

---

## SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

---

12-22-94 NORMA Oficial Mexicana de Emergencia NOM-EM-113-SCT1-1994, Especificaciones técnicas para los servicios relativos a la conducción de señales entre puntos fijos mediante el uso de los satélites mexicanos.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Comunicaciones y Transportes.- Subsecretaría de Comunicaciones y Desarrollo Tecnológico.

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes, por conducto de la Subsecretaría de Comunicaciones y Desarrollo Tecnológico, con fundamento en los artículos 36 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1o., 38 fracción II, 40 fracción XVI y 48 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, y 6o. fracción XV del Reglamento Interior de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, expide la siguiente: NORMA OFICIAL MEXICANA EMERGENTE NOM-EM-113-SCT1-1994. "ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA LOS SERVICIOS RELATIVOS A LA CONDUCCION DE SEÑALES ENTRE PUNTOS FIJOS MEDIANTE EL USO DE LOS SATELITES MEXICANOS".

### INDICE DEL CONTENIDO

#### PARTE

1 NOM-EM-113/1-SCT1-1994. PARAMETROS DE ACCESO DE LOS SISTEMAS DE TRANSMISION TERRESTRE.

2 NOM-EM-113/2-SCT1-1994. ANTENAS EMPLEADAS EN ESTACIONES TERRENAS PARA TRANSMISION.

#### PREFACIO

Los organismos e instituciones que participaron en la elaboración de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia son:

COMITE CONSULTIVO NACIONAL DE NORMALIZACION DE COMUNICACIONES Y TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION

SUBCOMITE CONSULTIVO NACIONAL DE NORMALIZACION DE SERVICIOS SATELITALES TELEGRAFICOS Y RADIOTELEGRAFICOS

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECCION GENERAL DE FOMENTO DE LAS TELECOMUNICACIONES E INFORMATICA

DIRECCION GENERAL DE POLITICAS Y NORMAS DE COMUNICACION

INSTITUTO MEXICANO DE COMUNICACIONES

TELECOMUNICACIONES DE MEXICO

SECRETARIA DE LA DEFENSA NACIONAL

FUERZA AEREA MEXICANA

SECRETARIA DE MARINA

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

TELEFONOS DE MEXICO, S.A. DE C.V.

CAMARA DE LA INDUSTRIA DE LA RADIO Y TELEVISION

CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA ELECTRONICA Y DE COMUNICACIONES ELECTRICAS

COLEGIO DE INGENIEROS MECANICOS Y ELECTRICISTAS

COMPAÑIA MEXICANA DE AVIACION, S.A. DE C.V.

COMUNICACIONES DIGITALES, S.A. DE C.V.

MULTIVISION, S.A. DE C.V.

REDES VIA SATELITE, S.A DE C.V.

TELEVISA, S.A. DE C.V.

VITACOM, S.A. DE C.V.

HUGHES DE MEXICO, S.A. DE C.V.

INDICE

0 INTRODUCCION

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION

- 2 TERMINOLOGIA Y DEFINICIONES
- 3 SIMBOLOS Y ABREVIATURAS
- 4 ESPECIFICACIONES
- 5 MUESTREO
- 6 METODO DE PRUEBA
- 7 CONCORDANCIA CON NORMAS Y RECOMENDACIONES INTERNACIONALES

APENDICE A (INFORMATIVO)

BIBLIOGRAFIA

NORMA OFICIAL MEXICANA DE EMERGENCIA NOM-EM-113-SCT1-1994, "ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA LOS SERVICIOS RELATIVOS A LA CONDUCCION DE SEÑALES ENTRE PUNTOS FIJOS MEDIANTE EL USO DE LOS SATELITES MEXICANOS. PARTE 1.- PARAMETROS DE ACCESO DE LOS SISTEMAS DE TRANSMISION TERRESTRE".

#### 0. Introducción.

Esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia establece los parámetros de acceso, especificaciones y procedimientos que las estaciones terrenas empleadas en el servicio fijo por satélite por usuarios, operadores y propietarios de las mismas, deben cumplir para acceder al Sistema de Satélites Mexicanos Morelos y Solidaridad, a fin de que este servicio cuente con la calidad y confiabilidad requeridas. También se busca que los recursos satelitales sean aprovechados racionalmente y se prevenga, en lo posible, la interferencia entre servicios.

Como antecedentes de esta Norma figuran los procedimientos que Telecomunicaciones de México aplicó, en ausencia de la NOM correspondiente, así como los convenios internacionales que México ha suscrito con Canadá, para facilitar la coordinación entre los sistemas satelitales Morelos y Anik, con fechas 6 y 7 de abril de 1989.

#### 1. Objetivo y campo de aplicación.

1.1.- Objetivo.- Esta Norma establece las características y especificaciones de los parámetros mínimos de acceso al SSM-MS, para propiciar una mejor calidad en los servicios de comunicación vía satélite en el ámbito nacional e internacional y lograr un aprovechamiento óptimo del segmento espacial, observando los reglamentos y convenios internacionales, que han sido firmados por los Estados Unidos Mexicanos con países y organizaciones mundiales, en materia de telecomunicaciones.

1.2.- Campo de aplicación.- Esta Norma es aplicable a las estaciones terrenas utilizadas para servicios que se presten dentro de las coberturas del SSM-MS y que operen en el servicio fijo por satélite, en las bandas de 6/4 GHz (banda C) y de 14/12 GHz (banda Ku).

## 2. Terminología y definiciones.

Esta Norma utiliza las definiciones y terminología establecidas en las NOM-060-SCT1-1993, NOM-063-SCT1-1994, NOM-070-SCT1-1994, NOM-071-SCT1-1994, NOM-086-SCT1-1994, NOM-091-SCT1-1994 y, adicionalmente:

aislamiento de polarización: propiedad de una antena de discriminar señales con polarización opuesta u ortogonal a la polarización para la cual fue diseñada.

amplificador de bajo ruido (LNA - low noise amplifier): dispositivo que tiene como función amplificar la señal recibida del satélite, a través de una antena, con una contribución mínima de ruido.

ancho de banda:

a) intervalo de frecuencias, ocupadas por una señal que transporta información.

b) banda de frecuencias que puede ser reproducida por un amplificador y que representa la diferencia entre dos frecuencias dadas.

ángulo de acimut: ángulo del plano horizontal, medido entre el haz principal de la antena a partir del norte verdadero de 0° a 360°, en sentido de las manecillas del reloj.

ángulo de elevación: ángulo del plano vertical, medido entre el haz principal de la antena con respecto al plano horizontal de 0° a 90°.

apertura de una antena: es la superficie ubicada en una antena o cerca de una antena, sobre la cual se pueden realizar cálculos de intensidad de campo, a fin de determinar el patrón de radiación esperado.

apuntamiento: acción de orientación óptima en los ángulos de acimut y elevación para obtener el nivel máximo de señal transmitida y/o recibida.

banda de frecuencias: parte del espectro radioeléctrico que se define por dos límites especificados.

comité consultivo internacional de radiocomunicaciones (CCIR): órgano permanente de la UIT.

convertidor de bajo ruido (LNC - low noise converter): equipo que combina un amplificador de bajo ruido y un convertidor de bajada.

decibel: relación logarítmica entre dos magnitudes como potencia, tensión, corriente, etc.

eficiencia de antena:

a) relación entre la potencia radiada y la potencia de alimentación.

b) relación de la apertura efectiva reflejante de una antena a su área física.

enlace por satélite: enlace radioeléctrico efectuado entre una estación terrena transmisora y una estación terrena receptora por medio de un satélite.

espurias: emisión en una o varias frecuencias situadas fuera del ancho de banda necesario cuyo nivel puede reducirse sin influir en la transmisión de la información correspondiente.

estación terrena: estación situada en la superficie de la tierra en la parte principal de la atmósfera terrestre destinada a establecer comunicación:

- con una o varias estaciones espaciales, o

- con una o varias estaciones de la misma naturaleza, mediante el empleo de uno o varios satélites reflectores u otros objetos situados en el espacio.

factor de modulación: relación entre la variación máxima en amplitud, frecuencia, fase, etc., de la modulación aplicada al transmisor considerado y la variación que es capaz de admitir el mismo.

figura de mérito; G/T; factor de calidad: relación de ganancia a la recepción de la antena a temperatura de ruido del sistema expresado en decibeles por Kelvin.

ganancia de antena: relación que debe existir entre la potencia necesaria a la entrada de una antena de referencia sin pérdidas y la potencia suministrada a la entrada de la antena en cuestión, y que generalmente se expresa en decibeles isotrópicos (dBi), para que ambas antenas produzcan en una dirección dada la misma intensidad de campo o la misma densidad de flujo de potencia a la misma distancia, salvo que se indique lo contrario. La ganancia se refiere a la dirección de máxima radiación.

modulación: proceso por el que se modifican algunas de las características de una oscilación (frecuencia, fase y/o amplitud) u onda, de acuerdo con las variaciones de otra señal, llamada generalmente moduladora.

operador de la estación terrena: encargado de supervisar el correcto funcionamiento de todos los subsistemas de una estación terrena y de mantener dentro de especificaciones los parámetros de las portadoras.

operador satelital: encargado de operar, supervisar y mantener el correcto funcionamiento del satélite.

patrón de radiación: representación gráfica utilizada para describir la forma geométrica con la que una antena irradia o recibe las señales electromagnéticas.

polarización: desarrollo lineal o circular que se imprime a una onda electromagnética. Es la propiedad de una onda electromagnética que describe la dirección del vector campo eléctrico o magnético.

portadora: onda de radiofrecuencia modulada o no modulada, generada por un transmisor.

potencia isotrópica radiada equivalente (PIRE): producto de la potencia suministrada a la antena por su ganancia con relación a una antena isotrópica en una dirección dada (ganancia isotrópica o absoluta).

proporción de bits erróneos (BER): número de bits erróneos con respecto al número total de bits de información que se transmiten en un periodo determinado.

roll-off: atenuación gradual de la respuesta de la ganancia/frecuencia, en cualquiera o ambos extremos de la banda de paso.

servicio fijo por satélite: servicio de radio comunicación entre estaciones terrenas, situadas en emplazamientos dados cuando se utilizan uno o más satélites, el emplazamiento dado puede ser un punto fijo determinado o cualquier punto fijo situado en una zona determinada; en algunos casos, este servicio incluye enlaces entre satélites, que pueden realizarse también dentro del servicio entre satélites; el servicio fijo por satélite puede también incluir enlaces de conexión para otros servicios de radio-comunicación espacial.

sistema de satélites: sistema espacial que comprende uno o varios satélites artificiales de la tierra.

transpondedor: parte del satélite que tiene como función principal la de amplificar la señal que recibe de la estación terrena, cambiar su frecuencia y retransmitirla nuevamente a estaciones terrenas de cobertura amplia. La función de un transpondedor es la de recoger la señal entrante de la antena receptora, esta señal es amplificada por un amplificador de bajo ruido (LNA), el cual incrementa la señal recibida. A la salida del LNA, la señal es pasada a un convertidor de frecuencia que reduce la señal a su frecuencia descendente.

usuario: cliente o comprador de los servicios que presta o proporciona el operador satelital.

### 3. Símbolos y abreviaturas.

AB: ancho de banda.

AM: amplitud modulada.

BER [Bit Error Rate]: proporción de bits erróneos.

bps [Bit Per Second]: bit por segundo.

BPSK [Binary Phase Shift Keying]: modulación por desplazamiento de fase bivalente.

C/N [Carrier/Noise Ratio]: relación portadora/ruido.

C/N<sub>req</sub> [Carrier/Noise Density]: relación portadora a densidad de ruido requerida.

CDMA [Code Divided Multiple Access]: acceso múltiple por diferenciación de código.

CMSR: Centro de Monitoreo y Supervisión de Redes.

DAMA [Demand Assign Multiple Access]: acceso múltiple por asignación de demanda.

dB: decibel.

dBi: decibeles referidos a un radiador isotrópico.

dBm: decibeles referidos a 1,0 miliwatt.

dBmOp: decibeles referidos a 1,0 miliwatt en un punto de nivel 0, de transmisión.

dBW: decibeles referidos a 1,0 watt.

Fac. Mod.: factor de modulación.

FDM [Frequency Division Multiplex]: multiplexaje por división de frecuencia.

FDMA [Frequency Division Multiple Access]: acceso múltiple por división de frecuencia.

FEC [Forward Error Correction]: corrección de errores sin canal de retorno.

FM [Frequency Modulation]: modulación de frecuencia.

FM2 [Square Frequency Modulation]: modulación de frecuencia al cuadrado.

FM/TV: portadora de video modulada en frecuencia.

G/T [Gain/Temperature Ratio]: relación ganancia/temperatura de ruido.

G: ganancia.

GHz.: gigahertz.

Hz.: hertz.

K: kelvin.

KHz.: kilohertz.

LFMyN: Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

LNA [Low Noise Amplifier]: amplificador de bajo ruido.

LNC [Low Noise Converter]: convertidor de bajo ruido.

MSK [Minimum Shift Keying]: modulación por desplazamiento mínimo.

NOM: Norma Oficial Mexicana.

QPSK [Quadrature Phase Shift Keying]: modulación cuadrática por desplazamiento de fase.

PIRE: potencia isotrópica radiada equivalente.

ppm: partes por millón.

PSK [Phase Shift Keying]: modulación por desplazamiento de fase.

pWp: picowatts ponderados.

SCPC [Single Channel Per Carrier]: canal único por portadora.

SCT: Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

SINALP: Sistema Nacional de Acreditamiento de Laboratorios de Pruebas.

SR, antes CCIR: Sector de Radiocomunicaciones de la UIT.

SSM-MS: Sistema de Satélites Mexicanos Morelos y Solidaridad.

T: temperatura de Ruido.

TDM [Time Division Multiplex]: multiplexaje por división en el tiempo.

TDMA [Time Division Multiple Access]: acceso múltiple por división de tiempo.

TELECOMM: Telecomunicaciones de México.

TF: telefonía.

TV: televisión.

HDTV [High Definition Television]: televisión de alta definición.

UIT: Unión Internacional de Telecomunicaciones.

Vinf: velocidad de información.

VSAT [Very Small Antenna Terminal]: antena terminal de muy pequeña apertura.

Vtx: velocidad de transmisión.

°C: grados celsius.

#### 4. Especificaciones.

El SSM-MS está equipado para operar el servicio fijo por satélite en las bandas de frecuencias de 6/4 GHz. (banda C) y 14/12 GHz. (banda Ku).

##### 4.1.- Generalidades.-

4.1.1.- Las estaciones terrenas del servicio fijo por satélite que accesen al SSM-MS, deben operar con las frecuencias autorizadas por el operador satelital dentro de las bandas de frecuencia de 5,925 GHz. a 6,425 GHz. para los enlaces ascendentes y de 3,700 GHz. a 4,200 GHz. para los enlaces descendentes (banda C); y en las bandas de frecuencia de 14,000 GHz. a 14,500 GHz. para los enlaces ascendentes y de 11,700 GHz. a 12,200 GHz. para los enlaces descendentes (banda Ku).

4.1.2.- El factor de calidad o figura de mérito (G/T) de las estaciones terrenas fijas, debe ser mayor o igual a 14,0 dB/K para la banda C y 17,8 dB/K para la banda Ku, en cualquier servicio que se preste. Véase apéndice A (Informativo).

4.1.3.- La estabilidad en potencia para portadoras tanto analógicas como digitales, debe ser de 1,0 dB a -1,5 dB, para los diferentes servicios.

4.1.4.- Los equipos de transmisión de las estaciones terrenas deben contar con capacidad de ajuste que permita regular la salida de su potencia.

4.1.5.- Las antenas que accesen al SSM-MS, deben cumplir con las especificaciones de la parte 2, capítulo 4.

4.1.6.- En general, el subsistema de transmisión de las estaciones terrenas debe ser sintetizable para operar dentro de un intervalo de frecuencias de 500,0 MHz., conforme a la frecuencia de operación asignada. En particular para la técnica de canal único por portadora (SCPC), el subsistema de transmisión debe contar con pasos de sintetización no mayor de 25,0 KHz., tanto para portadoras analógicas como digitales.

4.1.7.- En cualquier emisión espuria, la potencia media suministrada a la línea de alimentación de la antena de la estación terrena debe ser por lo menos de 60,0 dB, abajo del nivel de emisión de las frecuencias fundamentales.

4.1.8.- El operador de la estación terrena no debe de exceder el valor de la PIRE asignado por el operador satelital.

4.2.- Servicios digitales.- Para servicios digitales (telefonía, voz, datos, fax, televisión comprimida, teleaudición, video conferencia, etc.), el usuario debe considerar para el cálculo de ancho de banda ocupado (AB, en Hz.), las siguientes fórmulas:

$$4.2.1.- AB = (V_{tx})(1/Fac.Mod.)(1+roll - off)$$

donde:

$$V_{tx} = V_{inf} (F.E.C.)^{-1}$$

$V_{tx}$  es velocidad de transmisión (bps). Véase apéndice A (Informativo).

$V_{inf}$  es velocidad de información (bps).

roll - off es valor de respuesta de los filtros de banda base y radiofrecuencia. Véase apéndice A (Informativo).

Fac. Mod. es factor de modulación. Véase apéndice A (Informativo).

FEC es corrección de error sin canal de retorno. Véase apéndice A (Informativo).

4.2.2.- La estabilidad en frecuencia en el subsistema de transmisión debe ser como máximo de  $\pm 5 \times 10^{-7}$  (0,5 ppm) por año desde  $-40^{\circ}\text{C}$  a  $60^{\circ}\text{C}$ , para 6/4 GHz. (Banda C) y de  $\pm 3 \times 10^{-7}$  (0,3 ppm) por año desde  $-40^{\circ}\text{C}$  a  $60^{\circ}\text{C}$ , para 14/12 GHz. (Banda Ku).

4.3.- Servicios analógicos.-

4.3.1.- Televisión.-

4.3.1.1.- La dispersión de energía de una señal de televisión debe ser  $\pm 1,0$  MHz. de la frecuencia central asignada, para transpondedor de 36,0 MHz. de ancho de banda.

4.3.1.2.- La portadora debe mantener su frecuencia central tanto en portadora limpia como con modulación.

4.3.1.3.- El corrimiento máximo en frecuencia de portadoras analógicas para video debe ser de  $\pm$  250,0 KHz. y para portadoras de voz y audio analógicas debe ser de 10,0 ppm.

## 5. Muestreo.

Todas las portadoras transmitidas por las estaciones terrenas que accesen al SSM-MS, deben ser comprobadas por el Centro de Monitoreo y Supervisión de Redes, el cual tiene la facultad de solicitar ajustes en los sistemas y equipos de las estaciones terrenas, para satisfacer las especificaciones descritas en el capítulo 4. Cabe señalar que para el apartado 4.1.5., del capítulo citado anteriormente, el CMSR comprobará el patrón de radiación de todas las estaciones terrenas maestras, y de una estación terrena remota por modelo, escogiendo la muestra estrictamente al azar sin considerar su calidad; con relación al aislamiento por polarización señalado en el apartado 4.2.4., se comprobará el total de las estaciones terrenas.

## 6. Procedimiento de comprobación de parámetros de acceso.

Para que una estación terrena sea autorizada a fin de establecer enlace e iniciar operaciones con el SSM-MS, requiere satisfacer, en coordinación con el CMSR, las pruebas y el procedimiento conforme lo que se señala en este capítulo.

La comprobación de especificaciones efectuada por el CMSR, cumple propósitos técnico-administrativos del operador satelital, y por lo tanto, dicha comprobación no debe ser considerada como certificación, homologación, verificación o informe de pruebas referidos en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y en el Reglamento de Telecomunicaciones vigente.

6.1.- Objetivo.- Tiene como finalidad ajustar y comprobar mediante pruebas de aceptación en la etapa de radiofrecuencia todos los parámetros de acceso indicados en el capítulo 4.

### 6.2.- Equipo empleado CMSR en la comprobación de los parámetros de acceso.

Analizador de espectro

Unidad de conmutación de Radiofrecuencia

Computador

Impresora

Graficador

Antena para banda Ku

Antena para banda C

Programa de cómputo especializado

Nota: El programa de cómputo del CMSR tiene rutinas de comprobación o autoprueba para efectuarse automáticamente en los analizadores de espectro y en las cadenas descendentes de las antenas empleadas.

La configuración general de equipos para la comprobación de los parámetros de acceso se muestra en la figura 6.1.

