 74	74 a 64	40 a 30	30 a 20
5 a 30	74	64	30	20

Notas:

1 Los límites decrecen linealmente con el logaritmo de la frecuencia entre 0,15 MHz y 0,5 MHz.

2 Los límites de las perturbaciones de tensión y corriente son obtenidos usando una REI / RAD que presenta una impedancia en modo común (modo asimétrico) de 150 Ω al puerto de telecomunicaciones bajo prueba (el factor de conversión es  $20\text{Log}_{10}150 / I = 44 \text{ dB}$ )

3 Provisionalmente, se permite un incremento de hasta 10 dB en el intervalo de frecuencias de 6 MHz a 30 MHz para servicios de alta velocidad que tengan una densidad espectral significativa en esta banda. Sin embargo, este incremento está restringido a la perturbación en modo común convertida por el cable que trae la señal deseada.

**El primer párrafo de esta sección se pasó a la sección 8**

## 8.2 Métodos de medición en terminales de alimentación principal AC/DC

Las mediciones deben efectuarse empleando receptores con detector cuasi-pico o de valor promedio descritos en 8.2.1 Ambos detectores pueden estar incorporados en un mismo receptor; y las mediciones pueden ser efectuadas utilizando alternativamente el detector cuasi-pico y el detector de valor promedio. **sección 9.1 de [21]**

**Se debe hacer la actualización del anexo F correspondiente a [4] CISPR16-1:1999 con la [22] CISPR16-1-1:2006.**

Los receptores con detector pico pueden ser utilizados para reducir el tiempo de ensayo, realizar mediciones iniciales y para determinar la conformidad respecto a un límite. Pero si los niveles de perturbación medidos están por encima del límite, las mediciones tendrán que realizarse por receptores con detector cuasi-pico y receptores con detector promedio.

**Sección 9.1 de [21]**

Nota: se recomienda que la medición de las perturbaciones conducidas se realice en un recinto blindado.

### 8.2.1 Aparatos o equipos de medición (Receptores de medición)

Todos los receptores de medición se incluyen en el anexo F. Además, los receptores con detector promedio y los receptores con detector pico deben tener un ancho de banda que cumpla con el criterio de 6 dB, de acuerdo con [4] sección 4 **sección 9.1 y 9.2 de [21]**

**Se debe hacer la actualización del anexo F correspondiente a [4] CISPR16-1:1999 con la [22] CISPR16-1-1:2006.**

Los receptores de medición y sus tipos de detectores deben cumplir con los requisitos dados en la tabla 6.

**Tabla 6. Tabla de aplicabilidad de los receptores de medición**

Tipo de detector	Norma que aplica
Cuasipico	[4] Sección 4.1
Promedio	[4] Sección 4.3
Pico	[4] Sección 4.2

**Nota. Pasar la tabla al anexo F, y en lugar de citar a la referencia [4] incluir la información relacionada con los tipos de detectores en el Anexo F.**

## 8.2.2 Aparatos de prueba o equipos asociados (REIL tipo V $50\Omega // 50\mu\text{H}$ )

Una Red de Estabilización de Impedancias de Línea es requerida para suministrar una impedancia definida a altas frecuencias a través de la línea de alimentación en el punto de medición de voltaje, y también es requerida para aislar al EBP del ruido ambiente en la línea de alimentación. [sección 9.3 de \[21\]](#)

Es una red artificial que se inserta en los terminales de alimentación del EBP que provee, en un rango de frecuencia RF dado, una impedancia de carga específica para cada fase de corriente en la medición de voltajes de perturbación, puede aislar el EBP de la fuente de alimentación en ese rango de frecuencia, y acopla las emisiones del EBP al instrumento de medición. [Tomado de \[9\].](#)

En ensayos realizados en terminales de alimentación principal, la REIL cumple con las funciones de REIL que se nombran a continuación:

- Estabiliza la impedancia de la línea con el propósito de que el EBP siempre vea el mismo valor de la impedancia característica independientemente del lugar de prueba.
- Filtra las interferencias que proceden de la línea de alimentación. Mediante un filtro pasa bajo sólo se deja pasar hacia el EBP la frecuencia de 60 Hz, evitando que las posibles interferencias de la línea de alimentación lleguen al EBP.
- Respecto al puerto de conexión del instrumento de medición, sólo se dejan pasar las frecuencias que están por encima de 150 khz. (filtro pasa alto), para medir la interferencia producida sólo por el EBP y evitar daños al receptor.
- El modelo de REIL utilizado en estas mediciones es el presentado en [4] con una impedancia equivalente de  $50\Omega$  en paralelo con  $50\mu\text{H}$  ( $50\Omega // 50\mu\text{H}$ ) entre cada conductor y tierra. El circuito se presenta en el anexo A. [\(Tomado de F3 y F4 y figura 24 de \[4\].](#)

La emisión de perturbaciones conducidas es medida entre el conductor de fase y la tierra de referencia y entre el conductor neutro y la tierra de referencia. Estos dos valores medidos deben estar dentro de los límites especificados en la sección 8.1.1 [sección 9.3 de \[21\]](#)

En algunos casos, puede resultar imposible efectuar la medición a ciertas frecuencias por causa del ruido ambiente conducido, el cual es provocado por los acoplamientos de campos electromagnéticos emitidos por estaciones de servicio de radiodifusión local. En estos casos es conveniente introducir un filtro de RF entre la REIL y el suministro de alimentación principal, preferiblemente tan cerca como sea posible de la REIL para reducir la interferencia que se produce en los cables entre el filtro y la REIL; otra manera de reducir estas interferencias es realizando las mediciones en un recinto **blindado**. Los componentes de este filtro de RF deben estar encerrados **con un blindaje metálico** conectados directamente a la tierra de referencia del sistema de medición. Los requerimientos para la impedancia de la REIL deberían satisfacerse a la frecuencia de medición, con el filtro de RF conectado. [sección 9.3 de \[21\]](#)

La REIL deberá conectarse al EBP de tal manera que la distancia existente entre cualquier parte del perímetro de la carcasa del EBP y la cara más próxima de la REIL al EBP sea de 80 cm. La REIL deberá estar unida al plano de tierra de referencia. Si el EBP está constituido por varias unidades o dentro de la configuración de la prueba existen otros equipos asociados, estos también deberán estar a 80 cm de la REIL. [sección 9.5.1 de \[21\]](#)

Si el fabricante proporciona un cable de longitud mayor a 1 m, el exceso debe sujetarse en el



centro del cable formando un lazo que no exceda los 40 cm, de modo que su longitud sea menor a 1 m. Si la condición de longitud de 1 m no es posible de alcanzar debido a limitaciones físicas, la longitud deberá aproximarse lo más posible a 1m. En caso de que el fabricante no proporcione ni especifique el cable, se deberá conectar un cable de 1 m entre el EBP Y la LISN **sección 9.5.1 de [21]**

Las conexiones a tierra que son requeridas para propósitos de seguridad eléctrica, deberán conectarse a la tierra de referencia de la REIL. En caso de que el fabricante no proporcione o especifique el tipo de conexión a tierra, éstas deberán ser de la misma longitud del cable de alimentación principal (un metro de longitud) y seguir una trayectoria paralela al cable de alimentación principal con una separación 10 cm. **sección 9.5.1 de [21]**

Opcionalmente, para el montaje de REILs debajo del plano de tierra de referencia horizontal, la conexión del cable de alimentación puede ser de forma directa a la REIL, o a través de un cable de extensión enchufado a la REIL colocado encima del plano de tierra de referencia horizontal. Para cables de alimentación conectados directamente a la REIL debajo del plano de tierra, la separación de 80 cm entre el EBP y la REIL será entre el EBP y el plano de tierra de referencia horizontal. Cuando se utilizan cables de extensión enchufados a la REIL colocados encima del plano de tierra, los requerimientos de impedancia de la REIL deberán satisfacerse en el cable de extensión, y la separación de 80 cm será entre la toma de la extensión y el EBP. **sección 9.5.1 de [21]**

Cuando el EBP cuente con múltiples cables de alimentación principal, los cables de alimentación que no tengan que someterse a prueba, pueden conectarse a un contacto múltiple, el cual a su vez, debe ser conectado a una REIL distinta de la REIL utilizada para el cable de alimentación principal bajo prueba. **Tomado de [1] en 7.2.1**

### **8.2.3 Plano de tierra**

El plano de tierra metálico de referencia horizontal o el vertical podrá extenderse de ser necesario al menos 50 cm de su proyección sobre el sitio de prueba, pero deberá mantener las dimensiones mínimas de 2 m de largo por 2 m de ancho.

El tierra de referencia de la REIL deberá conectarse al plano de tierra de referencia con un conductor que sea lo más corto posible. **Tomado de [7] en 9.3 y de [21] en 9.4**

### **8.2.4 Disposición del EBP**

EL EBP deberá ser configurado y operado de acuerdo con los requisitos señalados en 7.2, 7.3 y 7,4 (**nomenclaturas nuevas de quitar las bandas de exclusión**); y colocado en el sitio de prueba de acuerdo con las figuras de la 4 a la 7 para equipos de escritorio, equipos de piso y equipos combinados de piso y escritorio.

#### **8.2.4.1 Equipos de escritorio de 9.5.2 de [21]**

Existen dos alternativas para la disposición del EBP de escritorio.

- **Alternativa 1:** El EBP de escritorio deberá estar colocado y centrado sobre una mesa no metálica de 1,5 m de largo por 1 m de ancho, y su parte posterior deberá quedar rasante con la parte posterior de la mesa la cual deberá estar separada 40 cm del plano de tierra de referencia vertical; la mesa debe tener una altura de 80 cm respecto al plano de tierra de referencia horizontal. El plano de tierra de referencia vertical deberá estar unido al plano de tierra de referencia horizontal, de esta manera la REIL puede ir conectada a cualquiera de

los dos planos de tierra. Los ejemplos de la configuración se muestran en la figura 4 (para la REIL unida al plano de tierra de referencia horizontal) y en la figura 9 (para la REIL unida al plano de tierra de referencia vertical).

- **Alternativa 2:** La prueba es realizada con el plano de tierra de referencia horizontal (por ejemplo un Sitio de Prueba de Área Abierta, SPAA o un recinto blindado). El EBP deberá colocarse en una mesa no metálica de tal manera que esté a 40 cm por encima del plano de tierra de referencia horizontal. Un ejemplo se muestra en la figura 10.

En todos los casos, el EBP deberá estar al menos a 80 cm de cualquier otra superficie metálica o plano de tierra, que no sea parte del EBP o de los equipos auxiliares.

Deberá registrarse en el informe de prueba, la alternativa utilizada para las mediciones

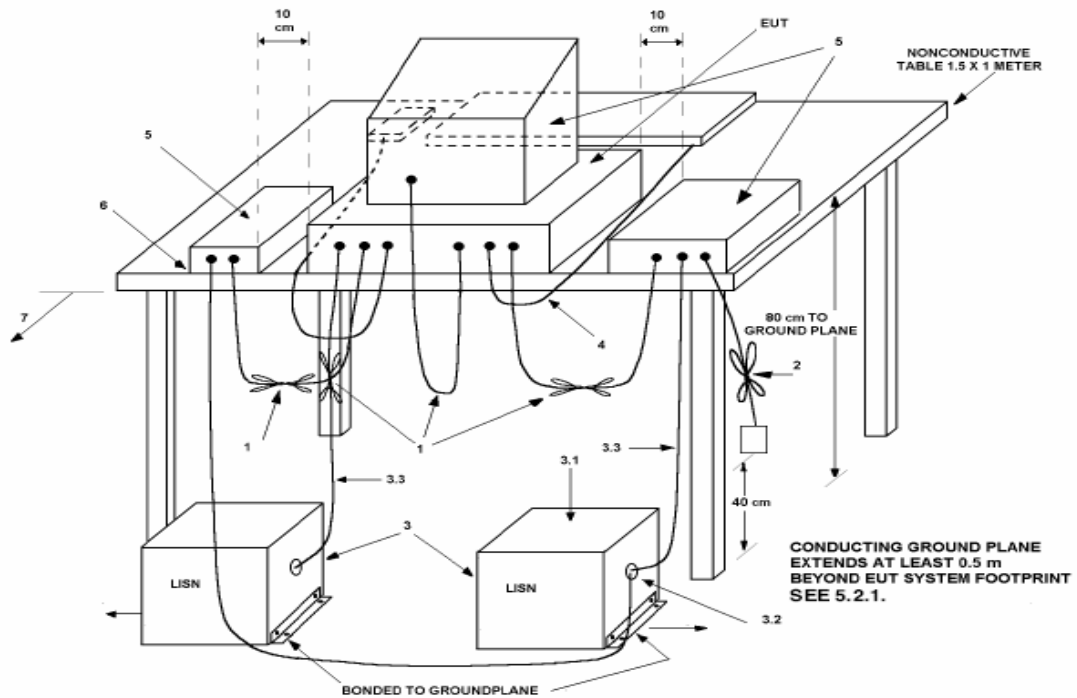
#### **8.2.4.2 Equipos de piso de 9.5.3 de [21]**

Las condiciones generales de la sección 7.4.2 y 8.2.2 aplican. En la figura 6 se muestra la configuración del sitio de prueba.

#### **8.2.4.3 Equipos combinados de escritorio y de piso de 9.5.4 de [21]**

Las condiciones generales de la sección 7.4 y 8.2.2 aplican. En la figura 7 se muestra la configuración del sitio de prueba.

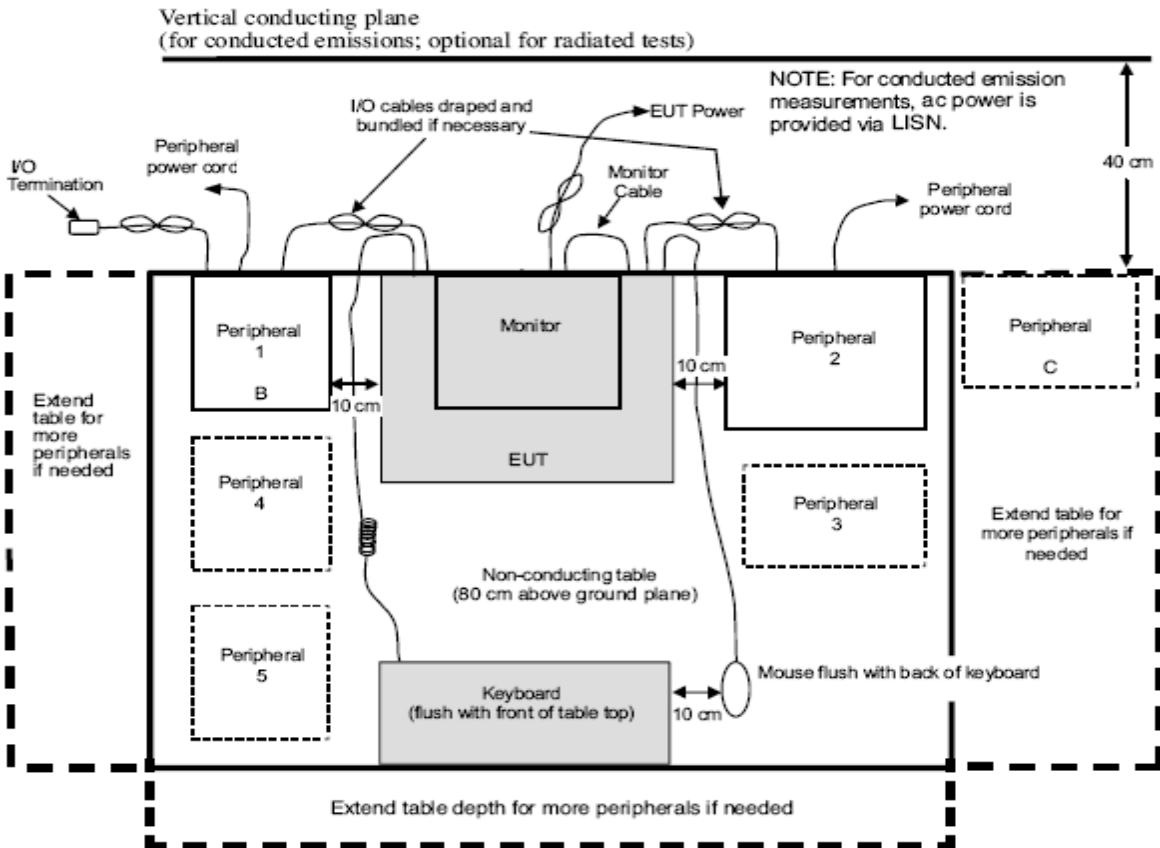




**Figura 4. Configuración de prueba para emisiones conducidas en los terminales de alimentación principal – Equipo de escritorio (figura 10a de [1] Se colocó esta figura ya que sólo incluye los equipos de prueba de alimentación principal)**

**LEYENDA:**

- 1) Los cables de interconexión que estén suspendidos a una distancia menor a 40 cm respecto al plano de tierra metálico de referencia horizontal, deberán doblarse y atarse en el centro formando un lazo de 30 a 40 cm de longitud.
- 2) Los cables E/S que no estén conectados a un periférico o a un accesorio, deberán doblarse y atarse en el centro formando un lazo de 30 a 40 cm de longitud. La punta del cable, en caso de ser requerido, podrá terminarse en una impedancia adecuada. La longitud total con el cable atado no deberá exceder de 1 m (Véase 7.2).
- 3) EL EBP conectado a una REIL (LISN). Los puertos de medición de la REIL que no estén siendo utilizados deberán terminarse en resistencias de 50  $\Omega$ . La REIL puede ser colocada encima, o inmediatamente debajo del plano de tierra metálico de referencia horizontal (véase figura 24), y alejada 40cm del plano de tierra de referencia vertical.
  - 3.1) Una segunda REIL para energizar todas las demás unidades del sistema.
  - 3.2) Se puede utilizar una toma de salida múltiple para todos los cables de alimentación principal que no sean del EBP.
  - 3.3) La REIL debe estar cuando menos a 80 cm de la parte más cercana del chasis del EBP.
- 4) Los cables de dispositivos de mano, tales como teclados, ratones, etc. deberán estar colocados en su posición de uso normal.
- 5) Unidades del sistema que no son EBP (periféricos o accesorios). Estas unidades deben estar separadas del EBP a una distancia de 10 cm; en caso de que sean unidades apilables, éstas podrán colocarse una encima de la otra.
- 6) La parte posterior del EBP, incluyendo periféricos o accesorios, deberán estar todas alineadas y rasantes con la parte posterior de la mesa.
- 7) La parte posterior de la mesa deberá estar alejada 40 cm del plano de tierra metálico de referencia vertical el cual debe estar unido al plano de tierra metálico de referencia horizontal. (véase 8.2.4.1 y figura 5).



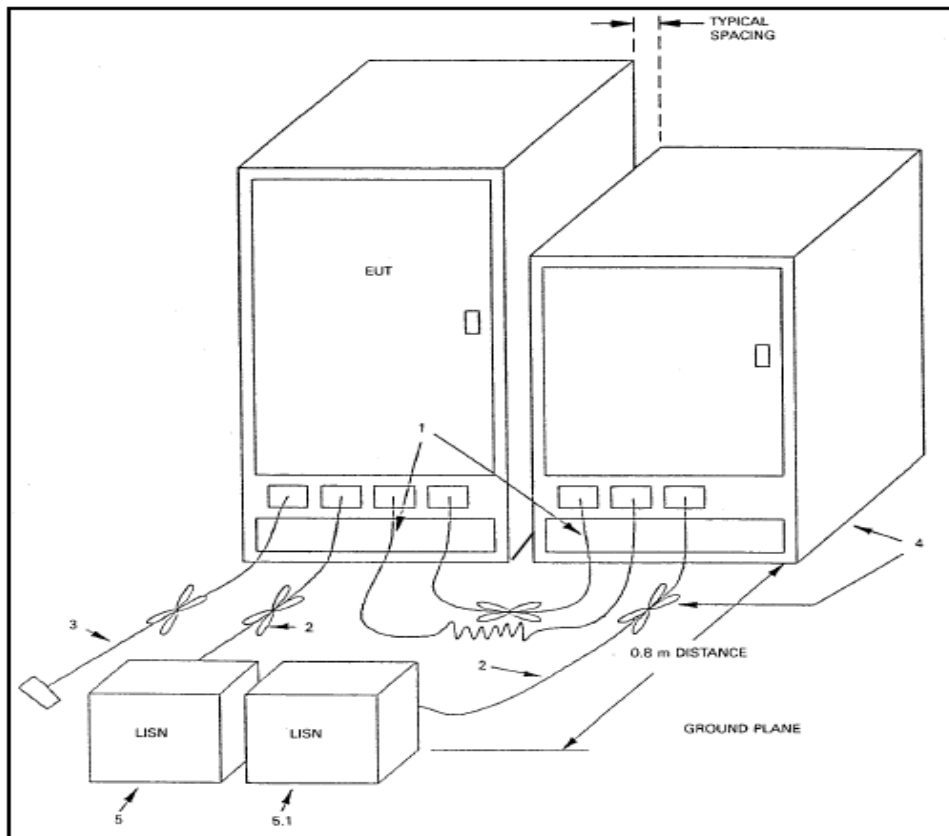
**Figura 5. Configuración de prueba para emisiones conducidas en los terminales de alimentación principal y emisiones radiadas – Equipo de escritorio. Vista de planta (Figura 13 [1])**

LEYENDA:

A - Para la configuración de prueba de emisiones conducidas, la REIL debe ir colocada como se indica en 3) de la figura 4. Para la configuración de emisiones radiadas, la REIL debe estar colocada en el lado de la mesa que cumpla con 3) de la figura 24

B - Accesorios tales como adaptadores AC, si típicamente van colocados sobre el escritorio, deberán ocupar la posición de los periféricos en caso que aplique.,

C - La longitud de superficie de la mesa podrá extenderse a más 1 x 1,5 m, y la parte posterior de los periféricos o accesorios deberá estar alineada y rasante con la parte posterior de la mesa. La distancia respecto al plano metálico de referencia vertical deberá mantenerse en 40 cm para mediciones de emisión conducida. Tomado de [1]

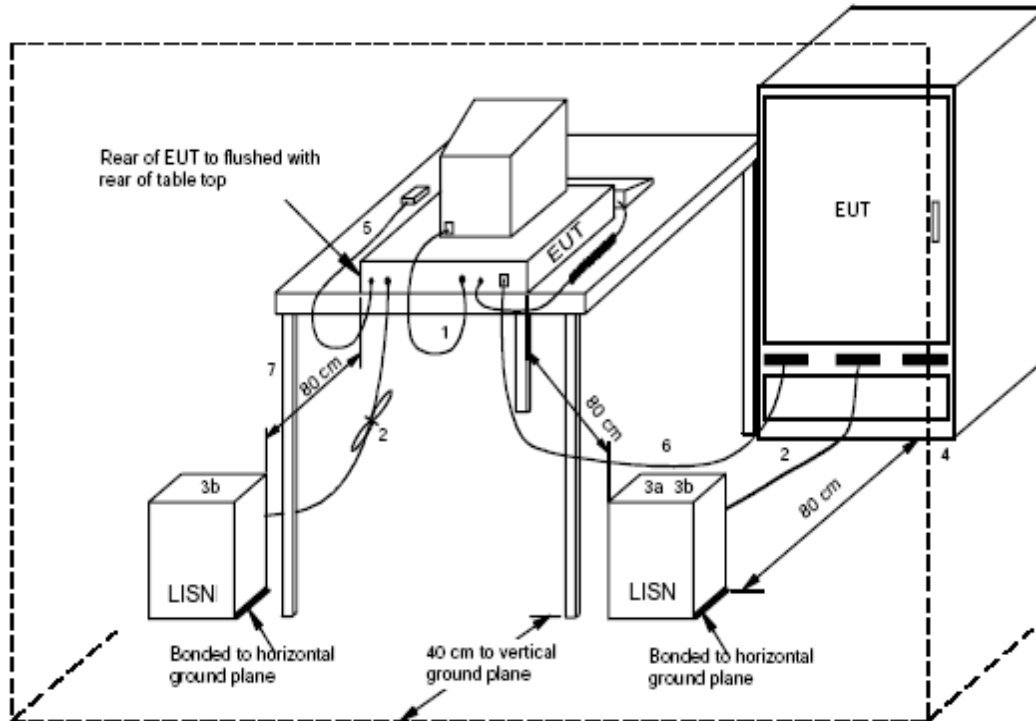


**Figura 6. Configuración de prueba para emisiones conducidas en los terminales de alimentación principal – Equipo de piso Figura 10b de [1] Se colocó esta figura ya que sólo incluye los equipos de prueba de alimentación principal**

LEYENDA:

- 1) El exceso de cables E/S deberá doblarse y atarse en el centro. Si no es posible, los cables deberán enrollarse en forma de serpentina y no debe exceder los 40 cm de longitud.
- 2) El exceso de cables de alimentación deberá doblarse en el centro o recortarlo a la longitud apropiada.
- 3) Los cables de señal E/S que no estén conectados a un periférico o a un accesorio, deberán doblarse y atarse en el centro formando un lazo de 30 a 40 cm de longitud. La punta del cable, en caso de ser requerido, puede ser terminada en una impedancia adecuada. La longitud total con el cable atado no deberá exceder de 1 m (Véase 7.2).
- 4) EL EBP y los cables, de ser requerido, deberán estar aislados del plano de tierra de referencia por un material aislante que no exceda los 12 cm de espesor.
- 5) EL EBP conectado a una REIL (LISN). Los puertos de medición de la REIL que no estén siendo utilizados deberán ser terminados en resistencias de 50  $\Omega$ . La REIL puede ser colocada encima, o inmediatamente debajo del plano de tierra metálico de referencia horizontal (véase figura 24).
- 5.1) Cualquier otro equipo alimentado por un segunda REIL o una(s) REIL adicional(es)

El ítem 5.2 referente a tomas múltiples de esta figura, no se colocó debido a que no se identifica en el dibujo



**Figura 7. Configuración de prueba para emisiones conducidas en los terminales de alimentación principal – Equipos combinados** **Figura 9 de [7] Se colocó esta figura ya que sólo incluye los equipos de prueba de alimentación principal**

LEYENDA:

- 1) Los cables de interconexión que estén suspendidos a una distancia menor a 40 cm respecto al plano de tierra metálico de referencia horizontal, deberán doblarse y atarse en el centro formando un lazo de 30 a 40 cm de longitud.
- 2) El exceso del cable de alimentación deberá doblarse en el centro o recortarlo a la longitud apropiada.
- 3) EBP conectado a una REIL.
  - 3.a) Todos los demás equipos deben estar alimentados desde una o más REIL adicionales.
  - 3.b) La REIL debe estar a 80 cm del EBP, y por lo menos a 80 cm de otras unidades y puntos metálicos.
- 4) El EBP de piso y los cables deberán estar aislados del plano de tierra metálico de referencia horizontal.
- 5) Los cables de los dispositivos operados manualmente, tales como teclado, ratón (mouse), etc. deben colocarse en una posición de uso normal.
- 6) El cable de E/S del equipo de piso cuelga con respecto al plano de tierra y el excedente se coloca en lazo. Los cables que no alcanzan el plano de tierra se bajan a la altura del conector o a 40 cm, lo que sea más bajo.

## 8.2.5 Protocolo prueba

El desarrollo de este protocolo se realizó tomando como base los anexos H y C de [1], anexo D de [24], y las bibliografías de [B5] a [B10]

### 8.2.5.1 Configuración de la prueba

- a) El EBP deberá estar constituido por todas las partes y dispositivos que lo integran.
- b) El EBP deberá colocarse en una mesa no metálica de 80 cm de altura de acuerdo con la sección 8.2.4 a la 8.2.4.3. Si el EBP utiliza una antena removible, las mediciones conducidas en los terminales AC, deberán ser realizadas con una carga de simulación conveniente conectada a los terminales de salida de la antena; en caso contrario, estas pruebas deberán realizarse con la antena conectada y, de ser ajustable, extendida a su totalidad.
- c) Utilice el tipo y longitud de los cables de interfaz y conéctelos a los puertos de interfaz del EBP de acuerdo con 7.3. Los cables de interfaz deberán estar sujetos individualmente como se describe en 7.3. El sujetador puede ser asegurado con una cinta adhesiva especial o cualquier otro material no conductor que no afecte a la medición.
- d) La REIL utilizada deberá estar de acuerdo con la sección 8.2.2 y el Anexo A para su respectiva conexión con el receptor de medición de la sección 8.2.1
- e) Conecte el cable de alimentación del EBP a una REIL, los cables de alimentación de periféricos o equipos auxiliares se deben conectar a otra REIL como se describe en 8.2.3 **falta incluir esta parte.** La alimentación AC para todas las REIL debe ser obtenida de la misma red de alimentación principal. En caso de que el fabricante especifique que el EBP siempre debe energizarse por vía de un convertidor AC/DC con un cable de longitud menor a 3 m, las emisiones deberán medirse en los terminales AC del adaptador y no en el puerto DC del EBP.
- f) Si el cable de alimentación es lo suficientemente largo, deberá ser sujetado con una cintas como en c). Los cables de alimentación de equipos que nos son EBP no requieren ser sujetos. Coloque relajadamente los cables que no son del EBP sobre el borde posterior de la mesa y enrútelos hacia el suelo de forma ordena, de manera tal que cumplan con la configuración de ensayo conectándolos a la segunda REIL. Los cables de alimentación de los accesorios de piso pueden ser colocados de cualquier forma conveniente encima del plano de tierra de referencia horizontal o material aislante (véase figuras 6 y 7). Los cables de alimentación de los periféricos no deberían dejarse caer sobre la REIL. Vea las figuras 10a y 10b para instalaciones típicas de prueba.
- g) Las mediciones se deben realizar en las dos líneas de los conductores (fase y neutro).
- h) El receptor de medición deberá fijarse en el rango de medición de 150 kHz a 30 MHz y estar de acuerdo con la sección 8.2.1 y el anexo F.
- i) En caso de ser requerido, el EBP deberá estar configurado con una modulación apropiada la cual debe ser suministrada por un simulador o un Ea, para que el EBP funcione en su estado normal de operación de acuerdo con 7.5
- j) Se deben verificar las condiciones ambientales antes de comenzar las pruebas considerando los siguientes rangos:
  - Temperatura: 10 °C a 40 °C
  - Humedad: 10 % a 90 %

Nota: estos rangos pueden variar dependiendo del sitio de prueba, o que puedan ser especificados por el fabricante.

## 8.2.5.2 Mediciones

### 8.2.5.2.1 Generalidades

- a) Compruebe la calibración del instrumento de medición antes de comenzar la prueba.
- b) Verifique que todos los cables que intervienen en la prueba están interconectados correctamente a cada dispositivo.

### 8.2.5.2.2 Ajuste del receptor de medición

- a) Desconecte el cable (REIL - receptor) del puerto de entrada RF ( $50 \Omega$ ) del receptor.
- b) Encienda el receptor y ajuste el rango de frecuencia correcto (150 kHz – 30 MHz). El ancho de banda se debe fijar en 9 kHz. El AB de 9 kHz se tomó de 4.1.2 de [4]
- c) Basado en el tipo de EBP, seleccione las líneas límite en el receptor que estén de acuerdo con la sección 8.1.1. El receptor debe mostrar en pantalla tanto el límite cuasi-pico como el promedio.
- d) Dependiendo del tipo de REIL a utilizar, ajuste los factores de corrección de REIL dentro del receptor. Este factor de corrección compensa las pérdidas que se puedan ocasionar en la medición
- e) Una vez ajustados estos parámetros, proceda a conectar el cable (REIL - receptor) al puerto de entrada RF ( $50 \Omega$ ) del receptor, pero sin encender el EBP. Esto se hace para verificar que el ruido ambiente esté a 6 dB por debajo del límite especificado. En caso de que no se cumpla este requerimiento, se debe aplicar el procedimiento de la sección 9.6

### 8.2.5.2.3 Ajustes finales

- a) Dependiendo del tipo de REIL a utilizar, seleccione uno de los conductores (Ej. conductor de fase) del cable alimentación (EBP - REIL) y verifique que los demás puertos (si existen) estén conectados a impedancias terminales de  $50 \Omega$ .
- b) Encienda el EBP y verifique que las condiciones ambientales se han estabilizado en los valores normales de operación. En caso contrario, el tiempo de calentamiento deberá incluirse en el informe de prueba junto con los resultados de la medición.
- c) Active el simulador o Ea, de ser requerido por el EBP, y ajuste sus parámetros de modo que se establezca la comunicación que garantiza que el EBP está funcionando en sus condiciones normales de operación.
- d) Compruebe que tanto la posición y operación del EBP, como la posición de los cables, representan la configuración que genera la señal de perturbación más alta en relación al límite. Esto se logra con el EBP en operación durante la prueba.
- e) Realice el barrido de 150 kHz a 30 MHz seleccionando el detector pico en caso de que se desee reducir el tiempo de prueba (en el anexo G se muestra un diagrama de decisión que indica la manera en la cual deben ser utilizados los detectores, para la conformidad de equipos).
- f) Si las mediciones están conformes, continúe con el paso g). Si se desea realizar un análisis con más detalle, realice el barrido de 150 kHz a 30 MHz con el detector cuasi-pico; si el nivel de emisión es menor al límite promedio, se considerará que el EBP está conforme. En caso de ser mayor al límite promedio (verificando que sea menor al límite cuasi-pico), se debe realizar el barrido de 150 kHz a 30 MHz con el detector promedio; si el nivel es menor

al límite promedio, se considerará que el EBP está conforme.

g) Si la lectura del receptor muestra fluctuaciones cercanas al límite cuasi-pico, se debe realizar nuevamente el barrido con el detector cuasi-pico, pero esta vez en intervalos más pequeños que incluyan cada una de las frecuencias que presenten estas fluctuaciones.

h) Seleccione en la REIL el otro conductor a ser medido (Ej. conductor neutro) del cable de alimentación (EBP – REIL), y repita los pasos del d al g.

i) Registre la configuración de prueba y los resultados finales del ensayo. Se pueden incluir diagramas o fotografías.

### **8.3 Métodos de medición en los puertos de telecomunicaciones**

El propósito de estas pruebas es medir las perturbaciones emitidas normalmente en los puertos de telecomunicaciones de un EBP. La señal deseada puede contribuir a estas perturbaciones. Las perturbaciones en modo común creadas por la señal deseada pueden ser controladas en la etapa de diseño de la tecnología utilizada para la interfaz, tomando en consideración los factores explicados en el anexo C **Tomado de 9.6 [21], el anexo C de esta norma se refiere al anexo E de [21].**

#### **8.3.1 Métodos para ensayos de conformidad de 9.6.1 de [21]**

La medición se realiza en los puertos de telecomunicaciones utilizando una REI con una PCL como se define en c) de 8.3.3. El fabricante debe demostrar que el equipo no excede los límites de las tablas 4 o 5 según aplique, cuando se pruebe con el tipo de REI que esté de acuerdo con la categoría del cable especificada en la documentación del equipo suministrada al usuario. En caso de disputa, el método descrito en 8.3.3 utilizando una REI apropiada para todos los puertos tendrá precedencia.

#### **8.3.2 Equipos de medición**

Los equipos de medición utilizados en esta prueba son los conformes a la sección 8.2.1

#### **8.3.3 Aparatos de prueba o equipos asociados (REIL tipo T $150 \Omega \pm 20 \Omega$ con ángulo $0^\circ \pm 20^\circ$ , REI o RAD/ REI) de 9.6.2 de [21]**

La tensión de alimentación principal debe ser suministrada al EBP por medio de una REIL utilizada para medir la perturbación en los terminales de alimentación principal de acuerdo con 8.2.2

**Nota:** Existen modelos de REIL que pueden conmutar de tipo V a tipo T y Delta, también existen otros modelos comúnmente llamados red de estabilización de impedancias (REI). Las REI, dependiendo de su construcción, también pueden cumplir la función de Red de acoplo y desacoplo (RAD) principalmente utilizadas en mediciones de inmunidad en acuerdo con [18]. Los métodos de medición en los puertos de telecomunicación que se muestran en las siguientes secciones se basan en el uso de una REI.

