

Trabajo final

Homologación de equipos electrónicos con comunicación inalámbrica

Alumno: Esp. Ing. Del Sancio, Leonardo Daniel
Profesor: Esp. Bioing. Jerónimo La Bruna

MSE-2021

Tabla de contenidos

Introducción general	3
Sistema de telelectura para medidores eléctricos	3
Introducción a las NORMAS PARA EQUIPOS ELECTRÓNICOS Y DE TELECOMUNICACIONES	5
Proceso de solicitud	6
ENACOM	7
RAMATEL	8
Etiquetas	9
Contacto con el laboratorio TERALAB	11
Ensayos para Bluetooth std. (FHSS 79 canales)	12
Ensayos WiFi 2.4 / 5 Ghz y Bluetooth Low Energy	18
Compatibilidad electromagnética EMC	23
Norma IEC 61000	23
IEC 61000-6	25
IEC 61000-6-5: 2015	27
Conclusiones generales	27

Introducción general

En el presente trabajo se describe de forma resumida los puntos más importantes para la homologación de equipos electrónicos inalámbricos y se realiza la aplicación sobre el trabajo final de la carrera de especialización denominado “sistema de telelectura para medidores eléctricos”. Además, se comenta la experiencia obtenida y los pasos para la inscripción de la empresa y del dispositivo en Enacom.

Sistema de telelectura para medidores eléctricos

El objetivo de este proyecto es desarrollar un módem inalámbrico con tecnología LTE 4G para tomar lecturas de medidores eléctricos y visualizar los datos en un servidor web.

El módem de comunicación será el puente directo entre el medidor y el software de gestión de datos situado en el servidor web. En la figura 1 se ilustra el diagrama en bloques reducido del sistema. Se observa que el elemento principal es el módem de comunicación, el cual cuenta con un módulo inalámbrico de tecnología 4G y un microprocesador central, que es el encargado de gestionar el tráfico de datos y mantener la conexión con el servidor implementando tareas en un sistema operativo de tiempo real.

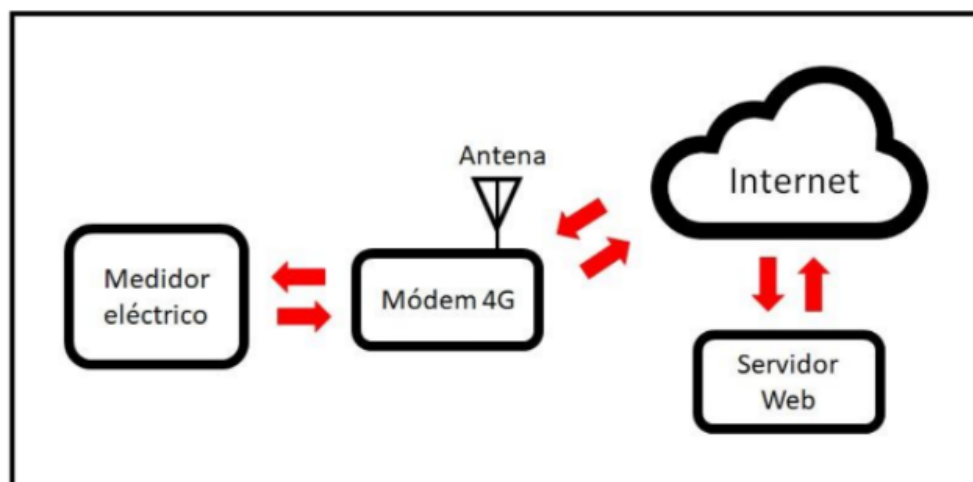


Figura 1. Diagrama en bloques

El módem debe conectarse mediante una conexión TCP/IP a un servidor privado de la empresa NOANET.

Características generales:

- Comunicación celular 2G, 3G y 4G.
- Comunicación satelital.
- Bandas Americana y Europea.
- GPS Posicionamiento satelital (opcional).
- Conexión Bluetooth y WIFI(opcional).
- Entradas analógicas y digitales.
- Salidas digitales y PWM.
- Puertos seriales (Óptico, IrDA y RS232).
- Protocolo de comunicación:
ANSI C12.22 e IEC 62056-21.

Especificaciones técnicas:

- Tensión de entrada: +4.5 V~ +12 V, 6 V Típica. DC.
- Consumo promedio: 150 mAh@6v.
- Fuente provista certificada Clase II (doble aislación).

Conexión/Comunicación:

- WiFi: 802.11 b/g/n (802.11n up to 150 Mbps) Frec.: 2.4 GHz ~ 2.5 GHz
- Bluetooth v4.2 BR/EDR and BLE specification. Protocol: 802.11b/g/n.

Introducción a las NORMAS PARA EQUIPOS ELECTRÓNICOS Y DE TELECOMUNICACIONES

En los Estados Unidos, la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) es el órgano competente, que establece las reglas y normas técnicas relativas a los distintos tipos de equipos electrónicos, incluyendo los dispositivos de radiofrecuencia, equipos terminales de telecomunicaciones y equipos industriales, científicos y médicos.

La FCC tiene tres diferentes procedimientos de autorización: Comprobar, Declaración de Conformidad y Certificación.