6.3.- Notificación Inicial.- Es necesario que cualquier notificación de acceso se haga con una anticipación de 24 horas como mínimo, en el caso de servicios permanentes y, para servicios ocasionales, se debe llamar 30 minutos antes del evento al Centro de Monitoreo y Supervisión de Redes, el que programará pruebas con el usuario con base en el documento de asignación de parámetros de transmisión y al documento asociado al finiquito de contratación; ambos documentos los debe proporcionar el operador del SSM-MS.

6.3.1.- El usuario debe contar, al momento de la coordinación del acceso, con la siguiente información, contenida en el documento de asignación de parámetros de transmisión:

6.3.1.1.- Satélite a accesar.

6.3.1.2.- Número de transpondedor asignado y polarización a utilizar.

6.3.1.3.- Tipo de portadora(s) a transmitir: FM/TV, FDM/FM/FDMA, SCPC/FM/FDMA, TDM/PSK/TDMA, TDM/PSK/DAMA, FM2, HDTV, etc.

6.3.1.4.- Asignación de frecuencia por cada portadora.

6.3.1.5.- Localidades a enlazar.

6.3.1.6.- Ancho de banda por cada portadora a transmitir.

6.3.1.7.- Tipo de modulación y, para canal digital, velocidad de transmisión.

6.3.1.8.- PIRE del satélite para cada portadora.

6.3.1.9.- PIRE de estación terrena por portadora.

6.3.1.10.- Nombre del operador de la estación terrena transmisora y número telefónico para ser localizado en cualquier momento (este operador debe tener la capacidad y autoridad para modificar o cesar la transmisión en el momento en que lo requiera el CMSR).

Ver imagen (dar doble click con el ratón)

Figura 6.1 Configuración general de equipos para comprobación de parámetros de acceso.

6.3.1.11.- Características técnicas de los subsistemas que conforman la red de estaciones terrenas (Memoria Técnica).

6.3.1.12.- Para comprobación del patrón de radiación se requiere como mínimo:

- a) Marca y modelo de antena.
- b) Diámetro de la antena en la apertura de la parábola.
- c) Tipo de óptica.
- d) Ganancia de la antena a la transmisión y a la recepción a media banda.
- e) Ancho de haz a -3,0 dB, además a -10,0 dB y/o -15,0 dB, tanto en transmisión como en recepción.
- f) Eficiencia de la antena.
- g) Coordenadas geográficas de la estación terrena bajo prueba. Latitud, longitud y altura sobre el nivel del mar.
- h) Potencia máxima de operación del amplificador de alta potencia.
- i) Figura de mérito (G/T) calculada y medida en la estación terrena maestra (incluyendo temperatura de ruido). Véase apéndice A (Informativo).
- j) Gráfica del patrón de radiación, proporcionada por el fabricante.

6.4.- Ajuste Inicial.- El operador de la estación terrena debe efectuar los siguientes ajustes iniciales, antes de transmitir cualquier portadora al satélite.

6.4.1.- Comprobar que se cumplan los requerimientos de temperatura de operación de los subsistemas de transmisión y equipos de prueba.

6.4.2.- Ajustar la orientación de la antena al satélite asignado mediante la recepción de la señal en prueba, comprobando que la antena esté orientada al nivel máximo de recepción del lóbulo principal y no a través de un lóbulo lateral.

6.4.3.- Ajustar el ángulo del polarizador de la antena para obtener el máximo nivel de las portadoras en la polarización deseada. Para el caso de portadoras que estén en una banda con reutilización de frecuencia, se aplicará una prueba de aislamiento de polarización ortogonal con el propósito de nulificar la componente en la polarización contraria; por lo que el equipo transmisor debe emitir una portadora sin modulación.

6.4.4.- Sintonizar el subsistema de transmisión a la frecuencia asignada por el CMSR, ya sea la de prueba o la de operación.

6.4.5.- El operador y/o el dueño de la estación terrena transmisora son los directamente obligados con respecto a los daños y responsabilidades técnicas, económicas y legales que resulten como consecuencia de una deficiente instalación y operación de la estación terrena.

6.5.- Procedimiento de Acceso.- El operador de la estación transmisora debe contactarse, vía telefónica, con el CMSR 5 minutos antes de iniciar sus transmisiones y mantener dicha comunicación durante todo el proceso de acceso satelital.

En coordinación con el CMSR la transmisión debe establecerse de acuerdo a lo siguiente:

6.5.1.- Cuando el CMSR lo indique, el operador de la estación terrena debe iniciar transmisiones de portadora continua y sin modulación a un nivel de -6,0 dB respecto al valor de potencia asignado.

6.5.2.- El CMSR confirma la presencia de la señal.

6.5.3.- El CMSR coordina con el operador de la estación terrena el incremento de potencia a radiar por la estación transmisora, hasta alcanzar el valor asignado y contratado por el usuario para cada portadora.

6.5.4.- El CMSR coordina con el operador de la estación terrena el ajuste de aislamiento de polarización de la portadora. Esta prueba debe alcanzar un valor mínimo de 30,0 dB, de acuerdo a la parte 2, capítulo 4, apartado 4.2.4. Este punto se aplica para servicios que transmitan en bandas con reuso de frecuencias.

6.5.5.- El CMSR comprueba el patrón de radiación de las antenas conforme lo siguiente:

6.5.5.1.- El usuario u operador debe corroborar mediante una gráfica del patrón de radiación a la recepción, el cual debe estar de acuerdo a la parte 2, capítulo 4, apartado 4.1.1. En caso de requerir apoyo mediante el envío de una portadora, el usuario debe solicitarlo al CMSR.

Una vez considerado lo anterior, el CMSR programará las pruebas para la comprobación del cumplimiento del patrón de radiación a la transmisión.

6.5.5.2.- El usuario u operador orientará la antena de la estación terrena al satélite, según sea indicado por el CMSR. Cabe aclarar que la antena debe estar correctamente orientada hacia el lóbulo principal del satélite. Un inadecuado apuntamiento afectará el resultado de las pruebas.

6.5.5.3.- El movimiento de la antena bajo comprobación debe ser de  $\pm 20^\circ$ , tanto en elevación como en acimut, a partir del máximo apuntamiento, a este punto se le considera como cero grados. Sin embargo, los límites del movimiento pueden quedar definidos en coordinación con el CMSR antes de iniciar la comprobación.

6.5.5.4.- El CMSR solicitará al usuario la activación de una portadora limpia (sin modular) en la frecuencia y polarización que sea asignada.

6.5.5.5.- El operador de la estación terrena ajustará los equipos de su cadena ascendente, a fin de transmitir la portadora estabilizada en frecuencia y potencia, con la PIRE indicada por el CMSR.

La comprobación del patrón de radiación se realizará como sigue:

6.5.5.6.- El primer giro de la antena se efectuará en el eje de elevación, es decir, el operador moverá la antena "hacia arriba" hasta 20° o el número de grados acordados, posteriormente se iniciará un movimiento uniforme "hacia abajo" hasta -20° o el número de grados acordados. Si el CMSR considera que no son satisfactorios los datos registrados durante el movimiento de la antena, se notificará al operador, para repetir la prueba. El CMSR graficará el patrón de radiación correspondiente. Una vez terminada la elevación, la antena debe regresarse a "cero grados".

6.5.5.7.- El siguiente giro de la antena se hará en el eje de acimut. Para lo que el operador moverá la antena primero en sentido de las manecillas del reloj, llegando a posicionarla hasta 20° o el número de grados acordados. Una vez posicionada hará un movimiento uniforme en sentido contrario a las manecillas del reloj, llegando hasta -20° o el número de grados acordados. Si fuera necesario repetir el movimiento descrito, el CMSR lo indicará. El CMSR graficará el patrón de radiación correspondiente al eje de acimut, usando los datos registrados durante el movimiento de la antena. Una vez terminado el movimiento en acimut, la antena debe regresarse a "cero grados".

6.5.5.8.- El CMSR informará al usuario u operador los resultados obtenidos con base en la comprobación del patrón de radiación.

6.5.5.9.- En caso de que el patrón de radiación estuviera fuera de lo especificado, el operador de la estación terrena debe efectuar los ajustes correspondientes, en coordinación con su proveedor y/o el fabricante de la antena, si fuera necesario, y repetir la comprobación con el CMSR.

6.5.6.- El CMSR comprobará la frecuencia central, ancho de banda, emisión de espurias, modulación, relación portadora a ruido, velocidad de transmisión, estabilidad en frecuencia y en potencia. En caso de que la estación terrena no cumpla con los parámetros especificados, el CMSR indicará la suspensión de la comprobación y el usuario no podrá acceder al servicio hasta que cumpla con dichas especificaciones.

6.5.7.- El operador debe informar al CMSR la potencia de salida de la portadora.

6.5.8.- El CMSR avisará al operador cuando la estación bajo comprobación cumpla con las especificaciones de los parámetros técnicos, para permitir el acceso al SSM-MS.

6.5.9.- El CMSR elaborará un informe de comprobación del patrón de radiación, el cual será enviado al usuario.

6.6.- Consideraciones especiales durante el procedimiento de acceso.

6.6.1.- El usuario u operador de la estación terrena debe contar con el equipo de medición que se describe a continuación:

- Analizador de espectro, que cubra con los intervalos de operación indicados en el capítulo 4, apartado 4.1.

- Atenuador variable de 10,0 dB, en pasos de 1,0 dB.

- Acopladores direccionales para bandas C y/o Ku.

6.6.2.- El operador de la estación terrena debe monitorear la recepción de la portadora bajo prueba y/o en operación; en caso de detectar su pérdida, éste deberá desenergizar el transmisor inmediatamente, debiendo comprobar sus subsistemas de transmisión, recepción y de antena.

6.6.3.- En el caso de que el CMSR detecte cualquier tipo de interferencia ocasionada por la estación terrena, avisará al usuario u operador de la estación terrena, mismo que procederá a desenergizar el transmisor de la estación, hasta que se solucione el problema indicado.

6.6.4.- En caso de que el CMSR lo solicite, se debe comprobar la especificación 4.1.2. (figura de mérito). Véase apéndice A (Informativo).

6.6.5.- En caso de demostrarse por medio de la comprobación de parámetros de acceso que existe interferencia perjudicial atribuible a insuficiencia de aislamiento de polarización, aun cuando se cumpla con el valor especificado en la parte 2, capítulo 4, apartado 4.2.4., no procederá el acceso de la estación terrena del usuario hasta que realice los ajustes necesarios para que dicho aislamiento evite interferencias perjudiciales al sistema.

6.6.6.- Por excepción, estaciones terrenas cuyas antenas no cumplan con la especificación de la parte 2, capítulo 4, apartado 4.1.1., podrán ser consideradas para su acceso al SSM-MS; siempre y cuando se presente un estudio donde se justifique que estas antenas no producen interferencia mayor a la que producirían antenas que sí cumplan con la especificación y que, además, tienen utilidad pública, así como justificación económica. Dicho estudio y sus resultados se verificarán por el operador del SSM-MS, en coordinación con los operadores satelitales involucrados, para su validación. Para estos casos en particular, de ninguna manera el usuario podrá modificar los parámetros que le sean asignados por el operador del SSM-MS.

7. Concordancia con normas y recomendaciones internacionales.

Esta Norma no tiene concordancia con norma o recomendación internacional alguna.

#### APENDICE A (INFORMATIVO)

METODOS DE COMPROBACION DE PARAMETROS DE ACCESO Y FIGURA DE MERITO, ASI COMO CONSIDERACIONES GENERALES.

A.1.- Método de comprobación de parámetros de acceso empleado por el operador satelital.

A.1.1.- Medición de la frecuencia central.

Objetivo: Determinar la frecuencia de operación de la portadora.

Paso 1.- Normalmente se especifica a través del CMSR la medición a ejecutarse, que en este caso corresponde a la frecuencia; para tal efecto, el procesador de la computadora controla el equipo de medición, aplica el algoritmo, lleva a cabo la medición, aplica los factores de calibración apropiados y

genera los resultados. Los datos de la medición son desplegados a través de una terminal y almacenados en la base de datos, para futuro análisis.

Paso 2.- Cuando la medición es iniciada, el CMSR obtiene la información requerida acerca de la portadora desde una base de datos previamente creada, la cual contiene: el plan de frecuencias, tablas asociadas al tipo de portadora, parámetros de operación del analizador de espectro, límites de alarmas, datos de calibración, etc.

Paso 3.- El CMSR estima la frecuencia central de una señal como el significado (o centroide) de la distribución de potencia espectral sobre un piso de ruido especificado. Aplicando el siguiente algoritmo:

Ver imagen (dar doble click con el ratón)

donde:

j es punto del primer trazo a considerar.

k es punto del último trazo a considerar.

fi es frecuencia del punto del trazo i.

pi es potencia del punto del trazo i.

Paso 4.- El algoritmo de la medición de frecuencia opera sobre una porción específica de un trazo promediado, representado en unidades de potencia lineal.

El algoritmo opera como sigue:

a) recibe los siguientes parámetros.

Nf es ruido de piso del analizador de espectro.

Fa es frecuencia de inicio del trazo.

Fb es frecuencia de finalización del trazo.

P[ ] es trazo promediado en unidades de potencia lineal.

Np es número de puntos del trazo.

b) calcula el espaciamiento del punto del trazo como:

$$Bp = (Fb - Fa)$$

(Np - 1)

c) calcula la frecuencia central como:

Ver imagen (dar doble click con el ratón)

donde:

$q_i = 1, p[i] > Nf$

$= 0, p[i] \leq Nf$

$f_i = F_a + i(B_p)$

Paso 5.- Una vez procesada toda la información anterior, se genera el valor de la frecuencia central de la portadora bajo prueba.

A.1.2.- Medición de portadora a ruido C/N.

Objetivo: Determinación de la potencia isotrópica radiada equivalente de la portadora transmitida por el satélite y la relación portadora a ruido C/N.

Paso 1.- Se aplican los pasos 1 y 2 del apartado A.1.1., sólo que relacionados con la PIRE y la relación C/N.

Paso 2.- El cálculo de la PIRE y C/N toma en cuenta la contribución de la densidad de ruido en el analizador de espectro a la potencia de la señal medida, esto mediante la resta del producto de la densidad de ruido y el ancho de banda de la señal medida. La PIRE está referida al satélite mediante la aplicación de los factores de calibración.

Paso 5.- La PIRE se calcula como sigue:

$PIRE_s = [P_t - (N_{of})(AB_m)]$

$[(G_lz)(G_a)(G_d)]$

donde:

$P_t$  es potencia integrada en el analizador de espectro.

$N_{of}$  es densidad de potencia de ruido espectral en el analizador de espectro.

Abm es ancho de banda calculado y ocupado.

Glz es ganancia desde la entrada del LNA al trazo del analizador de espectro.

Ga es ganancia de antena.

Gd es ganancia de propagación del enlace descendente.

Paso 6.- Una vez procesados los datos anteriores, se generan los resultados de PIRE y C/N.

A.1.3.- Medición de ancho de banda de portadora.

Objetivo: Medición del ancho de banda ocupado por la portadora modulada.

Paso 1.- Se aplican los pasos 1 y 2 del apartado A.1.1., pero aplicados al ancho de banda.

Paso 2.- El ancho de banda ocupado es medido mediante el conteo del número de puntos del trazo que excedan un umbral especificado. Los trazos del espectro usados para esta medición pueden ser divididos en tres tipos de regiones:

a) regiones donde los puntos del trazo en todo momento exceden al umbral. Hay normalmente una región central contigua de este tipo, formando la mayoría del ancho de banda ocupado.

b) regiones donde los puntos del trazo en ningún momento exceden al umbral. Estas están normalmente fuera del ancho de banda ocupado, donde únicamente el ruido está presente.

c) regiones donde los puntos del trazo fluctúan arriba y abajo del umbral sobre mediciones sucesivas. Estas están normalmente en los extremos del ancho de banda ocupado, donde la suma de la señal promediada y la potencia de ruido es aproximadamente igual al umbral.

Con propósitos de análisis, se considera el espectro de una señal que tenga una región tipo 1 de un ancho B1, con una región tipo 3 de un ancho B3 sobre cada lado. Por simplicidad se asume lo siguiente:

d) el promedio de potencia, señal más ruido, es constante a través de las regiones de transición.

e) el umbral es puesto de tal forma que los puntos en las regiones de transición tengan igual probabilidad de incidir arriba o abajo del umbral.

Bajo estas consideraciones, el significado del número de puntos del trazo excediendo al umbral en la región de transición es:

$$(0,5)(2)(B3) = B3$$

Bp Bp

donde:

$B_p$  es el espaciamiento entre los puntos del trazo.

Por lo tanto, el significado de ancho de banda medido es  $B_c$ , donde:

$$B_c = B_1 + B_3$$

Asumiendo que los valores de puntos del trazo son independientes, la varianza de ancho de banda medido es la suma de las varianzas de las contribuciones del ancho de banda de cada punto en las regiones de transición. Debido a que cada punto contribuye en cero o  $B_p$  al ancho de banda medido, con probabilidad de 0,5 por cada alternativa, la varianza por cada punto es  $0,25 B_p^2$ . La varianza total es entonces:

Ver imagen (dar doble click con el ratón)

Si la delimitación del ancho de banda del analizador de espectro es configurado para estar cerca del ancho de banda ocupado,  $B_p$  es aproximadamente igual a  $B_c/(N_p-1)$ , donde:

$N_p$  es el número de puntos en el trazo.

Sustituyendo por  $B_p$  de una desviación estándar relativa de:

Ver imagen (dar doble click con el ratón)

Paso 3.- La consideración de todos los parámetros descritos, da como resultado la evaluación del ancho de banda ocupado por una portadora.

#### A.1.4.- Modulación.

Objetivo: Determinar el tipo de modulación ocupado por la portadora, con base en la forma espectral.

Paso 1.- Se aplican los pasos 1 y 2 del apartado A.1.1., ya descritos.

Paso 2.- Prácticamente la modulación, ya sea analógica o digital de cualquier portadora, se refleja en su forma espectral.

Paso 3.- Para obtener la forma espectral se tienen que tomar en cuenta las características de operación de los equipos empleados en la transmisión de las diferentes señales y la definición de los siguientes parámetros, en el analizador de espectro:

$P_{rl}$  es nivel de referencia.

Atten es atenuación de entrada.

P div es escala empleada.

B span es intervalo de ancho de banda utilizado.

BW<sub>r</sub> es resolución de ancho de banda.

BW<sub>v</sub> es ancho de banda de video.

T<sub>sw</sub> es tiempo de barrido.

Det es método de detección.

N<sub>sw</sub> es número de barridos.

Avg es métodos de promedio.

K<sub>a</sub> es ajuste de promedio.

Paso 4.- A la fecha se están empleando modulaciones digitales en BPSK, QPSK y MSK, y para el caso de modulaciones analógicas se emplea la modulación en frecuencia.

Paso 5.- La interacción de los pasos anteriores da por resultado dictaminar si la portadora trabaja en modulación analógica o digital y su tipo de modulación.

A.1.5.- Velocidad de transmisión.

Objetivo: Determinar la velocidad de transmisión empleada por portadora digital.

Paso 1.- Se aplican los pasos 1 y 2 del apartado A.1.1., ya descritos.

Paso 2.- Se aplica el paso 3 del procedimiento para determinar la modulación, apartado A.1.4.

Paso 3.- El concepto de la velocidad de transmisión se relaciona con portadoras digitales, además de tomar en cuenta los parámetros de roll-off, FEC y su ancho de banda útil, tomado a 3,0 dB, con respecto a la parte superior de la forma espectral de la portadora.

Paso 4.- Se evalúa tomando en cuenta los pasos anteriores y se dictamina la velocidad de transmisión.

A.1.6.- Emisión de espurias.

Objetivo: Determinar que las espurias del enlace satelital estén abajo de los niveles especificados.

Paso 1.- Se aplica el paso 5, correspondiente al procedimiento relacionado con la modulación, apartado A.1.4.

Paso 2.- Se considera que en cualquier lugar fuera y dentro del ancho de banda asignado al usuario, la potencia de la señal radiada desde la antena da como resultado espurias, ruido o armónicas, las cuales deberán tener una PIRE de al menos 60,0 dB, debajo de la PIRE de la portadora fundamental.

Paso 3.- Se visualiza la portadora del usuario considerando los pasos anteriores y se determina si hay espurias y están dentro del valor permitido.

A.1.7.- Estabilidad en frecuencia y potencia.

Objetivo: Determinar si la portadora es estable en frecuencia y en potencia con el método de modulación en amplitud (AM).

Paso 1.- Se aplican los pasos 1 y 2 del apartado A.1.1.

Paso 2.- Se especifica el periodo de tiempo de medición para la señal seleccionada.

Paso 3.- La estabilidad en potencia debe caer en el límite indicado en el capítulo 4, apartado 4.1.3.