La evaluación de las perturbaciones debidas a la corriente o la tensión en modo común (modo asimétrico) en los puertos de telecomunicaciones previstos para ser conectados a pares balanceados sin blindaje, debe ser realizada con el puerto de telecomunicaciones conectado por medio de un cable a la REI; por lo tanto, la REI es la que define la impedancia terminal en modo común vista por el puerto de telecomunicaciones durante las mediciones de perturbación. La REI debe permitir la operación normal del EBP, y con este fin, debe estar interpuesta en el cable de señal entre el EBP y cualquier equipo auxiliar (Ea) o a una carga requerida para operar el EBP.

No ha sido posible especificar una REI de aplicación general, porque su construcción depende de la configuración del puerto de telecomunicaciones bajo prueba. Mientras no



se especifique una REI adecuada para cables blindados y asimétricos, se permite conectar dichos cables a un Ea o a un simulador en lugar de una REIL. La carga utilizada deberá registrarse, y además deberá medirse y anotarse en el informe de prueba la impedancia de modo común. En cualquier caso, el EBP debe cumplir con los límites de las tablas 4 o 5, según aplique.

En caso de que se utilice una sonda de corriente, debería ser posible unirla al cable a medir, sin la necesidad de tener que desconectar el cable. La sonda de corriente debe tener una respuesta en frecuencia uniforme sin resonancias, y debe ser capaz de operar sin efectos de saturación causados por las corrientes de operación en el devanado primario.

Si es utilizada la sonda de corriente, deberá estar montada sobre el cable a una distancia de 10 cm de la REI (véase figura 8). La impedancia de inserción de la sonda de corriente debe ser de 1 Ω máximo. Véase el anexo B. **el anexo B se tomó de la sección 5.2 de [4].**

La REI (calibrada e incluyendo cualquier adaptador requerido para conectarlo al EBP y al Ea) deberá tener las siguientes propiedades:

a) La impedancia terminal en modo común en el rango de frecuencia de 150 kHz a 30 MHz deberá ser de  $150 \Omega \pm 20 \Omega$  con un ángulo de fase de  $0^\circ \pm 20^\circ$ .

b) La REI debe proporcionar el aislamiento suficiente contra perturbaciones generadas por un Ea, o de una carga conectada al puerto de telecomunicaciones bajo prueba. La atenuación de la REI a las perturbaciones de tensión o corriente en modo común generadas por el Ea, debe ser tal que el nivel de medición de estas perturbaciones en la entrada del receptor, debe estar al menos a 10 dB por debajo del límite de perturbación relevante.

El aislamiento recomendado es:

– 150 kHz a 1,5 MHz > 35 dB a 55 dB, incrementándose linealmente con el logaritmo de la frecuencia;

– 1,5 MHz a 30 MHz > 55 dB.

NOTA: El aislamiento es el desacoplo de la perturbación en modo común generada en un Ea y que aparece subsecuentemente en el puerto EBP de la REI.

c) Tipos de REI clasificadas según la categoría del cable a probar.

c.1) REI para mediciones en los puertos previstos para conexión de cables simétricos sin blindaje de categoría 6

La variación de PCL con la frecuencia (MHz), debe ser definida según la siguiente fórmula:

$$PCL(dB) = 75 - 10 \log_{10} \left[ 1 + \left( \frac{f}{5} \right)^2 \right] \text{ dB}$$

(± 3 dB para  $f < 2$  MHz; -3 dB / +6 dB para  $2 \text{ MHz} < f < 30 \text{ MHz}$ )

c.2) REI para mediciones en los puertos previstos para conexión de cables simétricos sin blindaje de categoría 5

La variación de PCL con la frecuencia (MHz), debe ser definida según la siguiente fórmula:



$$PCL(dB) = 65 - 10 \log_{10} \left[ 1 + \left( \frac{f}{5} \right)^2 \right] \text{ dB}$$

(± 3 dB para  $f < 2$  MHz; -3 dB / +4,5 dB para  $2 \text{ MHz} < f < 30 \text{ MHz}$ )

c.3) REI para mediciones en los puertos previstos para conexión de cables simétricos sin blindaje de categoría 3

La variación de PCL con la frecuencia (MHz), debe ser definida según la siguiente fórmula:

$$PCL(dB) = 55 - 10 \log_{10} \left[ 1 + \left( \frac{f}{5} \right)^2 \right] \pm 3 \text{ dB}$$

NOTAS:

1 Las especificaciones del punto c) de PCL versus las frecuencias son una aproximación de la PCL de cables simétricos sin blindaje típicos en entornos representativos. Estas especificaciones se estudian continuamente y están abiertas a modificaciones futuras.

2 La PCL se define de acuerdo con el Anexo C. **anexo E de [21]**

d) La distorsión por atenuación u otros deterioros de la calidad de la señal en la banda de frecuencias de la señal deseada causada por la presencia de la REI, no debe afectar significativamente la operación normal del EBP.

e) Si existe un puerto de tensión disponible en la REI, entonces la exactitud del factor de división de voltaje (FDV) debe estar dentro de ± 1,0 dB. El FDV, es la diferencia entre la tensión que aparece a través de la impedancia en modo común presentada al EBP por la REI ( $V_{mc}$ ), y la tensión del receptor resultante medida directamente en el puerto de medición de voltaje ( $V_{pm}$ ), expresada en decibeles como se muestra:

$$FDV = 20 \log_{10} \left( \frac{V_{mc}}{V_{pm}} \right) \text{ dB}$$

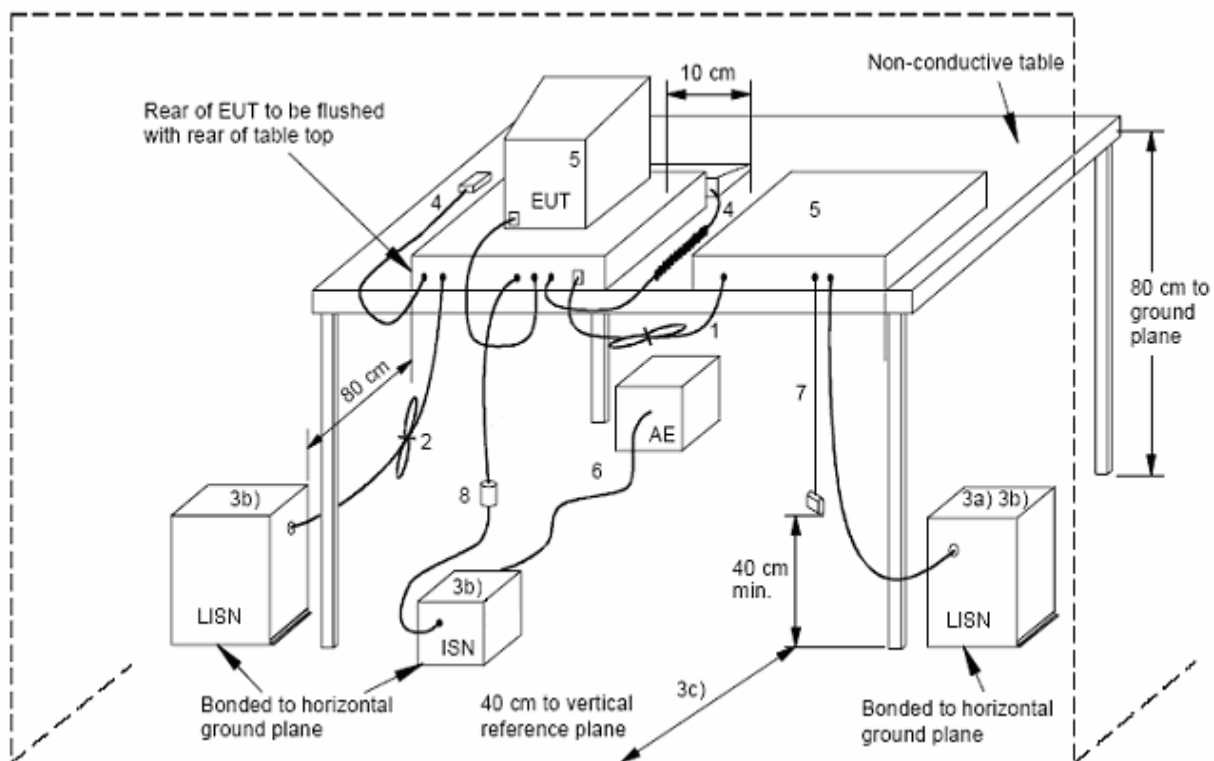
Por ejemplo, para una impedancia en modo común de 150 Ω y una impedancia de entrada en el receptor de 50 Ω, el factor de división de tensión está dado por:

$$20 \text{Log}_{10} \left( \frac{50}{150} \right) = -9.5 \text{ dB}$$

El FDV deberá añadirse al voltaje del receptor medido directamente en el puerto de medición de voltaje, y al resultado comparado con los límites de voltaje de las tablas 4 y 5, cuando aplique.

### 8.3.4 Disposición del EBP **de 9.6.3 de [21]**

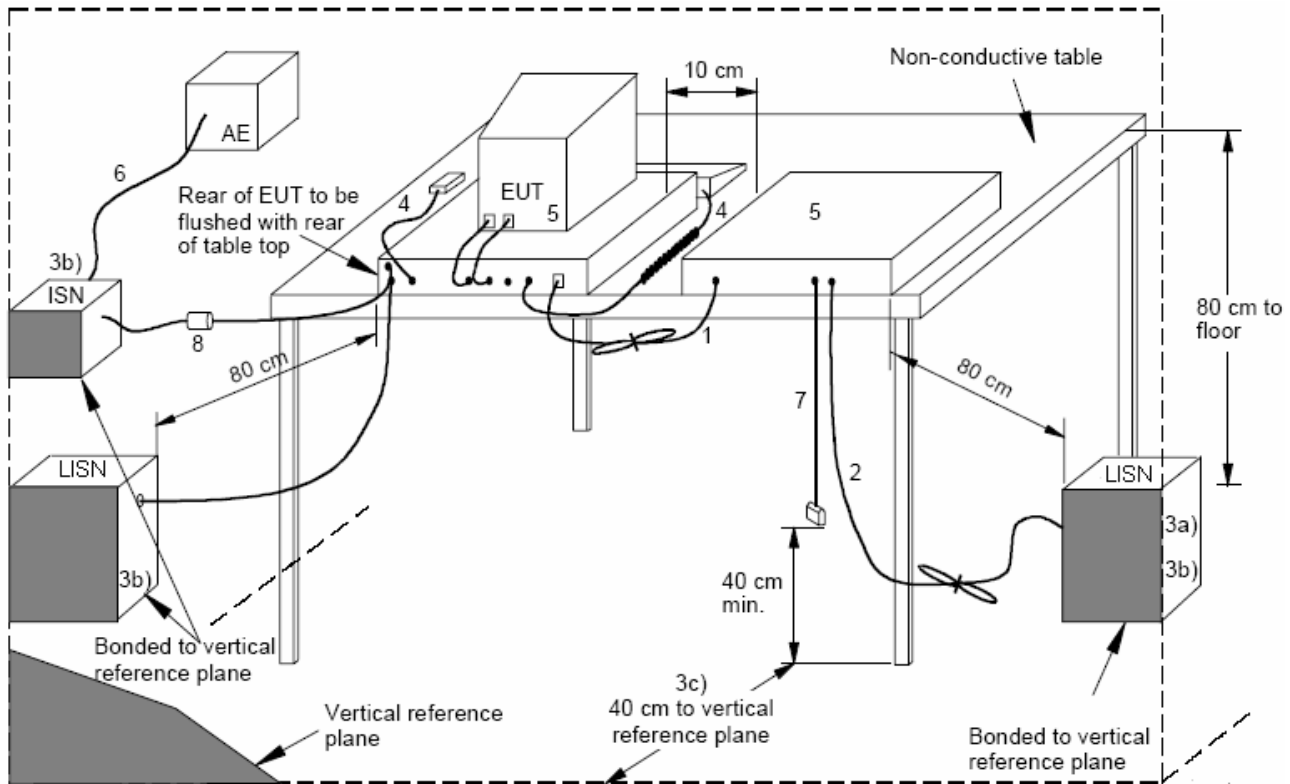
El EBP debe ser instalado de acuerdo a las figuras de la 8 a la 12 para equipo de escritorio, equipo de piso o una combinación de ambos.



**Figura 8. Configuración de prueba para emisiones conducidas en los puertos de telecomunicaciones – Equipo de escritorio (figura 4 [7])**

**LEYENDA:**

- 1) Los cables de interconexión que estén suspendidos a una distancia menor a 40 cm respecto al plano de tierra metálico de referencia horizontal, deberán doblarse y atarse en el centro formando un lazo de 30 a 40 cm de longitud.
- 2) El exceso del cable de alimentación deberá doblarse en el centro o recortarlo a la longitud apropiada.
- 3) El EBP conectado a una REIL (LISN) mediante un cable de alimentación, y conectado a una REI (ISN) mediante un cable de señal. Todas las REIL y las REI pueden conectarse alternativamente al plano de tierra metálico de referencia vertical (véase figura 9).
  - 3a) Una segunda REIL para alimentar todas las demás unidades del sistema. Se puede utilizar una toma de salida múltiple para todos los cables de alimentación principal que no sean del EBP.
  - 3b) La REIL y la REI deben estar alejadas cuando menos a 80 cm de la parte más cercana del chasis del EBP y de otras unidades.
  - 3c) los cables de alimentación principal y los cables de señal deben estar colocados en toda su extensión, hasta donde sea posible, a 40 cm del plano de referencia vertical.
- 4) Los cables de los dispositivos operados manualmente, tales como teclado, ratón (Mouse), etc. Deben colocarse en una posición de uso normal.
- 5) Los periféricos deben colocarse a una distancia de 10 cm entre sí excepto los apilables, los cuales se colocan directamente uno encima del otro.
- 6) Cables de señal E/S para conexión externa.
- 7) El extremo de los cables de señal E/S cuando no están conectados a un Ea puede terminarse, en caso de ser necesario, mediante el uso de una impedancia adecuada.
- 8) Si es utilizada una sonda de corriente sobre el cable de señal, deberá colocarse a 10 cm de la REI.



**Figura 9. Configuración de prueba alternativa para emisiones conducidas en los puertos de telecomunicaciones y terminales de alimentación principal – Equipo de escritorio (fig. 5 de [7])**

#### LEYENDA

- 1) Los cables de interconexión que estén suspendidos a una distancia menor a 40cm respecto al plano de tierra metálico de referencia horizontal, deberán doblarse y atarse en el centro formando un lazo de 30 cm a 40 cm de longitud.
- 2) El exceso del cable de alimentación deberá doblarse en el centro o recortarlo a la longitud apropiada.
- 3) El EBP conectado a una REIL (LISN) mediante un cable de alimentación, y conectado a una REI (ISN) mediante un cable de señal. Todas las REIL y las REI pueden conectarse alternativamente al plano de tierra metálico de referencia horizontal (véase figura 8).
  - 3a) Una segunda REIL para alimentar todas las demás unidades del sistema. Se puede utilizar una toma de salida múltiple para todos los cables de alimentación principal que no sean del EBP.
  - 3b) La REIL y la REI deben estar alejadas cuando menos a 80 cm de la parte más cercana del chasis del EBP y de otras unidades.
- 4) Los cables de alimentación principal y los cables de señal deben estar colocados en toda su extensión, hasta donde sea posible, a 40 cm del plano de referencia vertical.
- 5) Los cables de los dispositivos operados manualmente, tales como teclado, ratón (mouse), etc. deben colocarse en una posición de uso normal.
- 6) Los periféricos deben colocarse a una distancia de 10 cm entre sí y del controlador excepto el monitor, el colocarse directamente encima del controlador.
- 7) Cables de señal E/S para conexión externa, por ejemplo a un Ea.
- 8) El extremo de los cables de señal E/S cuando no están conectados a un Ea puede terminarse, en caso de ser necesario, mediante el uso de una impedancia adecuada.

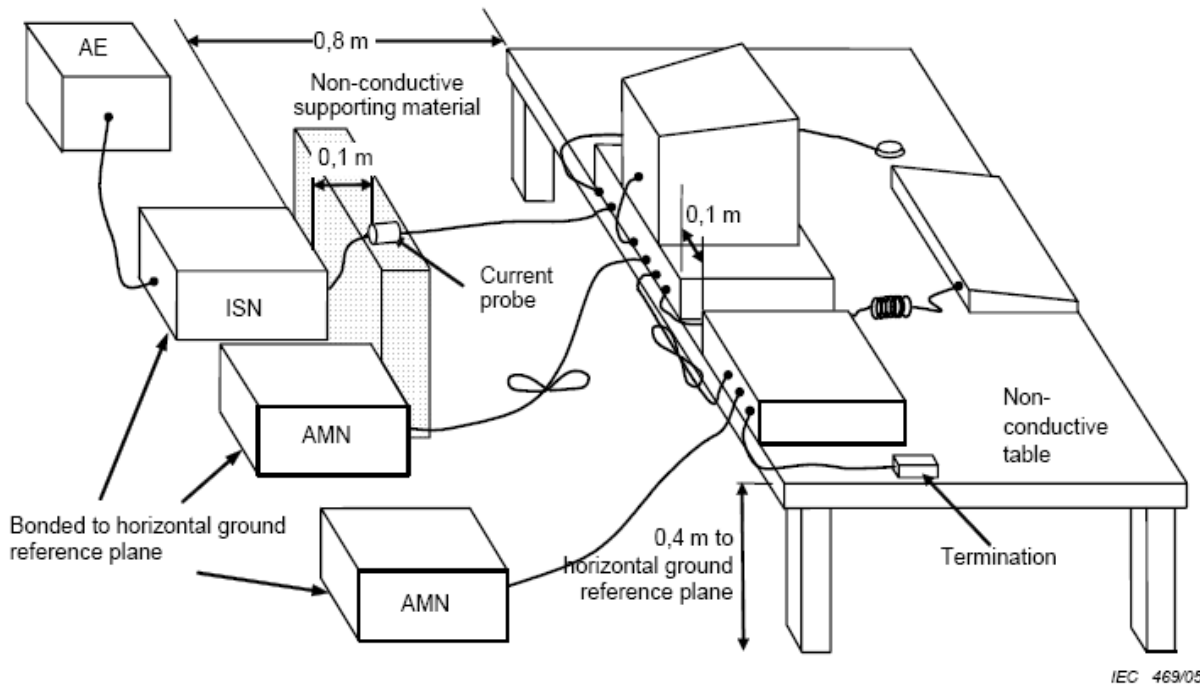
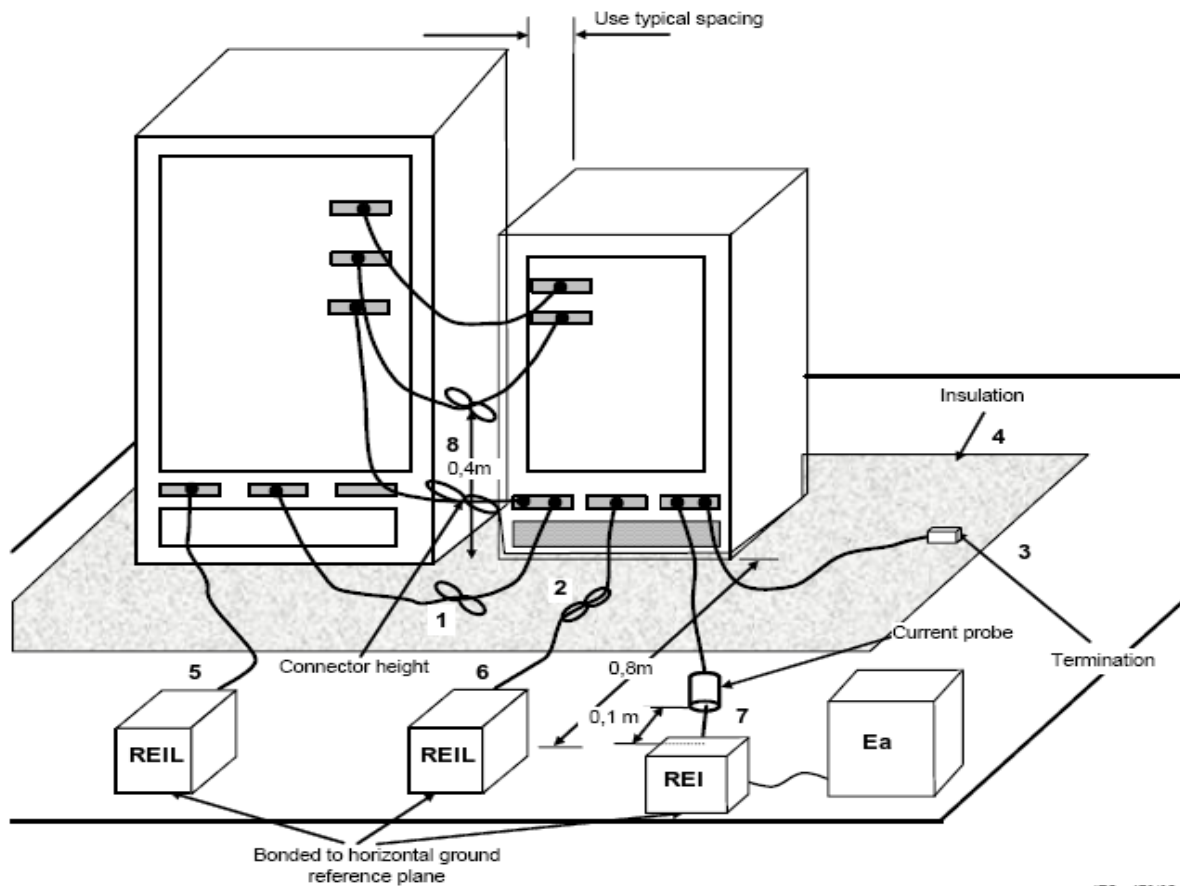


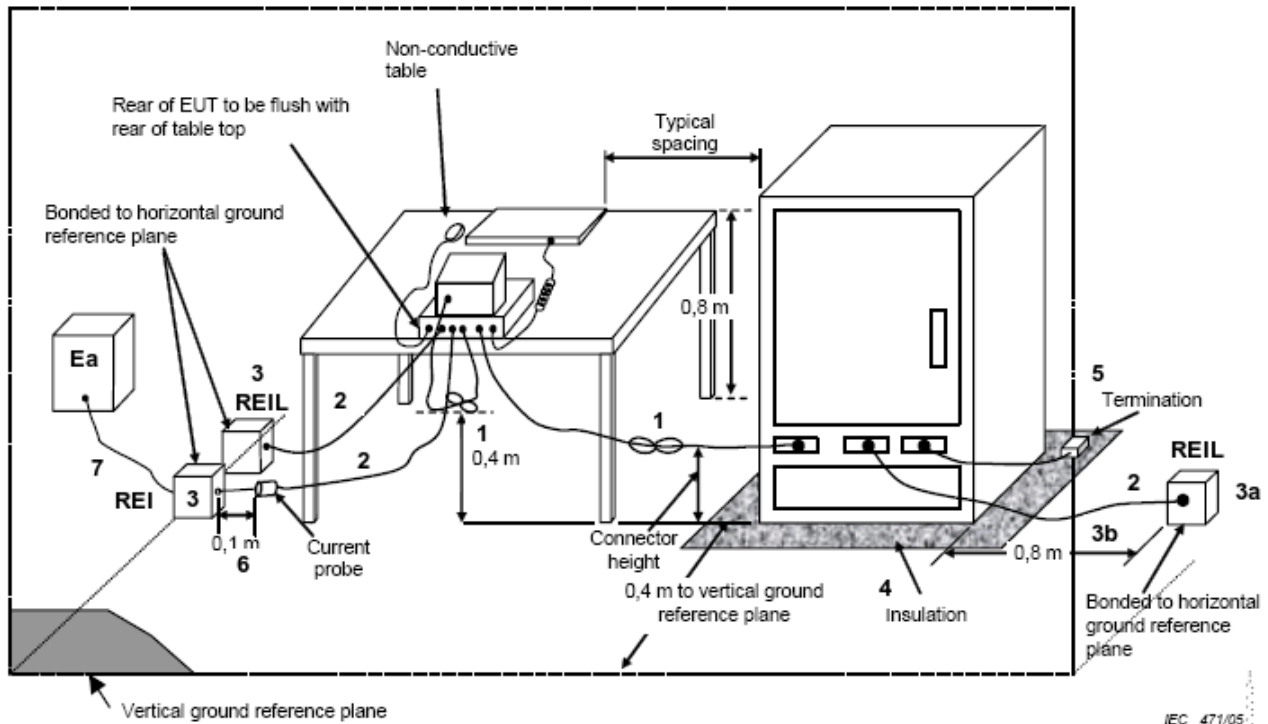
Figura 10. Configuración de prueba (alternativa 2) para emisiones conducidas en terminales de alimentación principal y puertos de telecomunicaciones (equipos de escritorio) **figura 7 de [21]**



**Figura 11. Configuración de prueba para emisiones conducidas en los puertos de telecomunicaciones – Equipos combinados [Figura 8 de \[21\]](#)**

#### LEYENDA

- 1) El exceso de cables E/S deberá doblarse y atarse en el centro, y colocarse relajadamente sobre el piso. El lazo no debe exceder los 40 cm de longitud.
- 2) El exceso del cable de alimentación deberá doblarse en el centro o recortarlo a la longitud apropiada. La longitud total del cable con no debe exceder de un metro.
- 3) Los cables de señal E/S que no estén conectados a un periférico o a un accesorio, en caso de ser requerido, puede ser terminados en una impedancia adecuada.
- 4) EL EBP y los cables, de ser requerido, deberán estar aislados del plano de tierra de referencia por un material aislante que no exceda los 15 cm de espesor.
- 5) EL EBP conectado a una REIL (LISN). Los puertos de medición de la REIL que no estén siendo utilizados deberán ser terminados en resistencias de 50  $\Omega$ . La REIL puede ser colocada encima, o inmediatamente debajo del plano de tierra metálico de referencia horizontal (véase figura 21).
- 6) Cualquier otro equipo alimentado por un segunda REIL o una(s) REIL adicional(es).
- 7) Si es utilizada una sonda de corriente sobre el cable de señal, deberá colocarse a 10 cm de la REI.
- 8) Si el cable de E/S del equipo de piso cuelga con respecto al plano de tierra, el excedente se dobla en forma de lazo dejando una separación de 40 cm entre el plano de tierra de referencia horizontal y el lazo. Si alguno de los conectores se encuentra por debajo de los 40 cm de separación respecto al plano de tierra de referencia horizontal, se coloca el lazo a la altura del conector. Se aplica el caso que presente la altura más baja.



**Figura 12. Configuración de prueba para emisiones conducidas en puertos de telecomunicaciones y terminales de alimentación principal – Equipos combinados figura 9 de [21]**

**LEYENDA:**

- 1) Los cables de interconexión que estén suspendidos a una distancia menor a 40 cm respecto al plano de tierra metálico de referencia horizontal, deberán doblarse y atarse en el centro formando un lazo de 30 a 40 cm de longitud.
- 2) Los cables de alimentación principal y los cables de señal deben estar colocados en toda su extensión, hasta donde sea posible, a 40 cm del plano de referencia vertical, o a la altura del conector en caso de estar por debajo de los 40 cm.
- 3) El EBP a una REIL (LISN) mediante un cable de alimentación, y conectado a una REI (ISN) mediante un cable de señal.
  - 3a) Una segunda REIL para alimentar todas las demás unidades del sistema. Se puede utilizar una toma de salida múltiple para todos los cables de alimentación principal que no sean del EBP.
  - 3b) La REIL y la REI deben estar alejadas cuando menos a 80 cm de la parte más cercana del chasis del EBP y de otras unidades.
- 4) El EBP de piso y los cables deberán estar aislados del plano de tierra metálico de referencia horizontal.
- 5) El extremo de los cables de señal E/S cuando no están conectados a un Ea puede terminarse, en caso de ser necesario, mediante el uso de una impedancia adecuada.
- 6) Si es utilizada una sonda de corriente sobre el cable de señal, deberá colocarse a 10 cm de la REI.
- 7) Cables de señal E/S para conexión externa, por ejemplo a un Ea.

### **8.3.5 Mediciones de tensión y de corriente sobre distintos tipos de cable**

#### **8.3.5.1 Mediciones de voltaje en puertos de telecomunicaciones simétricos previstos para ser conectados a pares balanceados sin blindaje de 9.6.3.1 de [21]**

Quando se realicen mediciones de voltaje de perturbación, deberá usarse una REI que proporcione un puerto de medición de voltaje apropiado para ser conectado a un receptor de medición, y que satisfaga los requerimientos de terminación de impedancia en modo común del puerto de telecomunicaciones.

Quando se realicen mediciones de voltaje de perturbación sobre un sólo par simétrico sin blindaje, debe usarse una REI adecuada para dos hilos (véase figura 13); cuando se realicen las mediciones en un cable sin blindaje que contenga dos pares simétricos, debe usarse una REI adecuada para cuatro hilos (Véase figura 14); cuando se realicen las mediciones en un cable sin blindaje que contenga cuatro pares simétricos, debe usarse una REI adecuada para 8 hilos (Véase figura 15). estas figuras pertenecen al anexo D de [21]

Para otro tipo de cables (blindados o sin blindaje) se podrán utilizar las RAD que se describen en el anexo G, siempre que tales RAD estén disponibles, y siempre y cuando el EBP pueda operar normalmente con la RAD insertada en el cable que va conectado al EBP. La PCL de la RAD, no deberá exceder el valor de tolerancia del intervalo de menor frecuencia de una REI apropiada, según la categoría del cable conectado al EBP, de acuerdo con el apartado c) de la sección 8.3.3 de C.1.1 del anexo C de [21]

En algunos casos, el uso de una RAD / REI apropiada podría no estar disponible, o como también la operación del sistema se podría ver afectada por la inserción de una RAD / REI. Es por ello que las mediciones de las secciones de la 8.3.5.2 a la 8.3.5.5 son necesarias. de C.1.1 del anexo C de [21]

Debe usarse el método de medición descrito en 8.3.6.1. el método se describe en C.1.1 del anexo C de [21]

#### **8.3.5.2 Mediciones de corriente en puertos de telecomunicaciones simétricos previstos para ser conectados a pares simétricos sin blindaje de 9.6.3.2 de [21]**

Quando las mediciones de corriente se realicen en cables sin blindaje conteniendo uno o dos o cuatro pares balanceados, el cable deberá terminarse en la misma forma especificada para las mediciones de voltaje de la sección 8.3.5.1.

Debe usarse el método de medición descrito en 8.3.6.1 el método se describe en el C1.1 del anexo c de [21]

#### **8.3.5.3 Mediciones de voltaje en puertos de telecomunicaciones previstos para ser conectados a cables blindados o coaxiales de 9.6.3.3 de [21]**

Debe usarse el método de medición descrito en 8.3.6.1 o 8.3.6.2 el método se describe en el C1.2 del anexo c de [21]

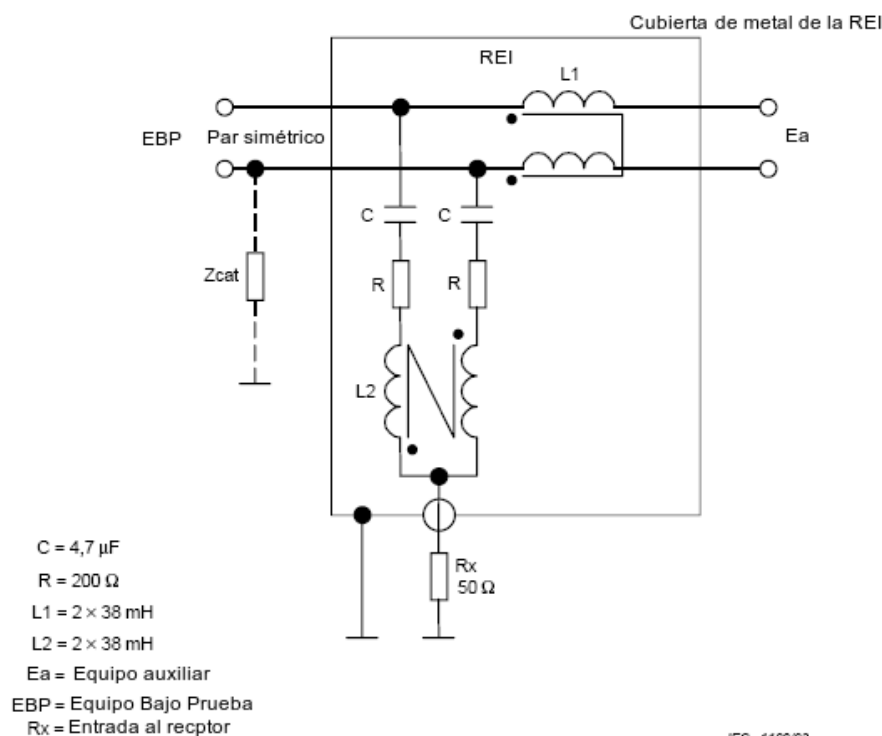
#### **8.3.5.4 Mediciones de corriente en puertos de telecomunicaciones previstos para ser conectados a cables blindados o coaxiales de 9.6.3.4 de [21]**

Debe usarse el método de medición descrito en 8.3.6.1 o 8.3.6.2 el método se describe en el C1.2 del anexo C de [21]

**8.3.5.5 Mediciones en puertos de telecomunicaciones destinados para conectarse a cables que contengan más de cuatro pares simétricos o a cables asimétricos de 9.6.3.5 de [21]**

Debe usarse el método de medición descrito en 8.3.6.3 o 8.3.6.4 C1.3 o C.1.4 del Anexo C de [21]. Para cada frecuencia deben cumplirse los requerimientos ya sea utilizando el método descrito en 8.3.6.3 o 8.3.6.4.

