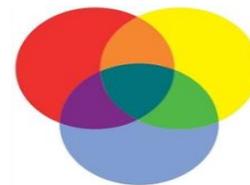




Entrenamiento en Conformidad e Interoperabilidad para la Región AMS en Pruebas de Tipos de Terminales Móviles, Pruebas de Integración e Interoperabilidad NGN, y Procedimientos de Homologación y Vigilancia de Mercado



**Programa en C&I de la ITU
Capacitación en Terminales Móviles**

27/junio-01/julio, 2016

PROGRAMACIÓN

Conceptos básicos sobre tecnologías IMT y otras tecnologías de radiocomunicación móvil

Normas y especificaciones de prueba para terminales móviles

Aspectos relacionados con la prueba de tasa de absorción específica (SAR)

Aspectos relacionados con la prueba de EMC

Aspectos relacionados con la prueba de seguridad

Acreditación ISO/IEC 17025 – Incertidumbre en la medición – Calibración

PROGRAMACIÓN

Conceptos básicos sobre tecnologías IMT y otras tecnologías de radiocomunicación móvil

Normas y especificaciones de prueba para terminales móviles

Aspectos relacionados con la prueba de tasa de absorción específica (SAR)

Aspectos relacionados con la prueba de EMC

Aspectos relacionados con la prueba de seguridad

Acreditación ISO/IEC 17025 – Incertidumbre en la medición – Calibración

CRONOLOGÍA DE LA HISTORIA DEL CELULAR

Siglo XX

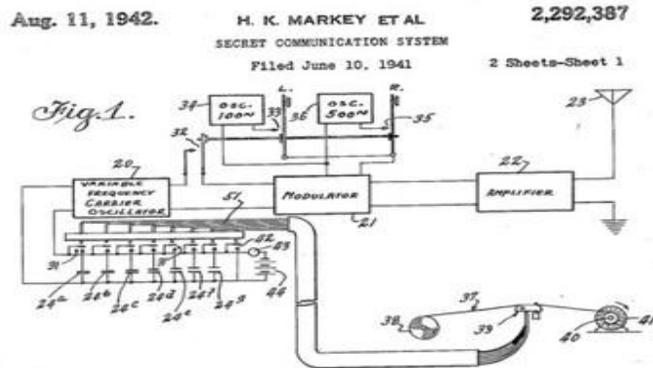
Hedwig Eva María Kiesler [Hedy Lamarr]



1941 Patente denegada

Sistema Secreto de Radio Comunicaciones

1942 Patente concedida – Markey y Antheil



Patented Aug. 11, 1942

2,292,387

UNITED STATES PATENT OFFICE

2,292,387

SECRET COMMUNICATION SYSTEM

Hedy Kiesler Markey, Los Angeles, and George Antheil, Manhattan Beach, Calif.

Application June 10, 1941, Serial No. 397,412

6 Claims. (Cl. 250-2)

This invention relates broadly to secret communication systems involving the use of carrier waves of different frequencies, and is especially useful in the remote control of dirigible craft, such as torpedoes.

An object of the invention is to provide a method of secret communication which is relatively simple and reliable in operation, but at the same time is difficult to discover or decipher.

Briefly, our system as adapted for radio control of a remote craft, employs a pair of synchronous records, one at the transmitting station and one at the receiving station, which change the tuning of the transmitting and receiving apparatus from time to time, so that without knowledge of the records an enemy would be unable to determine at what frequency a controlling impulse would be sent. Furthermore, we contemplate

Fig. 2 is a schematic diagram of the apparatus at a receiving station;

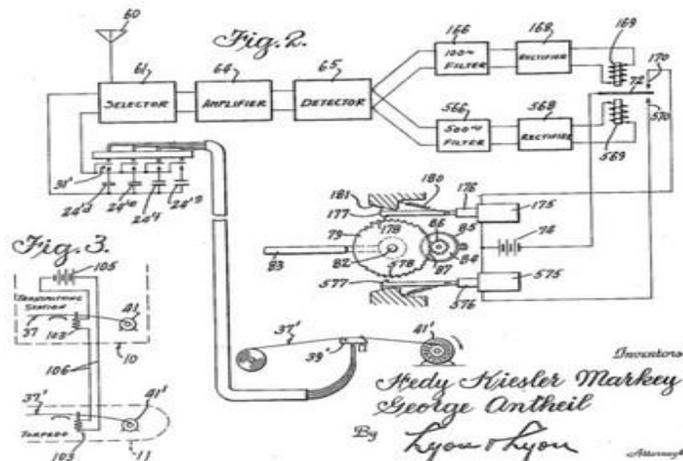
Fig. 3 is a schematic diagram illustrating a starting circuit for starting the motors at the transmitting and receiving stations simultaneously;

Fig. 4 is a plan view of a section of a record strip that may be employed;

Fig. 5 is a detail cross section through a record-responsive switching mechanism employed in the invention;

Fig. 6 is a sectional view at right angles to the view of Fig. 5 and taken substantially in the plane VI-VI of Fig. 5, but showing the record strip in a different longitudinal position; and

Fig. 7 is a diagram in plan illustrating how the course of a torpedo may be changed in accordance with the invention.



CRONOLOGÍA DE LA HISTORIA DEL CELULAR

BELL TELEPHONE LABORATORIES
INCORPORATED

COVER SHEET FOR TECHNICAL MEMORANDA

SUBJECT: Mobile Telephony - Wide Area Coverage - Case 20564

COPIES TO:
1 - R. B.OWN - Dept. 1000 Files
2 - Case Files ← THIS COPY FOR ←
3 - H. T. Friis-Holmdel File
4 - Patent Dept.
5 - B. W. Kendall
6 - H. A. Affel
7 - G. W. Gilman
8 - R. K. Potter
9 - J. R. Wilson
10 - J. W. McRae
11 - E. L. Nelson
12 - C. B. Feldman
13 - A. C. Dickieson
14 - D. Mitchell
15 - F. B. Llewellyn
16 - G. C. Southworth
17 - J. C. Schelleng
18 - W. R. Young
19 - K. Bullington
20 - D. H. Ring

MM- 47-160-37
DATE 11 December 1947
AUTHOR D. H. Ring

XXXXXXXX
ABSTRACT

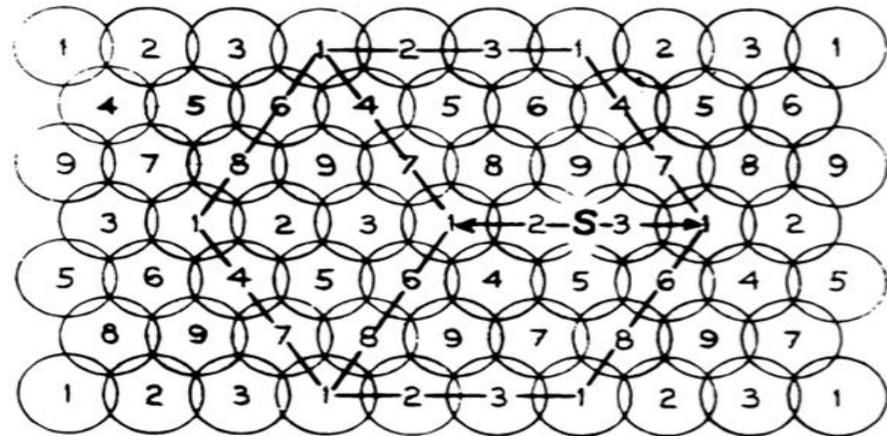
ABSTRACT

In this memorandum it is postulated that an adequate mobile radio system should provide service to any equipped vehicle at any point in the whole country. Some of the features resulting from this conception of the problem are discussed with reference to a rather obvious plan for providing such service. The plan which is outlined briefly is not proposed as the best solution resulting from an exhaustive study, but rather is presented as a point of departure for discussion and comparison of alternative suggestions which may be made.

The discussion in this memorandum is limited to some problems connected with the efficient utilization of a given frequency allocation for wide area coverage. Only a portion of the total allocation is available at any one point in the plan discussed. It is hoped that a future memorandum can be prepared dealing with the most efficient utilization of the frequency band assigned to a particular small area, i.e., methods of modulation, multiplexing, etc.

1947 Laboratorios Bell

Primer memorando
Sistema telefónico de alta capacidad
Antenas



CRONOLOGÍA DE LA HISTORIA DEL CELULAR

MTA



1956 MTA – Teléfono Móvil A – Ericsson

- *Primer sistema móvil – Ericsson*
- *Sistema de señalización pulsada*
- *Rango de frecuencia de 160 MHz*
- *40 kg de peso*
- *100 usuarios / MTA*

CRONOLOGÍA DE LA HISTORIA DEL CELULAR

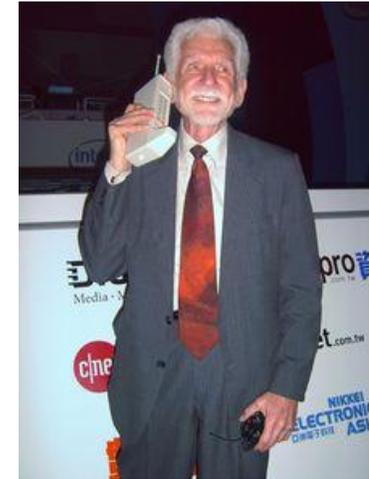


- 1973 – Primera llamada desde un dispositivo celular – Motorola
 - DynaTAC modelo 8000X
 - (7 x 25 cm – 1 kg – 20´ batería)



“ I never really started to carry a cellular phone until it was small enough so I could put it on my belt and not even feel it was there ”

Martin Cooper



- Inicio de las operaciones comerciales
 - 1979 – Japón y Suecia
 - 1983 – Estados Unidos

EVOLUCIÓN DEL SERVICIO MÓVIL



1989 suscripciones → 4 millones
2019 suscripciones → > 9 mil millones

1973



DynaTAC
US\$8.000,00

Tecnología

Evolución



Galaxy S5

US\$600,00

2014

iPhone 5s



“La ITU considera que las comunicaciones
celulares
son la tecnología de más rápida aceptación a
través de la historia”

CONCEPTOS BÁSICOS EN TECNOLOGÍA DE COMUNICACIÓN CELULAR

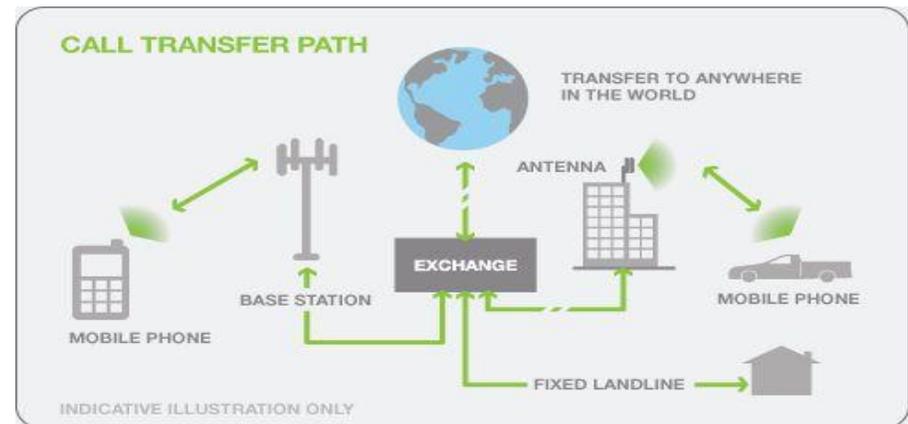
RBS *Estación de radio base*

MSC *Central de conmutación móvil*

MT *Terminal móvil*



How mobile networks work



CONCEPTOS BÁSICOS EN TECNOLOGÍA DE COMUNICACIÓN CELULAR

Objetivo del sistema de comunicación móvil: obtener alta capacidad

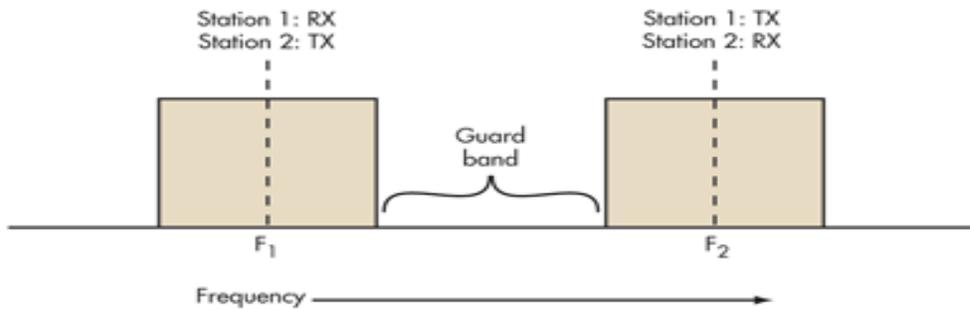
Herramientas tecnológicas:

- *Intercambio de recursos entre múltiples usuarios*
- *Crecimiento del ancho de banda x Escasez de espectro*
- *Técnicas de duplexación*
- *Técnicas de acceso*
- *Técnicas de multiplexación*
- *Esquemas de modulación*
- *Técnica avanzada:*
 - *Agregación de portadoras*
 - *MIMO y antena beamforming (conformación del haz)*

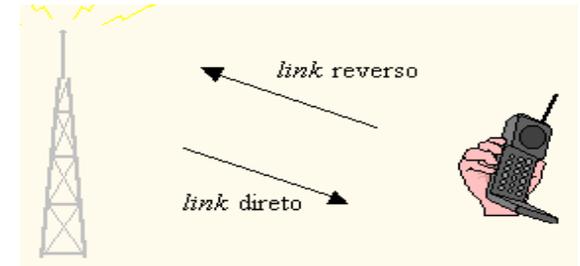


SISTEMAS DE DUPLEXACIÓN

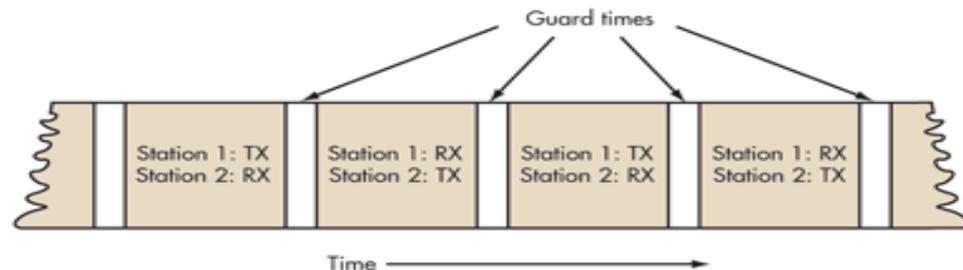
Dúplex completo FDD Duplexación por división de frecuencia



*Frecuencias portadoras diferentes
Up Link – Enlace de subida (inverso) y
Down link – Enlace de bajada (directo)
Transmisiones simultáneas
Necesidad de más espectro
Bandas de guarda*



Semidúplex TDD Duplexación por división de tiempo



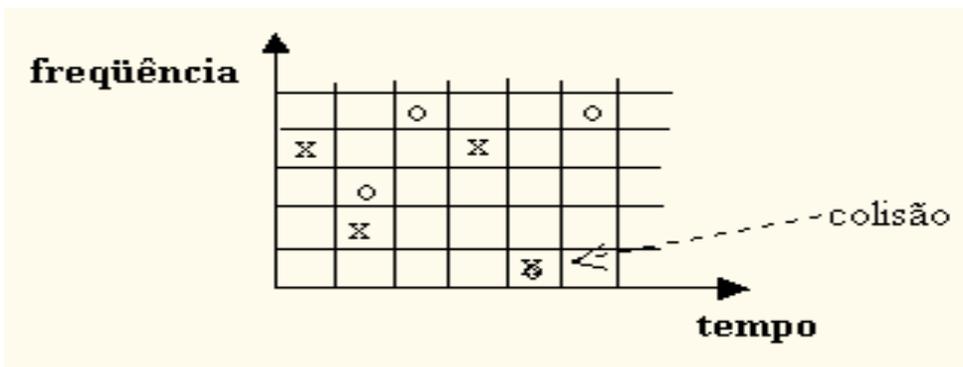
*Única banda de frecuencia
Comparte la banda asignando ranuras
de tiempo
Simétrica o asimétrica
Tiempos de guarda*

TÉCNICA DE TRANSMISIÓN DE ESPECTRO ENSANCHADO

- *Propiedades de diversidad de frecuencia*
- *Interferencia reducida*
- *Habilidad de rechazar interferencias*
- *Difícilmente interceptable*
- *Seguridad inherente*

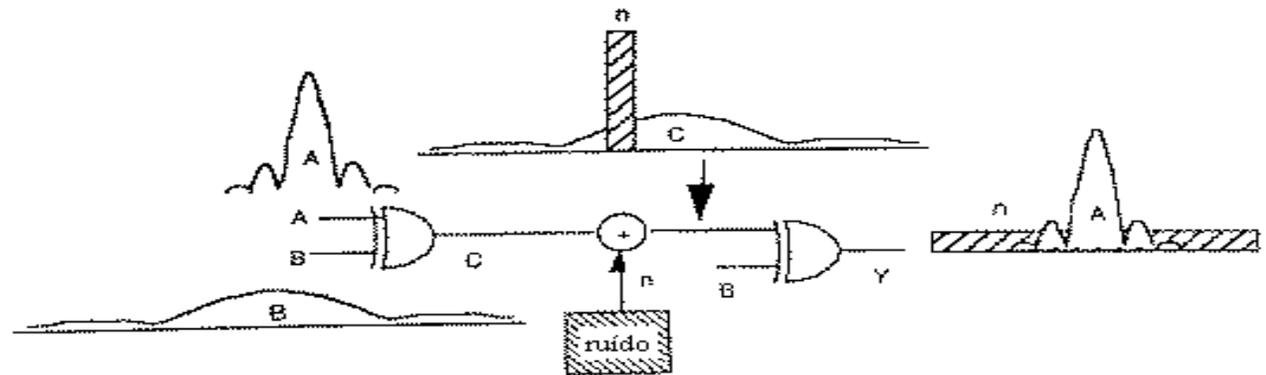
FHSS – Saltos de frecuencia

- *Diferentes frecuencias portadoras en diferentes momentos*



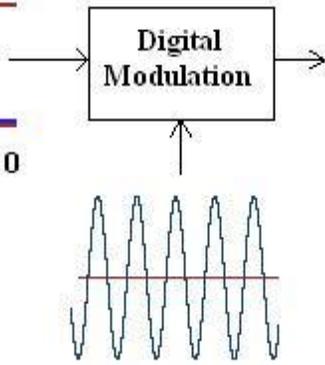
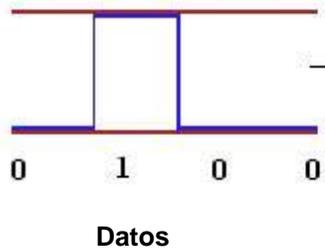
DSSS – Secuencia directa

- *Frecuencia portadora fija*
- *La información se extiende a un ancho de banda mayor*

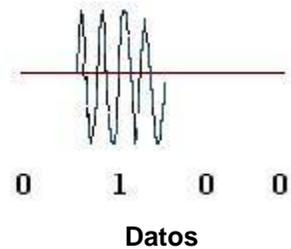


TÉCNICA DE MODULACIÓN DIGITAL

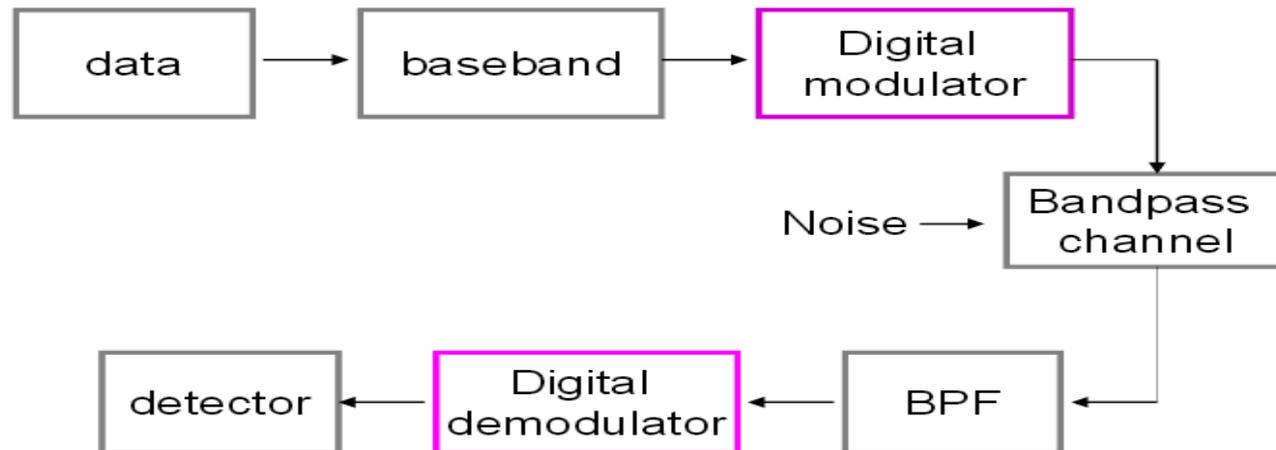
Modulación de la Señal



Señal Modulada



Las características de una portadora (amplitud, frecuencia o fase) varían de acuerdo con una señal modulada



ESQUEMAS DE MODULACIÓN DIGITAL

ASK (Modulación por desplazamiento de amplitud)

Alteraciones de amplitud de la portadora como una función de la información transmitida

FSK (Modulación por desplazamiento de frecuencia)

Alteraciones de frecuencia de la portadora como una función de la información transmitida

PSK (Modulación por desplazamiento de fase)

Alteraciones de fase de la portadora como una función de la información transmitida

BPSK (Modulación por desplazamiento de fase binario)

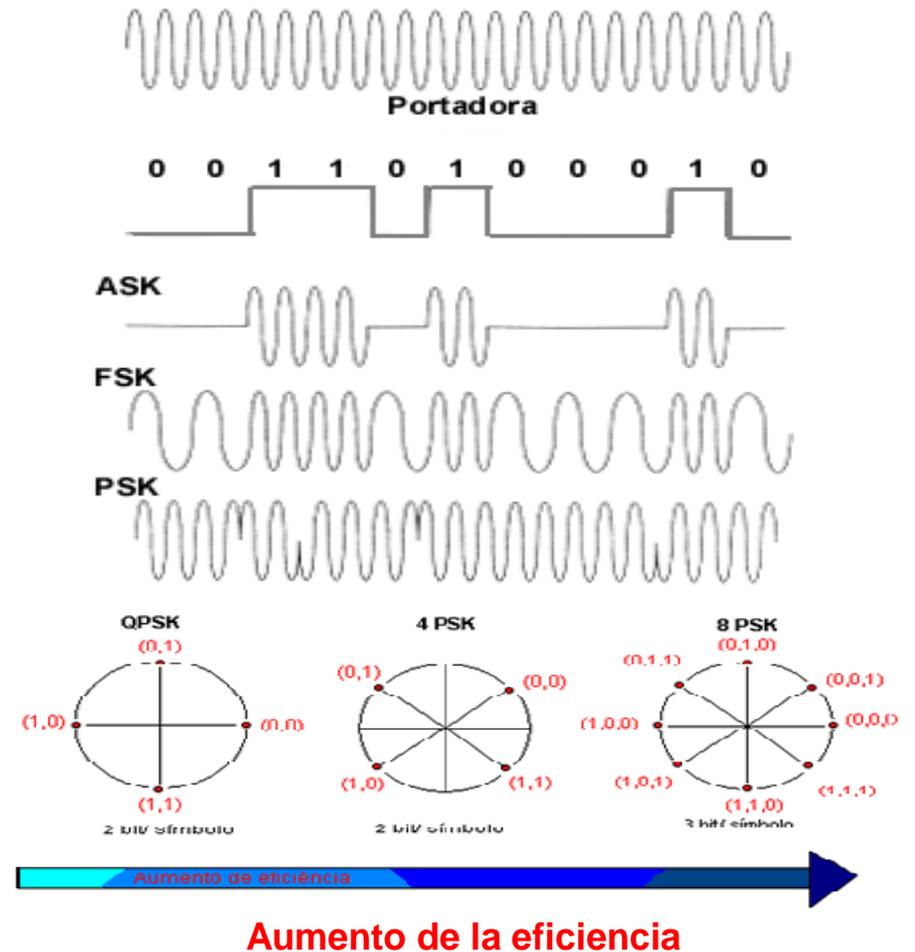
PSK Nivel #2

nPSK (Modulación por desplazamiento de fase binario)

PSK nivel #n (n=4, 8 etc)

QPSK (Modulación por desplazamiento de fase en cuadratura)

PSK Nivel #4



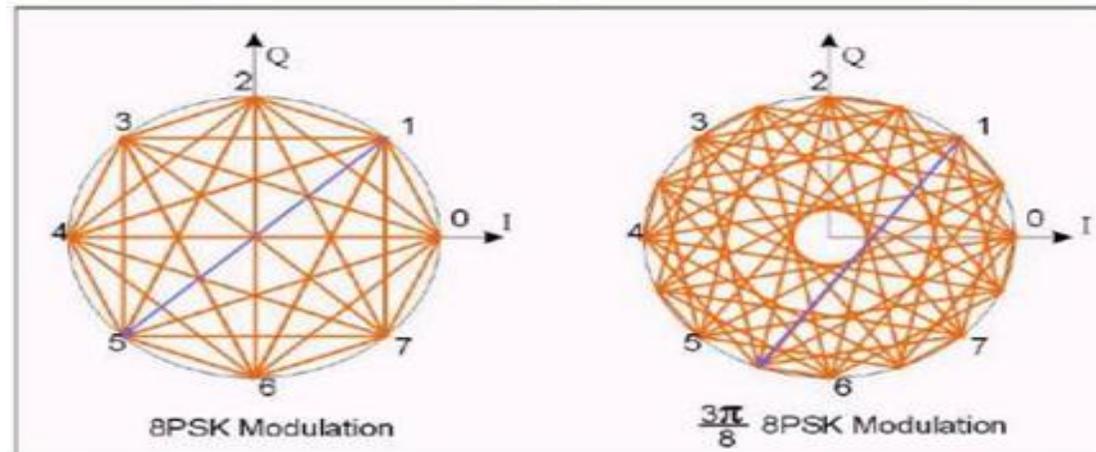
ESQUEMAS DE MODULACIÓN DIGITAL

8PSK

- la amplitud de la portadora cae a cero mientras transita entre símbolos
- el rango dinámico causa problemas de implementación por radio

$3\pi/8$ 8PSK (modificación al 8PSK básico)

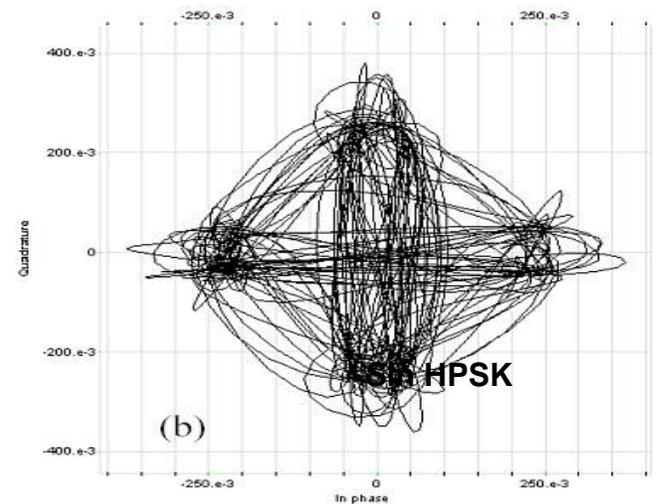
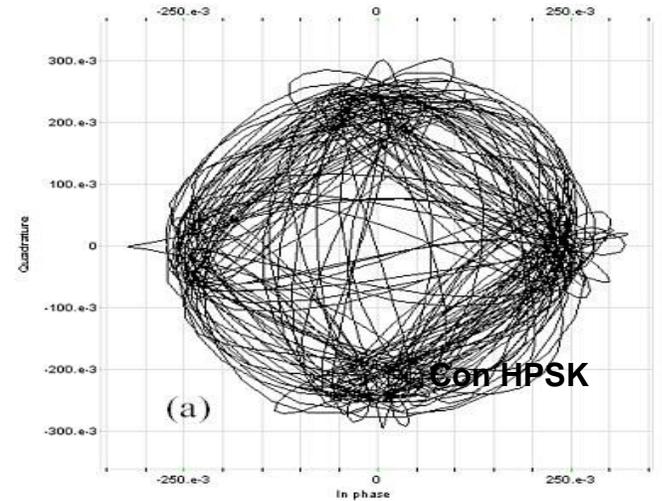
- rotación de $3\pi/8$ adicional a la transición del símbolo
- evita que la portadora pase por el origen y caiga a amplitud cero
- disminuye el rango dinámico



ESQUEMAS DE MODULACIÓN DIGITAL

HPSK Modulación por desplazamiento de fase híbrida

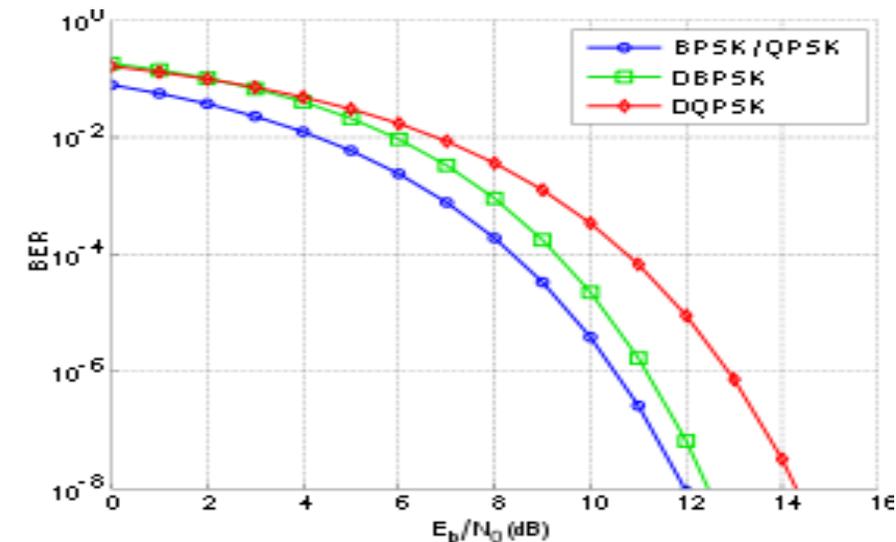
- *elimina los cruces de cero*
- *reduce la relación de potencia de cresta / media (PAPR) antes de la amplificación*
- *aumenta la eficiencia del amplificador*
- *mejora la tasa de errores en los bits (BER)*



ESQUEMAS DE MODULACIÓN DIGITAL

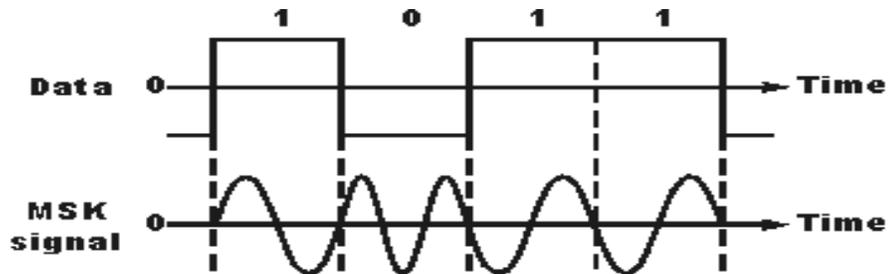
Modulación por desplazamiento de fase diferencial

- DBPSK
- DQPSK
- Más fácil de implementar que el PSK ordinario
- Evita los complejos esquemas de recuperación de la señal portadora para proporcionar una fase precisa
- No coherente – no necesita de un demodulador para obtener una copia de la señal de referencia para determinar la fase exacta de la señal recibida
- Este esquema depende de la diferencia entre fases sucesivas
- El precodificador mapea el símbolo de entrada en una nueva fase de símbolo de diferente portadora en la tabla de correlaciones de fase de símbolo
- Produce más demodulaciones erróneas [BER]

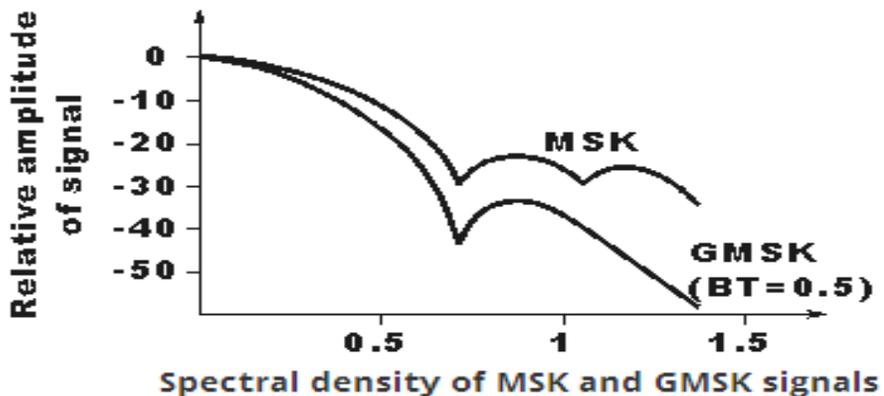


ESQUEMAS DE MODULACIÓN DIGITAL

MSK Modulación por desplazamiento mínimo



GMSK Modulación por desplazamiento con filtro gaussiano



Problema del PSK: las bandas laterales se extienden fuera de la portadora

- MSK y GMSK

Fase continua FSK

No hay discontinuidades de fase

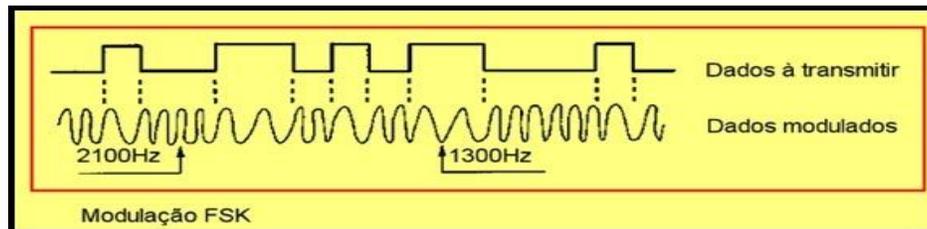
- MSK  GMSK

MSK la señal se extiende a las bandas laterales

Se puede reducir con un filtro de respuesta gaussiano

ESQUEMAS DE MODULACIÓN DIGITAL

GFSK Modulación por desplazamiento de frecuencia con filtro gaussiano



- *Modulador similar al del FSK*
- *Antes del modulador FSK se usa un filtro Gaussiano:*
 - *hace que las transiciones sean más suaves*
 - *disminuye la anchura espectral*



ESQUEMAS DE MODULACIÓN DIGITAL

QAM Modulación de amplitud en cuadratura

- Símbolos con diferentes amplitudes
- Modulación de fase y amplitud
- Mapeo de fase y cuadratura

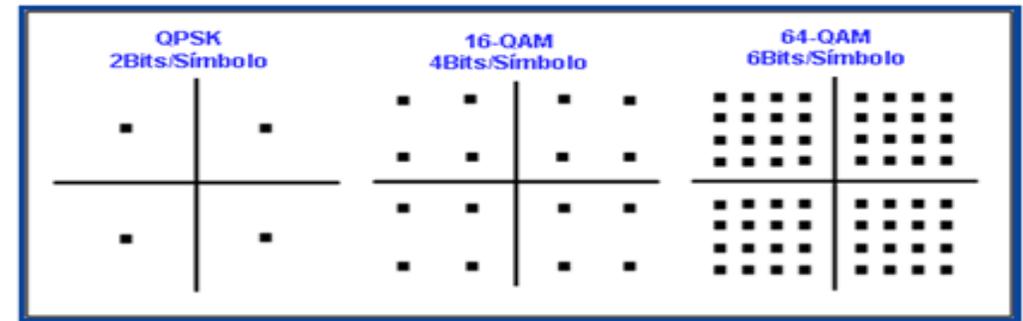
Constelación 16QAM:

- ❑ 16 símbolos
- ❑ 4 símbolos/cuadrante
- ❑ 4 bits/símbolo

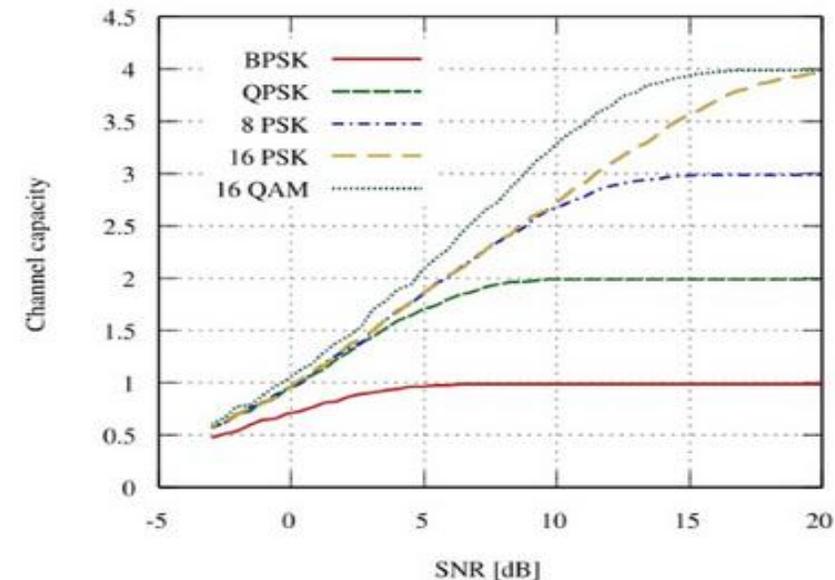
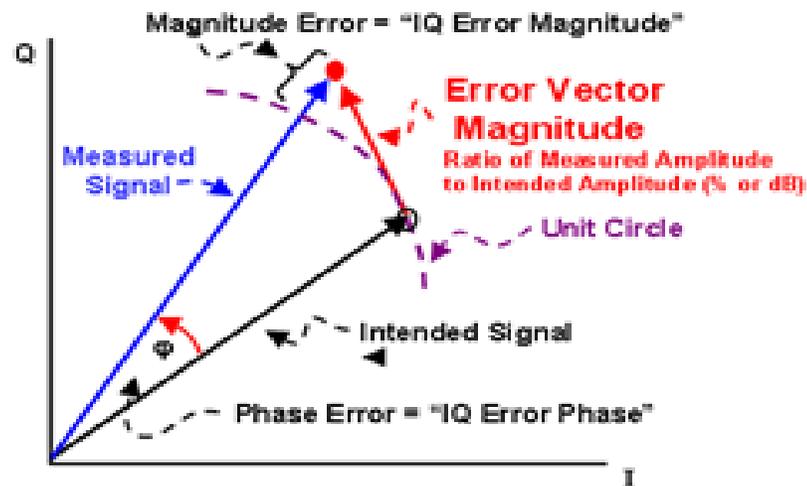
Constelación 64QAM:

- ❑ 64 símbolos
- ❑ 16 símbolos/cuadrante
- ❑ 6 bits/símbolo

Constelaciones



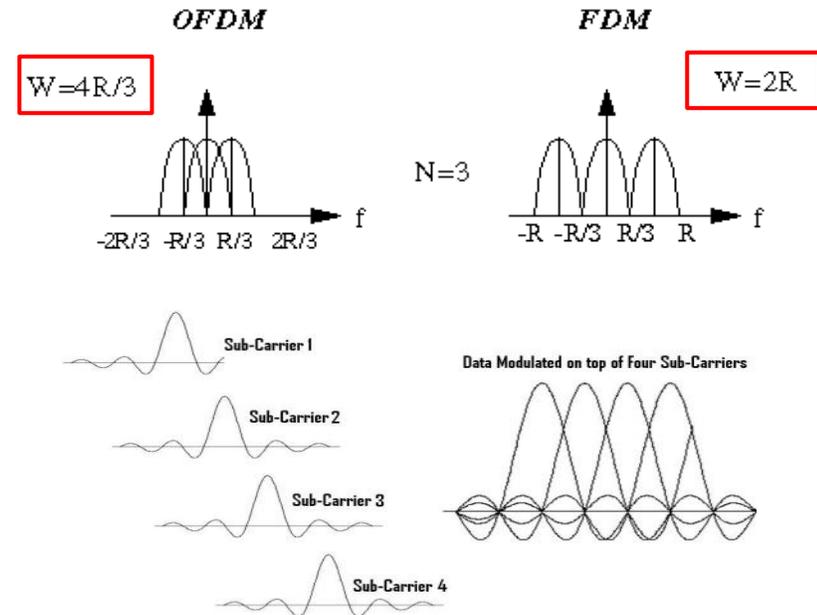
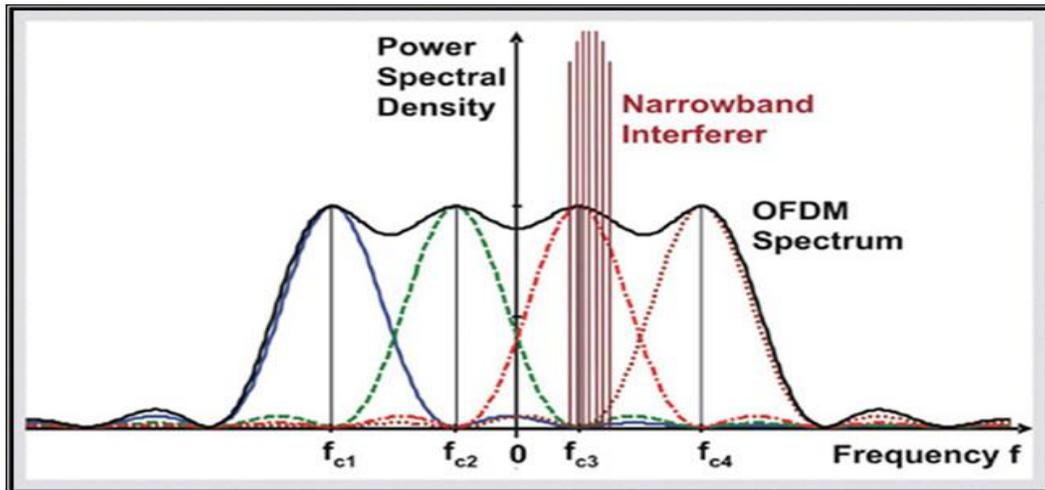
Calidad de la Modulación EVM



ESQUEMAS DE MODULACIÓN DIGITAL

OFDM Multiplexación por división de frecuencia ortogonal

- Es un esquema de FDM usado como un método de modulación digital multiportadora
- Cada sub-portadora es precisamente muestreada en su frecuencia central (pico)
- El pico de cualquier subportadora dada es el punto correspondiente a los cruces de cero de las demás subportadoras y por lo tanto no hay ISI
- Es ampliamente usada en las comunicaciones inalámbricas hoy en día



Algunas ventajas de la OFDM

- ✓ Alta velocidad en la transmisión de datos
- ✓ Combate el desvanecimiento selectivo en frecuencias
- ✓ Inmune a la dispersión y multitrayectos retardados
- ✓ Resistencia al desvanecimiento selectivo de frecuencias

TÉCNICAS DE MULTIPLEXACIÓN

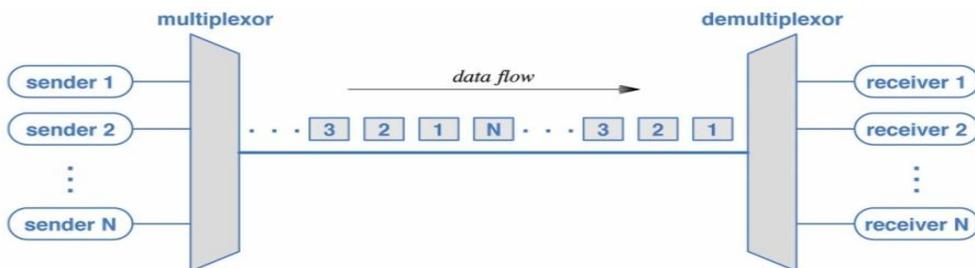
La multiplexación es una técnica en la cual se combinan múltiples señales para su transmisión simultánea a través de medios de comunicación compartidos.