Dependiendo de los productos y procedimientos, la aprobación para la liberación de certificación de la FCC son la responsabilidad del Federal Communications Commission o un organismo de certificación para las telecomunicaciones Telecommunications Certification Body (TCB).

El TCB son instituciones autorizadas para verificar que el producto cumple con los requisitos para recibir la aprobación.

En la práctica, dispositivos electrónicos que requieren certificación de la FCC, primero deben ser probados en los laboratorios de pruebas.

Los informes de pruebas y documentación técnica de la necesidad del dispositivo para ser examinados por una entidad TCB, quien evaluará los resultados de las pruebas.

Si la institución considera que los productos cumplen, iniciará los procedimientos administrativos necesarios para la aprobación de la certificación.

Si un fabricante de equipos electrónicos quiere expandir su mercado de EE.UU., deben recibir certificación de la FCC.

Sicom Testing, en colaboración con un organismo líder en certificación y otros asociados laboratorios especializados, ofrece a sus clientes un servicio completo de consultoría en los plazos de certificación, lleva a cabo todas las pruebas y prepara la documentación para la certificación de los diferentes tipos de productos electrónicos y de telecomunicaciones.

Fc-id es uno de los modelos de certificación obligatoria de FCC en los Estados Unidos, que es aplicable a productos inalámbricos con gran dificultad técnica. Los productos con la frecuencia de transmisión inalámbrica de equipos, tales como Bluetooth, WiFi, equipo de alarma inalámbrica de equipos, equipos de transmisión y recepción de radio, teléfono, ordenador, etc., todos deben aplicar para fcc-id la certificación. La certificación de productos inalámbricos está directamente aprobada por la FCC TCB agencia y se puede comprobar en el sitio web oficial de

la FCC en los Estados Unidos. La norma de certificación de la tecnología inalámbrica FCCID es PATR15C.

Proceso de solicitud

Agencia de pruebas de Ebo (EBO) FCC ID certificación:

1. Solicitar un bono en primer lugar. Los comerciantes que solicitan la certificación por primera vez. Necesitan registrarse fcc-frn en la FCC para establecer la aplicación de archivo de la empresa antes de que se puedan aplicar para fcc-id registro. Todos los informes son examinados por la FCC-TCB, presentado a la FCC centro de gestión para la puesta en el sitio web, y a continuación, información de producto puede comprobarse a través del número de ID en el sitio web de la FCC en los Estados Unidos.

2. Material preparado:

- (1) producto instrucciones (Inglés).
- (2) Esquema: Esquema de todo el producto se suministra.
- (3) el diagrama de circuito.
- (4) Diagrama de bloque: ¿qué parte del producto está integrado, Bluetooth y WIFI, deben estar marcados con cristales de frecuencia.
- (5) Principio de funcionamiento y la descripción de la función.
- (6) Lista de componentes clave.
- (7) Diagrama de la ganancia de antena.

3. Examen de materiales

4. Las pruebas de producto

5. Pasar la prueba y emitir informe certificado

FCC ID ciclo de certificación: 3-4 semanas



Dispositivos certificados por FCC que se utilizan en el desarrollo del proyecto para la MSE.

ENACOM

Enacom es el organismo encargado de la normalización del equipamiento de comunicaciones de la República Argentina. Esta normalización se realiza mediante el dictado de normas técnicas basadas en:

- A) Seguridad del usuario
- B) Uso eficiente del espectro radioeléctrico
- C) Asegurar la compatibilidad con las redes y sistemas de comunicaciones autorizados.

Homologación de equipos:

Una de las funciones principales de Enacom es la de homologar, tanto equipos que hagan uso del espectro radioeléctrico (incluyendo los de radiodifusión), como así también los de uso específico en comunicaciones que se conecten a las redes públicas. Para ello, cumple con las siguientes actividades vinculadas, no sólo al registro de equipos, sino también al de las empresas que los fabrican y/o los comercializan en el país.

RAMATEL

(Registro de Actividades y Materiales de Telecomunicaciones).

La inscripción de empresas fabricantes y/o comercializadoras de equipos en el Registro de Actividades RAMATEL es obligatoria.

La empresa que fabrique, comercialice o represente localmente a fabricantes extranjeros de equipos de comunicaciones debe estar inscripta en el Registro de Actividades. A tal fin se encuentran vigentes dos sub-registros:

- Fabricación: si fuera fabricante nacional
- Comercialización: si fuera importador o representante local.

Por otra parte, Enacom tiene responsabilidad sobre la acreditación y el control de laboratorios de ensayos para lo cual cumple con las siguientes actividades:

Acreditación de Laboratorios de Ensayos

Los laboratorios acreditados por Enacom son los responsables de la emisión de los Informes de Ensayos. Estos documentos forman parte de la solicitud formal de homologación de un modelo y muestran los resultados obtenidos durante las mediciones realizadas en base a una norma técnica Enacom. La reglamentación vigente establece mecanismos de auditorías y controles sobre los mismos por parte de Enacom.

INTI - Departamento de Comunicaciones

Página web: www.inti.gob.ar

Dirección: Av. Gral. Paz 5445 (B1650WAB) - San Martín - Buenos Aires - Argentina Tel/Fax: (+5411) 4724-6200/6300/6400 Internos: 6370/6346/6258/6683

E-Mail: ensayos-ddc@inti.gob.ar; mbarros@inti.gob.ar; decesare@inti.gob.ar

Laboratorios Unidos S.A.

