



Agencia Nacional del Espectro

---

## Buenas prácticas en la operación y mantenimiento de una estación de radiodifusión sonora

---



[www.ane.gov.co](http://www.ane.gov.co)

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>2. EQUIPOS EN EL ESTUDIO .....</b>	<b>4</b>
2.1 Transmisor de enlace.....	4
2.2 Antena del enlace estudio – transmisor (transmisión) .....	4
<b>3. EQUIPOS EN EL SISTEMA DE TRANSMISIÓN .....</b>	<b>5</b>
3.1 Receptor de enlace .....	5
3.2 Antena del receptor de enlace.....	5
3.3 Excitador .....	5
3.4 Amplificador de potencia o transmisor.....	7
3.5 Línea de transmisión .....	9
3.6 Sistema radiante o arreglo de antenas emisoras F.M.....	10
3.7 Sistema radiante o antena emisoras A.M. ....	12
3.8 Infraestructura y energía eléctrica.....	12
<b>4. LIMITACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A LAS PERSONAS A LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS QUE EMITA EL SISTEMA RADIANTE DE LA EMISORA .....</b>	<b>14</b>
<b>5. MANEJO DE LAS INTERFERENCIAS .....</b>	<b>14</b>

## 1. Introducción

La prestación del servicio de radiodifusión sonora y su calidad depende del buen estado operativo de todos los equipos que conforman la estación.

Las buenas prácticas en materia de mantenimiento preventivo y en la ejecución adecuada del mantenimiento correctivo, permiten que los equipos de radiofrecuencia operen adecuadamente dentro de los parámetros determinados por los fabricantes, bajo los cuales se realiza el diseño e instalación de las estaciones de radiodifusión sonora. De esta manera se busca que se cumpla la totalidad de los parámetros técnicos establecidos por los Planes Técnicos Nacionales de Radiodifusión Sonora de A.M. y F.M., reduciendo notablemente la probabilidad de fallas en su operación y de recibir interferencias o generarlas a otras emisoras, o incluso a otros servicios sensibles, como por ejemplo, las comunicaciones aeronáuticas.

Las estaciones de radiodifusión sonora de A.M. y de F.M. tienen dos grandes componentes: el estudio de radiodifusión y el sistema de transmisión.

En el estudio se produce la programación que finalmente será transmitida a la audiencia por el sistema de transmisión. El sistema de transmisión, como su nombre lo indica, recibe del estudio el contenido o programación y lo transmite vía el espectro radioeléctrico, en la frecuencia autorizada por Mintic, a los receptores de la audiencia ubicados en su zona de cobertura.

En el presente documento se realiza una breve descripción de los principales equipos, elementos e infraestructura que pueden afectar la correcta operación de las estaciones de radiodifusión sonora y que de acuerdo con la experiencia son los que ocasionan que se generen interferencias, si presentan desajustes o daños. Así mismo se describen algunas buenas prácticas para monitorear y controlar que la emisora opere dentro de los parámetros técnicos autorizados por el Mintic y se dé cumplimiento a la normatividad en materia de uso del espectro radioeléctrico.

## 2. Equipos en el estudio

### 2.1 Transmisor de enlace

Este equipo enlaza, a través del espectro radioeléctrico, el estudio con el sistema de transmisión, el cual se utiliza para enviar hacia el sistema de transmisión el contenido o la información producida en el estudio.

El transmisor de enlace debe ser sintonizado en la frecuencia exacta que le haya asignado Mintic a la emisora para este propósito, la cual se encuentra en la banda de 300 MHz a 330 MHz.

Las interferencias que se suelen originar en el transmisor de enlace se deben a desajustes en su sintonización bien sea por:

- Programación de una frecuencia diferente a la que asignó el Mintic para el enlace.
- Daños en los circuitos de oscilación, modulación o filtrado.

Teniendo en cuenta que el equipo transmisor de enlace se encuentra ubicado en el estudio, donde normalmente hay personas, se recomienda:

- Revisar diariamente la frecuencia del equipo mediante la lectura de la pantalla, si cuenta con ella; y una vez a la semana usando el equipo contador de frecuencia (frecuencímetro) del que debe disponer la emisora, ya que la verificación mediante el frecuencímetro da mayor fiabilidad que la sola lectura de la pantalla del equipo.
- Verificar semanalmente que la potencia radiada por el sistema de transmisión de enlace no exceda la potencia autorizada, la cual generalmente es de 10W.