Multiplexación por división de frecuencia – FDM → FDMA (múltiples usuarios/subportadoras)



- Usa una frecuencia de señal portadora para cada flujo de datos y luego combina muchas señales moduladas .
- Cuando se usa la FDM para permitir que múltiples usuarios compartan un único medio físico de comunicaciones (es decir: que no difunda a través del aire), la tecnología es conocida como Acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA).

Multiplexación por división de tiempo – TDM → TDMA



- Transmite dos o más señales digitales en un mismo canal.
- Las señales se dividen en ranuras de tiempo.
- Cuando se usa la TDM para permitir que múltiples usuarios accedan a un canal común, esta tecnología es conocida como Acceso múltiple por división de tiempo (TDMA).

MÉTODOS DE ACCESO MÚLTIPLE

TDMA Acceso múltiple por división de tiempo

Varios usuarios comparten el mismo canal de frecuencia dividiendo la señal en diferentes ranuras de tiempo

FDMA Acceso múltiple por división de frecuencia

Le ofrece a los usuarios una asignación para uno o varios rangos de frecuencia o canales

CDMA Acceso múltiple por división de código

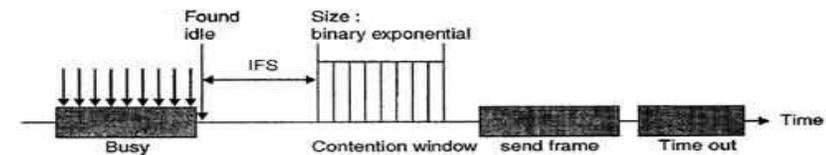
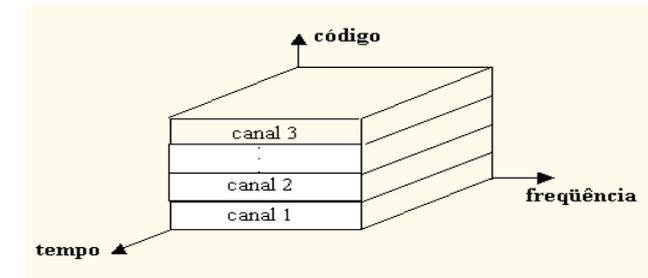
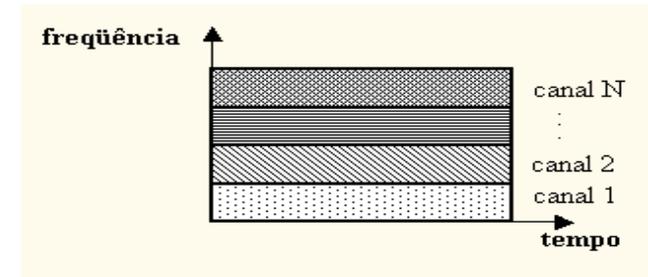
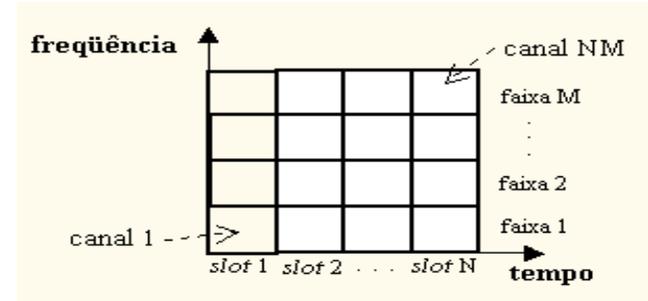
Varios usuarios pueden enviar información simultáneamente en un mismo canal de comunicación

Emplea un amplio espectro y un esquema de codificación especial (en el cual a cada transmisor le es asignado un código)

CSMA-CA

Acceso múltiple con detección de portadora y anticolisión

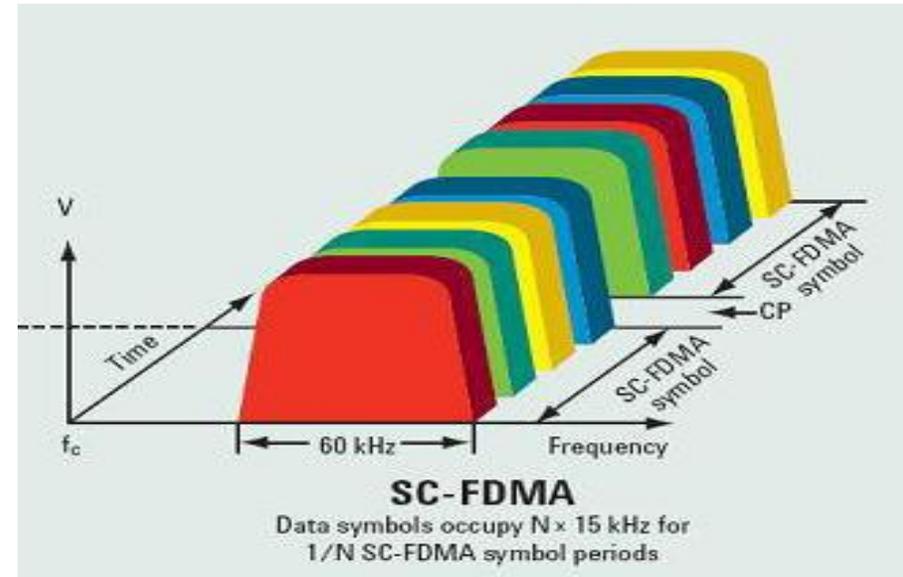
Nodos intentan evitar colisiones mediante la transmisión solo cuando se percibe ociosidad en el canal



MÉTODOS DE ACCESO MÚLTIPLE

SC-FDMA Portadora única – Acceso múltiple por división de frecuencia

- La SC-FDMA transmite los datos (4 símbolos QPSK) en ranuras de tiempo y cada símbolo ocupa un $N \times 15$ kHz de ancho de banda
- Única portadora / ranura de tiempo (técnica de transmisión multiportadora)

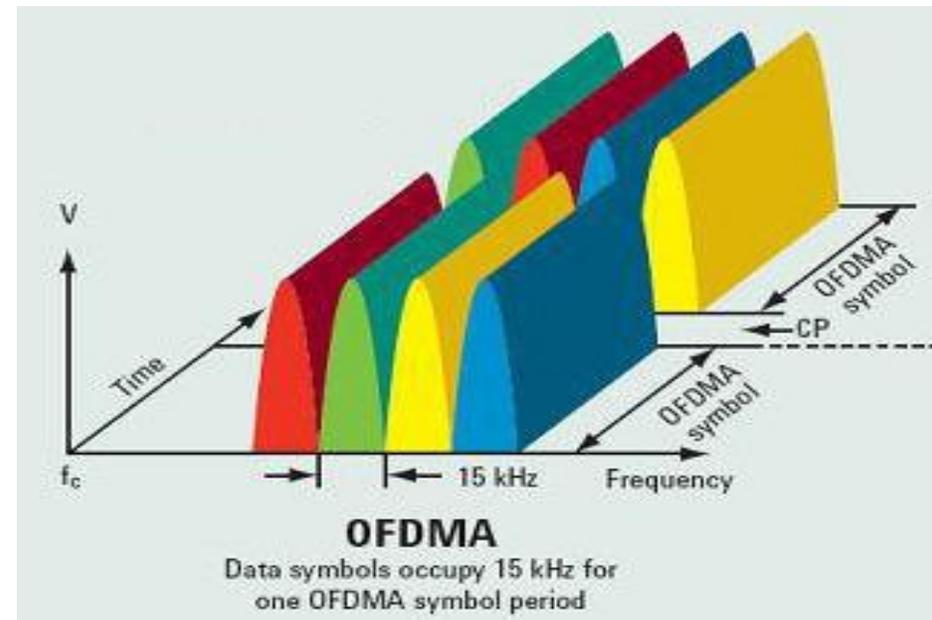


MÉTODOS DE ACCESO MÚLTIPLE

OFDMA

Acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal

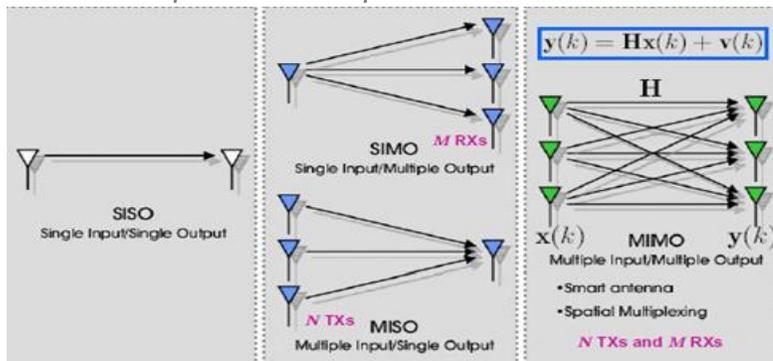
- La OFDMA transmite los datos (4 símbolos QPSK) en paralelo, uno por subportadora
- Versión para múltiples usuarios de la popular OFDM
- Es una técnica de transmisión multiportadora, en la que se divide el espectro disponible entre muchas subportadoras
- En el OFDMA el acceso múltiple se logra asignando subconjuntos de subportadoras a usuarios individuales
- Es una combinación de dominio de frecuencia (OFDM) y dominio de tiempo (TDMA) de múltiple acceso
- OFDMA se refiere a apoyar simultáneamente a múltiples usuarios asignándoles subcanales específicos para intervalos de tiempo (ranuras)



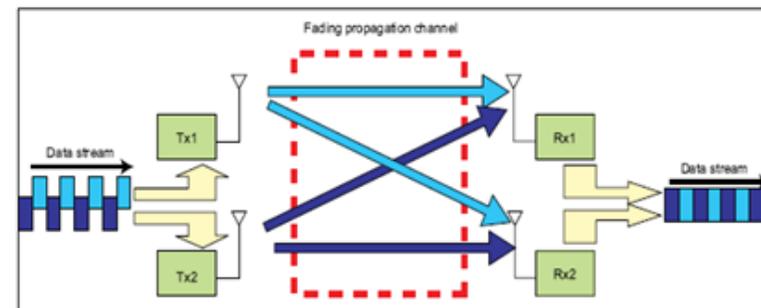
AUMENTO DE LA CAPACIDAD DE COMUNICACIÓN - TÉCNICAS AVANZADAS

MIMO Configuraciones avanzadas en tecnología de antenas

SM Multiplexación espacial en diversidad RxTx



STC Codificación espacio temporal



SIMO x SISO

- proporciona redundancia a la antena receptora
- técnicas de diversidad de recepción
- mejora el SINR del receptor y el desempeño bajo desvanecimiento

MISO x SISO

- proporciona redundancia a la antena transmisora
- técnicas de diversidad de transmisión
- mejora el receptor SINR y el desempeño bajo desvanecimiento

MIMO

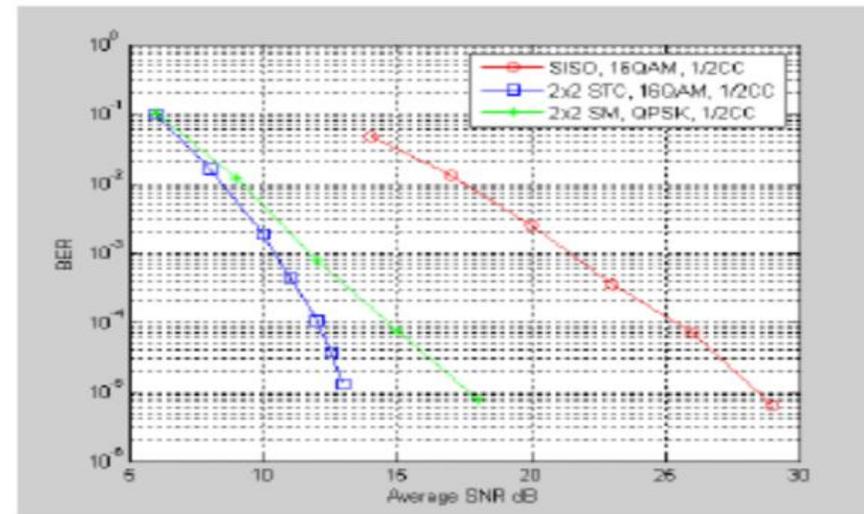
- proporciona mejoras tanto en la transmisión como en la recepción
- mejora el SINR, la transferencia de datos y la eficiencia del espectro

MIMO-SM

- mejora la robustez y el cubrimiento celular

MIMO-STC

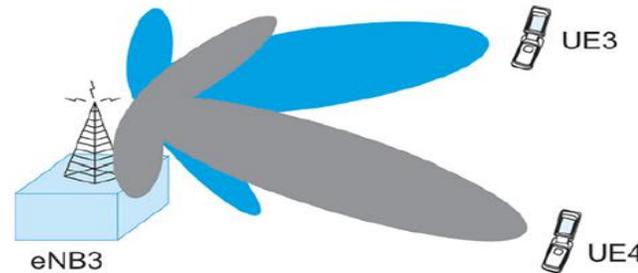
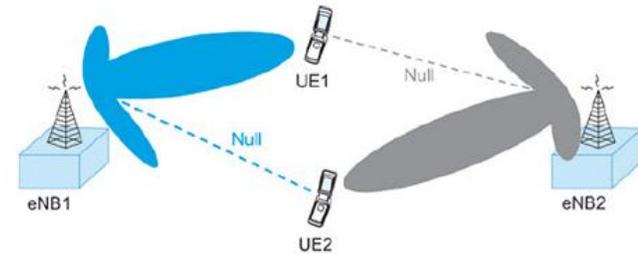
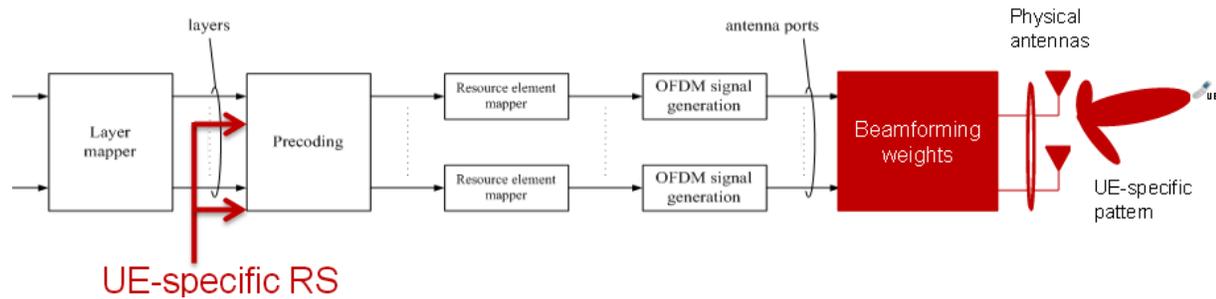
- mejora la transmisión de datos y reduce el BER



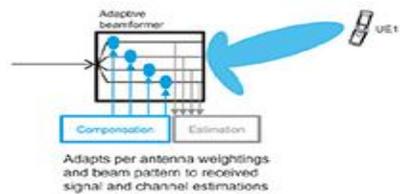
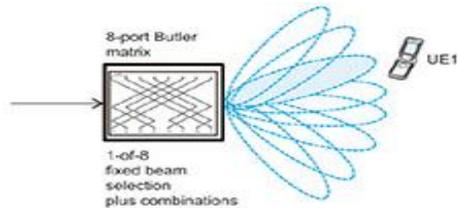
Fuente: Red de Acceso por Radio: Estado y Perspectivas de Evolución, Roland Munzener y Hardy Halbauer, Alcatel, 2006

AUMENTO DE LA CAPACIDAD DE COMUNICACIÓN - TÉCNICAS AVANZADAS

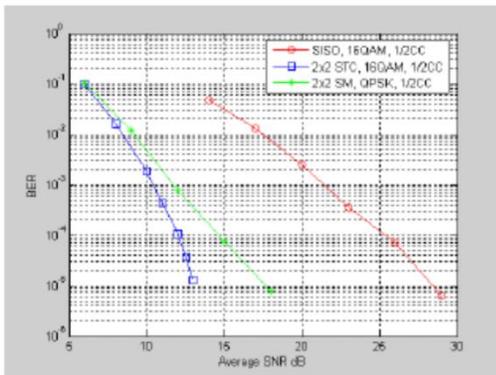
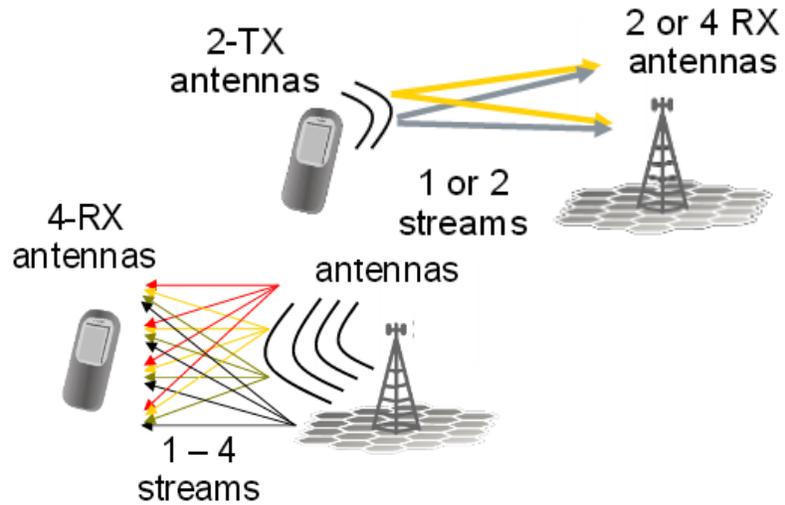
Técnica de antena de conformación del haz (Beamforming)
Configuraciones avanzadas en tecnología de antenas



- Configuraciones multiantena enfocadas en la transmisión o recepción en una dirección en particular
- Técnicas de antenas en fase
 - Conformación de haz conmutado (patrones definidos)
 - Conformación de haz adaptativo (patrones adaptativos en tiempo real)
- Técnica de estimación de canal (lazo abierto)
- Técnica de realimentación de canal (lazo cerrado – OFDMA sondeo de canal)



AUMENTO DE LA CAPACIDAD DE COMUNICACIÓN - TÉCNICAS AVANZADAS



Red de acceso por radio: estado y perspectivas de evolución, Roland Munzener y Hardy Halbauer, Alcatel, 2006

STC Codificación espacio temporal

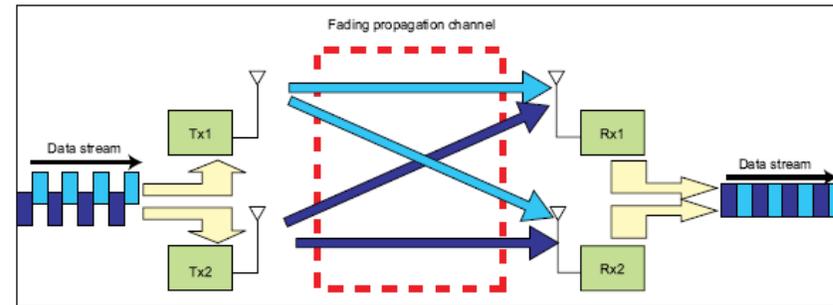
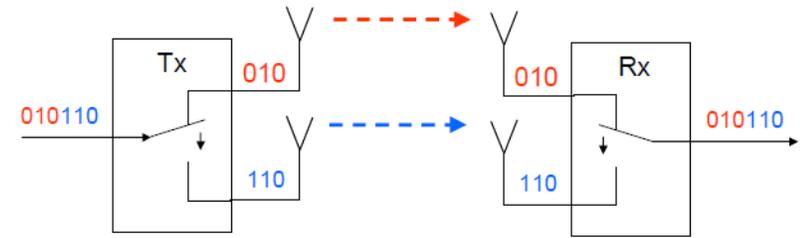
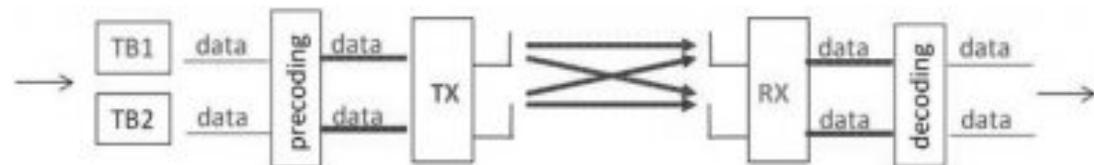
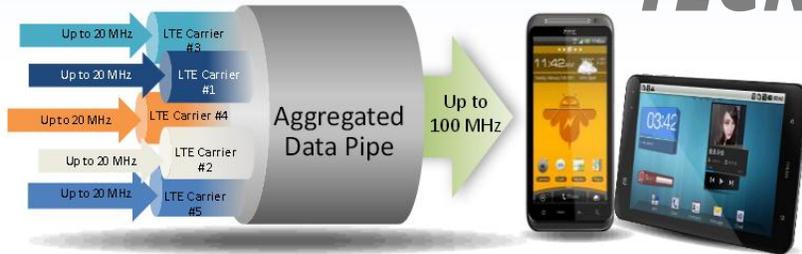


Figure 1: Sequential multiplexing of packet data is routed from baseband to the multiple antenna.



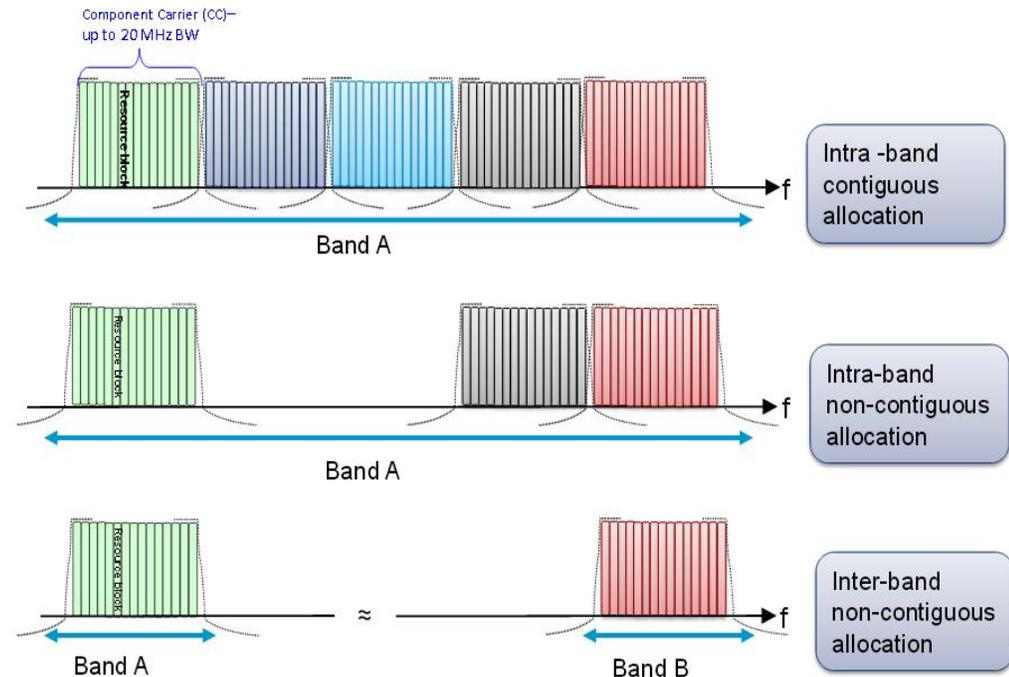
AUMENTO DE LA CAPACIDAD DE COMUNICACIÓN - TÉCNICAS AVANZADAS



CA – Agregación de portadoras

Las IMT-Avanzadas 4G (1 Gbps DL / 500 Mbps UL) requieren **anchos de banda más amplios**

- LTE-Avanzada soporta CA
- Amplia el ancho de banda de transmisión máxima, hasta 100 MHz, agregando hasta 5 LTE portadoras (5 x Portadoras Componentes - CC)
- Uso eficiente del espectro fragmentado
- Tres modos de asignación CA diferentes:
 - Intra Banda continua
 - Intra Banda no continua
 - Interbanda
- 3GPP inicialmente limita la agregación a 2 CC solamente
- Mayores desafíos de diseño
 - Mejora la transmisión multiantena
 - UE múltiples cadenas Rx/Tx simultáneas
 - Reduce los armónicos y otros IP
- Menos impacto al eNB



ESTÁNDARES EN TELEFONÍA MÓVIL Y GENERACIONES DE TECNOLOGÍA

1G Primera generación Servicio de telefonía móvil avanzada

- Se refiere a una red de comunicación análoga
- Introduce la tecnología celular móvil
- Primeros teléfonos análogos conocidos como "ladrillo"
- Básicamente un servicio análogo de voz
- Tecnologías AMPS, TACS, NTT

2G Segunda generación

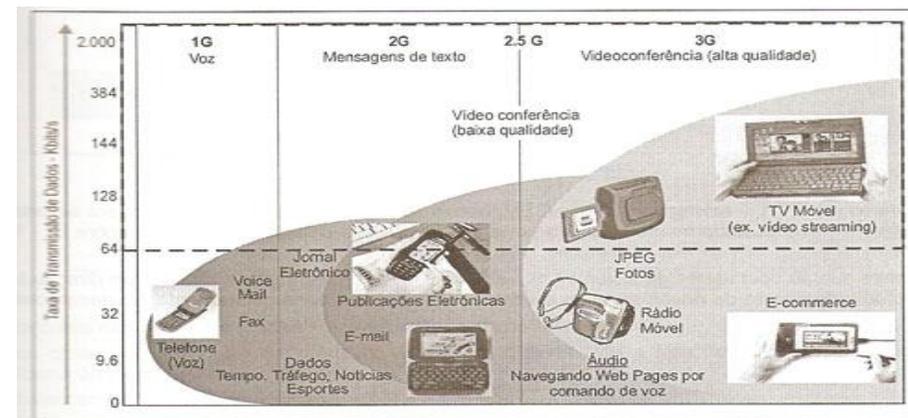
- Se refiere a una red de comunicación digital inalámbrica
- Celdas variables
- Servicios de voz y datos
- Tecnologías TDMA, CDMA, GSM, GPRS, EDGE

3G Tercera generación

- Establecida a través del proyecto de la ITU sobre Telecomunicaciones Móviles Internacionales 2000 (IMT-2000)
- Permite velocidades más rápidas de transmisión de datos, gran capacidad de red y más servicios de red avanzados.
- Paquete de servicio de datos (videostreaming)
- WCDMA, HSPA, HSPA+

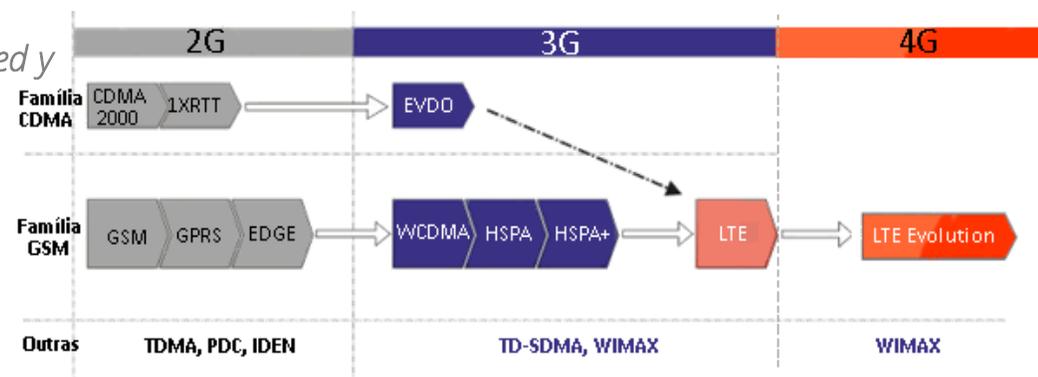
4G Cuarta generación

- Definida por la ITU y establecida como un acuerdo sobre las IMT Avanzadas
- Integración de servicios (voz datos imagen video)
- LTE Avanzadas y IEEE 802.16m WiMAX móvil



Evolução dos sistemas móveis celulares.

la referencia a 2.5G y a 3.5G no es un estándar oficial reconocido por la ITU



EVOLUCIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE COMUNICACIÓN CELULAR

Familia GSM

- *GSM Sistema mundial para comunicaciones móviles*
(Global System for Mobile Communications)
- *GPRS Servicio radioeléctrico general por paquetes*
(General Packet Radio Services)
- *EDGE Tasas de datos mejoradas para la evolución de GSM*
(Enhanced Data for GSM Evolution)



GSM

- *Originalmente voz y*
- *9.6 kbps UL DL de tasa de datos*

GPRS

- *Navegación por internet, WAP, SMS, MMS*
- *Soporta móviles multiintervalo*
- *8 ranuras (UL o DL)*

EDGE

- *Nuevo esquema de modulación*
- *Mejora efectiva de la tasa de datos*
- *Promedio Comercial DL 300 kbps*

COMUNICACIÓN CELULAR	
Tecnología	GSM / GPRS / EDGE
Tecnología de Radio	TDMA y FDMA con FDD
Modulación	GSM/GPRS: GMSK EDGE: $3\pi/8$ fases 8PSK o 8PSK
Ancho de Banda	200 kHz
Tiempo de Latencia	GSM/GPRS: 500 ms EDGE: 300 ms
Tasa Pico de Datos teórica	GSM: 43.2 kbps (DL) y 14.4 kbps (UL) GPRS: 171,2 kbps (DL) y 128,4 kbps (UL) EDGE: 473,6 kbps (DL) y 355,2 kbps (UL)
Servicio	GSM: Voz, SMS, datos en circuito conmutado GPRS y EDGE: conmutación de paquetes de datos
Paquete o Circuito Conmutado	GSM: circuito conmutado GPRS y EDGE: agregando paquetes de datos conmutados
Estándar de Pruebas de Conformidad	3GPP TS 51.010 -1 V6.5.0 (2005-11)

EVOLUCIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE COMUNICACIÓN CELULAR

*WCDMA Acceso múltiple por división de código de banda ancha
(Wideband Code Division Multiple Access)*

- *CDMA conceptos de comunicación*
- *Incremento del ancho de banda*
- *Iniciación de la comunicación por banda ancha*
- *TDD – incrementa la eficiencia*
- *Aplicaciones asimétricas de los servicios web*

COMUNICACIÓN CELULAR	
Tecnología	WCDMA
Tecnología de Radio	CDMA con FDD y TDD
Modulación	HPSK (UL) QPSK (DL)
Ancho de Banda	5 MHz
Tiempo de Latencia	250 ms
Tasa Pico de Datos teórica	384 kbps
Servicio	Celular de alta movilidad, voz, SMS circuito y paquete de datos conmutados
Paquete o Circuito Conmutado	Circuito conmutado y paquete conmutado
Estándar de Pruebas de Conformidad	ETSI TS 134 121-1 V9.1.0 (2010-07)

EVOLUCIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE COMUNICACIÓN CELULAR

*HSPA Acceso a paquetes a alta velocidad (HSDPA / HSUPA)
(High Speed Packet Access)*

HSDPA

- *Optimización de la velocidad del enlace de bajada
(Downlink speed optimization)*

HSUPA

- *Optimización de la velocidad del enlace de subida
(Uplink speed optimization)*

HSPA

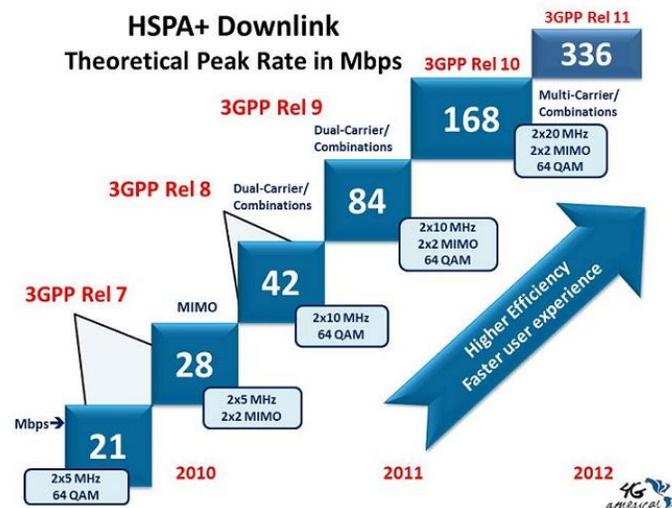
- *Combinación del acceso a paquetes a alta velocidad en el enlace de bajada (HSDPA) y el acceso a paquetes a alta velocidad en el enlace de subida (HSUPA)*
- *TTI (Intervalo de Tiempo de Transmisión) reducción
(Transmission Time Interval)*

COMUNICACIÓN CELULAR	
Tecnología	HSPA (HSDPA y HSUPA)
Tecnología de Radio	CDMA con FDD y TDD
Modulación	DL: QPSK, 16QAM (Rel6) agregando 64QAM (Rel7,8) UL: HPSK (Rel6) agregando 16QAM (Rel 7,8)
Ancho de Banda	5 MHz
Tiempo de Latencia	70 ms
Tasa Pico de Datos teórica	HSDPA (DL): 14.4 Mbps (16QAM) HSUPA (UL): 5.76 Mbps
Servicio	Celular de alta movilidad, paquete de datos de alta velocidad
Paquete o Circuito Conmutado	Circuito conmutado y paquete conmutado
Estándar de Pruebas de Conformidad	ETSI TS 134 121-1 V9.1.0 (2010-07)

EVOLUCIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE COMUNICACIÓN CELULAR

HSPA+ Acceso a paquetes a alta velocidad evolucionado
(Evolved High Speed Packet Access)

- Mejora la capacidad HSPA
- Esquemas de modulación de alto orden
- Voz conmutada por circuitos sobre HSPA proporciona un soporte optimizado de servicios de voz
- Mejoras al protocolo



Fuente: www.4gamericas.org

COMUNICACIÓN CELULAR	
Tecnología	HSPA +
Tecnología de Radio	CDMA con FDD y TDD
Modulación	DL: QPSK, 16QAM (Rel6) agregando 64QAM (Rel7,8) UL: HPSK (Rel6) agregando 16QAM (Rel 7,8)
Ancho de Banda	5 MHz
Tiempo de Latencia	30 ms
Tasa Pico de Datos teórica	HSPA + (DL): 84.4 Mbps (64QAM, 2x2 MIMO) HSPA + (UL): 23.0 Mbps (16QAM)
Servicio	Celular de alta movilidad, paquete de datos de alta velocidad
Paquete o Circuito Conmutado	Circuito conmutado y paquete conmutado
Estándar de Pruebas de Conformidad	ETSI TS 134 121-1 V9.4.0 (2011-03)

- Operación MIMO (Versión 7)
- Doble portadora + MIMO + 64QAM (Versión 9)
- Agregación de multiportadoras + MIMO + 64QAM (Versión 10)

EVOLUCIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE COMUNICACIÓN CELULAR



LTE Long Term Evolution – Versión 8

LTE

- Alta tasa de datos, baja latencia y sistema de paquetes optimizados
- SC-FDMA UL
- OFDMA DL
- Ancho de banda escalable hasta 20 MHz
- Modulación dinámica adaptativa
- Soporta MIMO tecnología en antenas
- Servicio de voz soportado por:
 - VoLTE (Voz sobre LTE)
 - SRVCC (Continuidad de Llamada de Voz de Radio Única)
 - CSFB (Reserva de conmutación de circuitos)
- La versión 9 incluye el soporte para MBMS (Servicio de difusión/multidifusión multimedia)
- Home eNB (HeNB) – “Femtocelda”

COMUNICACIÓN CELULAR	
Tecnología	LTE
Tecnología de Radio	LTE: OFDMA y SC-FDMA, TDD y FDD
Modulación	QPSK, 16QAM, 64QAM
Ancho de Banda	LTE: 1.4 MHz, 3 MHz, 5 MHz, 10 MHz, 15 MHz, 20 MHz LTE Avanzada: hasta 100 MHz con Agregación de Portadoras
Tiempo de Latencia	LTE: 10 ms LTE Avanzada: < 5 ms
Tasa Pico de Datos teórica	LTE (DL): 300 Mbps (20 MHz, 64QAM, 4x4 MIMO) LTE (UL): 75 Mbps (20 MHz, 64QAM)
Servicio	LTE: Alta tasa de datos, Alta movilidad
Paquete o Circuito Conmutado	Solamente paquete conmutado
Estándar de Pruebas de Conformidad	3GPP TS 36.521-1 V9.5.0 (2011-06)

EVOLUCIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE COMUNICACIÓN CELULAR



LTE Advanced – Versión 10 en adelante

LTE Advanced

- *La tecnología 4G reúne las IMT avanzadas.*
- *Hasta 40 MHz con agregación de portadora (portadora de 2 componentes) - sobre la base de la versión 11.*
- *Agregación de portadora con portadora de hasta 5 componentes (CC) – futuras versiones*
- *Tasas de datos superiores.*
- *Mínimo 100 Mbps UL de alta movilidad.*
- *1 Gbps DL baja movilidad.*
- *MIMO extensión (DL: 8x8; UL: 4x4).*
- *Soporte para eICIC (Coordinación optimizada de interferencia entre celdas) y feICIC (Coordinación de interferencia entre celdas mejorada aún más).*
- *CoMP (Coordinación MultiPunto) – permite al equipo de usuario recibir y transmitir datos desde y hacia varios puntos, lo que garantiza un rendimiento óptimo, incluso en los extremos de las celdas.*

COMUNICACIÓN CELULAR	
Tecnología	LTE Advanced
Tecnología de Radio	OFDMA y SC-FDMA, TDD y FDD
Modulación	QPSK, 16QAM, 64QAM
Ancho de Banda	1.4 MHz, 3 MHz, 5 MHz, 10 MHz, 15 MHz, 20 MHz Hasta 100 MHz con agregación de portadora (CA) usando una portadora de 5 componentes (CC)
Tiempo de Latencia	< 5 ms
Tasa Pico de Datos teórica	DL: 1 Gbps (4x4 MIMO, with BW>70 MHz) UL: 500 Mbps
Servicio	Alta tasa de datos para aplicaciones avanzadas [100 Mbps para alta movilidad y 1 Gbps para baja movilidad]
Paquete o Circuito Conmutado	Solamente paquete conmutado
Estándar de Pruebas de Conformidad	3GPP TS 36.521-1

TECNOLOGÍAS DE CONECTIVIDAD INALÁMBRICA

Bluetooth IEEE 802.15.1 Estándar

- Comunicación inalámbrica entre dispositivos electrónicos
- Tecnología de corto alcance
 - Clase 1: 100 m @100 mW
 - Clase 2: 10 m @2,5 mW
 - Clase 3: 1 m @ 1 mW
- Manejo simultáneo de voz y datos
- Muy bajo consumo de energía
- Solución de bajo costo
- Versión 2: Tasa de datos 3 Mbps
- Versión 3: Tasa de datos hasta 24 Mbps



CONECTIVIDAD INALÁMBRICA	
Tecnología	BLUETOOTH + EDR
Tecnología de Radio	TDMA
Modulación	GFSK (1.2 y baja energía), 8DPSK (PSK Diferencial) y $\pi/4$ DQPSK
Ancho de Banda	1 MHz (Saltos de Frecuencia)
Tasa Pico de Datos teórica	1 Mbps
Servicio	Datos y voz de baja movilidad
Paquete o Circuito Conmutado	Paquete conmutado
Estándar de Pruebas de Conformidad	Resolución Anatel Nº 506, Julio 1, 2008 Resolución Anatel Nº 442, Julio 21, 2006 Resolución Anatel Nº 529, Junio 3, 2009

Algunas aplicaciones: auriculares manos libres para llamadas de voz, capacidad de impresión y fax, sincronización para PCs y teléfonos móviles