NOTA: se permite realizar la medición utilizando el método 8.3.6.3 y el 8.3.6.4 únicamente en aquellas frecuencias en las que el límite se excede cuando se utiliza el método 8.3.6.3

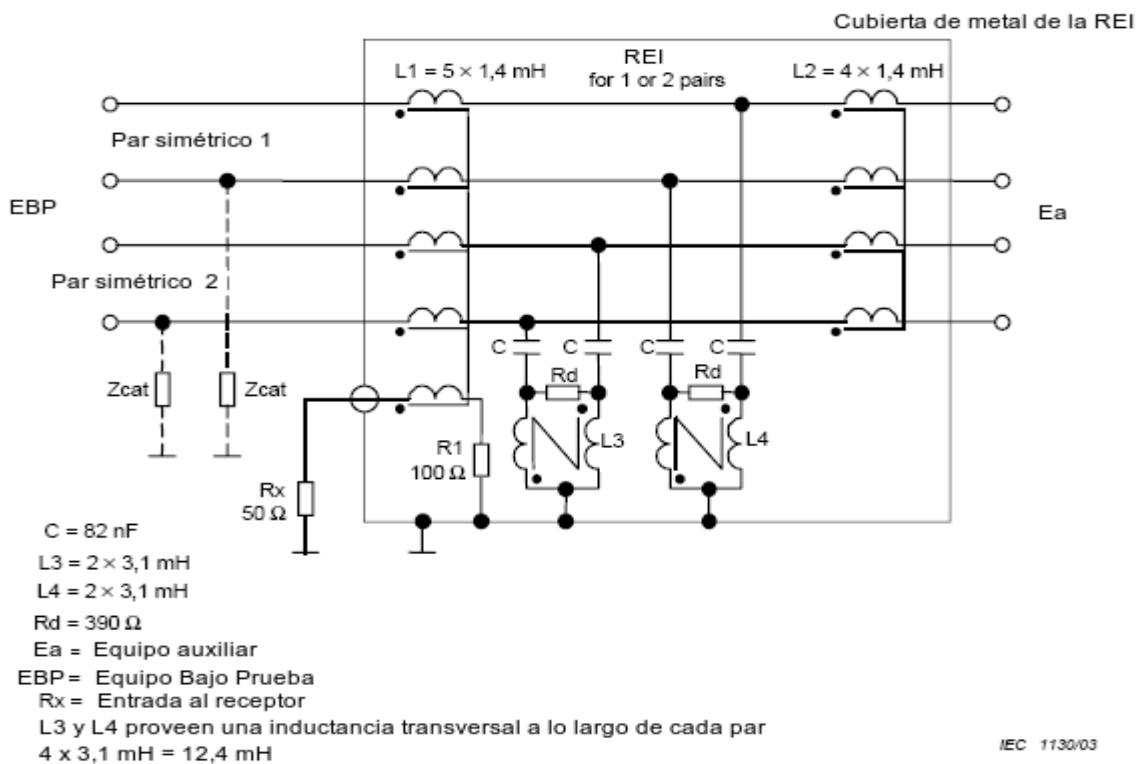


**Figura 13. Diagrama simplificado de un circuito REIL utilizado para conexión de un sólo par simétrico sin blindaje. Tomado de [21] Anexo D figura D1**

Nota 1: el FDV definido en e) de 8.3.3 es de 9.5 dB

Nota 2: Z cat representa la red asimétrica requerida para ajustar la PCL de la REI a los valores especificados en c.1)) al c.3) de 8.3.3



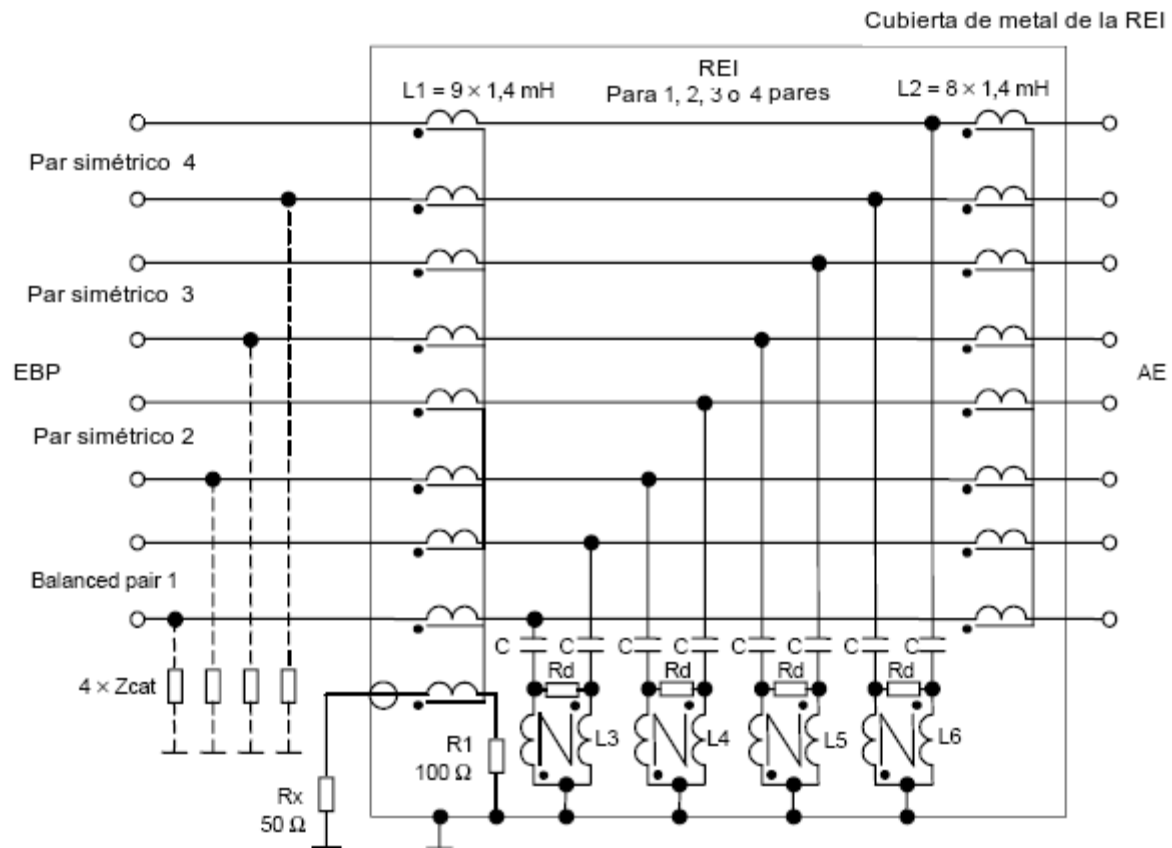


**Figura 14. Diagrama simplificado de un circuito REIL/RAD utilizado para conexión de dos pares simétricos sin blindaje. Tomado de [21] Anexo D figura D2**

Nota 1: el FDV definido en e) de 8.3.3 es de 9.5 dB

Nota 2: Z cat representa la red asimétrica requerida para ajustar la PCL de la REI a los valores especificados en c.1)) al c.3) de 8.3.3

Nota 3: Esta REI puede utilizarse para medir las perturbaciones en modo común de igual manera en un solo par o en dos pares simétricos sin blindaje



**Figura 15. Diagrama simplificado de un circuito RAD/REI utilizado para conexión de 4 pares simétricos sin blindaje. Tomado [21] Anexo D figura D3**

$C = 82 \text{ nF}$

$R_d = 390 \Omega$

Ea = equipo auxiliar

EBP = Equipo Bajo Prueba

Rx = entrada al receptor

$L3, L4, L5 \text{ y } L6 = 2 \times 3,1 \text{ mH}$

$L3, L4, L5, \text{ y } L6$ , proveen una inductancia transversal a lo largo de cada par de  $4 \times 3,1 \text{ mH} = 12,4 \text{ mH}$

Nota 1: el FDV definido en e) de 8.3.3 es de 9.5 dB

Nota 2: Z cat representa la red asimétrica requerida para ajustar la PCL de la REI a los valores especificados en c.1)) al c.3) de 8.3.3

Nota 3: Esta REI puede utilizarse para medir las perturbaciones en modo común de igual manera en un solo par, en dos pares, o en cuatro pares simétricos sin blindaje

### **8.3.6 Protocolo o procedimiento para la ejecución de pruebas**

Este procedimiento describe los métodos que pueden ser utilizados para medir las emisiones conducidas en las líneas de telecomunicaciones. Dependiendo del tipo de cable, se pueden utilizar diferentes métodos, cada uno con sus ventajas y desventajas.

#### **8.3.6.1 Utilizando la REI de las figuras de la 13 a la 15, o las RAD especificadas en el anexo G como RAD / REI de C.1.1 del anexo C de [21]**

- a) Conecte la RAD/REI directamente al plano de tierra de referencia (véase figura 16)
- b) Si se emplea la medición de voltaje, realice la medición en el puerto de medición de la RAD/REI, corrija la lectura adicionando el FDV de la RAD/REI indicado en e) de 8.3.3, y compárela con el límite de voltaje.
- c) Si se emplea la medición de corriente, realice la medición con la sonda de corriente y compárela con el límite de corriente.
- d) No es necesario aplicar el límite de voltaje y de corriente si se emplea una RAD/REI. Se tiene que conectar una carga de  $50 \Omega$  al puerto de medición de la RAD/REI durante la medición de corriente.

#### **8.3.6.2 Utilizando una carga de $150 \Omega$ en la superficie exterior del blindaje (Colocada en el sitio de prueba de la RAD/REI. Véase figura 17) de C.1.2 del anexo C de [21]**

No es necesario cortar el cable unido al puerto EBP bajo prueba, sin embargo, es necesario abrir el aislamiento externo del cable y así poder alcanzar la superficie metálica exterior del blindaje.

- a) Rompa el aislamiento del cable y conecte una resistencia de  $150 \Omega$  desde la superficie exterior del blindaje hacia tierra.
- b) Aplique un tubo de ferrita o pinza entre la conexión de  $150 \Omega$  y el Ea.
- c) Mida la corriente con una sonda de corriente y compárelo con el límite de corriente. La impedancia en modo común vista hacia la derecha de la resistencia de  $150 \Omega$  debe ser suficientemente grande para no afectar la medición. Utilice el método descrito en 8.3.6.5 para medir esta impedancia que debe ser mucho mayor de  $150 \Omega$ , de manera que no afecte la medición para frecuencias emitidas por el EBP.
- d) La medición de tensión también es posible ya sea utilizando una sonda de alta impedancia en paralelo con la resistencia de  $150 \Omega$ , o usando un adaptador de " $50 \Omega$  a  $150 \Omega$ " como carga de  $150 \Omega$ , y aplicando el factor de corrección apropiado (9,6 dB en caso del adaptador de " $50 \Omega$  a  $150 \Omega$ ").

### **8.3.6.3 Utilizando una combinación de sonda de corriente y sonda de voltaje capacitiva (véase figura 18). de C.1.3 del anexo C de [21]**

- a) Mida la corriente con una sonda de corriente.
- b) Mida la tensión con una sonda capacitiva (tamaño de la pinza capacitiva > 50 cm de longitud, impedancia de la punta de prueba de tensión > 1 MΩ en paralelo con una capacitancia < 5 pF). De C.1.3 del anexo C de [7]
- c) Compare la tensión medida con el límite de voltaje.
- d) Compare la corriente medida con el límite de corriente.

Nota: El EBP debe cumplir ambos límites.

### **8.3.6.4 Utilizando una conexión sin blindaje a tierra y ninguna RAD/REI (Véase figura 19) de C.1.4 del anexo C de [21]**

Si se combina este procedimiento con el de 8.3.6.3, es posible usar las ventajas de ambos métodos, sin sufrir demasiado a causa de las desventajas.

Primero mida el EBP con el método de 8.3.6.3. Si el resultado está por debajo de los límites, se considera que el EBP está conforme. Si la emisión excede los límites a una o más frecuencias con el método de 8.3.6.3, es posible medir aquellas, y sólo aquellas frecuencias con este método. El método de 8.3.6.3, es utilizado en esta combinación como método para seleccionar las frecuencias que necesitan otras mediciones con más consumo de tiempo, pero más precisas.

- a) Aplique el material de ferrita.
- b) En base a la medición preliminar, determine las frecuencias emitidas por el EBP.
- c) Registre la impedancia de modo común del cable, de la ferrita y del Ea, empleando el procedimiento descrito en 8.3.6.5 a las frecuencias emitidas por el EBP. La posición de la ferrita debe ajustarse hasta que la impedancia en modo común sea de  $150 \Omega \pm 20 \Omega$ ; esta posición debe ser registrada. La ferrita debe ser colocada en esta posición durante la medición de la corriente en modo común.

NOTA: Se pueden requerir diferentes tipos de ferrita para diferentes frecuencias, a fin de obtener  $150 \Omega \pm 20 \Omega$ .

- d) Mida la corriente con la sonda de corriente. La segunda sonda en la figura 19 es una sonda de referencia utilizada en el procedimiento de calibración conforme a 8.3.6.5. La sonda de referencia no debe ser utilizadas durante la medición de conformidad, pero sí es usada para verificar la impedancia de modo común.
- e) Compare la corriente medida con el límite de corriente.

### **8.3.6.5 Medición de impedancia en modo común en el cable, en la ferrita y en el equipo auxiliar de C.2 del anexo C de [21]**

- a) calibre las sondas de referencia y medición a  $50 \Omega$  (véase figura 20), aplique una tensión de referencia ( $V_1$ ) desde un generador de señal en la sonda de referencia y registre la corriente resultante ( $I_1$ ) en la sonda de medición.
- b) Desconecte el cable que va al EBP y cortocircuitelo a tierra en el extremo del EBP

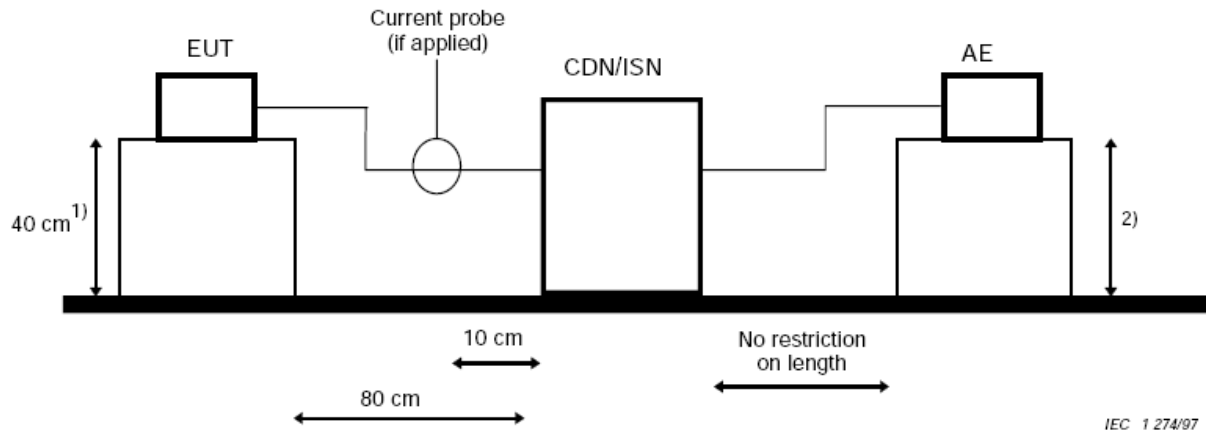
(véase figura 19).

c) Aplique la misma tensión de referencia ( $V_1$ ) al cable con la misma sonda de referencia.

d) Mida la corriente con la misma sonda de medición y calcule la impedancia en modo común del cable, la ferrita y el equipo auxiliar, comparando la nueva corriente ( $I_2$ ) registrada por la sonda de medición con la registrada en el paso a). Por ejemplo, si  $I_2$  es la mitad de  $I_1$  entonces la impedancia en modo común es de  $100 \Omega$  (Impedancia en modo común). La fórmula está dada por:

$$\Rightarrow Z_c = 50 \times \frac{I_1}{I_2}$$

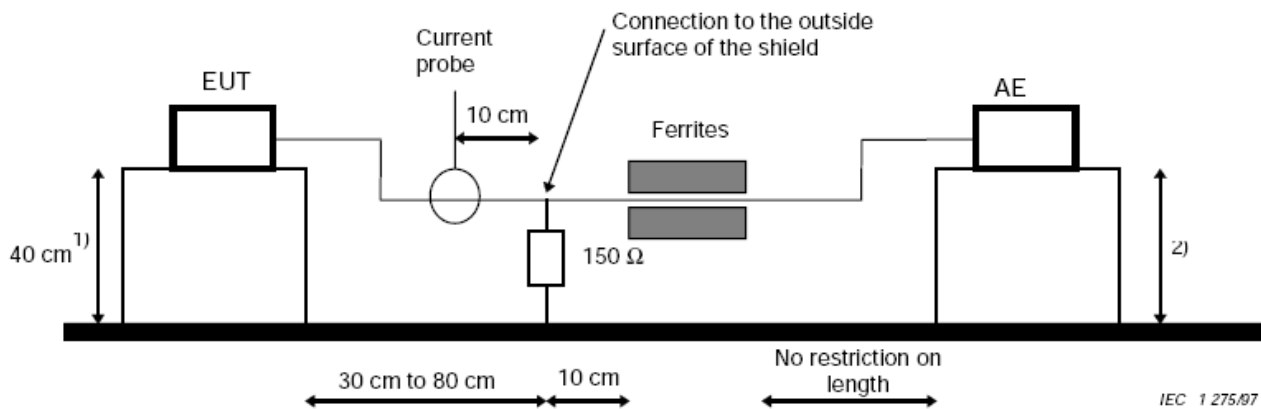
Estudiar la posibilidad de incluir la técnica de medición de la impedancia de modo común total (TCM) incluida en la sección C.2 del anexo C de [21]



**Figura 16. Configuración de prueba para mediciones de emisión conducida en los puertos de telecomunicaciones indicado en 8.3.6.1 figura C.1 anexo C [21]**

LEYENDA

- 1) Distancia al plano metálico de referencia horizontal o vertical
- 2) La Distancia a los planos de tierra no son críticos



**Figura 17. Configuración de prueba para mediciones de emisión conducida en los puertos de telecomunicaciones indicado en 8.3.6.2 figura C.2 anexo C [21]**

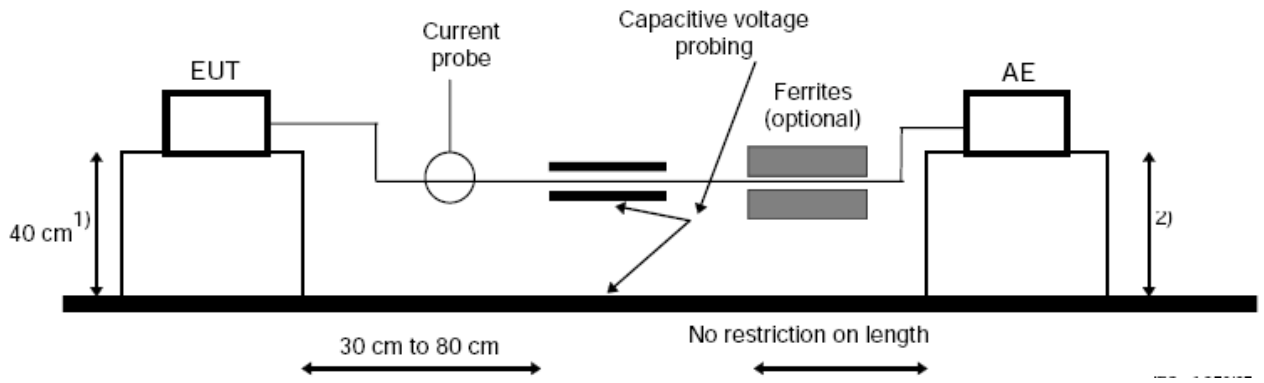


Figura 18. Configuración de prueba para mediciones de emisión conducida en los puertos de telecomunicaciones indicado en 8.3.6.3 [figura C.3 anexo C \[21\]](#)

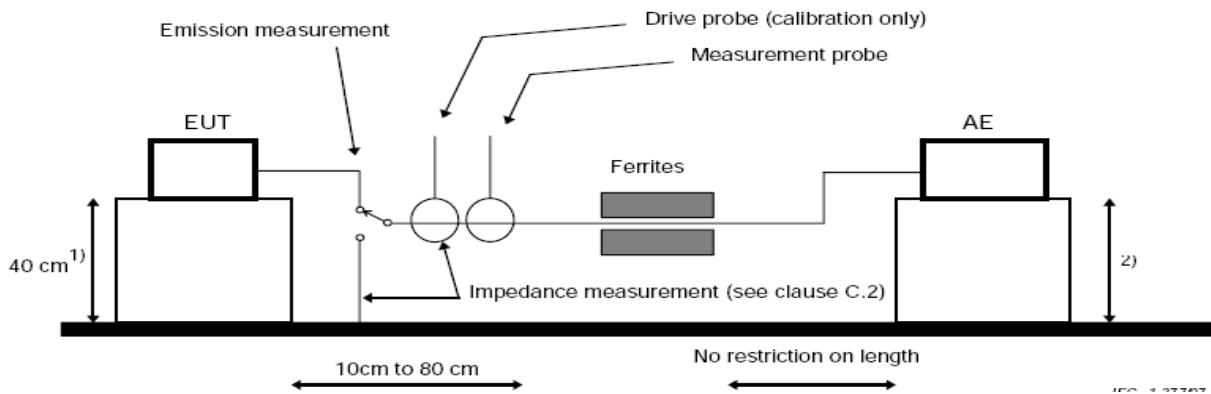


Figura 19. Configuración de prueba para mediciones de emisión conducida en los puertos de telecomunicaciones indicado en 8.3.6.4 [figura C.4 anexo C \[21\]](#)

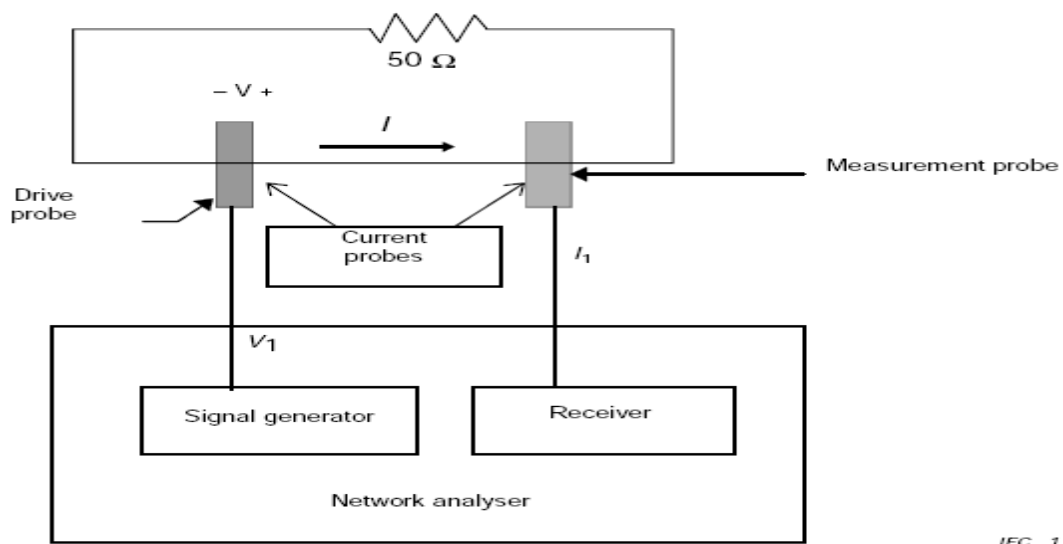


Figura 20. Configuración de calibración de sondas [figura C.5 anexo C \[21\]](#)



## 8.4 Registro de mediciones

De las perturbaciones mayores a (L-20 dB), donde L es el nivel límite en unidades logarítmicas, registre cuando menos, los niveles de perturbación y las frecuencias de las seis perturbaciones más altas de cada puerto de alimentación principal y de cada puerto de telecomunicaciones que comprende el EBP. **De 9.7 [21]**

## 9 ENSAYO DE EMISIÓN DE PERTURBACIONES RADIADAS

En esta sección se disponen los procedimientos generales para las mediciones de emisión de perturbaciones radiadas generada por campos electromagnéticos producidos por equipos y sistemas. Para algunos productos, puede ser requerido medir las componentes de perturbación eléctrica, magnética e incluso ambas. Algunas veces es más apropiado la medición de una cantidad relacionada con la **potencia radiada** (Existe un método de medición de potencia (método de sustitución) incluido en [26] sección 7.4 que no ha sido incluido en este borrador de norma, debe estudiarse su inclusión). Normalmente las mediciones son realizadas en ambas componentes de perturbación (vertical y horizontal) respecto al plano de tierra de referencia. Los resultados de las mediciones de cada componente pueden ser expresados en valores pico, cuasi-pico, promedio y RMS. **Tomado de [6]**

Los métodos señalados en esta sección, no están recogidos en una sola norma, del estudio realizado de varias literaturas se concluyo que estos son los posibles métodos de medición de perturbaciones radiadas. A continuación se indica la literatura consultada

RF Emission testing. A handy guide. [www.schaffner.com](http://www.schaffner.com)

Existen tres métodos de medición distribuidos en diferentes rangos de frecuencia, los cuales son:

- Medición **del campo magnético o de la componente magnética de perturbación** (Se debe decidir cual de estas dos terminologías usar campo magnético o de la componente magnética de perturbación), realizada sólo en el rango de 9KHz a 30 MHz, utilizando una antena de lazo de un solo eje para equipos médicos, científicos e industriales, de acuerdo con CISPR 11; o un sistema de Antena de Lazo Largo (ALL) de tres ejes, para equipos de iluminación de acuerdo con CISPR 15.
- Medición **del campo eléctrico o de la componente eléctrica de perturbación** (Se debe decidir cual de estas dos terminologías usar campo magnético o de la componente magnética de perturbación), realizada sólo por encima de 30 MHz, utilizando antenas linealmente polarizadas como dipolos sintonizados, bocinas, bicónicas, logoperiódicas, bilog, etc. dependiendo del rango de frecuencia de medición. (Este método es el método que se ha desarrollado en el presente borrador de norma dado que es el aplica para los equipos de Telecomunicaciones. La información base para este método se encuentra en las siguientes referencias: [2], [6], [7], [20]
- Medición de la potencia de perturbación radiada efectiva, realizada sólo por encima de 30 MHz sobre EBP's destinados al uso dentro de gabinetes incluyendo la circuitería y el cableado dentro de él.

### 9.1 Valores Límites (Tomado de [7])

#### 9.1.1 Límites por debajo de 1 GHz

El EBP deberá cumplir con los límites de las tablas 7 y 8 cuando se mida a una distancia R, véase sección 9.2.2.1. Si la lectura del receptor de medición muestra fluctuaciones cercanas al límite, esta lectura deberá ser observada por lo menos durante 15 s a cada frecuencia de

medición; la lectura más alta debe registrarse, con la excepción de cualquier lectura aislada de alta magnitud y corta duración, la cual debe ser ignorada.

**Tabla 7. Límites para una distancia de medición de 10 m para equipos clase A**

Intervalos de frecuencia en MHz	Límites cuasipico en dB( $\mu$ V/m)
30 a 230	40
230 a 1000	47
Notas: 1 El límite inferior debe aplicarse a las frecuencias de transición 2 Se pueden requerir medidas adicionales para el caso donde se presenten interferencias	

**Tabla 8. Límites para una distancia de medición de 10 m para equipos clase B**

Intervalos de frecuencia en MHz	Límites cuasipico en dB( $\mu$ V/m)
30 a 230	30
230 a 1000	37
Notas: 1 El límite inferior debe aplicarse a las frecuencias de transición 2 Se pueden requerir medidas adicionales para el caso donde se presenten interferencias	

### 9.1.2 Límites por encima de 1 GHz. De la sección 6.1 de [21]

El EBP debe satisfacer los límites de las tablas 9 y 10 cuando se mida de acuerdo con el método descrito en 9.3 y el procedimiento de prueba condicional descrito en 9.3.1

**Tabla 9. Límites para una distancia de medición de 3 m para equipos clase A**

Intervalos de frecuencia en GHz	Límites promedio en dB( $\mu$ V/m)	Límites cuasipico en dB( $\mu$ V/m)
1 a 3	56	76
3 a 6	60	80
Notas: 1 El límite inferior debe aplicarse a las frecuencias de transición		

**Tabla 10. Límites para una distancia de medición de 3 m para equipos clase B**

Intervalos de frecuencia en GHz	Límites promedio en dB( $\mu$ V/m)	Límites cuasipico en dB( $\mu$ V/m)
1 a 3	50	70
3 a 6	54	74
Notas: 1 El límite inferior debe aplicarse a las frecuencias de transición		

## 9.2 Métodos de medición entre 30 MHz y 1 GHz

### 9.2.1 Aparatos o equipos de medición

Las mediciones deben ser efectuadas con un receptor con detector cuasi-pico en el intervalo de frecuencias comprendidas entre 30 MHz a 1000 MHz.

Para reducir el tiempo de prueba, se puede utilizar un receptor de mediciones con detector pico en lugar de un receptor de mediciones con detector cuasi-pico. En caso de disputa, las mediciones con un receptor con detector cuasi-pico tienen prioridad. De 10.1 de [21]

Los receptores con detector cuasi-pico y detector pico, deben tener un ancho de banda de 6 dB cumpliendo con lo establecido en el Anexo F. de 10.2 de [21]

### 9.2.2 Equipos de prueba o asociados (Antena) Tomado de [20] y [21]

La antena puede ser tipo dipolo balanceado. Para frecuencias de 80 MHz y superiores, la antena deberá ser resonante en longitud, es decir, que la longitud del dipolo dependerá de la frecuencia de resonancia en estudio. Para las frecuencias inferiores a 80 MHz, se debe emplear una antena con una longitud fija e igual a la longitud resonante en 80 MHz. Para más detalle vea el anexo D

NOTA: Pueden utilizarse otros tipos de antenas, a condición de que los resultados puedan ser correlacionados con los del dipolo balanceado y con un grado de exactitud aceptable. (Véase Anexo D)

#### 9.2.2.1 Distancia entre la antena y el EBP

Las mediciones de campo radiado deben ser efectuadas con la antena colocada a una distancia de medición tal, que la proyección de la longitud entre el punto medio de la antena y el borde más cercano del EBP a la antena, sobre el plano de tierra de referencia sea constante e igual a R. Tomado de [6] en 7.2. El borde del EBP está definido por una periferia de línea recta imaginaria, que describe una configuración de geometría simple que abarca todo el EBP. Todos los cables de interconexión y dispositivos que formen parte del EBP deben estar incluidos dentro de esta periferia. de 10.3.1 de [21]

NOTA: Si la medición de la intensidad del campo eléctrico a 10 m no puede ser realizada a causa de niveles de ruido ambiente elevados o por otros motivos, la medición de los EBP clase B puede ser efectuada a una distancia más corta, por ejemplo 3 m. Es conveniente utilizar un factor de proporcionalidad inverso de 20 dB por década, para normalizar las mediciones realizadas a la distancia especificada, a fin de determinar la conformidad. Para mediciones de EBP de grandes dimensiones, es conveniente prestar atención a los efectos de campo cercano en las mediciones a 3 m y para frecuencias próximas a 30 MHz. de 10.3.1 de [21]

#### 9.2.2.2 Distancia de la antena al plano de tierra de 10.3.2 de [21]

La antena se debe ajustar entre 1 m y 4 m de altura por encima del plano de tierra, a fin de encontrar la máxima lectura en el medidor en cada frecuencia de prueba. La máxima lectura ocurre cuando el rayo directo y el rayo reflejado están en fase.

#### 9.2.2.3 Azimut de la antena respecto al EBP de 10.3.3 de [21]

El azimut de la antena debe variarse respecto del EBP durante las mediciones a fin de encontrar la máxima lectura de intensidad de campo. Para propósitos de medición, puede ser posible girar el EBP. En caso de que no sea posible girarlo, el EBP debe permanecer fijo y las mediciones se realizarán alrededor del EBP con la antena receptora de medición (Véase figura 23).

#### 9.2.2.4 Polarización de la antena respecto al EBP de 10.3.4 de [21]

Se debe variar la polarización de la antena (horizontal y vertical) respecto del EBP durante las mediciones, a fin de encontrar la máxima lectura de intensidad de campo.

### **9.2.3 Mediciones en sitios de prueba de 10.4.1 de [21]**

Los sitios de prueba deben validarse mediante mediciones de atenuación de sitio, para campos radiados de polarización vertical y horizontal en el intervalo de frecuencias de 30 Hz a 1000 MHz (véase sección 9.2.3.1). La distancia entre la antena transmisora y la antena receptora de medición utilizada en la validación, debe ser la misma que la distancia utilizada para las pruebas de emisión de perturbaciones radiadas del EBP.

#### **9.2.3.1 Mediciones de atenuación de sitio de 10.4.2 de [21]**

Una medición en el sitio de prueba debe ser considerada aceptable si las mediciones de atenuación horizontal y vertical están entre  $\pm 4$  dB respecto a la atenuación teórica de un sitio ideal (Véase anexo E).

#### **9.2.3.2 Sitio de prueba de área abierta de 10.4.3 de [21]**

El sitio de prueba debe ser plano, libre de líneas aéreas de transmisión eléctrica y de estructuras reflejantes cercanas, y suficientemente grande para permitir la ubicación de la antena en la distancia especificada, conservando un espacio suficiente entre la antena, el EBP y las estructuras reflejantes. Las estructuras reflejantes están definidas como aquellas en las que el material de construcción es esencialmente conductor. El sitio de prueba debe estar equipado con un plano de tierra metálico de referencia horizontal descrito en la sección 9.2.3.3. El SPAA deberá satisfacer los requerimientos de 9.2.3.1 (vea anexo E)

#### **9.2.3.3 Plano de tierra conductor de 10.4.4 de [21]**

El plano de tierra conductor debe extenderse al menos 1 m más allá de la periferia del EBP y de la antena de medición más grande, y cubrir completamente el área entre la antena y el EBP (véase figura 22). Este plano debe ser metálico, sin aberturas o separaciones de dimensiones superiores a un décimo de la longitud de onda de la frecuencia de medición más alta. Puede ser necesario utilizar un plano de tierra conductor más grande si los requisitos de atenuación del sitio de prueba no son satisfactorios.

#### **9.2.3.4 Placa giratoria y mesa de prueba de D.5 del anexo D de [24]**

Para las mediciones de emisión electromagnética del EBP, se recomienda una placa giratoria y una mesa no metálica para colocar al EBP. La placa giratoria contiene un ensamblaje de rotación, y la mesa de prueba es utilizada para ubicar al EBP dentro del sitio de prueba. Las siguientes configuraciones serán consideradas:

a) Para placas giratorias con su ensamblaje de rotación ubicado debajo del plano de tierra, la superficie rotante de dicha placa deberá estar rasante con el plano de tierra, y eléctricamente conectada a él. La mesa de prueba, se debe colocar sobre la superficie rotante.

– Para equipos de escritorio, la altura de la mesa de prueba deberá ser de  $80 \text{ cm} \pm 1 \text{ cm}$ , y su ubicación debe ser tal que su centro en el plano horizontal sea el mismo centro de la placa giratoria. La mesa de prueba deberá removerse para las mediciones de atenuación de sitio.

– Para equipos de piso, el EBP debe aislarse de la superficie conductora de la placa giratoria (la cual está unida al plano de tierra). La altura del soporte aislante deberá ser al menos de 15 cm. El soporte aislante deberá removerse para las mediciones de atenuación de sitio.

b) Para placas giratorias con el ensamblaje de rotación integrado a la mesa de prueba, para equipos de escritorio la altura de la mesa deberá ser de  $80 \text{ cm} \pm 1 \text{ cm}$ , o de 15 cm para equipos de piso. La mesa de prueba deberá removerse para las mediciones de atenuación de sitio.

c) En una cámara completamente anecoica, la altura de la mesa de prueba no está definida y depende del funcionamiento del material absorbente y del volumen de prueba de la cámara. La mesa de prueba deberá removerse para las mediciones de atenuación de sitio.

d) En caso de tener una placa giratoria elevada, esta debería tener un hueco en el centro que permita dejar caer al cableado directamente al plano de tierra. En caso de tener una placa giratoria rasante con el plano de tierra, ésta deberá tener un cajetín en el centro que permita dejar caer el cableado por debajo de la placa (en ambos casos el rango azimutal de la placa giratoria debe cubrir  $360^\circ$  para ubicar la posición de máximo nivel de emisión). **de 7.1 de [2]**

### **9.2.3.5 Área libre de obstrucción Tomado de 5 de [20]**

Para el SPAA debe existir un área libre de obstrucción rodeando al EBP y a la antena receptora de medición de intensidad de campo. Esta área debe estar libre de dispersiones significativas de campos electromagnéticos, y debe ser lo suficientemente larga de modo que las dispersiones que se encuentran fuera del área sólo tengan un efecto mínimo en los campos medidos por la antena receptora. Para determinar si el área es realmente adecuada, se debe realizar una prueba de validación de sitio (véase anexo E).

El tamaño y la forma del área libre de obstrucción es dependiente de la distancia de medición y de que el EBP sea rotado o no. Si el sitio de prueba es dotado con una placa giratoria, el área libre de obstrucción recomendada es una elipse con el EBP y la antena receptora de medición ubicados en los dos focos de la elipse, teniendo como eje mayor el doble de la distancia de medición, y como eje menor al producto entre la distancia de medición y la raíz cuadrada de 3 (vea figura 22).

Para esta elipse, la trayectoria del rayo reflejado indeseado de cualquier objeto del perímetro es dos veces la trayectoria del rayo directo entre los focos (véase figura 21). Si un EBP de mayores dimensiones es instalado en la placa giratoria, el área libre de obstrucción debe ser expandida a tal modo que la distancia de separación de la obstrucción desde el perímetro del EBP se mantenga.

Si el sitio de prueba no se encuentra equipado con una placa giratoria, significa que el EBP permanece en estado estacionario. El área libre de obstrucción en este caso será un círculo tal, que la distancia radial del borde más cercano del EBP al borde de la circunferencia es la distancia de medición multiplicada por 1.5 (vea figura 23). En este caso la antena receptora de medición es movida alrededor del EBP a la distancia de separación respectiva.

El terreno dentro del área debe ser plano, y de ser necesario, son aceptables algunas pendientes pequeñas para un drenaje adecuado. Los receptores de medición y el personal de laboratorio deben estar situados fuera del área.