Página web: www.lu.net.ar

Dirección: Darwin N° 1237 (C1414CUY) Ciudad Autónoma de Buenos Aires - Argentina Tel: (+5411) 4774-4027 // 5258-3577/78

Fax: (+5411) 4775-0104 opción 4

E-mail: info@lu.net.ar

Teralab S.R.L.

Página web: www.teralab.com.ar

Dirección: De las Cañoneras 440 – Piso 2 – Oficina 11 - (B1713BQJ) - Ituzaingó - Buenos Aires - Argentina

Tel: (+5411) 2102-0952

E-mail: administracion@teralab.com.ar

Etiquetas

Etiqueta antigua

Isologotipo

CNC COMISIÓN NACIONAL
DE COMUNICACIONES

Isotipo

CNC

Etiqueta actual



Isologotipo vertical



Isologotipo horizontal

Dado que el período de transición finaliza el 12 de agosto de 2022, ¿es necesario utilizar la nueva etiqueta RAMATEL como etiqueta para todos los dispositivos, incluidos los existentes?

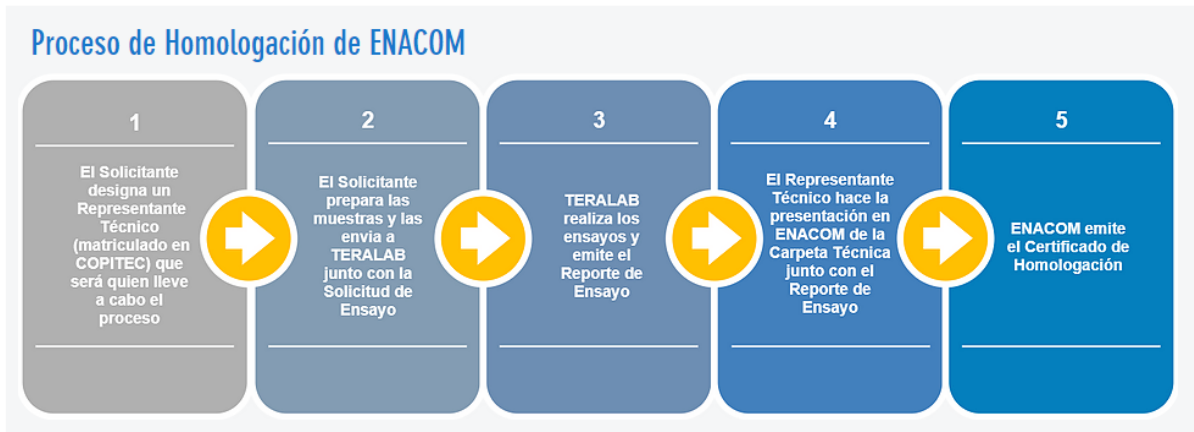
No, solo los productos nuevos certificados deben usar la nueva etiqueta después del 12 de agosto de 2022. Los productos ya certificados no necesitan ser recertificados con la etiqueta RAMATEL.

Inscripción de la empresa NOANET en ENACOM.

Razón Social	Código	Servicio
NOANET S.A.	SVA	SERVICIO DE VALOR AGREGADO

Página web Enacom: <https://www.enacom.gob.ar/>

Contacto con el laboratorio TERALAB



Ensayos:

Ensayos para Bluetooth std. (FHSS 79 canales)

Aplica protocolo de ensayos para sistemas de salto de frecuencia V20.1.

REQUISITOS DE ENSAYO PARA EQUIPOS INTEGRANTES DE SISTEMAS DE SALTO DE FRECUENCIA V20.1

1. Alcance

Los equipos que posean al menos una interfaz que utilice técnica de ensanchamiento por salto en frecuencia, deberán cumplir con los requisitos indicados en el siguiente protocolo de ensayos. Dado que los sistemas conocidos como “híbridos” utilizan salto en frecuencia como parte de su funcionamiento, se han agregado, al final de este documento, las especificaciones que deberán cumplir los mismos.

2. Definiciones

Módulo (transmisor/transceptor): Dispositivo compuesto por un transmisor/transceptor de radiofrecuencia, un circuito de adaptación para conexión de antena y un circuito de estabilización de alimentación eléctrica, cuyo funcionamiento puede ser evaluado en modo autónomo (stand alone) bajo las condiciones requeridas bajo este protocolo de ensayos, diseñado principalmente para ser incorporado dentro de otro equipo.

Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha (SMDBA): Sistemas que emplean técnicas de modulación que recurren a códigos digitales para la ampliación del espectro de las señales a transmitir. Son ejemplos, las técnicas de espectro ensanchado por secuencia directa (DSSS) o la de portadoras múltiples mutuamente ortogonales (OFDM). Quedan expresamente excluidos de esta categoría los Sistemas de salto de frecuencia.

Sistemas de Salto de Frecuencia (SSF): Sistemas que emplean la técnica de ensanchamiento del espectro en la cual el equipo utiliza un cierto número de frecuencias portadoras dentro de la banda de operación, seleccionadas en forma pseudoaleatoria, cada una por un determinado periodo de tiempo, referido como tiempo de permanencia.