TECNOLOGÍAS DE CONECTIVIDAD INALÁMBRICA

Wi-Fi Wireless Fidelity
Estándar IEEE 802.11



- Tecnología inalámbrica LAN (hasta 400 m)
- Bandas ISM sin licencia (2.4/5 GHz),
- Altamente optimizado para IP y Ethernet
- Ideal para acceso inalámbrico a internet
- Tecnología de corto alcance (~100 m)
- 802.11n incluye tecnología MIMO
- 802.11p C2C, V2V, V2I comunicaciones
- 802.11ac – tasas de datos superiores – 6 Gbps
 - anchos de banda superiores
 - 256QAM modulación subportadora
- 802.11ad – rango de frecuencia de 60 GHz



CONECTIVIDAD INALÁMBRICA	
Tecnología	WiFi
Tecnología de Radio	CSMA - CA (Acceso Múltiple de Sentido de Portador - Evitación de Colisión)
Modulación	b: DBPSK/DQPSK (1 y 2 Mbps) b: CCK con DQPSK (5.5 y 11 Mbps) a,g,h,j: hasta 64QAM en 52 OFDM subportadoras n: hasta 64QAM en 114 OFDM subportadoras ac: hasta 256QAM en 484 OFDM subportadoras
Ancho de Banda	b: 25/10 MHz (sin solapamiento/solapamiento) g: 25 MHz, a/h: 20 MHz j: 20 MHz n: 20 MHz ac: 20, 40, 80, 160 MHz
Tasa Pico de Datos teórica	b: 11 Mbps a/g/h/j: 54 Mbps n: 72.2Mbps (20MHz-1Tx), 600Mbps (40MHz-4Tx) ac: 86.7Mbps (20MHz-1Tx), 6.9Gbps (160MHz-8Tx)
Servicio	Datos de baja movilidad
Paquete o Circuito Conmutado	Paquete conmutado
Estándar de Pruebas de Conformidad	Resolución Anatel Nº 506, Julio 1, 2008 Resolución Anatel Nº 442, Julio 21, 2006 Resolución Anatel Nº 529, Junio 3, 2009

TECNOLOGÍAS DE CONECTIVIDAD INALÁMBRICA

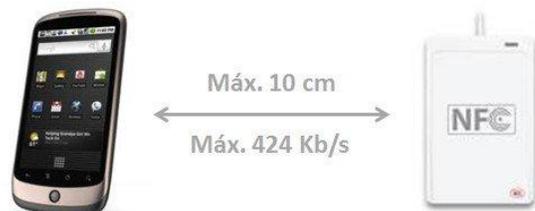
NFC Near Field Communication

ISO/IEC 18092 / ECMA-340 Interfaz y Protocolo-1 Near Field Communication

ISO/IEC 21481 / ECMA-352 Interfaz y Protocolo-2 Near Field Communication



- Tecnología de conectividad inalámbrica de corto alcance (pocos cm)
- Interacción punto a punto entre dispositivos electrónicos
- Bajo consumo de energía
- Basado en el acoplamiento inductivo entre dos antenas de lazo
- Banda ISM sin licencia de 13.56 MHz
- NFC activo iniciador/lector
- NFC activo o pasivo modos target/etiqueta



CONECTIVIDAD INALÁMBRICA	
Tecnología	NFC
Modulación	ASK
Ancho de Banda	ISO 18092: n/a
Tasa Pico de Datos teórica	de 106 kbps hasta 848 kbps
Servicio	Identificación sin contacto, interconexión y transmisión de datos entre dispositivos móviles
Paquete o Circuito Conmutado	Basado en el paquete
Estándar de Pruebas de Conformidad	Resolución Anatel Nº 506, Julio 1, 2008 Resolución Anatel Nº 442, Julio 21, 2006 Resolución Anatel Nº 529, Junio 3, 2009

Algunas aplicaciones de la NFC:

- transacciones sin contacto
- ID personal
- intercambio de datos:
 - avisos inteligentes
 - tarjetas de presentación
 - fotos digitales



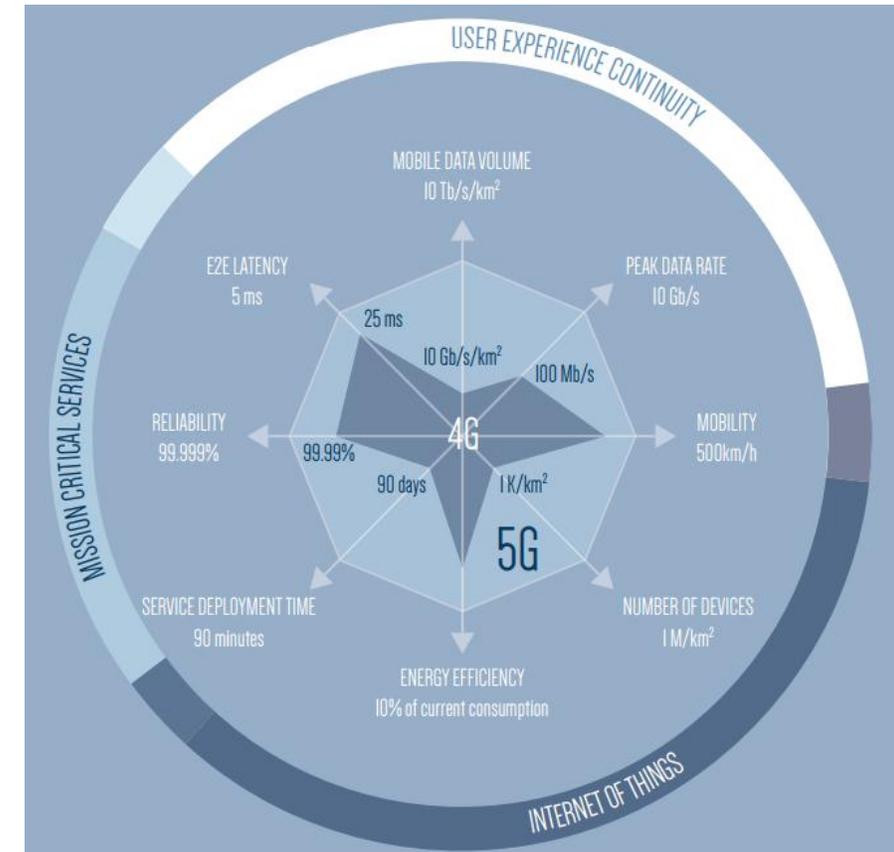
EVOLUCIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE COMUNICACIÓN CELULAR

Objetivos:

5G

5G - Demandas

- Velocidades de datos superiores a 4G
- Menor latencia
- Nueva capa PHY
- Nuevas tecnologías de acceso
- Nuevas modulaciones digitales
- Aún no hay normas definidas para 5G
- Múltiples organizaciones trabajan en la normalización
 - IMT para 2020 y más allá
 - 5G-ppp
 - 3GPP – TSG
 - 5GNOW

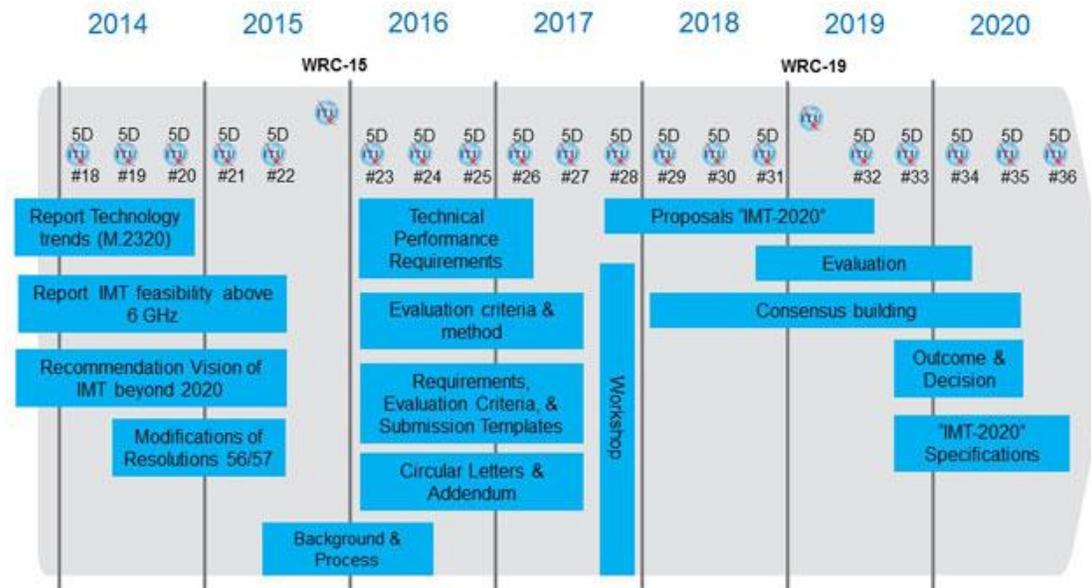


EVOLUCIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE COMUNICACIÓN CELULAR



- El marco de International Mobile Telecommunications (IMT) abarca tanto los sistemas de las IMT-2000 como de las IMT-Avanzadas. Todos los sistemas de banda ancha móvil 3G y 4G de hoy en día se basan en las normas IMT de la ITU.
- Las IMT proporcionan una plataforma global que servirá de soporte para construir las próximas generaciones de servicios de banda ancha móvil
- A principios de 2012, la ITU-R comenzó a desarrollar “IMT para 2020 y más allá”, preparando el escenario para las actividades de investigación “5G” que están surgiendo en todo el mundo
- El plan de trabajo y un cronograma para el futuro desarrollo de las IMT han sido definidos

Detailed Timeline & Process for “IMT-2020” in ITU-R



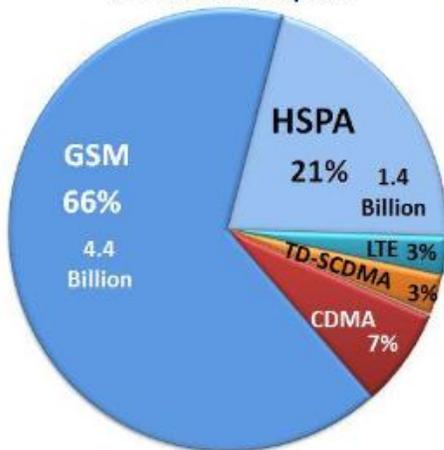
Note: While not expected to change, details may be adjusted if warranted.

PARTICIPACIÓN GLOBAL EN EL MERCADO DE LA TECNOLOGÍA MÓVIL

Global Mobile Technology Market Shares

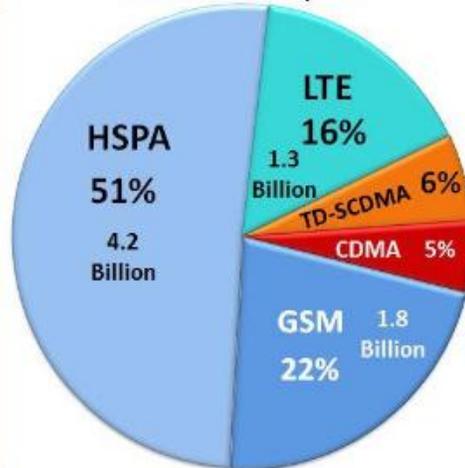
Q4 2013

6.8 Billion Subscriptions



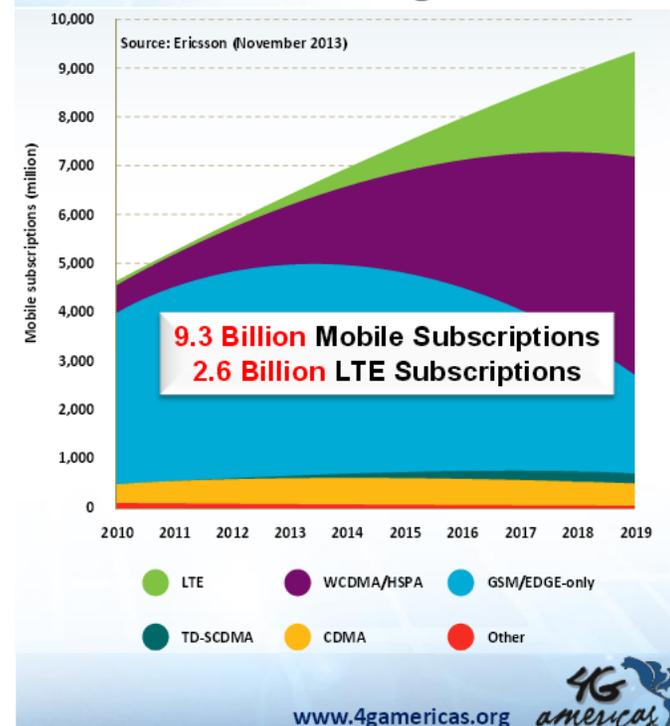
Q4 2018

8.4 Billion Subscriptions



Fuente: 4G Américas / 4G Evolución de la Banda Ancha Móvil / Febrero 2014

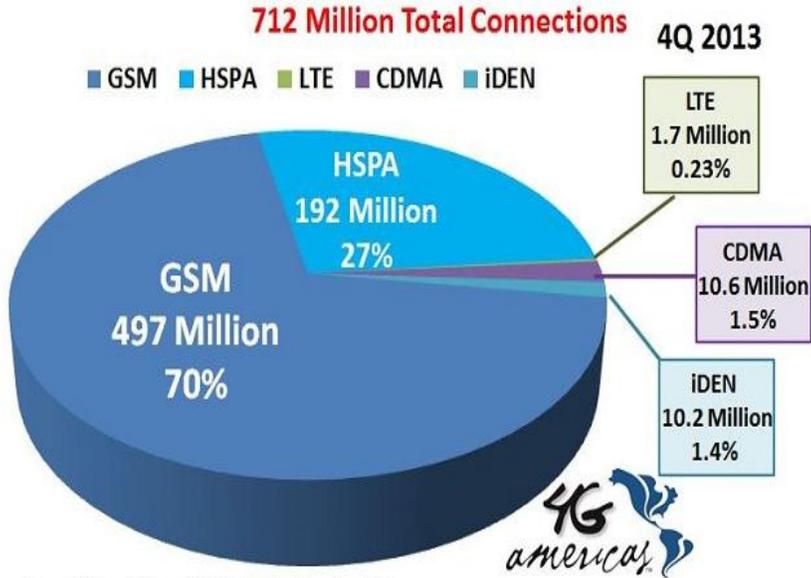
Growth through 2019



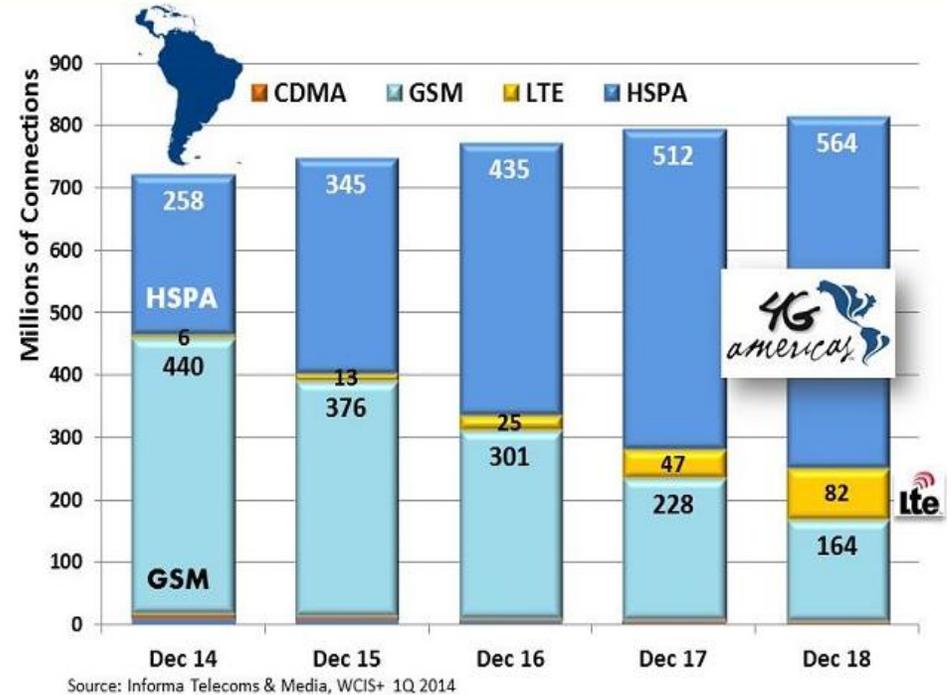
Fuente: Ericsson (Nov 2012)

LA&CA PARTICIPACIÓN EN EL MERCADO DE LA TECNOLOGÍA MÓVIL

Latin America Mobile Market Shares



Forecast /Latin America & Caribbean



PROGRAMACIÓN

Conceptos básicos sobre tecnologías IMT y otras tecnologías de radiocomunicación móvil

Normas y especificaciones de prueba para terminales móviles

Aspectos relacionados con la prueba de tasa de absorción específica (SAR)

Aspectos relacionados con la prueba de EMC

Aspectos relacionados con la prueba de seguridad

Acreditación ISO/IEC 17025 – Incertidumbre en la medición – Calibración

ESCENARIO REGULATORIO GLOBAL

Entidades internacionales de normalización

IEC – International Electrotechnical Commission

CISPR – Comité International Spécial des Perturbations Radioélectriques

ITU – International Telecommunication Union

ITU-R – Radiocommunication Sector

ITU-T – Telecommunication Standardization Sector

ETSI – European Telecommunication Standardization Institute

3GPP – 3rd Generation Partnership Project

ESCENARIO REGULATORIO GLOBAL

IEC / CISPR

Normas internacionales aplicables para EMC de IEC y CISPR:

IEC 61000-4-2, 3, 4, 5, 6, 11 – Inmunidad

IEC/CISPR 22 – Interferencia de radio de ITE

(Normas básicas y familiares)

http://ec.europa.eu/enterprise/policies/european-standards/harmonised-standards/rtte/index_en.htm

ESCENARIO REGULATORIO GLOBAL

RECOMENDACIONES DE ITU-T SOBRE EMC E INMUNIDAD

- *ITU-T Rec. K.21 (2003) - Inmunidad de los equipos de telecomunicaciones instalados en locales del cliente a las sobretensiones y sobrecorrientes*
- *ITU-T Rec. K.44 (2003) - Pruebas de inmunidad de los equipos de telecomunicaciones expuestos a sobretensiones y sobrecorrientes - Recomendación básica.*
- *ITU-T K38: Procedimiento de prueba relativo a las emisiones radiadas para sistemas físicamente grandes*
- *ITU-T K43: Requisitos de inmunidad para los equipos de telecomunicación*

http://www.itu.int/ITU-T/recommendations/index_sg.aspx?sg=5

ESCENARIO REGULATORIO GLOBAL

RECOMENDACIONES DE ITU-T SOBRE EMC E INMUNIDAD

- *ITU-T K48: Requisitos de compatibilidad electromagnética para cada equipo de red de telecomunicación – Recomendación relativa a la familia de productos*
- *ITU-T K49: 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*
- *ITU-T K60: Niveles de las emisiones y métodos de prueba de redes cableadas de telecomunicaciones para reducir las perturbaciones electromagnéticas del servicio radiofónico*

http://www.itu.int/ITU-T/recommendations/index_sg.aspx?sg=5

ESCENARIO REGULATORIO GLOBAL

RECOMENDACIONES DE LA ITU-T SOBRE EMC E INMUNIDAD

- *ITU-T K114: Requisitos de compatibilidad electromagnética y métodos de medición para equipos de estación base de comunicación móvil celular digital*
- *ITU-T K116: Requisitos de compatibilidad electromagnética y métodos de prueba para equipos terminales de radiotelecomunicaciones*

http://www.itu.int/ITU-T/recommendations/index_sg.aspx?sg=5

ESCENARIO REGULATORIO GLOBAL



3GPP – 3rd Generation Partnership Project

Fue creado dentro del objetivo del proyecto denominado “International Mobile Telecommunications – 2000 de la ITU para tratar sobre la 3ª generación del sistema móvil. Después tuvo su alcance ampliado para el desarrollo y mantenimiento de tecnologías de radio acceso. Reúne una serie de organismos de normalización de telecomunicaciones, conocidos como “Organizational Partners”.

La ETSI fue una de las entidades socias fundadoras del 3GPP y participa de la evolución del 3G y de las demás tecnologías.

ESCENARIO REGULATORIO GLOBAL

El "3GPP Organizational Partners" se compone de seis miembros originarios de Asia, Europa y América del Norte. El objetivo de cada uno de ellos es determinar la política general y la estrategia del 3GPP.

- *Association of Radio Industries and Businesses (ARIB) – Japón*
- *Aliance for Telecommunications Industry Solutions (ATIS) – EE.UU.*
- *China Communications Standards Association (CCSA) – China*
- *European Telecommunications Standards Institute (ETSI) – Europa*
- *Telecommunications Technology Association (TTA) – Corea*
- *Telecommunication Technology Committee (TTC) – Japón*

The logo for ARIB (Association of Radio Industries and Businesses) consists of the letters "ARIB" in a bold, blue, sans-serif font.The logo for ATIS (Alliance for Telecommunications Industry Solutions) features the word "atis" in a blue, lowercase, sans-serif font, followed by a stylized orange and white graphic element resembling a sun or a signal.The logo for CCSA (China Communications Standards Association) features a stylized blue and white graphic element resembling a signal or a wave, with the letters "CCSA" in a blue, sans-serif font below it.The logo for ETSI (European Telecommunications Standards Institute) features the letters "ETSI" in a blue, sans-serif font, followed by a stylized blue and white graphic element resembling a signal or a wave, with the text "World Class Standards" in a smaller, blue, sans-serif font below it.The logo for TTA (Telecommunications Technology Association) features the letters "TTA" in a blue, sans-serif font, with a stylized blue and white graphic element resembling a signal or a wave.The logo for TTC (Telecommunication Technology Committee) features the letters "TTC" in a blue, sans-serif font, followed by the text "Telecommunication Technology Committee" in a smaller, blue, sans-serif font.

PROCESO DE NORMALIZACIÓN DE LAS IMT-2020



- ❖ Plan de Desarrollo
- ❖ Visión del mercado y los servicios
- ❖ Tecnología/Reunión de arranque (Kick Off) de la investigación
- ❖ Visión – IMT para 2020
- ❖ Nombre
- ❖ Visión del espectro > 6 GHz
- ❖ Optimización de proceso

2012-2015

- ❖ Espectro/Banda Arreglos
- ❖ Técnicos Rendimiento Requisitos
- ❖ Criterios de evaluación
- ❖ Invitación para Propuestas

2016-2017

- ❖ Visión del espectro > 6 GHz
- ❖ Propuestas
- ❖ Evaluación
- ❖ Construcción de consenso

2018-2019

- ❖ Espectro/Banda Arreglos
- ❖ Marco Decisión y Radio
- ❖ Especificaciones de radio de las IMT-2020 detalladas
- ❖ Mejora futura/ Actualización del Plan y Proceso

2019-2020

Preparando el escenario para el futuro:
visión, espectro y
visiones de la tecnología

Definición de la
tecnología

ESCENARIO REGULATORIO GLOBAL

Unión Europea

Para que se comercialicen los terminales celulares en los países de la Unión Europea deben estar de acuerdo con las Directivas Europeas aplicables, que establecen los requisitos esenciales que deben cumplir los productos.

ESCENARIO REGULATORIO GLOBAL

Directivas europeas importantes:

- *Directiva 2011/65/EU – RoHS*
(sobre la restricción de uso de sustancias peligrosas)
- *Directiva 2012/19/CE – WEEE*
(sobre residuos y descarte de equipos electrónicos)
- *Directiva 2006/66/CE – Pilas y acumuladores*
(minimización del impacto ambiental del uso de baterías)
- *Directiva 1999/5/EC – R&TTE*
(sobre equipos de radio y terminales de telecomunicaciones)

ESCENARIO REGULATORIO GLOBAL

Unión Europea

Directiva 2012/19/EU sobre los residuos y descarte de equipos eléctricos y electrónicos (WEEE)

Directiva 2011/65/EU sobre la restricción del uso de ciertas sustancias peligrosas en equipos eléctricos y electrónicos (RoHS) EN 50581:2012

Directiva 2006/66/EU sobre el uso y descarte de baterías. Tiene por objetivo minimizar el impacto negativo de baterías y acumuladores así como su descarte sobre el ambiente.

ESCENARIO REGULATORIO GLOBAL

Unión Europea

Directiva 2014/53/CE Equipos de radio

(revisión de la 2004/5/CE (R&TTE) equipos de radio y terminales de telecomunicación)

(Obsoleta a partir del 13/06/2016)

Artículo 3 – Requisitos esenciales

3.1 (a) Protección y seguridad del usuario

(b) EMC - directiva 2014/30/EMC

3.2 Aspectos radio y RF relacionados con el uso eficiente del espectro radioeléctrico asignado, sin causar interferencias de radio

ESCENARIO REGULATORIO GLOBAL

Unión Europea

Directiva 2014/30/CE – Compatibilidad electromagnética

(revisión de la 2004/108/CE obsoleta a partir de abril de 2016)

Anexo I – Requisitos esenciales

El equipo no puede causar interferencias en equipos de radio, telecomunicaciones u otros sistemas.

El equipo tiene inmunidad a las perturbaciones electromagnéticas para asegurar su correcto funcionamiento.

Las instalaciones fijas se instalarán de conformidad con las buenas prácticas de ingeniería y con la información sobre el uso previsto de sus componentes, con el fin de cumplir los dos requisitos esenciales referidos anteriormente.

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0030&from=EN>

ESCENARIO REGULATORIO GLOBAL

Unión Europea

La indicación de normas armonizadas es publicada por el Diario Oficial de la Unión Europea.

Los productos que están de acuerdo con las normas armonizadas son considerados como cumplidores de los requisitos esenciales establecidos por las Directivas.

Las entidades responsables por la elaboración de las normas son:

European Telecommunication Standard Institute (ETSI)

European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC)

http://europa.eu/youreurope/business/profitting-from-eu-market/selling-goods/index_es.htm

ESCENARIO REGULATORIO GLOBAL

Ejemplo de normas armonizadas referentes a la Directiva 1999/5/EC - R&TTE aplicables al terminal celular

ITEM R&TTE	Standard	Scope
3.1.a	EN60950-1:2006 EN 50360:2001	Safety Requirement regarding R F human exposure
3.1.b	EN 301 489-1 v1.9.2 EN 301 489-3 V1.6.1 EN 301 489-7 V1.3.1 EN 301 489-17 V2.1.1 EN 301 489-19 V1.2.1 EN 301 489-24 V1.5.1	EMC – Common technical requirements EMC – Short Range Devices – 9 kHz – 246 GHz EMC – Mobile and portable devices – GSM and DCS EMC – Broadband Data Transmission Systems EMC – ROMES operating in 1,5 GHz EMC – IMT-2000 CDMA (UTRA and E-UTRA)
3.2	EN 300 328 V1.7.1 EN 300 440-2 V1.4.1 EN 301 511 V9.0.2 EN 301 908-1 V5.2.1 EN 301 908-2 V5.2.1 EN 301 908-13 V5.2.1	Wide band transmission at 2,4 GHz ISM band Short Range Devices in the band 1 GHz – 40 GHz MS in GSM -900 MHz and GSM-1800 MHz bands IMT Cellular Network - common requirement IMT Cellular Network : – CDMA – UTRA - FDD IMT Cellular Network : E-ULTRA

ESCENARIO REGULATORIO GLOBAL

EE.UU.

Federal Communication Commission rules

47 CFR Part 15 – Dispositivos de radiofrecuencia

§ 15.209 Emisiones radiadas – requisitos generales

§ 15.245 Operación en las bandas 902-928 MHz, 2435-2465 MHz, 5785-5815 MHz, 10500-10550 MHz and 24075-24175 MHz.

Por ej.: Wi-Fi, RFID, Bluetooth

§ 15.407 Requisitos generales para (U-NII) Dispositivos de la infraestructura de la información nacional no licenciada. Dispositivos que operan en la banda de 5,15-5,35 GHz, 5,47-5,725 GHz y 5,725-5,825 GHz

Por ej.: LAN y Wi-Fi.

ESCENARIO REGULATORIO GLOBAL

EE.UU.

Federal Communication Commission rules

47 CFR Parte 22 – Servicios móviles públicos

- *Subparte H – Servicio de radiotélefono celular*

- *§ 22.900 Alcance*

...

- *§ 22.905 Canales para servicio celular*

...

- *§ 22.913 Límites para potencia efectivamente radiada*

- *§ 22.917 Limitación de las emisiones del equipo celular*

...

- *§ 22.973 ...*

ESCENARIO REGULATORIO GLOBAL

EE.UU.

Federal Communication Commission rules

47 CFR Part 24 – Servicios de comunicación personal (PCS)

- *Subpart E – Banda ancha PCS*

- *§ 24.200 Alcance*

...

- *§ 24.236 Límites para intensidad de campo*

...

- *§ 24.238 Límites de emisión para equipo PCS banda ancha*

ESCENARIO REGULATORIO GLOBAL

EE.UU.

Federal Communication Commission rules

- *OET Bulletin 65, Edition 97-1*
- *Abordaje de la SAR – Specific Absorption Rate*

ESCENARIO REGULATORIO GLOBAL

Documentos internacionales relacionados con la SAR (Specific Absorption Rate) adoptados como referencia en todo el mundo.

- IEEE STD 1528 (2013) IEEE Recommended Practice for Determining the Peak Spatial – Average Specific Absorption Rate (SAR) in the Human Head from Wireless Communications Devices: Measurement Techniques.*
- EN50371:2002. Generic Standard to demonstrate the compliance of low power electronic and electrical apparatus with basic restrictions relate to human exposure to electromagnetic fields (10 MHz – 300 GHz) – General public, 2002.*
- IEC 62209 – 01:2005. Human exposure to radio frequency fields from hand-held and body-mounted wireless communication devices – Human models, instrumentation, and procedures – Part 1: Procedure to determine the specific absorption rate (SAR) for hand-held devices used in close proximity to the ear (frequency range of 300 MHz to 3 GHz), 2005.*
- (106/361/FDIS – Consulta a los comités nacionales de IEC terminó en 03-06-2016)*
- IEC 62209 – 02 – DRAFT. Human exposure to radio frequency fields from hand-held and body-mounted wireless communication devices - Human models, instrumentation, and procedures – Part 2: Procedure to determine the Specific Absorption Rate (SAR) in the head and body for 30 MHz to 6 GHz Handheld and Body-Mounted Devices used in close proximity to the Body, 2010.*
- AUSTRALIAN COMMUNICATIONS AUTHORITY, Radiocommunications (Electromagnetic Radiation — Human Exposure) Standard, 2014.*

REGULACIÓN DE BRASIL

REQUISITOS DE ENSAYO DE CERTIFICACIÓN EN BRASIL

En Brasil, la Agencia Nacional de Telecomunicaciones (ANATEL) es el organismo competente y responsable por establecer los requisitos técnicos mínimos que deben cumplir los dispositivos de telecomunicaciones. Tales requisitos hacen referencia a documentos normativos elaborados por la propia Agencia y/o normas y estándares internacionales.



REQUISITOS DE ENSAYO DE CERTIFICACIÓN EN BRASIL

El objetivo de los ensayos de laboratorio realizados durante el proceso de certificación y homologación de los productos de telecomunicaciones es verificar que tales equipos cumplan con los requisitos técnicos mínimos que garanticen su funcionamiento en medio a la existencia de diversos sistemas de comunicación, incluso otros aspectos, como:

- Calidad de servicios para el usuario*
- Interoperabilidad de los equipos*
- Compatibilidad electromagnética*
- Seguridad del usuario*



REQUISITOS DE ENSAYO DE CERTIFICACIÓN EN BRASIL

Los requisitos técnicos para la homologación de los terminales móviles en Brasil están contenidos en el documento publicado por ANATEL llamado:

“REQUISITOS TÉCNICOS E PROCEDIMENTOS DE ENSAIOS APLICÁVEIS À CERTIFICAÇÃO DE PRODUTOS PARA TELECOMUNICAÇÃO DE CATEGORIA I”

En español:

REQUISITOS TECNICOS Y PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO PARA CERTIFICACIÓN DE PRODUCTOS DE TELECOMUNICACIÓN DE CATEGORÍA I

REQUISITOS DE ENSAYO DE CERTIFICACIÓN EN BRASIL

REQUISITOS TECNICOS Y PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO PARA CERTIFICACIÓN DE PRODUCTOS DE TELECOMUNICACIÓN DE CATEGORÍA I

Produto: Telefone móvel celular		
Documento normativo	Requisitos aplicáveis (vide nota II)	Procedimentos de ensaios
Todas as tecnologias:		
a) Anexo à Resolução N° 442 de 21 de julho de 2006 - Regulamento para Certificação de Equipamentos de Telecomunicações quanto aos Aspectos de Compatibilidade Eletromagnética.	- Na íntegra, no que for aplicável, exceto Título II – Dos requisitos de emissão de perturbações eletromagnéticas radiadas, artigo 6º parágrafo 2	- vide notas III, IV e V.
b) Anexo à Resolução n° 529, de 03 de junho de 2009 - Regulamento para Certificação de Equipamentos de Telecomunicações quanto aos Aspectos de Segurança Elétrica.	- Na íntegra, no que for aplicável.	- vide notas III, IV e IX.
c) Anexo à Resolução n° 303 de 02 de julho de 2002 - Regulamento Sobre Limitação da Exposição a Campos Elétricos, Magnéticos e Eletromagnéticos na Faixa de Radiofrequências entre 9 KHz e 300 GHz	- Título II – Capítulo II - Dos Limites de Exposição – Tabela V- Restrições Básicas para exposição a CEMRF, na faixa de radiofrequências entre 9 kHz e 10 GHz e Art. 11.	- Título III – Capítulo II - Dos Procedimentos de Avaliação de Estações Terminais Portáteis
Tecnologia CDMA:		
a) TIA/EIA-98-C - Recommended Minimum Performance Standards for Dual-Mode Spread Spectrum Mobile Stations	3.5.2 - Emissão de espúrios radiados (receptor); 4.1.1 - Exatidão de frequência; 4.4.1 - Faixa de potência de saída em loop aberto; 4.4.5 - Potência de saída de RF máxima; 4.4.6 - Potência de saída mínima controlada; 4.5.1 - Emissão de espúrios conduzidos; 4.5.2 - Emissão de espúrios radiados (transmissor).	- Os procedimentos de ensaio se encontram no próprio documento normativo; - Os ensaios não deverão levar em consideração variações de temperatura e tensão de alimentação. - vide nota IV;
Tecnologia GSM – GSM 850, GSM 900, DCS 1800 e PCS 1900:		
	12.1.1 -Emissão de espúrios conduzidos - terminal em comunicação:	- Os procedimentos de ensaio se encontram no próprio documento normativo;

REQUISITOS DE ENSAYO DE CERTIFICACIÓN EN BRASIL

REQUISITOS TÉCNICOS Y PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO PARA CERTIFICACIÓN DE PRODUCTOS DE TELECOMUNICACIÓN DE CATEGORÍA I

REQUISITOS APLICÁVEIS AO SERVIÇO MÓVEL PESSOAL – SMP		
<p>Tecnologia CDMA:</p> <p>a) TIA/EIA-98-C - Recommended Minimum Performance Standards for Dual-Mode Spread Spectrum Mobile Stations</p>	<p>3.5.2 - Emissão de espúrios radiados (receptor);</p> <p>4.1.1 - Exatidão de frequência;</p> <p>4.4.1 - Faixa de potência de saída em loop aberto;</p> <p>4.4.5 - Potência de saída de RF máxima;</p> <p>4.4.6 - Potência de saída mínima controlada;</p> <p>4.5.1 - Emissão de espúrios conduzidos;</p> <p>4.5.2 - Emissão de espúrios radiados (transmissor).</p>	<p>- Os procedimentos de ensaio se encontram no próprio documento normativo;</p> <p>- Os ensaios não deverão levar em consideração variações de temperatura e tensão de alimentação.</p> <p>- vide nota IV;</p>
<p>Tecnologia GSM:</p> <p>a) GSM – 3GPP TS 51.010-1 V6.5.0 (2005-11) 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group GSM/EDGE Radio Access Network Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Mobile Station (MS) conformance specification; Part 1: Conformance specification (Release 6)</p>	<p>12.1.1 -Emissão de espúrios conduzidos - terminal em comunicação;</p> <p>12.1.2 -Emissão de espúrios conduzidos - terminal inativo;</p> <p>12.2 - Emissão de espúrios radiados;</p> <p>13.1 - Erro de frequência e fase;</p> <p>13.3 - Potência de saída de transmissão, controle de potência e tempo de burst.</p>	<p>- Os procedimentos de ensaio se encontram no próprio documento normativo;</p> <p>- Os ensaios não deverão levar em consideração variações de temperatura e tensão de alimentação.</p> <p>- vide nota IV;</p>

REQUISITOS DE ENSAYO DE CERTIFICACIÓN EN BRASIL

Ensayos funcionales

Tecnología 2G (GSM, GPRS y EDGE)

Norma de referencia: 3GPP TS 51.010-1 V6.5.0 (2005-11)

12.1 Conducted spurious emissions

12.2 Radiated spurious emissions

13.1 Frequency error and phase error

13.16.1 Frequency error and phase error in GPRS multislot configuration

13.17.1 Frequency error and Modulation accuracy in EGPRS Configuration

13.3 Transmitter output power and burst timing

13.16.2 Transmitter output power in GPRS multislot configuration

13.17.3 EGPRS Transmitter output power

REQUISITOS DE ENSAYO DE CERTIFICACIÓN EN BRASIL

Ensayos funcionales

Tecnología 3G (WCDMA)

Norma de referencia: ETSI TS 134 121-1 V9.1.0 (2010-07)

5.2 Maximum Output Power

5.3 Frequency error

5.4.1 Open Loop Power Control in the Uplink

5.4.2 Inner Loop Power Control in the Uplink

5.4.3 Minimum Output Power

5.5.1 Transmit OFF Power

5.5.2 Transmit ON/OFF Time mask

5.7 Power setting in uplink compressed mode

5.9 Spectrum emission mask

5.11 Spurious Emissions

5.13.1 Error Vector Magnitude (EVM)

REQUISITOS DE ENSAYO DE CERTIFICACIÓN EN BRASIL

Ensayos funcionales

Tecnología LTE

Norma de referencia: 3GPP TS 36.521-1 V9.5.0 (2011-06)

6.2.2 UE Maximum Output Power

6.2.3 Maximum Power Reduction (MPR)

6.2.5 Configured UE transmitted Output Power

6.3.2 Minimum Output Power

6.3.4.1 ON/OFF time mask

6.5.1 Frequency Error

6.5.2.1 Error Vector Magnitude (EVM)

6.5.2.2 Carrier Leakage

6.5.2.3 In-band emissions for non allocated RB

6.6.1 Occupied bandwidth

6.6.2.1 Spectrum Emission Mask

6.6.2.3 Adjacent Channel Leakage power Ratio

6.6.3.1 Transmitter spurious emissions

REQUISITOS DE ENSAYO DE CERTIFICACIÓN EN BRASIL

Ensayos funcionales

Tecnología Bluetooth

Anexo de la Resolución N° 506 del 1° de julio de 2008 – Reglamento sobre equipos de radiocomunicación de radiación restringida

Sección IX

Separación de las frecuencias portadoras de los canales de salto

Potencia de pico máxima de salida del transmisor

Frecuencias de salto

Máximo ancho de banda ocupada del canal de salto a 20 dB

Tiempo medio de ocupación de cualquier frecuencia

Emisiones no esenciales

REQUISITOS DE ENSAYO DE CERTIFICACIÓN EN BRASIL

Ensayos funcionales

Tecnología Wi-Fi

Anexo de la Resolución N° 506 del 1° de julio de 2008 – Reglamento sobre equipos de radiocomunicación de radiación restringida

Sección IX

Potencia máxima de salida del transmisor

Máximo ancho de banda ocupada del canal de salto a 6 dB

Pico de densidad de potencia en cualquier banda de 3 kHz

Emisiones no esenciales

Sección X

Potencia máxima de salida del transmisor

Valor medio de la potencia e.i.r.p.

Valor medio de la densidad espectral de potencia e.i.r.p.

Emisiones no esenciales

Transmit Power Control (TPC)

Dynamic Frequency Selection (DFS)

REQUISITOS DE PRUEBA DE CERTIFICACIÓN DE BRASIL

Pruebas de EMC

Anexo a la Resolución 442, del 21 de julio de 2006 – Normas regulatorias para la certificación de compatibilidad electromagnética de los equipos de telecomunicaciones.

Pruebas de seguridad eléctrica

Anexo a la Resolución 529, del 3 de junio de 2009 - Normas regulatorias para la certificación de seguridad eléctrica de equipos de telecomunicaciones.

SAR y BS Evaluación de la protección de radiación no ionizante

Anexo a la Resolución 303, del 2 de julio de 2002 – Reglamento respecto a los límites de exposición a campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos en el rango de frecuencia entre 9 kHz y 300 GHz.

Pruebas SAR

Anexo a la Resolución 533, del 10 de septiembre de 2009 - Norma para la certificación y aprobación de las tasas de absorción específicas (SAR) de los equipos de telecomunicaciones.

PROGRAMACIÓN

Conceptos básicos sobre tecnologías IMT y otras tecnologías de radiocomunicación móvil

Normas y especificaciones de prueba para terminales móviles

Aspectos relacionados con la prueba de tasa de absorción específica (SAR)

Aspectos relacionados con la prueba de EMC

Aspectos relacionados con la prueba de seguridad

Acreditación ISO/IEC 17025 – Incertidumbre en la medición – Calibración

ENSAYOS DE SAR – DEFINICIONES

SAR – Specific Absorption Rate – Tasa de absorción específica

SAR se define como la energía electromagnética absorbida por una masa contenida en un determinado volumen de una determinada densidad, en un período de tiempo medio (ANSI, 1982).