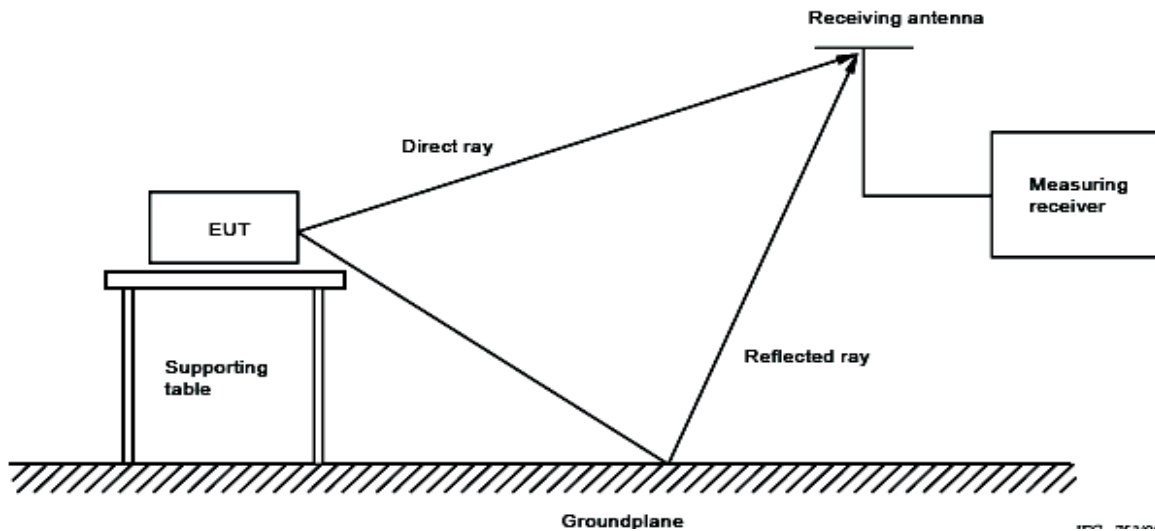


Figura 21. Concepto de las mediciones de la intensidad del campo eléctrico realizadas en OATS con los rayos directo y reflejado llegando a la antena receptora (figura 5 de [6])

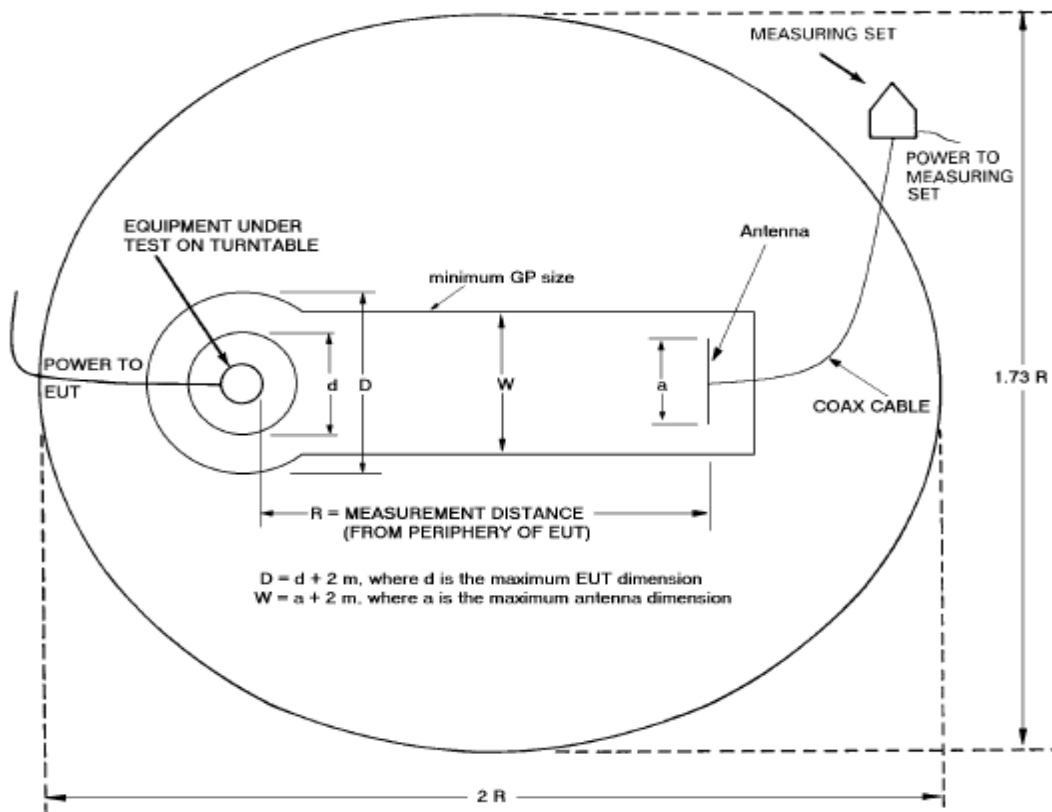


Figura 22. Medición de perturbaciones radiadas en un área libre de obstrucciones, y tamaño mínimo del plano de tierra para sitios de prueba con placa giratoria. Figura 5 de [1]

Dimensiones del área

R= 3 m	R= 10 m	R= 30 m
6 m x 5 m	20 m x 17,3 m	60 m x 52 m

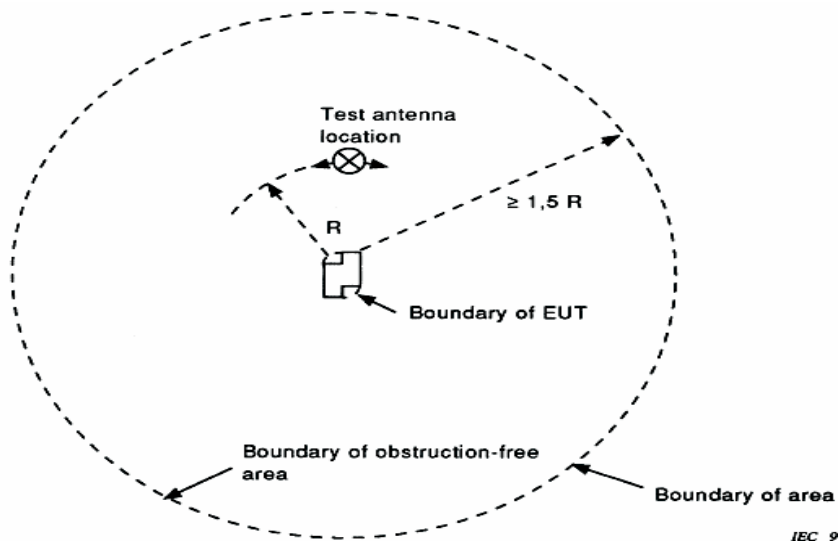


Figura 23. Área libre de obstrucción para EBP estacionario. **figura 3 de [20]**

### 9.2.3.6 Sitios de prueba alternativos **de 10.4.5 de [21]**

Las pruebas pueden ser efectuadas en otros sitios de prueba que no tengan las características físicas descritas en 9.2.3.2 y 9.2.3.3. En tal caso se debe demostrar mediante evidencia, la validez de las mediciones efectuadas en tales sitios. Dichos sitios de prueba alternativos serán adecuados para efectuar las pruebas de emisión de perturbaciones, si las medidas de atenuación del sitio descritas en el anexo E cumplen con los requisitos de atenuación citados en 9.2.3.1

Un cuarto o cámara blindada recubierta en su interior con material absorbente es un ejemplo de sitio alternativo. **Estudiar la posibilidad de incluir lo relacionado a cámaras semi-anecoicas de las cuales no se tienen la mayoría de los estándares que especifican sus características. En [26] se encuentra parte de esta información.**

### 9.2.4 Disposición del EBP

El EBP debe ser configurado y operado de acuerdo con los requisitos señalados en el capítulo 7, y colocado de acuerdo con las figuras 19, 20 y 21 para equipos de escritorio, equipos de piso y equipos combinados de piso y escritorio. **Se recomienda incluir en esta norma las figuras 13 y 14 de [7], las cuales muestran el arreglo para equipo de piso con cables elevados, de incluirse las figuras indicadas, las mismas les corresponderían el número de las figuras 27 y 28 en esta norma. De 10.4 en [7]**

El equipo diseñado para montarse en la pared debe ser probado como un equipo de escritorio. La orientación del equipo debe ser consistente con su operación normal.

Los cables deberán colocarse relajadamente sobre el plano de tierra de referencia (o placa giratoria de ser incluida) y enrutarse hacia el cajetín de alimentación principal. El cajetín de alimentación principal deberá estar unido al plano de tierra de referencia y no sobresalir de éste. En caso de utilizar una REIL, ésta deberá instalarse por debajo del plano de tierra de referencia. **de 10.5.1 de [21]**

El cableado de servicio eléctrico que suministra la energía al EBP debe operar debajo del plano de tierra de referencia y canalizarlo hacia la parte exterior del sitio de prueba. La extensión del cableado entre la mesa de prueba y el cajetín de



alimentación, debe estar preferiblemente en ángulo recto con los ejes de medición. [de 7.2 de \[2\]](#)

**9.2.4.1 EBP de escritorio de [10.5.2 de \[21\]](#)**

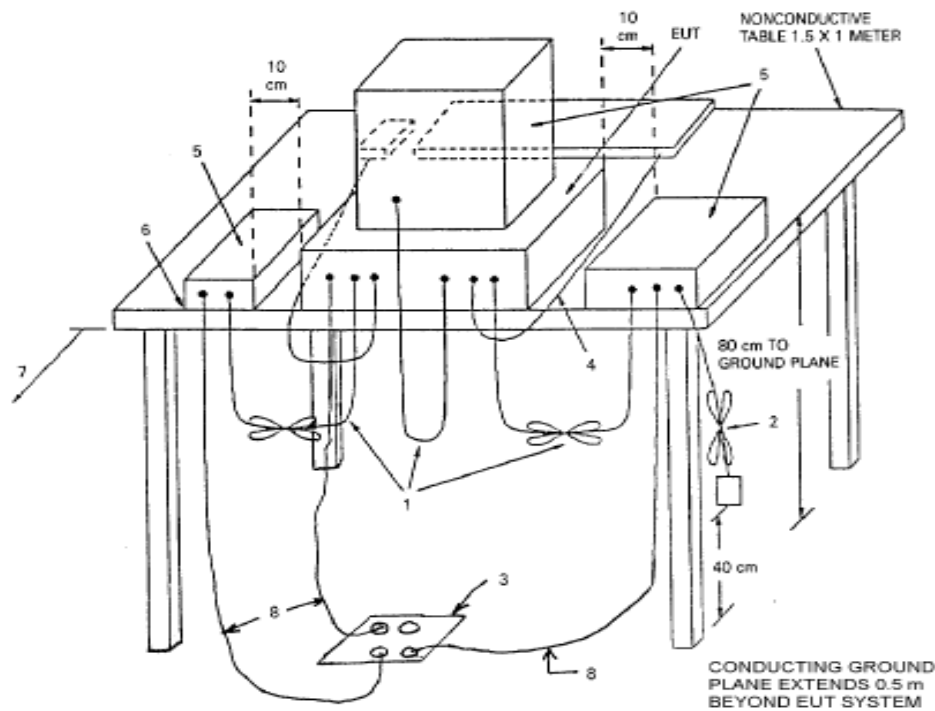
EL EBP debe ser colocado sobre una mesa no metálica de 80 cm de altura de acuerdo con 9.2.3.4, sobre el plano de tierra de referencia horizontal de acuerdo con 9.2.3.3 (véase figura 24)

**9.2.4.2 EBP de piso de [10.5.3 de \[21\]](#)**

El EBP diseñado para permanecer sobre el piso, debe colocarse sobre el plano de tierra de referencia horizontal, apoyándose sobre sus puntos de contacto normales, pero sin contacto metálico con el plano de tierra separado por un material aislante de 15 cm (véase figura 25). [10.5.3 de \[21\]](#)

**9.2.4.3 EBP combinados de piso y escritorio de [10.5.4 de \[21\]](#)**

El equipo diseñado para una operación tanto de escritorio como de piso debe ser probado únicamente en la configuración de escritorio, a menos que la instalación típica sea de piso, en cuyo caso se debe usar la configuración de 9.2.4.2 (véase figura 26). [de 10.4 de \[7\]](#)



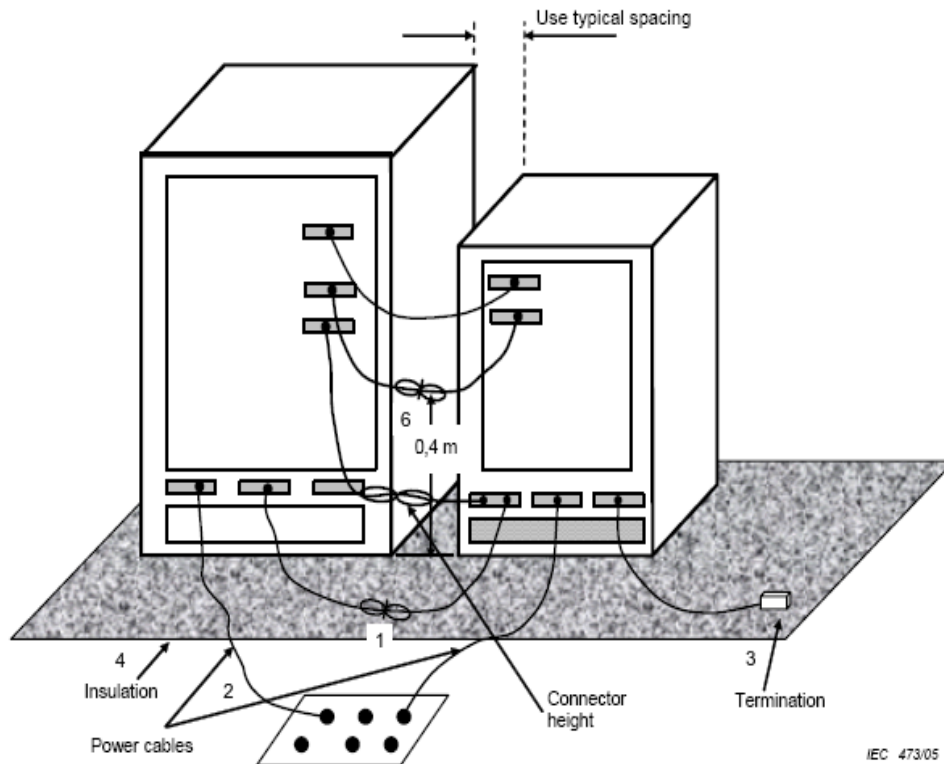
**Figura 24. Configuración de prueba para emisiones radiadas. Equipo de escritorio**  
**figura 11a de [1]**

**LEYENDA**

- 1) Los cables de interconexión que estén suspendidos a una distancia menor a 40 cm respecto al plano de tierra metálica de referencia horizontal, deberán doblarse y atarse en el centro formando un lazo de 30 a 40 cm de longitud.
- 2) Los cables de señal E/S que no estén conectados a un periférico o a un accesorio, deberán doblarse y atarse en el centro formando un lazo de 30 a 40 cm de longitud. La punta del cable, en caso de ser requerido, puede ser terminada en una impedancia adecuada. La longitud total con el cable atado no deberá exceder de 1 m (Véase 7.3).
- 3) Los cajetines de alimentación principal múltiple deben estar unidas directamente al plano de tierra metálica y al ras del mismo.

NOTA: En caso de usarse, la REIL debe ser instalada debajo del plano de tierra metálica de referencia horizontal.

- 4) Los cables de los dispositivos operados manualmente, tales como teclado, ratón (mouse), etc. deben colocarse en una posición de uso normal.
- 5) Los periféricos deben colocarse a una distancia de 10 cm entre sí excepto los apilables, los cuales se colocan directamente uno encima del otro.
- 6) Los cables de alimentación principal deben colgar hasta el suelo y posteriormente deben ser enrutados al cajetín de alimentación.

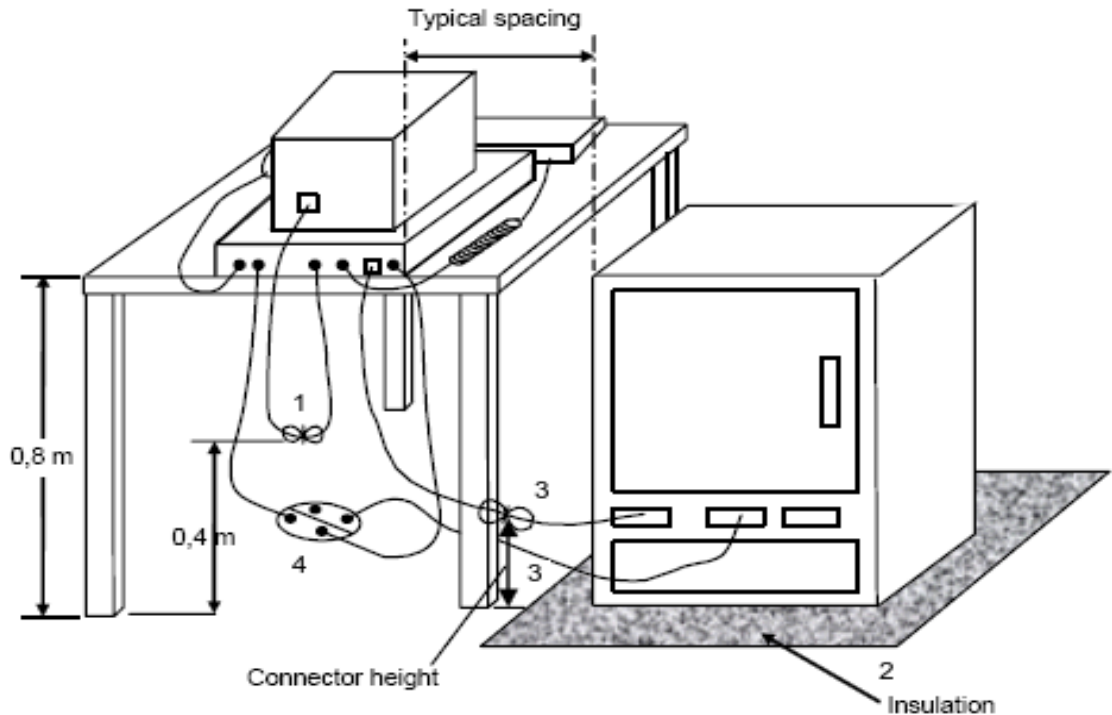


**Figura 25. Configuración de prueba para emisiones radiadas. Equipo de piso. figura 11b de [1]**

**LEYENDA**

- 1) El exceso de cables E/S deberá doblarse y atarse en el centro, y colocarse relajadamente sobre el piso. El lazo no debe exceder los 40 cm de longitud.
- 2) El exceso del cable de alimentación deberá doblarse en el centro o recortarlo a la longitud apropiada.
- 3) Los cables de señal E/S que no estén conectados a un periférico o a un accesorio, en caso de ser requerido, puede ser terminados en una impedancia adecuada.
- 4) EL EBP y los cables, de ser requerido, deberán estar aislados del plano de tierra de referencia por un material aislante que no exceda los 15 cm de espesor.
- 5) Los cajetines de alimentación múltiple de alimentación principal deben estar unidas directamente al plano de tierra metálico de referencia horizontal y al ras del mismo.
- 6) Si el cable de E/S del equipo de piso cuelga con respecto al plano de tierra, el excedente se dobla en forma de lazo dejando una separación de 40 cm entre el plano de tierra de referencia horizontal y el lazo. Si alguno de los conectores se encuentra por debajo de los 40 cm de separación respecto al plano de tierra de referencia horizontal, se coloca el lazo a la altura del conector. Se aplica el caso que presente la altura más baja

NOTA: En caso de usarse, la REIL debe ser instalada debajo del plano de tierra metálico de referencia horizontal.



IEC 475/05

**Figura 26. Configuración de prueba para emisiones radiadas. Equipos combinados**  
**figura 12 de [7]**

LEYENDA

- 1) Los cables de interconexión que estén suspendidos a una distancia menor a 40cm respecto al plano de tierra metálico de referencia horizontal, deberán doblarse y atarse en el centro formando un lazo de 30 a 40 cm de longitud.
- 2) EL EBP y los cables, de ser requerido, deberán estar aislados del plano de tierra de referencia por un material aislante que no exceda los 15 cm de espesor.
- 3) Si el cable de E/S del equipo de piso cuelga con respecto al plano de tierra, el excedente se dobla en forma de lazo dejando una separación de 40 cm entre el plano de tierra de referencia horizontal y el lazo. Si alguno de los conectores se encuentra por debajo de los 40 cm de separación respecto al plano de tierra de referencia horizontal, se coloca el lazo a la altura del conector. Se aplica el caso que presente la altura más baja.
- 4) Los cajetines de alimentación múltiple deben conectarse directamente al plano de tierra metálico de referencia horizontal y estar rasante con el mismo.

NOTA: En caso de usarse, la REIL debe ser instalada debajo del plano de tierra metálico de referencia horizontal.

- 5) Los cables de alimentación principal y los cables de señal deben colgar relajadamente hasta el suelo.

### **9.3 Métodos de medición por encima de 1 GHz de 10.6 de [21]**

La instrumentación para las mediciones deberá definirse de acuerdo a la sección 8.2 de [22]

Las antenas de medición deberán definirse de acuerdo a la sección 4.6 de [24]

El entorno de prueba deberá describirse de acuerdo a la sección 8 de [24]

El método de medición deberá especificarse de acuerdo con 7.3 de [26]

Se debe estudiar la posibilidad de incluir los detalles de los métodos de medición, indicados en las referencias presentadas en esta sección.

#### **9.3.1 Procedimiento de ensayo condicional de 6.2 de [21]**

La mayor fuente interna del EBP, está definida como la mayor frecuencia generada o utilizada dentro del EBP, o sobre la cual el EBP opera o se sintoniza.

Si la frecuencia mayor de las fuentes internas del EBP es menor a 108 MHz, la medición sólo se hará hasta 1 GHz

Si la frecuencia mayor de las fuentes internas del EBP está entre 108 MHz y 500 MHz, la medición sólo se hará hasta 2 GHz

Si la frecuencia mayor de las fuentes internas del EBP está entre 500 MHz y 1 GHz, la medición sólo se hará hasta 5 GHz

Si la frecuencia mayor de las fuentes internas del EBP es mayor a 1 GHz, la medición sólo se hará hasta 6 GHz

Se recomienda incluir las siguientes mediciones, para lo cual se requiere disponer de las normas actualizadas que detallen sus procedimientos:

- Medición en el puerto de la carcasa para equipos auxiliares en modo de soporte stand alone

- Medición en el puerto de la carcasa para equipos con antena no integrada, y medición desde el puerto de la antena (E/S) para equipos con antena integrada

- Medición en el puerto de la antena (E/S) para equipos con antena no integrada

### **9.4 Protocolo de prueba**

El desarrollo de este protocolo se realizó Tomando como base los anexos H y C de [1], anexo D de [24], y las bibliografías de [B5] a [B10]

#### **9.4.1 Configuración de la prueba**

a) El EBP deberá estar constituido por todas las partes y dispositivos que lo integran

b) El EBP deberá colocarse en una mesa no metálica de 80 cm de altura sobre el plano de tierra de referencia de acuerdo con 9.2.3.3, o sobre la placa giratoria en caso de que se incluya de acuerdo con 9.2.3.4. El entorno de prueba debe cumplir con 7.4 y 9.2.3 al 9.2.3.6. El El cableado de servicio eléctrico debe cumplir con 9.2.4

c) Si el EBP es operado con alimentación AC, conecte el cable o los cables de alimentación del EBP (y de cualquier otro accesorio) colocando relajadamente todos los cables de alimentación sobre el borde de la parte trasera de la mesa, y enrutándolos hacia la fuente de alimentación principal ubicada en el cajetín de alimentación que se debe encontrar debajo del plano de tierra de referencia, o debajo de la placa giratoria (véase figuras 19-21). No será requerido atar los cables de alimentación del EBP y sus accesorios.

d) Si el EBP es operado por medio del uso de baterías, comience la prueba con una batería nueva o una batería totalmente cargada.

e) Si el EBP está equipado sólo con una antena integrada ajustable, se deberá probar con la antena extendida a su máxima longitud. Si el EBP está equipado con terminales para la conexión de una antena externa, conecte la antena normalmente utilizada con el EBP a estos terminales, y colóquela en su orientación y ubicación típica.

f) Se recomienda que la antena receptora sea de tipo banda ancha (Ej. Bilog con rango de 30 MHz - 1000 MHz), para efectos de optimización de tiempos de medición. De otra forma se puede utilizar o un sistema combinado utilizando la de antena tipo bicónica (30 MHz - 300 MHz) y la antena tipo logoperiódica (300 - 1000 MHz).

g) Dependiendo de las dimensiones del sitio de prueba, la antena receptora deberá estar situada a 3 o a 10 m de la parte más cercana del EBP, y montada sobre un soporte de altura variable que permita mover la antena en el rango de 1 a 4 metros para ubicar el máximo nivel de emisión.

h) La antena se debe fijar tanto en la polarización vertical como en la polarización horizontal durante las mediciones, a fin de encontrar la máxima lectura de intensidad de campo.

i) El receptor de medición utilizado deberá fijarse en el rango de frecuencia de 30 MHz a 1000 MHz. El ancho de banda, deberá fijarse en 120 KHz (según el requerimiento de ancho de banda en el nivel de señal de 6 dB para este rango de frecuencia). En caso que se desee reducir el tiempo de medición, el receptor deberá fijarse en modo detector pico. En caso que se desee un análisis más detallado de la señal, el receptor se debe fijar en modo detector cuasi-pico

j) En caso de ser requerido, el EBP deberá estar configurado con una modulación apropiada la cual debe ser suministrada por un simulador o Ea, para que el EBP funcione en su estado normal de operación de acuerdo con 7.5

k) Durante las mediciones las condiciones ambientales deberán estar dentro de los siguientes rangos

- Temperatura: 10 a 40 °C
- Humedad: 10 a 90 % de la humedad relativa

Nota: Estos rangos pueden variar dependiendo del sitio de prueba, o que puedan estar especificados por el fabricante.

## **9.4.2 Mediciones**

### **9.4.2.1 Generalidades**

- a) Verifique la calibración del instrumento de medición antes de comenzar el ensayo.
- b) Verifique que todos los cables que intervienen en la prueba están interconectados correctamente a cada dispositivo.
- c) El rango de frecuencia puede ser explorado en segmentos o en su totalidad dependiendo del rango de frecuencia que maneje la antena de medición (vea el paso f de 9.4.1), y la resolución y el piso de ruido del instrumento de medición.

### **9.4.2.2 Ajustes del receptor de medición**

- a) Encienda el receptor de medición. Basado en el tipo de EBP, seleccione las líneas límite en el receptor que estén de acuerdo con la sección 9.1.1 para equipos clase B. Los detectores deberán estar configurados, de modo que la pantalla muestre los límites cuasi-pico y promedio.
- b) Fije los parámetros del display del receptor para habilitar la visualización de emisiones dentro del rango de frecuencias de la antena.
- c) Ajuste los factores de corrección de la antena dependiendo de la antena que se esté

utilizando. Estos ajustes permitirán mostrar en pantalla el valor corregido por las pérdidas. Los tipos de antena recomendados se muestran a continuación:

- Antena bicónica: de 30 MHz a 300 MHz
- Antena logo-periódica: de 300 MHz a 1 GHz
- Antena de banda ancha (Ej. Bi-Log): de 30 MHz a 1 GHz

d) Con el EBP apagado, realice un barrido en el rango de frecuencia de interés, esto le dará una buena idea del nivel de señal de ruido ambiente presente, de modo que se pueda verificar que esté a 6 dB por debajo del límite especificado.

Nota: de no cumplirse la condición de 6 dB, se debe aplicar el procedimiento de la sección 9.6

e) Para asegurar que se está midiendo el peor caso de emisión del dispositivo, realice los siguientes pasos:

- Ajuste el control de velocidad de barrido hasta obtener una visión clara en el analizador.
- Rote el EBP alrededor de sus 360° en incrementos de 45°
- En cada paso de 45° anote la amplitud de las señales más altas
- Después de realizar todo el recorrido compare los resultados de los pasos angulares para ubicar la posición de máximo nivel de emisión (peor caso)

f) Con el EBP encendido y orientado en la posición de máximo nivel de emisión, realice el barrido nuevamente en el rango de frecuencia de interés repitiendo el paso e). Las señales medidas serán la suma de la de ambiente más la del EBP. Compare estas señales con las realizadas en el paso e) y elimine los duplicados (las cuales serán las señales de ambiente).

Nota: El receptor de medición debería realizar la exploración de todas las señales cercanas al límite con los detectores pico, cuasi-pico y promedio (en caso de estar habilitados) en el rango de interés.

### 9.4.2.3 Ajustes finales

a) Active el simulador o Ea, de ser requerido por el EBP, y ajuste sus parámetros de modo que se establezca la comunicación que garantiza que el EBP está funcionando en sus condiciones normales de operación.

b) Si el EBP esta diseñado para operar en más de una frecuencia, las mediciones podrán realizarse con el EBP fijado en una o varias frecuencias especificadas en el siguiente tabla.

**Tabla 9. Frecuencias de prueba**

Rango de frecuencias sobre el cual el dispositivo opera	# de F	Ubicación en el rango de operación
Menos de 1 MHz	1	Una en el medio
De 1 a 10 MHz	2	Una cercana al borde superior y una cercana al borde inferior
Más de 10 MHz	3	Una cercana al borde superior, una en el medio y una cercana al borde inferior

c) Realice el barrido en el rango de interés, fijando la altura y la polarización de la antena en una posición, y fijando el azimut del EBP en una posición. De ser apropiado, manipule los cables del sistema para producir la señal de amplitud más alta relativa al límite. Tome nota de la amplitud y la frecuencia de la señal escogida como la más alta.



d) Rote el EBP 360° para maximizar la señal escogida como la más alta. Si se observa que esta señal u otra a diferente frecuencia, excede la amplitud de la señal escogida previamente en el paso c) por 1 dB o más, devuelva el EBP al azimut fijado en c) y repita el paso. En caso contrario, oriente el azimut del EBP hacia la posición que repita la observación de amplitud más alta y continúe con las mediciones.

e) Mueva la altura de la antena sobre todo su rango permitido para maximizar la señal escogida como la más alta. Si se observa que esta señal u otra a diferente frecuencia, excede la amplitud de la señal escogida previamente en el paso c) por 1 dB o más, con la antena fijada a esta altura repita los pasos c) y d). En caso contrario, mueva la antena hacia la altura que repite la observación de amplitud más alta y continúe con las mediciones.

f) Cambie la polaridad de la antena y realice el barrido en el rango de interés, con la altura de la antena fijada en una posición y el azimut del EBP fijado en una posición.

g) Repita los pasos del c) al e). Compare los resultados de la señal escogida como la más alta con esta polarización y la señal escogida como la más alta en la polarización anterior. Seleccione y tome nota de la más alta de las dos señales. Esta señal se determinará como la señal más alta observada con respecto al límite para este modo de operación del EBP.

h) Si la antena no es de banda ancha, sintonice el receptor de medición al siguiente segmento del espectro a ser barrido, y repita los pasos del c) al g) hasta que el rango de frecuencia de interés se haya explorado totalmente.

Nota: donde el ente regulador requiera mediciones con el EBP sintonizado a más de una frecuencia, repita los pasos del c) al h) para cada frecuencia adicional

i) De acuerdo con el paso e, el sitio de prueba para la medición final de emisiones radiadas deberá conformar los requerimientos de las secciones 9.2.3.1 y 9.2.3.4. Fije el ancho de banda y la función del detector como lo especifica el ente regulador.

j) Una vez seleccionadas las mediciones con niveles más altos respecto al límite, se verifica que estén a 10 dB por debajo del límite. En caso contrario, se debe tomar un rango más pequeño representativo para cada frecuencia a la cual se sobrepasa el margen de 10 dB, y realizar las mediciones con el detector cuasi-pico

k) Prepare el informe de prueba final. Si el EBP opera en más de una frecuencia, y si se requiere que las mediciones se realicen para más de una frecuencia de operación, el informe deberá registrar en una lista la frecuencia y la amplitud de las seis emisiones radiadas más altas relativas al límite para cada frecuencia de operación.

### **9.5 Registro de mediciones de 10.7 de [21]**

De las perturbaciones por encima de  $(L-20 \text{ dB})$ , Donde L es el nivel límite en unidades logarítmicas. Registre cuando menos, los niveles de perturbación y las frecuencias de las seis perturbaciones más altas. Registre la polarización de la antena para cada perturbación registrada.

### **9.6 Medición en presencia de señales ambientales altas Tomado de 10.6 de [7] de 10.8 de [21]**

En general las señales ambientales no deben exceder el límite. Las emanaciones radiadas del EBP en el punto de medición pueden, sin embargo, ser imposibles de medir a ciertas frecuencias, debido a los campos de ruido ambiente generados por

servicios de radiodifusión local, otros dispositivos artificiales y fuentes naturales.

Si la intensidad de campo de las señales ambientales es elevada (véase sección 7.1) a la distancia especificada, pueden utilizarse los siguientes métodos para demostrar el cumplimiento del EBP.

a) Realice las mediciones a distancias cercanas y determine el límite L2 correspondiente a la distancia cercana d2, aplicando la siguiente relación:

$$L_2 = L_1 (d_1 / d_2)$$

Donde L1 es el límite especificado en microvolts por metro ( $\mu V/m$ ) a la distancia d1 (véase 9.1.1)

Una vez calculado L2, determine las posibles condiciones de prueba de conformidad y del entorno especificadas en el capítulo 7, empleando L2 como el nuevo límite a la distancia d2

b) En la banda de frecuencias donde se excedan los valores de ruido ambiental del capítulo 7 (valores medidos superiores a los 6 dB debajo del límite), los valores de las perturbaciones del EBP pueden ser interpolados a partir de los valores adyacentes de las perturbaciones. El valor interpolado debe estar dentro de la curva, describiendo una función continua de los valores de perturbación adyacentes al ruido ambiente.

c) Otra posibilidad es utilizar el método descrito en el Anexo C de CISPR 11 referente a la medición de la perturbación por radiación electromagnética **estudiar la posibilidad de incluir este anexo**

### **9.7 Pruebas en las instalaciones del usuario Tomado de 10.7 de [7] y 10.9 de [21]**

En ciertos casos, puede ser necesario efectuar las mediciones de equipos clase A en las instalaciones del usuario. Estas mediciones deben ser hechas preferentemente en el límite de las especificaciones del usuario; si este límite es menor de 10 m, deben efectuarse mediciones a 10 m del EBP.

Esta forma de verificación de cumplimiento, es específica para el sitio de la instalación, puesto que sus características influyen en la medición. Los equipos ya probados y que cumplen con los requisitos pueden ser añadidos al sistema instalado, sin invalidar el estado de conformidad del sitio de prueba.

**ANEXO A**  
(Normativo)

**RED DE ESTABILIZACIÓN DE IMPEDANCIA DE LA LÍNEA**  
**Tomado del Anexo F de [4] Pendiente traducir**

This annex sets forth information and data concerning artificial mains networks used in the measurement of radio-frequency (RF) voltages over the frequency range 9 kHz to 100 MHz and having current carrying capabilities of up to 500 A. Included are V-networks for voltage measurements between each conductor of the supply mains and reference earth, and delta networks for voltage measurements between conductors of the supply mains (symmetrical) and between the mid-point of the conductors of the supply mains and reference earth (asymmetrical).

**F.1 General**

An artificial mains network circuit has to provide firstly the specified impedance over the working frequency range. It has to provide sufficient isolation to spurious signals in the mains supply (the spurious signals generally should be at least 10 dB below the measurement level at the measuring receiver). Also it has to prevent the mains voltage from being applied to the measuring receiver. It should have these provisions for each conductor of the mains (two-wire in single-phase and four-wire in three-phase), a switch to connect the measuring receiver to the mains conductor under measurement and to provide the correct termination to the other mains conductors. The circuits given in the following have these facilities. They are given for the case of two-wire single-phase mains. The extension to four-wire three-phase use is simply done.

**F.2 An example of the 50 Ω/50 μH + 5 Ω artificial mains V-network**

Figure 23 shows a suitable circuit with the component values listed in table F.1. L1, C1, R1, R4 and R5 define the impedance; L2, C2 and R2 provide the isolation to spurious mains signals and mains impedance variations, and C3 decouples the measuring receiver from mains voltage. It may be constructed for use with currents up to 100 A.