Paso 4.- Se considera que la estabilidad en frecuencia queda en función de los parámetros establecidos en el capítulo 4.

Paso 5.- La frecuencia central de la portadora es medida primero usando la técnica descrita anteriormente. Utilizando esta frecuencia y la delimitación de ancho de banda del analizador de espectro en cero, la AM es monitoreada. La cantidad de AM es la diferencia entre los picos positivos y negativos del trazo del analizador resultante.

Paso 6.- Una vez que la medición se ha hecho, los resultados de la medición son desplegados en forma tabular.

Paso 7.- Se dictamina la estabilidad en frecuencia y potencia de la portadora.

A.2.- Método para comprobar la figura de mérito G/T.- Se describe el método para determinar la calidad de las estaciones terrenas que operan en las bandas C y Ku, mediante la comprobación de su G/T o figura de mérito, siendo conocida la ganancia de la antena. Se pueden utilizar diferentes métodos de comprobación, siempre y cuando garanticen repetibilidad y reproducibilidad.

A.2.1.- Propósito.- Medir la G/T de los sistemas de antena/recepción, empleando el método de potencia de ruido del sistema.

A.2.2.- Objetivo a desarrollar.- El sistema G/T debe ser mayor o igual a 14,0 dB/k para banda C y a 17,8 dB/K para banda Ku, en 20° de elevación.

A.2.3.- Equipo de prueba.- Medidor de potencia, sensor de potencia, termómetro y tramo de guía de onda.

A.2.4.- Condiciones de la prueba.- El equipamiento de la estación terrena para satélite será configurado como se muestra en la figura A.1. La temperatura de ruido del sistema será medida y el valor de la ganancia de recepción de la guía de onda, proporcionada por el fabricante, será usada al calcular la G/T.

A.2.5.- Procedimiento de prueba.

A.2.5.1.- En la preparación para la medición de la temperatura de ruido del sistema, se instalará la terminación de la guía de onda en el conmutador de transferencia de la guía de onda, opuesto al puerto de alimentación a la entrada del receptor.

A.2.5.2.- Mover la antena en contra de la manecillas de reloj en 5° en acimut, alejándola de los satélites geoestacionarios. Mover la antena 10° de elevación, si es posible. Sintonizar el convertidor de bajada en 11,95 GHz.

A.2.5.3.- Hacer 5 mediciones del factor Y, midiendo la potencia de ruido del cielo y la temperatura de ruido de la carga. Medir la potencia de ruido a la salida del convertidor de bajada y notar que el medidor de potencia debe estar conectado directamente a la salida de LNC, puenteando el conmutador coaxial a la salida del LNC.

A.2.5.4.- Anotar las lecturas en la hoja de datos. Mantener el cubo de la antena cerrado para obtener una temperatura física de carga estable. Interpolan los datos de prueba de fábrica para la TLNC y calcular los datos de la G/T como se describe en la hoja de datos, como se indica en el apartado A.2.5.6.

A.2.5.5.- Repetir los pasos A.2.5.1. hasta el A.2.5.4. para equipo de respaldo, colocando los datos en hoja separada.

Ver imagen (dar doble click con el ratón)

Figura A.1 Configuración de equipos para comprobación de temperatura de ruido del sistema.

A.2.5.6.- Hoja de datos (ejemplo).-

Frecuencia \_\_\_\_\_GHz.

Angulo de acimut \_\_\_\_\_Grados.

Angulo de elevación \_\_\_\_\_Grados.

Fecha \_\_\_\_\_.

Hora \_\_\_\_\_.

Temperatura ambiente

de carga (Tcarga) \_\_\_\_\_°C.

Temperatura del

LNC o LNA (TLNC) \_\_\_\_\_K (de la hoja de datos de prueba del fabricante).

Condiciones climáticas\_\_\_\_\_.

Medición No.	Ncielo (en dB)	Ncarga (en dB)
1	_____	_____
2	_____	_____
3	_____	_____
4	_____	_____
5	_____	_____

Promedio de 5 medi-

ciones (usar en las e- \_\_\_\_\_ = Ncielo \_\_\_\_\_ = TCARGA

cuaciones siguientes)

$T_{sis} = 10 \log(T_{carga} + TLNC + 273) - (N_{carga} - N_{cielo})$  dBK.

$T_{sis} =$  \_\_\_\_\_ dB, a \_\_\_\_\_° elevación, \_\_\_\_\_ GHz.

La ganancia a media banda de la antena bajo prueba:

GRx=53.8 dBi a 11,95 GHz.

GRx=52,5 dBi a 3,95 GHz.

ahora bien, para banda Ku,

$$GR_{xf}=53,8-20 \log 11,95/f(\text{GHz}) \text{ dBi.}$$

para banda C,

$$GR_{xf}=52,5-20 \log (f/4) \text{ dBi.}$$

por lo que,

$$GR_x = \text{_____ dBi a } \text{_____ GHz.}$$

la ecuación que se aplica es,

$$G/T = GR_x - T_{\text{sis}} \text{ dB/K}$$

$$G/T = \text{_____} - \text{_____}$$

$$G/T = \text{_____ dB/K a } \text{_____}^\circ \text{ elevación, } \text{_____ GHz.}$$

A.3.- Consideraciones generales.- Se incluyen algunos datos que pueden ser de utilidad para los interesados.

A.3.1.- Para estaciones terrenas del servicio fijo por satélite, se recomienda que se utilicen cables con aislamiento y conexiones que protejan contra interferencias perjudiciales.

A.3.2.- Para servicios digitales se utilizan generalmente los siguientes valores:

A.3.2.1.- Para el FEC.- 1/2, 3/4, 7/8 y 6/7.

A.3.2.2.- Para el factor de modulación.- 1,0 para BPSK, 2,0 para QPSK y 1,5 para MSK.

A.3.2.3.- El roll-off es menor que la unidad, a fin de considerar un filtro de características adecuadas.

A.3.2.4.- Velocidades de transmisión más usuales para portadoras digitales (Kbps):

9,6      1024      60000

16      1544

19,2      2048

32	3200
64	3750
128	4096
192	6600
256	19510
384	32064
512	34368
768	44736

A.3.3.- Con relación al valor G/T especificado en el capítulo 4, técnicamente es factible emplear valores menores, sin embargo, se debe considerar que el costo de operación del sistema se incrementa debido a que se exige mayor potencia del satélite. Para una mejor selección de equipo con relación al costo de operación, el usuario puede solicitar información al operador satelital de los montos de tarifas para operar con diferentes diámetros de antena.

$$A.3.4.- C/No_{req} = Eb/No + 10 \log (V_{inf})$$

donde:

$E_b$  es energía del bit.

$N_0$  es densidad de ruido.

$C/No_{req}$  es la relación de portadora a densidad de ruido.

$E_b/No$  es la relación de energía del bit a la densidad de ruido.

A.3.5.- La razón de la energía del bit a la densidad de ruido  $E_b/No$  se recomienda sea menor o igual a 6,0 dB, para velocidades hasta de 256 kbps. y menor o igual a 7,2 dB, para velocidades hasta de 3,3 Mbps., medida en el demodulador.

A.3.6.- La proporción máxima de bits erróneos para datos se recomienda sea  $1 \times 10^{-7}$  y para voz  $1 \times 10^{-4}$ .

A.3.7.- El umbral de la relación portadora a ruido de video C/N, se recomienda sea igual o mayor a 12,0 dB, con una relación señal a ruido igual o mayor a 48,0 dB; medido con una antena de 11,0 m de diámetro y receptores de bajo ruido de 80,0 K.

A.3.8.- El ruido en canal se recomienda sea menor a -50,0 dBmOp (10 000 pWp).

A.3.9.- Telefonía.-

A.3.9.1.- La frecuencia de energía dispersa se recomienda entre 20,0 Hz. y 150,0 Hz., dependiendo de la capacidad en canales en la portadora.

A.3.9.2.- La estabilidad en frecuencia de portadoras analógicas se recomienda sea:

a) Para portadora de radiofrecuencia con ancho de banda de 1,25 MHz.,  $\pm 40,0$  KHz.

b) Para portadora de radiofrecuencia con ancho de banda entre 2,5 MHz. y 5,0 MHz.,  $\pm 80,0$  KHz.

c) Para portadora de radiofrecuencia con ancho de banda entre 5,0 MHz., y 10,0 MHz.,  $\pm 150,0$  KHz.

#### BIBLIOGRAFIA.

Procedimiento de acceso SSOG 210, de INTELSAT.

Electrical and mechanical characteristics of earth station antennas for satellite communications, EIA Standard (Revision of EIA-411), septiembre de 1986.

NORMA OFICIAL MEXICANA DE EMERGENCIA NOM-EM-113/2-SCT1-1994. ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA LOS SERVICIOS RELATIVOS A LA CONDUCCION DE SEÑALES ENTRE PUNTOS FIJOS MEDIANTE EL USO DE LOS SATELITES MEXICANOS. PARTE 2.- ANTENAS EMPLEADAS EN ESTACIONES TERRENAS PARA TRANSMISION.

#### PREFACIO

Los organismos e instituciones que participaron en la elaboración de esta Norma Oficial Mexicana de Emergencia son:

COMITE CONSULTIVO NACIONAL DE NORMALIZACION DE COMUNICACIONES Y TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION

SUBCOMITE CONSULTIVO NACIONAL DE NORMALIZACION DE SERVICIOS SATELITALES, TELEGRAFICOS Y RADIOTELEGRAFICOS

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECCION GENERAL DE FOMENTO DE LAS TELECOMUNICACIONES E INFORMATICA

DIRECCION GENERAL DE POLITICAS Y NORMAS DE COMUNICACION

INSTITUTO MEXICANO DE COMUNICACIONES

TELECOMUNICACIONES DE MEXICO

SECRETARIA DE LA DEFENSA NACIONAL

FUERZA AEREA MEXICANA

SECRETARIA DE MARINA

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

TELEFONOS DE MEXICO, S.A. DE C.V.

CAMARA DE LA INDUSTRIA DE LA RADIO Y TELEVISION

CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA ELECTRONICA Y DE COMUNICACIONES ELECTRICAS

COLEGIO DE INGENIEROS MECANICOS Y ELECTRICISTAS

COMPAÑIA MEXICANA DE AVIACION, S.A. DE C.V.

COMUNICACIONES DIGITALES, S.A. DE C.V.

MULTIVISION, S.A. DE C.V.

REDES VIA SATELITE, S.A DE C.V.

TELEVISA, S.A. DE C.V.

VITACOM, S.A. DE C.V.

HUGHES DE MEXICO, S.A. DE C.V.

CAPITULO      INDICE

0      INTRODUCCION

- 1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION
- 2 TERMINOLOGIA Y DEFINICIONES
- 3 SIMBOLOS Y ABREVIATURAS
- 4 ESPECIFICACIONES
- 5 MUESTREO
- 6 METODO DE PRUEBA
- 7 CONCORDANCIA CON NORMAS Y RECOMENDACIONES INTERNACIONALES

#### APENDICE A (INFORMATIVO)

#### BIBLIOGRAFIA

##### 0. Introducción.

En 1985 México ya contaba con su primer Sistema de Satélites Morelos. Sin embargo, necesitaba obtener una tercera posición orbital para satisfacer sus necesidades de comunicación en el futuro; por lo tanto, en 1988 la administración mexicana firmó un acuerdo trilateral con los gobiernos del Canadá y Estados Unidos de América, debido a que el arco orbital de 105° a 121° de longitud oeste se encontraba saturado. En dicho acuerdo se estableció un plan de transición orbital en el cual los satélites comprendidos en el arco orbital de 103° a 123° de longitud oeste, tendrían una separación de 1,9° mínima, para operar satisfactoriamente.

México y Canadá se comprometieron, también a partir de 1985, a utilizar estaciones terrenas cuyas antenas cumplieran con la recomendación 580 del Comité Consultivo Internacional de Radiocomunicaciones, actual Sector de Radiocomunicaciones de la UIT, específicamente la envolvente  $G=29-25 \log q$ , con lo que se garantizaba el uso eficaz de la órbita de los satélites geoestacionarios con separaciones inferiores a 3°.

##### 1. Objetivo y campo de aplicación.

1.1.- Objetivo.- Esta Norma establece las especificaciones técnicas funcionales y de operación, de las antenas de las estaciones terrenas para eliminar las interferencias perjudiciales, originadas a la transmisión de las señales de las estaciones terrenas que acceden el SSM-MS.

1.2.- Campo de aplicación.- Esta Norma es aplicable a las estaciones terrenas que utilizan antenas que transmiten señales de voz, datos y/o video a través del SSM-MS, para el servicio fijo por satélite y que operan en las bandas de 6/4 GHz (banda C) y 14/12 GHz (banda Ku).

## 2. Terminología y definiciones.

antena isotrópica: antena hipotética sin pérdidas, que radia igualmente en todas direcciones.

Nota: un radiador isotrópico representa una referencia conveniente para expresar las propiedades directivas de una antena.

cresta: punto máximo de una cantidad periódica como una onda senoidal de corriente o tensión.

desbordamiento: potencia del alimentador, la cual no es interceptada por los elementos reflectores de una antena tipo reflector paraboloide.

difracción: desviación del flujo de energía de una onda electromagnética, no atribuida a la reflexión o la refracción, cuando ésta pasa un obstáculo, una apertura o medios no homogéneos.

directividad (de una antena): relación de la intensidad de radiación en una dirección dada de la antena, a la intensidad promedio en todas direcciones.

dispersión: separación, disgregación, cambio en la dirección de una partícula por efecto de un choque con otra partícula o con un sistema particular.

distorsión de fase: distorsión que sufre una señal al pasar por un dispositivo o un sistema de información, debido a que la rotación de fase no es igual para todas las frecuencias de la banda transmitida.

estaciones espaciales: estación situada fuera de la parte principal de la atmósfera de la tierra, que está destinada a realizar enlaces de comunicaciones con estaciones terrenas.

Las estaciones espaciales pueden ser satélites de comunicación, de radiodifusión, de navegación y de investigación espacial.

ganancia (de una antena): relación de la intensidad de radiación, en una dirección dada, a la intensidad de radiación que debería obtenerse, si la potencia aceptada por la antena fuera radiada isotrópicamente.

guía de onda: sistema de material circundante o estructura para guiar ondas electromagnéticas.

haz: región del espacio que ocupa una radiación electromagnética o grupo de ondas emitidas.

inclinación orbital: ángulo que el plano de la órbita de un satélite forma con el ecuador terrestre.

interferencia: en una trayectoria de señal, cualquier señal extraña, la cual tiende a interferir con la recepción de señales deseadas.

línea de transmisión: dispositivo empleado en la transmisión de energía electromagnética.

longitud de onda:

a) distancia entre dos puntos en una onda periódica que tienen la misma fase.

b) distancia entre dos puntos de fase correspondiente, de dos ciclos consecutivos, en la dirección de la onda normal.

órbita: trayectoria que describe el centro de gravedad de un satélite o de otro objeto espacial, en relación con un sistema de referencia específico, por la acción principal de fuerzas naturales, fundamentalmente las de gravitación.

polarización lineal: ocurre cuando la dirección del campo eléctrico y la dirección de propagación se encuentran permanentemente en un plano.

radiación: fenómeno que se produce con un transmisor que emplea la reacción en el circuito de antena. Es ajustado en forma que se pone a oscilar, por este motivo, se ve aumentada la fuerza de la señal para los receptores vecinos.

reflector: superficie reflectora destinada a modificar la dirección de energía radiante o de las ondas sonoras o a concentrar aquéllas o éstas en una dirección deseada.

### 3. Símbolos y abreviaturas.

Véase parte 1, capítulo 3.

### 4. Especificaciones.

Considerando que para evaluar, prevenir y, en su caso, reducir la interferencia entre estaciones terrenas y estaciones de sistemas de relevadores radioeléctricos, así como para estudios de coordinación entre estaciones terrenas y estaciones espaciales de distintos sistemas de satélites que compartan las mismas bandas de frecuencias, se necesita conocer la ganancia de la antena de la estación terrena en la dirección adecuada. Conviene asimismo conocer las características de radiación de los lóbulos laterales, especialmente cuando se calcula la interferencia entre sistemas de satélites, por lo que debe de tomarse en cuenta que:

a) la utilización eficaz del espectro radioeléctrico es un factor esencial de la gestión de la órbita de los satélites geoestacionarios.

b) las características de los lóbulos laterales de las antenas de las estaciones terrenas constituyen uno de los factores principales para determinar la separación mínima entre satélites y, por consiguiente, el grado en que pueda utilizarse eficazmente el espectro radioeléctrico.

c) el patrón de radiación de las antenas determina directamente la PIRE dentro y fuera del eje principal de radiación.

d) utilizando las técnicas actuales de diseño puede preverse la construcción de antenas con características mejoradas de lóbulos laterales.

4.1.- Se establecen las especificaciones siguientes:

4.1.1.-Las antenas maestras de estaciones terrenas que operan con el SSM-MS deben tener un objetivo de diseño en el que la ganancia, G, del 90% por lo menos de las crestas de los lóbulos laterales no excedan de:

$$G = 29 - 25 \log q \text{ dBi.}$$

donde:

G es la ganancia con relación a una antena isotrópica.

( ) es el ángulo con respecto al eje en la dirección de la órbita del satélite geoestacionario, es decir, en relación con el eje del lóbulo principal, véase la figura 4.1.

Ver imagen (dar doble click con el ratón)

Figura 4.1 Diagrama ilustrativo de radiación y anchura de haz de la antena.

Este requisito debe cumplirse para cualquier dirección fuera del eje que forma un ángulo igual o inferior a  $3^\circ$  con la órbita de los satélites geoestacionarios y para la que  $1^\circ \leq \theta \leq 20^\circ$ , como se indica en la figura 4.2.

Ver imagen (dar doble click con el ratón)

Figura 4.2 Ejemplo de una zona alrededor de la órbita de un satélite geoestacionario a la que se aplica el objetivo de diseño para antenas de estaciones terrenas.

Sin embargo, para el intervalo comprendido entre  $1,5^\circ \leq \theta \leq 2,3^\circ$  en ningún caso se aceptará que los lóbulos laterales sobrepasen a la envolvente.

4.2.- Todas las estaciones terrenas deben satisfacer los parámetros siguientes:

4.2.1.- La ganancia máxima debe estar en dirección del lóbulo principal.

4.2.2.- La eficiencia debe ser mejor o igual a 55%.

4.2.3.- El mecanismo de posicionamiento debe cubrir: en acimut y elevación  $\pm 20^\circ$ , tomando como referencia el apuntamiento máximo al satélite.

4.2.4.- El aislamiento de polarización lineal mínimo debe ser de 30,0 dB, tanto para la banda C como para la banda Ku.

4.2.6.- La exactitud del sistema de posicionamiento o apuntamiento de la estación terrena debe ser como mínimo de 0,1° sin mecanismo automático de seguimiento y de 0,01° con mecanismo automático de seguimiento.

4.2.7.- La relación de onda estacionaria debe ser menor o igual a 1,3:1.

## 5. Muestreo

Tiene como objetivo someter a las pruebas descritas en el capítulo 6 una muestra tomada estrictamente al azar, sin considerar su calidad.

Estimando que en la práctica no es factible tener una muestra de gran tamaño o cercana al 100% de las unidades, se tomará como muestra una unidad por marca y modelo de antena.

6. Procedimientos para la medición del patrón de radiación, eficiencia y aislamiento de polaridad de antenas transmisoras.

6.1.- Objetivo.- Tiene por finalidad confirmar mediante la aplicación de pruebas definidas las especificaciones señaladas en el capítulo 4.

Las antenas transmisoras con diámetros hasta 6.0 m, inclusive, deben cumplir con lo estipulado en este capítulo, sin que por esto queden exentas de la aplicación de lo indicado en la parte 1, capítulo 6.

6.2.- Condiciones de prueba.- En general, para la determinación de las características de una antena se debe cumplir con dos condiciones.

6.2.1.- La condición de campo lejano, la cual está relacionada con la siguiente expresión:

$$R > 2D^2$$

$l$

donde:

D es diámetro de la antena bajo prueba (m.)

$l$  es longitud de onda (m.)

R es distancia de la antena bajo prueba a la antena transmisora.

6.2.2.- La altura mínima que debe existir entre la superficie de la tierra y la antena (transmisora y bajo prueba), es la que está relacionada con la siguiente expresión:

$$h \geq \frac{\lambda}{4}$$

donde:

h es altura de la superficie de la tierra a la antena (m)

$\lambda$  es longitud de onda (m).