### 2.2 Antena del enlace estudio – transmisor (transmisión)

Con relación a la antena del enlace estudio – transmisor, es recomendable:

- Verificar que la antena esté orientada exactamente hacia el sitio donde se encuentra el sistema de transmisión.

- Revisar las conexiones entre el cable que une al transmisor de enlace con la antena Yagi de enlace para evitar fugas de radiofrecuencia.

Esta práctica no solo evita que se produzcan interferencias a otros sistemas de radiocomunicaciones, sino que también propenderá por la buena calidad de la señal recibida en el sitio en donde se encuentra ubicado el sistema de transmisión.

### **3. Equipos en el sistema de transmisión**

#### **3.1 Receptor de enlace**

Aunque este equipo por su naturaleza de receptor no genera interferencias, si es posible que las reciba de otras fuentes. Para minimizar la posibilidad de recibir interferencias de otras fuentes, se recomienda:

- Verificar que el receptor esté sintonizado exactamente en la misma frecuencia que el equipo transmisor de enlace.

#### **3.2 Antena del receptor de enlace**

De manera similar a lo recomendado con la antena de enlace de transmisión se recomienda:

- Verificar que la antena del receptor de enlace esté orientada exactamente hacia el sitio donde se encuentra ubicado el estudio de la emisora, desde donde se está transmitiendo la programación.
- Revisar las conexiones entre el cable que une al receptor de enlace con la antena Yagi de enlace para evitar fugas de radiofrecuencia.

#### **3.3 Excitador**

El excitador o modulador es uno de los equipos más importantes de la estación de radiodifusión, ya que genera la emisión denominada

portadora en la frecuencia autorizada, con el ancho de banda necesario para la radiodifusión.

El excitador recibe la señal proveniente del receptor de enlace, razón por la cual se debe verificar la correcta conexión del cable entre estos dos equipos. A su vez el excitador entrega la señal modulada al amplificador de potencia mejor conocido como transmisor. Es de anotar que en algunos casos el excitador y transmisor están integrados en un solo equipo.

Los parámetros técnicos esenciales sobre los que tiene incidencia el excitador son:

- **Frecuencia de operación:** Debe corresponder a la frecuencia autorizada por el Mintic dentro de la tolerancia establecida en el respectivo Plan Técnico Nacional, esto es 2 kHz para el caso de las emisoras en FM y 10 Hz para las emisoras en A.M. La verificación de este parámetro se hace con el frecuencímetro o contador de frecuencia, instrumento con el cual debe contar la emisora.
- **Excursión máxima de frecuencia o porcentaje de modulación:** Para las emisoras en FM se debe observar una excursión máxima de frecuencia de 75 kHz equivalente al 100% de porcentaje de modulación. Para las emisoras en AM el porcentaje de modulación debe ser hasta el 100% para picos negativos y hasta el 125% para picos positivos. La verificación se debe hacer con el monitor de modulación que debe tener la emisora.
- **Ancho de banda:** Para las emisoras de FM el máximo ancho de banda ocupado puede ser de 256 kHz o 302 kHz para emisiones, estereofónicas y estereofónicas con subportadora respectivamente según tenga autorizado la emisora; es de anotar que para las emisoras a las que les es aplicable el convenio binacional suscrito entre Colombia y Ecuador el ancho de banda ocupado no debe exceder de 200 kHz. En el caso de las emisoras de A.M. el ancho de banda máximo es de 20 kHz. Para verificar este parámetro se requiere un instrumento especializado denominado analizador de espectro, razón por la cual esta labor la debe realizar personal técnico calificado.

Dada la alta incidencia del excitador, se recomienda:

- Realizar la verificación de la correcta operación del excitador por lo menos con periodicidad semestral y llevar a cabo los mantenimientos preventivos recomendados por el fabricante, lo cual puede incluir actividades de calibración.

### 3.4 Amplificador de potencia o transmisor

Es el equipo encargado de amplificar la señal recibida del excitador y amplificarla a un nivel tal que se entregue con la suficiente potencia a la antena para que sea radiada hacia el área de servicio autorizada.

Es en la mayoría de los casos uno de los equipos más costosos de la emisora por lo cual se requiere especial cuidado en los procedimientos de instalación, manipulación y mantenimiento. Se debe asegurar buenas condiciones ambientales en el recinto en el que se instale el transmisor, dado que condiciones tales como la temperatura y la humedad pueden incidir en la correcta operación del equipo.