**Table F.1 – Component values of 50 Ω /50 μH + 5 Ω network**

Component	Value
R1	5 Ω
R2	10 Ω
R3	1 000 Ω
R4	50 Ω
R5	50 Ω (input impedance the measuring receiver)
C1	8 μF
C2	4 μF
C3	0,25 μF
L1	50 μH
L2	250 μH

At the lowest frequencies of the range 9 kHz to 150 kHz, the 0,25  $\mu\text{F}$  capacitance of C3 does not have a negligible impedance. Unless otherwise specified, it will be necessary to make a correction for this impedance.

Since C1 and C2 have high capacitances, for safety reasons the network case should either be solidly bonded to reference earth or a mains isolating transformer should be used.

The inductance L2 should have a Q-factor not less than 10 over the 9 kHz to 150 kHz frequency range. In practice, it is advantageous to use inductors coupled in series opposition in the live and neutral lines (common-core choke).

Clause F.7 describes a suitable construction for the inductor L1. For equipment requiring currents greater than 25 A, difficulties may be encountered in the construction of L2. In this case the isolating section L2, C2 and R2 may be omitted. The effects will be that the impedance of the network at frequencies below 150 kHz may be outside the tolerance specified in 11.2, and the isolation of mains noise may not be sufficient.

This circuit may also satisfy the requirements of the 50  $\Omega$ /50  $\mu\text{H}$  artificial mains V-network specified in 5.1.3.

### F.3 An example of the 50 $\Omega$ /50 $\mu\text{H}$ artificial mains V-network

Figure 24 shows the circuit with the components values as listed in the table F.2. L1, C1, R2, R3 and R4 define the impedance. Unlike the previous example, there is no isolating section since the circuit is able to meet the impedance specification. However, in cases of high ambient mains noise a filter is required to reduce the spurious signal level. This network may be constructed for use with currents up to 100 A.

**Table F.2 – Component values of 50  $\Omega$ /50  $\mu\text{H}$  network**

Component	Value
R1	1 000 $\Omega$
R2	50 $\Omega$
R3	0 $\Omega$
R4	50 $\Omega$ (input impedance of the measuring receiver)
R5	0 $\Omega$
C1	1 $\mu\text{F}$
C2	0,1 $\mu\text{F}$
L1	50 $\mu\text{H}$

Since C1 has a high capacitance, for safety reasons the network case shall either be solidly bonded to reference earth or a mains isolating transformer shall be used.

Clause F.7 describes a suitable construction for the inductor L1.

### F.4 Examples of the 50 $\Omega$ /5 $\mu\text{H}$ + 1 $\Omega$ artificial mains V-network

The circuit of figure 24 with the component values given in the table F.3 is suitable for frequencies 150 kHz to 30 MHz, and currents up to 400 A.

**Table F.3 – Component values of 50 Ω /5 μH + 1 Ω network**

Component	Value
R1	1 000 Ω
R2	50 Ω
R3	0 Ω
R4	50 Ω (input impedance of the measuring receiver)
R5	1 Ω
C1	2 μF (minimum)
C2	0,1 μF
L1	5 μH

Calculations give the following network performance. Values in brackets are based on the resistance values in brackets.

Attenuation:                      Symmetrical 20 (20) dB  
    Asymmetrical 20 (19,9) dB

Network impedance:            Symmetrical 150 (150) Ω  
    Asymmetrical 150 (148) Ω

## **F.7 An example of a design for an artificial mains network with a 50 μH inductor**

### **F.7.1 The inductor**

The solenoidal winding of the inductor shown in figure 27 consists of 35 turns of a single layer of 6 mm diameter copper wire with an 8 mm pitch wound on a coil former of an insulating material. Its inductance is greater than 50 μH outside the metal case and 50 μH inside the metal case.

The diameter of the inductor is 130 mm. In order to improve the electrodynamic stability of the winding, a 3 mm deep spiral groove is made in the coil former, and the wire is laid in this groove.

The higher frequency characteristics of the inductor are improved by sectionalizing the winding. Alternate sections, each of 4 turns, are each shunted by a 430 Ω resistor. These act to suppress internal resonances in the inductor, which otherwise would cause the input impedance to deviate from the specified value at certain frequencies.

### **F.7.2 The case of the inductor**

The inductor and the other components of the network are mounted on a metal frame which is then closed by metal lids. The bottom and side lids are perforated in order to improve the heat dissipation. The dimensions of the case are 360 x 300 x 180 mm. Figure 28 shows a general view.

NOTE It is recommended that the load-end terminals of the network be located as near as possible to a corner of that end of the case, so that two or more networks may be assembled with short leads from these terminals to the socket to be used for attachment of the equipment under test.

### **F.7.3 Isolation of the inductor**

Figure 29 shows the attenuation to signals on the mains supply when the inductor is used in the circuit of figure 23 but without the isolation section L2, C2, and R2. The attenuation is determined as that between the supply mains terminal and the radio disturbance measuring apparatus terminal. In the case of curve 1, the internal impedance of the signal generator at the mains terminal is 50  $\Omega$  resistive. In curve 2, the internal impedance of the generator is varied in accordance with the nominal value of the magnitude of input impedance of the artificial mains network as given in figure 29.

### **F.8 Measurement of the voltage division factor of an artificial mains V-network**

The voltage division factor may be determined using a test set-up as given by figures F.1a and F.1b for each test configuration of a V-network. It shall be measured on each line with each internal connection (e.g. with manual or remote switching configurations) using a network analyzer or using a signal generator and a measuring receiver or an RF-voltmeter with a high impedance (low capacitance) probe. All lines of the EUT port which are not connected to the RF port shall be terminated with 50  $\Omega$ .

Since the EUT port presents a frequency-dependant input impedance, the network analyzer needs to be normalized, using the measured voltage level at the EUT port.

If a signal generator and an RF-voltmeter with a high-impedance probe are used, the EUT port is fed via a 50  $\Omega$  pad and the RF port is terminated with a 50  $\Omega$  load while determining the voltage division factor by two subsequent measurements on the EUT and RF ports.

The construction of the adaptor used at the EUT port is critical for the calibration. The connections must provide low impedance and the T-connector must be placed as close as possible to the EUT port and earth terminals. The 10 dB pads are used to provide exact 50  $\Omega$  source and load impedances for accurate measurements.

Each line of the mains port shall be terminated with 50  $\Omega$  relative to the chassis. For a 150  $\Omega$  V-network the voltage division between the EUT port and the measuring receiver port, i.e. 150  $\Omega$ /50  $\mu$ H, must be taken into consideration.

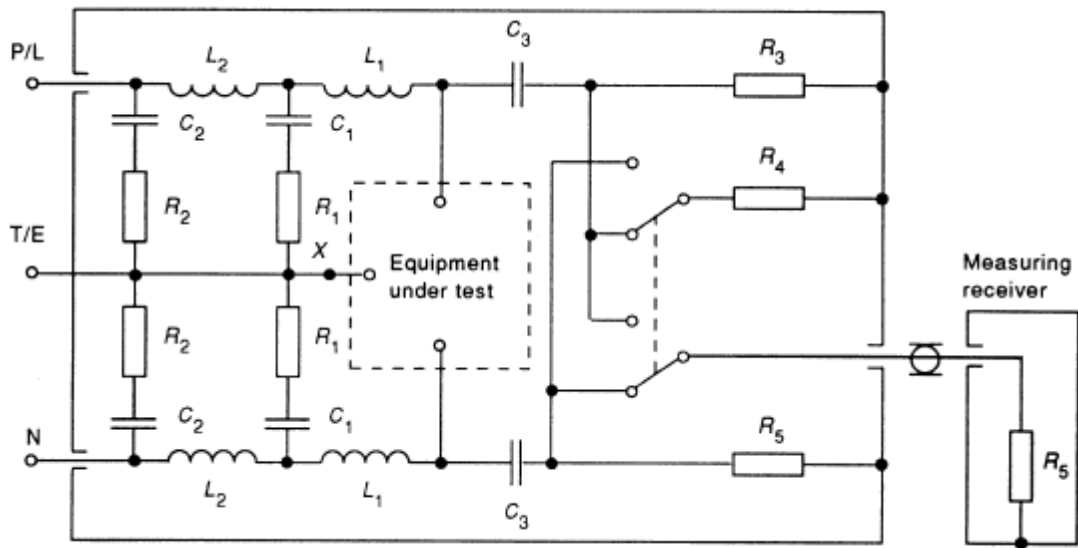


Figure 23 – Example of artificial mains  $50 \Omega // (50 \mu\text{H} + 5 \Omega)$   $\pi$ -network (see 5.1.2 and clause F.2) (for discussion of X see 5.1.9)

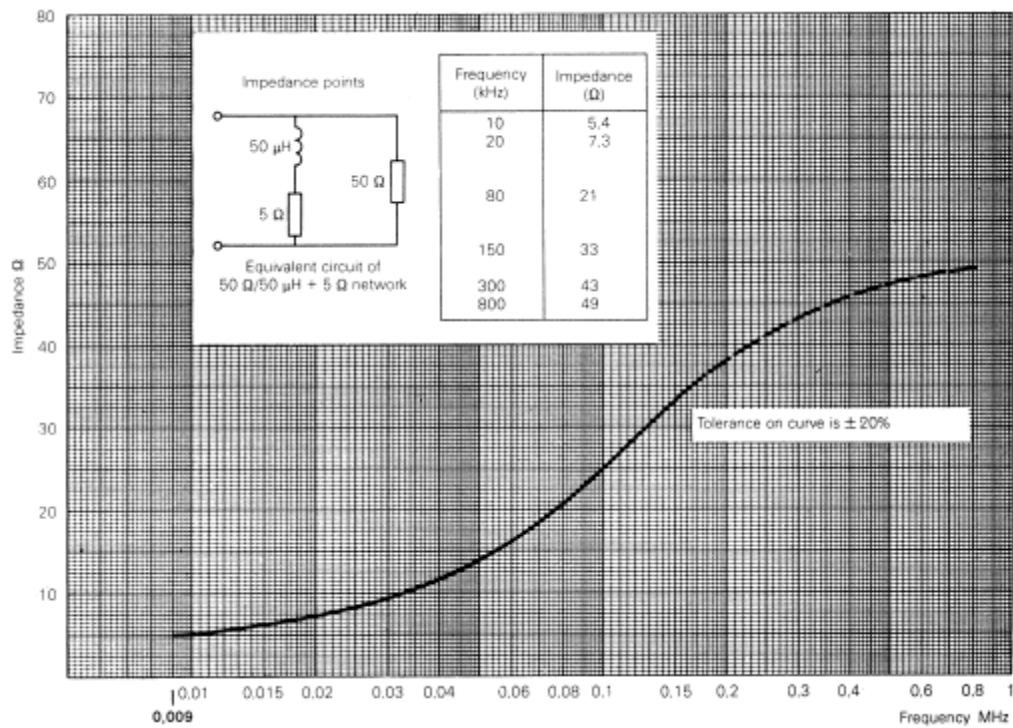


Figure 7a – Impedance of artificial mains network for band A (see 5.1.2)



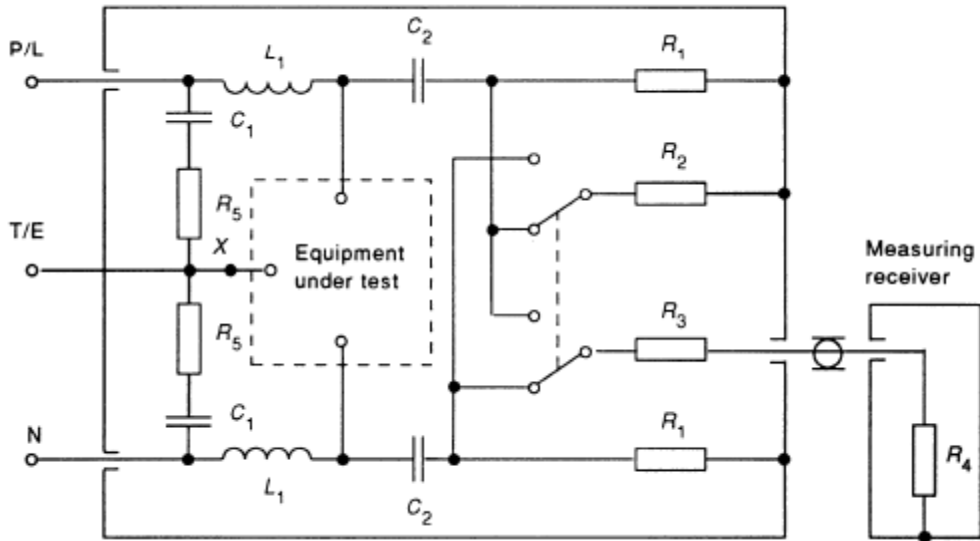


Figure 24 – Example of artificial mains V-networks,  $50 \Omega$ / $50 \mu\text{H}$ ,  $50 \Omega$ / $5 \text{ nH} + 1 \text{ pF}$  or  $150 \Omega$  (see 5.1.3, 5.1.4, 5.1.5 and clauses F.3, F.4 and F.5, respectively) (for discussion of X see 5.1.9)

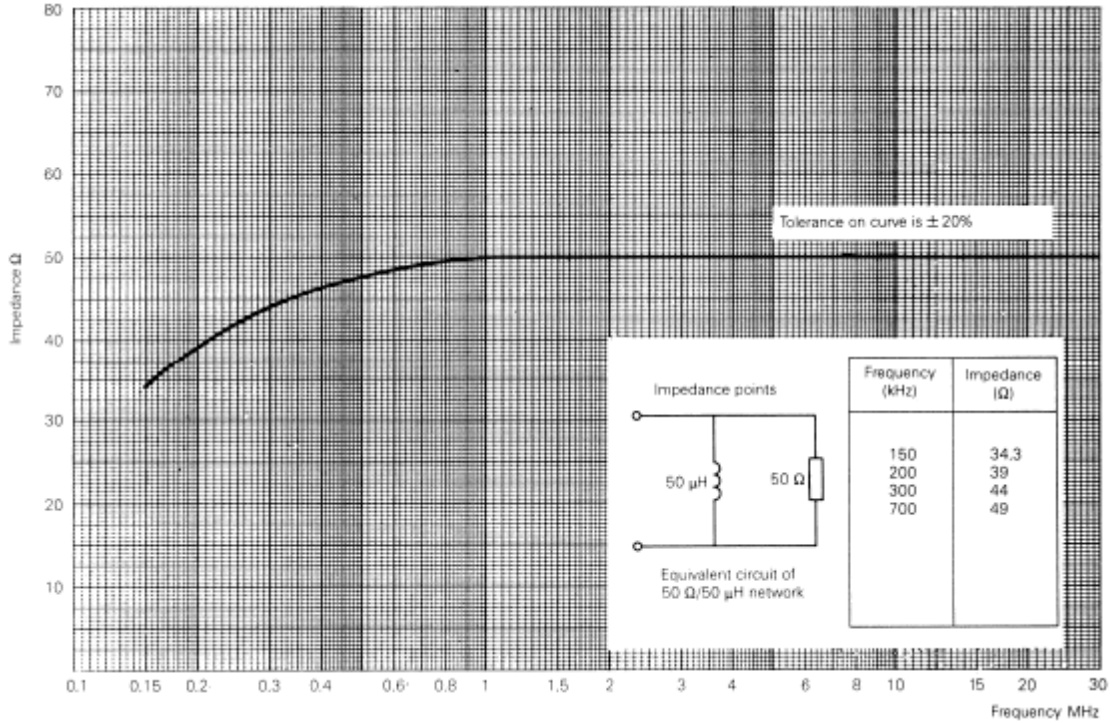


Figure 7b – Impedance of artificial mains network for band B (see 5.1.3)

## **ANEXO B**

(informativo)

### **SONDAS DE CORRIENTE Y DE VOLTAJE**

(Tomado de la Sección 5.2 y Anexo I de [4])

Dado que este anexo se esta incluyen una sección de la Norma se debe estudiar si se separa la información a objeto de establecer cual parte de la información es normativa y cual informativa.

#### **Sección 5.2 de [4]**

##### **5.2.1 Current probes**

The asymmetrical disturbance currents of cables can be measured, without making direct conductive contact with the source conductor and without modification of its circuit, by use of specially developed clamp-on current transformers. The utility of this method is self-evident; complex wiring systems, electronic circuits, etc., may be measured without interruption of the normal operation or configuration. The current probe is constructed so that it may be conveniently clamped around the conductor to be measured. The conductor represents a one-turn primary winding. The secondary winding is contained within the current probe.

Current probes can be constructed for measurements in the frequency range 30 Hz to 1000 Mhz, although the primary measurement range is 30 Hz to 100 MHz. Beyond 100 MHz the standing currents in conventional power systems require that the current probe location be optimized for detection of the maximum current. Current probes are designed to provide a flat frequency response over a passband. At frequencies below this flat passband accurate measurements can still be made but with decreased sensitivity due to reduced transfer impedances. At frequencies above the flat passband measurements are not accurate due to resonances in the current probe.

With an additional shielding structure, a current probe may be used to measure either the asymmetrical (common mode) or symmetrical (differential mode) current. Clause I.5 of annex I contains some construction details.

##### **5.2.1.1 Construction**

The current probe shall be constructed so as to enable the measurement of the current without disconnecting the lead under measurement.

Annex I contains some typical constructions of current probes.

### 5.2.1.2 Characteristics

Insertion impedance	1 $\Omega$ impedance maximum
Transfer impedance*	0,1 to 5 $\Omega$ in the flat linear range; 0,001 to 0,1 $\Omega$ below the flat linear range (current probe terminated into 50 $\Omega$ )
Added shunt capacitance	Less than 25 pF between the current probe housing and measured conductor
Frequency response	Transfer impedance is calibrated over a specified frequency range; the range of individual probes is typically 100 kHz to 100 MHz, 100 MHz to 300 MHz, and 200 MHz to 1 000 MHz
Pulse response	Under consideration
Magnetic saturation	The maximum d.c. or a.c. mains current in the primary lead for a measurement error less than 1 dB shall be specified
Transfer impedance tolerance	Under consideration
Influence of external magnetic fields	40 dB reduction in indication when a current carrying conductor is removed from the current probe opening to a position adjacent to the probe
Influence of electric fields	Not susceptible to fields <10 V/m
Influence of orientation	Less than 1 dB up to 30 MHz and 2,5 dB from 30 MHz to 1 000 MHz, when used on a conductor of any size placed anywhere inside the aperture
Current probe opening	At least 15 mm

### 5.2.2 Voltage probe

Figure 10 shows a circuit which is used to make voltage measurements between a mains conductor and reference ground. The probe consists of a blocking capacitor  $C$  and a resistor such that the total resistance between line and earth is 1 500  $\Omega$ . The probe may also be used to make measurements on other lines and for certain applications its impedance may need to be increased to avoid excessive loading of high impedance circuits. An inductor may have to be connected across the input of the measuring apparatus, for safety reasons; its inductive reactive,  $X_c$ , to be much greater than  $R$ .

The insertion loss of voltage probes shall be calibrated in a 50  $\Omega$  system over the frequency range of 9 kHz to 30 MHz. The effect on the accuracy of measurement of any device which may be used for protection should either be less than 1 dB or be allowed for in calibration.

Care shall be taken to ensure that the level of interference is accurately measured in the presence of the ambient noise to make the measurement meaningful.

The loop formed by the lead connected to the probe, the mains conductor tested and reference ground should be minimized to reduce the effects of any strong magnetic fields.

## Anexo I de [4]

### I.1 Physical and electrical considerations for current probes

The physical size of the current probe is a function of the maximum cable size to be measured, the maximum power current flowing in the cable, and the range of signal frequencies to be measured.

The current probe is usually of toroidal shape with the conductor to be measured placed within the centre opening of the toroid. Existing requirements and manufacturers'

specifications show that the centre opening may vary from 2 mm to 30 cm in diameter. The secondary winding is placed on the toroid in such a manner as to facilitate the clamp-on function of the probe. The toroidal core and winding is enclosed with a shield to prevent electrostatic pick-up. The shield has a gap to prevent it from being a shorted turn on the transformer.

Typical current probes for disturbance measurements use seven to eight secondary turns. This number of turns is an optimized turns-ratio to ensure a maximized flat frequency range and an insertion impedance of 1 Ω or less. For frequencies below 100 kHz laminated silicon steel cores are used. Ferrite cores are used between 100 kHz to 400 MHz and air cores are used between 200 MHz to 1 000 MHz with a balanced coil to unbalanced 50 Ω output transformer. Figure 30 shows the configuration of a typical current probe.

The current probe is generally used as a pick-up device for disturbance measurements. Therefore, it is designed to transfer the disturbance current to a voltage which can be detected by the meter. The sensitivity of the current probe may be expressed conveniently in terms of transfer impedance. Transfer impedance is defined as the ratio of secondary voltage (generally across a 50 Ω resistive load) to the primary current. The transfer admittance is sometimes used instead.

Overall sensitivity of the current probe and disturbance receiver is also a function of the receiver sensitivity. Minimum detectable disturbance current in a conductor is the ratio of receiver sensitivity (V) to current probe transfer impedance (Ω). For instance, if a one microvolt (1 μV) receiver and a current probe with a transfer impedance of 10 Ω are used, then the minimum measurable disturbance current is 0,1 μA. However, if a 10 μV receiver and a current probe with a transfer impedance of 1 Ω are used, then the minimum measurable current is 10 μA. To obtain maximum sensitivity, the transfer impedance should be as high as possible.

The transfer impedance Z<sub>T</sub> is often expressed in terms of decibels (dB) above 1 Ω. This is a convenient unit in reference to the more general disturbance units of decibels above 1 μV or 1 μA (Z<sub>T</sub> in terms of decibels above 1 Ω is taken as 20 log Z<sub>T</sub>).

## I.2 Equivalent electrical circuit of current probe

The current probe may be represented by an exact equivalent circuit from general transformer theory. It is not necessary to repeat the circuit here since it is shown in many standard textbooks\*. After considerable simplification of the exact circuit and derived equations, the following equations for the transfer impedance result:

Revisar las expresiones de las ecuaciones en la norma

High-frequency case:  $Z_T =$

$$\frac{M}{L R 2LC / (L)^2 + (-1)^2 1^2}$$

Mid-frequency case:  $Z_T = MRL/L$  when ( $\omega^2 LC = 1$ )

Low frequency case:  $Z_T =$

$$\frac{M}{(L/RL) + 1} \cdot 1/2$$

where

$Z_T$  is the transfer impedance;  
 $M$  is the mutual inductance between primary and secondary windings;  
 $L$  is the inductance of secondary winding;  
 $R_L$  is the load impedance of secondary (usually 50  $\Omega$ );  
 $C$  is the distributed capacitance of secondary;  
 $\omega$  is the angular frequency in radian/second.

The following conclusions result from these equations:

- 1) The maximum transfer impedance at mid-frequency, for a constant load impedance, is directly proportional to the ratio of mutual inductance to secondary inductance ( $R_L$  being constant).
- 2) The high-frequency half-power point occurs when the reactance of the secondary distributed capacitance is equal to the load resistance.

### **1.3 Deleterious effects of current probe measurements**

The current probe is essentially a toroidal transformer and therefore reflects the secondary impedance into the primary. For an 8-turn secondary winding and a 50  $\Omega$  load, typically the insertion impedance is approximately 1  $\Omega$ . As long as the combination of source and load impedances of the circuit to be measured is greater than 1  $\Omega$  the application of the current probe will not greatly alter the primary current flow. However, if the sum of the circuit source and load impedances is less than the insertion impedance, the application of the current probe may alter the primary current considerably.

One intended current probe application is the measurement of disturbance current on primary power lines which may carry up to 300 A of d.c. or 100 A of a.c. The current probe may also be used in the vicinity of devices which generate strong external magnetic fields. The current probe transfer impedance shall not be altered by these power currents or flux densities.

Therefore, the magnetic circuit shall be designed so that it will not saturate. Since the a.c. power currents may be in the frequency range of 20 Hz to 15 kHz, the current probe output at these power frequencies may damage the input circuit of the associated receiver. A possible solution is the insertion of power-frequency rejection filters between the current probe and the receiver. Figure 31 shows a high-pass filter with 9 kHz cut-off frequency.

### **1.4 Typical frequency response characteristics of current probes**

Figure 32 shows the typical frequency response characteristics of current probes, with flat passbands of: a) 100 kHz to 100 MHz; b) 30 MHz to 300 MHz; and c) 200 MHz to 1 000 MHz.

### **1.5 A shielding structure for use with current probes**

A current probe with the addition of a conductive (e.g., copper, brass, etc.) shielding structure may be used to measure either asymmetric (common mode) or symmetric (differential mode) disturbance current. The method is usable from 100 kHz to 20 MHz. The essential feature of this method is a modified RF current probe combined with a high-pass filter. The purpose of the high-pass filter is to enhance the rejection of the power frequency current in the output of the current probe. The test arrangement is described in part 2 of CISPR 16.

#### **1.5.1 Theoretical model**

The set-up for current measurement using the artificial mains network is shown in figure 33a. The components of the disturbance currents are:

- $I_1$  current in the live mains conductor
- $I_2$  current in the neutral mains conductor

IC asymmetric current

ID symmetric current

NOTE The phase angle between  $I_1$  and  $I_2$  is assumed zero. This is the case for leads of less than 1 m and frequencies below 30 Mhz.

It can be seen from figures 33a and 33b that the currents have the following relations:

$$I_1 = I_C + I_D$$

$$I_2 = I_C - I_D$$

$$2 I_C = I_1 + I_2$$

$$I_D = I_1 - I_2$$

Thus a current probe clamped around the conductors so that  $I_1$  and  $I_2$  would add gives an output due solely to the asymmetrical current; whereas, subtraction of the currents would yield an output related only to the symmetrical current. A 6 dB correction of the measured value only for the asymmetrical current is required due to the factor of 2 in the equation for the asymmetrical current (see figure 33b).

### **1.5.2 Construction of the shielding structure**

The additional shield required is shown in figure 34. The dimensions shown are for a current probe with a centre core of 51 mm diameter. For other sizes of current probes the dimensions are scaled accordingly.

This structure serves to position the unshielded conductors in the current probe and to provide additional shielding from any external linkage when the output is grounded at one end. Insulated (0,75 mm<sup>2</sup>), stranded wire is passed through the hole and fitted at each end with terminals to accept the shielded leads from the mains network and to the equipment under test. The diameter of the center of the shield is the built-up with insulating tape so that the wires are firmly held in the slots and so that this portion of the assembly fits snugly in the current probe when it is closed.

The shield is positioned in the current probe such that the plane of the leads is perpendicular to the plane of the gaps in the core halves of the probe. It is important to ensure that the shielding structure as shown in figure 34 is insulated from the current probe housing so that the gap in the housing is not shorted.

### **1.5.3 High-pass filter**

A high-pass filter, if needed, is inserted between the output of the current probe and the measuring receiver. This filter may be part of the measuring receiver. (See figures 31 and 33b).

### **1.6 Calibration of current probes**

Calibration of current probes may be done by a jig which is made of two halves of a coaxial adapter. When assembled with the current probe in place, it forms a coaxial line the outer conductor of which encloses the current probe and the inner conductor passes through the probe aperture (see figure 38).

The equivalent calibration circuit is shown in figure 35. When the coaxial line is well matched the current  $I_P$  through the inner conductor may be calculated from a measurement of the voltage  $V_1$  on the line. The body, if metal, or shield of the probe should be taken into account in the design of the jig to achieve a good coaxial line. If the voltage output of the current probe is  $V_2$  the transfer admittance may be calculated using the following formula:

$$k = V1 - V2 - 34$$

where

$k$  is the transfer admittance in dB(S);

$V1$  is the RF voltage on the coaxial line in dB( $\mu$ V);

$V2$  is the RF output voltage of the probe in dB( $\mu$ V);

the factor 34 is related to the 50  $\Omega$  load impedance.

The transfer admittance  $k$  is used to calculate the value of the measured current  $I_p$  by the formula:

$$I_p = V2 + k$$

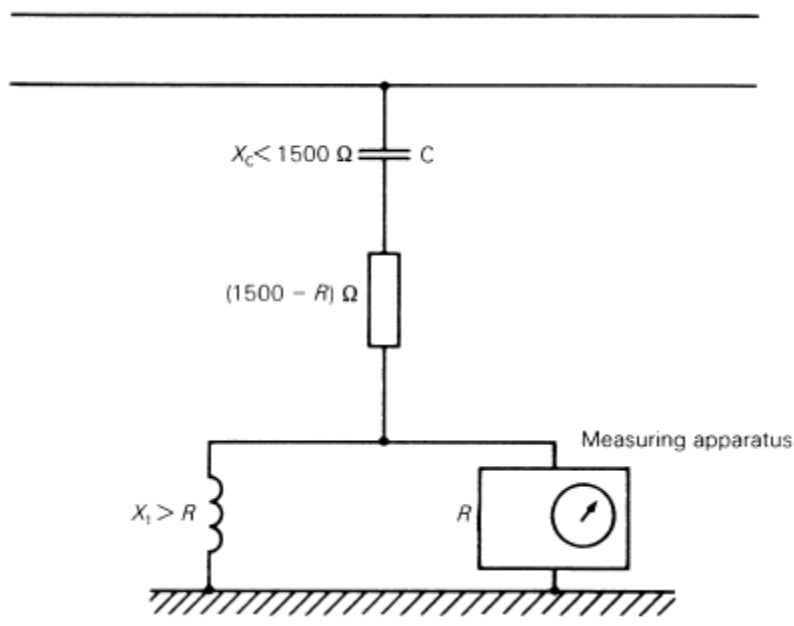
where

$I_p$  is in dB( $\mu$ A), and

$V2$  is in dB( $\mu$ V)

$k$  is in dB(s)

Figure 36 shows a typical calibration result, figure 37 shows the return loss and figure 38 shows picture of the coaxial adapter jig.



NOTE  $V = R / 1500$

where

$V$  is the disturbing voltage

$U$  is the voltage at the input of the measuring apparatus

**Figure 10 – Circuit for RF voltage measurement on supply mains (see 5.2.2)**

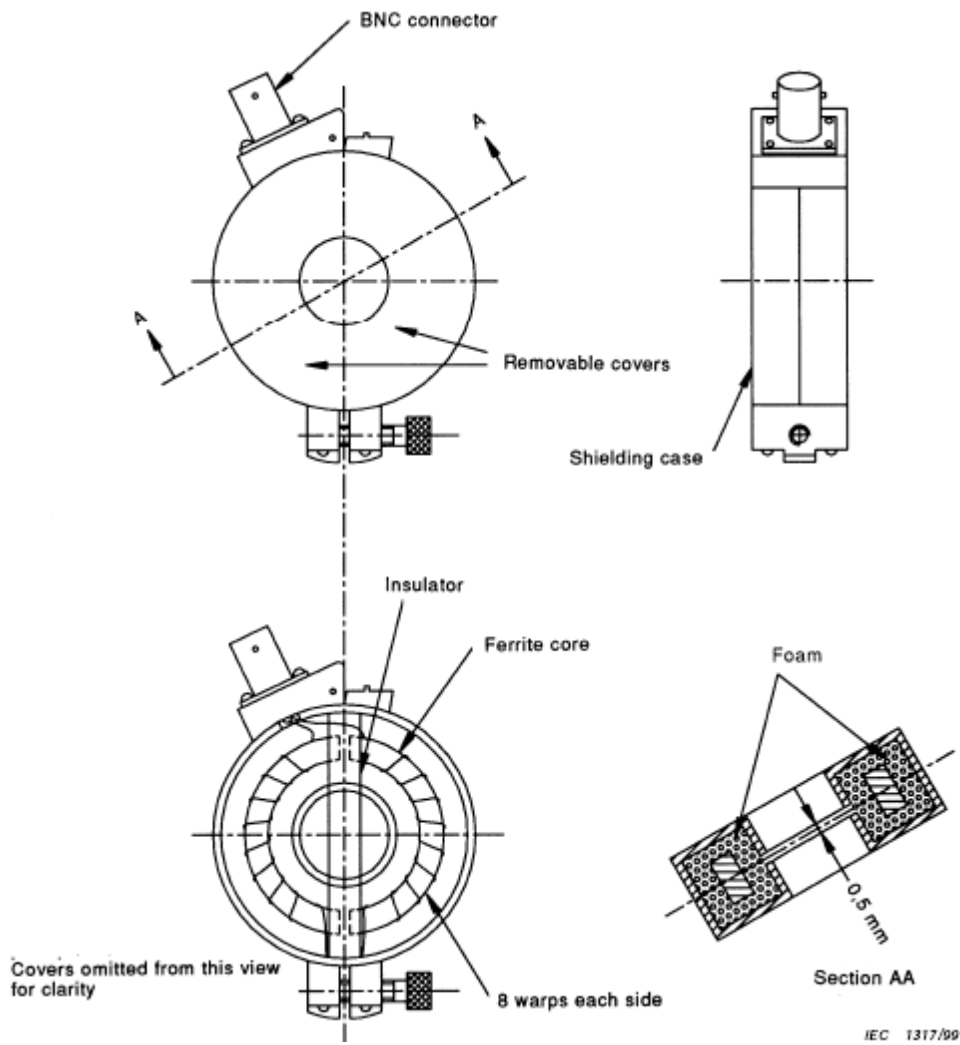


Figure 30 – Typical current probe configuration (see clause I.1)

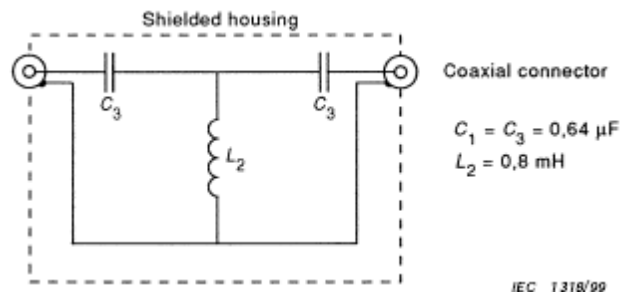


Figure 31 – High-pass filter with cut-off frequency of 9 kHz (see clause I.3 and I.5.3)



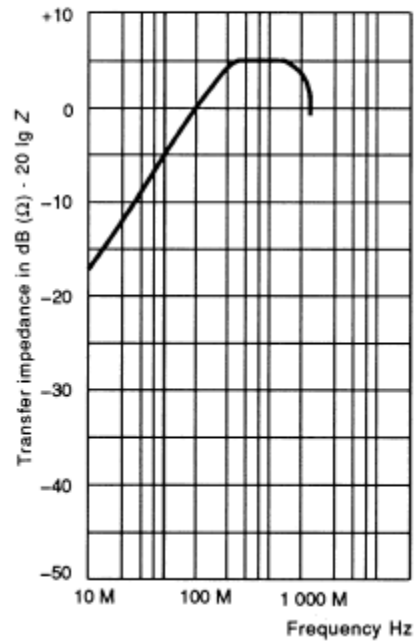
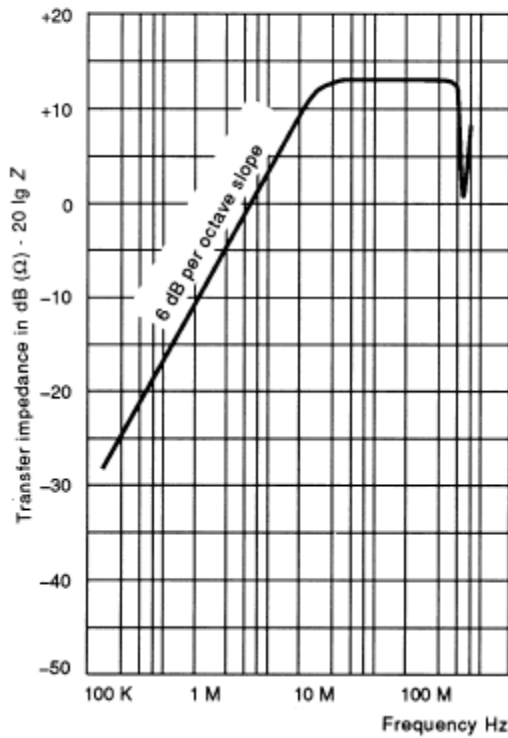
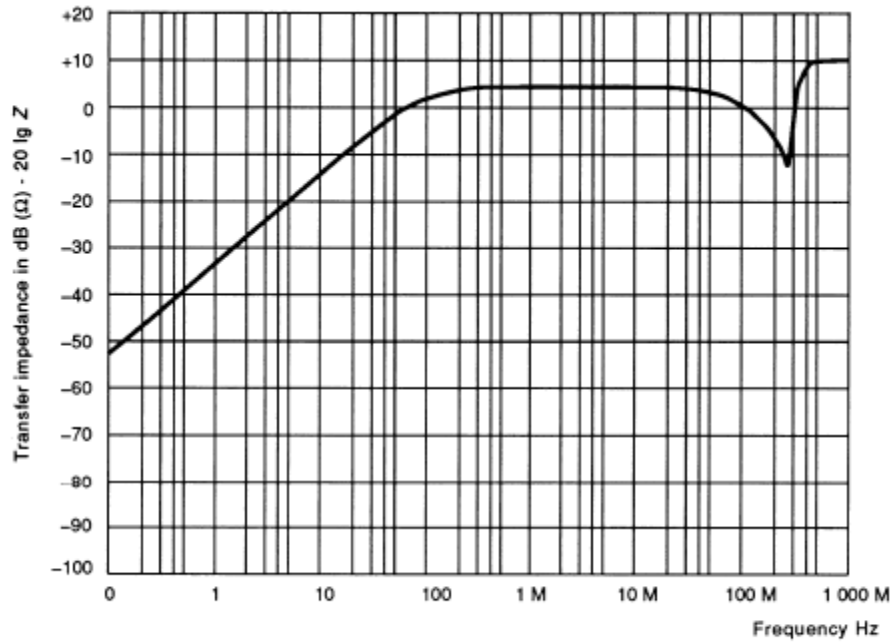