6.2.3.- Los intervalos aceptados para probar el rendimiento de una antena son:

- Intervalo de espacio libre.

- Intervalo de reflexión.

6.2.3.1.- Intervalo de espacio libre. Es aquel en el que se intenta suprimir o eliminar los efectos de todo lo circundante, incluyendo la superficie del intervalo o intervalos, sobre el frente de onda, el cual ilumina la antena bajo prueba. Esta supresión es buscada a través de uno o más factores tales como:

6.2.3.1.1.- Directividad y supresión de lóbulos laterales de la antena fuente y la antena bajo prueba.

6.2.3.1.2.- Re-dirección o absorción de la energía extendida a la superficie del intervalo.

6.2.3.1.3.- Técnicas especiales de procesamiento de señal por modulación de la señal deseada o por uso de pulsos cortos.

Las geometrías típicas asociadas con el espacio libre incluyen:

- Intervalo elevado.

- Intervalo inclinado.

- Cámara anecoica rectangular.

- Cámara anecoica piramidal.

- Intervalo compacto.

6.2.3.2.- Intervalos de reflexión. Son diseñados para hacer uso de energía, la cual es re-radiada de la(s) superficie(s) del intervalo para crear interferencia constructiva con la energía proveniente de la trayectoria directa de la señal en la región alrededor de la apertura de prueba. La geometría es controlada

de modo que, con un diseño apropiado, el campo iluminado tendrá una pequeña y esencialmente graduada amplitud simétrica. Esto se realiza por lo general al ajustar la altura fuente por encima de la superficie del intervalo con la antena bajo prueba a una altura fija. Los dos principales tipos de intervalos de reflexión en uso son los intervalos de reflexión de tierra y, para bajas frecuencias, la cámara anecoica piramidal.

Los intervalos anteriormente mencionados deben cumplir con los siguientes criterios:

6.2.4.- Medición del patrón de radiación.- El patrón de radiación se obtiene en el intervalo de frecuencia de operación de la antena bajo prueba, de acuerdo al capítulo 4 y parte 1, capítulo 4.

Los equipos para la medición del patrón de radiación y eficiencia son:

Un transmisor.

Un receptor.

Un posicionador.

Antenas patrón.

6.2.4.1.- Características de los equipos usados en la medición de patrón de radiación.

6.2.4.1.1.- Características del transmisor.

Potencia de Salida      mínimo 0,0 dBm.

Frecuencia de operación      al menos de 3,7 GHz. a 14,0 GHz.

Impedancia de entrada      50,0 ohms.

Distorsión de armónicas      menor a -60,0 dBc.

Estabilidad      3,0 kHz/24 hrs. máximo.

El equipo deberá estar calibrado.

6.2.4.1.2.- Características del receptor.

Sensibilidad      al menos -90,0 dBm.

Frecuencia de operación      al menos de 3,7 GHz. a 14,0 GHz.

Impedancia de entrada 50,0 ohms.

Relación Señal a Ruido 50,0 dB.

El equipo deberá estar calibrado.

#### 6.2.4.1.3.- Características del posicionador.

Exactitud de al menos  $\pm 0,015^\circ$ .

Posicionamiento en acimut  $0^\circ$  hasta  $360^\circ$ .

Posicionamiento en elevación.  $-80^\circ$  a  $+80^\circ$ .

#### 6.2.4.1.4.- Características de las antenas patrón.

- Impedancia de entrada 50,0 ohms.

- Ganancia calibrada.

- Frecuencia de operación conocida.

- Relación de onda estacionaria menor a 1,5:1.

Para la realización de las pruebas es necesario contar con líneas de transmisión y conectores. Tienen que contar con una impedancia característica de 50,0 ohms y que presenten una buena repetibilidad, además que el tiempo de vida de los componentes sea largo.

#### 6.3.- Métodos de comprobación.

##### 6.3.1.- El método para la medición del patrón de radiación es el siguiente:

Paso 1.- Se energizan el equipo transmisor y el equipo receptor por lo menos 30 minutos antes de iniciar la prueba.

Paso 2.- Se conecta el transmisor a la antena por medio de una línea de transmisión y se sintoniza a la frecuencia de prueba.

Paso 3.- Se conecta el receptor a la antena bajo prueba por medio de la línea de transmisión y se sintoniza a la frecuencia de prueba.

Paso 4.- Se coloca la antena patrón y la antena bajo prueba una frente de la otra, cumpliendo con la condición de campo lejano.

Paso 5.- Ambas antenas deben de tener la misma polarización.

Paso 6.- Se ajustan las antenas en acimut y elevación hasta obtener en el receptor el máximo nivel de señal y se considera a este punto como el nivel de referencia de 0°.

Paso 7.- El posicionador se debe girar de 0° a 360° con incrementos menores o igual a 1°, registrándose los niveles de señal relativos en el receptor.

Paso 8.- Una vez obtenidos los niveles, se realiza la gráfica de patrón de radiación en formato polar o rectangular.

#### 6.3.2.- Determinación del ancho de haz.

Paso 1.- Para la obtención del ancho de haz se requiere que el registro de niveles en recepción se tome al menos cada 0,01° desde 20° a 340° pasando por 0°.

Paso 2.- Se realiza la gráfica en forma rectangular, ubicando el máximo nivel de señal en 0°.

Paso 3.- Se localizan los dos puntos, en los cuales la señal decrece 3,0 o 15,0 dB, con respecto al nivel máximo de señal.

Paso 4.- La diferencia en grados entre estos dos puntos es el ancho de haz.

6.3.3.- Eficiencia. Para la obtención de la eficiencia en una antena, es necesario conocer la ganancia de la misma, por lo que, de manera indirecta se hará la medición de la eficiencia de la antena bajo prueba.

El método empleado es el de transferencia de ganancia.

Este método de transferencia de ganancia consiste en que la ganancia en potencia desconocida de la antena bajo prueba, se compara con la antena de ganancia conocida (antena patrón). Las mediciones se pueden realizar tanto en el intervalo de espacio libre como en el de reflexión de tierra.

La antena bajo prueba se ilumina mediante una onda plana con la misma polarización que la antena transmisora, y la señal recibida se mide con un receptor. La antena bajo prueba se reemplaza por una antena de ganancia conocida, manteniendo las condiciones iniciales de la antena bajo prueba.

A partir de la fórmula de transmisión de H.T. Friis se puede demostrar que la ganancia en potencia (GT)dB de la antena bajo prueba es:

$$(1) (GT)dB = (GS)dB + 10\log(PT/PS)$$

donde:

(GS)dB es la ganancia en potencia de la antena patrón.

PT es la potencia recibida con la antena bajo prueba, en dB.

PS es la potencia recibida con la antena patrón, en dB.

#### 6.3.3.1.- Medición de la ganancia.

Paso 1.- Se energizan el equipo transmisor y el equipo receptor por lo menos 30 minutos antes de iniciar la prueba.

Paso 2.- Se conecta el transmisor a la antena por medio de una línea de transmisión y se sintoniza a la frecuencia de prueba.

Paso 3.- Se conecta el receptor a la antena bajo prueba por medio de la línea de transmisión y se sintoniza a la frecuencia de prueba.

Paso 4.- Se coloca la antena patrón y la antena bajo prueba una frente a la otra, cumpliendo con la condición de campo lejano.

Paso 5.- Ambas antenas deben de tener la misma polarización.

Paso 6.- Se registra el nivel recibido por la antena bajo prueba.

Paso 7.- Conservando las mismas condiciones de prueba, se intercambia la antena bajo prueba por una antena patrón, registrándose el nivel de señal recibido con la antena patrón.

Paso 8.- Empleando la ecuación (1), se obtiene la ganancia de la antena bajo prueba.

6.3.3.2.- Determinación de la eficiencia. Paso 1.- Por medio de la siguiente ecuación obtenemos la eficiencia de la antena bajo prueba.

$$h = (l/pD)2\log^{-1}(G/10)$$

donde:

h es eficiencia de la antena.

l es longitud de onda, en m.

G es ganancia medida de la antena bajo prueba, en dBi.

D es diámetro de la antena, en m.

#### 6.3.4.- Aislamiento de polaridad.

Paso 1.- Se energizan el equipo transmisor y el equipo receptor por lo menos 30 minutos antes de iniciar la prueba.

Paso 2.- Se conecta el transmisor a la antena por medio de una línea de transmisión y se sintoniza a la frecuencia de prueba.

Paso 3.- Se conecta el receptor a la antena bajo prueba por medio de la línea de transmisión y se sintoniza a la frecuencia de prueba.

Paso 4.- Se coloca la antena patrón y la antena bajo prueba una frente a la otra, cumpliendo con la condición de campo lejano.

Paso 5.- Ambas antenas deben tener la misma polarización.

Paso 6.- Se registra el nivel recibido por la antena bajo prueba.

Paso 7.- Se coloca la antena bajo prueba en polarización opuesta.

Paso 8.- Se registra el nivel recibido por la antena bajo prueba.

Paso 9.- Por medio de la siguiente ecuación obtenemos el aislamiento de polarización de la antena bajo prueba.

Aislamiento de polaridad = (nivel recibido con ambas antenas en la misma polarización - nivel recibido con la antena bajo prueba en polarización opuesta).

### 7. Concordancia con normas y recomendaciones internacionales

Esta Norma es no equivalente a las Recomendaciones 465 y 580 del anterior CCIR, ahora Sector de Radiocomunicaciones de la UIT; publicadas en 1990.

#### APENDICE A (INFORMATIVO)

##### A.1.- Protección contra los factores climáticos.

A.1.1.- Es recomendable asegurar un funcionamiento satisfactorio contra nieve, aguanieve y lluvia helada, caldeando las superficies reflectoras y las partes críticas del soporte.

A.1.2.- Es recomendable que la antena soporte condiciones externas debidas a la combinación de las cargas del viento y del hielo.

La lluvia que se deposita en la superficie de los reflectores de las antenas (cassegain) provoca una distorsión de los diagramas de radiación de esas antenas pudiendo producir cambios en la dirección del lóbulo principal y en el mínimo del haz de seguimiento. Los efectos más importantes son la degradación de la ganancia y el aumento del mínimo del lóbulo de seguimiento tiene mayor importancia a frecuencias superiores a 10,0 GHz.

A.2.- Temperatura de Ruido del Sistema.

A.2.1.- Los lóbulos laterales y posteriores de una antena, así como el haz principal, contribuyen a su temperatura de ruido. En la mayoría de las aplicaciones basta con suponer que, con ángulos de elevación inferiores a  $-10,0$ , los lóbulos laterales "ven" el suelo a una temperatura de  $290,0$  K. Puede considerarse que esta temperatura es de  $150,0$  K entre  $-10^\circ$  y  $0^\circ$ , de  $50,0$  K entre  $10^\circ$  y  $90^\circ$ . La potencia en los lóbulos laterales puede expresarse en porcentaje de la potencia total y dividirse entre estas cuatro regiones.

A.2.2.- Para una antena cassegain de grandes dimensiones, diseñada para  $4,0$  GHz y que funcione con un ángulo de elevación de  $5^\circ$ , la temperatura de ruido resultante podría descomponerse normalmente como sigue:

Haz principal       $25,0$  K

Lóbulos laterales adyacentes       $2,0$  K

Desbordamiento en el subreflector       $8,0$  K

Desbordamiento en el reflector principal       $5,0$  K

\_\_\_\_\_

Total parcial       $40,0$  K

Los preamplificadores típicos con refrigeración criogénica tienen una temperatura de ruido de unos  $20,0$  K, con lo que la temperatura de ruido total del sistema, incluidas las pérdidas debidas a un guíaondas, llega a ser de unos  $70,0$  K. En caso de que se utilice un preamplificador sin refrigeración criogénica (paramétrico no refrigerado), la temperatura de ruido del sistema podría ser del orden de  $80,0$  K a  $120,0$  K.

A.3.- Factor de calidad del sistema.- El factor de calidad es una indicación muy útil del funcionamiento de una estación terrena, definido como:

Ganancia de potencia de la antena

$G/T =$  \_\_\_\_\_

## Temperatura de ruido del sistema

A.4.- Características de radiación de las antenas de las estaciones terrenas fuera del haz principal.

A.4.1.- Factores que influyen en el nivel de los lóbulos laterales.

A.4.1.1.- Influencia de la iluminación de la abertura. Al elegir las funciones de iluminación, se recomienda llegar a una decisión entre la supresión de los lóbulos laterales y la eficacia de la abertura (reducir al mínimo los lóbulos laterales próximos al lóbulo principal).

A.4.1.2.- Influencia del desbordamiento. Con antenas grandes la influencia del desbordamiento es considerablemente inferior a la de otros fenómenos, para direcciones angulares comprendidas dentro de unos 5° con respecto al eje del lóbulo principal. Es recomendable asegurarse que el subreflector intercepte el lóbulo principal del radiador primario hasta el punto de -20,0 dB como mínimo.

A.4.1.3.- Influencia del bloqueo y de la difracción. Se recomienda que los efectos de este bloqueo se reduzcan disminuyendo la superficie bloqueada de la abertura o utilizando tipos de antenas que no presenten características importantes de bloqueo físico (como antenas de bocina o reflectores descentrados).

Los bordes del subreflector y del reflector principal pueden difractar la energía de microondas en ángulos muy abiertos, dependiendo la magnitud de este efecto del nivel de iluminación en los bordes de esos reflectores. Puede reducirse este efecto fijando un absorbedor de microondas en los bordes del subreflector y del reflector principal, lo que influye muy poco en la temperatura de la antena.

A.4.1.4.- Influencia de la dispersión. La dispersión puede reducirse por tratamiento de la superficie de las estructuras para aleatorizar la dispersión, curvando aquéllas o añadiéndoles absorbedores de microondas, aunque esta última medida podría incrementar la temperatura de ruido de la antena.

A.4.1.5.- Influencia de la distorsión de fase en el diagrama del alimentador. En las antenas cassegrain, la distorsión de fase que se produce en la bocina del alimentador, puede compensarse modificando la forma del reflector principal. Debe observarse que esa distorsión de fase puede dar lugar a una deflexión del haz en sistemas con varios alimentadores del reflector.

A.4.1.6.- Polarización. Algunos niveles de los lóbulos laterales de las antenas en el plano principal de polarización, pueden también dar lugar a niveles de lóbulos laterales en otros planos de polarización.

A.4.1.7.- Protección del emplazamiento mediante obstáculos situados en el campo próximo o en el campo lejano. Deberá seleccionarse el emplazamiento de la estación terrena para que tenga cierta protección contra las emisiones no deseadas, aprovechando obstáculos situados en el campo cercano o en el campo lejano de la antena. Puede definirse el factor de protección del emplazamiento como la diferencia, expresada en dB, entre la atenuación debida al obstáculo y la atenuación para la misma distancia sin obstáculo.

A.5.- Diagramas de radiación de antenas para estaciones terrenas del servicio fijo por satélite, para utilizar en estudios de interferencias y en la determinación de un objetivo de diseño.

A.5.1.- Diagramas característicos de radiación. Al calcular las interferencias mutuas entre los sistemas de relevadores radioeléctricos y los sistemas de telecomunicaciones por satélite, se deberán conocer las propiedades estadísticas de los niveles de los lóbulos laterales de las antenas, así como las de las crestas de los lóbulos laterales, en particular, cuando hay más de una fuente de interferencia. El valor medio (50%) de las crestas de los lóbulos laterales es aproximadamente 2,0 dB mayor que la distribución de los niveles de esos lóbulos.

Esta distribución se observa a la vez en ambas regiones de lóbulos laterales, la dependiente y la independiente del ángulo y permite la descripción de las características de los lóbulos laterales en forma de valor medio y de desviación típica de los valores estadísticos de las crestas de lóbulos laterales.

A.5.2.- Consideraciones sobre la polarización. El diagrama de radiación de referencia es el obtenido en el plano principal de la antena empleando una antena de prueba que tiene la misma polarización. La interferencia mutua entre estaciones, particularmente estaciones terrenas y estaciones espaciales de distintos sistemas, depende directamente de la discriminación obtenida por medio de los lóbulos laterales de los respectivos sistemas de antenas. Si se emplean polarizaciones idénticas (esto es, polarizaciones concordantes). Se espera que esta discriminación resulte más acentuada que cuando los sistemas trabajan con polarizaciones ortogonales.

A.6.- Método de tratamiento estadístico de las crestas de los lóbulos laterales.- Se define una cresta para un ángulo fuera del eje de forma tal que tanto para un aumento como para una disminución del ángulo se producirá una reducción en el nivel de por lo menos 2,0 dB antes de que el nivel crezca nuevamente por lo menos 2,0 dB.

A.6.1.- Aspectos mecánicos y de estructura. Se recomienda que las estructuras soporte aseguren el mantenimiento preciso de la forma, posición relativa de las diversas superficies reflectoras, aun cuando varíen los ángulos de elevación, la velocidad del viento, la temperatura ambiente, el acumulamiento de hielo o nieve y el calentamiento debido a la radiación solar. Se recomienda el tipo de montaje ecuatorial (acimut sobre elevación).

A.6.2.- Precisión de la superficie de los reflectores. Se recomienda realizar y mantener con precisión la forma de las superficies reflectoras para todas las condiciones de funcionamiento, con el fin de evitar pérdidas de ganancia y el consiguiente aumento de nivel de los lóbulos laterales.

Esta pérdida de ganancia puede estimarse prudentemente como sigue:

$$\text{pérdida de ganancia} = 0,00761 e^2 f^2 \text{ dB.}$$

donde:

e es error en valor r.m.s. (raíz cuadrática media) de la superficie, en mm.

f es frecuencia en GHz.

A.7.- Es recomendable que la temperatura de ruido de las antenas sea lo más baja posible, a continuación se presentan ejemplos de temperaturas de ruido de antenas de distintas marcas y modelos, con base en diferentes ángulos de elevación y diámetros.