Dependiendo de la tecnología (estado sólido o tubos de vacío) y la potencia de amplificación requerida, el transmisor puede ser un equipo compacto especialmente cuando se requiere baja potencia o puede ser un sistema voluminoso compuesto por varios módulos cuando se requiere alta potencia de transmisión.

Independiente de lo anterior se recomienda:

- Realizar el mantenimiento periódico recomendado por el fabricante y vigilar los parámetros de operación, especialmente los asociados con los siguientes parámetros técnicos esenciales autorizados a la emisora:
  - **Potencia Radiada Aparente:** La potencia de salida del transmisor hace parte de la Potencia Radiada Aparente (P.R.A.) con que opera la emisora, por esta razón debe controlarse que el transmisor entregue la potencia que corresponda al valor calculado para que la P.R.A. se encuentre dentro de la tolerancia establecida en el Plan Técnico Nacional de Radiodifusión Sonora, esto es no debe exceder en el 10% la P.R.A. autorizada y tampoco debe ser inferior

- en más del 30%. Es importante tener en cuenta que en las emisoras de FM **la potencia de salida del transmisor no es la misma P.R.A. autorizada por el Mintic** dado que para obtener la P.R.A. a la potencia del transmisor hay que sumar la ganancia del sistema radiante (arreglo de antenas) y restar las pérdidas de la línea de transmisión y los conectores al igual que la potencia reflejada. Una manera rápida para verificar la potencia de salida del transmisor es hacer lectura de los instrumentos con los que debe contar el equipo (metro de potencia o de voltaje y corriente). Otra manera de verificar la potencia de salida del transmisor es insertando un instrumento de medición llamado vatímetro entre el terminal de salida, potencia del transmisor y la línea de transmisión que lo conecta a la antena, labor que debe ser llevada a cabo por personal técnico calificado para evitar daños en el transmisor.
- **Potencia de operación:** Para las emisoras A.M. este es el parámetro técnico autorizado en lugar de la P.R.A. que aplica para las emisoras F.M. La potencia de operación corresponde a la potencia de salida del transmisor la cual no debe exceder en el 10% la autorizada y tampoco debe ser inferior en más del 30%. La verificación de la potencia se hace según lo descrito en el punto anterior. Es importante tener en cuenta que las emisoras en AM deben reducir la potencia al 50% de la autorizada durante la operación nocturna.
  - **Emisiones no esenciales:** Son emisiones que se encuentran fuera del ancho de banda necesario que contiene la información a transmitir, razón por lo cual pueden disminuirse sin afectar la calidad de la señal de la emisora. Es muy importante disminuir o atenuar las emisiones no esenciales para evitar que estas causen interferencias a otras emisoras o a otros sistemas de comunicaciones como los son los aeronáuticos que son especialmente sensibles para



preservar la seguridad de la vida humana. La atenuación requerida de las emisiones no esenciales está referida a la potencia del transmisor y se calcula mediante la siguiente expresión:  $A(\text{dB}) = 43 + 10 \log P(\text{W})$  por ejemplo, si la potencia de salida del transmisor es de 1000 W la atenuación requerida de las emisiones no esenciales de 73 dB, esto quiere decir que respecto al nivel de la frecuencia portadora que tenga la emisora estas emisiones deben tener un nivel reducido en 73 dB. En las emisoras de AM cuya potencia de operación autorizada sea menor o igual a 5 kW las emisiones no esenciales deben ser atenuadas en 80 dB.

- Realizar la verificación de la atenuación de las emisiones no esenciales sólo con personal calificado utilizando un analizador de espectro.
- Utilizar filtros externos cuando la atenuación de las emisiones no esenciales establecida de fábrica en el equipo transmisor, NO cumplen con el nivel de atenuación requerido en el Plan Técnico Nacional de Radiodifusión Sonora.

### 3.5 Línea de transmisión

Las fugas de radiofrecuencia de cualquiera de los elementos de la línea de transmisión, además de reducir la potencia radiada aparente, también podrían generar interferencias.

Así las cosas, las actividades de inspección, deberán ir en el sentido de revisar el estado de los conectores (oxidación, sulfatación), cortes o rupturas de líneas (RG-8 o HELIAX), entre otras anomalías.