La unidad de medida de SAR es W/kg, es decir, representa la potencia absorbida por unidad de masa.

Los límites normativos para el ensayo de SAR se establecen a partir de estudios científicos sobre el efecto de la radiación, para garantizar que la salud del usuario no se vea afectada a corto plazo. Por lo tanto, este es un ensayo fundamental bajo el aspecto de seguridad del usuario.

ENSAYOS DE SAR – DEFINICIONES

FORMULACIÓN

$$SAR = \frac{d}{dt} \left(\frac{dW}{dm} \right) = \frac{d}{dt} \left(\frac{dW}{\rho dV} \right)$$

$$SAR = \frac{c\Delta T}{\Delta t} \Big|_{t=0}$$

$$SAR = \frac{\sigma |E|^2}{\rho}$$

dW = Energía electromagnética

dm = Masa

dV = Volumen

ρ = Densidad

c = Calor específico

ΔT = Variación de la temperatura

Δt = Duración (tiempo) de la exposición

σ = Conductibilidad eléctrica

E = Valor rms del vector campo eléctrico

ρ = Densidad del medio

ENSAYOS DE SAR – TÉCNICAS DE MEDICIÓN

Modificación de la temperatura

- *Puntas para medir la temperatura*
 - *Tecnología eléctrica u óptica*
- *Calorímetros*

Medidas de campo eléctrico

- *Puntas con dipolos con diodos*
- *Puntas con sensores ópticos*

Tecnología adoptada por todas las normas

- *Puntas con dipolos con diodos*

ENSAYOS DE SAR – DISPOSITIVO BAJO PRUEBA

Los ensayos de SAR deben realizarse en equipos portátiles de telecomunicaciones de radiofrecuencia y que operen próximos al cuerpo humano. En Brasil se definió, en el Anexo de la Resolución N° 533, que cualquier terminal portátil que opere en la banda entre 300 MHz y 6 GHz está sujeto a la realización de los ensayos de SAR.

Ejemplos de terminales portátiles de telecomunicaciones:

Celulares



Tablets



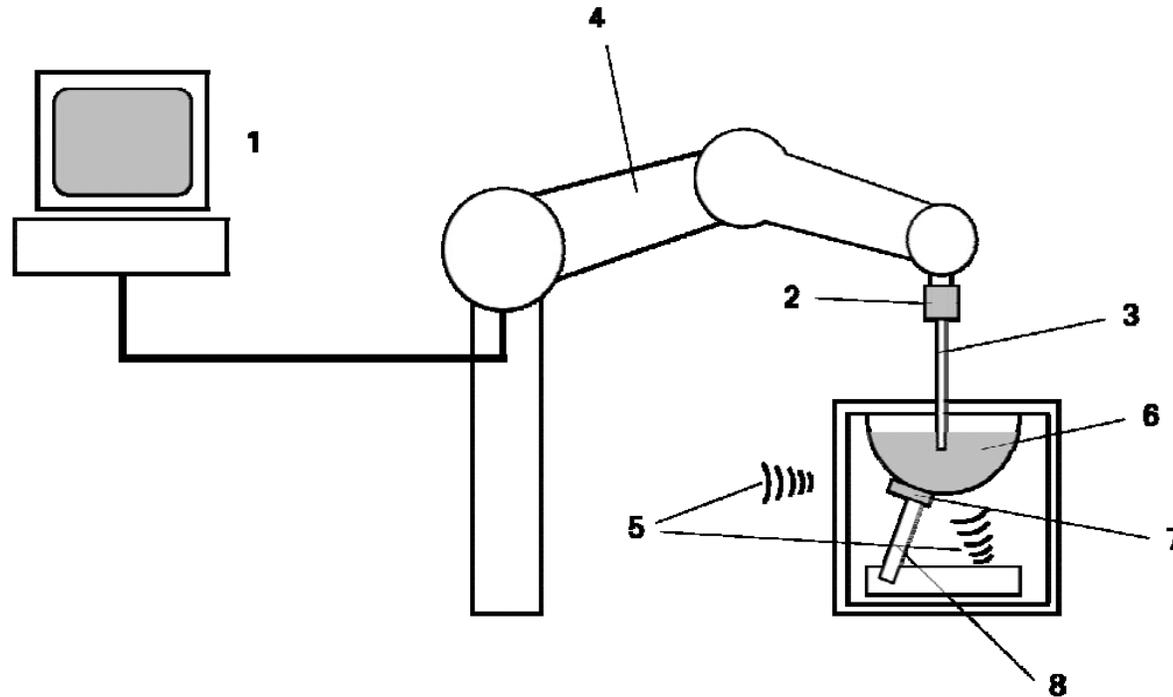
Módem



Radios PTT



ENSAYOS DE SAR – SETUP BÁSICO DE PRUEBA



- 1) Unidad de control y adquisición de datos
- 2) Electrónica de transducción de la punta de prueba
- 3) Punta de prueba dosimétrica de campo eléctrico
- 4) Brazo robotizado posicionador de la punta de prueba

- 5) Campos electromagnéticos presentes
- 6) Phantom relleno por líquido simulador
- 7) Terminal bajo prueba (UE)
- 8) Posicionador del terminal bajo prueba (UE)

ENSAYOS DE SAR – REQUISITOS DEL AMBIENTE

Normas de referencia:

IEEE 1528 – Ítem 6.6.1.1

IEC 62.209 – Ítem 5.1

Temperatura ambiente: 18 a 25 °C

Variación máxima de la temperatura del líquido: ± 2 °C

Con relación a su temperatura durante la caracterización

El terminal que está en prueba no se puede conectar a la red local

Ruido de RF: $< 0,012$ W/kg

Ruido externo

Ruido interno (reflexiones, transmisores de RF internos, etc.)

ENSAYOS DE SAR – REQUISITOS DEL AMBIENTE

Uso de sala blindada

Premisas:

Uso de filtros de entrada para todos los cables.

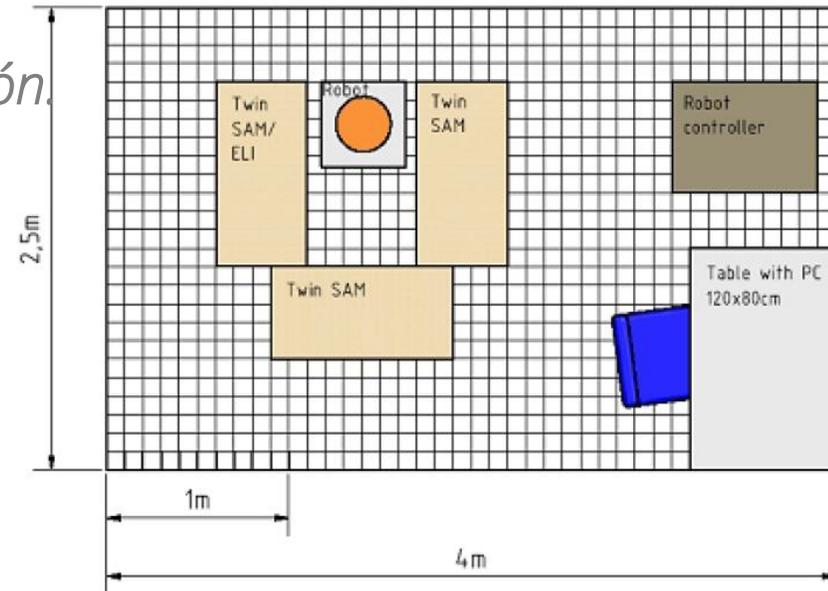
Para blindar campos electromagnéticos en altas frecuencias, se utilizan materiales que sean buenos conductores.

Con más de 10 MHz, predominan las pérdidas por absorción.

Óptimos blindajes en cualquier placa.

La conductora es sólida.

Los espesores son muy pequeños.



ENSAYOS DE SAR – INSTRUMENTAL BÁSICO

Sonda de medición



Dipolo de validación



*Unidad de adquisición
de datos (DAE)*



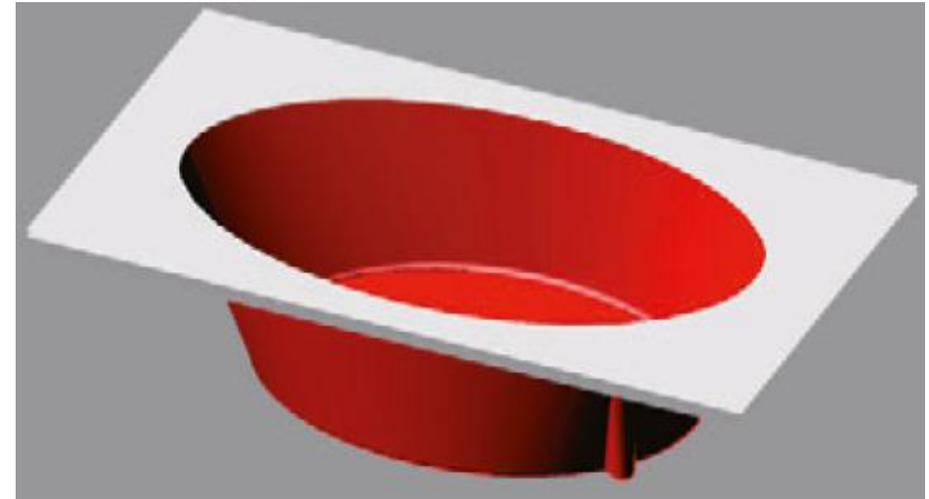
ENSAYOS DE SAR – INSTRUMENTAL BÁSICO

Maniquí biseccionado (“Twin SAM”) y posicionador



ENSAYOS DE SAR – INSTRUMENTAL BÁSICO

Maniquí plano (ELI)

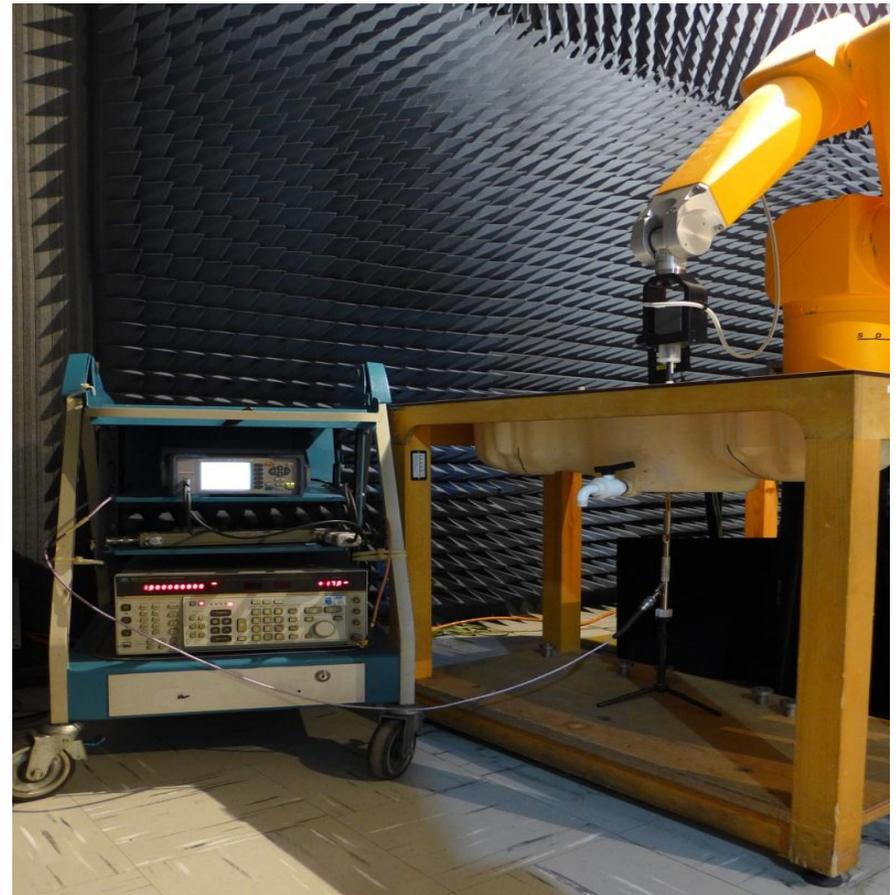


ENSAYOS DE SAR – INSTRUMENTAL BÁSICO

Setup de dieléctrico



Setup de validación



ENSAYOS DE SAR – INSTRUMENTAL BÁSICO

Líquido simulador

Normas de referencia

IEEE 1528: Ítem 5.3.1 y Anexo C

IEC 62.209: Ítem 5.2.4 y Anexo I

Líquido con propiedades dieléctricas

Equivalente al tejido humano

Homogéneo: Valor medio de varios tejidos humanos

Transparente y de baja viscosidad

Depende de la frecuencia

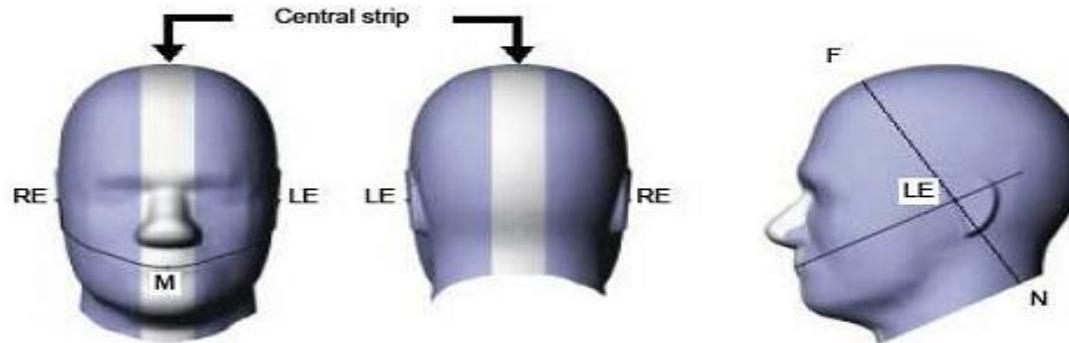
ENSAYOS DE SAR – INSTRUMENTAL BÁSICO

Líquido simulador – Ingredientes

- *Sacarosa (azúcar) (pureza > 98%)*
- *Cloruro de sodio (sal) (pureza > 99%)*
- *Agua desionizada (Resistividad mínima 16 M Ω .cm)*
- *Hidroxietil celulosa (HEC)*
- *Bactericida*
- *Dietileno glicol butil éter (DGBE) (pureza > 99%)*
- *Triton X-100 - Polietileno glicol mono [4-(1,1,3,3-tetramethylbutyl) phenyl ether] Ultrapuro*

ENSAYOS DE SAR – ESCENARIOS DE PRUEBA

A continuación mostramos una ilustración del maniquí de cabeza.



Leyenda:

RE: Punto de referencia oreja derecha (Ear Reference Point – ERP)

LE: Punto de referencia oreja izquierda (Ear Reference Point – ERP)

M: Punto de referencia de la boca

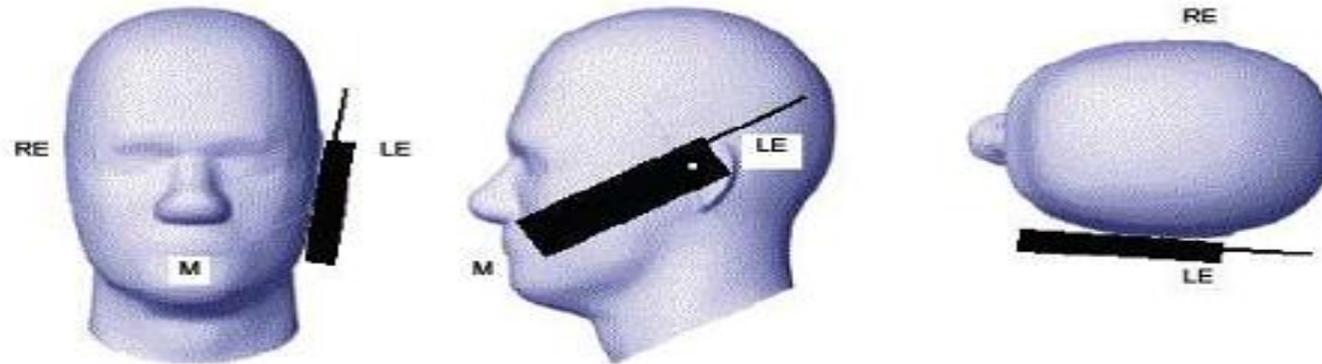
F Línea N – F: punto final del rostro (esta marca no es necesaria en el maniquí – SAM).

N Línea N – F: punto final del cuello (esta marca no es necesaria en el maniquí – SAM).

Este modelo de cabeza completa se utiliza solamente con propósito ilustrativo y se deriva directamente del conjunto del maniquí

ENSAYOS DE SAR – ESCENARIOS DE PRUEBA

Cómo se colocan los terminales en la cabeza del maniquí biseccionado:



Leyenda:

RE: Punto de referencia oreja derecha (Ear Reference Point – ERP)

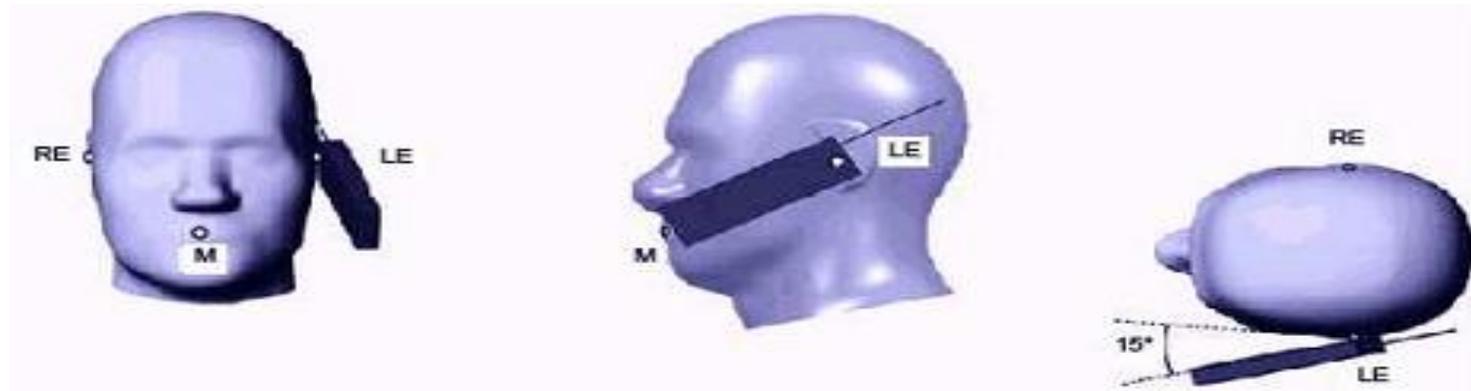
LE: Punto de referencia oreja izquierda (Ear Reference Point – ERP)

M: Punto de referencia de la boca

Este modelo de cabeza completa se utiliza solamente con propósito ilustrativo y se deriva directamente del conjunto del maniquí

ENSAYOS DE SAR – ESCENARIOS DE PRUEBA

Cómo se colocan los terminales con 15° de inclinación en la cabeza del maniquí biseccionado:



Leyenda:

RE: Punto de referencia oreja derecha (Ear Reference Point – ERP)

LE: Punto de referencia oreja izquierda (Ear Reference Point – ERP)

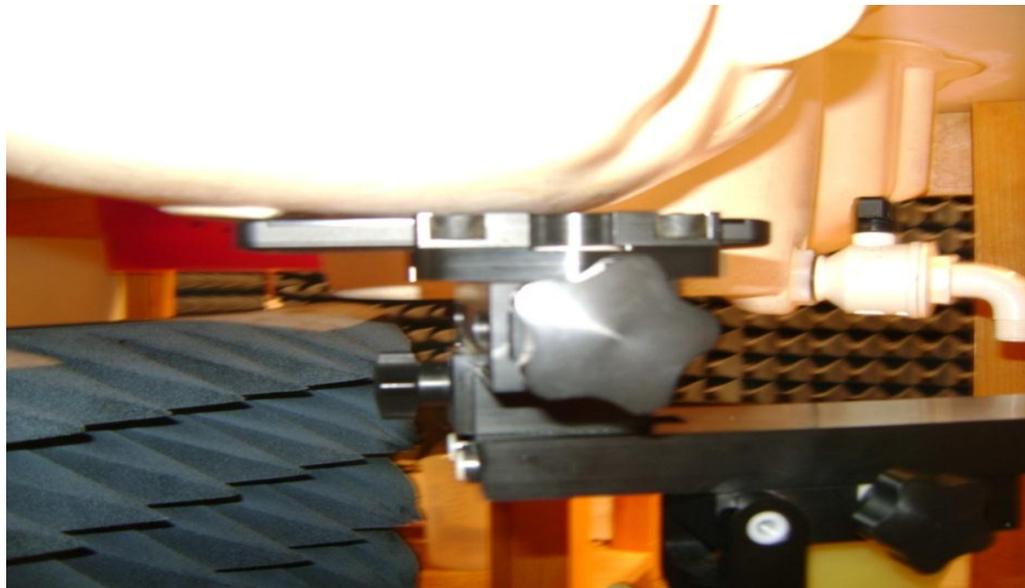
M: Punto de referencia de la boca

Este modelo de cabeza completa se utiliza solamente con propósito ilustrativo y se deriva directamente del conjunto del maniquí

ENSAYOS DE SAR – ESCENARIOS DE PRUEBA

Ejemplos de colocación en la cabeza del maniquí:

Cheek (Apoyado)



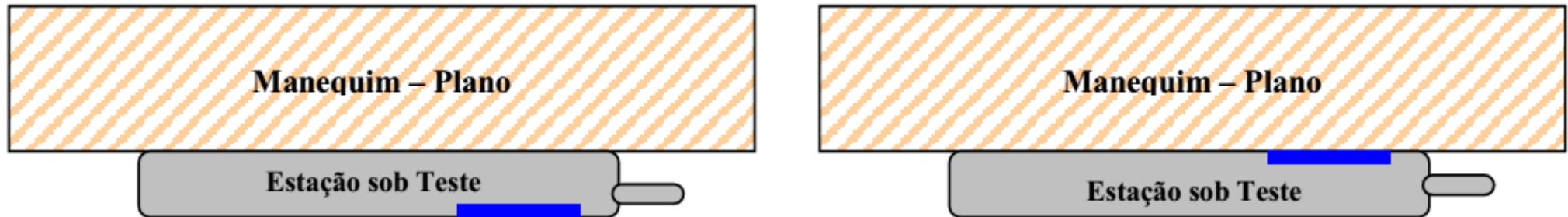
Tilt (15° de inclinación)



ENSAYOS DE SAR – ESCENARIOS DE PRUEBA

Los ensayos en el cuerpo deben realizarse con el terminal de frente y al reverso, de acuerdo con la siguiente imagen:

Colocado en el maniquí plano



Si el fabricante informa una distancia recomendada entre el terminal y el maniquí, los ensayos en el cuerpo deben realizarse con la distancia informada.

ENSAYOS DE SAR – ESCENARIOS DE PRUEBA

Si el terminal utiliza accesorios, tales como: audífono con cable, fundas de tejido o cuero, clip de correa, etc. Los ensayos en el cuerpo deben ejecutarse con y sin estos accesorios.

Ejemplos de accesorios:

Funda de cuero con clip de correa.



Audífono con cable.



ENSAYOS DE SAR – ESCENARIOS DE PRUEBA

Ejemplos de colocación del terminal en el maniquí plano:

Cuerpo con accesorios



Cuerpo con accesorios

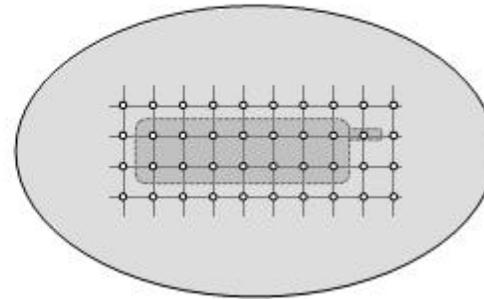


ENSAYOS DE SAR – ESCENARIOS DE PRUEBA

Cómo debe ser el área de barrido del terminal bajo ensayo



Área de la cabeza

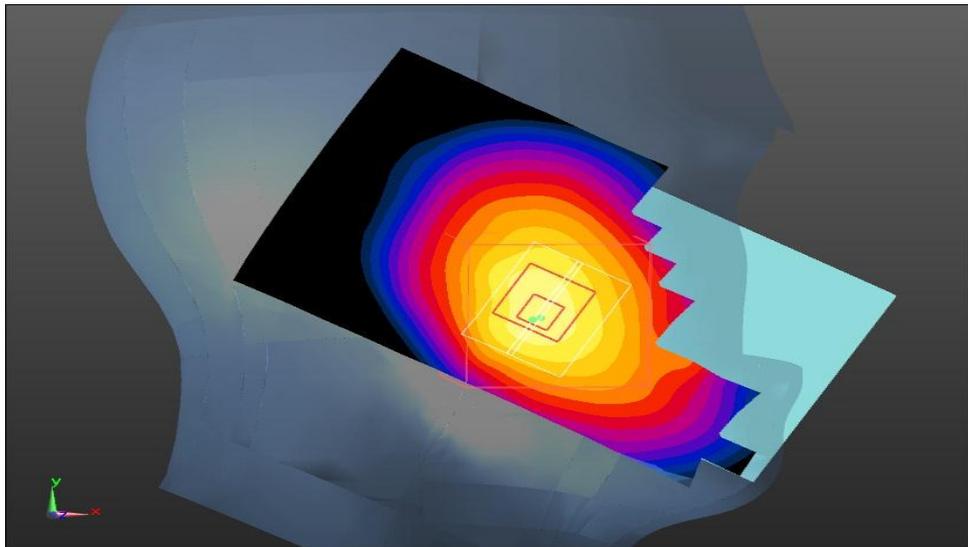


Área del cuerpo

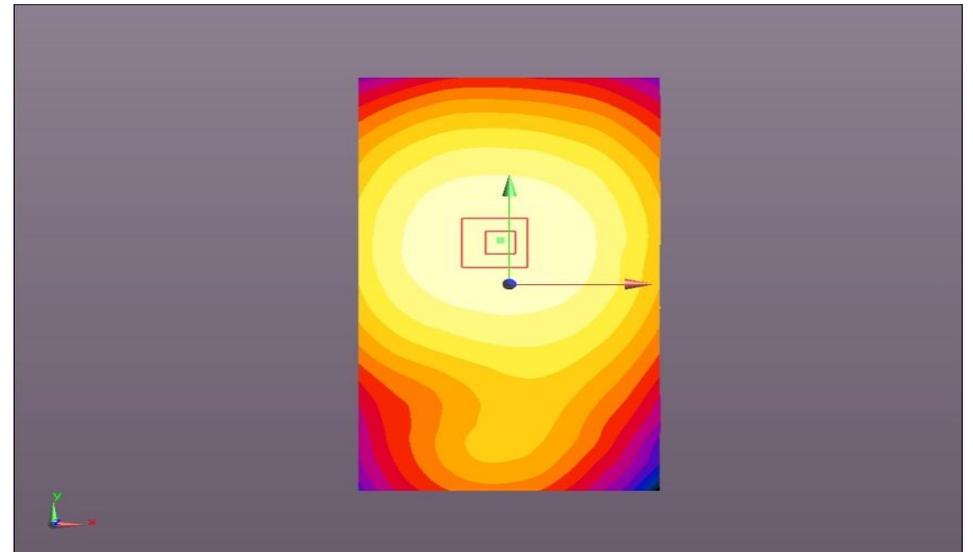
ENSAYOS DE SAR – RESULTADOS DEL ENSAYO

Ejemplo de cómo es el cubo de 10g en la cabeza y en el cuerpo

Cabeza



Cuerpo



ENSAYOS DE SAR – LÍMITE NORMATIVO PARA EL ENSAYO DE SAR EN BRASIL

Área de uso	Límites – Cubo de 10g
Cabeza	2W/kg
Cabeza / Cuerpo	2W/kg
Solamente cuerpo / Otros miembros	4W/kg
Frente al rostro	4W/kg

PROGRAMACIÓN

Conceptos básicos sobre tecnologías IMT y otras tecnologías de radiocomunicación móvil

Normas y especificaciones de prueba para terminales móviles

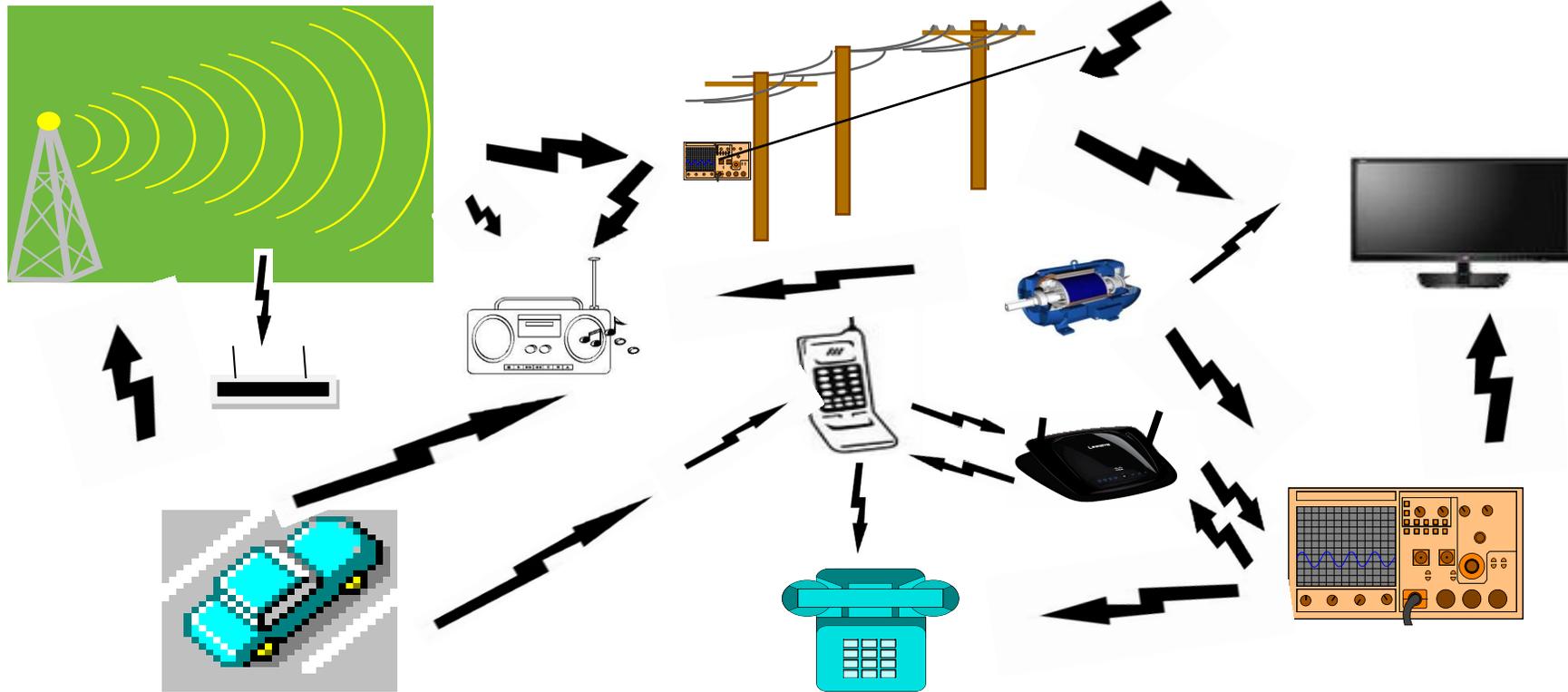
Aspectos relacionados con la prueba de tasa de absorción específica (SAR)

Aspectos relacionados con la prueba de EMC

Aspectos relacionados con la prueba de seguridad

Acreditación ISO/IEC 17025 – Incertidumbre en la medición – Calibración

AMBIENTE ELECTROMAGNÉTICO



INTRODUCCIÓN

Objetivo de la normalización de CEM

Garantizar la protección de los servicios de telecomunicaciones y radiodifusión (protección del espectro radioeléctrico)

Garantizar el funcionamiento adecuado del equipo en su ambiente electromagnético de operación

INTRODUCCIÓN

Terminología

Compatibilidad electromagnética (CEM) – capacidad de un dispositivo, equipo o sistema de funcionar satisfactoriamente en su ambiente electromagnético sin producir perturbación electromagnética intolerable para otras materias, equipos o sistemas contenidos en este ambiente

IEV161-01-07

International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 161: Electromagnetic compatibility

INTRODUCCIÓN

Terminología

Interferencia electromagnética (IEM) – es la degradación del desempeño de un equipo, canal de transmisión o de un sistema causada por una perturbación electromagnética

IEV161-01-06

International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 161: Electromagnetic compatibility

INTRODUCCIÓN

Terminología

Perturbación electromagnética – es un fenómeno electromagnético capaz de degradar el desempeño de un dispositivo, equipo o sistema y puede ser un ruido electromagnético, una señal indeseable o una modificación del medio de transmisión

IEV161-01-05

International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 161: Electromagnetic compatibility

INTRODUCCIÓN

Terminología

Inmunidad (a una perturbación) – capacidad de un dispositivo, equipo o sistema de no sufrir degradación de desempeño cuando en la presencia de una perturbación electromagnética

IEV161-01-20

International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 161: Electromagnetic compatibility

INTRODUCCIÓN

Terminología

Interferencia de radiofrecuencia – degradación de la recepción de una señal deseada causada por una perturbación de radiofrecuencia

IEV161-01-14

International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 161: Electromagnetic compatibility

INTRODUCCIÓN

ISO – International Organization for Standardization

ITU – International Telecommunication Union

IEC – International Electrotechnical Commission

CISPR – Comité International Spécial des Perturbations Radioélectriques

CENELEC – Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

CIGRE – Conseil International Des Grands Réseaux Électriques

ORGANISMOS INTERNACIONALES RELACIONADOS CON CEM

International Telecommunication Union – Standards (ITU)

International Electrotechnical Commission (IEC)

*Comité International Spécial des Perturbations
Radioélectriques (CISPR)*

RECOMENDACIONES INTERNACIONALES BÁSICAS DE LA IEC SOBRE INMUNIDAD ELECTROMAGNÉTICA

CISPR 24 – Características de inmunidad de ETI

IEC 61000-4-2 – Relativas a las descargas electrostáticas

IEC 61000-4-3 – Relativas a radiaciones electromagnéticas

IEC 61000-4-4 – Relativa a transitorios rápidos y salvas de impulsos

IEC 61000-4-5 – Relativa a ondas de choque (impulsos eléctricos)

RECOMENDACIONES INTERNACIONALES BÁSICAS DE LA IEC SOBRE INMUNIDAD ELECTROMAGNÉTICA

*IEC 61000-4-6 – Relativa a señales de radiofrecuencia
conducidos*

*IEC 61000-4-11 – Relativa a interrupciones y variaciones de la
tensión de alimentación de corriente alternada*

NORMAS INTERNACIONALES SOBRE EMC

Algunas recomendaciones relevantes de IEC/CISPR

CISPR 11 - Características de perturbación electromagnética de los equipos de radiofrecuencia industriales, científicos y médicos (ISM) - Límites y métodos de medición.

CISPR 22 - Límites y métodos de medición de las características de perturbación radioeléctrica de los equipos de tecnología de la información.

CISPR 24 - Equipos de tecnología de la información - Características de inmunidad - Límites y métodos de medición.

NORMAS INTERNACIONALES SOBRE EMC

Algunas recomendaciones relevantes de la ITU-T

ITU-T K21 – Inmunidad de los equipos de telecomunicaciones instalados en locales del cliente a las sobretensiones y sobrecorrientes

ITU-T K38: Procedimiento de prueba relativo a las emisiones radiadas en sistemas físicamente grandes

ITU-T K42: Preparación de los requisitos de emisión e inmunidad de los equipos de telecomunicación - Principios generales

ITU-T K43: Requisitos de inmunidad para los equipos de redes de telecomunicación

ITU-T K.44: Pruebas de inmunidad de los equipos de telecomunicaciones expuestos a las sobretensiones y sobrecorrientes - Recomendación básica

http://www.itu.int/ITU-T/recommendations/index_sg.aspx?sg=5

NORMAS INTERNACIONALES SOBRE EMC

Algunas recomendaciones relevantes de la ITU-T

ITU-T K48: Requisitos de compatibilidad electromagnética para equipos de telecomunicación – Recomendación relativa a la familia de productos

ITU-T K49: Condiciones de prueba y criterios de rendimiento para terminales vocales sujetos a perturbaciones causadas por teléfonos móviles digitales

ITU-T K60: Niveles de las emisiones y métodos de prueba de redes cableadas de telecomunicaciones para reducir las perturbaciones electromagnéticas del servicio radiofónico

ITU-T K74: Requisitos de compatibilidad electromagnética, de resistibilidad y de seguridad para dispositivos de red domésticos

ITU-T K76: Requisitos de compatibilidad electromagnética para equipos de red de telecomunicaciones (9 kHz-150 kHz)

http://www.itu.int/ITU-T/recommendations/index_sg.aspx?sg=5

NORMAS INTERNACIONALES SOBRE EMC

Algunas recomendaciones relevantes de la ITU-T

ITU-T K80: Requisitos de compatibilidad electromagnética para equipos de red de telecomunicaciones (1 GHz - 6 GHz)

ITU-T K81: Guía de inmunidad electromagnética de alta potencia para los sistemas de telecomunicaciones

ITU-T K88: Requisitos de compatibilidad electromagnética para los equipos de redes de la próxima generación

ITU-T K92: Entorno electromagnético conducido y emitido en la red doméstica

ITU-T K93: Inmunidad de los aparatos de la red doméstica respecto de las perturbaciones electromagnéticas

http://www.itu.int/ITU-T/recommendations/index_sg.aspx?sg=5

ITU-T K48

ITU-T K48 – Requisitos de compatibilidad electromagnética de la familia de productos para cada equipo de la red de telecomunicaciones

Esta Recomendación especifica los requisitos de emisión e inmunidad de equipos de conmutación, transmisión, potencia, estación radio base de telefonía móvil digital, LAN inalámbrica, sistema de transmisión digital de radio, línea de abonado digital (xDSL) y los equipos de supervisión. También se describen las condiciones operativas para la emisión y las pruebas de inmunidad. También se especifican los criterios de funcionamiento de los ensayos de inmunidad.

ITU-T K48

ITU-T K48 – Requisitos de compatibilidad electromagnética de la familia de productos para cada equipo de la red de telecomunicaciones

Requisitos de emisión

- Los métodos de prueba e sus límites están de acuerdo con CISPR 22. El límite depende del local de instalación: centro de telecomunicaciones o en el exterior.*
- Los equipos de radiocomunicaciones excluyendo las estaciones de base móviles digitales se clasifican como:*

Categoría 1 equipos con antena integrada

- Categoría 1.1 equipos cuya frecuencia es inferior a 1 GHz*
- Categoría 1.2 equipos cuya frecuencia es superior a 1 GHz*

Categoría 2 equipos con antena no integrada

- Para las categorías 1.2 y 2 se aplican CISPR 22. Considerar la banda de exclusión*
- Para las categorías 1.1 e estaciones de base móviles digitales se aplican la Rec. ITU-R SM 329-10 límites de las emisiones en el dominio no esencial.*

ITU-T K48

Requisitos de emisiones

- *Los métodos de ensayo y sus límites están de acuerdo con CISPR 22. El límite depende del lugar de instalación: en el centro de telecomunicaciones o en el exterior.*
- *Los equipos de radiocomunicaciones excluyendo las estaciones base de telefonía móvil digital se clasifican en:*
 - *Categoría 1 equipos con antena integrada*
 - *Categoría 1.1 equipos cuya frecuencia está por debajo de 1 GHz*
 - *Categoría 1.2 equipos cuya frecuencia está por encima de 1 GHz*
 - *Categoría 2 dispositivos con antena integrada*
- *Para las categorías 1.2 y 2 aplicar CISPR 22. Considerar la banda de exclusión*
- *Para las categorías 1.1 y estaciones base de telefonía móvil digital aplicar*
- *ITU-R SM 329-10 límites de emisiones en el dominio no esencial*

(Recomendación ITU-R SM.329-10 (2003), Emisiones no deseadas en el dominio no esencial. En la actualidad SM 329-12 – 2012)

ITU-T K48

- *Equipo de transmisión / Transmission Equipment*
- *Equipo de suministro de energía / Power Supply Equipment*
- *Equipo de supervisión / Supervisory Equipment*
- *LAN inalámbricas / Wireless LAN*
- *Estación de base móvil digital (BS)/ Digital Mobile Base Station*
- *Sistemas de radioenlace digital / Digital Radio Relay System*
- *Equipos xDSL / xDSL equipment*

Table 4/K.48 – Wireless LAN performance criteria

Criteria	During test	After test
A	Shall operate as intended May show degradation of performance (Note 1) Shall be no loss of function Shall be no unintentional transmissions	Shall operate as intended Shall be no degradation of performance (Note 2) Shall be no loss of function Shall be no loss of stored data or user programmable functions
B	May show loss of function (one or more) May show degradation of performance (Note 1) No unintentional transmissions	Functions shall be self-recoverable Shall operate as intended after recovering Shall be no degradation of performance (Note 2) Shall be no loss of stored data or user programmable functions
C	May be loss of function (one or more)	Functions shall be recoverable by the operator Shall operate as intended after recovering Shall be no degradation of performance (Note 2)

NOTE 1 – Degradation of performance during the test is understood as a degradation to a level not below a minimum performance level specified by the manufacturer for the use of the apparatus as intended. In some cases, the specified minimum performance level may be replaced by a permissible degradation of performance.

If the minimum performance level or the permissible performance degradation is not specified by the manufacturer, then either of these may be derived from the product description and documentation (including leaflets and advertising), and what the user may reasonably expect from the apparatus, if used as intended.