Temperaturas de Ruido de Antenas

Diámetro de antena Temperatura de		Banda	Ganancia a la		Ganancia a la	Angulo de elevación
(m)	(tipo)	transmisión	recepción	(grados)	antena (K) *	
(dBi)	(dBi)					
1,2	Ku	43,2	41,7	20,0	26,0	
30,0	22,0					
1,8	C	39,6	35,9	5,0	63,0	
10,0	47,0					
20,0	43,0					
40,0	44,0					
1,8	Ku	46,5	45,0	20,0	23,0	
30,0	19,0					
2,4	C	42,0	38,2	10,0	49,2	
20,0	39,6					
30,0	35,4					
40,0	34,8					
2,4	Ku	49,3	47,9	5,0	58,0	
10,0	43,0					
20,0	36,0					
40,0	34,0					

2,6	Ku	50,1	48,8	5,0	54,0
-----	----	------	------	-----	------

2,8	Ku	50,7	49,2	5,0	56,0
-----	----	------	------	-----	------

10,0	42,0
------	------

30,0	32,0
------	------

40,0	28,0
------	------

26,0
------

3,2	Ku	51,8	50,3	5,0	51,0
-----	----	------	------	-----	------

10,0	38,0
------	------

20,0	30,0
------	------

30,0	27,0
------	------

40,0	25,0
------	------

3,3	Ku	52,1	50,7	10,0	57,0
-----	----	------	------	------	------

25,0	40,0
------	------

3,5	C	45,0	41,9	5,0	47,0
-----	---	------	------	-----	------

10,0	36,0
------	------

20,0	30,0
------	------

40,0	25,0
------	------

3,5	Ku	52,3	50,9	5,0	66,0
-----	----	------	------	-----	------

10,0	50,0
------	------

20,0	41,0
------	------

40,0	30,0
------	------

---

---

3,7	Ku	53,3	51,8	10,0	39,0
-----	----	------	------	------	------

30,0	26,0
------	------

50,0	24,0
------	------

3,8	C	46,0	42,1	10,0	16,0
-----	---	------	------	------	------

20,0	11,0
------	------

30,0	9,0
------	-----

40,0	8,0
------	-----

3,8	Ku	53,2	51,7	10,0	25,0
-----	----	------	------	------	------

20,0	13,0
------	------

30,0	12,0
------	------

40,0	11,0
------	------

4,5	C	46,7	43,6	5,0	53,0
-----	---	------	------	-----	------

10,0	38,0
------	------

15,0	31,0
------	------

20,0	27,0
------	------

30,0	34,0
------	------

40,0	22,0
------	------

50,0	21,0
------	------

60,0	21,0
------	------

4,5	Ku	54,9	53,5	10,0	57,0
-----	----	------	------	------	------

---

		25,0	39,0		
4,6	C	47,6	43,6	5,0	54,0
		10,0	42,0		
		20,0	36,0		
		40,0	32,0		
4,6	Ku	54,7	53,3	5,0	69,0
		10,0	52,0		
		20,0	44,0		
		40,0	39,0		
5,5	C	45,9	42,0	5,0	46,0
		10,0	32,0		
		15,0	25,0		
		20,0	21,0		
		30,0	18,0		
		40,0	17,0		
		60,0	16,0		
5,5	Ku	56,4	55,1	10,0	60,0
		25,0	43,0		
5,6	Ku	57,1	55,7	10,0	41,0
		30,0	30,0		
		50,0	27,0		

---

6,0	C	49,0	45,5	10,0	39,0
-----	---	------	------	------	------

20,0	30,0
------	------

40,0	23,0
------	------

6,0	Ku	57,2	55,9	10,0	55,0
-----	----	------	------	------	------

20,0	40,0
------	------

40,0	37,0
------	------

6,1	C	49,7	46,6	5,0	47,0
-----	---	------	------	-----	------

10,0	36,0
------	------

20,0	30,0
------	------

40,0	25,0
------	------

6,4	Ku	57,8	56,4	10,0	60,0
-----	----	------	------	------	------

25,0	43,0
------	------

7,0	C	51,2	47,8	5,0	43,0
-----	---	------	------	-----	------

10,0	28,0
------	------

15,0	23,0
------	------

20,0	20,0
------	------

30,0	17,0
------	------

40,0	14,0
------	------

7,0	Ku	58,2	57,2	5,0	68,0
-----	----	------	------	-----	------

10,0	47,0
------	------

		15,0	37,0		
		20,0	32,0		
		30,0	26,0		
		40,0	23,0		
		50,0	21,0		
7,6	Ku	59,2	57,9	10,0	63,0
		25,0	50,0		
8,1	C	52,8	49,4	5,0	46,0
		10,0	34,0		
		20,0	26,0		
		40,0	23,0		
8,1	Ku	59,8	58,5	5,0	74,0
		10,0	57,0		
		20,0	47,0		
		40,0	43,0		
9,0	C	53,2	50,1	5,0	49,0
		10,0	37,0		
		20,0	29,0		
		40,0	26,0		
9,0	Ku	60,4	59,2	5,0	79,0
		10,0	63,0		

---

---

20,0	53,0				
40,0	48,0				
9,2	Ku	60,6	59,2	10,0	63,0
25,0	50,0				
10,0	C	54,6	51,1	5,0	46,0
10,0	35,0				
15,0	29,0				
20,0	24,0				
30,0	17,0				
40,0	14,0				
11,0	C	55,5	52,0	5,0	49,0
10,0	37,0				
20,0	29,0				
40,0	26,0				
11,0	Ku	62,4	61,1	5,0	79,0
10,0	63,0				
20,0	53,0				
40,0	48,0				
13,0	C	56,8	53,5	5,0	49,0
10,0	37,0				

		20,0	29,0		
		40,0	26,0		
13,0	Ku	63,9	62,6	5,0	79,0
		10,0	63,0		
		20,0	53,0		
		40,0	48,0		
15,2	C	58,7	55,0	5,0	50,0
		10,0	37,0		
		20,0	31,0		
		40,0	28,0		
16,0	C	58,8	55,2	5,0	48,0
		10,0	41,0		
		20,0	34,0		
		40,0	32,0		
		60,0	30,0		
18,0	C	60,1	56,4	5,0	48,0
		10,0	41,0		
		20,0	34,0		
		40,0	32,0		
		60,0	30,0		
18,3	C	60,0	56,3	5,0	50,0

10,0 37,0

20,0 31,0

40,0 28,0

\* LA TEMPERATURA VARIARA DE ACUERDO A LAS CARACTERISTICAS DEL MATERIAL CON QUE ESTE HECHO EL PLATO.

#### Bibliografía

Reglamento de Radiocomunicaciones; Unión Internacional de Telecomunicaciones (Ginebra 1990).

Ley de Vías Generales de Comunicación.

Reglamento de Telecomunicaciones (25 de octubre de 1992).

Ley Federal de Metrología y Normalización (31 julio 1992).

Glosario de Términos Utilizados en Telecomunicaciones; Telecomunicaciones de México (diciembre de 1992).

Cuadro de Atribución Nacional de Frecuencias de México (1993).

Manual Telecomunicaciones por Satélite, Servicio Fijo por Satélite UIT (1988).

#### Vigencia

La presente Norma entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D.F., a 11 de noviembre de 1994.- El Subsecretario de Comunicaciones y Desarrollo Tecnológico, Andrés Massieu Berlanga.- Rúbrica.

12-22-94 NORMA Oficial Mexicana Emergente NOM-EM-121-SCT1-1994, Instalación y operación de sistemas de radiocomunicación que emplean la técnica de espectro disperso en las bandas de 902-928 MHz, 2450-2483.5 MHz y 5725-5850 MHz.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Comunicaciones y Transportes.- Subsecretaría de Comunicaciones y Desarrollo Tecnológico.

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes, por conducto de la Subsecretaría de Comunicaciones y Desarrollo Tecnológico, con fundamento en los artículos 36 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1o., 38 fracción II, 40 fracción XVI y 48 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, y 6o. fracción XV del Reglamento Interior de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, expide la siguiente: NORMA OFICIAL MEXICANA EMERGENTE NOM-EM-121-SCT1-1994, "INSTALACION Y OPERACION DE SISTEMAS DE RADIOCOMUNICACION QUE EMPLEAN LA TECNICA DE ESPECTRO DISPERSO EN LAS BANDAS DE 902-928 MHz, 2450-2483.5 MHz Y 5725-5850 MHz".

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D.F., a 11 de noviembre de 1994.- El Subsecretario de Comunicaciones y Desarrollo Tecnológico, Andrés Massieu Berlanga.- Rúbrica.

#### PREFACIO

Los organismos e instituciones que participaron en la elaboración de esta Norma son:

1. Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT)
2. Instituto Mexicano de Comunicaciones (IMC)
3. Colegio de Ingenieros Mecánicos Electricistas (CIME)
4. Kb/Tel Telecomunicaciones
5. Mexicana de Electrónica Industrial S.A. de C.V. (MEXEL)

#### INDICE

0. INTRODUCCION
1. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION (alcance)
2. REFERENCIAS
3. TERMINOLOGIA
4. SIMBOLOS Y ABREVIATURAS

## 5. ESPECIFICACIONES

5.1 Especificaciones de transmisión aplicables a ambientes de operación en áreas locales (Bandas de 902-928 MHz, 2450-2483.5 MHz y 5725-5850 MHz)

5.2 Especificaciones de transmisión aplicables a ambientes de operación en áreas restringidas (Bandas de 902-907.2 MHz, 922.8-928 MHz, 2450-2483.5 MHz y 5725-5850 MHz)

5.3 Especificaciones de transmisión aplicables a enlaces de cobertura amplia (Bandas de 902-907.2 MHz, 922.8-928 MHz, 2450-2483.5 MHz y 5725-5850 MHz)

### APENDICE A (Normativo)

Condicionantes Obligatorias Complementarias

### BIBLIOGRAFIA

### OBSERVANCIA DE LA NORMA

#### 0. Introducción.

El espectro disperso (spread spectrum), es una técnica de transmisión en la cual los datos de interés ocupan un ancho de banda mayor del mínimo necesario para enviar tales datos. La dispersión del espectro se logra antes de transmitir la información a través del uso de un código que es independiente de la secuencia de datos. El mismo código es usado en el receptor (operando en sincronía con el transmisor) para comprimir la señal y así recobrar los datos originales.

Una de las características más importantes de espectro disperso es tomar la potencia que va a transmitirse y extenderla en un ancho de banda mayor, de tal forma que la potencia por unidad de ancho de banda ( $P/Hz$ ) sea minimizada.

Otra característica importante de espectro disperso es la reducción de interferencia entre la señal procesada y otras señales no esenciales o ajenas al sistema de comunicación.

Para que los sistemas de espectro disperso operen apropiadamente, es necesario que el receptor adquiera la fase correcta de la forma de onda de llegada, y esto se debe hacer continuamente durante la comunicación. Los procesos de adquisición y sujeción de fase son la base del subsistema de sincronización de espectro disperso. Si la sincronización no se logra y se mantiene, la señal no se puede detectar.

Conviene tener presente que en los artículos 124 y 125 del Reglamento de Telecomunicaciones de México, se hace alusión a los equipos para aplicaciones Industriales, Científicos y Médico [ICM (que no son de espectro disperso)] y, en particular, dichos equipos operan, entre otras, en las bandas de 902-928 MHz, 2400-2500 MHz y 5725-5875 MHz.

Por tanto, los equipos ICM que no son equipos de radiocomunicación, debido a que no transmiten información, deben convivir y ser protegidos, por parte de los sistemas de espectro disperso, conforme a los artículos 124 y 125 mencionados.

Los equipos ICM son dispositivos que producen una energía de radiofrecuencia, conviene aclarar que la utilizan internamente para generar efectos de tipo físico, mecánico, biológico y/o químico. Entre las aplicaciones ICM típicas tenemos las siguientes: Calefacción industrial en procesos de manufactura, diatermia médica terapéutico, aceleración de partículas cargadas, transductores electromecánicos para producir energía mecánica ultrasónica, humidificadores ultrasónicos domésticos, limpiadores domésticos de joyería. Por tanto, no es una telecomunicación.

Por otra parte, los equipos con técnica de espectro disperso son equipos de radiocomunicación que tienen aplicaciones internas (interiores de oficinas) y externas (intercomunicar edificios), dependiendo de la ocupación del espectro radioeléctrico en los países.

Básicamente, se identifican tres bandas de frecuencias factibles de operarse en México, siempre y cuando, se cumplan con las regulaciones que se especifican en este documento. Tales bandas son 902-928 MHz, 2450-2483.5 MHz y 5725-5850 MHz, a continuación se encuentran comentarios al respecto:

En México, la banda de frecuencias de 902-928 MHz está atribuida al servicio fijo para transmisión de datos y al servicio de radiolocalización para radares meteorológicos. También en esta banda operan los equipos ICM, por lo que dichos equipos y servicios deben ser debidamente protegidos de las posibles interferencias que los equipos de espectro disperso pudieran ocasionarles.

La banda de frecuencias de 2400-2500 MHz está atribuida en otros países para los sistemas de espectro disperso. En México sólo se considera el segmento de 2450-2483.5 MHz como factible para la operación de esta clase de equipos. Lo anterior se debe a que la banda de 2300-2450 MHz se opera actualmente para sistemas de distribución múltiple de señales (enlaces punto-multipunto), para el servicio de telefonía en poblaciones rurales, cuyos repetidores se ubican en cerros altos a lo largo de nuestro país, y también, se aplica para la transmisión de datos dentro de las ciudades más pobladas. Asimismo, la banda de 5725-5850 MHz puede ser utilizada para aplicaciones de espectro disperso.

## 1. Objetivo y campo de aplicación (alcance).

### 1.1 Objetivo

La presente Norma va dirigida a la regulación de los sistemas de radiocomunicación que utilizan la técnica de espectro disperso (spread spectrum), en México.

### 1.2 Campo de aplicación

La técnica de espectro disperso es considerada como una tecnología clave en el desarrollo de las futuras redes de comunicaciones personales; las cuales se espera sean implantadas en esta década y tendrán un impacto directo en el campo de las telecomunicaciones a nivel internacional, particularmente en el área de las comunicaciones móviles, por lo que se espera que la normalización sea dinámica.

## 2. Referencias.

No existen documentos normativos que hayan sido citados en el texto de esta Norma.

### 3. Terminología.

#### Area Local

Es un área de cobertura local, aquella en la que se pueden operar los equipos de espectro disperso usando una antena omnidireccional con una potencia radiada aparente (pra) máxima de 30 mWatts y/o un alcance máximo de 500 metros dentro de un mismo edificio.

#### Area Restringida

Es un área de cobertura restringida, aquella donde se utiliza una antena omnidireccional con una potencia radiada aparente (pra) de hasta un valor de 30 dBm, siempre y cuando las emisiones del usuario autorizado no se utilicen para enlazar equipos que impliquen el cruce de calles ni propiedades de terceros, por ejemplo: plantas industriales, centros comerciales, universidades, patios de carga y maniobras. Normalmente son enlaces no mayores de 500 metros que utilizan antenas omnidireccionales. Ocasionalmente se presentan casos que requieren enlazar equipos separados más de 500 metros utilizando para ello antenas direccionales.

#### Enlaces de Cobertura Amplia

Son aquellos enlaces punto a punto con una distancia entre extremos mayor a 500 metros, en donde se utilizan antenas direccionales, el alcance se determina con una potencia radiada aparente (pra) máxima de 36 dBm.

#### Espectro Disperso

Es una técnica de transmisión en la cual los datos de interés ocupan un ancho de banda mayor del mínimo necesario para enviar tales datos. La dispersión del espectro se logra antes de transmitir la información a través del uso de un código que es independiente de la secuencia de datos. El mismo código es usado en el receptor (operando en sincronía con el transmisor) para comprimir la señal y así recobrar los datos originales.

#### Potencia de salida de operación del transmisor

Es la potencia que se obtiene a la salida del transmisor antes de conducirla por el cableado que va a la antena transmisora.

#### Potencia pico de transmisión

Es la potencia máxima de salida de operación del transmisor autorizado.

#### Potencia Radiada Aparente (p.r.a.)(en una dirección dada)

Producto de la potencia suministrada a la antena por su ganancia con relación a un dipolo de media onda en una dirección dada.

#### 4. Símbolos y abreviaturas.

kHz Kilohertz

MHz Megahertz

dB Decibel

dBd Decibel con relación a un dipolo

dBm Decibel con relación a un miliwatt

mW Miliwatt

kB/s Kilobit por segundo

uV/m Microvolt por metro

p.r.a. potencia radiada aparente

ICM Industrial, Científico y Médico

BPSK Tipo de modulación por desplazamiento de fase binaria

QPSK Tipo de modulación por cuadratura de fase

MPSK Tipo de modulación por desplazamiento de fase

< Menor o igual

seg. Segundo

SCT Secretaría de Comunicaciones y Transportes

#### 5. Especificaciones.

5.1 Especificaciones de transmisión aplicables a ambientes de operación en áreas locales (Bandas de 902-928 MHz, 2450-2483.5 MHz y 5725-5850 MHz)

5.1.1 Para la técnica de modulación por salto de frecuencia:

Separación de frecuencias portadoras: 25 kHz mínimo

500 kHz máximo

Ancho de banda de la señal transmitida: 500 kHz máximo

Ganancia de Antena: 0 dBd

Patrón de Radiación: Omnidireccional

Potencia pico de transmisión: 30 mWatts (máximo). La potencia de la señal, en cualquier segmento de 100 kHz, fuera del ancho de banda de operación, deberá ser 20 dB menor que la potencia en cualquier segmento de 100 kHz dentro del ancho de banda de operación

Potencia radiada aparente (pra): 14.7 dBm

Salto de frecuencia: 50 mínimo (para la banda 902-928 MHz)

75 mínimo (para las bandas 2450-2483.5 MHz y 5725-5850 MHz)

Armónicas: menor a 500 uV medidos a 3 metros. Las emisiones no esenciales no deben exceder este límite si son medidas en las terminales de la antena. La potencia de las emisiones no deberá exceder 2 nanoWatts

Tiempo máximo de ocupación sobre

cualquier frecuencia: menor a 0.4 seg.

Tolerancia en frecuencia: + 100 kHz del ancho de banda total

Velocidad de transmisión: hasta 512 kb/s

Tipos de modulación preferente: BPSK, QPSK, MFSK

Tipo de servicio: Fijo y móvil

Tipo de información: Digital

Horario de operación: La SCT lo fijará

5.1.2 Para la técnica de modulación de secuencia directa:

Ancho de banda de la señal transmitida: 500 kHz mínimo

Densidad de potencia en un segundo: < 8 dBm/3 kHz

Ganancia de procesamiento: 10 dB mínimo

Ganancia de antena: 0 dBd

Patrón de radiación: Omnidireccional

Potencia pico de transmisión: 30 mWatts (máximo). La potencia de la señal, en cualquier segmento de 100 kHz, fuera del ancho de banda de operación, deberá ser 20 dB menor que la potencia en cualquier segmento de 100 kHz dentro del ancho de banda de operación

Potencia radiada aparente (pra): 14.7 dBm

Armónicas: menor a 500 uV medidos a 3 metros. Las emisiones no esenciales no deben exceder este antena. La potencia límite si son medidas en las terminales de la de las emisiones no deberá exceder 2 nanoWatts

Velocidad de transmisión: hasta 512 kb/s

Tipos de modulación preferente: BPSK, QPSK, MFSK

Tipo de servicio: Fijo y móvil

Tipo de información: Digital

Horario de operación: La SCT lo fijará

5.2 Especificaciones de transmisión aplicables a ambientes de operación en áreas restringidas (Bandas de 902-907.2 MHz, 922.8-928 MHz, 2450-2483.5 MHz y 5725-5850 MHz)

5.2.1 Para la técnica de modulación por salto de frecuencia:

Separación de frecuencias portadoras: 25 kHz mínimo

500 kHz máximo

Ancho de banda de la señal transmitida: 500 kHz máximo

Patrón de Radiación: Omnidireccional (para enlaces de hasta 500 metros)

Para enlaces mayores de 500 metros se deberán usar antenas direccionales con las siguientes características:

- Ancho del patrón horizontal a un medio de la potencia máxima menor o igual a 22°.
- Ancho del patrón vertical a un medio de la potencia máxima menor o igual a 45°.
- Relación frente-espalda mayor o igual a 20 dB.

Potencia radiada aparente (pra): menor o igual a 30 dBm

Saltos de frecuencia: 50 mínimo (para la banda 902-907.2/922.8-928 MHz)

75 mínimo (para las bandas 2450-2483.5 MHz y 5725-5850 MHz)

Armónicas: menor a 500 uV medidos a 3 metros. Las emisiones no esenciales no deben exceder este límite si son medidas en las terminales de la antena. La potencia de las emisiones no deberá exceder 2 nanoWatts

Tiempo máximo de ocupación sobre

cualquier frecuencia: menor a 0.4 seg.

Tolerancia en frecuencia: + 100 kHz del ancho de banda total

Velocidad de transmisión: 64 kb/s

(para las bandas de 902-907.2 MHz y 922.8-928 MHz)

hasta 512 kb/s

(para la banda de 2450-2483.5 MHz)

hasta 2.048 Mb/s

(para la banda de 5725-5850 MHz)

Tipos de modulación preferente: BPSK, QPSK, MFSK

Tipo de servicio: Fijo y móvil

Tipo de información: Digital

Horario de operación: La SCT lo fijará

5.2.2 Para la técnica de modulación de secuencia directa:

Ancho de banda de la señal transmitida: 500 kHz mínimo

Densidad de potencia en un segundo: < 8 dBm/3 kHz

Ganancia de procesamiento: 10 dB mínimo

Patrón de Radiación: Omnidireccional (para enlaces de hasta 500 metros)

Para enlaces mayores de 500 m, se deberán usar antenas direccionales con la siguientes características:

- Ancho del patrón horizontal a un medio de la potencia máxima menor o igual a 22°.
- Ancho del patrón vertical a un medio de la potencia máxima menor o igual a 45°.
- Relación frente - espalda mayor o igual a 20 dB.

Armónicas: menor a 500 uV/m medidos a 3 metros. Las emisiones no esenciales no deben exceder este límite si son medidas en las terminales de la antena. La potencia de las emisiones no deberá exceder 2 nanoWatts.

Velocidad de transmisión: 64 kb/s

(para las bandas de 902-907.2 MHz y

922.8-928 MHz)

hasta 512 kb/s

(para la banda de 2450-2483.5 MHz)

hasta 2.048 Mb/s

(para la banda de 5725-5850 MHz)

Tipos de modulación preferente: BPSK, QPSK, MFSK

Tipo de servicio: Fijo y móvil

Tipo de información: Digital

Horario de operación: La SCT lo fijará

5.3 Especificaciones de transmisión aplicables a enlaces de cobertura amplia (Bandas de 902-907.2 MHz, 922.8-928 MHz, 2450-2483.5 MHz y 5725-5850 MHz)

5.3.1 Para la técnica de modulación por salto de frecuencia:

Separación de frecuencias portadoras: 25 kHz mínimo

500 kHz máximo

Ancho de banda de la señal transmitida: 500 kHz máximo

Patrón de Radiación: Direccional

Se deberán usar antenas direccionales con las siguientes características:

- Ancho del patrón horizontal a un medio de la potencia máxima menor o igual a 22°.
- Ancho del patrón vertical a un medio de la potencia máxima menor o igual a 45°.
- Relación frente-espalda mayor o igual a 20 dB.