Sistemas Híbridos: Sistemas que emplean una combinación de técnicas de modulación que recurren a códigos digitales para la ampliación del espectro de las señales a transmitir, y de la técnica de ensanchamiento del espectro por salto de frecuencia, al mismo tiempo y sobre la misma portadora. “2020 – AÑO DEL GENERAL MANUEL BELGRANO” 2

3. Bandas atribuidas

Las bandas atribuidas son las siguientes:

Banda	Marco Normativo
902 – 915 MHz	Resolución SC 302/1998 Resolución SC 226/2008
915 – 928 MHz	Resolución ENACOM 4653/2019
2.400 – 2.483,5 MHz	Resolución ENACOM 4653/2019
5.725 – 5.850 MHz	Resolución ENACOM 4653/2019

Tabla 1 – Bandas de frecuencias

4. Identificación del documento

En “identificación del cuerpo normativo” (punto 7 de la guía de ensayos) deberá indicarse: “Protocolo de ensayos para Sistemas de Salto de Frecuencia V20.1”.

5. Consideraciones generales

El modelo de equipo homologado deberá cumplir con las especificaciones de esta normativa para todas las condiciones de funcionamiento en las que se prevé su comercialización. Sin embargo, para simplificar las mediciones se tendrá en cuenta lo siguiente:

5.1. Se presentará un informe completo e independiente por cada banda de operación del equipo.

5.2. Los ensayos se realizarán con el EBP transmitiendo a la máxima potencia de operación especificada por el fabricante para el modelo de producción.

5.3. En cada ensayo, el solicitante ajustará la modulación, velocidad de transmisión y/o cualquier otro parámetro variable por software, seleccionando el esquema de funcionamiento que considere representativo para la medición.

5.4. Para equipos que cuenten con la posibilidad de configurar distintas anchuras de banda de transmisión, se comprobarán las especificaciones para las anchuras de banda mínima y máxima configurables.

5.5. El laboratorio informará los ajustes en la descripción del ensayo correspondiente.

5.6. En todos los casos, y en especial en módulos homologados, deberá asegurarse que luego de su instalación, las emisiones emitidas cumplan con los límites indicados en este protocolo de ensayos.

6. Requisitos para Sistemas de Salto de Frecuencia

Los equipos que integran Sistemas de Salto de Frecuencias deberán cumplir las especificaciones establecidas en las siguientes secciones.

6.1. Bandas de Operación Las bandas de operación de los equipos abarcados por esta normativa, definidas por el rango de frecuencias que son emitidas intencionalmente por el transmisor, deberán estar

contenidas dentro de al menos una de las bandas indicadas en la Tabla 1.

6.2. Potencia de cresta conducida del transmisor La potencia de cresta conducida deberá cumplir con los siguientes límites:

Banda	Límite [W]	Observaciones
902 – 928 MHz	1	Equipos con 50 o más frecuencias de salto
	0,250	Equipos con 25 a 49 frecuencias de salto
2.400 – 2.483,5 MHz	1	Equipos con 75 o más frecuencias de salto
	0,125	Equipos con 15 a 74 frecuencias de salto
5.725 – 5.850 MHz	1	Equipos con 75 o más frecuencias de salto

Tabla 2 – Especificaciones de potencia de cresta conducida del transmisor

6.3. Anchura de banda del canal de salto La anchura de banda del canal de salto, medida a 20 dB por debajo del nivel máximo, deberá cumplir con los siguientes límites:

Banda	Límite [MHz]	Observaciones
902 – 928 MHz	$\leq 0,5$	
2.400 – 2.483,5 MHz	---	Sin restricciones
5.725 – 5.850 MHz	≤ 1	

Tabla 3 – Especificaciones de anchura de banda del canal de salto

6.4. Separación de frecuencias de salto Las frecuencias de salto deberán estar separadas entre sí por un mínimo de 25 kHz o la anchura de banda del canal de salto (BW), lo que resulte el mayor valor. Equipos que operan en la banda de 2.400 a 2.483,5 MHz podrán tener frecuencias de salto separadas entre sí por un mínimo de 25 kHz o dos tercios de la anchura de banda del canal de salto (BW), pero su potencia estará limitada a 125 mW.

Banda	Límite	Observaciones
902 – 928 MHz	$\geq 25 \text{ kHz y } \geq BW$	
2.400 – 2.483,5 MHz	$\geq 25 \text{ kHz y } \geq BW$	
	$\geq 25 \text{ kHz y } \geq 2/3 BW$	Potencia limitada a 125 mW
5.725 – 5.850 MHz	$\geq 25 \text{ kHz y } \geq BW$	

Tabla 4 – Especificaciones de separación de frecuencias de salto

6.5. Cantidad de Frecuencias de Salto y Tiempo de Permanencia Promedio.

- Banda de 902 a 928 MHz Para los equipos que operan en la banda de 902 a 928 MHz, si la anchura de banda del canal de salto es menor a 250 kHz, el sistema deberá usar al menos 50 frecuencias de salto y el tiempo de permanencia promedio en cualquier canal no deberá exceder de 0,4 segundos dentro de un periodo de 20 segundos. Si la anchura de banda del canal de salto es mayor o igual a 250 kHz, el sistema deberá usar al menos 25 frecuencias de salto y el tiempo de permanencia promedio en cualquier canal no deberá exceder de 0,4 segundos dentro de un periodo de 10 segundos.
- Banda de 2.400 a 2.483,5 MHz Los equipos que operan en la banda de 2.400 a 2.483,5 MHz deberán usar al menos 15 frecuencias de salto. El tiempo de permanencia promedio en cualquier canal no deberá exceder de 0,4 segundos dentro de un periodo de 0,4 segundos multiplicado por la cantidad de frecuencias de salto.
- Banda de 5.725 a 5.850 MHz Los equipos que operan en la banda de 5.725 a 5.850 MHz deberán usar al menos 75 frecuencias de salto. El tiempo de permanencia promedio en cualquier canal no deberá exceder de 0,4 segundos dentro de un periodo de 30 segundos.