Figure 32 – Transfer impedance of typical current probes (see clause I.4

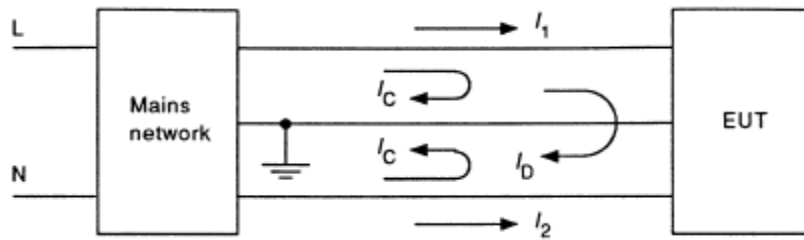


Figure 33a – CISPR test circuit with interference currents (see I.5.1)

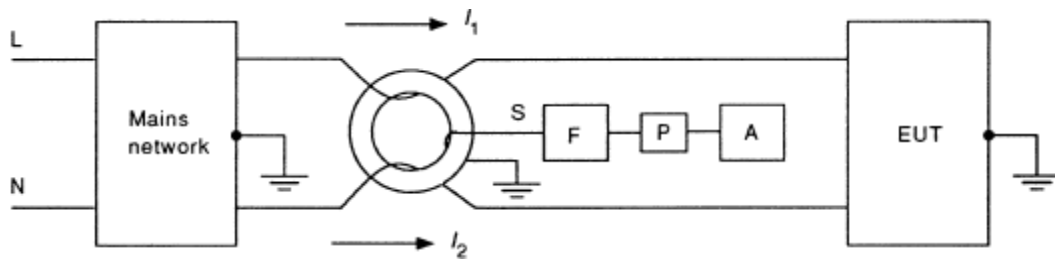


Figure 33b – Test circuit which differentiates common (asymmetrical mode and differential (symmetrical) mode noise (see I.5.1)

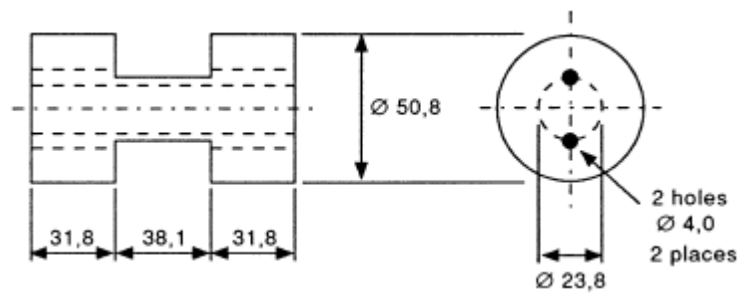


Figure 34 – Shield configuration used with current transformer (see I.5.2) (The material should be highly conductive, e.g. copper or brass)

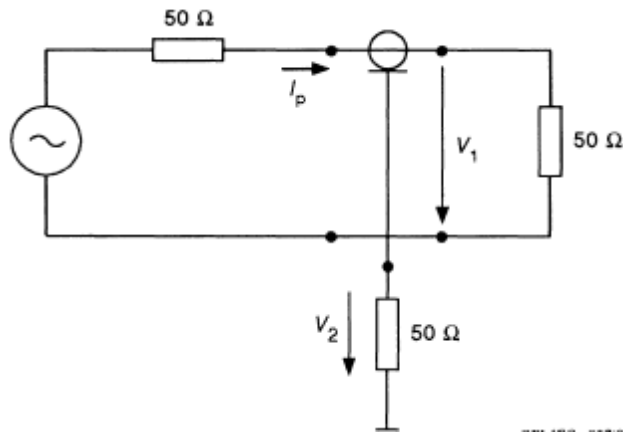


Figure 35 – Schematic diagram of circuit with coaxial adapter and current probe (see clause I.6)

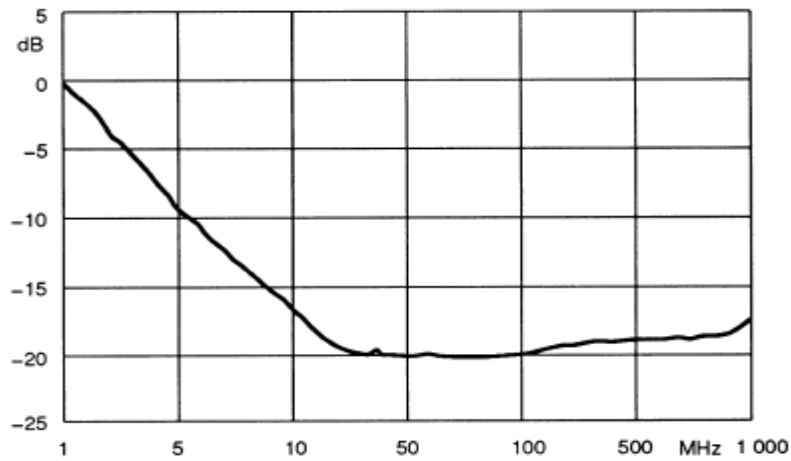
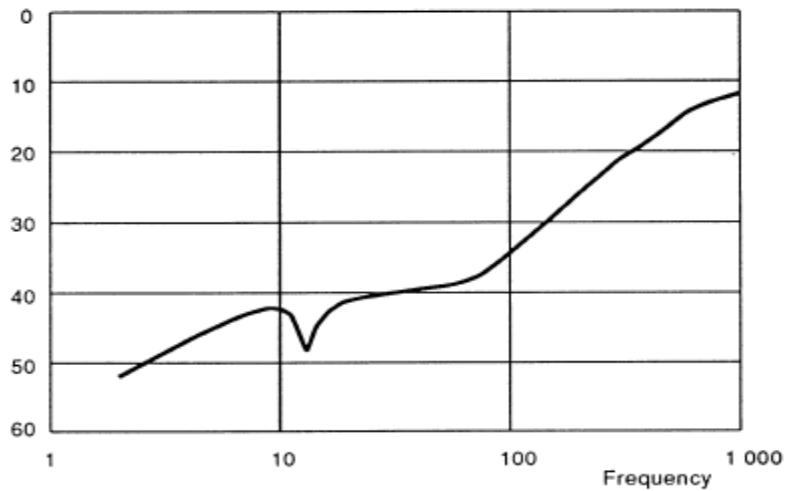


Figure 36 – Current probe factor k as a function of frequency (see clause I.6)



Return loss of the coaxial adapter (see below) terminated with  $50 \Omega$  and with the current probe inside. The current probe is also terminated with  $50 \Omega$

## ANEXO C

(Informativo)

### PARÁMETROS DE LAS SEÑALES EN LOS PUERTOS DE TELECOMUNICACIONES

(Tomado del Anexo E [7])

#### E.1 Generalidades

En esta norma no están definidos los límites para los niveles de corriente o de tensión de señal diferencial.

Sin embargo, los niveles máximos de señal que pueden estar presentes en los puertos de telecomunicaciones en modo diferencial dependen de, y están limitados por, el balance eléctrico o la pérdida por conversión longitudinal (PCL) de los puertos de telecomunicaciones y los cables o redes a los que vayan a ser conectados, si las señales deseadas no aparecen como perturbaciones indeseables a través de la impedancia en modo común a tierra.

La PCL de un puerto de señal, cable o red, provoca una parte de cualquier señal diferencial en ese puerto, cable o red, para ser convertida a perturbaciones en modo común para los cuales esta norma tiene límites definidos. Las perturbaciones en modo común (también denominadas perturbaciones de modo antena, ya que son una fuente de perturbación radiada en el ambiente) deben limitarse, si es necesario minimizar las interferencias causadas en la recepción de señales radioeléctricas de cualquier tipo. Las perturbaciones en modo común creadas en un puerto de señal nominalmente balanceado o en un medio de transmisión, por ejemplo un par trenzado de cobre, deben ser controladas y limitadas aunque el puerto o el medio estén o no provistos con un blindaje total. Si se utiliza un medio blindado, las deficiencias en el mismo blindaje así como en los conectores blindados - que quizá pueden llevar a discontinuidades eléctricas significativas -, permitirán que una porción de las perturbaciones en modo común creadas en el ambiente blindado aparezca fuera del blindaje.

Los valores en el caso más desfavorable para el balance y la PCL mencionados en muchas especificaciones de red, están basadas en las señales de transmisión deseada y en el desempeño de la diafonía (crosstalk) de las redes y no necesariamente tienen relación en el control de las perturbaciones en modo común consideradas en esta norma.

Para asegurar que las especificaciones de la capa física en redes de telecomunicaciones no lleven inadvertidamente a la generación de perturbaciones electromagnéticas indeseables, es indispensable que las implicaciones de las especificaciones de compatibilidad electromagnética (CEM) para algunos parámetros críticos sean considerados por anticipado en el desarrollo de las normas para redes.

Para obtener la CEM de las redes de telecomunicaciones que emplean medios de par trenzado de cobre, los parámetros más importantes a considerar son:

- los niveles especificados para las señales eléctricas deseadas de modo transversal o en modo diferencial;

- las características espectrales de los códigos de línea especificados para las señales diferenciales deseadas;
- el diseño del protocolo de las señales diferenciales deseadas;
- el balance eléctrico esperado o la PCL del medio físico de cobre, *in situ*, donde las señales eléctricas deseadas van a ser conducidas;
- el balance eléctrico o la PCL de los puertos de señal de telecomunicaciones de las unidades de conexión del medio que será conectado a los medios físicos;
- las impedancias de los modos diferencial y común esperadas de los medios físicos en el que las señales diferenciales deseadas serán conducidas;
- las impedancias del modo común o diferencial especificadas en los puertos de señales de telecomunicaciones de las unidades de conexión en las cuales aparecerán las señales diferenciales deseadas;
- la eficacia del blindaje esperada en conectores y blindajes, si se utilizan medios blindados.

La influencia de los niveles absolutos de las señales diferenciales deseadas en los niveles de perturbación en modo común resultantes necesitan poca elaboración. En ausencia de señales no lineales, los niveles de perturbaciones en modo común resultantes de la conversión del modo diferencial al modo común, por desbalance eléctrico en los puertos de telecomunicaciones o en los medios físicos, son directamente proporcionales a los niveles de las señales diferenciales deseadas.

Las características espectrales y los protocolos especificados para las señales diferenciales deseadas también tienen una influencia importante sobre los niveles de las perturbaciones en modo común que aparecen en los medios físicos.

Para una velocidad de transmisión de datos determinada, una señal diferencial que emplea un código de línea diseñado para extender la potencia de la señal a través de un amplio intervalo de frecuencias, tiene menor posibilidad de crear perturbaciones inaceptables en modo común, que un código de línea de señal diferencial que concentre la potencia en una banda o bandas espectrales angostas.

La selección de protocolos de señal puede influenciar en forma significativa las características espectrales de las señales diferenciales. Los formatos de los limitadores de arranque y parada, la estructura binaria de la trama y de la sincronización, la estructura binaria de pase (Token), y finalmente el diseño de los protocolos de control de acceso, tienen una gran influencia en el nivel de concentración de la potencia de las señales diferenciales en bandas espectrales angostas, que tienen lugar durante los diferentes estados de operación (períodos de tráfico intenso, períodos de tráfico bajo, períodos de inactividad) de las redes de telecomunicaciones. La creación de formas de ondas altamente periódicas que persisten por largos períodos debe ser evitada, si los niveles de perturbaciones en modo común, creadas por las señales diferenciales en la red, van a ser minimizadas.

## **E.2 Estimación de los niveles de perturbación en modo común**

Se pueden hacer estimaciones de los niveles de perturbaciones en modo común que son creadas por la conversión de modo diferencial a modo común de las señales diferenciales deseadas, si se conocen las relaciones entre los parámetros eléctricos y espectrales importantes. En particular se pueden estimar los niveles máximos

permisibles para las señales diferenciales, si las perturbaciones en modo común creadas por ellas no exceden los límites de perturbación en modo común.

Considerando dos elementos conectados juntos en una red LAN, por ejemplo, un puerto de señal de telecomunicaciones nominalmente balanceado conectado a un par trenzado no blindado balanceado y terminado en su impedancia característica. Asumiendo que el desbalance eléctrico de la combinación de estos dos elementos es dominado por el desbalance eléctrico del elemento que exhibe el peor (más bajo) PCL. La intensidad de las perturbaciones en modo común producidas por la conversión del modo diferencial al modo común a través de la PCL de ese elemento puede estimarse aproximadamente por:

$$I_{me} \text{ (dB(JA))} = U_T \text{ (dBI(JV))} - \text{PCL(dB)} - 20 \text{ IOg}_{10} 2$$

$$Z_{mc} + Z_c' \quad Z_o \text{-----} |$$

$$Z_o + 4 Z_{mc}$$

(E.1)

cuando se estima la corriente en modo común ( $I_{me}$ ) causada por la tensión de la señal diferencial, y

$$U_{me} \text{ (dB(JV))} = U_T \text{ (dBIN)} - \text{PCL(dB)} - 20 \text{ IOg}_{10} \frac{12 Z_o \quad Z_{mc} + Z_{ct}}{Z_{mc} \quad Z_o + \quad Z_{mc}}$$

(E.2)

cuando se estima la tensión en modo común ( $U_{me}$ ) causada por la tensión de la señal diferencial  $U_T$ ,

donde:

$Z_{mc}$  es la impedancia en modo común que presenta el elemento que tiene la peor (más baja) PCL;

$Z_{ct}$  es la impedancia en modo común presentada por el elemento con la PCL más alta;

$Z_o$  es la impedancia en modo diferencial o transversal en el puerto de señal de telecomunicaciones.

Las expresiones anteriores, suponen implícitamente que en la combinación, ambos elementos presentan una impedancia diferencial o transversal de  $Z_o'$

Se pueden estimar los niveles máximos permisibles de señal diferencial o transversal, estableciendo en las ecuaciones que los niveles de perturbación en modo común son iguales a los límites de perturbación en modo común.

Al hacer uso de las ecuaciones anteriores se debe considerar que el límite de perturbación en modo común es una cantidad especificada por comparación con las perturbaciones medidas en un ancho de banda definido (por ejemplo: 9 kHz) empleando un detector específico de funciones (cuasipico o promedio). Por consiguiente, para una PCL dada, los niveles máximos de señal diferencial permitidos que fueron estimados utilizando las fórmulas anteriores, son aquellos que pueden aparecer en el mismo ancho de banda cuando se miden diferencialmente con el mismo detector de funciones.

**ANEXO D**  
(normativo)  
**ANTENAS**

(Tomado del sección 4 y Anexo A de [20])

**Sección 4 de [20]**

**4.4 Frequency range 30 MHz to 300 MHz**

**4.4.1 Electric antenna**

The reference antenna shall be a balanced dipole.

**4.4.1.1 Balanced dipole**

For frequencies 80 MHz or above, the antenna shall be resonant in length, and for frequencies below 80 MHz it shall have a length equal to the 80 MHz resonant length and shall be tuned and matched to the feeder by a suitable transforming device. Connection to the input of the measuring apparatus shall be made through a symmetric-asymmetric transformer arrangement.

**4.4.1.2 Shortened dipole**

A dipole shorter than a half wavelength may be used provided:

- a) the total length is greater than 1/10 of a wavelength at the frequency of measurement; b) it is connected to a cable sufficiently well matched at the receiver end to ensure a voltage standing wave ratio (v.s.w.r.) on the cable of less than 2.0 to 1. The calibration shall take account of the v.s.w.r.;
- c) it has a polarization discrimination equivalent to that of a tuned dipole (see 4.4.2). To obtain this, a balun may be helpful;
- d) for determination of the measured field strength, a calibration curve (antenna factor) is determined and used in the measuring distance (i.e., at a distance of at least three times the length of the dipole);

NOTE The antenna factors thus obtained should make it possible to fulfil the requirement of measuring uniform sine-wave fields with an accuracy not worse than  $\pm 3$  dB. Examples of calibration curves are given in figure 1 which shows the theoretical relation between field strength and receiver input voltage for a receiver of input impedance of 50  $\Omega$ , and for various  $l/d$  ratios. On these figures, the balun is considered as an ideal 1:1 transformer. It should be noted, however, that these curves do not account for the losses of the balun, the cable and any mismatch between the cable and the receiver.

- e) in spite of the sensitivity loss of the field-strength meter due to a high antenna factor attributed to the shortened length of the dipole, the measuring limit of the field-strength meter (determined for example by the noise of the receiver and the transmission factor of the dipole) shall remain at least 10 dB below the level of the measured signal.

**4.4.1.3 Broadband antenna**

A broadband antenna may be used, provided that it meets the requirements given in 4.5.2 for a complex antenna.

**4.4.2 Balance of antenna**

**4.4.2.1 Introduction**

In radiated emission measurements, common-mode (CM) currents may be present on the cable attached to the receiving antenna (the antenna cable). In turn, these CM currents create EM fields which may be picked up by the receiving antenna. Consequently, the radiated emission measuring results may be influenced.

The major contributions to the antenna cable CM currents stem from

- a) the electric field generated by the EUT, if that field has a component parallel to the antenna cable, and
- b) the conversion of the differential mode (DM) antenna signal (the desired signal) into a CM signal by the imperfection of the balun of the receiving antenna.

This subclause considers the balun contribution. Contribution a) is under consideration (see last sentence of NOTE 1 of 4.4.2.2).

In general, log-periodic dipole array antennas do not exhibit significant DM/CM conversion and the following check applies to dipoles, biconical antennas and bicone/log hybrid antennas.

#### **4.4.2.2 Balun DM/CM conversion check**

The following method describes the measurement of two voltages,  $U_1$  and  $U_2$ , in the frequency range for which the receiving antenna is to be used. The ratio of these voltages, both expressed in identical units (e.g., dB $\mu$ V), is a measure for the DM/CM conversion.

- 1) Set the receiving antenna under test vertically polarized with its centre at a height of 1,5 m above the ground plane. Lay the cable horizontally for 1,5 m  $\hat{\pm}$  0,1 m behind the rear active element of the antenna and then drop it vertically by a height of at least 1.5 m to the ground plane.
- 2) Place a second (transmitting) antenna vertically polarized at a horizontal distance of 10 m from the centre of the antenna under test with its tip 0,10 m from the ground plane. If the range of the site used for emission testing is 3 m, do this check using a distance of 3 m (if the conversion check has already been made at 10 m distance and shows a change of less than  $\hat{\pm}$  0,5 dB, it is not necessary to take a separate measurement at 3 m). The specification of the transmitting antenna shall include the frequency range of the antenna under test.
- 3) Connect the transmitting antenna to a signal source, for example, a tracking generator, set the level of that generator in such a way that, over the frequency range of interest, the signal-to-ambient noise at the receiver is larger than 10 dB.
- 4) Record the voltage  $U_1$  at the receiver over the frequency range of interest.
- 5) Invert the receiving antenna (rotate that antenna through 180 $\hat{\circ}$ ) without changing anything else in the set-up, in particular the receiving antenna cable, and without changing the setting of the signal source.
- 6) Record the voltage  $U_2$  at the receiver over the frequency range.
- 7) The DM/CM conversion is sufficiently low if  $\square 20 \log (U_1 / U_2) \square < 1$  dB.

NOTE 1 If the DM/CM conversion criterion is not met, ferrite rings around the antenna cable may reduce the DM/CM conversion. The addition of ferrites on the antenna cable may also be used to verify whether contribution a) has a non-negligible effect. Repeat the test with four ferrites spaced approximately 20 cm apart. If the criterion is met by using these rings, they shall be present in the actual emission measurement. Likewise, the interaction with the cable can be reduced by extending the cable several metres behind the antenna before dropping to ground.

NOTE 2 If the receiving antenna is to be used in a fully anechoic chamber, the DM/CM check may be performed in that room with the receiving antenna at its usual location and the transmitting antenna in the centre of the test volume of that room. The room must comply with the  $\hat{\pm}$ 4 dB criterion



NOTE 3 The measuring site of which the ground plane forms a part, or the fully anechoic room, should comply with their respective NSA requirements.

NOTE 4 The horizontal distance of 1,5 m over which the antenna cable runs horizontally behind the centre of the antenna shall be kept as a minimum during actual vertically polarized radiated emissions measurements.

NOTE 5 It is not necessary to define a test set-up strictly because this effect is in large part due to the interaction of the antenna and the part of input cable that lies parallel to the antenna elements. There is a much smaller effect which is dependent on the uniformity of the field incident on the antenna in normal EMC set-ups on an OATS or in a fully anechoic room.

NOTE 6 For baluns which have the receive cable connector mounted on the side ( $90^\circ$  to the antenna boom), a right angle connector should be used to reduce the movement of the cable.

#### **4.4.3 Cross-polar performance of antenna**

When an antenna is placed in a plane-polarized electromagnetic field, the terminal voltage when the antenna and field are cross-polarized shall be at least 20 dB below the terminal voltage when they are co-polarized. It is intended that this test apply to log-periodic dipole array (LPDA) antennas for which the two halves of each dipole are in echelon. The majority of testing with such antennas is above 200 MHz, but the requirement applies below 200 MHz. This test is not intended for in-line dipole and biconical antennas because a cross-polar rejection greater than 20 dB is intrinsic to their symmetrical design. Such antennas and horn antennas must have a cross-polar rejection greater than 20 dB and a type test by the manufacturer should confirm this.

In order to achieve quasi-free space conditions, a high-quality anechoic chamber or towers of sufficient height above ground on an outdoor range can be used. To minimize ground reflections set the antennas vertically polarized. A plane wave shall be set up at the antenna under test. The separation between the centre of the antenna under test and the source antenna shall be greater than one wavelength.

NOTE A good-quality site is needed to set up a plane wave at the antenna under test. The cross-polar discrimination afforded by the plane wave can be proven by transmitting between a pair of horn antennas or openended waveguides and checking that the combination of site error and inherent cross-polar performance of one horn antenna yields a suppression of the horizontal component by more than 30 dB. If the site errors are very low and if the horn antennas have identical performance, the cross-polar performance of one horn is approximately 6 dB lower than the combined cross-polar coupling of the pair of horns.

An interfering signal 20 dB lower in level than the desired signal gives a maximum error on the desired signal of  $\pm 0,9$  dB. The maximum error occurs when the cross-polar signal is in phase with the co-polar signal. If the cross-polar response of the LPDA is worse than 20 dB, the operator must calculate the uncertainty and declare it with the result. For example a crosspolar level of 14 dB implies a maximum uncertainty of +1,6 dB to - 1,9 dB. Take the larger value and assume a U-shaped distribution when calculating the standard uncertainty.

To add a signal of 0 dB to another of -14 dB, first convert to relative voltages by dividing by 20 and taking the anti-log. Then add the smaller signal to the unity signal. Take the log and multiply by 20. The result is the positive decibel error. Repeat, but subtracting the smaller signal from the unity signal to give the negative decibel error.

For the purpose of calculating the uncertainty of the result of a radiated emission, if the signal level measured in one polarization exceeds the signal measured in the orthogonal polarization by 6 dB or more, then an LPDA whose cross-polar discrimination is only 14 dB will have been deemed to have met the specification of 20 dB. If the difference between the

VP and HP signal levels is less than 6 dB, additional uncertainty must be calculated if the sum of this difference and the cross-polarization is less than 20 dB.

## 4.5 Frequency range 300 MHz to 1 000 MHz

### 4.5.1 Electric antenna

If a dipole antenna is used, it shall meet the requirements of 4.4.1.1 and 4.4.2.

### 4.5.2 Complex antenna

Since, at the frequencies in the range 300 MHz to 1 000 MHz, the sensitivity of the simple dipole antenna is low, a more complex antenna may be used. Such antenna shall be as follows:

- a) The antenna shall be substantially plane polarized. This shall be checked in the same manner as for the balance of a simple dipole antenna.
- b) The main lobe of the radiation pattern of the antenna shall be such that the response in the direction of the direct ray and that in the direction of the ray reflected from the ground do not differ by more than 1 dB.

To ensure this condition, the total vertical angular aperture  $2\alpha$  of the measuring antenna, within which the antenna gain is within 1 dB of its maximum, shall be such that:

1) if the measuring antenna is maintained in a horizontally direct position:

$$\alpha > \tan^{-1} [(h_1 + h_2)/d]$$

2) if the measuring antenna is tilted towards earth in the optimum position (so that direct and reflected rays are included within the aperture  $2\alpha$ ):

$$2\alpha > \tan^{-1} [(h_1 + h_2)/d] - \tan^{-1} [(h_1 - h_2)/d]$$

where

$h_1$  is the measuring antenna height;

$h_2$  is the height of the device under test;

$d$  is the horizontal distance between the measuring antenna and the device under test. The pattern of the antenna shall be checked in the horizontal plane while orienting it for vertical polarization. It shall be assumed that the pattern and, in particular, the angular aperture  $2\alpha$  is the same when horizontally polarized as when measured with the vertical polarization.

It is essential that the variation of the effective distance of the antenna from the source and its gain with frequency be taken into account.

c) The voltage standing-wave ratio of the antenna with the antenna feeder connected and measured from the receiver end shall not exceed 2,0 to 1.

d) A calibration factor shall be given making it possible to fulfil the requirements of 4.1.

## 4.6 Frequency range 1 GHz to 18 GHz

Radiated emissions measurements above 1 GHz shall be made using calibrated, linearly polarized antennas. These include double-ridged guide horns, rectangular wave guide horns, pyramidal horns, optimum gain horns and standard gain horns. The "beam" or main lobe of the pattern of any antenna used shall be large enough to encompass the EUT when located at the measuring distance, or provisions shall be made for "scanning" the EUT to locate the direction or source of its radiated emissions. The width of the main lobe is defined as the 3 dB beamwidth of the antenna, and information enabling the determination of this parameter should be given in the antenna documentation. The aperture dimensions of these horn antennas shall be small enough so that the measurement distance  $R_m$  in metres is equal to or greater than the following minimum distance:

$$R_m \geq D^2 / 2\lambda$$

where

$D$  is the largest dimension of the aperture in metres of the antenna;

$\lambda$  is the free space wavelength in metres at the frequency of measurement.

In case of dispute, measurements made with a standard gain horn antenna or a similar precisely calibrated horn antenna shall take precedence.

NOTE Any calibrated, linearly polarized antenna, e.g. a log periodic dipole array, may be used to make these measurements. The gain of many antennas other than horn antennas in this frequency range may be inadequate if the antennas are used with spectrum analyzers or older radio noise meters. The tester shall assure that the overall measurement sensitivity is at least 6 dB below the applicable limit at the measurement distance in use, and that any means used to improve sensitivity, e.g. a preamplifier, does not cause distortion, spurious signals, or other overload problems. Since a log periodic dipole array has a much wider beamwidth than a horn antenna, reflections from the ground plane may cause significant error in measurements that are made with a log periodic dipole array.

## Anexo A de [20]

### Parámetros

#### A.1 Introduction

As new and improved antennas are used in making both radiated emission and immunity measurements over wide frequency ranges using scanning receivers or spectrum analyzers, it is very helpful to provide specific parameters that can be used in comparing the attributes and usefulness of such broadband antennas. Various CISPR publications specify particular antennas to be used in making measurements. Tuned half-wave resonant dipoles are most notably mentioned above 80 MHz. Generally, other types of antennas, normally broadband in nature, can be used provided the results are equivalent to those obtained with the specified antenna. The comparison of these broadband antennas to the specified antennas or to other broadband antennas will be aided by listing appropriate parameters. These parameters shall be specified as part of any CISPR contribution recommending new antenna usage. Antenna manufacturers shall also use this information as guidance in specifying the most useful aspects of broadband antennas used in making interference measurements. It is not the intent of CISPR, however, to show a preference for any particular broadband antenna over that for tuned dipoles.

#### A.2 Broadband antenna parameters

Broadband antennas used for CISPR measurements are those antennas that are linearly polarized and are intended for use over a wide frequency range. This does not prevent the use of antennas with limited length adjustment nor the addition of antenna element sections. The impedance of such antennas are typically comprised of both real and imaginary impedances. Other parameters that can be specified are contained below.

##### A.2.1 Antenna type

The following parameters describe the physical parameters of broadband antennas that should be provided. Note that some parameters may not apply to each antenna.

##### A.2.1.1 Antenna style of fixed or variable length or diameter

If the antenna has a variable length, specify the number of sections that are added or

subtracted to change the basic fixed length.

NOTE Fully tunable antennas are not considered to be broadband and hence would not be specified herein. The diameter of loop antennas are generally not variable.

#### **A.2.1.2 Depth to width ratio or loop diameter**

Provide dimension in metres. For a log periodic array, for example, the length of the boom along the measurement axis and the width of the largest element would be provided.

#### **A.2.1.3 Active or passive antenna**

A broadband antenna is considered an active antenna if it contains amplifiers, preamplifiers, and other non-linear active devices which amplify the signal and or shape the frequency response.

#### **A.2.1.4 Mounting arrangement**

Provide any special mounting requirements beyond those which can be accommodated by a typical tripod or antenna positioner.

#### **A.2.1.5 Connector type**

Specify BNC, N, SMA, etc. as appropriate.

#### **A.2.1.6 Balun type**

Specify if balun is discrete, distributed, tunable, etc.

### **A.2.2 Specification of the antenna**

#### **A.2.2.1 Frequency range**

Specify the frequency range in megahertz or kilohertz where the antenna operates within its characteristics. If there is a defined fall-off characteristic in decibels per octave at either end of the range, so specify.

#### **A.2.2.2 Gain and antenna factor**

##### **A.2.2.2.1 Gain**

Specify typical or actual gain in decibels relative to an isotropic radiator (dBi).

##### **A.2.2.2.2 Antenna factor**

Specify typical or actual antenna factor in decibels per metre. Both gain and antenna factor should be measured using the calibration procedure in A.2.3.1.

#### **A.2.2.3 Directivity and pattern for linearity polarization**

Specify antenna pattern and directivity in degrees with a polar plot in both the E and H planes. For less directional antennas, specify the front-to-back ratio in decibels. If omnidirectional, so state.

#### **A.2.2.4 VSWR and impedance**

Indicate the maximum VSWR and nominal input impedance in ohms.

#### **A.2.2.5 Active antenna performance**

For antennas with active amplified gain, specify the intermodulation product levels, its electric and magnetic field strength immunity level from outside disturbances, and any appropriate check to determine overload or improper operation.

#### **A.2.2.6 Power handling**

For immunity use specified maximum and transient power handling capability in watts.

#### **A.2.2.7 Other conditions**

Specify the temperature and humidity range in which the antenna must operate and any precautions if used in an unprotected area exposed to the weather.

### **A.2.3 Antenna calibration**

#### **A.2.3.1 Method of calibration for emission measurements**

Identify the method used for calibration, i.e.:

- a) calculated (indicate formula used);
- b) measured (specify the method or standard used or the traceability to national calibration laboratory, and whether antennas are calibrated individually).

NOTE For immunity measurements, field strength calibrations are generally made using a secondary calibrated antenna located at the place of the appliance being subjected to the radiation. Hence, no calibrations are required on the transmit antenna.

#### **A.2.3.2 Frequency interval**

Indicate the frequencies in megahertz or kilohertz used during the calibration process; if a swept frequency procedure is used, so state.

#### **A.2.3.3 Accuracy of calibration**

Specify the nominal accuracy of the calibration in  $\hat{A}\pm$  decibels. Indicate the worst case accuracy and the portion of the frequency band where that occurs.

#### **A.2.3.4 Correlation with preferred or specified antennas**

If the antenna is to be substituted for a preferred or specified antenna cited in a CISPR publication, indicate all correlation factors in decibels to equate the broadband antenna results to those of the preferred or specified antenna. Also indicate any conversion factor used to convert from the magnetic field intensity or vice versa or for any other conversion to a measurement unit other than a field strength quantity.

#### **A.2.3.5 Units**

Specify calibration in units that are necessary to make magnetic or electric field strength emission measurements.

### **A.2.4 Antenna user information**

#### **A.2.4.1 Antenna use**

Provide a description of the use of the antenna. Ensure that any special precautions or

limitations are cited to reduce the chance of misuse.

#### **A.2.4.2 Physical limitations**

Indicate if there are any physical limitations in using the antenna such as the following:

- a) minimum height above the ground plane;
- b) preferred polarization with respect to the ground plane;

**ANEXO E**  
(Normativo)  
**MEDICIONES DE ATENUACIÓN DE SITIO**  
Tomado de [1]

**E.1 (Sección 5 de [1])**

**5.4.6 Site quality validation**

The quality of radiated emission sites shall be confirmed by measurement of the attenuation of signals propagated over the site and compared with theoretical attenuation of signals propagated over an ideal site.

Horizontally and vertically polarized attenuation measurements shall be made over the frequency range 30 MHz to 1 GHz. These measurements shall be made in accordance with the procedures of 5.4.6.4 and 5.4.6.5 and the results normalized for comparison to the theoretical values.

NOTE—During site attenuation measurements, the receiving antenna positioner normally used and raised turntable, if used, shall be in place.

**5.4.6.1 Acceptability criterion**

The measured NSA for a radiated emissions test site shall be within  $\hat{\pm}4$  dB of the theoretical NSA for an ideal test site. A discussion of site errors can be found in ANSI C63.6-1996, and in its Annex C possible corrective actions are suggested.

**5.4.6.2 Validation interval**

Validation of the acceptability criterion shall be confirmed in the first year. Subsequent validation intervals may be longer (up to three years) or shorter based on review of NSA data relative to the extent and severity of use of the site, weather effects on the site, drifting of reflective characteristics of covering structures of weatherprotected OATS, and physical modifications made to the site or adjacent areas. The objective is to optimize the balance of risks and costs consistent with the required accuracy. See Annex A of ISO 10012:2003 for guidance.

**5.4.6.3 Theoretical NSA**

The theoretical NSAs for the most used measurement separations and antennas are shown in Table 1, Table 2, and Table 3 for an ideal site.

The theoretical NSA is developed and calculated in Smith, German, and Pate [B30]. Table 1, Table 2, and Table 3 are from [B12], Heirman [B16], Pate [B28], [B11], [B10], and [B29]. The mutual impedance correction factors for tuned dipole antennas were developed in [B29], have subsequently been revised in [B12] and [B28] and are shown in Table 4. The symbols for these tables are defined as follows:

R = Horizontal separation between the projection of the transmit and receive antennas on the reference groundplane (meters),

h1 = Height of the center of the transmitting antenna above the reference groundplane

(meters),

$h_2$  = Height of the center of the receiving antenna above the reference groundplane (meters).

NOTE—In the measurement procedure,  $h_2$  is varied and the maximum received signal in the height scan range is used in the NSA measurements.  $f_M$  = frequency in megahertz,  $AN$  = NSA. See Equation (1).