Potencia pico de transmisión: 250 mWatts (máximo). La potencia de la señal, en cualquier segmento de 100 kHz, fuera del ancho de banda de operación, deberá ser 20 dB menor que la potencia en cualquier segmento de 100 kHz dentro del ancho de banda de operación

Potencia radiada aparente (pra): menor o igual a 36 dBm

Saltos de frecuencia: 50 mínimo (para la banda 902-907.2/922.8-928 MHz)

75 mínimo (para las bandas 2450-2483.5 MHz y 5725-5850 MHz)

Armónicas: menor a 500 uV medidos a 3 metros. Las emisiones no esenciales no deben exceder este límite si son medidas en las terminales de la antena. La potencia de las emisiones no deberá exceder 2 nanoWatts

Tiempo máximo de ocupación sobre

cualquier frecuencia: menor a 0.4 seg.

Tolerancia en frecuencia: + 100 kHz del ancho de banda total.

Velocidad de transmisión: 64 kb/s

(para las bandas de 902-907.2 MHz y

922.8-928 MHz)

hasta 512 kb/s

(para la banda de 2450-2483.5 MHz)

hasta 2.048 Mb/s

(para la banda de 5725-5850 MHz)

Tipos de modulación preferente: BPSK, QPSK, MFSK

Tipo de servicio: Fijo y móvil

Tipo de información: Digital

Horario de operación: La SCT lo fijará

5.3.2 Para la técnica de modulación de secuencia directa:

Ancho de banda de la señal transmitida: 500 kHz mínimo

Densidad de potencia en un segundo: < 8 dBm/3 kHz

Ganancia de procesamiento: 10 dB mínimo

Patrón de Radiación: Direccional

Se deberán usar antenas direccionales con las siguientes características:

- Ancho del patrón horizontal a un medio de la potencia máxima menor o igual a 22°.
- Ancho del patrón vertical a un medio de la potencia máxima menor o igual a 45°.
- Relación frente-espalda mayor o igual a 20 dB.

Polarización: Horizontal, vertical, la SCT lo fijará

Armónicas: menor a 500 uV/m medidos a 3 metros. Las emisiones no esenciales no deben exceder este límite si son medidas en las terminales de la antena. La potencia de las emisiones no deberá exceder

2 nanoWatts

Velocidad de transmisión: 64 kb/s

(para las bandas de 902-907.2 MHz y 922.8-928 MHz)

hasta 512 kb/s

(para la banda de 2450-2483.5 MHz)

hasta 2.048 Mb/s

(para la banda de 5725-5850 MHz)

Tipos de modulación preferente: BPSK, QPSK, MFSK

Tipo de servicio: Fijo y móvil

Tipo de información: Digital

Horario de operación: La SCT lo fijará

APENDICE "A" (Normativo)

Condiciones Obligatorias Complementarias

Los sistemas de radiocomunicación que utilicen la técnica de espectro disperso podrán operar, a título secundario, las bandas de frecuencias de 902-928 MHz, 2450-2483.5 MHz y 5725-5850 MHz.

La atribución a título secundario significa que los equipos que utilicen la técnica de espectro disperso estarán condicionados a no causar interferencia a los equipos ICM, estaciones de radiocomunicación de voz y datos con frecuencia específica asignada, así como estaciones autorizadas de radiolocalización y estarán expuestos a recibir las interferencias que aquéllas les puedan causar sin que tales sistemas de espectro disperso reclamen protección.

Los usuarios deberán utilizar la potencia mínima indispensable para enlazar sus equipos. Esto permitirá la convivencia de un mayor número de equipos de diferentes usuarios en una zona determinada.

Los sistemas de espectro disperso deberán contar con un certificado de homologación ante la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, previo a su comercialización en nuestro país.

Los usuarios requieren permiso de operación de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Para ello deberán llenar los formularios específicos de conformidad con su clasificación, a saber: área local, área restringida o enlaces de cobertura amplia.

#### Bibliografía

Para la elaboración de esta Norma se utilizó la siguiente bibliografía:

- Reglamento de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), edición 1990.

- La parte 15.247 del Reglamento de Telecomunicaciones de la Federal Communications Commission (FCC).

- El Cuadro de Atribución de Frecuencias y las definiciones del Reglamento de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), suscrito por México y refrendado en la Convención de Ginebra CAMR-92, y sus subsecuentes ampliaciones y modificaciones.

- Reglamento de Telecomunicaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 29 de octubre de 1990.

#### Observancia de la Norma

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes vigilará el cumplimiento de esta Norma.

#### Vigencia

La presente Norma Oficial Mexicana Emergente, entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Sufragio Efectivo. No Relección.

México, D.F., a 11 de noviembre de 1994.- El Subsecretario de Comunicaciones y Desarrollo Tecnológico, Andrés Massieu Berlanga.- Rúbrica.

12-22-94 NORMA Oficial Mexicana Emergente NOM-EM-122-SCT1-1994, Sistemas de relevadores radioeléctricos del servicio fijo multicanal que operan en la banda de 14500-15350 MHz.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Comunicaciones y Transportes.- Subsecretaría de Comunicaciones y Desarrollo Tecnológico.

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes, por conducto de la Subsecretaría de Comunicaciones y Desarrollo Tecnológico, con fundamento en los artículos 36 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1o., 38 fracción II, 40 fracción XVI y 48 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y 6o. fracción XV del Reglamento Interior de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, expide la siguiente:

NORMA OFICIAL MEXICANA EMERGENTE NOM-EM-122-SCT1-1994 "SISTEMAS DE RELEVADORES RADIOELECTRICOS DEL SERVICIO FIJO MULTICANAL QUE OPERAN EN LA BANDA DE 14500-15350 MHz"

#### Índice

- 0 Introducción
- 1 Objetivo y Campo de aplicación
- 2 Referencias
- 3 Símbolos y abreviaturas
- 4 Terminología
- 5 Elementos normativos técnicos

Concordancia con normas internacionales

Bibliografía

Observancia de la Norma

## Prefacio

Los organismos e Instituciones que participaron en la elaboración de esta Norma son:

- Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT)

## Capítulo 0

### Introducción

El continuo desarrollo de las telecomunicaciones en el país, aunado al incremento de su población han sido factores determinantes en la creciente demanda de los sistemas relevadores radioeléctricos en la banda de 14500-15350 MHz. Su instalación, operación y explotación requieren de un instrumento normativo que establezca las especificaciones técnicas que permitan la optimización del servicio a fin de contribuir asimismo al uso más eficiente del espectro radioeléctrico.

Los sistemas de Relevadores Radioeléctricos en México, utilizan dos clases de tecnología: la denominada analógica y la actualmente más utilizada digital, esta técnica mejora las características de operación de los equipos, optimizando la transmisión de señales de voz, datos, imágenes, etcétera, entre las que podemos mencionar la relación portadora/interferencia (C/I), susceptibilidad a la distorsión, la capacidad total de una red de relevadores radioeléctricos y la regulación de la potencia de transmisión.

El desarrollo, implantación y operación de los sistemas de radiocomunicación del servicio fijo multicanal denominado comúnmente de Microondas es de gran trascendencia para el desarrollo socioeconómico, cultural, político, etcétera, de un país, ya que llevan las comunicaciones antes señaladas, utilizando tecnologías que proporcionan cada día un uso más eficiente del espectro radioeléctrico, reduciendo las anchuras de banda necesarias, las potencias de operación, optimizando la relación portadora/ruido, diseñando los equipos menos susceptibles al desvanecimiento por trayectos múltiples y utilizando técnicas de modulación multiestados.

Por lo anterior la Secretaría de Comunicaciones y Transportes edita la Norma Oficial Mexicana Emergente para los Sistemas de Relevadores Radioeléctricos del Servicio Fijo Multicanal que operan en la banda de 14500-15350 MHz. La presente es un instrumento dinámico, por lo que debe ser actualizada de acuerdo al avance de la ciencia y la tecnología de las telecomunicaciones.

## Capítulo 1

### Objetivo y Campo de aplicación

#### 1.1 Objetivo:

Establecer las especificaciones técnicas normalizadas para la instalación y operación de los equipos transmisores y receptores empleados en los sistemas de relevadores radioeléctricos del Servicio Fijo Multicanal que operan en la banda de 14500-15350 MHz.

#### 1.2 Campo de aplicación:

A nivel nacional, en la instalación y operación de enlaces o redes de radiocomunicación de microondas en la banda de 14500-15350 MHz.

## Capítulo 2

### Referencias

Para la elaboración de la Norma Oficial Mexicana Emergente NOM-EM-122-SCT1-1994 referente a Sistemas de Relevadores Radioeléctricos del Servicio Fijo Multicanal que operan en la Banda de 14500-15350 MHz ha servido como referencia el siguiente documento:

Reglamento de Telecomunicaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

## Capítulo 3

### Símbolos y abreviaturas

Los símbolos y abreviaturas contenidos en la presente Norma son los adoptados por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). A continuación se presentan algunos símbolos empleados en este documento, con su significado.

Símbolos y abreviaturas	Significado
Hz	Hertz
kHz	Kilohertz
MHz	Megahertz
GHz	Gigahertz
dB	Decibel
dBmW	Decibel con relación a un miliwatt
Mbit/s	Mega bit por segundo
m.V.	Milivolt
p.r.a.	Potencia radiada

aparente

p.i.r.e. Potencia isotrópica

radiada equivalente

MDP-(PSK) Modulación de fase

MDF-(FSK) Modulación de

frecuencia

MAQ-(QAM) Modulación de

Amplitud

dBi Valor en decibeles

referidos a una antena isotrópica

#### Capítulo 4

#### Terminología

Los términos empleados en esta Norma y cuyo significado no se encuentra en este capítulo, tienen el establecido por la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI) o la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).

Sistema de relevadores radioeléctricos

Sistema de radiocomunicación del servicio fijo funcionando en frecuencias superiores a unos 30 MHz, que utilizan la propagación troposférica y que normalmente incluye una o varias estaciones intermedias.

Sistemas de relevadores radioeléctricos Transhorizonte

Sistema de relevadores radioeléctricos que utilizan la propagación troposférica transhorizonte y principalmente la propagación por dispersión hacia adelante.

Cocanal (ortogonal)

Designa una disposición de los radiocanales de un radioenlace en la cual la misma frecuencia central nominal es reutilizada mediante dos polarizaciones ortogonales para la transmisión de dos señales que pueden ser independientes o no.

Modulación de amplitud en cuadratura de "n" estados (símbolo: MAQ-n)

Modulación en la que dos portadoras en cuadratura son moduladas en amplitud por una señal digital con un número finito de niveles de amplitud, y se suman a continuación las dos portadoras moduladas, y el resultado de la modulación puede representarse como una constelación de n puntos en un diagrama de amplitud /fase.

Modulación simple

Modulación digital en la cual la señal de radiofrecuencia puede adoptar como máximo 4 valores, sean éstos de frecuencia, de fase o de amplitud, en el instante de muestreo del símbolo.

Modulación multiniveles

Modulación digital en la cual la señal de radiofrecuencia puede adoptar más de 4 valores, sean éstos de frecuencia, de fase o de amplitud, en el instante de muestreo del símbolo.

Nota: Cuando se emplean los términos "modulación de alto nivel" o "modulación de bajo nivel", se alude no al tipo de modulación, sino al nivel de potencia de la señal a la entrada del modulador.

Modulación multiestados

Modulación digital en la cual la señal de radiofrecuencia puede adoptar más de 4 estados de fase y de amplitud en el instante de muestreo del símbolo.

Anchura de banda necesaria

Para una clase de emisión dada, anchura de la banda de frecuencias estrictamente suficiente para asegurar la transmisión de la información a la velocidad y con la calidad requeridas en condiciones específicas.

Banda de frecuencias

Conjunto continuo de frecuencias comprendidas entre dos frecuencias límite especificadas.

Nota: Una banda de frecuencias está caracterizada por dos valores que determinan su posición en el espectro de frecuencias, por ejemplo, sus frecuencias límite inferior y superior.

Canal adyacente

Radiocanal cuya frecuencia característica, en un conjunto determinado de radiocanales, se sitúa inmediatamente por encima o por debajo de la de un canal dado.

Nota 1: El canal adyacente situado por encima del canal dado se denomina "canal adyacente superior", el situado por debajo, "canal adyacente inferior".

Nota 2: Dos canales adyacentes pueden tener en común una parte del espectro de frecuencias; en este caso se habla de superposición de frecuencias o de canales parcialmente superpuestos.

#### Clase de emisión

Conjunto de características de una emisión, a saber: tipo de modulación de la portadora principal, naturaleza de la señal moduladora, tipo de información que se va a transmitir, así como también, en su caso, cualesquiera otras características; cada clase se designa mediante un conjunto de símbolos normalizados.

#### Emisión

1. Radiación en el caso en que la fuente es un transmisor radioeléctrico.
2. Señales u ondas radioeléctricas producidas por una estación transmisora radioeléctrica.

Nota: La energía procedente del oscilador local de un receptor radioeléctrico, si pasa al espacio exterior, no es una emisión sino una radiación.

#### Ganancia de la antena

1. Aumento de una potencia eléctrica, electromagnética o acústica entre dos puntos.
2. Valoración cuantitativa del aumento de una potencia expresada generalmente en decibeles; este aumento se expresa por la relación de los valores en dos puntos de una potencia, o de una magnitud vinculada a la potencia de forma bien definida.

Nota 1: Por extensión, el término "ganancia" puede representar la relación entre las potencias en una situación dada y en una situación de referencia, como por ejemplo en la expresión "ganancia de una antena".

Nota 2: La ganancia se expresa en decibeles mediante un valor positivo o negativo. Cuando el valor de la ganancia en decibeles es negativo, puede emplearse atenuación en vez de ganancia.

#### Polarización cruzada o transpolarización

Aparición, durante la propagación, de una componente de polarización ortogonal a la polarización prevista.

### Potencia Isótropa radiada equivalente (p.i.r.e.)

Producto de la potencia suministrada a la antena por su ganancia con relación a una antena isótropa en una dirección dada (ganancia isótropa o absoluta).

Nota: La antena isótropa, cuando se alimenta con una potencia de 1kW, se considera que proporciona una p.i.r.e. de 1kW en todas las direcciones y produce una intensidad de campo de 173 mV/m a un km de distancia.

### Telecomunicaciones

Toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, escritos, imágenes, voz, sonidos o informaciones de cualquier naturaleza por línea física, conductora eléctrica, radioelectricidad, medios ópticos y otros sistemas electromagnéticos.

### Radiocomunicación

Toda telecomunicación transmitida por medio de ondas radioeléctricas.

### Ondas radioeléctricas

Son ondas electromagnéticas, cuyas frecuencias se fijan convencionalmente por debajo de 3000 GHz, que se propagan por el espacio sin guía artificial.

### Canal

Es un medio de transmisión unidireccional de señales entre dos puntos por línea física, radioeléctricos, medios ópticos u otros sistemas electromagnéticos.

### Circuito

Combinación de dos canales que permiten la transmisión bidireccional de señales entre dos puntos. En una red de telecomunicaciones el término "circuito" está limitado generalmente a un circuito de telecomunicaciones que conecta directamente dos equipos o centrales de conmutación, junto con los equipos terminales asociados.

### Enlace

Medio de transmisión con características específicas, entre dos puntos, esto puede ser mediante canal o circuito. Conjunto de instalaciones terminales y red de interconexión que funciona de un modo particular a fin de permitir el intercambio de información entre equipos terminales.

### Red de telecomunicaciones

La infraestructura o instalación que establece una red de canales o circuitos para conducir señales de voz, sonido, datos, textos, imágenes u otras señales de cualquier naturaleza, entre dos o más puntos definidos por medio de un conjunto de líneas físicas, enlaces radioeléctricos, ópticos o de cualquier otro tipo, así como por los dispositivos o equipos de conmutación asociados para tal efecto.

#### Servicios de telecomunicaciones

Son aquellos que se ofrecen a terceros o al público en general, para que por medio de un circuito o una red de telecomunicaciones un usuario pueda establecer comunicación desde un punto de la red a cualquier otro punto de la misma o a otras redes de telecomunicaciones.

#### Servicio fijo de radiocomunicación

Es un servicio entre puntos fijos determinados, mediante monocanales, multicanales, multiacceso o multidistribución de señales.

### Capítulo 5

#### Elementos normativos técnicos

##### 5.1 Bandas de frecuencias específicas en 15 GHz empleadas para diferentes capacidades:

###### 5.1.1 Baja y mediana capacidad: 14627-14914 MHz y

14942-15229 MHz

###### 5.1.2 Baja, mediana y alta capacidad: 14500-14627 MHz y

15229-15350 MHz

##### 5.2 Separación de frecuencias:

###### 5.2.1 La separación máxima de frecuencias entre transmisor y receptor para estos sistemas es de:

315 MHz (ver cuadro 1)

728 MHz (ver cuadro 2)

##### 5.3 Velocidades de transmisión:

5.3.1 Las velocidades de transmisión autorizadas se mencionan a continuación y asimismo se presenta la forma en que se les denomina:

2.048, 8.448, 34.368

y 139.264 Mbit/s, que

en adelante la deno-

taremos como 2, 8,

34 y 140 Mbit/s,

respectivamente

5.4 Velocidades de transmisión permitidas en las bandas:

5.4.1 De 1427-14914 MHz y de

14942-15229 MHz: 2.8, 2x8 y 34 Mbit/s

5.4.2 De 14500-14627 MHz y

15229-15350 MHz: 8, 2x8, 34 y 140 Mbit/s

5.5 Anchura de banda necesaria:

La anchura de banda necesaria para sistemas que manejan velocidades de:

5.5.1 De 2 Mbit/s (hasta 30 canales 2.0 MHz o menor

telefónicos por radiocanal):

5.5.2 De 8 Mbit/s (hasta 120 canales telefónicos por radiocanal): 8.0 MHz o menor

5.5.3 De 2 X 8 Mbit/s (hasta 240 canales telefónicos por radiocanal): 16.0 MHz o menor

5.5.4 De 34 Mbit/s (hasta 480 canales telefónicos por radiocanal): 23.3 MHz o menor

5.5.5 De 140 Mbit/s (hasta 1920 canales telefónicos por radiocanal): 23.3 MHz o menor

5.6 Denominación de las emisiones:

Denominación normalizada de las emisiones para diferentes velocidades de transmisión:

5.6.1 De 2 Mbit/s.: 2MOOF7DDT,

2MOOW7DDT o

2MOOG7DDT

5.6.2 De 8 Mbit/s.: 8MOOF7DDT,

8MOOW7DDT o

8MOOG7DDT

5.6.3 De 2.8 Mbit/s.: 16MOF7DDT,

16MOW7DDT o

16MOG7DDT

5.6.4 De 34 Mbit/s.: 23M3F7DDT,

23M3W7DDT o

23M3G7DDT

5.6.5 De 140 Mbit/s.: 23M3F7DDT,

23M3W7DDT o

23M3G7DDT

5.7 Niveles transmitidos:

El número mínimo de niveles transmitidos (en la modulación) son los siguientes:

5.7.1 Para 2, 8, 2x8 y 34 Mbit/s: 4 PSK (equivalente o

superior)

5.7.2 Para 140 Mbit/s: 64 QAM (equivalente

o superior)

#### 5.8 Tipos de modulación:

Tipos de modulación usados preferentemente:

Modulación de fase      MDP (PSK)

Modulación de frecuencia      MDF (FSK)

Modulación de amplitud      MAQ (QAM)

#### 5.9 Potencia a la entrada del sistema radiador:

El nivel de potencia máxima de entrada

del sistema radiador:      + 25 dBm

#### 5.10 Potencia isotrópica radiada equivalente (p.i.r.e.)

El nivel máximo de potencia isotrópica

radiada equivalente:      + 45 dBW

#### 5.11 Ganancia de antena:

Ganancia mínima de antena:      37 dBi

#### 5.12 Atenuación de la señal transmitida:

El nivel mínimo de atenuación de la señal transmitida, con respecto a la

dirección de máxima ganancia de la antena en:

5.12.1 Los radiales      5°      18 dB (medida en

el plano horizontal sin

importar el tipo de la

polarización de la

antena)

5.12.2 Radial 180° 55 dB (medida en el

plano horizontal sin

importar el tipo de la

polarización de

antena)

5.13 Tolerancia de frecuencia del radiocanal:

Límites de tolerancia de

frecuencia del radiocanal

asignado: + 30 millonésimas

(+ 0.00 3%)

5.14 Tipo de radiación de la antena: Direccional

5.15 Tipo de polarización:

Tipo de polarización vertical y horizontal (la Secretaría de Comunicaciones y Transportes lo fijará, considerando que todos y cada uno de los radiocanales pueden operar simultáneamente en una máxima zona con ambos tipos de polarización).