NOTE 2 – No degradation of performance after the test is understood as no degradation below a minimum performance level specified by the manufacturer for the use of the apparatus as intended. In some cases, the specified minimum performance level may be replaced by a permissible degradation of performance. After the test, no change of actual operating data or user retrievable data is allowed.

If the minimum performance level or the permissible performance degradation is not specified by the manufacturer, then either of these may be derived from the product description and documentation (including leaflets and advertising), and what the user may reasonably expect from the apparatus if used as intended.

Immunity test levels

Table A.1/K.48 – Equipment for telecommunication centre

Environmental phenomena	Test levels	Units	Basic standard	Performance criteria	Remarks
<i>Enclosure port</i>					
Radio-frequency electro-magnetic field	3 10 3 10	V/m	IEC 61000-4-3 [36]	A	80-800 MHz 800-960 MHz 960-1000 MHz 1400-2000 MHz (Note 1)
Electrostatic discharge	4	kV	IEC 61000-4-2 [35]	B	Contact and air discharge
<i>Outdoor telecommunication ports</i>					
Radio-frequency conducted continuous	3	V	IEC 61000-4-6 [39]	A	0.15-80 MHz (Notes 2, 3 and 5)
Surges	0.5 (line to line) 1 (line to ground)	kV	IEC 61000-4-5 [38]	B	10/700 μ s (Notes 4 and 13)
Fast transients	0.5	kV	IEC 61000-4-4 [37]	B	(Note 12)
<i>Indoor telecommunication ports</i>					
Radio-frequency conducted continuous	3	V	IEC 61000-4-6 [39]	A	0.15-80 MHz (Notes 2, 3 and 5)
Surges	0.5 (line to ground)	kV	IEC 61000-4-5 [38]	B	1.2/50 (8/20) μ s (Note 4)
Fast transients	0.5	kV	IEC 61000-4-4 [37]	B	(Note 12)
<i>DC power ports</i>					
Radio-frequency conducted continuous	3	V	IEC 61000-4-6 [39]	A	0.15-80 MHz (Notes 2, 3 and 5)
Fast transients	0.5	kV	IEC 61000-4-4 [37]	B	(Note 12)

Table A.1/K.48 – Equipment for telecommunication centre

Environmental phenomena	Test levels	Units	Basic standard	Performance criteria	Remarks
Voltage dips	>95 0.5	% reduction period	IEC 61000-4-11 [40]	B	(Note 6)
	30 25	% reduction period	IEC 61000-4-11 [40]	C	(Note 6)
Voltage interruption	95 250	% reduction period	IEC 61000-4-11 [40]	C	(Note 6)

NOTE 1 – The test may be performed with a start frequency lower than 80 MHz, but not less than 27 MHz.

NOTE 2 – A lower test level above 10 MHz can be applied. The specific level is under study.

NOTE 3 – The test level can be defined as equivalent current into 150 Ω.

NOTE 4 – This test may not be applied for unscreened cable when appropriate CDN does not exist.

NOTE 5 – It is recognized that radio-frequency electromagnetic fields and conducted continuous voltages are 1 V/m and 1 V respectively in major telecommunication centres.

NOTE 6 – This test applies to equipment having a rated input current not exceeding 16 A per phase.

Table A.2/K.48 – Equipment for outdoor locations

Environmental phenomena	Test levels	Units	Basic standard	Performance criteria	Remarks
<i>Enclosure port</i>					
Radio-frequency electro-magnetic field	3 10 3 10	V/m	IEC 61000-4-3 [36]	A	80-800 MHz 800-960 MHz 960-1000 MHz 1400-2000 MHz (Notes 1 and 5)
Electrostatic discharge	4	kV	IEC 61000-4-2 [35]	B	Contact and air discharge
<i>Telecommunication ports</i>					
Radio-frequency conducted continuous	3	V	IEC 61000-4-6 [39]	A	0.15-80 MHz (Notes 2 and 3)
Surges	0.5 (line to line) 1 (line to ground)	kV	IEC 61000-4-5 [38]	B	10/700 μ s (Notes 4 and 13)
Fast transients	0.5	kV	IEC 61000-4-4 [37]	B	(Note 12)
<i>DC power ports</i>					
Radio-frequency conducted continuous	3	V	IEC 61000-4-6 [39]	A	0.15-80 MHz (Notes 2 and 3)

Table A.2 continued except voltage variation on DC power supply ref. IEC 61000-4-29

Fast transients	0.5	kV	IEC 61000-4-4 [37]	B	(Note 12)
<i>AC power ports</i>					
Radio-frequency conducted continuous	3	V	IEC 61000-4-6 [39]	A	0.15-80 MHz (Notes 2 and 3)
Surges	0.5 (line to line) 1 (line to ground)	kV	IEC 61000-4-5 [38]	B	1.2/50 (8/20) μ s
Fast transients	1.0	kV	IEC 61000-4-4 [37]	B	(Note 12)
Voltage dips	>95 0.5	% reduction period	IEC 61000-4-11 [40]	B	(Note 6)
	30 25	% reduction period	IEC 61000-4-11 [40]	C	(Note 6)
Voltage interruption	95 250	% reduction period	IEC 61000-4-11 [40]	C	(Note 6)
	30 25	% reduction period	IEC 61000-4-11 [40]	C	(Note 6)

NOTE 1 – The test may be performed with a start frequency lower than 80 MHz, but not less than 27 MHz.

NOTE 2 – A lower test level above 10 MHz can be applied. The specific level is under study.

NOTE 3 – The test level can be defined as equivalent current into 150 Ω .

NOTE 4 – This test may not be applied for unscreened cable when appropriate CDN does not exist.

NOTE 5 – In cases where mobile communications are permitted, radio field immunity higher than 10 V/m may be requested at communication frequencies.

NOTE 6 – This test applies to equipment having a rated input current not exceeding 16 A per phase.

Table A.3/K.48 – Equipment for telecommunication centre (Emission)

	Frequency	Quasi-peak limit	Average limit	Basic standard	Remarks
<i>Enclosure port</i>					
Radiated electromagnetic field	30 to 230 MHz	40 dB(μ V/m)	N/A	CISPR 22 [30]	Physically large systems should be tested according to ITU-T Rec. K.38 [15] (Note 3)
	230 to 1000 MHz	47 dB(μ V/m)			
<i>Telecommunication ports (outdoor and indoor)</i>					
Conducted disturbance voltage	0.15 to 0.5 MHz	97 to 87 dB(μ V)	84 to 74 dB(μ V)	CISPR 22 [30]	(Notes 1 and 2)
	0.5 to 30 MHz	87 dB(μ V)	74 dB(μ V)		
<i>AC power ports</i>					
Conducted disturbance voltage	0.15 to 0.5 MHz	79 dB(μ V)	66 dB(μ V)	CISPR 22 [30]	(Note 2)
	0.5 to 30 MHz	73 dB(μ V)	60 dB(μ V)		
<i>DC power ports</i>					
Conducted disturbance voltage	0.15 to 0.5 MHz	79 dB(μ V)	66 dB(μ V)	CISPR 22 [30]	(Note 2)
	0.5 to 30 MHz	73 dB(μ V)	60 dB(μ V)		
NOTE 1 – The limits decrease linearly with the logarithm of the frequency.					
NOTE 2 – Equivalent current limit can be applied.					
NOTE 3 – The limits are given for 10 metres measurement distance.					

Table A.4/K.48 – Equipment for outdoor location (Emission)

	Frequency	Quasi-peak limit	Average limit	Basic standard	Remarks
<i>Enclosure port</i>					
Radiated electro-magnetic field	30 to 230 MHz	30 dB(μ V/m)	N/A	CISPR 22 [30]	Physically large systems should be tested according to ITU-T Rec. K.38 (Note 3)
	230 to 1000 MHz	37 dB(μ V/m)			
<i>Telecommunication ports (outdoor and indoor)</i>					
Conducted disturbance voltage	0.15 to 0.5 MHz	84 to 74 dB(μ V)	74 to 64 dB(μ V)	CISPR 22 [30]	(Notes 1 and 2)
	0.5 to 30 MHz	74 dB(μ V)	64 dB(μ V)		
<i>AC power ports</i>					
Conducted disturbance voltage	0.15 to 0.5 MHz	66 to 56 dB(μ V)	56 to 46 dB(μ V)	CISPR 22 [30]	(Notes 1 and 2)
	0.5 to 5 MHz	56 dB(μ V)	46 dB(μ V)		
	5 to 30 MHz	60 dB(mV)	50 dB(μ V)		
<i>DC power ports</i>					
Conducted disturbance voltage	0.15 to 0.5 MHz	66 to 56 dB(μ V)	56 to 46 dB(μ V)	CISPR 22 [30]	(Notes 1 and 2)
	0.5 to 5 MHz	56 dB(μ V)	46 dB(μ V)		
	5 to 30 MHz	60 dB(μ V)	50 dB(μ V)		

NOTE 1 – The limits decrease linearly with the logarithm of the frequency.

NOTE 2 – Equivalent current limit can be applied.

NOTE 3 – The limits are given for 10 metres measurement distance.

RESOLUCIÓN 442 – ANATEL – 2006

Capítulo II – REFERENCIAS

- I - Anatel – Reglamento para la certificación y homologación de productos para telecomunicaciones.*
- II - IEC 61000-4-2(2001) - Compatibilidad electromagnética (EMC) - Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida. Sección 2 Ensayo de inmunidad a las descargas electrostáticas.*
- III - IEC 61000-4-3 (2002) - Compatibilidad electromagnética (EMC) - Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida. Sección 3 Requisitos para campos electromagnéticos radiados.*
- IV - IEC 61000-4-4 (2004) - Compatibilidad electromagnética (EMC) - Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida. Sección 4 Transitorios eléctricos rápidos.*
- V - IEC 61000-4-5 (2001) - Compatibilidad electromagnética (EMC) - Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida. - Sección 5: Prueba de inmunidad a picos de tensión repentinos.*
- VI - IEC 61000-4-6 (2004) - Compatibilidad electromagnética (EMC) - Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida. Sección 6 Inmunidad a las perturbaciones conducidas inducidas por campos de radiofrecuencia.*

RESOLUCIÓN 442 - ANATEL - 2006

VII - IEC 61000-4-11 (2004) - Compatibilidad electromagnética (EMC) Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida; Sección 11: Caídas de tensión, interrupciones breves y variaciones de tensión; ensayos de inmunidad.

VIII - CISPR 11 (2003) - Equipos de radiofrecuencia industriales, científicos y médicos (ISM) - Características de perturbación electromagnética - Límites y métodos de medición.

IX - CISPR 22 (2005) - Límites y métodos de medición de las características de perturbación radioeléctrica de los equipos de tecnología de la información.

X - CISPR 24 (1997), Enmienda 1 (2001) y Enmienda 2 (2002) - Equipos de tecnología de la información - Características de inmunidad - Límites y métodos de medición.

RESOLUCIÓN 442 - ANATEL - 2006

XI - ITU-T Rec. K.21 (2003) - Inmunidad de los equipos de telecomunicaciones instalados en locales del cliente a las sobretensiones y sobrecorrientes.

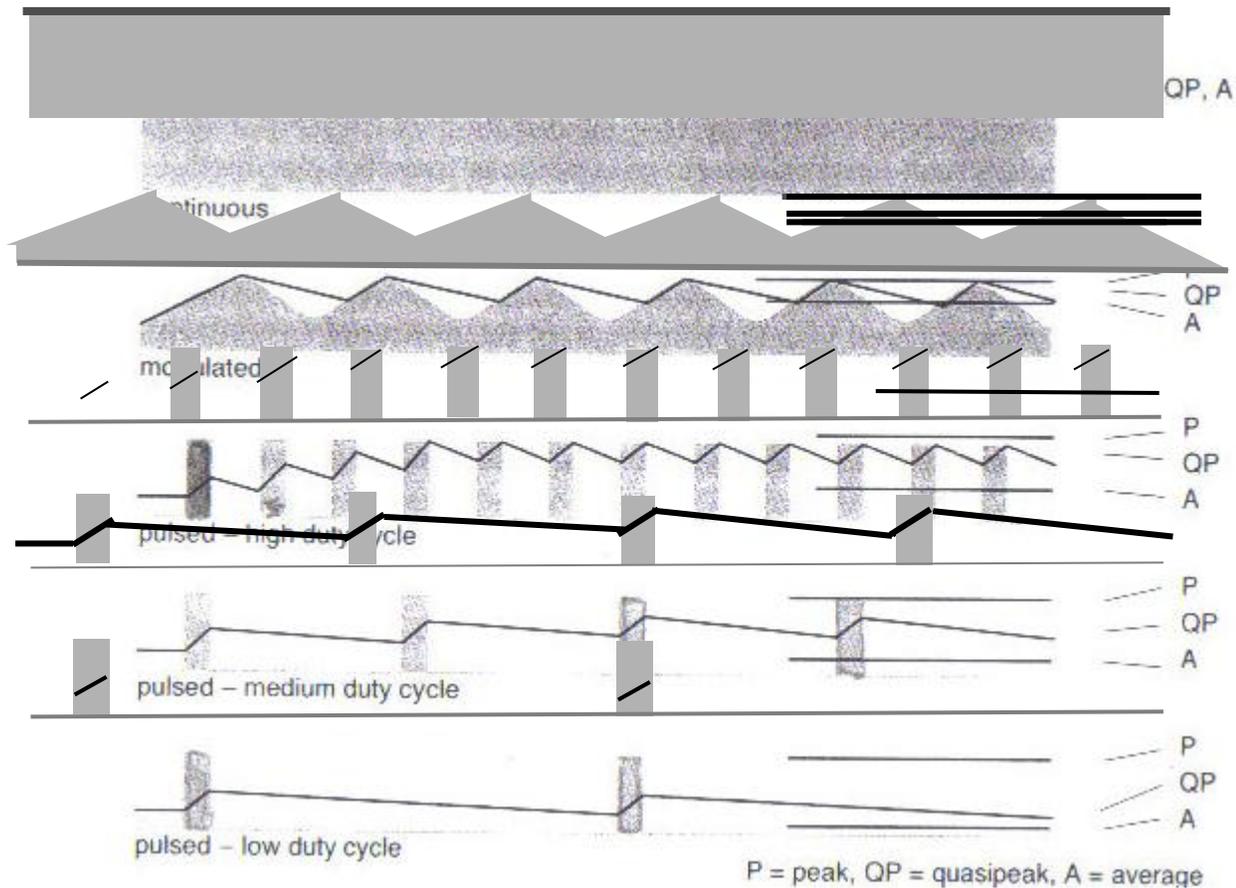
XII - ITU-T Rec. K.44 (2003) - Pruebas de inmunidad de los equipos de telecomunicaciones expuestos a las sobretensiones y sobrecorrientes - Recomendación básica.

XIII - ITU-T Rec. K.38 (1996) - Procedimiento de prueba relativo a las emisiones radiadas en sistemas físicamente grandes.

XIV - ITU-T Rec. K.48 (2003) - Requisitos de compatibilidad electromagnética para equipos de telecomunicación - Recomendación relativa a la familia de productos.

CONCEPTOS BÁSICOS

Detección de pico, valor medio e cuasi-pico

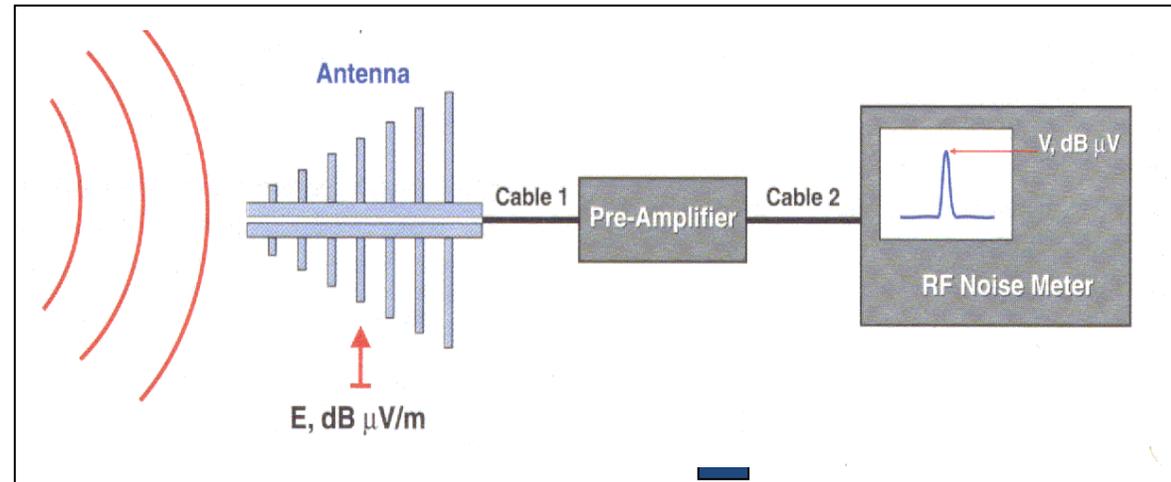


CONCEPTOS BÁSICOS

La medición de intensidad de campo

Los componentes

- 1 – Antena*
- 2 – Línea de transmisión*
- 3 – Atenuador o pré-amplificador*
- 4 – Receptor*



CONCEPTOS BÁSICOS

Antenas de medición utilizadas en EMC

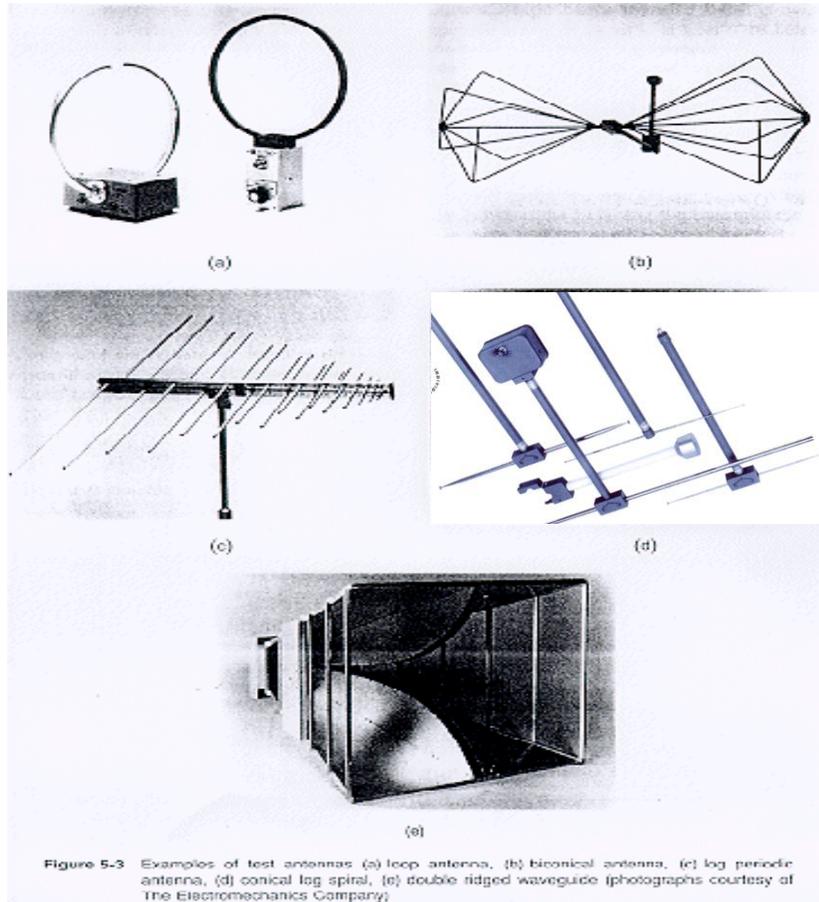


Figure 5-3 Examples of test antennas (a) loop antenna, (b) biconical antenna, (c) log periodic antenna, (d) conical log spiral, (e) double ridged waveguide (photographs courtesy of The Electromechanics Company)

- ANTENA TIPO BUCLE
9 kHz – 30 MHz
- ANTENA BICÓNICA
30 MHz – 200 MHz
- ANTENA LOG PERIÓDICA
200 MHz – 1000 MHz
- ANTENA DIPOLO SINTONIZADO
30 MHz – 1000 MHz
- ANTENA DOBLE RIDGE
1 GHz – 18 GHz

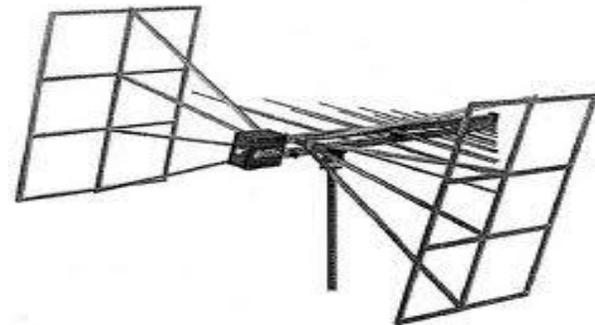
CONCEPTOS BÁSICOS

Antenas de medición utilizadas en EMC



ANTENA BICONILOG

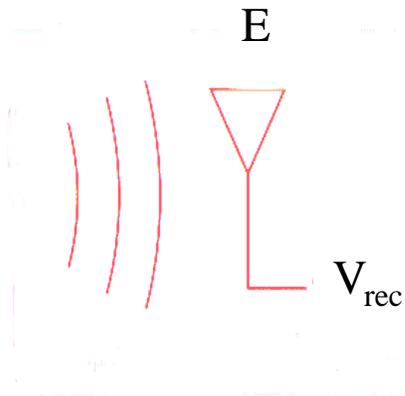
30 MHz – 2000 MHz



CONCEPTOS BÁSICOS

FACTOR DE ANTENA AF

Relación del campo eléctrico con la tensión en el terminal de la antena



$$AF \text{ (1/m)} = \frac{E \text{ (V/m)}}{V_{\text{rec}} \text{ (V)}}$$

***ASPECTOS RELATIVOS A LAS PRUEBAS DE
COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA***

PUBLICACIÓN CISPR 22

CISPR 22 (2008) – Information Technology Equipment – Radio Disturbance Characteristics – Limits and Methods of Measurement

Esta publicación establece requisitos para la emisión de perturbaciones radioeléctricas y de los métodos de medición con el fin de evitar interferencias de radio.

PUBLICACIÓN CISPR 22

Equipos de tecnología de información (ITE)

cualquiera equipo

que tiene una función primaria de (o una combinación de) entrada, almacenamiento, visualización, recuperación, transmisión, transformación, distribución, o el control de los datos y mensaje de telecomunicaciones que puede estar equipado con uno o más puertos terminales habilitados para la transmisión de la información;

Incluye, por ejemplo, equipos de procesamiento de datos, máquinas de oficina, equipo de presentación electrónica y equipos de telecomunicaciones.

PUBLICACIÓN CISPR 22

Clasificación de ITE

Un ITE clase B está destinado principalmente para su uso en el ámbito doméstico y puede incluir:

– equipo sin un lugar fijo de uso; equipos portátiles y terminales de telecomunicación, computadoras personales y equipos auxiliares conectados.

NOTA: El entorno doméstico es un entorno en que se prevé el uso de receptores de radio y televisión que pueden estar a una distancia de 10 m del aparato en cuestión.

La clase A de ITE es una categoría de todos los demás ITE que satisfacen los límites de la clase A, pero no los límites de la Clase B. Dicho equipo no debe limitarse en su venta, pero se incluirá la siguiente advertencia en las instrucciones de uso.

Aviso: Este es un producto clase A. En un entorno doméstico, este producto puede causar interferencias de radio, en cuyo caso puede ser necesario que el usuario tome las medidas adecuadas.

PUBLICACIÓN CISPR 22

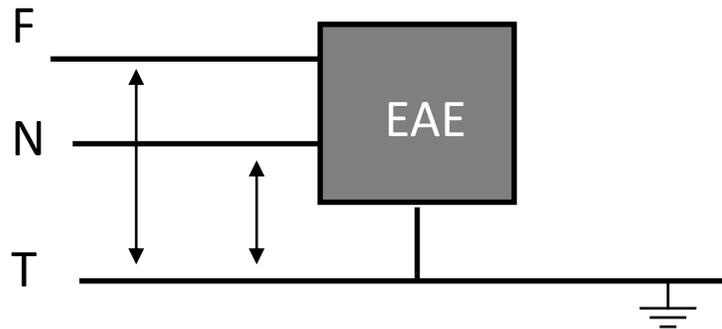
Importante aspecto de la CISPR 22 a mencionar es el uso de los detectores de valor medio, pico y cuasi-pico

- Emisión conducida – uso dos detectores de valor medio e do cuasi-pico / conducted emission*
- En emisión radiada hasta 1 GHz – uso del detector de cuasi-pico*
- En emisión radiada superior a 1 GHz - "6 GHz – uso del detector de valor medio*

PUBLICACIÓN CISPR 22

Emisiones a partir de los terminales de energía eléctrica y de los terminales de telecomunicaciones

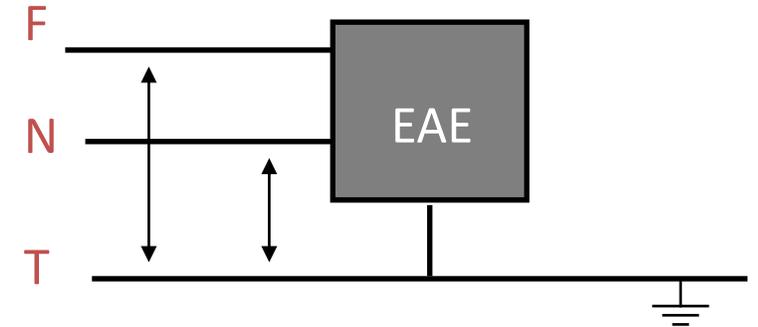
- *Uso de detectores de valor medio y valor cuasi-pico*
- *Red ficticia*
- *Red estabilizada de impedancia*
- *Faja de frecuencia de 150 kHz a 30 MHz*
- *Perturbación ambiente 6 dB abajo del limite (uso de cámara blindada)*



PUBLICACIÓN CISPR 22

Limites de emisión a partir de las líneas de alimentación

FRECUENCIA MHz	LIMITES en dB (μ V) CLASE B	
	Cuasi-pico	Valor medio
0,15 - 0,50	66 a 56	56 a 46
0,5 - 5	56	46
5 - 30	60	50



OBS.: Medición con red artificial tipo "V"

Según ITU-T K48 puede ser utilizada corriente equivalente

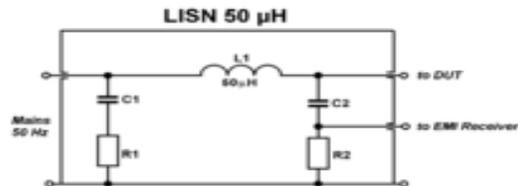
PUBLICACIÓN CISPR 22

Red artificial

Línea de estabilización de impedancia de red (LISN)



Garantiza una impedancia normalizada en la entrada del EAE (50Ω) independiente del valor de impedancia de la red de alimentación local



Circuito simplificado

PUBLICACIÓN CISPR 22

Red artificial

Línea de estabilización de impedancia de red (LISN)

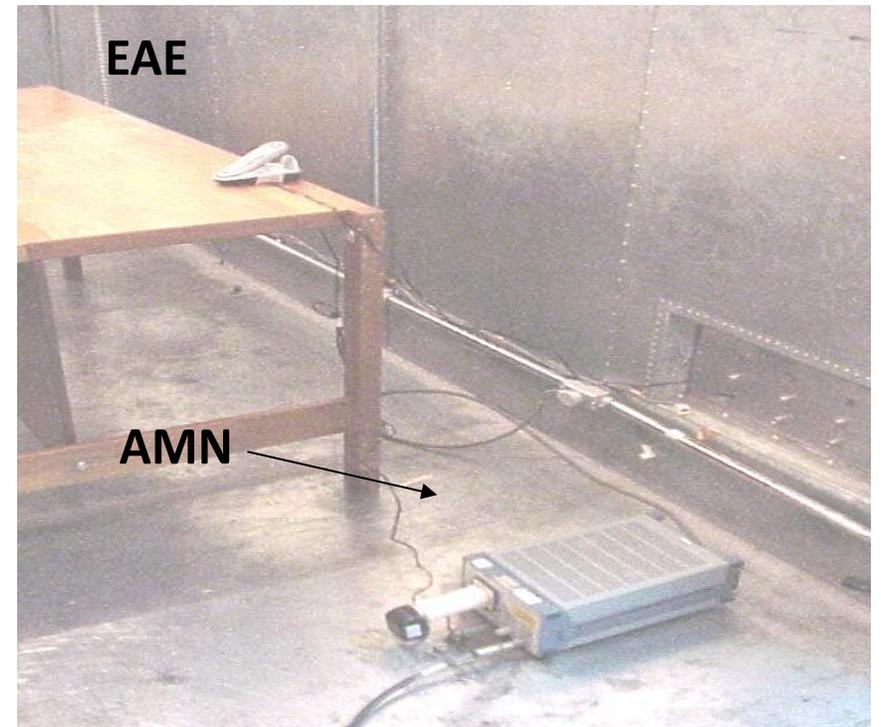
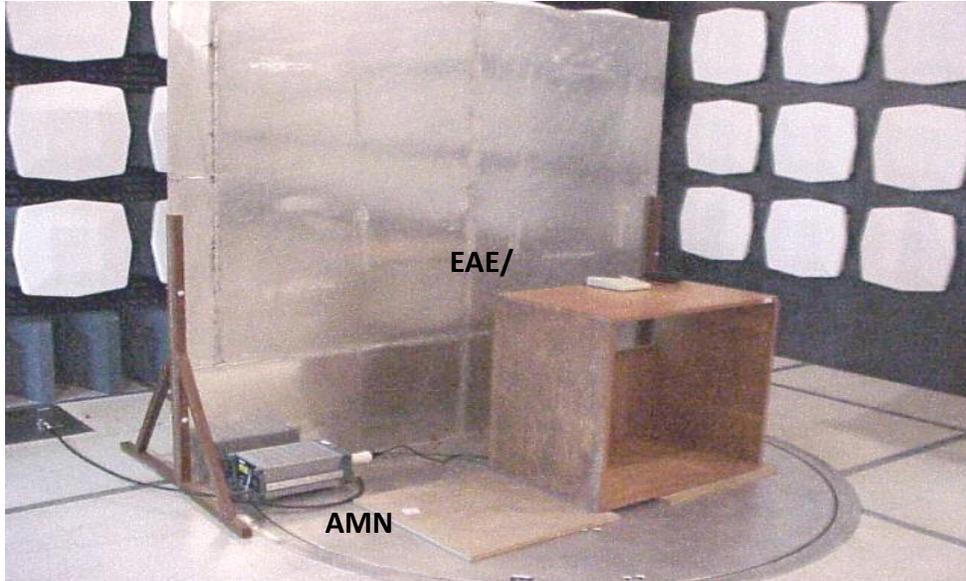
Reduce la presencia de perturbación del ambiente sobre los niveles de emisión que serán medidos



PUBLICACIÓN CISPR 22

Ensayo de emisión conducida – línea de alimentación

Ejemplo de montaje de ensayo



PUBLICACIÓN CISPR 22

Limites de emisión de las líneas de telecomunicaciones

Frecuencia MHz	LIMITES EN dB (μV) CLASE B		LIMITES EN dB (μV) CLASE B	
	Cuasi-pico	Valor medio	Cuasi-pico	Valor medio
0,15 - 0,50	84 a 74	74 a 64	40 a 30	30 a 20
0,5 - 30	74	64	30	20

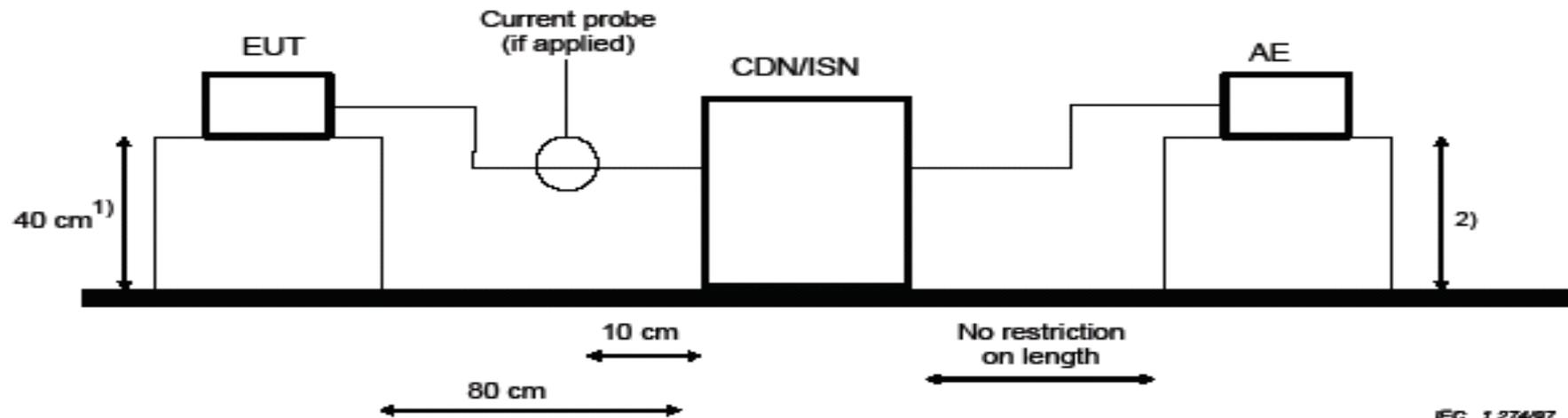
Nota:

Los límites decrecen con el logaritmo de la frecuencia en la banda 0,15 MHz a 0,50 MHz

La corriente y tensión son derivadas del uso de ISN (150 Ω)

PUBLICACIÓN CISPR 22

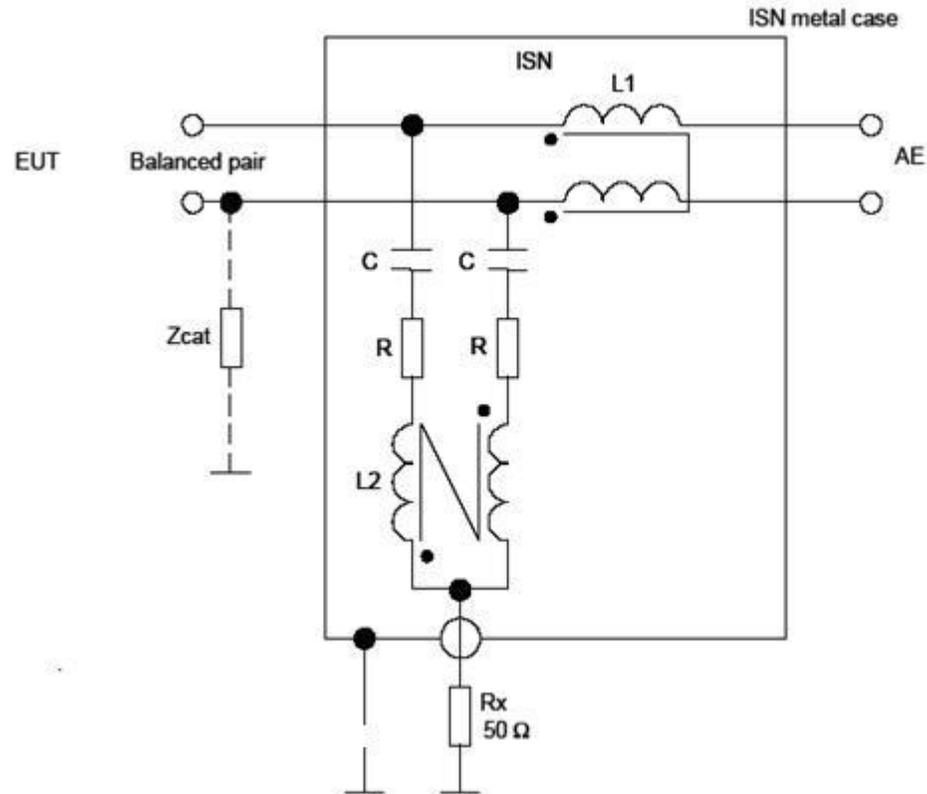
Ensayo de emisión conducida en línea de telecom



AE = Associated equipment
EUT = Equipment under test

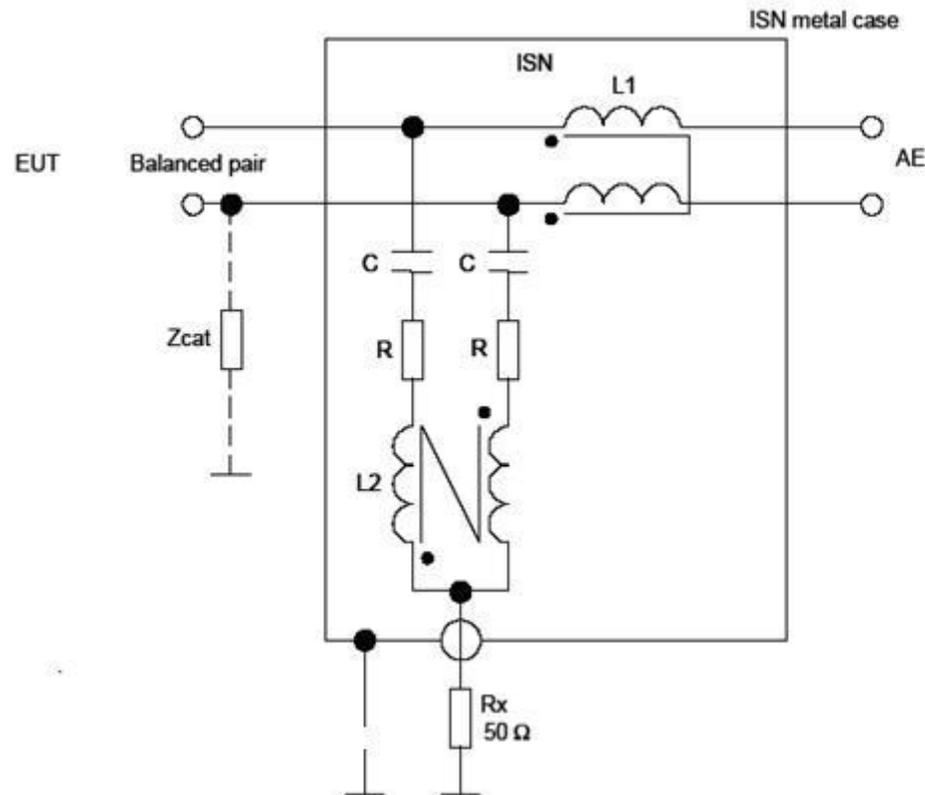
RED DE ESTABILIZACIÓN DE IMPEDANCIA

Ensayo de emisión conducida en línea de telecom



PUBLICACIÓN CISPR 22

Red de estabilización de impedancia

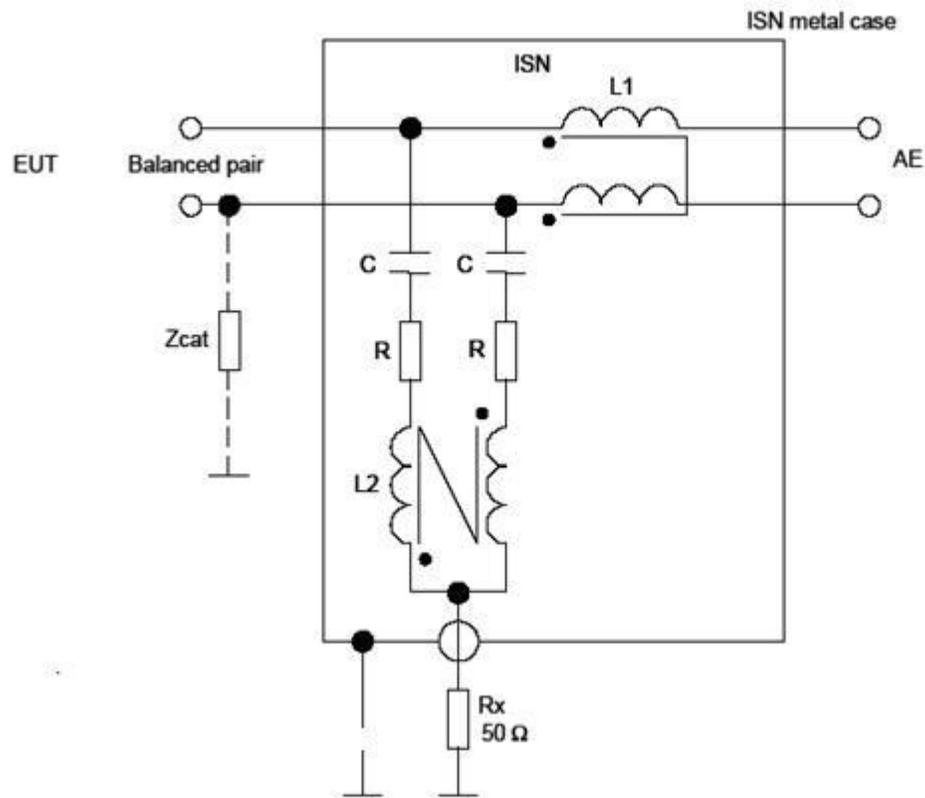


Impedancia del punto de conexión del medidor debe ser 50Ω .