Es muy importante que haya un correcto acople de impedancias entre el transmisor y la línea de transmisión, también entre esta y la antena para disminuir al máximo la reflexión de potencia para evitar disminución en la potencia radiada al igual que para prevenir daños en el transmisor. Para las emisoras en AM el acople de impedancias se logra mediante una red pasiva conocida en nuestro medio como "caja

de sintonía", cuyas características deben ser cuidadosamente calculadas de acuerdo con la antena que se utilice.

Dada la alta incidencia de la línea de transmisión en la potencia radiada aparente, como en la generación de interferencias, se recomienda:

- Realizar la continua inspección de los conectores y líneas de transmisión que unen los equipos de radiofrecuencia y el amplificador de potencia, con el sistema irradiante.

### 3.6 Sistema radiante o arreglo de antenas emisoras F.M.

El Sistema radiante de la emisora es un componente fundamental que define el área geográfica a la cual se presta el servicio de radiodifusión en virtud de una de sus características denominada **patrón de radiación**. Por esta razón se debe tener especial cuidado de la instalación que se haga del sistema radiante o arreglo de antenas asegurando su correcta disposición y conexión a la línea de transmisión.

Los parámetros técnicos esenciales que están asociados al sistema radiante y que por lo tanto deben mantenerse dentro de los valores autorizados por el Mintic son los siguientes:

- **Potencia Radiada Aparente:** Tal como se mencionó anteriormente, la ganancia del sistema radiante es un factor que hace parte de la P.R.A., parámetro que no se pueda medir mediante métodos sencillos, razón por la cual se utilizan los valores especificados por el fabricante, según las condiciones de instalación que establezca.
- **Patrón de radiación:** Este parámetro depende de los que se listan a continuación que se encuentran definidos en Plan Nacional Técnico de Radiodifusión Sonora FM:
  - Altura del centro de radiación del arreglo de antenas.
  - Número de elementos (bahías) que conforman el arreglo de antenas.
  - Ganancia máxima del arreglo de antenas.

- Altura respecto al suelo de cada una de las bahías (elementos) que conforman el arreglo de antenas en la torre.
- Distancia horizontal (para cada antena que conforma el arreglo de antenas): Distancia entre la antena respectiva y el eje vertical soporte en la torre.
- Longitud del cable de alimentación (latiguillos), el cual va entre el divisor de potencia y la antena respectiva (para cada antena que conforma el arreglo de antenas).
- Azimut (para cada antena que conforma el arreglo de antenas): Ángulo de orientación de la antena respectiva referente al norte geográfico.
- Azimut de la máxima intensidad de radiación del arreglo de antenas del sistema radiante.
- Polarización de cada una de las antenas que conforman el arreglo de antenas.
- Ángulo de elevación (TILT) del arreglo de antenas.
- Tipo de torre (cuadrada, rectangular, triangular o circular).
- Medidas de los lados o diámetro de la torre a la altura del centro de radiación.
- **Ubicación del sistema radiante:** Corresponde a las coordenadas geográficas establecidas en Datum WGS84 del lugar en donde se encuentra la torre que soporta el sistema radiante, la manera de comprobar esta ubicación es verificando las coordenadas un GPS. La emisora solo puede tener un sistema radiante en el lugar autorizado por Mintic, es decir no está permitido tener sistemas radiantes alternos en otros lugares ni repetidores.

Considerando que el sistema radiante tiene asociados los parámetros esenciales de **potencia Radiada Aparente y patrón de radiación**, se recomienda:

- Verificar el sistema radiante, mediante inspección visual periódica (se sugiere semestralmente) del estado tanto de ajuste como de oxidación de los elementos de antena, conexión del divisor de potencia y latiguillos, tornillos de fijación y soportes. Una manera complementaria de vigilar el estado del sistema radiante es observando la potencia reflejada (o el VSWR) que se detecta en los instrumentos de medición del transmisor; la aparición de niveles de potencia reflejada más altos de los previstos, indica que se debería verificar el estado del sistema irradiante y su conexión a la línea de transmisión.

### 3.7 Sistema radiante o antena emisoras A.M.

Para que la emisora de AM tenga la cobertura deseada se debe hacer una correcta instalación de la antena. Generalmente se utiliza una antena de un elemento vertical cuyo tamaño corresponde a un cuarto (1/4) de la longitud de onda de la frecuencia de operación que se haya autorizado. Un componente muy importante de la antena es el sistema de tierra que debe estar compuesto por mínimo 120 radiales espaciados uniformemente, cuya longitud debe corresponder al tamaño del elemento vertical de la antena.