5.16 Tipo de servicios:

El tipo de servicios debe ser fijo, para enlaces punto a punto.

5.17 Tipo de información:

La información autorizada debe ser de voz, datos o ambos.

5.18 Horario de operación:

El horario de operación es establecido por la Secretaría de Comunicaciones  
y Transportes.

#### 5.19 Parámetros complementarios

Con la finalidad de que los usuarios que utilizan la banda de 14500-15350 MHz, puedan instalar y operar una estación de microondas, es indispensable que se tomen en consideración los siguientes parámetros, mismos que debe proponer el propio usuario dada la naturaleza de los mismos:

- 1.- Nombre de las estaciones
- 4.- Tipo de estación
- 5.- Acceso
  - Entronque
  - Carretera
  - Longitud del camino
- 6.- Altura del terreno sobre el nivel del mar
- 7.- Altura de la torre
- 8.- Altura de la antena
- 9.- Tipo de cable de transmisión
- 10.- Distancia entre estaciones
- 11.- Coordenadas geográficas de las estaciones
- 12.- Sistema radiador
  - Tipo de antena
  - Longitud, dimensión o diámetro
  - Ganancia en decibeles

- Angulo de abertura
- 13.- Azimuts
- 14.- Pérdida en líneas
- 15.- Potencia radiada aparente (p.r.a.) del equipo de transmisión
- 16.- Características de los equipos
  - Tipo de modulación
  - Potencia nominal
  - etc.

## CUADRO 1

## DISTRIBUCION DE RADIOCANALES EN LAS

## BANDA DE 14627 - 15229 MHz

No. de Canal	Frecuencias ( en MHz)	Velocidad (en Mb/s)
1/1'	14634.0/14949.0	8
2/2'	14648.0/14963.0	8
3/3'	14662.0/14977.0	34,2X8 y 8
4/4'	14676.0/14991.0	8
5/5'	14690.0/15005.0	34,2X8 y 8
6/6'	14704.0/15019.0	8
7/7'	14718.0/15033.0	34,2X8 y 8

---

8/8´	14732.0/15047.0	8
9/9´	14746.0/15061.0	34,2X8 y 8
10/10´	14760.0/15075.0	8
11/11´	14774.0/15089.0	34,2X8 y 8
12/12´	14788.0/15103.0	8
13/13´	14802.0/15117.0	34,2X8 y 8
14/14´	14816.0/15131.0	8
15/15´	14830.0/15145.0	34,2X8 y 8
16/16´	14844.0/15159.0	8
17/17´	14858.0/15173.0	34,2X8 y 8
18/18´	14872.0/15187.0	8
19/19´	14886.0/15201.0	34,2X8 y 8
20/20´	14900.0/15215.0	8
21/21´	14641.0/14956.0	8
22/22´	14655.0/14970.0	8
23/23´	14669.0/14984.0	8
24/24´	14683.0/14998.0	8
25/25´	14697.0/15012.0	8
26/26´	14711.0/15026.0	8
27/27´	14725.0/15040.0	8
28/28´	14739.0/15054.0	8

29/29´	14753.0/15068.0	8
30/30´	14767.0/15082.0	8
31/31´	14781.0/15096.0	8
32/32´	14795.0/15110.0	8
33/33´	14809.0/15124.0	8
34/34´	14823.0/15138.0	8
35/35´	14837.0/15152.0	8
36/36´	14851.0/15166.0	8
37/37´	14865.0/15180.0	8
38/38´	14879.0/15194.0	8
39/39´	14893.0/15208.0	8
40/40´	14907.0/15222.0	8

Separación de frecuencias entre transmisor y receptor es de 315 MHz

VELOCIDAD DE TRANSMISION      ANCHURA DE BANDA NECESARIA

8	Mb/s	8	MHz
2X8	Mb/s	14	MHz
34	Mb/s	28	MHz

CUADRO 2

DISTRIBUCION DE RADIOCANALES

BANDAS DE 14500-14627 MHz Y 15229-15350 MHz

---

No. de	Frecuencias	Velocidades
Canales	( en MHz )	( en Mbit/s )
16/16´	14504.5/15232.5	8
17/17´	14508.0/15236.0	8
18/18´	14511.5/15239.5	8
1/1´	14515.0/15243.0	140,34,8
19/19´	14518.5/15246.0	8
9/9´	14522.0/15250.0	34,8
20/20´	14525.5/15253.5	8
5/5´	14529.0/15257.0	140,34,8
21/21´	14532.5/15260.5	8
10/10´	14536.0/15264.0	34,8
22	14539.5/15267.5	8
2/2´	14543.0/15271.0	140,34,8
23	14546.0/15274.5	8
11/11´	14550.0/15278.0	34,8
24	14553.5/15281.5	8
6/6´	14557.0/15285.0	140,34,8
25	14560.5/15288.5	8
12/12´	14564.0/15292.0	34,8
26	14567.5/15295.5	8

3/3´	14571.0/15299.0	140,34,8
27	14574.5/15302.5	8
13/13´	14578.0/15306.0	34,8
28	14581.5/15309.5	8
7/7´	14585.0/15313.0	140,34,8
29	14588.5/15316.5	8
14/14´	14592.0/15320.0	34,8
30	14595.5/15323.5	8
4/4´	14599.0/15327.0	140,34,8
31/31´	14602.5/15330.5	8
15/15´	14606.0/15334.0	34,8
32	14609.5/15337.5	8
8/8´	14613.0/15341.0	140,34,8

Separación de frecuencias entre transmisor y receptor es de 728 MHz.

Velocidad de transmisión 140 Mbit/s      Polarización preferente :

1,2,3,4,1´,2´,3´,4´ = Vertical

5,6,7,8,5´,6´,7´,8´ = Horizontal

Capítulo 6

Métodos de prueba

A continuación se mencionan los métodos de prueba a que debe someterse el sistema Transmisión-Recepción, los cuales se efectuarán una vez al año independientemente de los que se realicen en otros periodos de tiempo por causa de radiointerferencia o rutina.

- 1.- Desviación de frecuencia
- 2.- No linealidad del modulador-demodulador
- 3.- Potencia
- 4.- Nivel de la señal F.I.
- 5.- Retardo del modulador-demodulador
- 6.- Retardo de grupo F.I.-F.I.
- 7.- Estabilidad de frecuencia
- 8.- Prueba del canal de servicio
- 9.- Nivel de umbral
- 10.- Figura de ruido
- 11.- Fuga de R.F.

Concordancia con normas internacionales.

No se identificó ninguna similar.

Bibliografía.

Documentos oficiales sobre la canalización de frecuencias, generados dentro de la SCT.

Recomendaciones e Informes del Comité Consultivo Internacional de Radiocomunicaciones (CCIR), Ginebra 1990:

- Volumen IX-I Servicio fijo : Sistema de Relevadores Radioeléctricos
- Volumen XIII Vocabulario

Reglamento de Radiocomunicaciones (RR), elaborado por la Secretaría General de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), Ginebra 1990.

Parte 15.247 del documento Rules and Regulations de la Federal Communications Commission (FCC)

Cuadro de atribución de frecuencias y las definiciones del Reglamento de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, suscrito por México y refrendado en la Convención de Ginebra CAMR-92, y sus subsecuentes ampliaciones y modificaciones.

Observancia de la Norma

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes vigilará el cumplimiento de esta Norma.

Vigencia

La presente Norma Oficial Mexicana Emergente, entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D.F., a 11 de noviembre de 1994.- El Subsecretario de Comunicaciones y Desarrollo Tecnológico, Andrés Massieu Berlanga.- Rúbrica.

12-22-94 NORMA Oficial Mexicana Emergente NOM-EM-127-SCT1-1994, Sistema secretarial o multilínea.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Comunicaciones y Transportes.- Subsecretaría de Comunicaciones y Desarrollo Tecnológico.

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes, por conducto de la Subsecretaría de Comunicaciones y Desarrollo Tecnológico, con fundamento en los artículos 36 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1o., 38 fracción II, 40 fracción XVI y 48 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y 6o. fracción XV del Reglamento Interior de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, expide la siguiente:

NORMA OFICIAL MEXICANA EMERGENTE NOM-EM 127-SCT1-1994 (NOM-I-83-1980) "SISTEMA SECRETARIAL O MULTILINEA"

INDICE

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION

- 2 REFERENCIAS
- 3 DEFINICIONES
- 4 CLASIFICACION
- 5 ESPECIFICACIONES
- 6 MUESTREO
- 7 METODOS DE PRUEBA
- 8 MARCADO Y ETIQUETADO

"SISTEMA SECRETARIAL Y/O MULTILINEA"

- 1 Objetivo y campo de aplicación.

Esta Norma Oficial establece las especificaciones mecánicas, eléctricas y climatológicas, así como los métodos de prueba, aplicables al sistema secretarial o multilínea, empleados en sistemas automáticos que utilizan señalización por interrupción de bucle y/o multifrecuencia que requieren alimentación microfónica de 48 V.C.C. 2 X 400 W.

- 2 Referencias.

En la aplicación de esta Norma es necesario consultar las siguientes normas oficiales mexicanas:

- |                      |  |
|----------------------|--|
| NOM-034-SCT1-1993    | "Equipos accesorios de conmutación telefónica privada".                  |
| NOM-036-SCT1-1993    | "Teléfono automático de mesa y pared".                                   |
| NOM-054-SCT1-1993    | "Vocabulario electrónico Parte 3.- Telefonía - Telegrafía".              |
| NOM-I-7/2/6/12/19/27 | "Equipos y componentes electrónicos. Métodos ambientales y durabilidad". |
| NOM-I-21             | "Métodos de pruebas eléctricas para componentes de uso electrónico".     |
| NOM-I-51             | "Cordón para aparato telefónico".  |
| NOM-I-140            | "Cordón telefónico plano oval".  |

NOM-I-177 "Eliminadores de baterías usados en equipo telefónico".

(o las nuevas versiones de NMX o NOM aplicables).

### 3 Definiciones.

Referirse a la Norma Oficial Mexicana la NOM-054-SCT1-1993; se deben considerar además las siguientes:

#### 3.1 Sistema secretarial o multilínea.

Sistema secretarial o multilínea es el formado por 2 o más aparatos secretariales o multilíneas, que pueden requerir para su operación de una o más unidades de control.

#### 3.2 Aparato secretarial o multilínea.

Es un teléfono que incorpora en su operación un sistema de señalización y/o conmutación manual o automática y una o más líneas troncales y/o de intercomunicación que no requiere intervención de la función de operadora.

#### 3.3 Unidad de control.

Es aquella que contiene las funciones de conmutación y/o alimentación.

### 4 Clasificación.

Para propósitos de esta Norma los teléfonos se clasifican de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-036-SCT1-1993.

### 5 Especificaciones.

#### 5.1 Generales.

El teléfono en el sistema debe cumplir con las características generales establecidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-036-SCT1-1993 en lo referente a:

- Diseño y acabado.
- Soporte del microteléfono.
- Acabado de aristas.
- Estabilidad del teléfono. Características de los puntos de apoyo de los teléfonos.

- Disposición y características de los dígitos.
- Acabado del teléfono.
- Características del microteléfono.
- Cordones.
- Peso.

#### 5.1.2 Identificación de señalización.

Los sistemas secretarial o multilínea deben contar con la identificación visual y/o audible de las líneas troncales o de intercomunicación que estén en operación.

#### 5.2 Mecánicas.

Los teléfonos en el sistema deben cumplir con las características mecánicas establecidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-036-SCT1-1993 en lo referente a:

- Vibración.
- Fijación de cordones.
- Resistencia al desplazamiento.
- Disco, dactilar.
- Impulsor electrónico y/o unidad de señalización multifrecuencial.
- Interruptor de gravedad.

#### 5.2.1 Señalización e interruptor de conmutación.

5.2.1.1 Los interruptores de conmutación y señalización así como los indicadores visuales y audibles deben soportar 300 000 ciclos de operación (operarlo y desoperarlo cada vez) y se verifica de acuerdo con el método de prueba "Vida" para el interruptor de gravedad descrito en la Norma Oficial Mexicana NOM-036-SCT1-1993.

5.2.1.2 La fuerza de acción para las teclas debe ser mínima 1N y máxima 15 N, y se verifica de acuerdo al método de prueba 6.1.4.

## 5.2.2 Señalización visual.

5.2.2.1 El dispositivo de señalización visual debe ser capaz de identificar la operación individual que está realizando.

5.2.2.2 El dispositivo de señalización visual debe poder observarse e identificarse con un nivel de intensidad luminosa ambiental de 400 lumens y se verifica de acuerdo a lo indicado en 6.1.3.

## 5.2.3 Receptor de llamada (Transductor de la señal de llamada).

Debe cumplir lo especificado en la Norma Oficial Mexicana NOM-036-SCT1-1993.

### 5.2.3.1 Receptor de llamada interna.

Debe ser audible de acuerdo al método de prueba 6.1.

## 5.3 Eléctricas.

### 5.3.1 Para comunicación externa.

Considerando que los hilos "a" y "b" del sistema corresponden a los hilos "a" y "b" del teléfono debe cumplirse con lo especificado en la Norma Oficial Mexicana NOM-036-SCT1-1993.

### 5.3.2 Receptor de llamada para comunicación interna.

El nivel mínimo permitido, para el receptor de llamada para comunicación interna, debe ser tal que se identifique según el método de prueba indicado en 6.2.1.

### 5.3.3 Diafonía.

El nivel de diafonía máximo permitido para un sistema de dos o más aparatos, debe ser de 50 dB abajo del nivel de conversación.

Se verifica de acuerdo al método de prueba indicado en 6.2.2.

### 5.3.8 Ruido eléctrico de la fuente.

Referirse a la Norma Oficial Mexicana NOM-129-SCT1-1994 (o su equivalente urgente).

## 5.4 Climatológicas.

El sistema debe cumplir con lo especificado en la Norma Oficial Mexicana NOM-036-SCT1-1993.

## 6 Métodos de prueba.

### 6.1 Receptor de llamada interna.

#### 6.1.1 Aparatos e instrumentos.

- Fuente de alimentación del sistema de acuerdo a las especificaciones del fabricante.
- Medidor de intensidad sonora con curva de ponderación A.

#### 6.1.2 Procedimiento.

- Medir el nivel de ruido ambiente del recinto en el que se va a efectuar la prueba (este nivel debe estar entre 40 y 50 dB).
- Colocar el teléfono bajo prueba a 1 m de distancia del observador en cualquier posición.
- Aplicar al teléfono bajo prueba, la tensión de alimentación propuesta para señalización por el fabricante.
- Debe ser identificable.

#### 6.1.3 Señalización visual.

##### 6.1.3.1 Aparatos e instrumentos.

- Medidor de nivel de intensidad luminosa.

##### 6.1.3.2 Procedimiento.

Estando el observador en cualquier punto dentro de un arco con un radio de 1.30 m y un ángulo de + 30° con respecto al frente del aparato, a una altura de 0.5 m referida al plano donde se encuentre el aparato (ver figura 1).

#### 6.1.4 Interruptor de conmutación.

##### 6.1.4.1 Fuerza necesaria para oprimir las teclas de conmutación.

###### 6.1.4.1.1 Aparatos e instrumentos.

- Dinamómetro de 0 a 30 Newtons precisión + 2%.

- 2 Resistencias no inductivas de 400 W + 1%.
- Fuente de alimentación de 48 V.C.C. con una corriente de salida mayor o igual a .1 amper.
- Osciloscopio con ancho de banda mínimo de 500 kHz, y una impedancia de entrada 1 MW en paralelo con 24 pfd.
- Fuente de alimentación del sistema de acuerdo a las especificaciones del fabricante.

#### 6.1.4.1.2 Procedimiento.

Conectar un sistema de acuerdo a especificación del fabricante considerando que las terminales "a" y "b" de cada línea de comunicación externa del sistema se conectan a las terminales "a" y "b" del dispositivo bajo prueba de la figura 2 .

Aplicar el dinamómetro a cada una de las teclas y verificar la operación según el caso en la señalización del sistema o en el cambio de nivel que se observa en el osciloscopio, tomando las lecturas del dinamómetro al momento de efectuarse la conmutación eléctrica.

## 6.2 Eléctricas.

### 6.2.1 Receptor de llamada para comunicación interna.

#### 6.2.1.1 Material y aparatos.

- Un sistema a probar completo.
- 50 m de cable que cubra la Norma Oficial Mexicana NOM-J-268.
- Medidor de intensidad sonora con curva de ponderación A.

Ver imagen (dar doble click con el ratón)

#### 6.2.1.2 Procedimiento.

- Conectar un sistema de acuerdo a la especificación del fabricante.
- Medir el nivel máximo de ruido ambiente, del recinto en que se va a efectuar la prueba (entre 40 y 50 dB en curva A).
- Colocar el teléfono que tiene el dispositivo bajo prueba (el que tiene el receptor de llamada) a una distancia de 50 m del generador de llamada, a 1 m de distancia del observador en cualquier posición.

- Al operar el sistema de señalización interna debe ser identificable la señal del receptor de llamada.

#### 6.2.2 Diafonía.

##### 6.2.2.1 Principio.

Consiste en medir la interferencia provocada por una comunicación preestablecida, a otras vías de comunicación diferentes del mismo sistema telefónico.

##### 6.2.2.2 Aparatos e instrumentos (características mínimas).

- Generador con salida balanceada a 600 ohms que proporcione señales de prueba de 300, 1000, 3400 Hz y con nivel ajustable continuo de - 60 dBm a + 10 dBm .

- Voltmetro de alta impedancia con las siguientes características:

Filtro selectivo  $\pm$  300 Hz.

Precisión: + 1%.

Escala de 1 mv C.A.

- 3 resistencias no inductivas de 600 W + 1%.
- Llave con contactos de transferencia.

##### 6.2.2.3 Procedimiento.

- Alimentar el sistema.
- Seleccionar dos cordones, líneas canales o vías adyacentes entre los cuales pueda existir diafonía.
- Armar el circuito de la figura 4.
- Ajustar el generador a una salida de -8 dBm, a 1 kHz. e inyectar esta señal en un enlace preestablecido.
- Tomar la lectura en el voltmetro, conectado a la salida o puntos donde se tiene el enlace preestablecido con el voltmetro en alta impedancia si está cargado con un aparato o con 600 W si no está cargado, tomar este nivel como referencia.

- Medir en las diferentes vías de enlaces o extensiones posibles a la misma frecuencia y la atenuación debe ser como mínimo 50 dB abajo, respecto al nivel de referencia.

7 Marcado y etiquetado.

7.1 En el producto.

El sistema debe llevar en forma legible y permanente los siguientes datos:

- Marca registrada o símbolo del fabricante.
- Tipo de sistema.
- Periodo de fabricación.
- Alimentación.
- La leyenda "Hecho en México".

Ver imagen (dar doble click con el ratón)

7.2 En el envase.

- Marca registrada o símbolo del fabricante.
- Tipo de sistema.
- Peso.
- La leyenda "Hecho en México".

7.3 Cuando los datos mencionados en el inciso 8.1 no puedan ser marcados en el producto y los datos indicados en el inciso 8.2 no puedan consignarse en el envase, o embalaje, todos los datos pertinentes deben indicarse en la hoja de entrega .

8 Bibliografía.

- Recomendación P72 DEL LIBRO V CCITT
- Recomendación G2232 DEL LIBRO III-I CCITT

9 Disposiciones transitorias.

Esta Norma entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D.F., a 11 de noviembre de 1994.- El Subsecretario de Comunicaciones y Desarrollo Tecnológico, Andrés Massieu Berlanga.- Rúbrica.

12-22-94 NORMA Oficial Mexicana Emergente NOM-EM-128-SCT1-1994 Métodos de prueba para fuentes de alimentación utilizadas en telefonía.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Comunicaciones y Transportes.- Subsecretaría de Comunicaciones y Desarrollo Tecnológico.