Banda	Anchura de banda [kHz]	Cantidad de frecuencias de salto	Tiempo de permanencia promedio [seg]	Periodo de medición [seg]
902 – 928 MHz	< 250	≥ 50	$\leq 0,4$	20
	≥ 250 y ≤ 500	≥ 25	$\leq 0,4$	10
2.400 – 2.483,5 MHz	- - -	≥ 15	$\leq 0,4$	0,4 seg x cantidad de frecuencias de salto
5.725 – 5.850 MHz	- - -	≥ 75	$\leq 0,4$	30

Tabla 5 – Especificaciones de cantidad de frecuencias de salto y tiempo de permanencia promedio

6.6.Emisiones no deseadas La potencia de las emisiones no deseadas en cualquier banda fuera de la banda de operación del transmisor deberá estar atenuada por lo menos 20 dB respecto a la emisión de mayor nivel dentro de la banda de operación, ambas medidas con un ancho de banda de resolución de 100 kHz. Se evaluarán las emisiones no deseadas hasta por lo menos la 2da armónica del canal de transmisión empleado durante el ensayo.

7. Requisitos para Sistemas Híbridos Los equipos

transmisores/transceptores que forman parte de un sistema híbrido deberán cumplir con los siguientes requisitos técnicos:

7.1.Potencia de cresta conducida del transmisor La potencia de cresta conducida deberá ser menor a 1 W.

7.2.Separación de frecuencias de salto La separación entre frecuencias de salto deberá cumplir con los siguientes límites:

Banda	Límite	Observaciones
902 – 928 MHz	≥ 25 kHz y $\geq BW$	
2.400 – 2.483,5 MHz	≥ 25 kHz y $\geq 2/3 BW$	
5.725 – 5.850 MHz	≥ 25 kHz y $\geq BW$	

Tabla 7 – Especificaciones de separación de frecuencias de salto



7.3.Cantidad de Frecuencias de Salto y Tiempo de Permanencia Promedio La cantidad de frecuencias de salto no tiene un límite especificado, pero deberá verificarse en el reporte de ensayos. El tiempo de permanencia promedio en cualquier canal no deberá exceder de 0,4 segundos dentro de un periodo de 0,4 segundos multiplicado por la cantidad de frecuencias de salto.

7.4.Emisiones no deseadas La potencia de las emisiones no deseadas en cualquier banda fuera de la banda de operación del transmisor deberá estar atenuada por lo menos 20 dB respecto a la emisión de mayor nivel dentro de la banda de operación, ambas medidas con un ancho de banda de resolución de 100 kHz. Se evaluarán las emisiones no deseadas hasta por lo menos la 2da armónica del canal de transmisión empleado durante el ensayo.

7.5.Densidad de potencia La densidad de potencia espectral deberá ser menor a 8 dBm medida con una anchura de banda de resolución de 3 kHz, con la función de salto en frecuencias desactivada.

Ensayos WiFi 2.4 / 5 Ghz y Bluetooth Low Energy

Aplica protocolo de ensayos para sistemas de modulación digital de banda ancha V20.2.

REQUISITOS DE ENSAYO PARA EQUIPOS INTEGRANTES DE SISTEMAS DE MODULACIÓN DIGITAL DE BANDA ANCHA V20.2

1. Alcance

Los equipos que posean al menos una interfaz que emplee modulación digital de banda ancha deberán cumplir con los requisitos indicados en el siguiente protocolo de ensayos.

2. Definiciones

Módulo (transmisor/transceptor): Dispositivo compuesto por un transmisor/transceptor de radiofrecuencia, un circuito de adaptación para conexión de antena y un circuito de estabilización de alimentación eléctrica, cuyo funcionamiento puede ser evaluado en modo autónomo (stand alone) bajo las condiciones requeridas bajo este protocolo de ensayos, diseñado principalmente para ser incorporado dentro de otro equipo. Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha (SMDBA): Sistemas que emplean técnicas de modulación que recurren a códigos digitales para la ampliación del espectro de las señales a transmitir. Son ejemplos, las técnicas de espectro ensanchado por secuencia directa (DSSS) o la de portadoras múltiples mutuamente ortogonales (OFDM). Quedan expresamente excluidos de esta categoría los Sistemas de salto de frecuencia. Sistemas de Salto de Frecuencia (SSF): Sistemas que emplean la técnica de ensanchamiento del espectro en la cual el equipo utiliza un cierto número de frecuencias portadoras dentro de la banda de operación, seleccionadas en forma pseudoaleatoria, cada una por un determinado periodo de tiempo, referido como tiempo de permanencia. Sistemas Híbridos: Sistemas que emplean una combinación de técnicas de modulación que recurren a códigos digitales para la ampliación del espectro de las señales a transmitir, y de la

técnica de ensanchamiento del espectro por salto de frecuencia, al mismo tiempo y sobre la misma portadora.