Table 1 is used for broadband antennas such as biconical and log periodic arrays. Table 2 is for tunable dipoles (and broadband antennas for alternative test site qualification) aligned horizontally with respect to the reference groundplane. Finally, Table 3 is for tunable dipoles, vertically aligned with respect to the reference groundplane. Note that in Table 3, there are restrictions in the scan height  $h_2$ . This takes into account the fact that the lowest tip of the receive dipole is kept 25 cm or more from the reference groundplane.

NSA for frequencies other than for those shown in the tables may be found using linear interpolation between the tabulated values.

NOTE—The spacing  $R$  between log-periodic array antennas is measured from the projection onto the reference groundplane of the midpoint of the longitudinal axis of each antenna.

#### 5.4.6.4 NSA measurement: basic procedures

Two antennas are set up on the test site in an appropriate geometry as shown in Figure 6 and Figure 7. The NSA procedure requires two different measurements of the voltage received,  $V_R$ . The first reading of  $V_R$  is with the two coaxial cables disconnected from the two antennas and connected to each other via an adapter. The second reading of  $V_R$  is taken with the coaxial cables reconnected to their respective antennas and the maximum signal measured with the receive antenna scanned in height (Heirman [B17]). For both of these measurements, the signal source  $V_I$  is kept constant. The first reading of  $V_R$  is called  $V_{Direct}$ , and the second is  $V_{Site}$ . These are used in the following Equation (1) for the measured NSA,  $AN$ :

$$AN = V_{Direct} - V_{Site} - AFT - AFR - \Delta AFTOT \quad (1)$$

where

$AFT$  = Antenna factor of transmitting antenna (dB/m),

$AFR$  = Antenna factor of receiving antenna (dB/m),

$AFTOT$  = Mutual impedance correction factor (dB).

NOTE—The first two terms represent the actual measurement of site attenuations; i.e.,  $V_{Direct} - V_{Site}$  is equal to the classic site attenuation and

$$V_{Direct} = V_I - CT - CR \quad (2)$$

where  $CT$  and  $CR$  are the cable losses that do not need to be measured separately.

$AFT$  and  $AFR$  are determined as specified in ANSI C63.5-1988 and ANSI C63.5-1998. The mutual impedance correction factor in Table 4 applies only to the recommended site geometry of 3 m separation, both horizontal and vertical polarization, with the use of resonant tuned dipoles.  $AFTOT = 0$  for all other geometries and for broadband antennas in which mutual coupling effects are minimal.

Accurate antenna factors are necessary in determining the measured NSA. In general, antenna factors provided with the antenna are inadequate unless they were specifically or individually measured and the calibration is traceable to a national standard. Linearly polarized antennas are required. ANSI C63.5-1988 and ANSI C63.5-1998 contain a design of



a reference antenna and methods for calibrating antennas. The reference dipole antenna (4.1.5.3) should be spot-checked against a known calibrated antenna. Antenna factors usually account for losses from the balun. If a separate balun or any integrally associated cables are used, their effects shall be accounted for.

Two procedures may be employed to determine the measured NSA: a discrete frequency method and a swept frequency method. The swept method may be used only with broadband antennas. Figure 6 shows the horizontal polarization geometry. In Figure 7, the recommended vertical polarization geometries for using tunable, resonant half-wave dipoles are shown. This assumes that the dipoles are tuned down to 30 MHz. The limiting factor of maintaining at least a 25 cm clearance between the lower tip of the receive and transmit antennas is covered by fixing the transmit height at 2.75 m and restricting the downward travel of the receive antenna. These restrictions are stated explicitly in Table 3. For vertical NSA measurements with broadband antennas, no such scan height restrictions are usually required because of the much smaller fixed dimensions of a broadband antenna compared with a tuned dipole, especially between 30 and 80 MHz. Using linearly polarized broadband antennas also usually allows a transmit antenna height of 1 m.

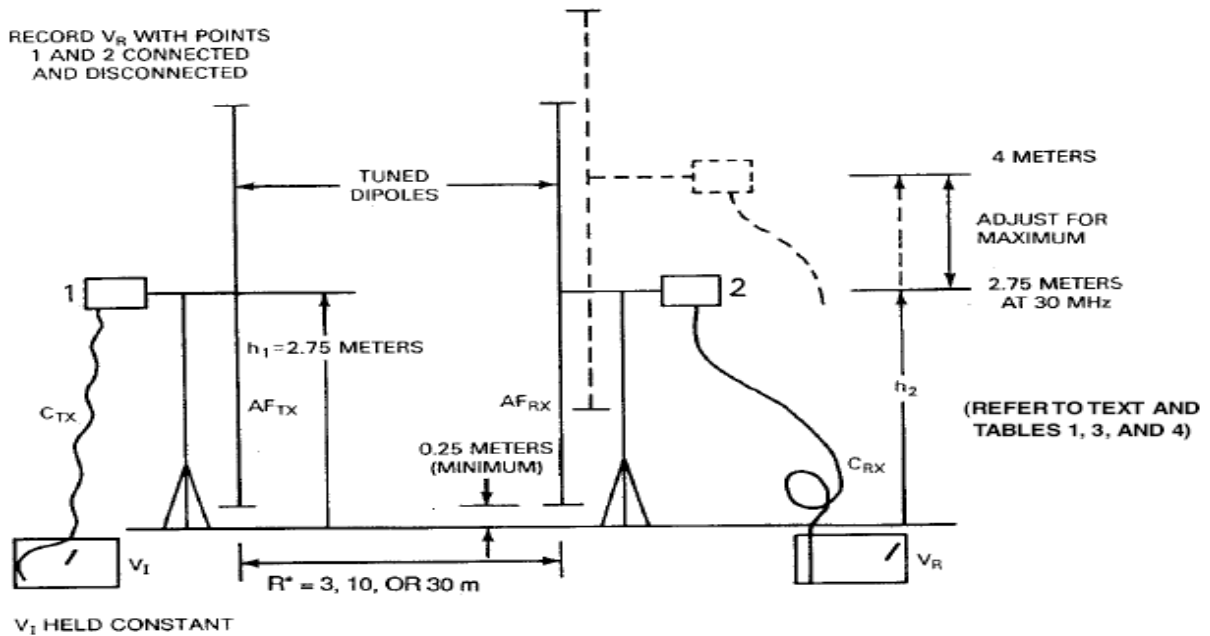
#### NOTES

1—For both methods, an impedance mismatch at the output of the signal source or at the input of the radio-noise meter or spectrum analyzer may result in cable reflections that could cause errors exceeding the NSA tolerance. This can be avoided by use of padding attenuators of 10 dB; one at the output end of each transmitting and receiving cable. These attenuators shall remain in the signal path for both VDirect and VSite measurements. Attenuator values of 6 dB are often adequate, and values as low as 3 dB can sometimes be used.

2—For vertically polarized antennas, it is especially important to keep the cables, leaving the antennas in the same horizontal plane as the center of the antenna, directly behind the antenna for a minimum distance of 1 m. Use of ferrite beads on both the transmit and receive antenna cables close to the antennas can help to eliminate common-mode signals that cause measurement errors.

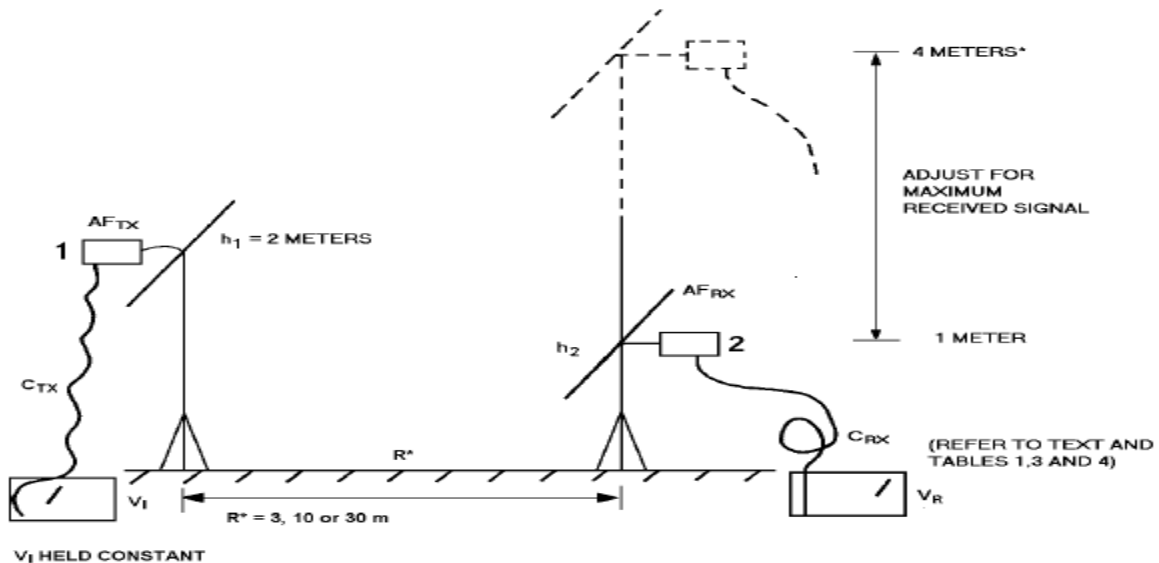
For the discrete frequency method, specific frequencies given in Table 1, Table 2, and Table 3 are measured in turn. At each frequency the receive antenna is moved over the height range given in the appropriate table to maximize the received signal. These measured parameter values are inserted in Equation (1) to obtain the measured NSA. Annex A contains a suggested procedure involving a worksheet approach to record the data, calculate the measured NSA, and then compare it with the theoretical NSA.

For the swept frequency method, measurements using broadband antennas may be made using automatic measuring equipment having a peak hold (maximum hold) storage capability and a tracking generator. In this method, both antenna height and frequency are scanned or swept over the required ranges. The frequency sweep speed shall be much greater than the antenna height scan rate. Otherwise, the procedure is the same as in the previous paragraph. A detailed procedure is given in Annex B.



NOTE:  $h_1 = 1 \text{ m}$  and  $h_2 = 1 \text{ m}$  minimum for broadband antenna as specified in Table 1.

**Figure 7—Site attenuation measurement vertical polarization using tuned dipole antennas**



NOTE: \* AT 30 METERS, TABLES 1, 2 AND 3 ACCOUNT FOR SCAN HEIGHTS OF 1 TO 4 METERS

**Figure 6—Site attenuation measurement horizontal polarization, broadband, and tuned dipoles**

## E.2 Mediciones de atenuación de sitio para sitios alternativos de prueba

### Tomado del Anexo A de [7]

#### A.1. Método de medición de atenuación de sitio

La antena transmisora debe moverse dentro de un volumen, tanto en polarización horizontal como en polarización vertical, tal como se muestra en la figura A.1. El volumen mínimo recomendado comprende las posiciones laterales definidas por una mesa de prueba con una suuperficie de 1 m por 1,5 m cuando gira alrededor de su centro y extremos verticales definidos por las alturas típicas de los EBP tanto para equipo de escritorio, como para equipo para permanecer sobre el piso; es decir, de 1,5 m o menos tal y como se representa en la figura A.2. Algunos sitios de prueba pueden requerir de volúmenes mayores que los mínimos recomendados dependiendo del tamaño del EBP típico para ser medido.

Para estas mediciones deben utilizarse antenas de banda ancha y las distancias de medición deben estar referidas entre los centros de las antenas. Las antenas de transmisión y recepción deben estar alineadas con los elementos de la antena orientados ortogonalmente a los ejes, de tal manera que los elementos de la antena permanezcan siempre paralelos.

##### A.1.1. Polarización vertical

En polarización vertical, la altura de la antena de transmisión debe estar a 1 m del centro de la antena (se debe mantener un espacio mínimo de 25 cm entre el extremo de la antena y el plano de tierra).

Las mediciones deben ser efectuadas con una altura de transmisión de 1,5 m bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

- 1) La altura prevista del EBP está comprendida entre 1.5 y 2 m;
- 2) El extremo de la antena de transmisión no debe rebasar el 90% de la altura prevista para el EBP cuando esté colocado a 1 m .

La antena de transmisión debe estar colocada en las cuatro posiciones siguientes y a las alturas adecuadas para la polarización vertical:

- 1) Al centro exacto de la **mesa placa** giratoria (véase nota 1 de A.1.2);
- 2) en un punto situado a 0,75 m delante del centro de la **mesa placa** giratoria y hacia la antena receptora (quedando sobre una línea que es el eje de medición, entre el centro de la **mesa** placa giratoria y la antena receptora);
- 3) en un punto situado a 0,75 m detrás del centro de la **mesa placa** giratoria y alejado de la antena receptora, a menos que este punto sea mayor de 1 m de la interfase dieléctrica vertical más cercana (véase nota 2 de A.1.2);
- 4) en dos puntos situados a 0,75 m a cada lado del centro (sobre una línea que pasa por el centro y es perpendicular a la línea entre el centro de la **mesa placa** giratoria y la antena receptora).

Se deben efectuar mediciones de atenuación de sitio normalizada (ANS) en polarización vertical, manteniendo constante la distancia entre la antena de transmisión y la antena de recepción utilizando la tabla A.I. La antena receptora debe ser desplazada al punto más cercano del centro de la **mesa placa** giratoria, manteniendo una distancia apropiada a lo largo de una línea hacia el centro de la mesa.

Suponiendo una altura máxima del EBP de 1,5 m, se requieren cuando menos,

cuatro mediciones de polarización vertical (cuatro posiciones en un plano horizontal a cierta altura) (véase figura A.2 a).

#### A.1.2. Polarización horizontal.

Para las mediciones de polarización horizontal de ANS, deben determinarse dos alturas de transmisión. La altura menor de la antena debe ser 1 m al centro de la antena, y la altura mayor debe ser 2 m al centro de la antena (véase tabla A.1, y figura A.2.b). Se deben medir las siguientes posiciones para ambas alturas de la antena:

- 1) Al centro exacto de la **mesa placa** giratoria;
- 2) en un punto situado a 0,75 m delante del centro de la **mesa placa** giratoria y hacia la antena receptora;
- 3) en un punto situado a 0,75 m detrás del centro de la **mesa placa** giratoria y hacia la antena receptora, a menos que este punto se encuentre a más de 1 m de la interfaz dieléctrica vertical más cercana (véase nota 2);
- 4) en dos puntos situados a cada lado del centro de la **mesa placa** giratoria de tal manera que el extremo de la antena esté circunscrito a un volumen de 0,75 m desde el centro. Estas dos posiciones no son necesarias si el extremo de la antena se prolonga hasta el 90% del ancho del volumen total cuando la antena esté situada en el centro de la **mesa placa** giratoria. Si los elementos de la antena sobrepasan el centro en estas dos posiciones debido a la longitud de la antena, entonces no necesita ser medido el centro exacto (posición 1).

Las alturas de la antena están dadas para una altura máxima de productos de aproximadamente 2 m y el uso de antenas de banda ancha típicas. Para medir un EBP de más de 2 m de altura o que ocupe áreas mayores que la circunscrita por una **mesa placa** giratoria de 1 m por 1,5 m, pueden requerirse mayores alturas de transmisión y mayores desplazamientos de la antena desde el centro de la **mesa placa** giratoria. Para algunas geometrías pueden ser necesarios otros valores de ANS diferentes a los propuestos en esta norma.

Asumiendo que la máxima extensión horizontal del EBP es de 1,5 m, el número mínimo requerido de mediciones en una antena polarizada horizontalmente es de cuatro (dos posiciones en el plano horizontal a dos alturas) (véase figura A.2 (b)).

The number of required measurements can be reduced under the following circumstances:

- a) The vertical and horizontal polarization measurements in the rear position may be omitted if the closest point of the construction or absorbing material is at a distance of greater than 1 m from the rear boundary of the test volume (see NOTE 1 below).
- b) The total number of horizontal polarization measurements along the test volume diameter joining the left and right positions may be reduced to the minimum number necessary for the antenna footprints to cover 90% of that diameter.
- c) The vertical polarization measurements at the 1.5 m height may be omitted if the top of the EUT, including any table mounting, is less than 1.5 m in height.
- d) If the test volume is no larger than 1 m in depth, by 1.5 m in width, by 1.5 m in height, including table, if used, horizontal polarization measurements need to be made at only the center, front, and rear positions but at both the 1 m and 2 m heights. If a) applies, the rear position may be omitted.

This will require a minimum of eight measurements: four positions vertical polarization (left, center, right, and front) for one height, and four positions horizontal polarization (center and front) for two heights; see Figure 8c and Figure 8d. **Tomado de [1]**

#### Notas:

- 1) Para sitios sin **mesa placa** giratoria, todas las referencias al “centro” se refieren al

centro de la superficie de la mesa de pruebas de 1 m x 1.5 m.

5) Las fuentes localizadas cerca de las interfaces dieléctricas han demostrado tener variaciones en la distribución de corriente, las cuales pueden afectar las propiedades de la fuente en ese lugar. Cuando se localizan cerca de estas interfaces, se requiere una medición adicional de la atenuación del sitio.

Tabla A.1 Atenuación normalizada de sitio (ANS[dB]) para las geometrías recomendadas

Polarización	Horizontal						Vertical					
	R (m)	3	3	10	10	30	30	3	3	10	10	30
h1 (m)	1	2	1	2	1	2	1	1,5	1	1,5	1	
h2 (m)	1 to 4	1 to 4	1 to 4	1 to 4	1 to 4	1 to 4	1 to 4	1 to 4	1 to 4	1 to 4	1 to 4	1 to 4
f (MHz)	AN						(dB)					
30	15,8	11,0	29,8	24,1	47,7	41,7	8,2	9,3	16,7	16,9	26,0	
35	13,4	8,8	27,1	21,6	45,0	39,1	6,9	8,0	15,4	15,6	24,7	
40	11,3	7,0	24,9	19,4	42,7	36,8	5,8	7,0	14,2	14,4	23,5	
45	9,4	5,5	22,9	17,5	40,7	34,7	4,9	6,1	13,2	13,4	22,5	
50	7,8	4,2	21,1	15,9	38,8	32,9	4,0	5,4	12,3	12,5	21,6	
60	5,0	2,2	18,0	13,1	35,7	29,8	2,6	4,1	10,7	11,0	20,0	
70	2,8	0,6	15,5	10,9	33,0	27,2	1,5	3,2	9,4	9,7	18,7	
80	0,9	-0,7	13,3	9,2	30,7	24,9	0,6	2,6	8,3	8,6	17,5	
90	-0,7	-1,8	11,4	7,8	28,7	23,0	-0,1	2,1	7,3	7,6	16,5	
100	-2,0	-2,8	9,7	6,7	26,9	21,2	-0,7	1,9	6,4	6,8	15,6	
120	-4,2	-4,4	7,0	5,0	23,8	18,2	-1,5	1,3	4,9	5,4	14,0	
125	-4,7	-4,7	6,4	4,6	23,1	17,6	-1,6	0,5	4,6	5,1	13,6	
140	-6,0	-5,8	4,8	3,5	21,1	15,8	-1,8	-1,5	3,7	4,3	12,7	
150	-6,7	-6,3	3,9	2,9	20,0	14,7	-1,8	-2,6	3,1	3,8	12,1	
160	-7,4	-6,7	3,1	2,3	18,9	13,8	-1,7	-3,7	2,6	3,4	11,5	
175	-8,3	-6,9	2,0	1,5	17,4	12,4	-1,4	-4,9	2,0	2,9	10,8	
180	-8,6	-7,2	1,7	1,2	16,9	12,0	-1,3	-5,3	1,8	2,7	10,5	
200	-9,6	-8,4	0,6	0,3	15,2	10,6	-3,6	-6,7	1,0	2,1	9,6	
250	-11,7	-10,6	-1,6	-1,7	11,6	7,8	-7,7	-9,1	-0,5	0,3	7,7	
300	-12,8	-12,3	-3,3	-3,3	8,7	6,1	-10,5	-10,9	-1,5	-1,9	6,2	
400	-14,8	-14,9	-5,9	-5,8	4,5	3,5	-14,0	-12,6	-4,1	-5,0	3,9	
500	-17,3	-16,7	-7,9	-7,6	1,8	1,6	-16,4	-15,1	-6,7	-7,2	2,1	
600	-19,1	-18,3	-9,5	-9,3	0,0	0,0	-16,3	-16,9	-8,7	-9,0	0,8	
700	-20,6	-19,7	-10,8	-10,6	-1,3	-1,4	-18,4	-18,4	-10,2	-10,4	-0,3	
800	-21,3	-20,8	-12,0	-11,8	-2,5	-2,5	-20,0	-19,3	-11,5	-11,6	-1,1	
900	-22,5	-21,8	-12,8	-12,9	-3,5	-3,5	-21,3	-20,4	-12,6	-12,7	-1,7	
1 000	-23,5	-22,7	-13,8	-13,8	-4,5	-4,5	-22,4	-21,4	-13,6	-13,6	-3,6	

NOTE – These data apply to antennas that have at least 250 mm of groundplane clearance when the centre of the antenna is 1 m above the ground plane in vertical polarization.

Faltan incluir tablas 3 y 4 de [1]

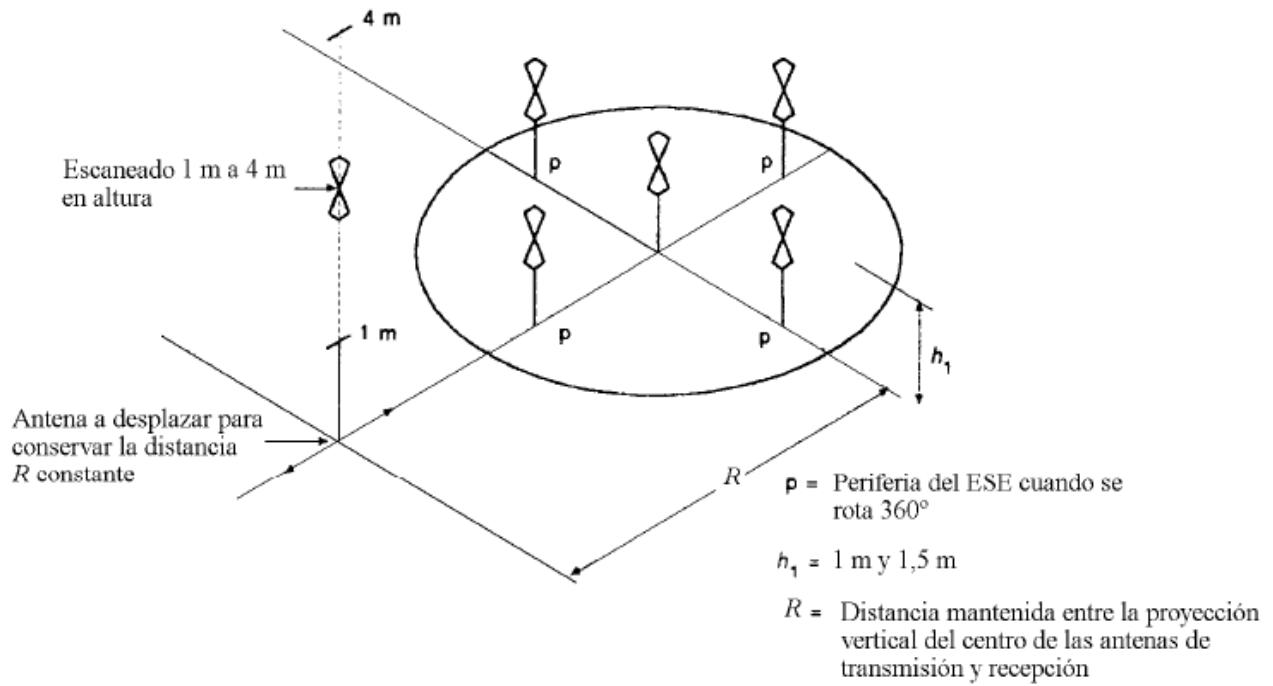


Fig. A.1 a) – Posiciones típicas de antena para medidas alternativas del ANE en polarización vertical

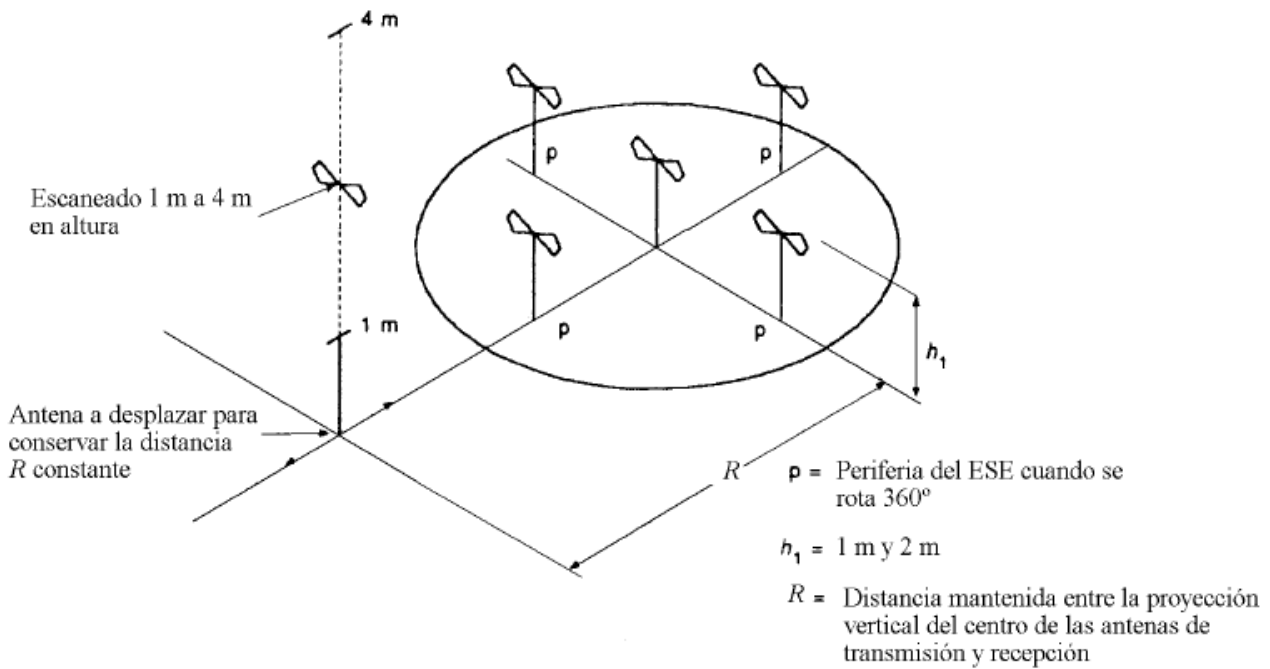
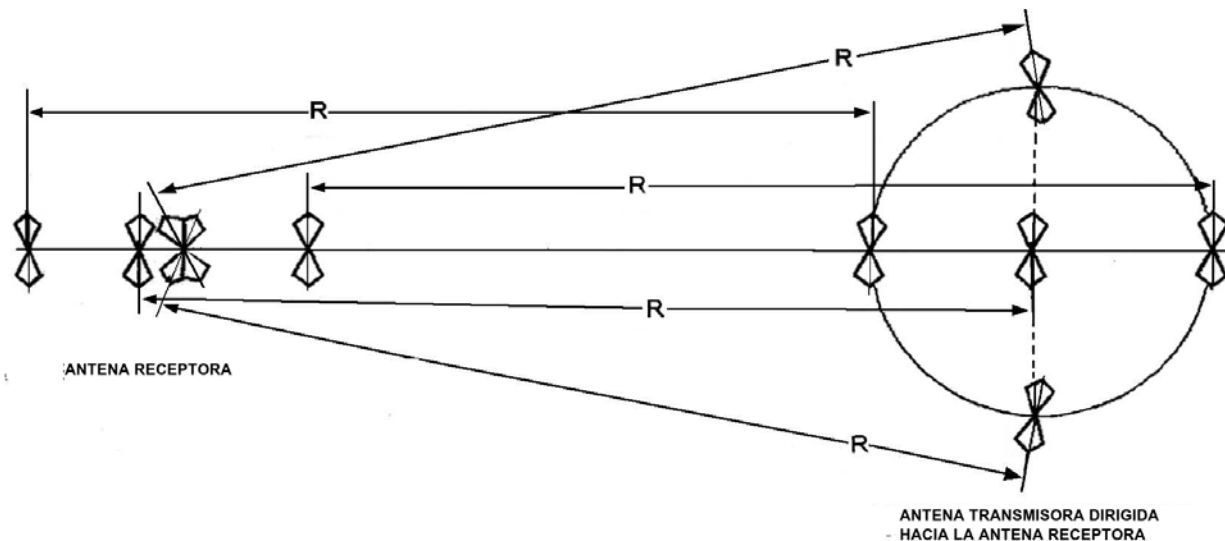
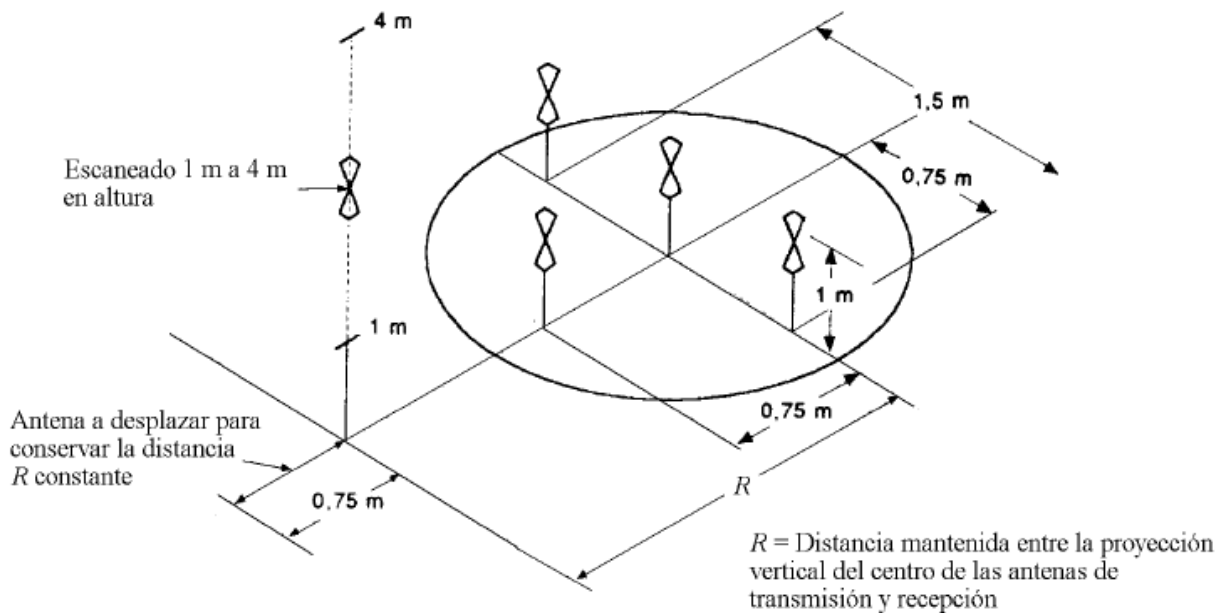


Fig. A.1 b) – Posiciones típicas de antena para medidas alternativas del ANE en polarización horizontal



**FIGURA A.1.C) posiciones típicas de antenas para medidas alternativas de ANE en polarización horizontal. Vista de planta**



**Fig. A.2 a) – Posiciones típicas de la antena para medidas del ANE de emplazamientos alternativos en polarización vertical para un volumen que no exceda 1 m en profundidad, 1,5 m de largo, 1,5 m de alto y donde la periferia está a más de 1 m del material más próximo que puede causar reflexiones indeseables**

## ANEXO F

(normativo)

### RECEPTORES DE MEDICIÓN Y DETECTORES

Tomado de [4], secciones indicadas en Tabla 6

#### 4.1 Quasi-peak measuring receivers for the frequency range 9 kHz to 1 000 MHz

The receiver specification depends on the frequency of operation. There is one receiver specification covering the frequency range 9 kHz to 150 kHz (band A), one covering 150 kHz to 30 MHz (band B), one covering 30 MHz to 300 MHz (band C), and one covering 300 MHz to 1 000 MHz (band D).

##### 4.1.1 Input impedance

The input circuit of measuring receivers shall be unbalanced. For receiver control settings within the CISPR indicating range, the input impedance shall be nominally 50  $\Omega$  with a v.s.w.r. not to exceed 2,0 to 1 when the RF attenuation is 0 and 1,2 to 1 when the RF attenuation is 10 dB or greater.

Symmetric input impedance in the frequency range 9 kHz to 30 MHz: to permit symmetrical measurements a balanced input transformer is used. The preferred input impedance for the frequency range 9 kHz to 150 kHz is 600  $\Omega$ . This symmetric input impedance may be incorporated either in the relevant symmetrical artificial network necessary to couple to the receiver or optionally in the measuring receiver.

##### 4.1.2 Fundamental characteristics

The responses to pulses as specified in 4.1.4 are calculated on the basis of the measuring receivers having the following fundamental characteristics.

Table 1 – Fundamental characteristics of quasi-peak receivers

Characteristics	Frequency band		
	Band A 9 kHz to 150 kHz	Band B 0,15 MHz to 30 MHz	Bands C and D 30 MHz to 1 000 MHz
Bandwidth at the -6 dB points, $B_6$ in kHz	0,22	9	120
Detector electrical charge time constant, in ms	45	1	1
Detector electrical discharge time constant, in ms	500	160	550
Mechanical time constant of critically damped indicating instrument, in ms	160	160	100
Overload factor of circuits preceding the detector, in dB	24	30	43,5
Overload factor of the d.c. amplifier between detector and indicating instrument, in dB	6	12	6

NOTE 1 The definition of mechanical time constant (see 3.6) assumes that the indicating instrument is linear, i.e., equal increments of current produce equal increments of deflection. An indicating instrument having a different relation between current and deflection may be used provided that the instrument satisfies the requirements of this subclause. In an electronic instrument, the mechanical time-constant may be simulated by a circuit.

NOTE 2 No tolerance is given for the electrical and mechanical time constants. The actual values used in a specific receiver will be determined by the design to meet the requirements in 4.1.4



#### 4.1.3 Sine-wave voltage accuracy

The accuracy of measurement of sine-wave voltages shall be better than  $\pm 2$  dB when supplied with a sine-wave signal at 50  $\Omega$  resistance source impedance.

#### 4.1.4 Response to pulses

NOTE Annexes B and C describe methods for determining the output characteristics of a pulse generator for use in testing the requirements of this subclause.

##### 4.1.4.1 Amplitude relationship (absolute calibration)

The response of the measuring receiver to pulses of impulse area of a)  $\mu$ Vs (microvolt second) e.m.f. at 50  $\Omega$  source impedance, having a uniform spectrum up to at least b) MHz, repeated at a frequency of c) Hz shall, for all frequencies of tuning, be equal to the response to an unmodulated sine-wave signal at the tuned frequency having an e.m.f. of r.m.s. value 2 mV (66 dB( $\mu$ V)). The source impedances of the pulse generator and the signal generator shall both be the same. A tolerance of  $\pm 1,5$  dB shall be permitted on the sine-wave voltage level.

NOTE A lower impulse area may be used together with a proportionally lower amplitude for the unmodulated sinewave input, provided sufficient signal-to-noise ratio is maintained.

**Table 2 – Test pulse characteristics for quasi-peak measuring receivers**

Frequency range	a) $\mu$ Vs	b) MHz	c) Hz
9 kHz to 150 kHz	13,5	0,15	25
0,15 MHz to 30 MHz	0,316	30	100
30 MHz to 300 MHz	0,044	300	100
300 MHz to 1 000 MHz	0,044	1 000	100

##### 4.1.4.2 Variation with repetition frequency (relative calibration)

The response of the measuring receiver to repeated pulses shall be such that for a constant indication on the measuring receiver, the relationship between amplitude and repetition frequency is in accordance with figures 1a, 1b or 1c.

The response curve for a particular measuring receiver shall lie between the limits defined in the appropriate figure and quantified in table 3.