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes, por conducto de la Subsecretaría de Comunicaciones y Desarrollo Tecnológico, con fundamento en los artículos 36 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1o., 38 fracción II, 40 fracción XVI y 48 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y 6o. fracción XV del Reglamento Interior de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, expide la siguiente:

NORMA OFICIAL MEXICANA EMERGENTE NOM-EM-128-SCT1-1994 (NOM-I-53-1986) "METODOS DE PRUEBA PARA FUENTES DE ALIMENTACION UTILIZADAS EN TELEFONIA" "TESTING METHODS OF FEEDING SOURCES, EMPLOYED IN TELEPHONY"

INDICE

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION

2 REFERENCIAS

3 METODOS DE PRUEBA

APENDICE "A"

4 BIBLIOGRAFIA

5 CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

6 DISPOSICIONES TRANSITORIAS

## 1 Objetivo y campo de aplicación.

Esta Norma oficial tiene por objeto establecer los métodos de prueba para verificar las características mecánicas, eléctricas y climatológicas de las fuentes de alimentación utilizados en telefonía.

## 2 Referencias.

Para la correcta aplicación de esta Norma, se deben consultar las siguientes normas vigentes:

NOM-I-7/2

(o la nueva versión de

NMX o NOM aplicable) "Equipos y componentes electrónicos. Métodos de pruebas ambientales y de durabilidad. Prueba A-Frío".

NOM-I-7/6

(o la nueva versión de

NMX o NOM aplicable) "Equipos y componentes electrónicos. Métodos de pruebas ambientales y de durabilidad. Prueba B-Calor seco".

NOM-I-7/12

(o la nueva versión de

NMX o NOM aplicable) "Equipos y componentes electrónicos. Métodos de pruebas ambientales y de durabilidad. Prueba Ca-Calor húmedo condición estacionaria".

NOM-I-7/19 "Equipos y componentes electrónicos. Métodos de pruebas ambientales y de durabilidad. Prueba Fc-Vibración (senoidal)".

NOM-056-SCT1-1994 "Definiciones para fuentes de alimentación utilizadas en telefonía".

## 3 Métodos de prueba.

### 3.1 Mecánicas.

#### 3.1.1 Vibración.

#### 3.1.1.1 Finalidad de prueba.

Comprobar la aptitud del espécimen para soportar vibraciones tales como las que sufre durante su transportación, instalación y operación.

#### 3.1.1.2 Aparatos y equipos de prueba.

Mesa de vibración que cumpla con las características especificadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-I-7/19 (o la nueva versión de NMX o NOM aplicable) y que soporte el peso del espécimen.

#### 3.1.1.3 Procedimiento.

##### a) Mediciones iniciales.

El espécimen debe cumplir con sus características eléctricas de operación de acuerdo a su norma particular.

##### b) Inspección visual.

El espécimen debe ser inspeccionado visualmente para verificar que sus componentes estén firmemente sujetos.

##### c) Montaje.

El espécimen debe sujetarse firmemente al plano de vibración de la mesa.

Se somete el espécimen a un movimiento armónico simple con la amplitud y frecuencia especificadas en su norma particular.

El movimiento anterior debe aplicarse por un periodo total de 10 min en cada dirección, o sea, paralelo a los ejes de la base y perpendicular al plano de la misma, a menos que en su norma particular se especifique otro tiempo.

#### 3.1.1.4 Interpretación de resultados.

El espécimen debe cumplir con las especificaciones mecánicas y eléctricas de operación indicadas en su norma particular.

### 3.2 Eléctricas.

#### 3.2.1 Tensión de ruido.

##### 3.2.1.1. Finalidad de la prueba.

Comprobar que el ruido máximo que introduce el espécimen a una carga resistiva, no rebase los límites especificados en su norma particular.

#### 3.2.1.2 Aparatos y equipo de prueba.

- Sofómetro o medidor de ruido con curva de ponderación "C" o sofométrica; (véase el apéndice A).
- Autotransformador variable "variac" para cargadores y eliminadores o fuente de c.c. variable para convertidores.
- Amperímetro de c.c. con una precisión de  $\pm 1\%$ .
- Carga resistiva variable.
- Voltmetro con una precisión de  $\pm 1\%$ .
- Batería (únicamente para cargadores).

#### 3.2.1.3. Procedimiento.

La medición de ruido en cargadores y eliminadores debe efectuarse utilizando la disposición de aparatos mostrados en la figura 1.

Para convertidores se debe utilizar la disposición mostrada en la figura 2.

Las mediciones deben efectuarse a máxima carga, debiendo ser ésta resistiva.

Las pruebas deben efectuarse aplicando a la fuente de alimentación la tensión nominal de entrada y a  $\pm 10\%$  de ésta, a la frecuencia nominal.

En el caso de los cargadores de baterías, estas mediciones deben efectuarse con las baterías conectadas a sus terminales de salida.

La capacidad de la batería en amperes-hora debe ser por lo menos de cuatro veces la corriente nominal del cargador.

#### 3.2.1.4 Interpretación de los resultados.

Los valores obtenidos no deben rebasar los especificados en su norma particular.

#### 3.2.2 Regulación (variación límite de la tensión de salida).

### 3.2.2.1 Finalidad de la prueba.

Verificar que las variaciones de la tensión de salida del espécimen están dentro de los límites especificados en su norma particular.

### 3.2.2.2 Aparatos y equipo de prueba.

- Autotransformador variable "variac" para cargadores y eliminadores, o fuente de c.c. variable para convertidores e inversores.

- Voltímetros de c.a. y .c.c. con una precisión de  $\pm 1\%$ .

- Amperímetro de c.c. con una precisión de  $\pm 1\%$ .

- Carga resistiva variable.

### 3.2.2.3 Procedimiento.

Las mediciones para cargadores y eliminadores deben efectuarse utilizando la disposición de aparatos mostrada en la figura 3. Para convertidores e inversores se debe utilizar la disposición mostrada en la figura 4.

Las mediciones deben efectuarse bajo las condiciones siguientes:

Aplicar máxima tensión de entrada para mínima carga ( $E_{m\acute{a}x}$ ).

Aplicar mínima tensión de entrada para máxima carga ( $E_{m\acute{i}n}$ ).

Aplicar una tensión nominal de entrada para máxima carga ( $E_{nom}$ ).

El porcentaje de regulación se obtiene de :

Ver imagen (dar doble click con el ratón)

Ver imagen (dar doble click con el ratón)

En donde:

1.- Fuente de c.c. variable.

2.- Voltmetro de c.c. con precisión de  $\pm 1\%$ .

- 3.- Espécimen bajo prueba.
- 4.- Amperímetro de c.c. para convertidores o de c.a. para inversores con precisión de  $\pm 1\%$ .
- 5.- Carga resistiva variable.
- 6.- Voltmetro de c.c. para convertidores o de c.a. para inversores.

FIGURA 4.- Medición de regulación en convertidores e inversores.

$$- \% = \frac{E_{mín} - E_{nom}}{E_{nom}} \times 100$$

$E_{nom}$

#### 3.2.2.4 Interpretación de los resultados.

Los porcentajes obtenidos ( $\pm$ ) no deben exceder los límites establecidos en sus normas particulares.

#### 3.2.3 Factor de potencia.

##### 3.2.3.1 Finalidad de la prueba.

Verificar el factor de potencia que presenta el espécimen a la red de alimentación de c.a.

##### 3.2.3.2 Aparatos y equipos de prueba.

- Wáttmetro con una precisión de  $\pm 1\%$ .
- Voltmetro de c.a. con una precisión de  $\pm 1\%$ .
- Amperímetro de c.c. con una precisión de  $\pm 1\%$ .
- Carga resistiva variable.
- Autotransformador variable "variac".
- Amperímetro de c.a. con una precisión de  $\pm 1\%$ .

##### 3.2.3.3 Procedimiento.

###### 3.2.3.3.1 Potencia real.

Se mide la potencia real en watts utilizando la disposición de aparatos mostrada en la figura 5.

#### 3.2.3.3.2 Potencia aparente.

Se mide la potencia aparente utilizando la disposición de aparatos mostrada en la figura 6.

En ambos casos las mediciones deben efectuarse a la tensión nominal y 100% de carga.

#### 3.2.3.4 Interpretación de resultados.

El factor de potencia se calcula con la siguiente formula:

$$\text{F.P.} = \frac{\text{Potencial real}}{\text{Potencial aparente}} = \frac{W}{V_e \cdot A_e} = \cos \phi$$

$$\text{Potencial aparente} = V_e \cdot A_e$$

En donde:

F. P. = Factor de potencia.

W = Potencia real, en watts.

V<sub>e</sub> = Tensión de entrada, en volts.

A<sub>e</sub> = Corriente de entrada, en amperes.

ϕ = Ángulo de defasamiento, en grados.

Ver imagen (dar doble click con el ratón)

Los valores obtenidos no deben de exceder los valores especificados en su norma particular.

#### 3.2.4 Eficiencia.

##### 3.2.4.1 Finalidad de la prueba.

Verificar las pérdidas que tiene el espécimen en la conversión de energía de entrada respecto a la energía de salida.

##### 3.2.4.2 Aparatos y equipo de prueba.

- Autotransformador variable "variac", para cargadores y eliminadores o fuente de c.c. variable para convertidores e inversores.

- Wáttmetro de entrada únicamente para eliminadores y cargadores.

- Vóltmetros de c.a. y c.c. con una precisión de  $\pm 1\%$ .

- Amperímetros de c.a. y c.c. con una precisión de  $\pm 1\%$ .

- Cargas resistivas variables.

#### 3.2.4.3 Procedimiento.

La eficiencia debe medirse conectando todas las terminales de salida de espécimen inicialmente al 50% de carga y posteriormente al 100% de ésta a la tensión nominal de entrada, utilizando la disposición de aparatos mostrada en la figura 7 para el caso de cargadores y eliminadores. Para convertidores e inversores se debe utilizar la disposición mostrada en la figura 8.

#### 3.2.4.4 Interpretación de resultado.

Para el caso de fuentes de alimentación con varias salidas se utiliza la misma configuración para cada una de las salidas medidas simultáneamente.

La eficiencia se calcula con la siguiente formula:

$$h = \frac{V_1 I_1 + V_2 I_2 + \dots + V_n I_n}{P_e} \times 100$$

$P_e$

En donde:

$h$  = Eficiencia.

$V_1$   $I_1$  = Tensión de salida 1 n.

$I_1$   $I_n$  = Corriente de salida 1 n.

$P_e$  = Potencia de entrada.

#### 3.2.5 Rigidez dieléctrica.

### 3.2.5.1 Finalidad de la prueba.

Verificar el aislamiento entre las partes energizadas de entrada a salida, entrada a chasis, y salida a chasis.

Ver imagen (dar doble click con el ratón)

En donde:

- 1.- Fuente de c.c. variable.
  - 2.- Voltmetro de c.c. con una precisión de  $\pm 1\%$ .
  - 3.- Amperímetro de c.c. con una precisión de  $\pm 1\%$ .
  - 4.- Espécimen bajo prueba.
  - 5.- Carga resistiva variable.
  - \*6.- Voltmetro de c.c. con una precisión de  $\pm 1\%$ .
  - \*7.- Amperímetro de c.c. con una precisión de  $\pm 1\%$ .
- \* Para el caso de medición en inversores estos instrumentos deben ser de c.a.

FIGURA 8.- Medición de la eficiencia en convertidores e inversores.

### 3.2.5.2 Aparato y equipo de prueba.

Probador de aislamiento que proporcione las tensiones r.c.m., requeridas.

### 3.2.5.3 Procedimiento.

Cualquier componente del circuito que esté conectado a tierra, éste debe desconectarse o en todo caso se debe aislar de tierra el componente particular.

Todos los rectificadores, transistores, tiristores, capacitores, etc., deben estar cortocircuitados.

Las pruebas se deben comenzar con una tensión no mayor de 1/3 de su valor máximo y se debe elevar a su valor total, tan rápidamente como lo permita la lectura del aparato. Este valor de tensión debe mantenerse durante un min. y posteriormente se reduce hasta 1/3 de su valor, finalizando dicha prueba.

Se aplica una tensión de prueba de 1 000 V. c.a., más dos veces la tensión de entrada de la línea, entre terminales de entrada y tierra (chasis) del espécimen, durante un min.

Cuando se emplea un transformador de poder, se deben aplicar los siguientes potenciales de prueba entre terminales de salida y tierra (chasis) durante un min.

Para tensiones de salida sin carga hasta de 60 V. aplicar 600 V. r.c.m. más dos veces la tensión sin carga.

Para tensiones de salida sin carga entre 61 V. y 90 V. aplicar 900 V. r.c.m. más dos veces la tensión sin carga.

Para tensiones de salida sin carga mayores de 90 V. aplicar 1 000 V. r.c.m. más dos veces la tensión sin carga.

#### 3.2.5.4 Interpretación de resultados.

Durante todas las pruebas de aislamiento al espécimen, el equipo de prueba no debe detectar ruptura dieléctrica; entendiéndose ésta como aumento en la corriente y disminución de tensión.

En caso de que exista ruptura, el espécimen no pasa la prueba.

### 3.3 Climatológicas.

#### 3.3.1 Prueba de frío.

##### 3.3.1.1 Aparato y equipo de prueba.

Cámara de humedad y temperatura que cumpla con lo especificado en la Norma Oficial Mexicana NOM-I-7/2 (o la nueva versión de NMX o NOM aplicable).

##### 3.3.1.2 Mediciones iniciales.

El espécimen debe cumplir con lo especificado en su norma particular.

##### 3.3.1.3 Procedimiento.

Se introduce el espécimen a la cámara, estando ambos a la temperatura ambiente.

Se ajusta la temperatura de la cámara a -10 oC.

La razón de cambio de temperatura no debe exceder 1 oC por minuto promedio, sobre un periodo no más de 5 min.

Una vez que se ha alcanzado la temperatura especificada, el espécimen debe quedar bajo estas condiciones durante 72 h.

#### 3.3.1.4 Retorno a las condiciones ambientales iniciales.

Al terminar el periodo de 72 h. el espécimen debe sujetarse a las condiciones de recuperación indicadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-I-7/2 (o la nueva versión de NMX o NOM aplicable).

#### 3.3.1.5 Mediciones finales.

El espécimen debe cumplir con lo especificado en su norma particular.

#### 3.3.2 Prueba de calor seco.

##### 3.3.2.1 Aparato y equipo de prueba.

Horno de cámara de humedad y temperatura que cumpla con lo especificado en la Norma Oficial Mexicana NOM-I-7/6 (o la nueva versión de NMX o NOM aplicable).

##### 3.3.2.2 Mediciones iniciales.

El espécimen debe cumplir con lo especificado en su norma particular.

##### 3.3.2.3 Procedimiento.

El espécimen se introduce a la cámara estando ésta a  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  y menos del 20% de humedad relativa, durante 16 h., tomando las precauciones indicadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-I-7/6 (o la nueva versión de NMX o NOM aplicable).

El espécimen debe estar operando a su tensión nominal y 70% de carga.

##### 3.3.2.4 Retorno a las condiciones ambientales iniciales.

Al finalizar el periodo se saca de la cámara y se mantiene en condiciones climatológicas normales. El espécimen debe permanecer bajo condiciones de recuperación durante 2 h.

##### 3.3.2.5 Mediciones finales.

El espécimen debe cumplir con lo especificado en su norma particular.

#### 3.3.3 Calor húmedo prolongado.

### 3.3.3.1 Aparato y equipo de prueba.

Cámara de humedad y temperatura que cumpla con lo especificado en la Norma Oficial Mexicana NOM-I-7/12 (o la nueva versión de NMX o NOM aplicable).

### 3.3.3.2 Mediciones iniciales.

El espécimen debe cumplir con lo especificado en su norma particular.

### 3.3.3.3 Procedimiento.

El espécimen se introduce a la cámara, estando ésta a  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  y 90% de humedad relativa, durante 4 días tomando las precauciones indicadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-I-7/12.

### 3.3.3.4 Retorno a las condiciones ambientales iniciales.

Al finalizar el periodo se saca de la cámara y se le debe quitar el agua que tuviera en la superficie. El espécimen debe permanecer bajo condiciones de recuperación durante 6 h.

### 3.3.3.5 Mediciones finales.

El espécimen debe cumplir con lo especificado en su norma particular.

## APENDICE "A"

### A.1 Medición del ruido en los circuitos telefónicos.

#### A.1.1 Comparación de las características de ponderación.

Las distintas características de ponderación utilizadas actualmente para los circuitos telefónicos son las siguientes:

- Sofómetro del C.C.I.T.T., con red de ponderación 1960.

Aparato para la medición de ruido de ponderación para mensaje C.

Las mediciones hechas por el sofómetro del C.C.I.T.T. se expresan en milivolts y los valores límites sofométricos se especifican para una impedancia de entrada de 600 W del sofómetro.

La ponderación es nula para una señal sinusoidal de 800 Hz.

Las mediciones hechas con el aparato con ponderación para mensaje C, se expresan en decibeles con relación a una potencia de ruido de referencia dada. La potencia de referencia para 1 000 Hz. tiene por nivel -90 dBm (resultados expresados en DBrnC).

TABLA A1.- Coeficientes de ponderación para circuitos telefónicos (véase la figura A1).

Frecuencia en Hz.	Valor nominal en dB con relación al valor en 800 Hz.	Tolerancias
50	- 63,0	
100	- 41,0	
150	- 29,0	
200	- 21,0	
300	- 10,6	
400	- 6,3	
500	- 3,6	50 Hz a 300 Hz $\pm$ 2 dB
600	- 2,0	300 Hz a 800 Hz $\pm$ 1 dB
800	0,0	800 Hz $\pm$ 0 dB
1 000	+ 1,0	800 Hz a 3 000 Hz $\pm$ 1 dB
1 200	0,0	3 000 Hz a 3 500 Hz $\pm$ 2 dB
1 500	- 1,3	3 500 Hz a 5 000 Hz $\pm$ 3 dB
2 000	- 3,0	
2 500	- 4,2	
3 000	- 5,6	
3 500	- 8,5	

4 000 - 15,0

5 000 - 36,0

Ver imagen (dar doble click con el ratón)

TABLA A2.- Coeficiente de ponderación "mensaje C"

(véase la figura A2).

F r e c u e n c i a      V a l o r n o m i n a l e n d B c o n r e l a c i ó n a l      T o l e r a n c i a s

e n H z.      v a l o r a

F r e c u e n c i a e n H z.	V a l o r n o m i n a l e n d B c o n r e l a c i ó n a l v a l o r a	T o l e r a n c i a s
1 000 H z.		
60	- 55,7	
100	- 42,5	
200	- 25,0	
300	- 16,5	
400	- 11,4	
500	- 7,5	
600	- 4,7	
700	- 2,7	
800	- 1,5	
900	- 0,6	60 H z a 300 H z ± 2 d B
1 000	0,0	300 H z a 1 000 H z ± 1 d B
1 200	- 0,2	1 000 H z ± 0 d B

1 300	- 0,5	1 000 Hz a 3 000 Hz $\pm$ 1 dB
1 500	- 1,0	3 000 Hz a 3 500 Hz $\pm$ 2 dB
1 800	- 1,3	3 500 Hz a 5 000 Hz $\pm$ 2 dB
2 000	- 1,3	
2 500	- 1,4	
2 800	- 1,9	
3 000	- 2,5	
3 300	- 5,2	
3 500	- 7,6	
4 000	- 14,5	
4 500	- 21,5	
5 000	- 28,5	

Ver imagen (dar doble click con el ratón)

La curva característica de ponderación del sofómetro para circuitos telefónicos se indica en la figura A1; difiere de la ponderación para mensaje C en lo siguiente:

La ponderación para mensaje C da un peso algo inferior al de la característica del sofómetro a las frecuencias por debajo de 800 Hz., a un peso más elevado a las comprendidas entre 1 500 Hz y 3 500 Hz.

La ponderación del sofómetro da un peso relativo nulo a las frecuencias de 800 Hz. y 1 200 Hz. A 1000 Hz, la ponderación es de + 1,0 dB.

En la tabla A2 se indican los valores de los coeficientes de ponderación para mensaje C. Estos valores se expresan en dB con relación a un punto de referencia de 0 dB a 1 000 Hz. Las tolerancias admitidas para la respuesta en frecuencia de cualquier aparato de medición del ruido, equipado para la ponderación de mensaje C se indican asimismo, en la tabla A2.

La figura A2 ilustra una curva trazada con ayuda de los valores normalizados, indicados en la tabla A2.

4. Bibliografía.

NEMA R1-2-1966 "General purpose and communication battery charges"

NEMA STANDARD R1-1-1966 "Safety code for semiconductor rectifier equipment"

Recomendaciones del Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (C.C.I.T.T.). 5. Concordancia con normas internacionales.

No se puede establecer concordancia por no existir referencia al momento de la elaboración de la presente.

6. Disposiciones transitorias.

La presente Norma entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D.F., a 11 de noviembre de 1994.- El Subsecretario de Comunicaciones y Desarrollo Tecnológico, Andrés Massieu Berlanga.- Rúbrica.