3. Bandas atribuidas

Las bandas atribuidas son las siguientes:

Banda	Marco Normativo
902 – 915 MHz	Resolución SC 302/1998 Resolución SC 226/2008
915 – 928 MHz	Resolución ENACOM 4653/2019
2.400 – 2.483,5 MHz	Resolución ENACOM 4653/2019
5.150 – 5.250 MHz	Resolución ENACOM 4653/2019
5.250 – 5.350 MHz	Resolución ENACOM 4653/2019
5.470 – 5.600 MHz	Resolución ENACOM 4653/2019
5.650 – 5.725 MHz	Resolución ENACOM 4653/2019
5.725 – 5.850 MHz	Resolución ENACOM 4653/2019

Tabla 1 – Bandas de frecuencias atribuidas

4. Identificación del documento

En “identificación del cuerpo normativo” (punto 7 de la guía de ensayos) deberá indicarse: “Protocolo de ensayos para Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha V20.2”.

5. Consideraciones generales

El modelo de equipo homologado deberá cumplir con las especificaciones de esta normativa para todas las condiciones de funcionamiento en las que se prevé su comercialización. Sin embargo, para simplificar las mediciones se tendrá en cuenta lo siguiente:

5.1 Se presentará un informe completo e independiente por cada banda de operación del equipo.

5.2 Los ensayos se realizarán con el EBP transmitiendo a la máxima potencia de operación especificada por el fabricante para el modelo de producción.

5.3 En cada ensayo, el solicitante ajustará la modulación, velocidad de transmisión y/o cualquier otro parámetro variable por software, seleccionando el esquema de funcionamiento que considere representativo para la medición.

5.4 Para equipos que cuenten con la posibilidad de configurar distintas anchuras de banda de transmisión, se comprobarán las especificaciones para las anchuras de banda mínima y máxima configurables.

5.5 El laboratorio informará los ajustes en la descripción del ensayo correspondiente.

5.6 Para el caso de equipos que posean dos o más cadenas de transmisión (por ejemplo, los que utilizan Multiplexado Espacial “MIMO” Multiple Input – Multiple Output, Sistemas de Antenas Inteligentes SAS – Smart Antenna System, etc.), que transmitan en forma simultánea, radiando un mismo sector con la misma frecuencia, se tendrán en cuenta -para los ensayos de Potencia y de Densidad de Potencia- las siguientes consideraciones: El valor de Potencia y/o Densidad de Potencia total sobre el que se verificará el cumplimiento de los límites dispuestos en el presente documento, será el resultante de la suma lineal de los valores máximos medidos a la salida de cada transmisor. Si el EBP contara con dos o más cadenas de transmisión cuyas especificaciones técnicas fueran las mismas, el laboratorio podrá realizar la medición sobre una de las salidas (valor medido). El nivel a comparar contra los límites establecidos se obtendrá entonces multiplicando el valor medido (en Watts) por la cantidad de cadenas de transmisión.

5.7 Estarán permitidas las emisiones en dos o más segmentos del espectro no contiguos (por ej. el modo 80+80 MHz de IEEE 802.11ac); y las emisiones que crucen el límite entre dos bandas adyacentes atribuidas (el canal 144 de IEEE 802.11ac, por citar un caso). En estas situaciones, se deberá cumplir con los límites y condiciones propias de cada banda.

5.8 En todos los casos, y en especial en módulos homologados, deberá asegurarse que luego de su instalación, las emisiones emitidas cumplan con los límites indicados en este protocolo de ensayos.

6. Requisitos técnicos

Los equipos que integran Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha deberán cumplir las especificaciones establecidas en las siguientes secciones.

6.1. Bandas de Operación Las bandas de operación de los equipos abarcados por esta normativa, definidas por el rango de frecuencias que son emitidas intencionalmente por el transmisor, deberán estar contenidas dentro de al menos una de las bandas indicadas en la Tabla 1.

6.2. Potencia media conducida del transmisor El nivel de potencia media conducida del transmisor deberá cumplir con los límites indicados en la Tabla 2:

Banda	Límite	
902 – 928 MHz	1 W	30 dBm
2.400 – 2.483,5 MHz	1 W	30 dBm
5.150 – 5.250 MHz	0,050 W	17 dBm
5.250 – 5.350 MHz	0,250 W	24 dBm
5.470 – 5.600 MHz	0,250 W	24 dBm
5.650 – 5.725 MHz	0,250 W	24 dBm
5.725 – 5.850 MHz	1 W	30 dBm

Tabla 2 – Especificaciones de potencia media conducida del transmisor

6.3. Anchura de banda ocupada

- Equipos que operen en la banda 902 – 928 MHz La anchura de banda del espectro de emisión medida con resolución espectral de 100 kHz entre puntos extremos correspondientes a una caída de 6 dB, respecto al punto de mayor nivel, será por lo menos de 500 kHz.
- Equipos que operen en la banda 2.400 – 2.483,5 MHz La anchura de banda del espectro de emisión medida con resolución espectral de 100 kHz entre puntos extremos correspondientes a una caída de 6 dB, respecto al punto de mayor nivel, será por lo menos de 500 kHz.