LCL del ISN debe ser compatible con la red de telecomunicación normalmente utilizada con el EAE

PUBLICACIÓN CISPR 22

Red de estabilización de impedancia



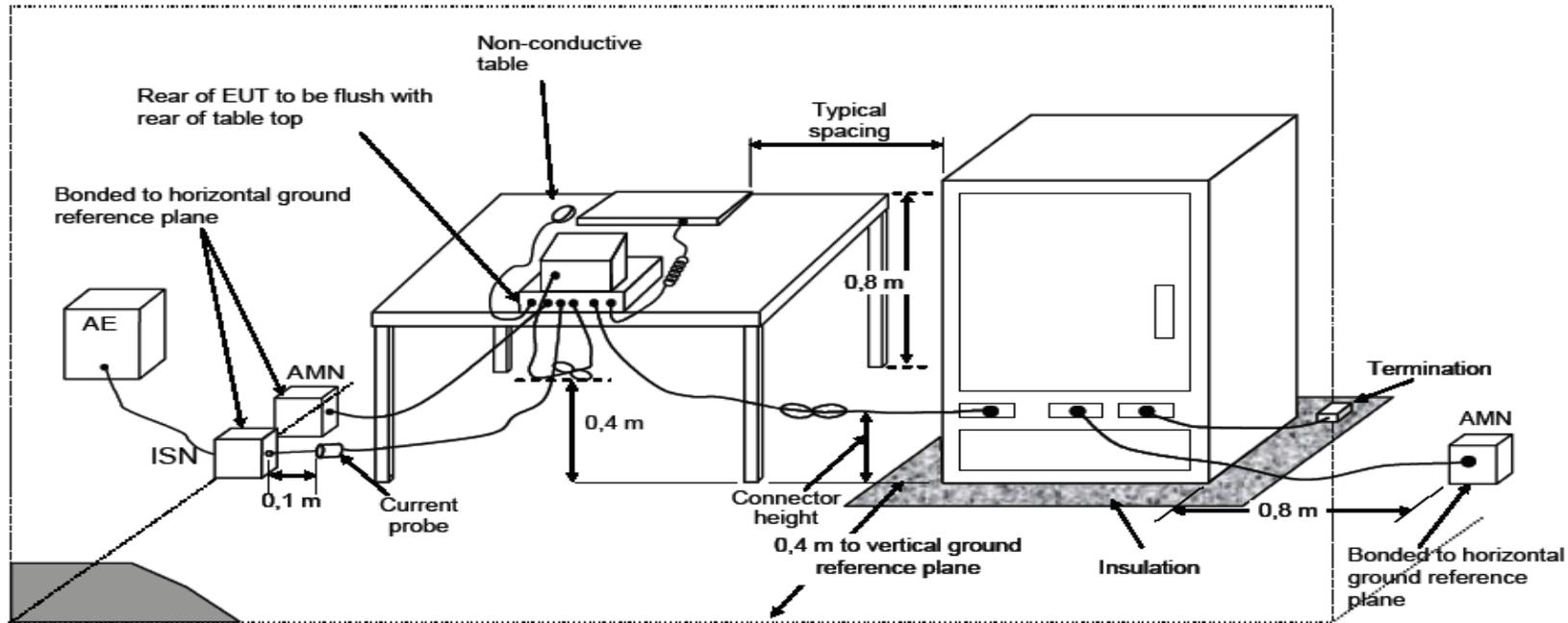
$$LCL = 20 \text{LOG} \frac{U_C}{U_D}$$

U_C – tensión en modo común
(fuerza electro-motriz)

U_D – tensión en modo diferencial

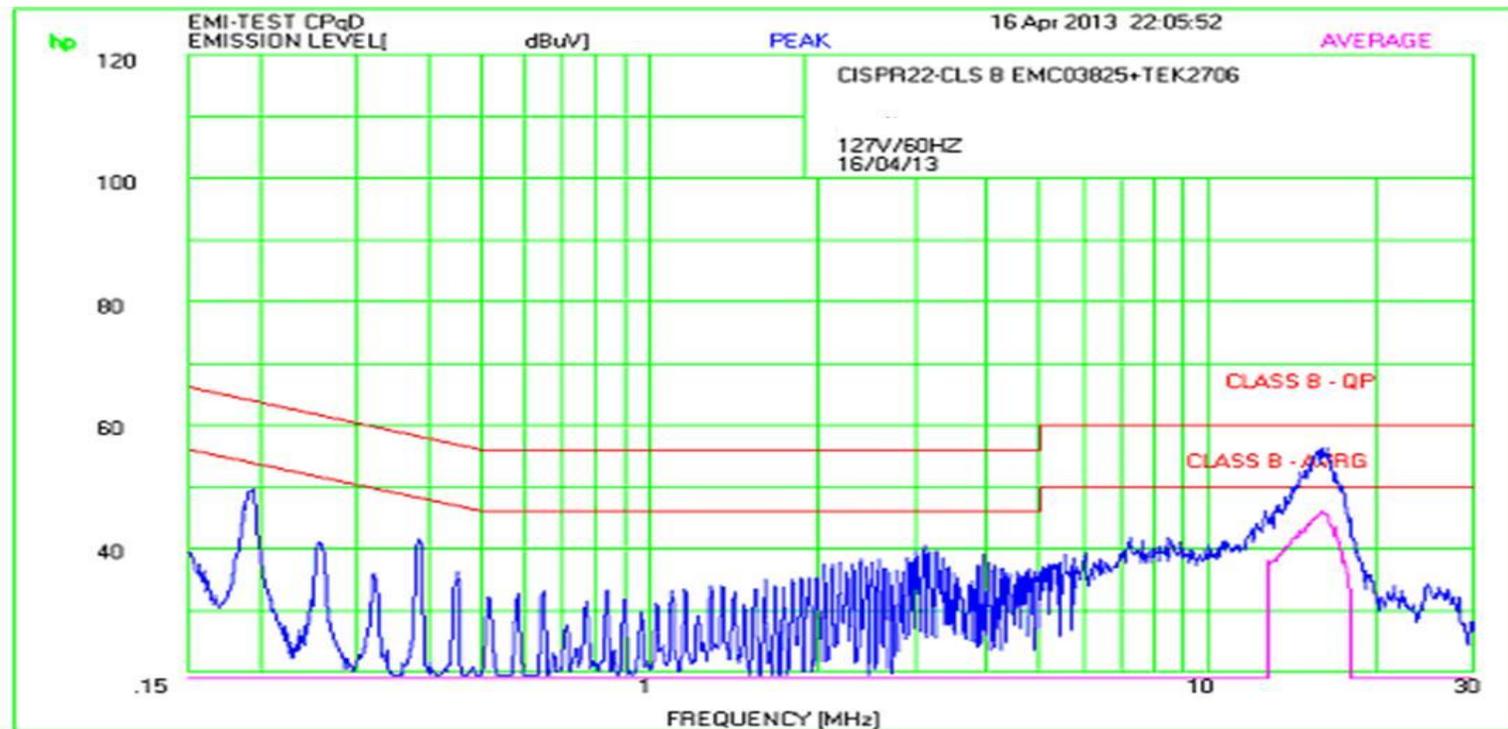
PUBLICACIÓN CISPR 22

Ejemplo de montaje de ensayo de emisión conducida



PUBLICACIÓN CISPR 22

Ejemplo de montaje de ensayo de emisión conducida



PUBLICACIÓN CISPR 22

Ensayo de emisión de perturbaciones radiadas

- *Detector de valor cuasi-pico para el rango de 30 MHz a 1000 MHz*
- *Detector de valor medio e pico para el rango 1 GHz a 6 GHz*
- *Ruido ambiental deberá ser de al menos 6 dB por debajo del límite (uso de cámara semi-anecoica)*

PUBLICACIÓN CISPR 22

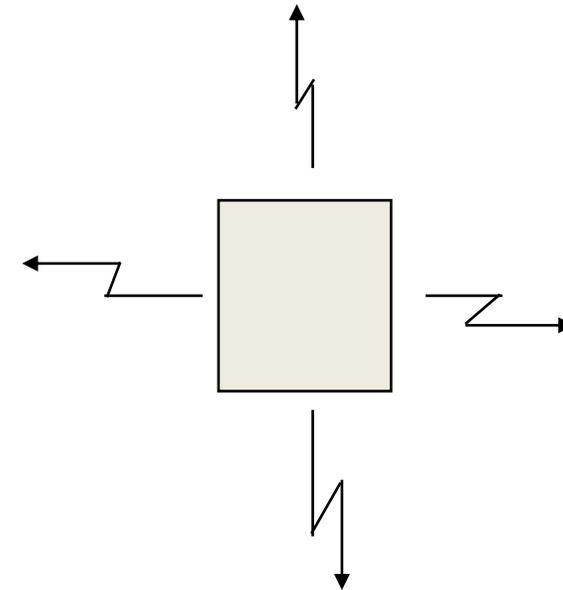
Para frecuencias superiores a 1 GHz, la decisión a respecto de la máxima frecuencia a ser medida es indicada en la tabla abajo

Highest internal frequency (MHz)	Maximum frequency to measure (MHz)
< 108	1000
$108 < f_{\text{highest}} < 500$	5000
$f > 1\ 000$	6000

PUBLICACIÓN CISPR 22

Limites de emisión de perturbación radiada

Frequency range (MHz)	Class B limits quasi-peak value dB(uV/m)
30 - 230	30 (40)
230 - 1 000	37 (47)



OBS.: Limites para niveles de emisión medidos a 10 (3) metros

PUBLICACIÓN CISPR 22

Limites de clase A para frecuencias superiores a 1 GHz

Frequency range GHz	Average limit dB(μ V/m)	Peak limit dB(μ V/m)
1 to 3	56	76
3 to 6	60	80
NOTE: The lower limit applies at the transition frequency.		

OBS.: Limites para niveles de emisión medidos a 3 m

PUBLICACIÓN CISPR 22

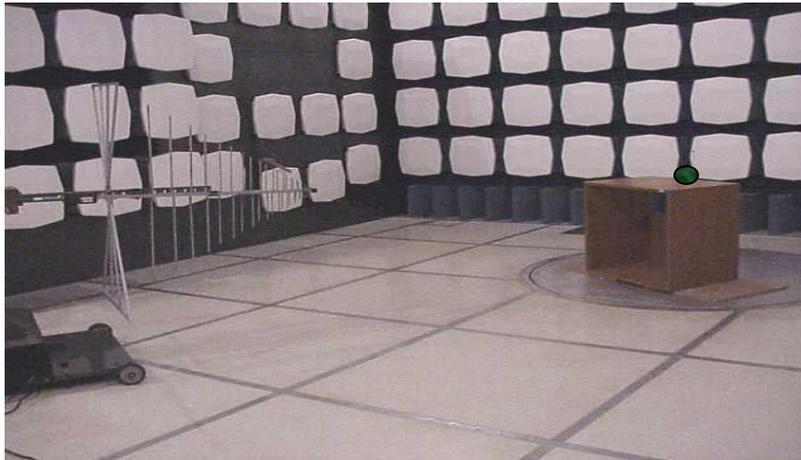
Limites de clase B para frecuencias superiores a 1 GHz

Frequency range GHz	Average limit dB(μ V/m)	Peak limit dB(μ V/m)
1 to 3	50	70
3 to 6	54	74
NOTE The lower limit applies at the transition frequency.		

OBS.: Limites para niveles de emisión medidos a 3 m

PUBLICACIÓN CISPR 22

Ejemplo de montaje de ensayo de emisión radiada



***ENSAYO DE INMUNIDAD A PERTURBACIONES
ELECTROMAGNÉTICAS***

ENSAYOS DE INMUNIDAD ELECTROMAGNÉTICA

Criterios de rendimiento (ITU-T K.43)

Criterio A – El equipo deberá continuar funcionando según lo previsto. No se admite la degradación de la calidad de funcionamiento o pérdida de funcionalidad por debajo de un nivel especificado por el fabricante para las condiciones de uso indicadas. En algunos casos, el nivel de calidad de funcionamiento puede sustituirse por una pérdida admisible de calidad de funcionamiento. Si el fabricante no especifica el nivel de calidad de funcionamiento mínimo o la pérdida admisible de calidad de funcionamiento, dichos valores pueden deducirse de la descripción del producto y su documentación y de lo que el usuario puede razonablemente esperar del equipo cuando se utiliza en las condiciones para las que fue diseñado.

(para fenómeno continuo)

ENSAYOS DE INMUNIDAD ELECTROMAGNÉTICA

Criterios de rendimiento (ITU-T K.43)

Criterio B – Después de la prueba, el equipo deberá continuar funcionando según lo previsto. No se admite la degradación de la calidad de funcionamiento, tras la aplicación de los fenómenos, por debajo de un nivel especificado por el fabricante para las condiciones de uso indicadas. En algunos casos, el nivel de calidad de funcionamiento puede sustituirse por una pérdida admisible de calidad de funcionamiento. En el curso de la prueba, no obstante, se admite cierta degradación de la calidad de funcionamiento o una pérdida de funcionalidad. No se admiten modificaciones del estado real de funcionamiento o de los datos almacenados. Si el fabricante no especifica el nivel mínimo de calidad de funcionamiento o la pérdida admisible de calidad de funcionamiento, dichos valores pueden deducirse de la descripción del producto y su documentación y de lo que el usuario pueda razonablemente esperar del equipo cuando se utiliza en las condiciones para las cuales fue diseñado.

(para fenómeno discontinuo)

ENSAYOS DE INMUNIDAD ELECTROMAGNÉTICA

Criterios de calidad de funcionamiento (ITU-T K.43)

Criterio C – Se admite una pérdida de funcionalidad a condición de que las funciones se recuperen automáticamente o las pueda recuperar el usuario accionando los controles de conformidad con las instrucciones del fabricante. No deben perderse las funciones o informaciones protegidas por una memoria de reserva.

(para fenómeno discontinuo)

ENSAYOS DE INMUNIDAD ELECTROMAGNÉTICA

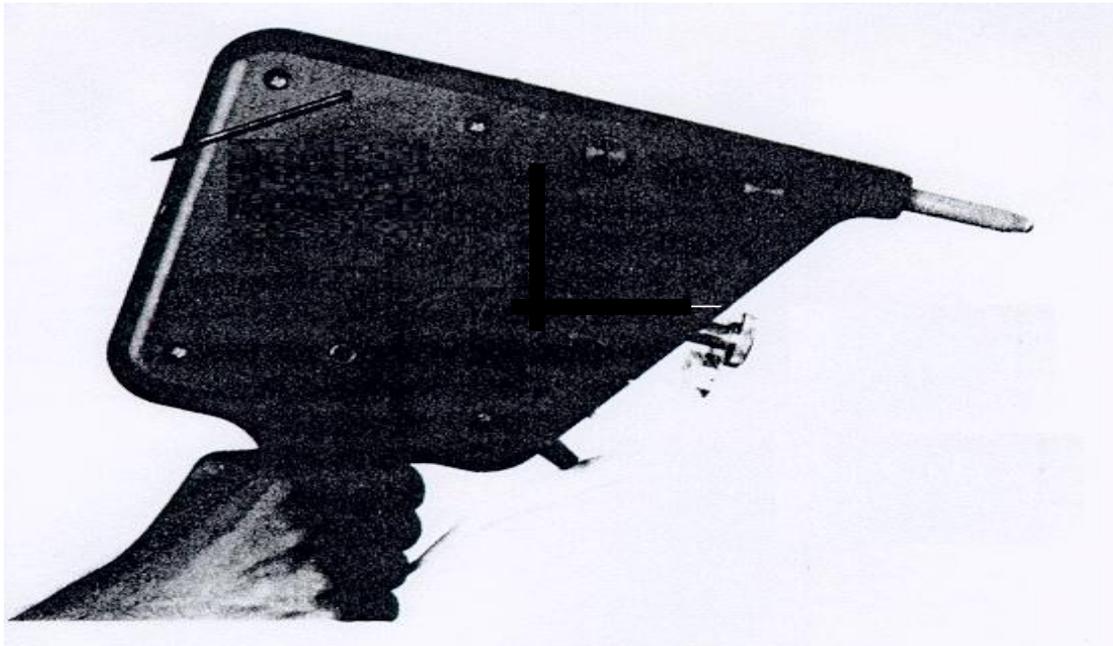
Ensayo de inmunidad a descargas electrostáticas (ESD) según la norma IEC 61000-4-2

Nivel de severidad		
Nivel de prueba		
Sev.	Contacto (kV)	Aire (kV)
1	2	2
2	4	4
3	6	8
4	8	15

Criterio de calidad de funcionamiento B

ENSAYOS DE INMUNIDAD ELECTROMAGNÉTICA

*Ejemplo de generador de ensayo
(IEC 61000-4-2)*



ENSAYOS DE INMUNIDAD ELECTROMAGNÉTICA

*Ejemplo del montaje de ensayo
(IEC 61000-4-2)*

plan horizontal

plan vertical



ENSAYOS DE INMUNIDAD ELECTROMAGNÉTICA

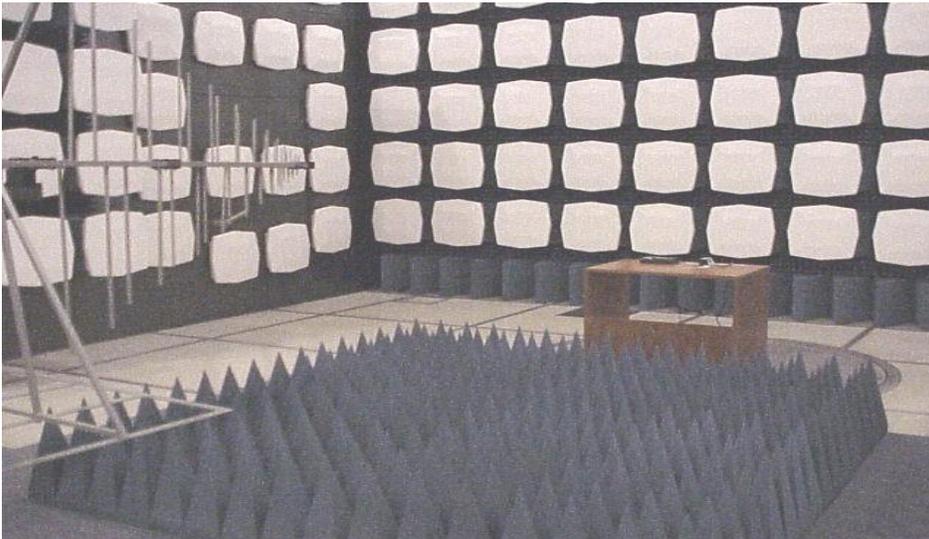
*Ensayo de inmunidad a perturbación de RF radiada
de acuerdo con la norma IEC 61000-4-3*

Nivel de severidad	
Nivel de frecuencia: 80 MHz - 1 GHz e 1,4 a 2 GHz	
Modulación AM 80% - 1 kHz	
Severidad	Intensidad del campo sin modulación (V/m)
1	1
2	3
3	10

Criterio de calidad de funcionamiento A

ENSAYOS DE INMUNIDAD ELECTROMAGNÉTICA

*Ejemplo del montaje de ensayo
(IEC 61000-4-3)*



ENSAYOS DE INMUNIDAD ELECTROMAGNÉTICA

Ensayos de inmunidad a transitorios eléctricos rápidos y salvas de impulsos

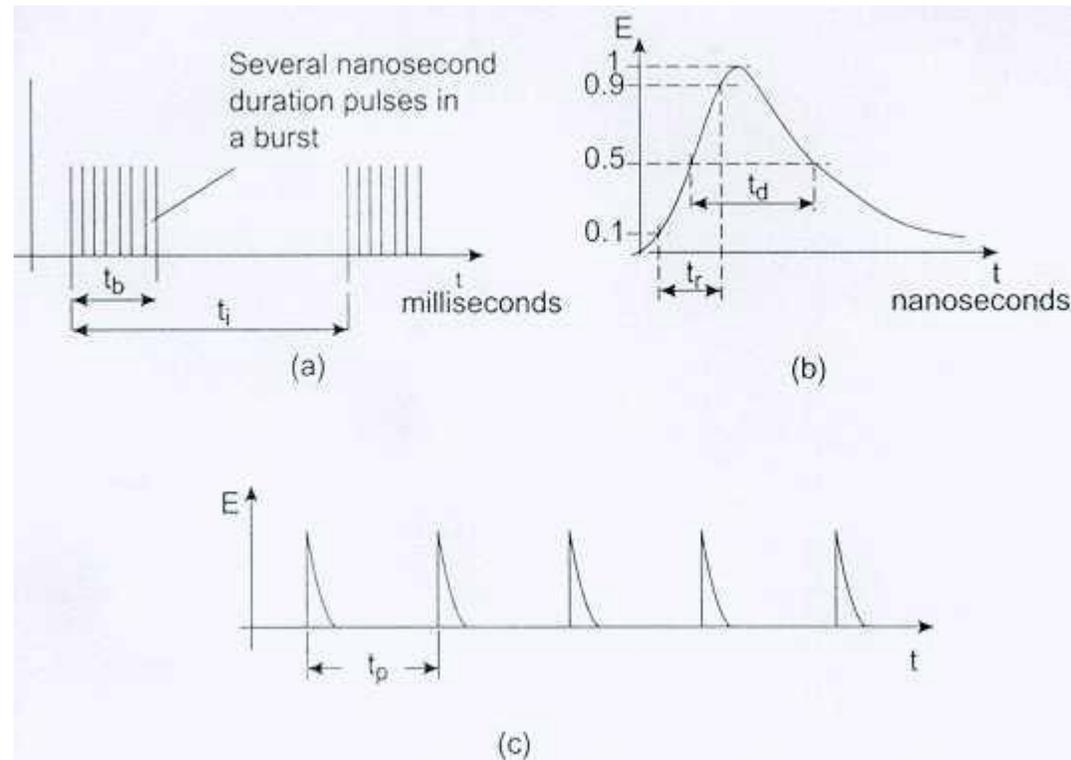
IEC 61000-4-4

Nivel de severidad		
tr/td: 5 ns/50 ns RÁFAGA: 15 ms/300 ms		
Tensión de salida en circuito abierto		
Sev.	Líneas de suministro de energía (kV)	Líneas de señal (kV)
1	0,5	0,25
2	1	0,5
3	2	1
4	4	2

Criterio de calidad de funcionamiento B

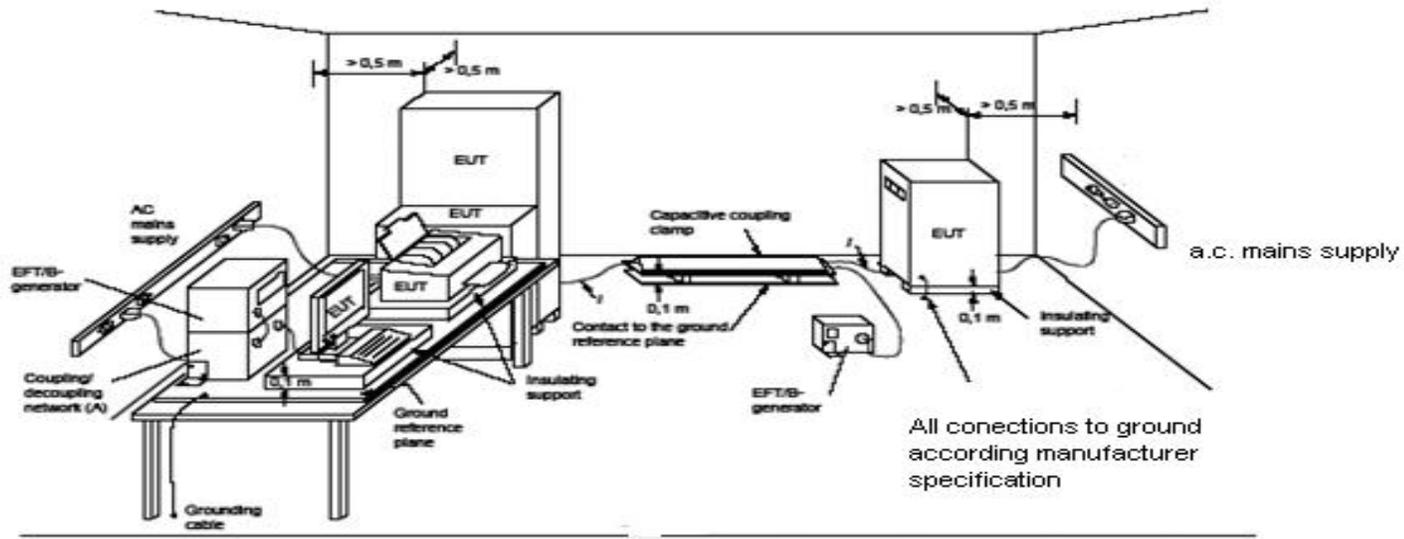
ENSAYOS DE INMUNIDAD ELECTROMAGNÉTICA

Forma de onda según IEC 61000-4-4



ENSAYOS DE INMUNIDAD ELECTROMAGNÉTICA

*Ejemplo del montaje de ensayo
(IEC 61000-4-4)*



Ground reference plane

ENSAYOS DE INMUNIDAD ELECTROMAGNÉTICA

*Ejemplo del montaje de ensayo
(IEC 61000-4-4)*



ENSAYOS DE INMUNIDAD ELECTROMAGNÉTICA

Ensayo de inmunidad a las ondas de choque

IEC61000-4-5

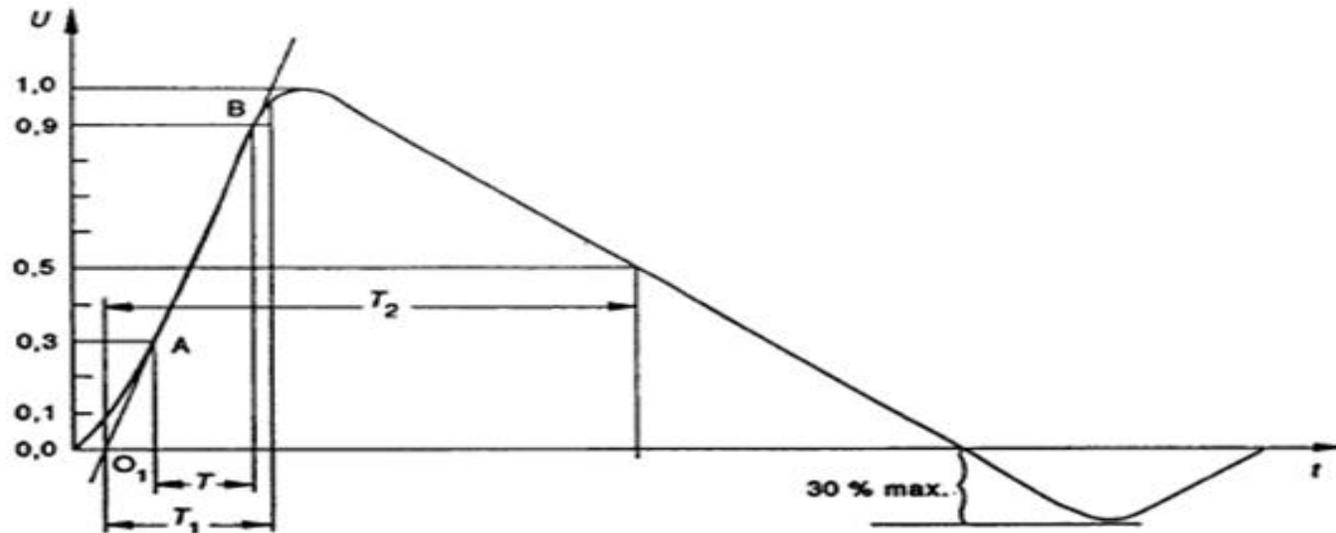
Algunas características del generador de ondas combinadas

- Tensión de salida en circuito abierto and corriente de salida en corto circuito son de acuerdo con especificaciones*
- Niveles de ensayo: 0.5; 1.0, 2.0, y 4 kV*
- Polaridad: positiva y negativa*
- Línea-línea (modo diferencial) y de línea para tierra*

Criterio de calidad de funcionamiento B

ENSAYOS DE INMUNIDAD ELECTROMAGNÉTICA

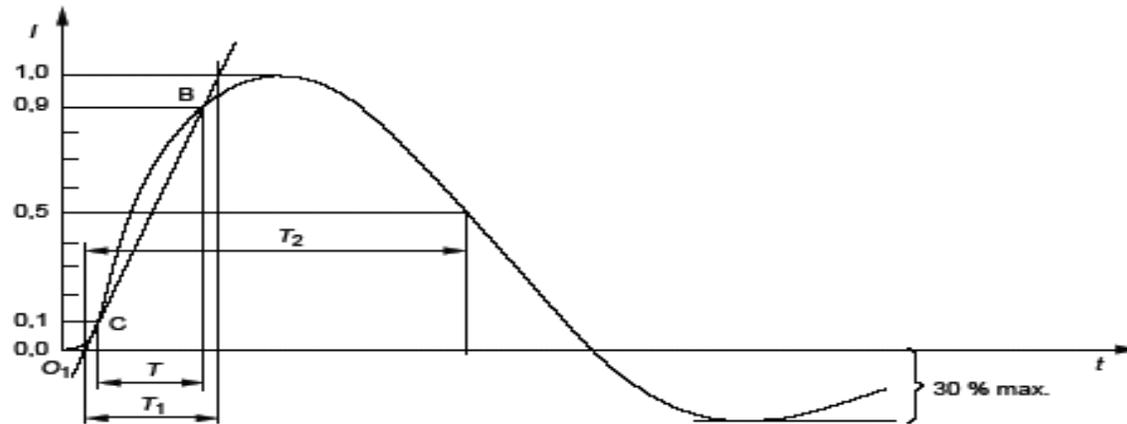
*Forma de onda de tensión con salida en abierto
(IEC 61000-4-5)*



$T_1 = 1,2 \mu\text{s} \pm 30\%$ and $T_2 = 50 \mu\text{s} \pm 20\%$

ENSAYOS DE INMUNIDAD ELECTROMAGNÉTICA

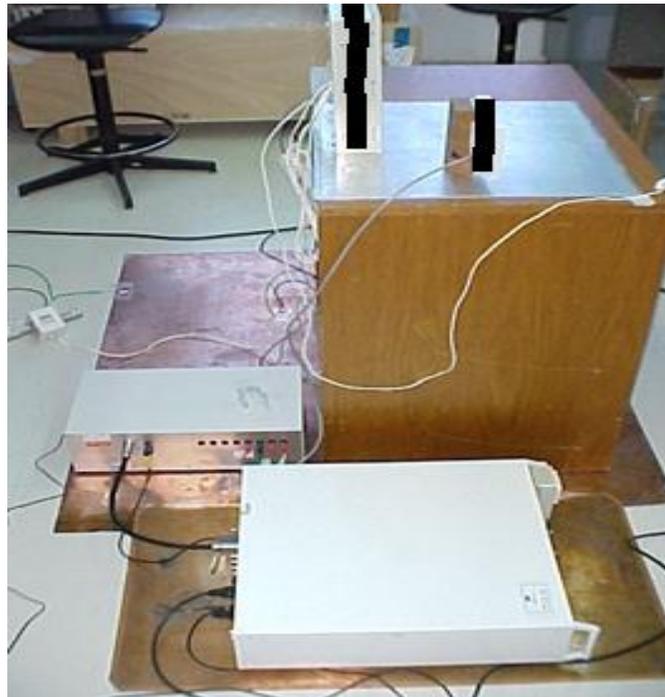
*Forma de onda de corriente con salida en corto circuito
(IEC 61000-4-5)*



$$T_1 = 8 \mu\text{s} \pm 30 \% \quad \text{and} \quad T_2 = 20 \mu\text{s} \pm 20 \%$$

ENSAYOS DE INMUNIDAD ELECTROMAGNÉTICA

*Ejemplo del montaje de ensayo
(IEC 61000-4-5)*



ENSAYOS DE INMUNIDAD ELECTROMAGNÉTICA

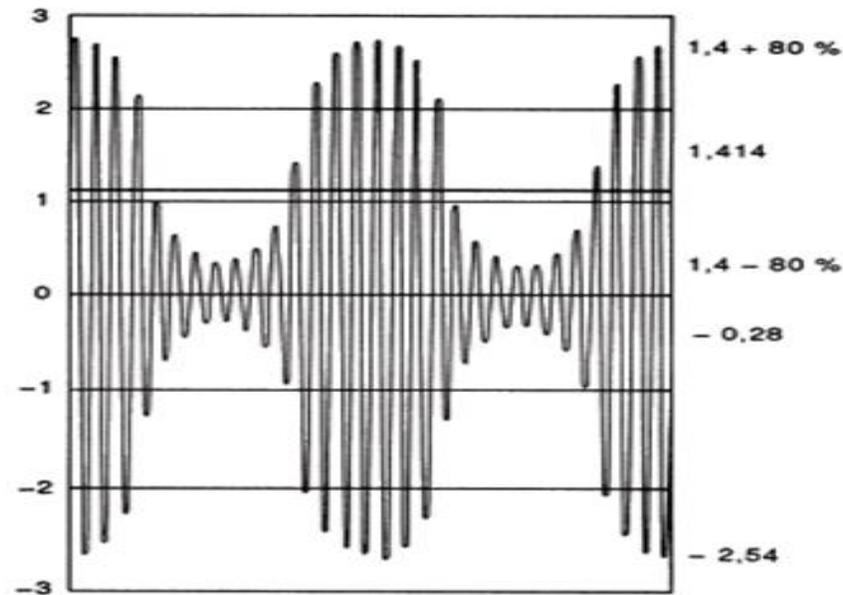
Inmunidad a perturbaciones de RF conducidas
IEC 61000-4-6

Niveles de prueba	
Nivel de frecuencia: 0.15 - 80 MHz	
Valor RMS sin modulación (V) La señal de prueba es modulada al 80 % AM a 1 kHz	
	1
	3
	10

Criterio de calidad de funcionamiento A

ENSAYOS DE INMUNIDAD ELECTROMAGNÉTICA

La forma de onda de acuerdo con la IEC 61000-4-6



*Las pruebas se realizan con señal RF modulada del 80 % AM
 $U_{rms}(s/mod) = 1\text{ V}$ $U_{pp} = 5,09\text{ V}$ $U_{rms} = 1,12\text{ V}$*

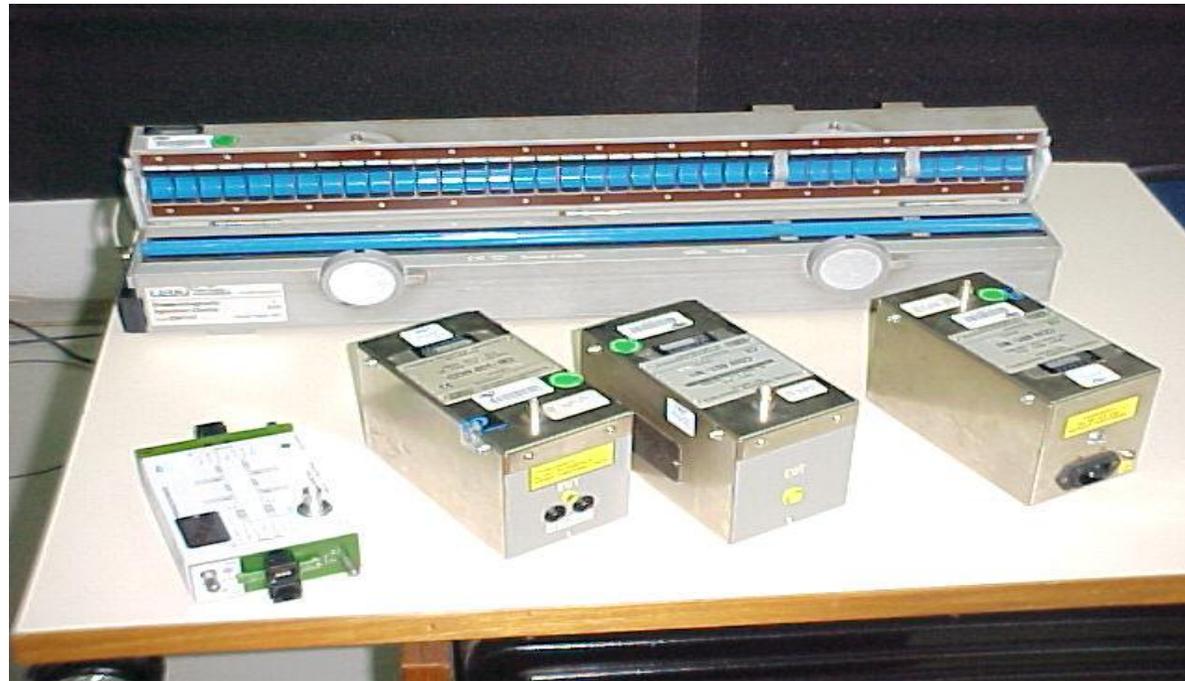
ENSAYOS DE INMUNIDAD ELECTROMAGNÉTICA

*Ejemplo del montaje de ensayo
(IEC 61000-4-6)*



ENSAYOS DE INMUNIDAD ELECTROMAGNÉTICA

Dispositivos de acoplamiento



ENSAYOS DE INMUNIDAD ELECTROMAGNÉTICA

*Inmunidad a reducciones y interrupciones de tensión c.a.
(IEC 61000-4-11)*

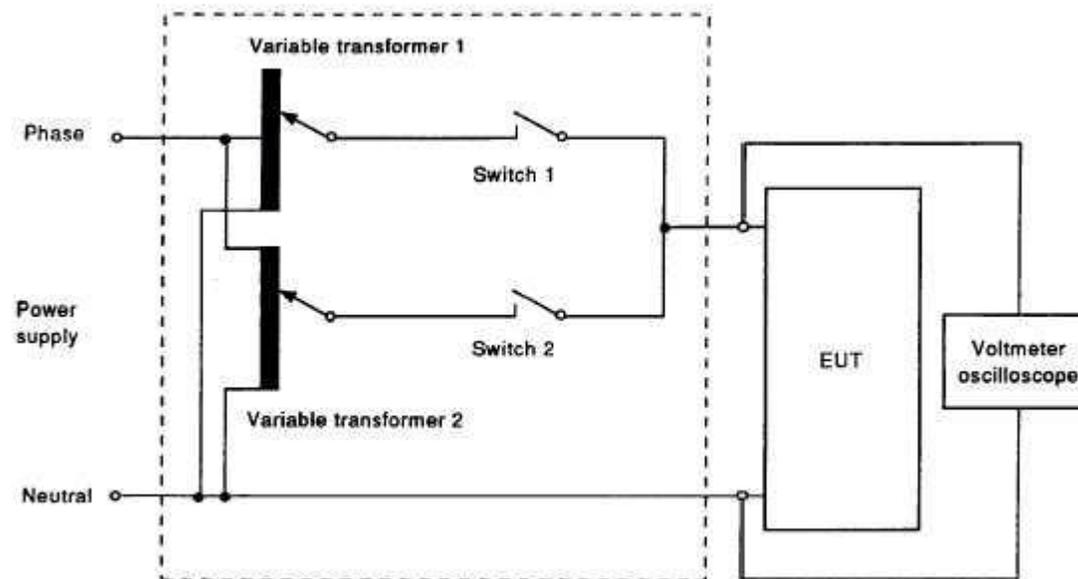
Severity level	Reduction	Duration periods/cycles
1	> 95 %	0,5
2	30 %	25
3	> 95 %	250

Limites de acuerdo con resolución 442 2 ANATEL

Critério B para nivel 1 y Critério C para los niveles 2 y 3

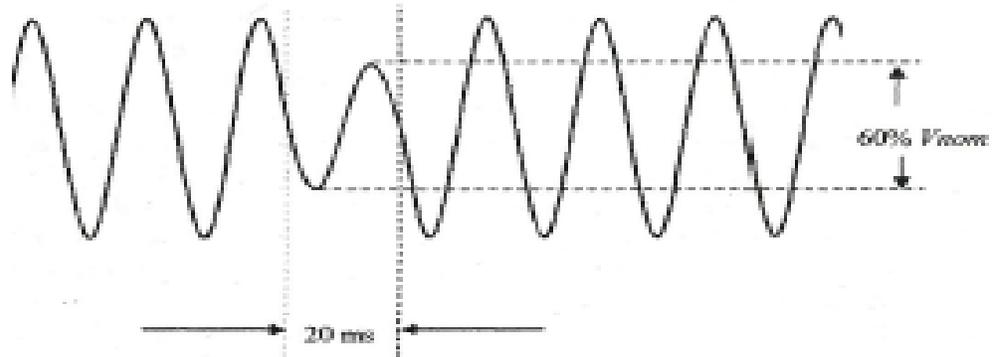
ENSAYOS DE INMUNIDAD ELECTROMAGNÉTICA

*Ensayos de inmunidad a caídas de tensión, interrupciones breves y variaciones de tensión
(IEC 61000-4-11)*

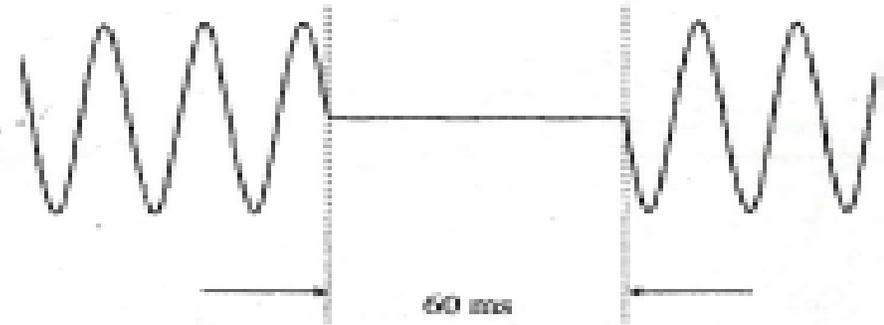


ENSAYOS DE INMUNIDAD ELECTROMAGNÉTICA

*Ensayos de inmunidad a caídas de tensión, interrupciones breves y variaciones de tensión
(IEC 61000-4-11)*



Caídas de tensión



Interrupciones de tensión

ENSAYOS DE INMUNIDAD ELECTROMAGNÉTICA

*Ejemplo del montaje de ensayo
(IEC 61000-4-11)*



PROGRAMACIÓN

Conceptos básicos sobre tecnologías IMT y otras tecnologías de radiocomunicación móvil

Normas y especificaciones de prueba para terminales móviles

Aspectos relacionados con la prueba de tasa de absorción específica (SAR)

Aspectos relacionados con la prueba de EMC

Aspectos relacionados con la prueba de seguridad

Acreditación ISO/IEC 17025 – Incertidumbre en la medición – Calibración

NECESIDAD DE REQUISITOS DE SEGURIDAD PARA EQUIPOS DE TELECOMUNICACIONES

En una lluviosa noche de Navidad, un joven de 19 años de edad tomó su teléfono móvil para hacer una llamada en una pequeña comunidad rural de Brasil.