Table 3 – Pulse response of quasi-peak receivers

Repetition frequency Hz	Relative equivalent level in dB of pulse for stated band			
	Band A 9 kHz to 150 kHz	Band B 0,15 MHz to 30 MHz	Band C 30 MHz to 300 MHz	Band D 300 MHz to 1 000 MHz
1 000	Note 4	-4,5 ± 1,0	-8,0 ± 1,0	-8,0 ± 1,0
100	-4,0 ± 1,0	0 (ref.)	0 (ref.)	0 (ref.)
60	-0,3 ± 1,0	-	-	-
25	0 (ref.)	-	-	-
20	-	+6,5 ± 1,0	+9,0 ± 1,0	+9,0 ± 1,0
10	+4,0 ± 1,0	+10,0 ± 1,5	+14,0 ± 1,5	+14,0 ± 1,5
5	+7,5 ± 1,0	-	-	-
2	+13,0 ± 2,0	+20,5 ± 2,0	+26,0 ± 2,0	+26,0 ± 2,0*
1	+17,0 ± 2,0	+22,5 ± 2,0	+28,5 ± 2,0	+28,5 ± 2,0*
Isolated pulse	+19,0 ± 2,0	+23,5 ± 2,0	+31,5 ± 2,0	+31,5 ± 2,0*

NOTE 1 The influence of the receiver characteristics upon its pulse response is considered in annex D.

NOTE 2 The relationships between the pulse responses of a quasi-peak receiver and receivers with other detector types are given in 4.2.4, 4.3.4.1 and 4.4.4.1.

NOTE 3 The theoretical pulse response curves of quasi-peak and average detector receivers combined on an absolute scale are shown in figure 1d. The ordinate of figure 1d shows the open-circuit impulse areas in dB(μVs) corresponding to the open-circuit sine-wave voltage of 66 dB(μV) r.m.s. The indication on a measuring receiver with an input matched to the calibrating generators will then be 60 dB(μV). Where the measuring bandwidth is less than the pulse repetition frequency, the curves of figure 1d are valid when the receiver is tuned to a discrete line of the spectrum.

NOTE 4 It is not possible to specify a response above 100 Hz in the frequency range 9 kHz to 150 kHz because of the overlapping of pulses in the i.f. amplifier.

NOTE 5 Annex A deals with the determination of the curve of response to repeated pulses.

NOTE 6 The pulse response is restricted due to overload at the input to the receiver at frequencies above 300 MHz. The values marked with an asterisk (\*) in the table are optional and are not essential.

## 4.1.5 Selectivity

### 4.1.5.1 Overall selectivity (passband)

The curve representing the overall selectivity of the measuring receiver shall lie within the limits shown in figures 2a, 2b or 2c.

Selectivity shall be described by the variation with frequency of the amplitude of the input sinewave voltage that produces a constant indication on the measuring receiver.

NOTE For the measurement of equipment that requires higher selectivity at the transition between 130 kHz and 150 kHz (e.g. mains signalling equipment as defined in EN 50065-1/A2), a highpass filter may be added in front of the measuring receiver to achieve the following combined selectivity of CISPR measuring receiver and highpass filter:

Frequency kHz	Relative attenuation dB
150	≤1
146	≤6
145	≥6
140	≥34
130	≥81

The measuring receiver in conjunction with the highpass filter should fulfil the requirements of this standard.

#### 4.1.5.2 Intermediate frequency rejection ratio

The ratio of the input sine-wave voltage at the intermediate frequency to that at the tuned frequency that produces the same indication of the measuring receiver shall be not less than 40 dB. Where more than one intermediate frequency is used, this requirement shall be met at each intermediate frequency.

#### 4.1.5.3 Image frequency rejection ratio

The ratio of the input sine-wave voltage at the image frequency to that at the tuned frequency that produces the same indication on the measuring receiver shall be not less than 40 dB.

Where more than one intermediate frequency is used, this requirement shall be met at the image frequencies corresponding to each intermediate frequency.

#### 4.1.5.4 Other spurious responses

The ratio of the input sine-wave voltage at frequencies other than those specified in 4.1.5.2 and 4.1.5.3 to that at the tuned frequency that produces the same indication on the measuring receiver shall be not less than 40 dB. Examples of the frequencies from which such spurious responses may occur are as follows:

$$(1/m) (n f_L \pm f_i) \text{ and } (1/k) (f_o)$$

where

m, n, k are integers;

f<sub>L</sub> is the local oscillator frequency;

f<sub>i</sub> is the intermediate frequency;

f<sub>o</sub> is the tuned frequency.

NOTE Where more than one intermediate frequency is used, the frequencies f<sub>L</sub> and f<sub>i</sub> may refer to each of the local oscillator and intermediate frequencies used. In addition, spurious responses may occur when no input signal is applied to the measuring receiver; for example, when harmonics of the local oscillators differ in frequency by one of the intermediate frequencies. The requirements under this heading therefore cannot apply in these latter cases. The effect of these spurious responses is dealt with in 4.1.7.2.

#### 4.1.6 Limitation of intermodulation effects

The response of the measuring receiver shall not be influenced by intermodulation effects when tested as follows. Arrange the apparatus as shown in figure 3. The pulse generator has a spectrum substantially uniform up to frequency 3) but at least 10 dB down at frequency 4) of the frequencies given in table 4. The band-stop filter has an attenuation at the test frequency of at least 40 dB. Its bandwidth, B<sub>6</sub>, relative to the maximum attenuation of the filter shall lie between the frequencies 1) and 2) given in table 4.

**Table 4 – Bandwidth characteristics for inter-modulation test of quasi-peak measuring receivers**

Frequency range	1) kHz	2) kHz	3) MHz	4) MHz
9 kHz to 150 kHz (band A)	0,4	4	0,15	0,3
0,15 MHz to 30 MHz (band B)	20	200	30	60
30 MHz to 300 MHz (band C)	500	2 000	300	600
300 MHz to 1 000 MHz (band D)	500	6 000	1 000	2 000

Connect the sine-wave generator output direct to the measuring receiver input and adjust for a convenient reading. Substitute the pulse generator for the sine-wave generator and adjust for the same reading. The pulse repetition frequency shall be 100 Hz for band A and 1 000 Hz for the other bands. With the pulse generator connected as described above, switching the filter into circuit shall introduce attenuation of not less than 36 dB.

#### 4.1.7 Limitation of receiver noise and internally generated spurious signals

##### 4.1.7.1 Random noise

The background noise shall not introduce an error in excess of 1 dB.

NOTE For a measuring apparatus incorporating attenuation in the intermediate frequency amplifier, this condition will be regarded as being

satisfied if the apparatus complies with the following test: A sine-wave signal is applied to the input of the measuring apparatus and adjusted to a value  $S_1$ , such that the output meter shows a reference deflection  $\square$ . An attenuation of 10 dB is introduced in the intermediate-frequency stages. The level of the input signal is increased to  $S_2$  so as to restore the output meter to the deflection  $\square$ . The increase of the level of the input signal ( $S_2 - S_1$ ) shall be between 10 dB and 11 dB.

#### **4.1.7.2 Continuous wave**

Where more than one intermediate frequency is used, the existence of spurious responses as described in the note to 4.1.5.4 shall not introduce a measurement error in excess of 1 dB for any signal input to the measuring receiver. For a measuring receiver incorporating attenuation in the i.f. amplifier, this requirement shall be regarded as satisfied if the receiver complies with

**4.1.7.1 when tested as described in 4.1.7.1, except that the attenuation in the intermediate stages shall be introduced after the last mixer stage.**

#### **4.1.8 Screening effectiveness**

Screening effectiveness is a measure of the ability of the measuring receiver to operate in an electromagnetic field without degradation. The requirement applies to receivers operating within the "CISPR indication range" specified by the manufacturer as described in 3.11.

The screening of the receiver shall be such that when it is immersed in an ambient electromagnetic field of 3 V/m (unmodulated) at any frequency in the range 9 kHz to 1 000 MHz, an error of not greater than 1 dB is produced at the maximum and minimum of the CISPR indicating range as specified by the manufacturer of the receiver. In cases where a measuring receiver is not immune to the requirement of 3 V/m, the field strength and frequency at which the error exceeds 1 dB shall be stated by the manufacturer. The test shall be performed as described below.

The receiver is placed inside a screened enclosure. An input signal is applied to the receiver via a 2 m long well-screened cable (e.g. semi-rigid), through a feedthrough in the enclosure wall, to a signal generator placed outside the enclosure. The level of the input signal shall be at the maximum and the minimum of the CISPR indication range as specified by the manufacturer of the receiver. All other coaxial terminals of the receiver shall be terminated in their characteristic impedance.

Only essential leads (e.g. mains and input cables) for the normal use of the measuring receiver in its minimum configuration (excluding options such as headphones) shall be connected during the test. The leads shall have the lengths and be arranged as in typical use.

The strength of the ambient field in the vicinity of the measuring receiver shall be measured by a field strength monitor.

The receiver meter indication in the presence of the ambient electromagnetic field shall differ by not more than 1 dB from the meter indication when the field is absent.

#### **4.1.8.1 Limitation of radio-frequency emissions from the measuring receiver**

##### **4.1.8.1.1 Conducted emissions**

The radio disturbance voltage at any connecting pin of external lines (not only the mains terminals) shall not exceed the limits for class B equipment given in 5.1 of CISPR 11\*.

The measurement of the radio disturbance voltage is however not required on the inner conductors of screened connections to screened equipment. The local oscillator injection power at the measuring receiver input terminated with its characteristic impedance shall not exceed 34 dB(pW) which is equivalent to 50  $\square$ V across 50  $\square$ .

##### **4.1.8.1.2 Radiated emissions**

The radio disturbance field strength emitted by the measuring receiver shall not exceed the limits for class B equipment given in 5.2 of CISPR 11\*, for the frequency range of 9 kHz to 1 000 MHz. The limits shall also apply for frequency bands (ISM frequencies) listed in table 1 of the same publication. In the frequency range of 1 GHz to 18 GHz, a limit of 45 dB(pW) shall apply.

Before performing radiated and conducted emission measurements, it is essential that the noise contributions of the test equipment do not affect the measured results (e.g. computer control).

#### **4.1.9 Facilities for connection to a discontinuous disturbance analyzer**

For all bands the disturbance measuring receiver shall have both an intermediate-frequency output and an output from the quasi-peak detector for the measurement of discontinuous disturbance. The loading of these outputs shall have no influence on the indicating instrument.

## 4.2 Peak measuring receivers for the frequency range 9 kHz to 1 000 MHz

This clause specifies requirements for measuring receivers employing a peak detector when used for the measurement of impulsive disturbance.

### 4.2.1 Input impedance

The input circuit of measuring receivers shall be unbalanced. For receiver control settings within the CISPR indicating range, the input impedance shall be nominally 50  $\Omega$  with a VSWR not to exceed 2,0 to 1 when the RF attenuation is 0 and 1,2 to 1 when the RF attenuation is 10 dB or greater.

Symmetric input impedance in the frequency range 9 kHz to 30 MHz: To permit symmetrical measurements a balanced input transformer is used. The preferred input impedance is 600  $\Omega$  for the frequency range 9 kHz to 150 kHz. This symmetric input impedance may be incorporated either in the relevant symmetrical artificial network necessary to couple to the receiver or optionally in the measuring receiver.

### 4.2.2 Fundamental characteristics

#### 4.2.2.1 Bandwidth

For all types of broadband disturbance except non-overlapping disturbance, the actual value of the bandwidth shall be stated when the disturbance level is quoted and the bandwidth at the 6 dB points shall lie within the values in table 5.

Table 5 – Bandwidth requirements

Frequency range	Bandwidth $B_6$	Preferred BW
9 kHz to 150 kHz (band A)	100 Hz to 300 Hz	200 Hz
0,15 MHz to 30 MHz (band B)	8 kHz to 10 kHz	9 kHz
30 MHz to 300 MHz (bands C and D)	100 kHz to 500 kHz	120 kHz
NOTE Since the response of a peak measuring receiver to non-overlapping pulses is proportional to its impulse bandwidth, either the actual bandwidth is quoted in the result or the level may be quoted as that "in a 1 MHz bandwidth" calculated by dividing the measured value by the impulse bandwidth in MHz (see 3.2). For other types of broadband disturbance this procedure would introduce an error.		

#### 4.2.2.2 Charge and discharge time constants ratio

In order to achieve a meter reading within 10 % of the true value of the peak at a repetition rate of 1 Hz, the discharge time constant to charge time constant ratio shall be not less than the values given below.

- 1,89  $\times 10^4$  in the frequency range 9 kHz to 150 kHz;
- 1,25  $\times 10^6$  in the frequency range 150 kHz to 30 MHz;
- 1,67  $\times 10^7$  in the frequency range 30 MHz to 1 000 MHz.

If a peak-hold facility is incorporated, the hold time shall be capable of being set to values between 30 ms and 3 s.

NOTE Care should be taken to ensure that any recording instrument used is capable of full response within the selected hold time.

#### 4.2.2.3 Overload factor

For peak measuring receivers, the overload factor need not be so great as for other types of measuring receiver. For most direct-reading detectors, the overload factor need be only a little greater than unity. The overload factor shall be adequate for the time-constants used (see 4.2.2.2).

#### 4.2.3 Sine-wave voltage accuracy

The accuracy of measurement of sine-wave voltages shall be better than  $\pm 2$  dB when supplied with a sine-wave signal at a 50  $\Omega$  resistive source impedance.

#### 4.2.4 Response to pulses

The response of the measuring receiver to pulses of impulse area  $1,4/B_{imp}$  mVs (where  $B_{imp}$  is in hertz) e.m.f. at 50  $\Omega$  source impedance shall be equal to the response to an unmodulated sine-wave signal at the tuned frequency having an e.m.f. of r.m.s. value 2 mV (66 dB( $\mu$ V)). The source impedances of the pulse generator and the signal generator shall both be the same.

The pulses shall have a uniform spectrum according to table 2 of 4.1.4.1.

A tolerance of  $\pm 1,5$  dB is permitted in the sine-wave voltage level and this requirement applies for all pulse repetition frequencies for which no overlapping pulses occur at the output of the i.f. amplifier. NOTE 1 Annexes B and C describe methods for determining the output characteristics of pulse generators for use in testing the requirements of this subclause.

NOTE 2 At a repetition rate of 25 Hz for band A and 100 Hz for the other bands, the relationship between the indications of a peak measuring receiver and a quasi-peak measuring receiver with the preferred bandwidth are

**Table 6 – Relative pulse response of peak and quasi-peak measuring receivers for the same bandwidth**

Frequency	IS mVs	B <sub>imp</sub> Hz	Ratio peak/quasi-peak (dB) for pulse repetition rate	
			25 Hz	100 Hz
Band A	$6,67 \times 10^{-3}$	$0,21 \times 10^3$	6,1	–
Band B	$0,148 \times 10^{-3}$	$9,45 \times 10^3$	–	6,6
Bands C and D	$0,011 \times 10^{-3}$	$126,0 \times 10^3$	–	12,0

#### 4.2.5 Selectivity

Since the bandwidth requirements of 4.2.2.1 allow variations from the bandwidths given in figures 2a, 2b and 2c, these selectivity curves apply to peak measuring receivers as regards shape only, and the frequency axis shall be scaled accordingly. For example, B<sub>6</sub>/2 corresponds to 100 Hz in figure 2a.

The requirements of 4.1.5.2, 4.1.5.3 and 4.1.5.4 apply.

#### 4.2.6 Inter-modulation effects, receiver noise, and screening

The requirements of 4.1.6, 4.1.7 and 4.1.8 apply.

### 4.3 Average measuring receivers for the frequency range 9 kHz to 1 000 MHz

This type of receiver has a detector designed to indicate the average value of the envelope of the signal passed through the pre-detector stages. The average detector is used for the measurement of narrowband signals to overcome problems associated with either modulation content or the presence of broadband noise. Average measuring receivers are not generally used for the measurement of impulsive disturbance.

#### 4.3.1 Input impedance

The input circuit of measuring receivers shall be unbalanced. For receiver control settings within the CISPR indicating range, the input impedance shall be nominally 50  $\Omega$  with a VSWR not to exceed 2,0 to 1 when the RF attenuation is 0 and 1,2 to 1 when the RF attenuation is 10 dB or greater.

Symmetric input impedance in the frequency range 9 kHz to 150 kHz: To permit symmetrical measurements a balanced input transformer is used. The preferred input impedance for the frequency range 9 kHz to 150 kHz is 600  $\Omega$ . This symmetric input impedance may be incorporated either in the relevant symmetrical artificial network necessary to couple to the receiver or optionally in the measuring receiver.

#### 4.3.2 Fundamental characteristics

##### 4.3.2.1 Bandwidth

The bandwidths B<sub>6</sub> shall lie within the values in table 7:

**Table 7 – Bandwidth requirements**

Frequency range	Bandwidth B <sub>6</sub>	Preferred BW
9 kHz to 150 kHz (band A)	100 Hz to 300 Hz	200 Hz
150 kHz to 30 MHz (band B)	8 kHz to 10 kHz	9 kHz
30 MHz to 1 000 MHz (bands C and D)	100 kHz to 500 kHz	120 kHz
NOTE The subject of bandwidth is discussed in annex E, clause E.1. If a bandwidth other than the preferred one is used, it shall be stated when the disturbance level is quoted.		

#### 4.3.2.2 Overload factor

The overload factor for circuits preceding the detector at a pulse repetition rate of  $n$  Hz shall be  $B_{imp}/n$ , with  $B_{imp}$  in Hz.

The receiver shall not overload for pulse rates equal to or greater than 25 Hz for band A, 500 Hz for band B, and 5 000 Hz for bands C and D.

NOTE With this type of receiver it will not, in general, be possible to provide a sufficient overload factor to prevent non-linear operation of the receiver at very low pulse rates (the response to a single pulse is not defined).

#### 4.3.3 Sine-wave voltage accuracy

The accuracy of measurement of sine-wave voltages shall be better than  $\pm 2$  dB when supplied with a sine-wave signal at 50  $\Omega$  resistive source impedance.

#### 4.3.4 Response to pulses

NOTE – Annexes B and C describe methods for determining the output characteristics of pulse generators for use in testing the requirements of this clause.

##### 4.3.4.1 Amplitude relationship

The response of the measuring receiver to pulses of repetition rate  $n$  Hz and impulse area e.m.f. at 50  $\Omega$  source impedance equal to  $1,4/n$  mVs, shall be equal to the response to an unmodulated sine-wave signal at the tuned frequency having an e.m.f. of r.m.s. value 2 mV (66 dB( $\mu$ V)). The source impedances of the pulse generator and the signal generator shall both be the same. The pulses shall have a uniform spectrum according to table 2 of 4.1.4.1. The value of  $n$  shall be 25 for band A, 500 for band B, and 5 000 for bands C and D. A tolerance of  $\pm 2,5$  dB is permitted on the sine-wave voltage level.

NOTE 1 A lower impulse area may be used together with a proportionally lower amplitude for the unmodulated sine-wave input, provided sufficient signal-to-noise ratio is maintained.

NOTE 2 At repetition frequencies of 25, 100, 1 000 and 10 000 Hz, the relationship between the indications of an average and a quasi-peak measuring receiver of the same bandwidth, assuming adequate overload factors and a constant output level, is given in table 8.

**Table 8 – Relative pulse response of average and quasi-peak measuring receivers for the same bandwidth**

Frequency range of measuring receiver	Ratio quasi-peak/average indications (dB) for pulse repetition rate				
	25 Hz	100 Hz	500 Hz	1 000 Hz	5 000 Hz
9 kHz to 150 kHz (band A)	12,4				
0,15 MHz to 30 MHz (band B)		(32,9)	22,9	(17,4)	
30 MHz to 1 000 MHz (bands C/D)				(38,1)	26,3
NOTE Values in brackets are for information only.					

##### 4.3.4.2 Variation with repetition frequency

The response of the measuring receiver to repeated pulses shall be such that, for a constant indication on the measuring receiver, the relationship between amplitude and repetition frequency is in accordance with the following law.

$$\text{Amplitude proportional to (repetition frequency)}^{-1}$$

A tolerance of +3 dB to  $-1$  dB is permitted in the frequency range from the lowest repetition frequency usable as determined from overload considerations to a frequency equal to  $B_3/2$ .

NOTE The theoretical pulse response curves of quasi-peak and average detector receivers, combined on an absolute scale, are shown in figure 1d.

#### 4.3.5 Selectivity

For receivers with a bandwidth of 200 Hz (for frequency range 9 kHz to 150 kHz) or a bandwidth of 9 kHz (for frequency range 0,15 MHz to 30 MHz) the overall selectivity shall be within the limits shown in figures 2a and 2b, respectively. For receivers with a bandwidth of 120 kHz (for frequency range 30 MHz to 1 000 MHz), the overall selectivity shall be within the limits shown in figure 2c. For receivers having other bandwidths, the figures 2a, 2b and 2c describe the shape only, and the frequency axis shall be scaled accordingly. The requirements of 4.1.5.2, 4.1.5.3 and 4.1.5.4 apply.

NOTE – For the measurement of equipment that requires higher selectivity at the transition between 130 kHz and 150 kHz (e.g. mains signalling equipment as defined in EN 50065-1/A2), a highpass filter may be added in front of the measuring receiver to achieve the following combined selectivity of CISPR measuring receiver and highpass filter

Frequency kHz	Relative attenuation dB
150	$\leq 1$
146	$\leq 6$
145	$\geq 6$
140	$\geq 34$
130	$\geq 81$

The measuring receiver in conjunction with the highpass filter should fulfil the requirements of this standard.

#### **4.3.6 Inter-modulation effects, receiver noise, and screening**

The requirements of 4.1.6, 4.1.7 and 4.1.8 apply.



## ANEXO G (Informativo)

### TIPOS DE RAD UTILIZADAS PARA EMISIÓN DE PERTURBACIONES CONDUcidas

Estos equipos cumplen con la norma 61000-4-6 y pueden ser utilizados como REI en las mediciones de emisión de perturbaciones conducidas en los puertos de telecomunicaciones de acuerdo con la sección 8.3.5

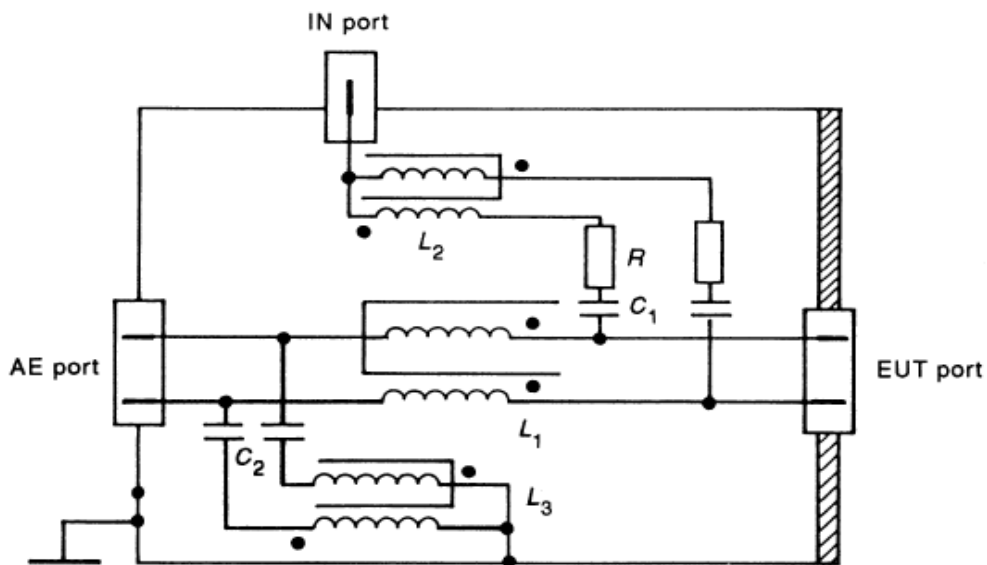


Figura G1. Diagrama simplificado de un circuito REIL/RAD utilizado para conexión de un solo par simétrico sin blindaje. Tomado de [18] Anexo D

$C_1$  (típico) = 10 nF,

$C_2$  (típico) = 47 nF,  $R = 200 \Omega$

$L_1 \geq 280 \mu\text{H}$  a 150 kHz

$L_2 = L_3 = 6 \text{ mH}$  (Cuando  $C_2$  y  $L_3$  no sean usados,  $L_1 \geq 30 \text{ mH}$ )

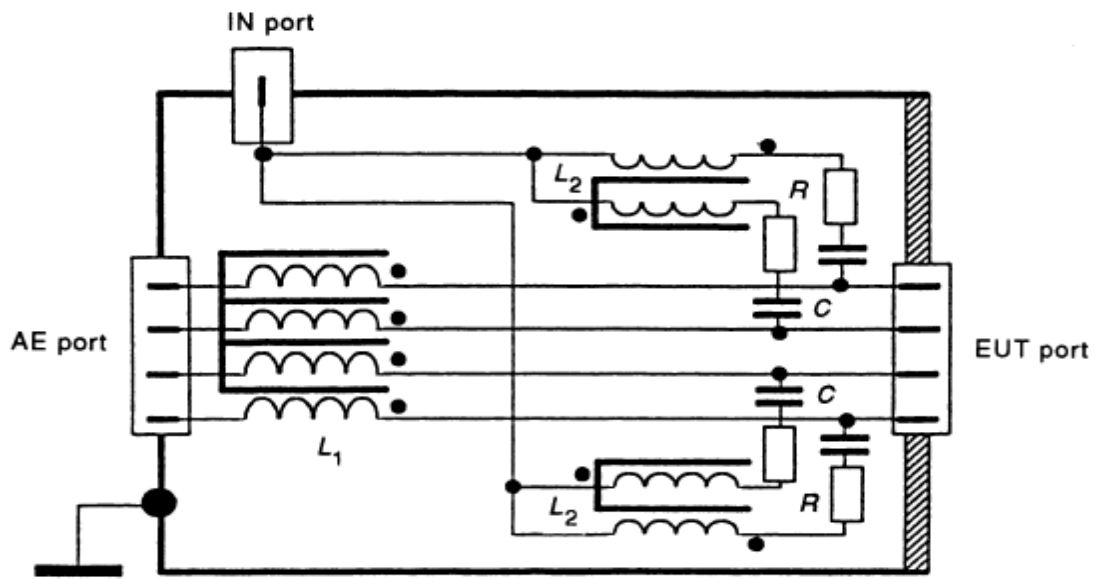


Figura G2. Diagrama simplificado de un circuito REIL/RAD utilizado para conexión de dos pares simétricos sin blindaje. Tomado de [18] Anexo D

C (típico) = 5,6 nF,  
 R = 400 Ω  
 L1 >> 280 μH a 150 kHz  
 L2 = 6 mH

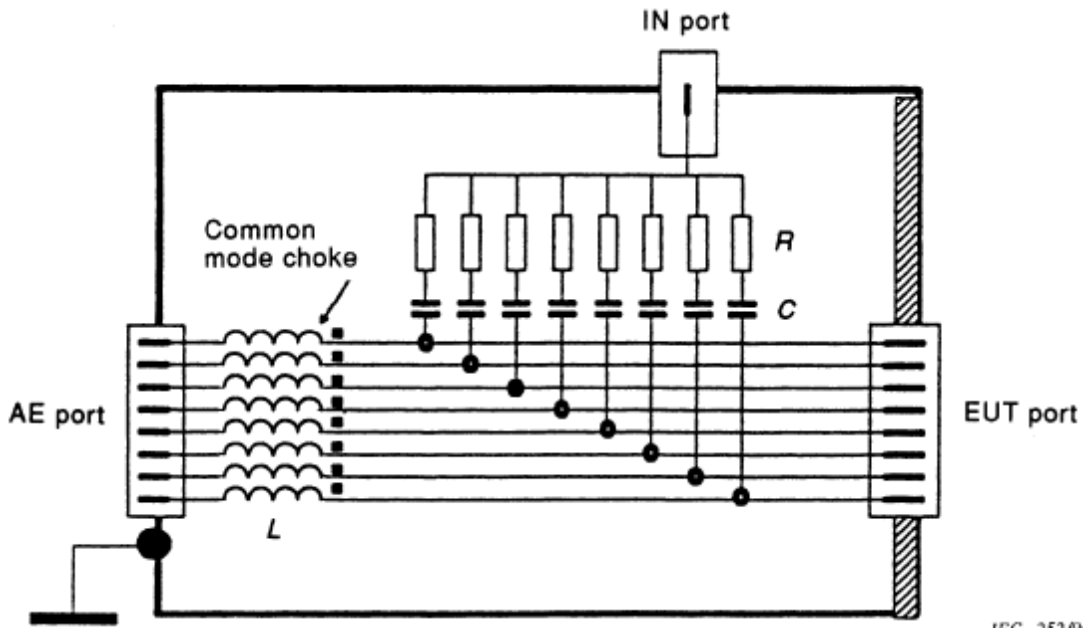
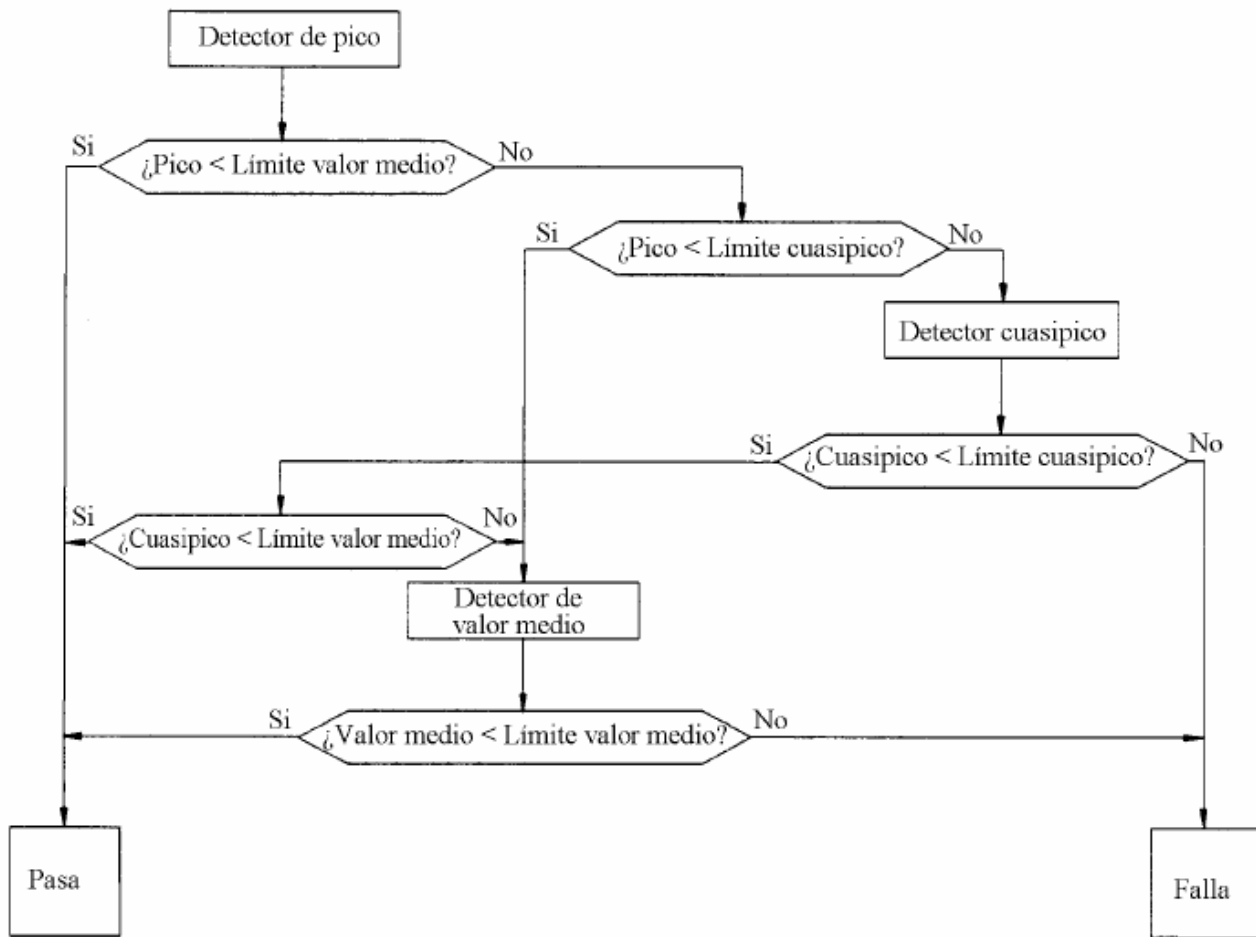


Figura G3. Diagrama simplificado de un circuito RAD/REI utilizado para conexión de 4 pares simétricos sin blindaje. Tomado [18] Anexo D

C (típico) = 2,2 nF  
 R = 800 Ω  
 L >> 280 μH at 150 kHz.

## ANEXO H

### DIAGRAMA DE DECISIÓN DE LOS DETECTORES



**Figura H1. Diagrama de decisión para las mediciones con el receptor figura B1 de UNE EN 55022**

Si se utiliza un receptor para la detección de picos para reducir los tiempos de ensayo cuando se miden las perturbaciones conducidas en los terminales de alimentación principal en el rango de frecuencias comprendido entre 150 kHz y 30 MHz, se debe utilizar el árbol de decisión de la figura B.1 para determinar un juicio preliminar sobre el dispositivo.

Los receptores que estén provistos de preselectores que sigan automáticamente la frecuencia explorada por el receptor deben tener un tiempo de tratamiento suficientemente largo a cada frecuencia para evitar errores de amplitud en los valores medidos.

**ANEXO I**  
(Informativo)  
**BIBLIOGRAFÍA**

[B.1] Proyecto de norma técnica referente a la Compatibilidad Electromagnética de equipos de telecomunicaciones de CENDIT, Rafael Villamizar, Judith Acevedo, Paolo Maragno.

[B.2] Proyecto de norma técnica referente a la Compatibilidad Electromagnética de equipos de telecomunicaciones de CONATEL, preparado por FUNINDES-USB

Parte 1. NORMA TÉCNICA SOBRE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA. Norma General.

Parte 2. NORMA TÉCNICA SOBRE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA. REQUISITOS DE INMUNIDAD Y METODOS DE ENSAYO Y MEDIDA PARA EQUIPOS DE UNA RED DE TELECOMUNICACIONES QUE NO USAN EL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO.

Parte 3. NORMA TÉCNICA SOBRE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA. REQUISITOS DE INMUNIDAD Y METODOS DE ENSAYO Y MEDIDA PARA EQUIPOS DE UNA RED DE TELECOMUNICACIONES QUE USAN EL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO.

Parte 4. NORMA TÉCNICA SOBRE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA. REQUISITOS DE EMISIÓN Y METODOS DE ENSAYO Y MEDIDA PARA EQUIPOS DE UNA RED DE TELECOMUNICACIONES QUE NO USAN EL ESPECTRO RADIOELECTRICO.

Parte 5. NORMA TÉCNICA SOBRE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA. REQUISITOS DE EMISIÓN Y METODOS DE ENSAYO Y MEDIDA PARA EQUIPOS DE UNA RED DE TELECOMUNICACIONES QUE USAN EL ESPECTRO RADIOELECTRICO.

[B.3] El Trabajo Especial de Grado CONATEL-UNEFA: DETERMINACIÓN DE LOS MÉTODOS DE ENSAYO PARA VERIFICAR LOS NIVELES DE EMISIÓN DE PERTURBACIONES ELECTROMAGNÉTICAS, APLICABLE A LA CERTIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS DE TELECOMUNICACIONES EN VENEZUELA. Andrea Monsalve. Junio 2006.

[B.4] Definición de Compatibilidad Electromagnética (EMC). Definición de Interferencia Electromagnética (EMI). Definición de Inmunidad Electromagnética (EMS). CENDIT, Noviembre 2006.

[B5] FCC Test Report, GSM 850/900/1800/1900 Mobile Terminal, FCC ID: Q78-ZTE15, Shenzhen Electronic Product Quality Testing Center (SET)

[B6] CE EMC Test Report, Notebook PC MITAC Technology Corp, Interocean EMC Technology Corp.

[B7] FCC Test Report of HUAWEI CDMA 800 MHz Mobile Phone, FCC ID: Q1SC2299,

Huawei Technologies Co. Ltd.

[B8] Agilent Technologies, Application Note Agilent AN 1302, Making Radiated and Conducted Compliance Measurements with EMI Receivers

[B9] Agilent Technologies, Application Note Agilent AN 1328, Making PreCompliance Radiated and Conducted Measurements with EMC Analyzers.

[B10] Agilent Technologies, Measurement Guide E7415 EMI, Measurement Software, Manufacturing Part Number: E7415-90031, Printed in USA December 2001