- Equipos que operen en las bandas 5.150 – 5.250; 5.250 – 5.350; 5.470 – 5.600 y 5.650 – 5.725 MHz Se presentará el gráfico de la anchura de banda del espectro de emisión medida entre los puntos extremos correspondientes a una caída de 26 dB, respecto al punto de mayor nivel. La resolución espectral utilizada se ajustará a aproximadamente el 1% de la anchura de banda ocupada¹ (BW).
- Equipos que operen en la banda 5.725 – 5.850 MHz La anchura de banda del espectro de emisión medida con resolución espectral de 100 kHz entre puntos extremos correspondientes a una caída de 6 dB, respecto al punto de mayor nivel, será por lo menos de 500 kHz.

6.4.Densidad de potencia espectral conducida La densidad de potencia espectral conducida del transmisor deberá cumplir con los límites especificados en la Tabla 4:

Banda	Límite	Anchura de banda de resolución
902 – 928 MHz	8 dBm	3 kHz
2.400 – 2.483,5 MHz	8 dBm	3 kHz
5.150 – 5.250 MHz	4 dBm	1 MHz
5.250 – 5.350 MHz	11 dBm	1 MHz
5.470 – 5.600 MHz	11 dBm	1 MHz
5.650 – 5.725 MHz	11 dBm	1 MHz
5.725 – 5.850 MHz	8 dBm	3 kHz

Tabla 4 – Especificaciones de densidad de potencia espectral conducida

6.5.Emisiones no esenciales La potencia de las emisiones no esenciales deberá estar atenuada por lo menos 30 dB respecto a la emisión de mayor nivel dentro de la banda de operación, ambas medidas con un ancho de banda de resolución de 100 kHz. Se evaluarán las emisiones no esenciales hasta por lo menos la 2da armónica del canal de transmisión empleado durante el ensayo. Para la determinación del límite del dominio no esencial se aplicarán los criterios indicados en la Recomendación UIT-R SM.1539

Ensayo en laboratorio TERALAB.



Equipo para ensayar modulación digital de banda ancha.

Compatibilidad electromagnética EMC

Norma IEC 61000

RESUMEN:

IEC 61000-4-3: 2020 es aplicable a los requisitos de inmunidad de equipos eléctricos y electrónicos a la energía electromagnética radiada. Establece niveles de prueba y los procedimientos de prueba requeridos. El objeto de este documento es establecer una referencia común para evaluar la inmunidad de equipos eléctricos y electrónicos cuando se someten a campos electromagnéticos de radiofrecuencia radiada. El método de prueba documentado en esta parte de IEC 61000 describe un método consistente para evaluar la inmunidad de un equipo o sistema contra campos electromagnéticos de RF de fuentes de RF que no se encuentran cerca del EUT. El entorno de prueba se especifica en la Cláusula 6.

NOTA 1 Como se describe en la Guía 107 de IEC, esta es una publicación de EMC básica para uso de los comités de productos de

IEC. Como también se indica en la Guía 107, los comités de productos de IEC son responsables de determinar si esta norma de prueba de inmunidad debe aplicarse o no, y si se aplica, son responsables de determinar los niveles de prueba y los criterios de rendimiento adecuados. El TC 77 y sus subcomités están dispuestos a cooperar con los comités de productos en la evaluación del valor de determinadas pruebas de inmunidad para sus productos.

NOTA 2 Las pruebas de inmunidad contra fuentes de RF cercanas al EUT se definen en IEC 61000-4-39. Se dedican consideraciones especiales a la protección contra las emisiones de radiofrecuencia de los radioteléfonos digitales y otros dispositivos emisores de RF.

NOTA 3 En esta parte se definen métodos de prueba para evaluar el efecto que tiene la radiación electromagnética en el equipo en cuestión. La simulación y medición de la radiación electromagnética no es lo suficientemente exacta para la determinación cuantitativa de los efectos. Los métodos de prueba definidos en este documento básico tienen el objetivo principal de establecer una reproducibilidad adecuada de la configuración de prueba y la repetibilidad de los resultados de la prueba en varias instalaciones de prueba. Este documento es un método de prueba independiente. No es posible utilizar otros métodos de prueba como sustitutos para reclamar el cumplimiento de este documento. Esta cuarta edición anula y reemplaza la tercera edición publicada en 2006, Enmienda 1: 2007 y Enmienda 2: 2010. Esta edición constituye una revisión técnica. Esta edición incluye los siguientes cambios técnicos significativos con respecto a la edición anterior: Los métodos de prueba definidos en este documento básico tienen el objetivo principal de establecer una reproducibilidad adecuada de la configuración de prueba y la repetibilidad de los resultados de la prueba en varias instalaciones de prueba. Este documento es un método de prueba independiente. No es posible utilizar otros métodos de prueba como sustitutos para reclamar el cumplimiento de este documento. Esta cuarta edición anula y reemplaza la tercera edición publicada en 2006, Enmienda 1: 2007 y Enmienda 2: 2010. Esta edición constituye una revisión técnica. Esta edición incluye los siguientes cambios técnicos significativos con respecto a la edición anterior: Los métodos de prueba definidos en este documento básico tienen el objetivo principal de establecer una