Como la batería del teléfono estaba débil, enchufó el cargador a la toma de corriente de pared para continuar con la llamada.

En ese momento, recibió un choque eléctrico que lo derribó. Fue trasladado a un hospital, pero no sobrevivió.

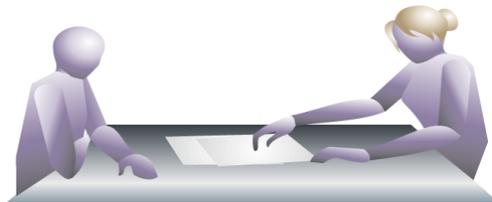
El médico forense informó la muerte por electrocución y señaló quemaduras por electricidad en la oreja y los pies.



NECESIDAD DE REQUISITOS DE SEGURIDAD PARA EQUIPOS DE TELECOMUNICACIONES

Este evento contribuyó al fortalecimiento de un proceso de certificación obligatoria para los equipos de telecomunicaciones por parte de la Autoridad de Telecomunicaciones de Brasil (Anatel):

- Los requisitos de seguridad se basan en las Recomendaciones de la ITU-T y las normas IEC.*
- Otros requisitos además de los de seguridad también se incluyen en el proceso de certificación (por ejemplo, EMC y requisitos funcionales).*
- El proceso de certificación se llevó a cabo con éxito hace varios años y garantiza que los equipos inseguros y mal diseñados no tendrán acceso al mercado brasileño.*



NECESIDAD DE REQUISITOS DE SEGURIDAD PARA EQUIPOS DE TELECOMUNICACIONES

Fuentes de alimentación para módems ADSL que parecen iguales desde el exterior,



pero un componente de protección contra descargas falta en una de ellas...



EL CONCEPTO DE CAJA NEGRA

Algunas normas dan requisitos para los dispositivos y los materiales contenidos en el equipo.

- Estas normas son útiles para el fabricante con el fin de hacer un producto que se ajuste a las normas.*

Por otra parte, algunas normas dan orientación sobre la forma de evaluar las características del equipo mediante pruebas llevadas a cabo sin tener en cuenta el contenido del equipo.

- Estas normas tratan al equipo como una “caja negra”, ya que se refieren sólo a sus interfaces externas.*
- Las normas de caja negra son útiles para laboratorios de pruebas con el fin de evaluar con base en la norma la conformidad de un producto terminado.*



VISIÓN GENERAL DE LAS NORMAS INTERNACIONALES DE SEGURIDAD

La serie IEC 60950: Equipos de tecnología de la información – Seguridad

En general, esta norma NO es una norma de caja negra.

Parte 1 (2005): Requisitos generales

A pesar de no ser una norma de caja negra, contiene varias disposiciones importantes que se pueden probar desde fuera del equipo. Las más relevantes son:

Choque eléctrico en condiciones normales de funcionamiento (“Touch current and protective conductor current”)

Choque eléctrico de la red en condiciones de sobretensión (“Electric strength”)

Choque eléctrico de líneas de telecomunicación (“Protection of equipment users from overvoltages on telecommunication networks”)

Sobrecalentamiento de equipos

VISIÓN GENERAL DE LAS NORMAS INTERNACIONALES DE SEGURIDAD

ITU-T K.21 (2015): Inmunidad de los equipos de telecomunicaciones instalados en locales del cliente a las sobretensiones y sobrecorrientes

Esta es una norma de caja negra. A pesar de que se refiere a la inmunidad de los equipos de telecomunicaciones, contiene una prueba importante para la prevención de incendios por contactos accidentales entre líneas eléctricas y de telecomunicaciones.

ITU-T K.20 (2015): Inmunidad del equipo de telecomunicación instalado en un centro de telecomunicaciones contra las sobretensiones y sobrecorrientes

Esta es una norma de caja negra. De manera similar a K.21, también contiene una prueba importante para la prevención de incendios por contactos accidentales entre líneas eléctricas y de telecomunicaciones.

CHOQUE ELÉCTRICO DE LA RED (EN CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO NORMAL)

Un equipo de telecomunicaciones alimentado por la red eléctrica local debe ser probado por el riesgo de choque eléctrico en condiciones normales de funcionamiento (IEC 60950-1).

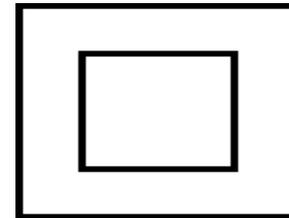
Los requisitos de prueba dependen de la clase de equipos considerados:

- Clase I: Equipo para el que la protección contra choques eléctricos se basa en el aislamiento básico y en la conexión a tierra del equipo. Este tipo de equipo debe tener un terminal de conexión a tierra.*
- Clase II: Equipo para el que la protección contra choques eléctricos se basa en el doble aislamiento. Este tipo de equipo no tiene un terminal de conexión a tierra.*

Símbolo de clase I



Símbolo de clase II



CHOQUE ELÉCTRICO DE LA RED (EN CONDICIONES NORMALES DE FUNCIONAMIENTO)

Fuentes de alimentación típicas de Clase I (de mano izquierda) y Clase II (de mano derecha) para módems ADSL.

En las fuentes de alimentación de Clase I, el conector de tierra (PE) suele estar conectado con el conductor externo del conector de CC y los conectores de la red tienen aislación simple del conector de CC.

En las fuentes de alimentación de Clase II, los conectores de la red tienen doble aislación del conector de CC.



CHOQUE ELÉCTRICO DE LA RED (EN CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO NORMAL)

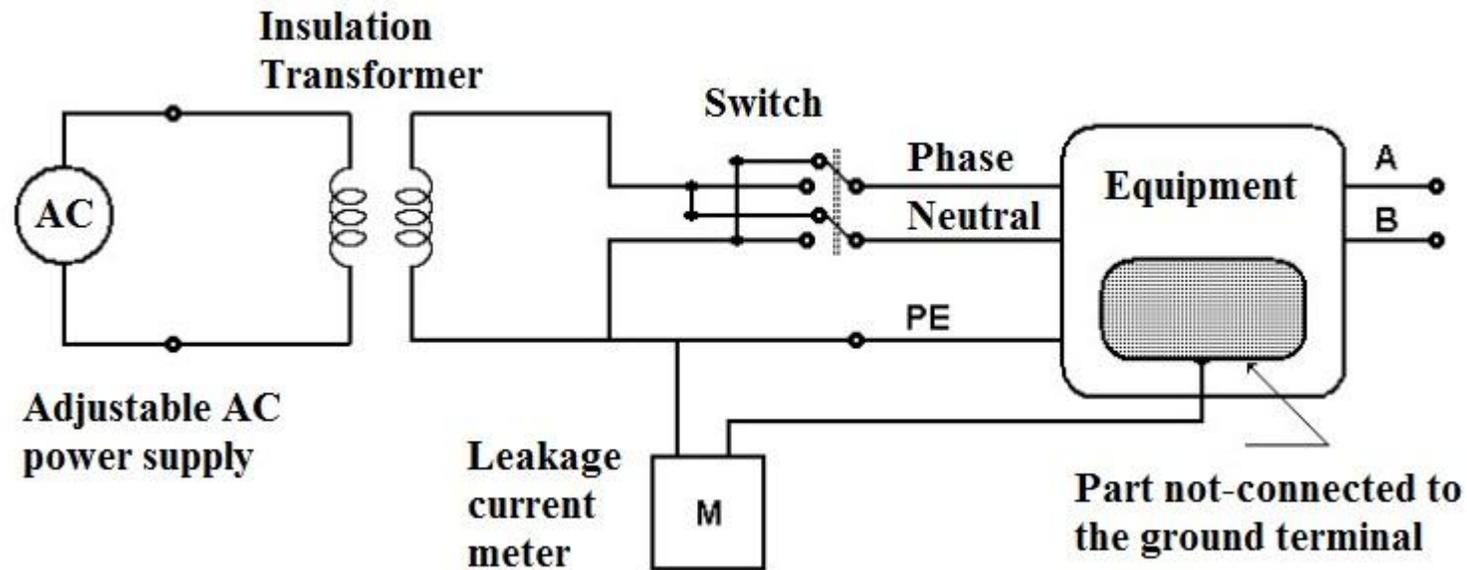
Cuando se alimenta con su tensión nominal, la corriente RMS de fuga a tierra debe estar dentro de los límites de la siguiente tabla:

Clase	Tipo de uso	Partes no conectadas al terminal de tierra	Partes conectadas al terminal de tierra
I	Portátil	0,25 mA	0,75 mA
	No portátil	0,25 mA	3,5 mA
II	Todos	0,25 mA	No aplicable

*Equipo portátil típico: teléfono móvil cuando se utiliza con el cargador
Equipo no portátil típico: Módem ADSL*

CHOQUE ELÉCTRICO DE LA RED (EN CONDICIONES NORMALES DE FUNCIONAMIENTO)

Los equipos Clase I y Clase II serán probados de acuerdo con la siguiente figura, para las dos posiciones del interruptor.

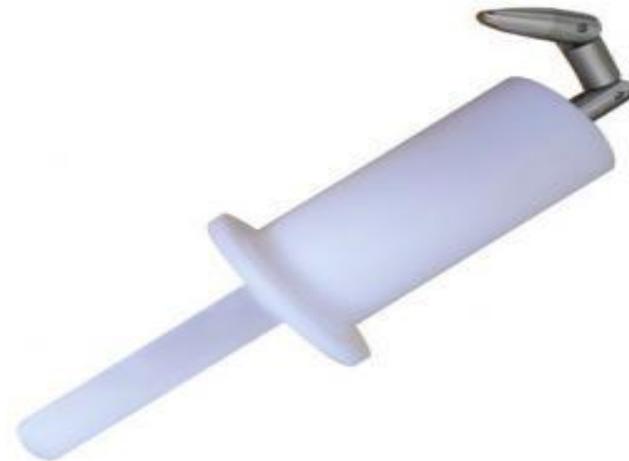


La medida de fuga de corriente es la que se muestra en la diapositiva anterior.
Nota: para equipos de Clase II, el conductor PE no existe.

CHOQUE ELÉCTRICO DE LA RED (EN CONDICIONES NORMALES DE FUNCIONAMIENTO)

Con el fin de medir la corriente de fuga de las partes metálicas no conectadas a tierra, se utilizará el dedo de prueba que se muestra a continuación:

El dedo de prueba deberá registrar todas las partes metálicas expuestas del equipo, incluyendo los conectores y aquellas partes que se pueden evaluar mediante la inserción del dedo de prueba en los orificios de ventilación.



El dedo de prueba está destinado a simular el dedo de un niño que está tocando el equipo.

CHOQUE ELÉCTRICO DE LA RED (EN CONDICIONES DE SOBRETENSIÓN)

Un equipo de telecomunicaciones alimentado por la red eléctrica local debe ser probado por el riesgo de un choque eléctrico en condiciones anormales de operación. Esta condición está representada por la aplicación de un voltaje relativamente alto en la toma de red del equipo sin causar averías en el aislamiento. La tensión de prueba puede ser CA o CC y depende de la tensión nominal y de la clase del equipo (IEC 60950-1):

Tensión nominal (CA RMS)	Tensión de prueba (CA o CC)	Clase I	Clase II
Hasta 148 V	CA	1000 V	2000 V
	CC	1414 V	2828 V
Más de 148 V hasta 297 V	CA	1500 V	3000 V
	CC	2121 V	4242 V

Nota: Esta prueba se conoce como de "electric strength" en la norma IEC 60950-1

CHOQUE ELÉCTRICO DE LA RED (EN CONDICIONES DE SOBRETENSIÓN)

La tensión de prueba se eleva gradualmente desde cero hasta su valor final y se mantendrá durante 60 segundos.

El equipo es aprobado en la prueba si no hay una avería en el aislamiento.

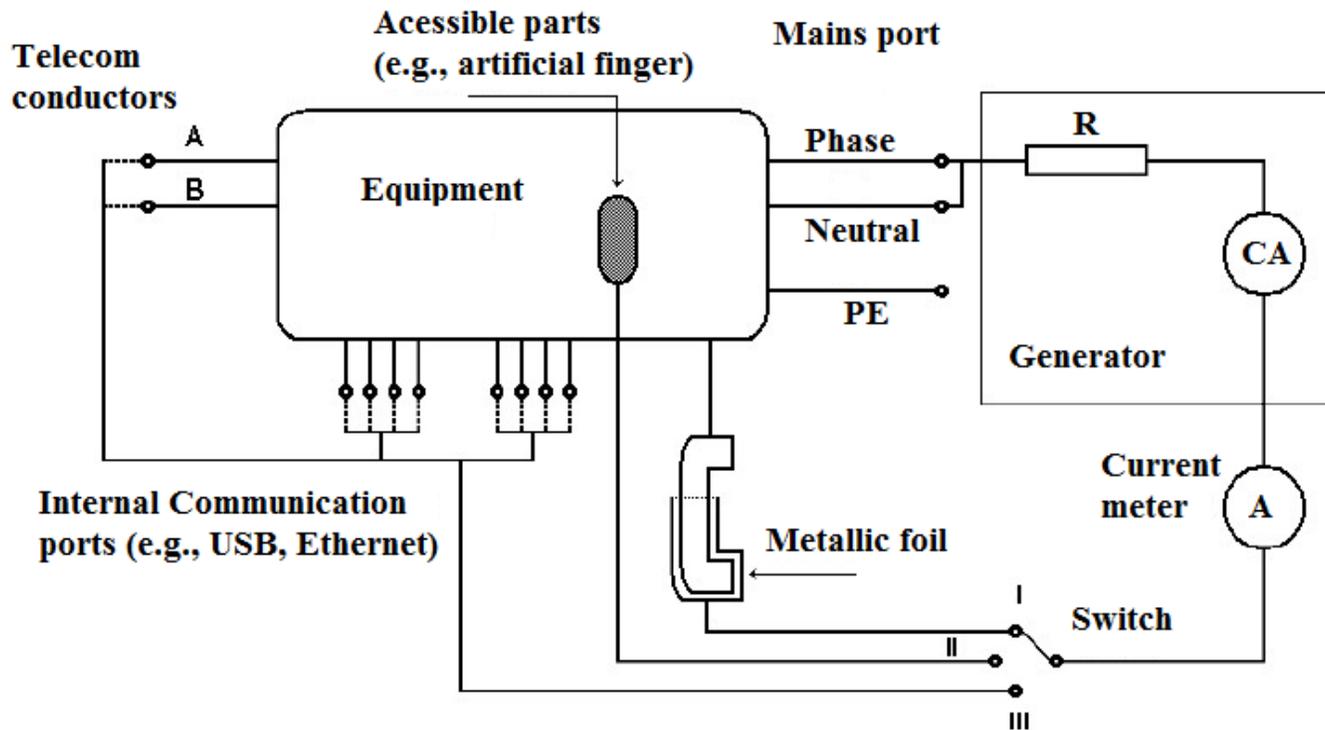
Se considera que se ha producido una avería en el aislamiento cuando la corriente que fluye como resultado de la aplicación de la tensión de prueba aumenta rápidamente de una manera incontrolada, es decir que el aislamiento no restringe el flujo de la corriente. La descarga de corona o una sola descarga disruptiva momentánea no se considera como avería en el aislamiento.

Con el fin de evitar cualquier subjetividad en la evaluación del resultado de la prueba, la Res.529 de Anatel prescribe que la corriente a través del equipo no deberá ser superior a 10 mA RMS.



CHOQUE ELÉCTRICO DE LA RED (EN CONDICIONES DE SOBRETENSIÓN)

La prueba se llevará a cabo con los cables del equipo destinados a conectarse a la red (por ejemplo, fase y neutro) en corto entre sí para formar un terminal. El otro terminal está relacionado con las partes expuestas de los equipos, como se muestra en la siguiente figura.

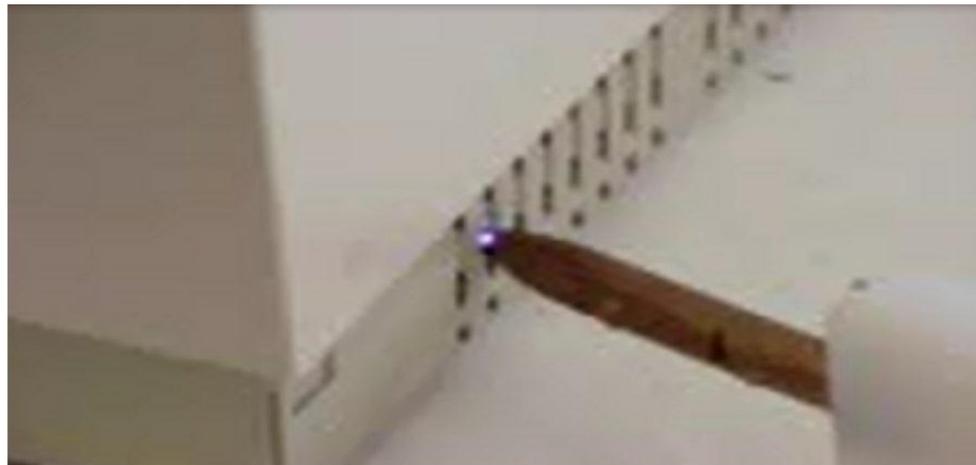


CHOQUE ELÉCTRICO DE LA RED (EN CONDICIONES DE SOBRETENSIÓN)

Ejemplo de prueba utilizando el dedo artificial para inspeccionar a través de los orificios de ventilación de un equipo de telecomunicaciones.

Se puede ver una pequeña chispa en la punta del dedo artificial, lo que indica la avería en el aislamiento y la falla en la prueba.

En este caso, las partes energizadas estaban demasiado cerca de los orificios de ventilación y dieron lugar a una situación peligrosa.



CHOQUE ELÉCTRICO DE LAS LÍNEAS DE TELECOMUNICACIONES

Un equipo de telecomunicaciones alimentado por la red eléctrica local debe ser probado por el riesgo de un choque eléctrico debido a las sobretensiones procedentes de las líneas de telecomunicaciones que corren en el exterior. Las tensiones de prueba se muestran a continuación (IEC 60950-1):

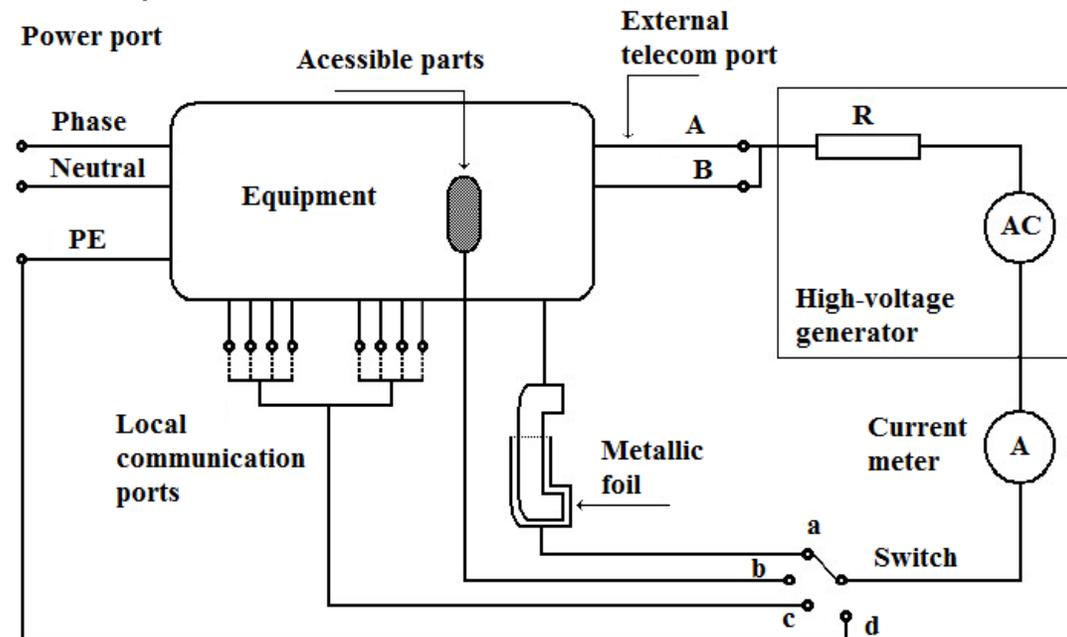
Configuración de prueba	Tensión de prueba	
	CA (RMS)	CC
PE o terminal de tierra (si hubiera)	1500 V	2121 V
Piezas tomadas o tocadas durante el uso	1500 V	2121 V
Las partes accesibles por el dedo o la mano de prueba	1000 V	1414 V
Partes conectadas a otros equipos	1000 V	1414 V

Si los condensadores están puenteando la aislación, se prefiere la prueba de CC.

CHOQUE ELÉCTRICO DE LAS LÍNEAS DE TELECOMUNICACIONES

El diagrama de prueba se muestra a continuación, donde las posiciones del interruptor significan:

- (a) Piezas tomadas o tocadas durante el uso normal
- (b) Partes accesibles por el dedo o la mano de prueba
- (c) Partes conectadas a otros equipos
- (d) PE o terminal de tierra (si hubiera)



CHOQUE ELÉCTRICO DE LAS LÍNEAS DE TELECOMUNICACIONES

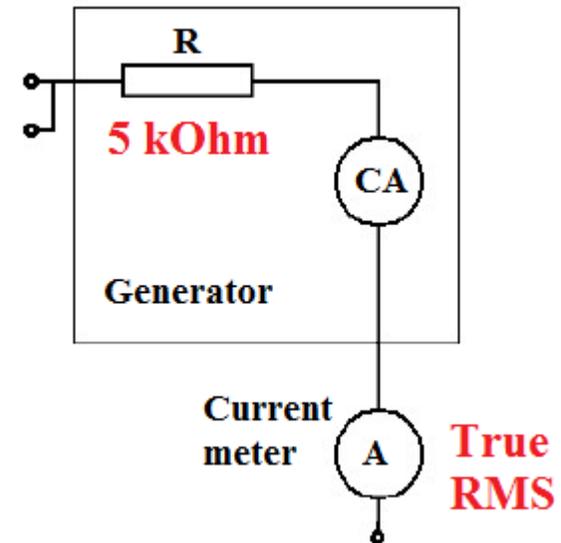
La tensión de prueba se eleva gradualmente desde cero hasta el nivel de tensión especificado.

La tensión de prueba se mantiene en el nivel especificado durante 60 segundos.

El equipo pasa la prueba si no se producen averías.

Con el fin de detectar la avería, se recomienda monitorear la corriente de prueba y utilizar el valor umbral de 10 mA para indicar la avería del aislamiento.

Se requiere una medición verdadera de corriente RMS para la prueba.



PELIGRO DE INCENDIO

Un equipo de telecomunicaciones debe soportar la aplicación de 230 V (RMS) en su puerto exterior de telecomunicaciones sin crear un peligro de incendio (ITU-T K.20, K.21 y K.45).

El ensayo se llevará a cabo en modo común (líneas a tierra) y en modo diferencial (entre líneas).

El ensayo deberá repetirse para 8 (ocho) valores de la corriente de cortocircuito del generador, como se indica a continuación:

Secuencia	Corriente (A)
1	0,23
2	0,38
3	0,72
4	1,40

Secuencia	Corriente (A)
5	2,90
6	5,75
7	11,5
8	23,0

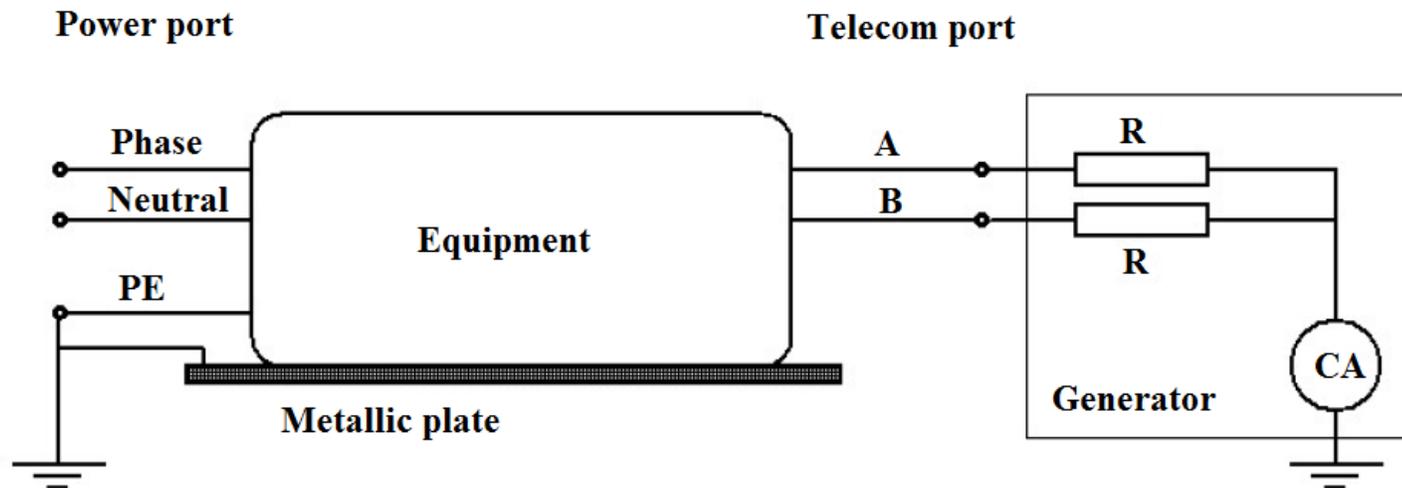
La corriente especificada anteriormente es por cada línea del equipo, por ejemplo, para una prueba en modo común en un par telefónico retorcido, el generador suministrará el doble de los valores de la tabla.

PELIGRO DE INCENDIO

El equipo debe estar ubicado sobre una placa metálica para la prueba, que estará conectada al conductor PE y a la tierra.

La corriente de cortocircuito del generador se obtendrá por el uso de resistencias en serie. No se permiten condensadores o inductores en serie.

La siguiente figura muestra la configuración de prueba en modo común.

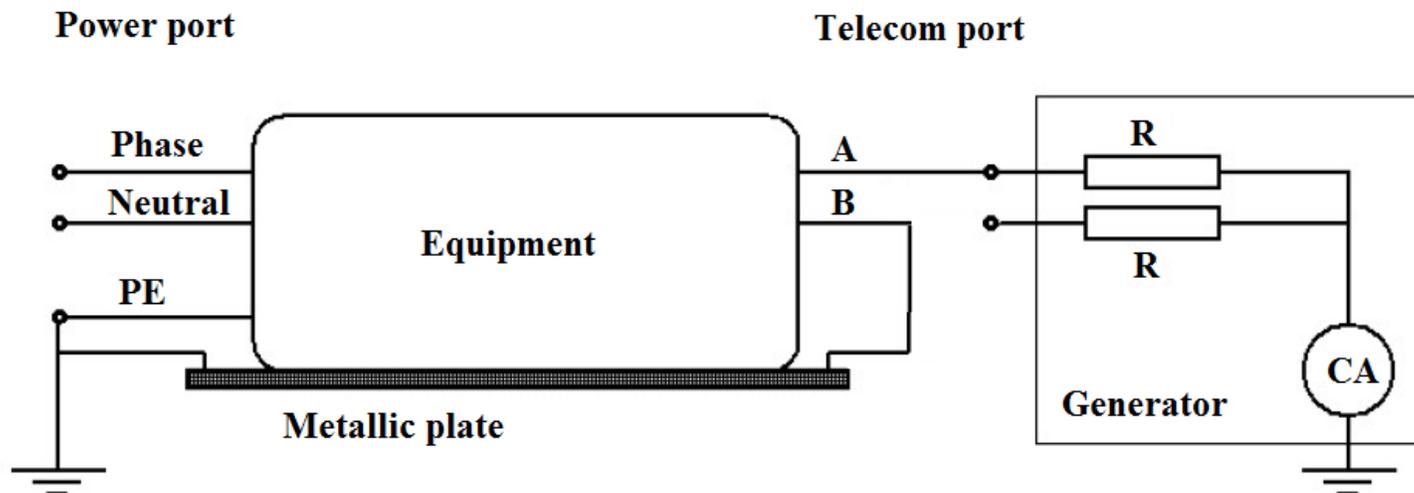


PELIGRO DE INCENDIO

La identificación de peligro de incendio se hace mediante inspección visual, basado en la aparición de llamas durante la prueba.

No se espera que el equipo entre en funcionamiento durante o después de la prueba, es decir, puede estar dañado, pero no puede incendiarse.

La siguiente figura muestra la configuración de prueba en modo diferencial.



PELIGRO DE INCENDIO

La duración de la prueba será de 15 minutos para cada nivel de corriente (secuencia). La prueba se interrumpirá si el equipo se incendia durante la prueba.

Si el equipo tiene un interruptor en serie con los cables de telecomunicaciones, la prueba se llevará a cabo para ambas posiciones del conmutador (por ejemplo, en condiciones de teléfono colgado y descolgado de un aparato telefónico).



PELIGRO DE INCENDIO

La razón de tener 8 corrientes para la prueba es la posibilidad de puntos ciegos en el equipo, lo que significa que la prueba de corriente más alta no es necesariamente el peor de los casos.



Corrientes de hasta 0,72 A: ningún efecto



Corriente de 1,40 A: aparece un poco de humo



Corriente de 2,90 A: aparecen llamas



Corriente de 5,75 A y superior: ningún efecto

CHOQUE ACÚSTICO

El equipo de telecomunicaciones que tiene una salida acústica y está conectado a una línea de cable (por ejemplo, un aparato telefónico tradicional – POTS) debe limitar la presión acústica máxima entregada por su salida (ITU-T P.360 e IEC 61672-1).

Los límites de la presión acústica son los siguientes:

Tipo	Excitación	Nivel
Transitorio	impulsos de 1,5 kV forma de onda 10/700 μ s	135 dBA
Estado estable	señal sinusoidal 10 V a 1000 Hz	125 dBA
Uso normal	Discado	125 dBA

Nota: dBA son los decibeles relativos a 20 μ Pa y ponderados por la curva de ponderación de presión acústica A



CHOQUE ACÚSTICO

El nivel de dB se calcula como sigue

$$P(\text{dB}) = 10 \log_{10} \frac{P_m}{P_r}$$

P(dB) es la presión acústica medida en decibeles

P_m es la presión acústica medida en micropascales (μPa)

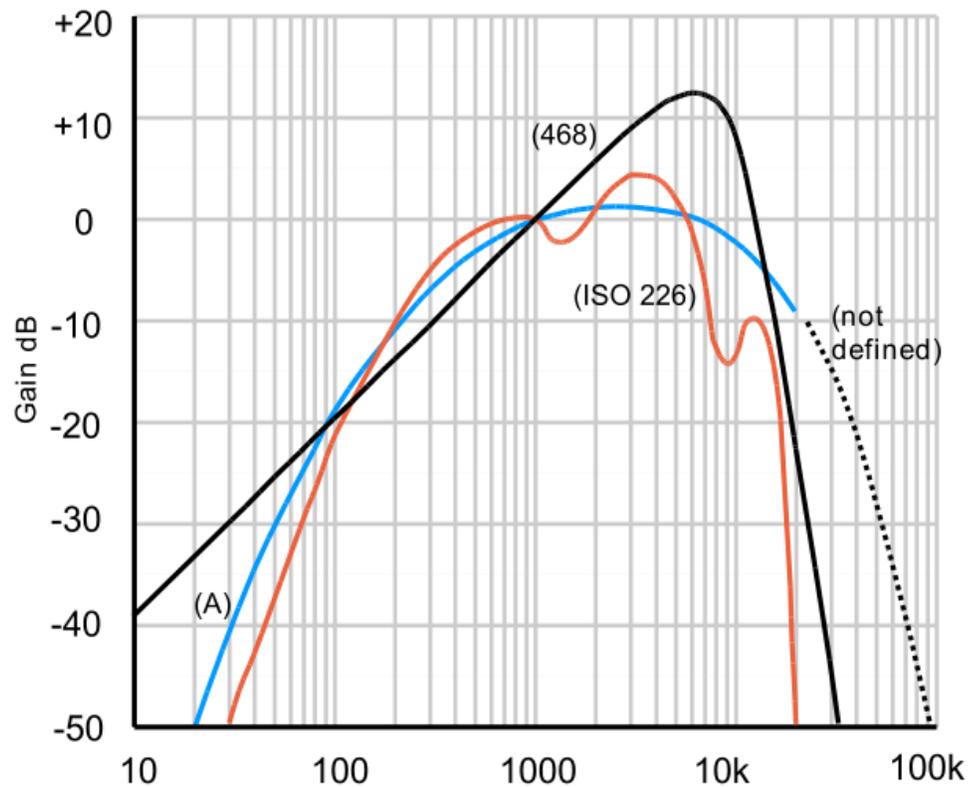
P_r es la presión acústica de referencia (por ej., 20 μPa)

Las excitaciones eléctricas se aplican a las líneas de telecomunicaciones por cable:



CHOQUE ACÚSTICO

Comparación entre las curvas de ponderación de presión acústica:

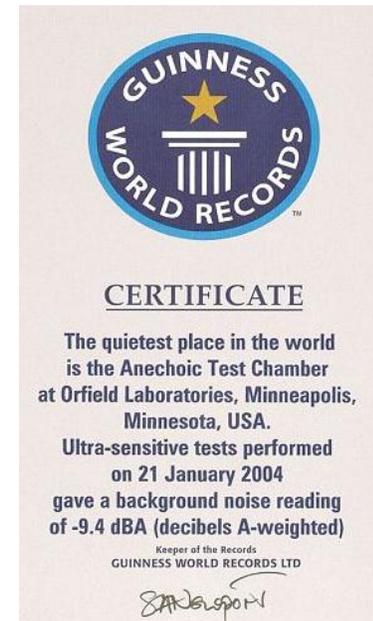


ITU-R 468 (blk), A-weighting (blue), and inverse ISO 226 (2003) (red)

"Lindos 3" Licenciado bajo dominio público vía Wikipedia

CHOQUE ACÚSTICO

La evaluación del sonido acústico producido por el auricular se llevará a cabo en un entorno silencioso. Sin embargo, no es necesaria una cámara acústica anecoica a gran escala (cámara de silencio). Es suficiente tener una caja con paredes internas cubiertas con material fonoabsorbente.



SOBRECALENTAMIENTO DE EQUIPOS

La temperatura absoluta de los equipos no deberá exceder de los valores de la siguiente tabla (IEC 60950-1):

Partes accesibles	Temperatura máxima (°C)		
	Metal	Vidrio, porcelana y materiales vítreos	Plástico y caucho
Partes tomadas o tocadas por períodos cortos de tiempo	60	70	85
Partes continuamente tomadas o tocadas durante el uso normal	55	65	75
Superficies externas que pueden ser tocadas	70	80	95
Partes internas del equipo que pueden ser tocadas	70	80	95

SOBRECALENTAMIENTO DE EQUIPOS

La diferencia entre la temperatura del equipo y la temperatura ambiente no deberá exceder de los valores de la siguiente tabla (Res. Anatel 529):

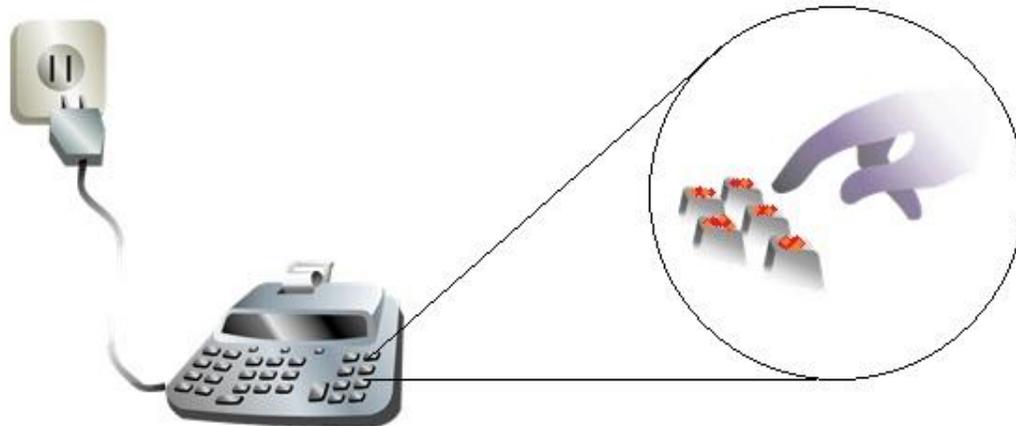
Partes del equipo	Superficie metálica	Superficie no metálica
Partes frecuentemente tocadas durante el uso normal	30 °C	40 °C
Partes eventualmente tocadas durante el uso normal	45 °C	55 °C

Nota: La tabla anterior ha sido adaptada por la Res. 529 de Anatel a partir de la anterior (de IEC 60950-1) suponiendo una temperatura ambiente de 25 °C y unificando algunas condiciones. Es más conveniente para probar el equipo, ya que el resultado de la prueba no depende de la temperatura ambiente del laboratorio.

SOBRECALENTAMIENTO DE EQUIPOS

El equipo se encenderá y se pondrá en funcionamiento hasta que su temperatura se estabilice:

- El equipo con una sola tensión nominal se alimenta con su tensión nominal.*
- El equipo con más de una tensión nominal se probará con cada una de sus tensiones nominales.*
- Equipo con un rango de tensión nominal se probará en los límites inferior y superior de su rango de tensión nominal.*



CONCLUSIONES

- 1. Los equipos de telecomunicaciones deben diseñarse con el fin de garantizar la seguridad de los usuarios y sus instalaciones.*
- 2. Es necesario un programa de certificaciones con el fin de garantizar que el fabricante implementará en los equipos los procedimientos y dispositivos de protección necesarios.*
- 3. En general, las pruebas de seguridad más relevantes son fáciles de implementar en un laboratorio de ensayo, lo que requiere baja inversión en equipos de prueba y entrenamiento del personal.*



PROGRAMACIÓN

Conceptos básicos sobre tecnologías IMT y otras tecnologías de radiocomunicación móvil

Normas y especificaciones de prueba para terminales móviles

Aspectos relacionados con la prueba de tasa de absorción específica (SAR)

Aspectos relacionados con la prueba de EMC

Aspectos relacionados con la prueba de seguridad

Acreditación ISO/IEC 17025 – Incertidumbre en la medición – Calibración

ISO IEC 17025 (2005) – REQUISITOS GENERALES PARA LA COMPETENCIA DE LABORATORIOS DE ENSAYO Y CALIBRACIÓN

Contenido

1 Objetivo

2 Referencias normativas

3 Términos y definiciones

4 Requisitos de la dirección

4.1 Organización

4.2 Sistema de gestión

4.3 Control de documentos

4.4 Análisis crítico de pedidos, propuestas y contratos

4.5 Subcontratación de ensayos y calibraciones

4.6 Adquisición de servicios y suministros

ISO IEC 17025 (2005) – REQUISITOS GENERALES PARA LA COMPETENCIA DE LABORATORIOS DE ENSAYO Y CALIBRACIÓN

4.7 Atención al cliente

4.8 Reclamos

4.9 Control de trabajos de ensayos y/o calibración no conforme

4.10 Mejora

4.11 Acción correctiva

4.12 Acción preventiva

4.13 Control de registros

4.14 Auditorías internas

4.15 Análisis crítico por la dirección

ISO IEC 17025 (2005) – REQUISITOS GENERALES PARA LA COMPETENCIA DE LABORATORIOS DE ENSAYO Y CALIBRACIÓN

5 Requisitos técnicos

5.1 Generalidades

5.2 Personal

5.3 Acomodaciones y condiciones ambientales

5.4 Métodos de ensayo, calibración y validación de métodos

5.5 Equipos

5.6 Rastreo de medición

5.7 Muestreo

5.8 Manejo de ítems de ensayo y calibración

5.9 Garantía de la calidad de resultados de ensayo y calibración

5.10 Presentación de resultados

ISO IEC 17025 (2005) – REQUISITOS GENERALES PARA LA COMPETENCIA DE LABORATORIOS DE ENSAYO Y CALIBRACIÓN

4.2 Sistema de gestión

- *El laboratorio debe establecer, implementar y mantener un sistema de gestión apropiado al alcance de sus actividades.*
- *El laboratorio debe documentar sus políticas, sistemas, programas, procedimientos e instrucciones, en la extensión necesaria para garantizar la calidad de los resultados de los ensayos.*
- *El laboratorio debe documentar sus políticas, sistemas, programas, procedimientos e instrucciones, en la extensión necesaria para garantizar la calidad de los resultados de los ensayos.*
- *Las políticas del sistema de gestión del laboratorio referentes a la calidad, incluyendo una declaración sobre la política de la calidad, deben definirse en un manual de la calidad.*
- *La declaración de la política de la calidad debe emitirse bajo la autoridad de la Alta dirección. Esta debe incluir por lo menos lo siguiente:*
 - *compromiso con las buenas prácticas profesionales y con la calidad de sus ensayos;*
 - *la finalidad y compromiso del sistema de gestión con respecto a la calidad y atención de la ISO IEC 17025;*
 - *la exigencia de que todo el personal involucrado en las actividades de ensayo se familiaricen con la documentación de la calidad.*

ISO IEC 17025 (2005) – REQUISITOS GENERALES PARA LA COMPETENCIA DE LABORATORIOS DE ENSAYO Y CALIBRACIÓN

4.2 Sistema de gestión (cont.)

- Las atribuciones y responsabilidades de la gerencia técnica y del gerente de la calidad. La Alta dirección debe garantizar que la integridad del sistema de gestión se mantenga cuando se planifican e implementan cambios en el sistema de gestión.*

4.3 Control de documentos

- El laboratorio debe establecer y mantener procedimientos para controlar todos los documentos del SQ.*
- Documentos obsoletos deben removerse.*
- Los documentos deben identificarse unívocamente. Esta identificación debe incluir: fecha, revisión, identificación, número de páginas, número de la página, autoridad aprobadora y emisora.*
- Las modificaciones en el texto deben analizarse críticamente por la autoridad emisora.*
- Donde sea practicable, el texto modificado debe identificarse en el respectivo documento.*
- Los procedimientos deben establecerse para describir cómo se modifican los textos y se mantienen en el sistema computadorizado para su control.*

ISO IEC 17025 (2005) – REQUISITOS GENERALES PARA LA COMPETENCIA DE LABORATORIOS DE ENSAYO Y CALIBRACIÓN

4.4 Análisis crítico de pedidos, propuestas y contratos

- *El laboratorio debe establecer y mantener procedimientos para el análisis crítico de los pedidos, propuestas y contratos.*
- *Los registros de revisiones, incluyendo cualquier cambio significativo, deben mantenerse.*
- *Debe avisarse al cliente sobre cualquier desvío del contrato.*
- *Si un contrato necesita modificarse después de haberse iniciado el trabajo, el mismo proceso de análisis crítico debe repetirse y cualquier enmienda debe comunicarse al personal afectado.*

4.5 Subcontratación de ensayos y calibraciones

- *El laboratorio es responsable ante el cliente por el trabajo del subcontratado, excepto en el caso en el que el cliente o una autoridad reglamentadora especifique el subcontratado que se utilizará.*
- *El laboratorio debe mantener el registro de todos los subcontratados que utiliza para ensayos y/o calibraciones, así como también, el registro de la evidencia de la conformidad con esta Norma para el referido trabajo.*

4.6 Adquisición de servicios y suministros

- *El laboratorio debe tener procedimientos para la selección y compra de servicios y suministros utilizados que afecten la calidad de los ensayos y/o calibraciones.*

ISO IEC 17025 (2005) – REQUISITOS GENERALES PARA LA COMPETENCIA DE LABORATORIOS DE ENSAYO Y CALIBRACIÓN

4.7 Atención al cliente

- *El laboratorio debe estar dispuesto a cooperar con los clientes o con sus representantes para aclarar el pedido del cliente y para monitorear el desempeño del laboratorio con relación al trabajo realizado, siempre y cuando el laboratorio garantice la confidencialidad con relación a otros clientes.*
- *El laboratorio debe procurar obtener realimentación, tanto positiva como negativa, de sus clientes.*

4.8 Reclamos

- *El laboratorio debe tener una política y procedimiento para solucionar los reclamos recibidos de clientes y deben mantenerse registros de todos los reclamos.*

4.9 Control de trabajos de ensayo y/o calibración no conforme

- *El laboratorio debe tener una política y procedimientos que deben implementarse cuando cualquier aspecto de su trabajo de ensayo y/o calibración o los resultados de este trabajo no estuvieran en conformidad con sus propios procedimientos o con los requisitos acordados con el cliente.*

4.10 Mejora

- *El laboratorio debe perfeccionar continuamente la eficacia de su sistema de gestión.*

ISO IEC 17025 (2005) – REQUISITOS GENERALES PARA LA COMPETENCIA DE LABORATORIOS DE ENSAYO Y CALIBRACIÓN

4.11 Acción correctiva

- *El laboratorio debe establecer una política y un procedimiento, así como también, debe designar autoridades apropiadas para implementar acciones correctivas cuando se identifiquen trabajos no conformes o desvíos de las políticas y procedimientos en el sistema de gestión o en las operaciones técnicas.*
- *El procedimiento para la acción correctiva debe comenzar con una investigación para la determinación de las causas raíz del problema.*
- *El análisis de la causa es la clave y algunas veces la parte más difícil del procedimiento de acción correctiva.*
- *El laboratorio debe monitorear los resultados para garantizar que la acción correctiva sea efectiva.*

4.12 Acción preventiva

- *Deben identificarse las mejoras necesarias y potenciales fuentes de no conformidades, ya sean técnicas o referentes al sistema de gestión.*

ISO IEC 17025 (2005) – REQUISITOS GENERALES PARA LA COMPETENCIA DE LABORATORIOS DE ENSAYO Y CALIBRACIÓN

4.13 Control de registros

- *El laboratorio debe establecer y mantener procedimientos para identificar, recolectar, indexar, acceder, archivar, almacenar, mantener y disponer los registros técnicos y de la calidad.*
- *Todos los registros deben ser legibles y deben almacenarse y preservarse de tal forma que puedan recuperarse rápidamente, en instalaciones que ofrezcan ambiente adecuado, para prevenir daños, deterioración o pérdida. Debe establecerse el tiempo de retención de los registros.*
- *El laboratorio debe tener procedimientos para proteger los registros almacenados electrónicamente y prevenir el acceso o enmiendas no autorizadas en estos registros.*

4.14 Auditorías internas

- *El laboratorio debe, periódicamente y de acuerdo con un cronograma y un procedimiento predeterminados, realizar auditorías internas de sus actividades para verificar si sus operaciones siguen cumpliendo con los requisitos del sistema de gestión y de esta Norma.*

ISO IEC 17025 (2005) – REQUISITOS GENERALES PARA LA COMPETENCIA DE LABORATORIOS DE ENSAYO Y CALIBRACIÓN

4.15 Análisis crítico por la dirección

- De acuerdo con un cronograma y un procedimiento predeterminados, la Alta dirección del laboratorio debe realizar periódicamente un análisis crítico del sistema de gestión del laboratorio y de las actividades de ensayo y/o calibración, para garantizar su continua adecuación y eficacia, para introducir cambios o mejoras necesarias.*

ISO IEC 17025 (2005) – REQUISITOS GENERALES PARA LA COMPETENCIA DE LABORATORIOS DE ENSAYO Y CALIBRACIÓN

Requisitos técnicos

5.1 Generalidades

Factores que contribuyen para la confiabilidad de los resultados:

- *factores humanos;*
- *condiciones ambientales y acomodación;*
- *métodos de ensayo y validación de los métodos;*
- *adecuación de los equipos de medición;*
- *rastreo de medición;*
- *muestreo;*
- *manejo de ítems de ensayo y calibración.*

ISO IEC 17025 (2005) – REQUISITOS GENERALES PARA LA COMPETENCIA DE LABORATORIOS DE ENSAYO Y CALIBRACIÓN

Requisitos técnicos

5.2 Personal

El laboratorio debe garantizar la competencia del personal para:

- operación de los equipos de ensayo;*
- ejecución del ensayo;*
- evaluación de los resultados;*
- aprobar y firmar informes de ensayo;*
- la dirección del laboratorio debe establecer las metas referentes a la formación, capacitación y habilidades del personal del laboratorio;*
- mantener la política y procedimientos para la identificación de necesidades de capacitación;*
- mantener la descripción de las funciones del personal técnico y de gestión, incluyendo las responsabilidades con respecto a la realización de ensayos, interpretaciones de ensayos, emisión de informe (firmante), modificación, desarrollo y validación de métodos.*

ISO IEC 17025 (2005) – REQUISITOS GENERALES PARA LA COMPETENCIA DE LABORATORIOS DE ENSAYO Y CALIBRACIÓN

Requisitos técnicos

5.3 Condiciones ambientales y acomodaciones

- El laboratorio debe garantizar que las condiciones ambientales no invaliden los resultados o afecten adversamente la calidad requerida de cualquier medición.*
- El laboratorio debe monitorear, controlar y registrar las condiciones ambientales de acuerdo con lo requerido por las especificaciones, métodos y procedimientos pertinentes.*
- Debe tomarse especial cuidado en el control y monitoreo de las condiciones ambientales.*
- Debe haber una separación efectiva entre áreas vecinas con actividades incompatibles.*
- Debe controlarse el acceso y el uso de áreas que afecten la calidad de los ensayos y/o calibraciones.*

ISO IEC 17025 (2005) – REQUISITOS GENERALES PARA LA COMPETENCIA DE LABORATORIOS DE ENSAYO Y CALIBRACIÓN

Requisitos técnicos

5.4 Métodos de ensayo, calibración y validación de métodos

- El laboratorio debe utilizar métodos y procedimientos apropiados y actualizados para todos los ensayos incluyendo la estimativa de incertidumbre de la medición cuando sea aplicable.*
- Debe tener instrucciones sobre el uso de los equipos de medición, manejo del ítem de ensayo y cualquier otra instrucción, que debido a su falta, pueda comprometer los resultados de los ensayos.*
- La utilización de métodos no normalizados debe validarse y acordarse con el cliente.*
- Debe haber procedimientos para el control de datos, para garantizar su integridad, transferencia, almacenamiento, recuperación y confidencialidad.*
- Los cálculos y transferencias de datos de los ensayos deben someterse a verificaciones apropiadas.*
- Deben validarse las planillas de cálculo utilizadas para el procesamiento de los resultados.*
- Cuando su control incluya el uso de computadoras y equipos automatizados debe garantizarse el mantenimiento de la integridad.*

ISO IEC 17025 (2005) – REQUISITOS GENERALES PARA LA COMPETENCIA DE LABORATORIOS DE ENSAYO Y CALIBRACIÓN

Requisitos técnicos

5.5 Equipos

Los equipos deben:

- tener características exigidas por los ensayos;*
- ser operados por personal autorizado;*
- tener las instrucciones de operación, manejo, transporte, almacenamiento y mantenimiento actualizadas disponibles;*
- ser unívocamente identificados;*
- tener en su cuerpo identificado el estado de calibración;*
- tener el registro con el nombre del fabricante, modelo, identificación unívoca, datos sobre ajuste, criterio de aceptación, fecha de la próxima calibración, mantenimientos preventivos, verificaciones periódicas y localización;*
- tener una planificación de calibración y mantenimiento.*

ISO IEC 17025 (2005) – REQUISITOS GENERALES PARA LA COMPETENCIA DE LABORATORIOS DE ENSAYO Y CALIBRACIÓN

Requisitos técnicos

5.6 Rastreo de medición

- *Todo el equipo utilizado en ensayos y/o en calibraciones, que tenga efecto significativo sobre la exactitud o validez del resultado del ensayo, debe calibrarse antes de entrar en servicio.*
- *Las calibraciones deben realizarse por un organismo que pueda proveer rastreo al Sistema internacional, de esta manera, deben utilizarse laboratorios de calibración acreditados por un organismo competente, por ejemplo, en Brasil, el Cgcre. En otros lugares pueden utilizarse signatarios del ILAC.*
- *El laboratorio debe establecer un programa y procedimiento para la calibración de sus equipos.*
- *Los certificados deben tener la información necesaria para la verificación del rastreo.*
- *Deben realizarse verificaciones intermedias.*

Nota: Cgcre – Coordinación general de acreditación del Inmetro

ILAC – International Laboratory Accreditation Cooperation

ISO IEC 17025 (2005) – REQUISITOS GENERALES PARA LA COMPETENCIA DE LABORATORIOS DE ENSAYO Y CALIBRACIÓN

Requisitos técnicos

5.7 Muestreo

- El laboratorio debe tener un plan y procedimientos para muestreo, cuando realiza un muestreo de sustancias, materiales o productos para ensayo o calibración subsiguiente. Tanto el plan como el procedimiento de muestreo deben estar disponibles en el local donde se realizó el muestreo. Los planes de muestreo deben, siempre que sea viable, basarse en métodos estadísticos apropiados. El proceso de muestreo debe abarcar los factores que se controlarán, para garantizar la validez de los resultados del ensayo y calibración.*

Nota: No se aplica a los ensayos de certificación de terminales celulares y EMC.

ISO IEC 17025 (2005) – REQUISITOS GENERALES PARA LA COMPETENCIA DE LABORATORIOS DE ENSAYO Y CALIBRACIÓN

Requisitos técnicos

5.8 Manejo de ítems de ensayo y calibración

El laboratorio debe tener procedimientos para:

- transporte, recepción, manejo, protección, almacenamiento, retención y/o remoción de los ítems de ensayo y/o calibración, incluyendo todas las providencias*
- necesarias para la protección de la integridad del ítem de ensayo.*
- identificación unívoca del ítem sobre el ensayo;*
- registro de anomalías o desvío de sus especificaciones.;*
- registro de solicitudes de los clientes;*
- registro de las condiciones ambientales de almacenamiento.*

ISO IEC 17025 (2005) – REQUISITOS GENERALES PARA LA COMPETENCIA DE LABORATORIOS DE ENSAYO Y CALIBRACIÓN

Requisitos técnicos

5.9 Garantía de la calidad de resultados de ensayo y calibración

El laboratorio debe tener procedimientos de control de la calidad para monitorear la validez de los ensayos realizados. Incluya aquí:

- participación en ensayos de suficiencia;*
- repetición de ensayos con el mismo método o métodos diferentes;*
- comparación interlaboratorial;*
- ensayos con ítem de ensayo de referencia.*

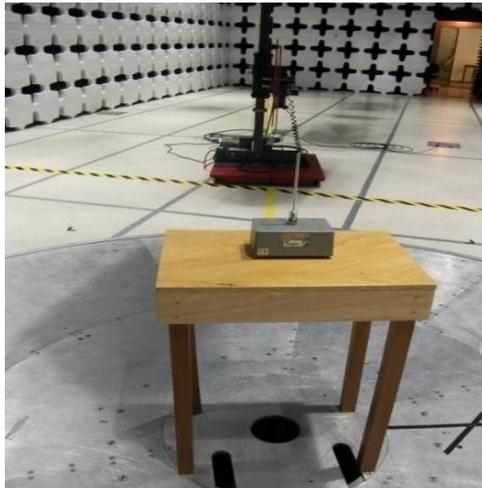
Los datos de control de calidad deben analizarse y cuando se trate de los criterios definidos previamente, deben tomarse providencias para corregir el problema.

ISO IEC 17025 (2005) – REQUISITOS GENERALES PARA LA COMPETENCIA DE LABORATORIOS DE ENSAYO Y CALIBRACIÓN

Requisitos técnicos

5.9 Garantía de la calidad de resultados de ensayo y calibración

Para ensayo de emisión radiada: Ensayo preliminar con una fuente de campo conocida.



ISO IEC 17025 (2005) – REQUISITOS GENERALES PARA LA COMPETENCIA DE LABORATORIOS DE ENSAYO Y CALIBRACIÓN

Requisitos técnicos

5.10 Presentación de resultados

- *Los resultados de cada ensayo realizado por el laboratorio deben relatarse con exactitud, claridad, objetividad, sin ambigüedad y de acuerdo con las instrucciones especificadas en los métodos del ensayo.*
- *El informe debe incluir:*
 - *Un título.*
 - *Nombre y dirección del laboratorio de ensayo.*
 - *Identificación unívoca del informe.*
 - *En cada página su identificación como parte del informe.*
 - *Identificación clara del final del informe.*
 - *Nombre y dirección del cliente.*
 - *Identificación de los métodos de ensayo utilizados.*
 - *Descripción completa e identificación del ítem ensayado.*
 - *Fecha de recepción del ítem.*
 - *Toda la información para su análisis.*
 - *Nombre, función y firma de las personas autorizadas para emitir el informe del ensayo.*

CONCEPTOS BÁSICOS PARA EL CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

NOCIONES BÁSICAS DE CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE

Referencias básicas existentes

Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM) JCGM 100:2008

Evaluation of measurement data – An introduction to the "Guide to the expression of uncertainty in measurement" and related documents JCGM 104:2009

Evaluation of measurement data – Supplement 1 to the "Guide to the expression of uncertainty in measurement" – Propagation of distributions using a Monte Carlo method JCGM 101:2008

Evaluation of measurement data – Supplement 2 to the "Guide to the expression of uncertainty in measurement" – Extension to any number of output quantities JCGM 102:2011

Evaluation of measurement data – The role of measurement uncertainty in conformity assessment JCGM 106:2012

<http://www.bipm.org/en/publications/guides/gum.html>

NOCIONES BÁSICAS DE CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE

Varias normas de requisitos y métodos de medición actualmente incluyen el abordaje de incertidumbre en los ensayos. Ej.:

CISPR 16.4.2 – La incertidumbre en pruebas estandarizadas de EMC

IEC 61000-4-2 – Método de ensayo de inmunidad a descarga electrostática

IEC 61000-4-3 – Método de ensayo de inmunidad a campos radiados

IEC 61000-4-4 – Método de ensayo de inmunidad a transientes rápidos

IEC 61000-4-6 – Método de ensayo de inmunidad a señal de RF conducida

IEC 62232 – Norma sobre medición de exposición a RF emitidos por estación radiobase y otras

NOCIONES BÁSICAS DE CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE

Referencias existentes

Vocabulario Internacional de Metrología – Conceptos fundamentales y generales, y términos asociados (VIM) – 3ª edición

<http://www.bipm.org/en/publications/guides/gum.html>

NOCIONES BÁSICAS DE CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE

Terminología

Medición (VIM 2.1): conjunto de operaciones con el objetivo de determinar el valor de una magnitud.

Mensurando (VIM 2.3): magnitud que se desea medir

Resultado de la medición (VIM 2.9): conjunto de valores atribuidos a un mensurando, acompañados de cualquier otra información relevante disponible.

Observación: La expresión completa del resultado de una medición incluye información sobre la incertidumbre de la medición

NOCIONES BÁSICAS DE CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE

Valor verdadero de una magnitud (VIM 2.11): valor de una magnitud compatible con la definición de la magnitud.

- *Valor que se obtendría por una medición perfecta.*
- *El valor verdadero es, por naturaleza, indeterminado.*

Valor convencional de una magnitud (VIM 2.12): valor asignado a una magnitud, mediante un acuerdo, para un determinado propósito.

Por ej.: Valor convencional de aceleración de la gravedad, $a=9,80665 \text{ m.s}^2$

NOCIONES BÁSICAS DE CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE

Exactitud de medida (VIM 2.13): grado de concordancia entre el resultado de una medición y un valor verdadero de un mensurando.

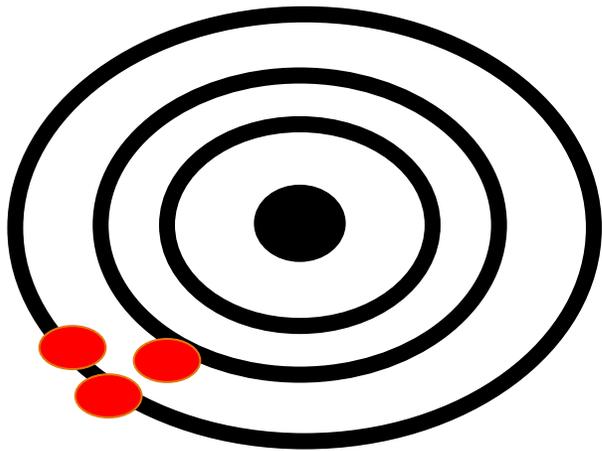
Nota 1 – El concepto “exactitud de medida” no es una magnitud y no se expresa numéricamente. Se dice que una medición es más exacta cuanto más pequeño es el error de medida.

Nota 2 – El término “exactitud de medida” no debe utilizarse en lugar de veracidad de medida, al igual que el término “precisión de medida” tampoco debe utilizarse en lugar de “exactitud de medida”, ya que esta última incluye ambos conceptos.

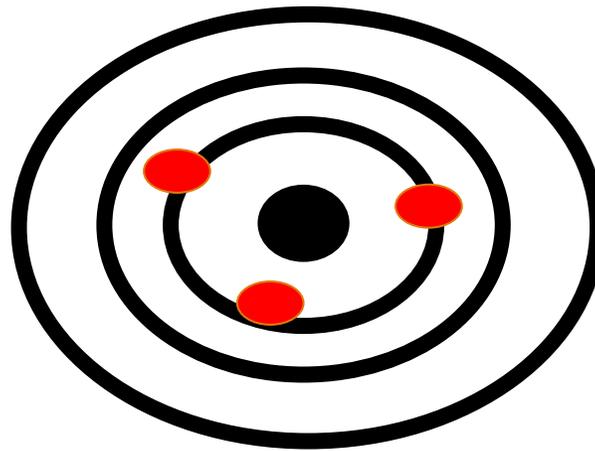
Nota 3 – La exactitud de medida se interpreta a veces como la proximidad entre los valores medidos atribuidos al mensurando.

CONCEPTOS BÁSICOS PARA EL CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

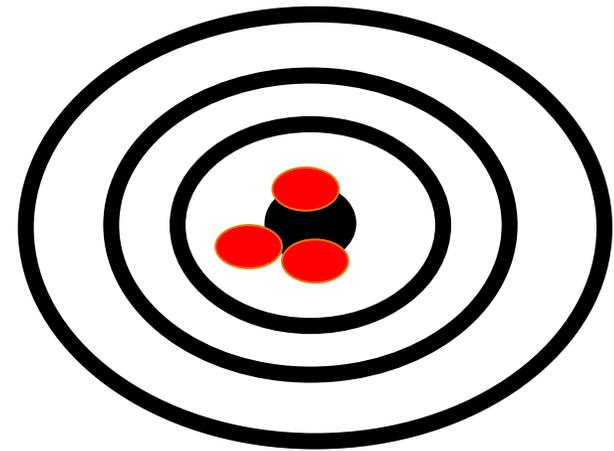
Exactitud y precisión



*Buena precisión
Mala exactitud*



*Buena exactitud
Mala precisión*



*Buena exactitud
Buena precisión*

NOCIONES BÁSICAS DE CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE

Error de medida (VIM 2.16): diferencia entre el valor medido de una magnitud y un valor de referencia.

Error sistemático (VIM 2.17): componente del error de medida que, en mediciones repetidas, permanece constante o varía de manera predecible.

NOCIONES BÁSICAS DE CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE

Nota 1 – El valor de referencia para un error sistemático es un valor verdadero, un valor medido de un patrón cuya incertidumbre de medida es despreciable, o un valor convencional.

Nota 2 – El error sistemático y sus causas pueden ser conocidos o no. Para compensar un error sistemático conocido puede aplicarse una corrección.

Nota 3 – El error sistemático es igual a la diferencia entre el error de medida y el error aleatorio.

NOCIONES BÁSICAS DE CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE

Error aleatorio (VIM 2.19): Conformity and Interoperability Training_annotacoes.pdf

Nota 1 – El valor de referencia para un error aleatorio es la media que se obtendría de un número infinito de mediciones repetidas del mismo mensurando.

Nota 2 – Los errores aleatorios de un conjunto de mediciones repetidas forman una distribución que puede representarse por su esperanza matemática, generalmente nula, y por su varianza.

Nota 3 – El error aleatorio es igual a la diferencia entre el error de medida y el error sistemático.

NOCIONES BÁSICAS DE CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE

Incertidumbre de medida (VIM 2.26): parámetro no negativo que caracteriza la dispersión de los valores atribuidos a un mensurando, a partir de la información que se utiliza

Nota 1 – La incertidumbre de medida incluye componentes procedentes de efectos sistemáticos, tales como componentes asociados a correcciones y a valores asignados a patrones, así como la incertidumbre debida a la definición. Algunas veces no se corrigen los efectos sistemáticos estimados y en su lugar se tratan como componentes de incertidumbre.

Nota 2 – El parámetro puede ser, por ejemplo, una desviación típica, en cuyo caso se denomina incertidumbre típica de medida (o un múltiplo de ella), o una semiamplitud con una probabilidad de cobertura determinada.

NOCIONES BÁSICAS DE CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE

Nota 3 – En general, la incertidumbre de medida incluye numerosas componentes. Algunas pueden calcularse mediante una evaluación Tipo A de la incertidumbre de medida, a partir de la distribución estadística de los valores que proceden de las series de mediciones y pueden caracterizarse por desviaciones típicas. Las otras componentes, que pueden calcularse mediante una evaluación Tipo B de la incertidumbre de medida, pueden caracterizarse también por desviaciones típicas, evaluadas a partir de funciones de densidad de probabilidad basadas en la experiencia u otra información.

Nota 4 – En general, para una información dada, se sobreentiende que la incertidumbre de medida está asociada a un valor determinado atribuido al mensurando. Por tanto, una modificación de este valor supone una modificación de la incertidumbre asociada.

NOCIONES BÁSICAS DE CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE

Incertidumbre estándar (VIM 2.30): Incertidumbre de medida expresada como una desviación estándar.

Incertidumbre estándar combinada (VIM 2.31): La incertidumbre estándar obtenida a partir de las incertidumbres estándar individuales asociadas a las magnitudes de entrada de un modelo de medición.

Incertidumbre expandida de medida (VIM 35): El producto de una incertidumbre estándar combinada por un factor mayor que uno. (Este factor se refiere al factor de cobertura.)

NOCIONES BÁSICAS DE CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE

La incertidumbre estándar combinada se calcula mediante la siguiente expresión donde $u(x_i)$ es la incertidumbre estándar de una componente y c_i es el coeficiente de sensibilidad.

$$u_c(y) = \sqrt{\sum_i c_i^2 u^2(x_i)}$$

Por lo tanto la incertidumbre expandida puede ser calculada mediante la siguiente expresión donde el factor k_p es el factor de cobertura.

$$U(y) = k_p \cdot u_c(y)$$

NOCIONES BÁSICAS DE CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE

Repetibilidad (de resultados de las mediciones): grado de concordancia entre los resultados de mediciones sucesivas de un mismo mensurando efectuadas bajo las mismas condiciones de medición.

Las condiciones de repetibilidad incluyen:

- el mismo procedimiento de medida;*
- el mismo instrumental, operador y local.*
- repetición en un corto período de tiempo. Fuente (descriptiva y no cuantitativa) que contribuye para la incertidumbre de un mensurando y que debe dividirse en una o más magnitudes de influencia relevantes.*

NOCIONES BÁSICAS DE CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE

Corrección (VIM 2.53): compensación de un efecto sistemático estimado.

La compensación puede tomar diferentes formas, tales como la adición de un valor o la multiplicación por un factor, o bien puede deducirse de una tabla.

NOCIONES BÁSICAS DE CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE

Los componentes de la incertidumbre de la medición deben agruparse en dos categorías:

Tipo A - evaluación de incertidumbre de la medición a partir de la distribución estadística de los valores cuantitativos de la serie de mediciones y puede caracterizarse por desviaciones estándar

Tipo B - evaluación de la incertidumbre de la medición, puede también caracterizarse por desviaciones estándar, evaluadas a partir de funciones de densidad de probabilidad, basándose en la experiencia u otra información

NOCIONES BÁSICAS DE CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE

Incertidumbre instrumental (VIM 4.24): componente de la incertidumbre de medida que procede del instrumento o sistema de medida utilizado.

Nota 1 – La incertidumbre instrumental se obtiene mediante calibración del instrumento o sistema de medida, salvo para un patrón primario, para el que se utilizan otros medios.

Nota 2 – La incertidumbre instrumental se utiliza en la evaluación Tipo B de la incertidumbre de medida.

Nota 3 – La información relativa a la incertidumbre instrumental puede aparecer en las especificaciones del instrumento.

NOCIONES BÁSICAS DE CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE

Evaluación Tipo A de la incertidumbre de medida (VIM 2.28): evaluación de una componente de la incertidumbre de medida mediante un análisis estadístico de los valores medidos obtenidos bajo condiciones de medidas definidas.

Para varios tipos de condiciones de medida, véase condición de repetitividad, condición de precisión intermedia y condición de reproductibilidad.

NOCIONES BÁSICAS DE CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE

Desviación típica (estándar)

Para una serie de n mediciones de un mismo mensurando, la magnitud "s", que caracteriza la dispersión de los resultados, se da por la fórmula:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

x_i representa el resultado de la "i-ésima" medición.

\bar{x} representa la media aritmética de los "n" resultados

NOCIONES BÁSICAS DE CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE

Evaluación Tipo A de la incertidumbre de medida

Para una magnitud de entrada x_i determinada por n observaciones repetidas independientes, podemos decir que la incertidumbre estándar de la media es el desviación típica experimental de la media

$$u(x_i) = s(\bar{x}_i)$$

$$u(x_i) = s(\bar{x}_i) = \frac{s(x_i)}{\sqrt{n}}$$

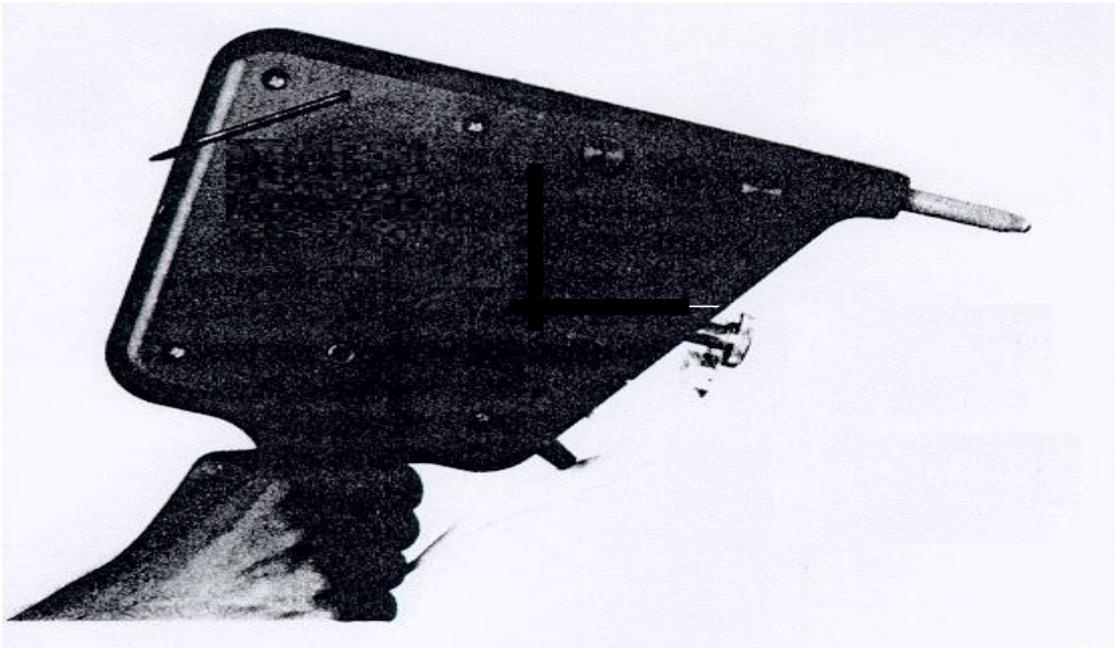
A esta se denomina incertidumbre estándar Tipo A, considerando un número n adecuado de observaciones.

Para una buena confiabilidad estadística $n > 10$

NOCIONES BÁSICAS DE CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE

Ejemplo de evaluación del TIPO A

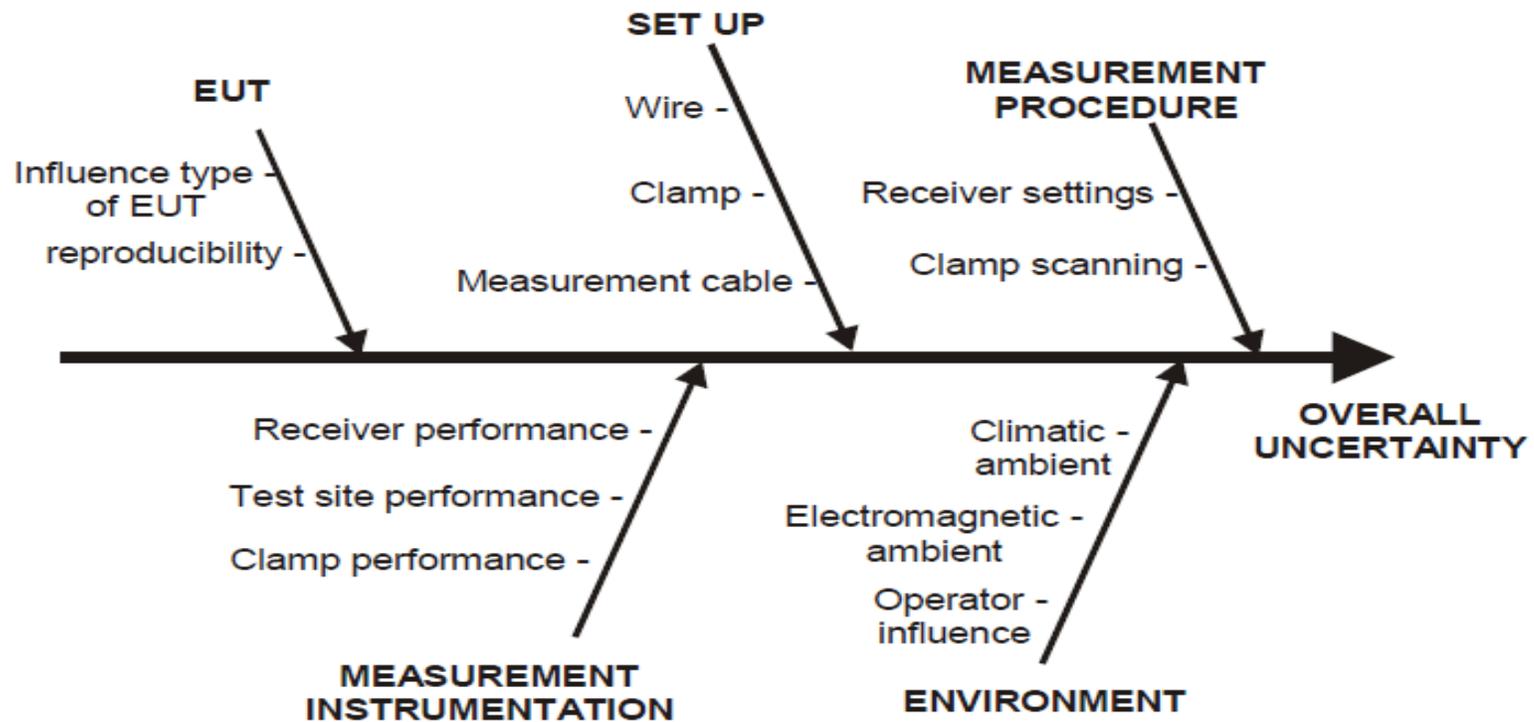
Vamos considerar la calibración de tensión CC del generador de ESD de IEC 61000-4-2



En esta situación, se dispara la descarga y el capacitor de salida del generador queda cargado. La medición se ejecuta con un voltímetro de alta impedancia: 20 G Ω

CONCEPTOS BÁSICOS PARA EL CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

Componentes de la incertidumbre de la medición



NOCIONES BÁSICAS DE CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE

Las componentes relacionadas con evaluación tipo B están relacionados con los instrumentos y accesorios muchos de los cuales necesitan ser calibrados de medición.

Los valores de incertidumbre que se presentan en los certificados de calibración coinciden con la incertidumbre combinada ampliada. Por lo que debemos dividir su valor por el factor de cobertura para determinar su contribución a la incertidumbre de la magnitud que se está midiendo.

NOCIONES BÁSICAS DE CALCULO DE INCERTIDUMBRE

Todos los valores de componentes tipo B utilizados en el cálculo de incertidumbre estándar combinada deben corresponder a una desviación estándar. Por lo tanto los valores de las componentes deben ser divididos por factores correspondientes a la distribución de probabilidad que se les asigna:

Normal = 1

Normal (expandida) = 2

Retangular = $\sqrt{3}$

Triangular = $\sqrt{6}$

Formato U = $\sqrt{2}$

Con esto todas componentes de incertidumbres tendrán nivel de confianza de 68%

NOCIONES BÁSICAS DE CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE

Las componentes de incertidumbre estándar $u(x_i)$ y coeficientes c_i de sensibilidad son considerados para evaluación de la incertidumbre estándar combinada $u_c(y)$:

$$u_c(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n c_i^2 u^2(x_i)}$$

En general C_i en pruebas eléctricas es unitario

A través del producto de la incertidumbre combinada y el factor de cobertura k_p es determinado el valor de incertidumbre expandida.

$$U(y) = k_p \cdot u_c(y)$$

NOCIONES BÁSICAS DE CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE

Para calcular el factor de cobertura k_p , se determina el número efectivo de grados de libertad V_{eff}

$$V_{eff} = \frac{u_c^4}{\sum_{i=1}^n \frac{u_i^4}{v_i}}$$

A través del valor obtenido de V_{eff} y del grado de confianza deseado, por ejemplo, 95%, en la tabla de distribución-T (t-student) se determina el factor de cobertura k_p :

Veff	10	20	30	40	Infinito
T=k_p	2,23	2,09	2,04	2,02	2

T = coeficiente de Student

NOCIONES BÁSICAS DE CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE

Ej.: Medición en cámara anecoica de acuerdo con CISPR



NOCIONES BÁSICAS DE CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE

Ejemplo: Incertidumbre de medida para perturbaciones radiadas

Magnitud de influencia X_i	Incertidumbre de x_i		$u(x_i)$	c_i	$c_i u(x_i)$
	dB	Distribución de Probab.	dB	1	dB
Lectura del receptor	$\pm 0,1$	$k = 1$	0,1	1	0,1
Atenuación: antena-receptor	$\pm 0,2$	$k = 2$	0,1	1	0,1
Factor de antena	$\pm 2,0$	$k = 2$	1,0	1	1,0
Correcciones para el receptor	$\pm 1,0$	$k = 2$	0,5	1	0,5
Tensión de onda sinusoidal					
Respuesta de la amplitud de pulso	$\pm 1,5$	rectangular	0,87	1	0,87
Respuesta a la frecuencia de repetición de pulsos	$\pm 1,5$	rectangular	0,87	1	0,87
Proximidad del ruido de fondo	$\pm 0,5$	rectangular	0,29	1	0,29
Desadaptación antena-receptor	+0,9/-1,0	Formato U	0,67	1	0,67
Correcciones para la antena bicónica	$\pm 0,3$	rectangular	0,17	1	0,17
Interpolación en frecuencia del AF					

NOCIONES BÁSICAS DE CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE

Ejemplo: Incertidumbre de medida para perturbaciones radiadas

Variación del AF con la altura		$\pm 1,0$	rectangular	0,58	1	0,58
Diferencia en directividad – d = 3 m		$\pm 0,0$		0,0	1	0,0
Diferencia en directividad – d = 10 m		$\pm 0,0$		0,0	1	0,0
Diferencia en directividad – d = 30 m		$\pm 0,0$		0,0	1	0,0
Polarización cruzada		$\pm 0,0$		0,0	1	0,0
Balanceo		$\pm 0,3$	rectangular	0,17	1	0,17
Imperfecciones del emplazamiento		$\pm 4,0$	triangular	1,63	1	1,63
Distancia de separación	d=10 m	$\pm 0,1$	rectangular	0,06	1	0,06
Altura de la mesa	d=10 m	$\pm 0,1$	k = 2	0,05	1	0,05

$$u_c(x) = \sqrt{(0,1)^2 + \left(\frac{0,2}{2}\right)^2 + \left(\frac{2}{2}\right)^2 + \left(\frac{1}{2}\right)^2 + \frac{(1,5)^2}{3} + \frac{(1,5)^2}{3} + \frac{(0,5)^2}{3} + \frac{(0,95)^2}{2} + \frac{(0,3)^2}{3} + \frac{(1,0)^2}{3} + \frac{(0,3)^2}{3} + \frac{(4)^2}{6} + \frac{(0,1)^2}{3} + \left(\frac{0,1}{2}\right)^2}$$

$$u_c(x) = 2,52 \quad \text{dB}$$

$$U_E(x) = k_p u_c(x) = 2 \cdot 2,52 = 5,04 \quad \text{dB}$$

CONCEPTOS BÁSICOS PARA EL CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

PARTICULARMENTE EN EL ENFOQUE DE CISPR (MEDICIÓN DE PERTURBACIONES DE RADIO)

Las pruebas de emisiones perturbadoras de RF por lo general sólo toman en consideración las incertidumbres instrumentales, lo que permite la confrontación con la incertidumbre de CISPR.

Por lo tanto, la evaluación de Ulab corresponde a la evaluación de incertidumbre del componente tipo B, teniendo en cuenta el impacto causado por la ubicación de la prueba y los componentes de la configuración de la medición:

INCERTIDUMBRE DE ENSAYOS DE EMC NORMALIZADOS CISPR 16-4-2

En el abordaje de incertidumbre para emisión de perturbaciones, los valores estimados de incertidumbre instrumental, que constan en el documento CISPR 16-4-2, consideran el instrumental y los aspectos de setup. El valor estimado calculado se denomina U_{cispr} .

Measurement		U_{cispr}
Conducted disturbance at mains port using AMN	(9 kHz to 150 kHz)	3,8 dB
	(150 kHz to 30 MHz)	3,4 dB
Conducted disturbance at mains port using voltage probe	(9 kHz to 30 MHz)	2,9 dB
Conducted disturbance at telecommunication port using AAN	(150 kHz to 30 MHz)	5,0 dB
Conducted disturbance at telecommunication port using CVP	(150 kHz to 30 MHz)	3,9 dB
Conducted disturbance at telecommunication port using CP	(150 kHz to 30 MHz)	2,9 dB
Disturbance power	(30 MHz to 300 MHz)	4,5 dB
Radiated disturbance (electric field strength at an OATS or in a SAC)	(30 MHz to 1 000 MHz)	6,3 dB

INCERTIDUMBRE DE ENSAYOS DE EMC NORMALIZADOS CISPR 16-4-2

Un criterio bastante particular para el caso de los ensayos de acuerdo con CISPR establece que:

Si U_{lab} es inferior o igual a U_{cisp} , entonces el informe de ensayo puede declarar el valor de U_{lab} o declarar que U_{lab} es inferior a U_{cisp} .

Si U_{lab} fuera superior a U_{cisp} , entonces el informe de ensayo debe contener el valor de U_{lab} (en dB) real del laboratorio. En este caso, la diferencia entre U_{lab} y U_{cisp} debe disminuirse del límite para verificación del cumplimiento del requisito.

www.cpqd.com.br

CPQD 40
años

TRANSFORMANDO
EN REALIDAD