reproducibilidad adecuada de la configuración de prueba y la repetibilidad de los resultados de la prueba en varias instalaciones de prueba. Este documento es un método de prueba independiente. No es posible utilizar otros métodos de prueba como sustitutos para reclamar el cumplimiento de este documento. Esta cuarta edición anula y reemplaza la tercera edición publicada en 2006, Enmienda 1: 2007 y Enmienda 2: 2010. Esta edición constituye una revisión técnica. Esta edición incluye los siguientes cambios técnicos significativos con respecto a la edición anterior: No es posible utilizar otros métodos de prueba como sustitutos para reclamar el cumplimiento de este documento. Esta cuarta edición anula y reemplaza la tercera edición publicada en 2006, Enmienda 1: 2007 y Enmienda 2: 2010. Esta edición constituye una revisión técnica. Esta edición incluye los siguientes cambios técnicos significativos con respecto a la edición anterior: No es posible utilizar otros métodos de prueba como sustitutos para reclamar el cumplimiento de este documento. Esta cuarta edición anula y reemplaza la tercera edición publicada en 2006, Enmienda 1: 2007 y Enmienda 2: 2010.

1. Generalidades y definiciones
2. Ambiente del entorno Electromagnético
3. Límites de emisión e inmunidad
4. Técnicas de laboratorios para medición y pruebas
5. Guías de instalación y mitigación
6. Normas genéricas
9. Varias

IEC 61000-6

Compatibilidad electromagnética (CEM) - Parte 6-2: Normas genéricas - Norma de inmunidad para entornos industriales

IEC 61000-6-4: 2018 para requisitos de emisión se aplica a equipos eléctricos y electrónicos destinados a ser utilizados en el entorno existente en ubicaciones industriales (ver 3.1.12). Este documento no

se aplica a equipos que caen dentro del alcance de IEC 61000-6-3. Los entornos abarcados por este documento cubren ubicaciones tanto en interiores como en exteriores. Los requisitos de emisión en el rango de frecuencia de 9 kHz a 400 GHz se tratan en este documento y se han seleccionado para proporcionar un nivel adecuado de protección de la recepción de radio en el entorno electromagnético definido. No es necesario realizar ninguna medición a frecuencias en las que no se especifica ningún requisito. Estos requisitos se consideran esenciales para proporcionar un nivel adecuado de protección a los servicios de radio. No se han incluido todos los fenómenos de perturbación con fines de prueba, sino solo aquellos que se consideran relevantes para el equipo destinado a operar dentro de los entornos incluidos en este documento. Los requisitos se especifican para cada puerto considerado. Esta norma de emisión de EMC genérica se debe utilizar cuando no se dispone de una norma de emisión de EMC de producto o familia de productos aplicable. Esta tercera edición anula y reemplaza la segunda edición publicada en 2006 y la Enmienda 1: 2010 Esta edición constituye una revisión técnica. Esta edición incluye los siguientes cambios técnicos significativos con respecto a la edición anterior: Esta norma de emisión de EMC genérica se debe utilizar cuando no se dispone de una norma de emisión de EMC de producto o familia de productos aplicable. Esta tercera edición anula y reemplaza la segunda edición publicada en 2006 y la Enmienda 1: 2010 Esta edición constituye una revisión técnica. Esta edición incluye los siguientes cambios técnicos significativos con respecto a la edición anterior: Esta norma de emisión de EMC genérica se debe utilizar cuando no se dispone de una norma de emisión de EMC de producto o familia de productos aplicable. Esta tercera edición anula y reemplaza la segunda edición publicada en 2006 y la Enmienda 1: 2010 Esta edición constituye una revisión técnica. Esta edición incluye los siguientes cambios técnicos significativos con respecto a la edición anterior:

- a) posibles requisitos futuros en los puertos de CC;
- b) posibles límites futuros de emisiones específicas de

- polaridad radiada dentro de un FAR;
- c) la definición de qué detector medio se utiliza para las mediciones de emisiones a frecuencias superiores a 1 GHz y que los resultados que utilizan un detector de picos son aceptables para todas las mediciones;
- d) la definición de diferentes disposiciones de prueba del EUT.

IEC 61000-6-5: 2015

Compatibilidad electromagnética (CEM) - Parte 6-5: Estándares genéricos - Inmunidad para equipos utilizados en el entorno de la estación de energía y la subestación.

IEC 61000-6-5: 2015 especifica los requisitos de inmunidad EMC que se aplican a los equipos eléctricos y electrónicos destinados a su uso en centrales eléctricas y subestaciones. Se cubren los requisitos de inmunidad para fenómenos electromagnéticos con contribuciones espectrales en el rango de frecuencia de 0 Hz a 400 GHz.

Conclusiones generales

Dados los conocimientos obtenidos durante el cursado de la materia, y al haber profundizado el procedimiento para homologar un equipo electrónico, se identificaron mejoras que pueden aplicarse sistema de telelectura y que no agrega ningún costo significativo al desarrollo y sin embargo si contribuyen sin duda a mejorarlo si se empezara a comercializar.

Para los ensayos de laboratorio es conveniente agregar un conector pigtail a la antena de WiFi para poder realizar las pruebas y los protocolos establecidos por ENACOM.