Dado que de la correcta instalación del sistema radiante depende la cobertura de la estación de A.M., se recomienda:

- Verificar mediante inspección visual la correcta conexión de la red de acople de impedancia o “caja de sintonía” a la antena, al igual que la conexión de los radiales a la base de la antena (separada del elemento vertical por un aislador). Así mismo debe inspeccionarse la verticalidad de la antena y la buena condición de las riendas que la sostienen.

### 3.8 Infraestructura y energía eléctrica

Además de asegurar que los equipos, antenas y demás elementos técnicos de la emisora estén operando correctamente, es necesario que el resto de la infraestructura que hace parte de la emisora cumpla con las normas que imponen las autoridades correspondientes, especialmente los aspectos relacionados con la seguridad de la vida humana.

Por lo anterior se recomienda:

- Verificar periódicamente los siguientes aspectos:
  1. **Mástil o torre:** es el soporte de las antenas, de transmisión (salvo para AM en donde el mástil es la misma antena) y de enlace. Normalmente se lo denomina mástil cuando es soportado por riendas y torre cuando es del tipo auto soportado. Este tipo de estructuras deberá ser revisada anualmente, respecto al estado

- de la pintura, el ajuste de tornillos, estado de la cimentación, y otros aspectos de obra civil.
2. **Luces de obstrucción:** conforme a las normas que expida la Aeronáutica Civil, se deberá verificar periódicamente que estas luces, que se encuentran en la parte alta de la torre, enciendan en la noche, con el fin de evitar inconvenientes en materia aeronáutica.
  3. **Pararrayos:** Siempre debe colocarse en lo más alto de la torre o mástil y debe estar conectado a un sistema de puesta a tierra adecuado para llevar a tierra la energía de un posible rayo y evitar que se dañen los equipos. Por esto es importante que se verifique periódicamente esa continuidad en el cable que une el pararrayos y el sistema de puesta a tierra, así mismo, que las condiciones de aislamiento con el circuito del sistema irradiante y el sistema de transmisión, se mantenga. Se deben seguir al pie de la letra las pautas establecidas en el RETIE
  4. **Puesta a tierra:** Deberá contar con la mayor cantidad de electrodos posibles y con una resistividad, deseable menor a 5 ohmios. Para esto se sugiere estar revisando periódicamente la conexión del sistema de energización de los equipos de transmisión con la malla de tierra, además de hacer mantenimiento por lo menos cada dos años, según el tipo de sistema de tierra que haya sido necesario implementar. Como se ha descrito anteriormente, el sistema de tierra es muy importante para asegurar el camino de las descargas del pararrayos y por otro lado para asegurar que la transmisión de la señal se haga de manera adecuada. Para la puesta a tierra también se debe aplicar lo establecido en el RETIE.
  5. **Suministro de energía eléctrica:** El circuito de energización de los equipos de transmisión debería ser independiente del resto de las instalaciones eléctricas del emplazamiento, esto como buena práctica para mantener una vigilancia continua de la calidad de la potencia eléctrica que reciben los equipos de la estación radioeléctrica. De la buena calidad de la energía eléctrica que se suministra a los equipos de transmisión, depende que los mantenimientos correctivos sean menos recurrentes y se mantengan los parámetros autorizados a la estación radioeléctrica.

#### **4. Limitación de la exposición a las personas a los campos electromagnéticos que emita el sistema radiante de la emisora**

Para garantizar que se cumplan los límites de exposición de las personas a los campos electromagnéticos, se debe dar riguroso cumplimiento a lo establecido en la Resolución 774 de 2018.

Para cumplir con este propósito, se recomienda:

1. Presentar a la ANE dentro de los tiempos establecidos el cálculo simplificado o la Declaración de Conformidad de Emisión Radioeléctrica (DCER) según corresponda.
2. Colocar los avisos de precaución y de conformidad, según aplique, de acuerdo con lo establecido en la Resolución.
3. Limitar mediante barreras o encerramiento el acceso de personas a las zonas en donde se haya medido y el resultado indique que se exceden los límites de campos electromagnéticos (puede ocurrir en algunos casos en cercanías de la antena de transmisión AM).

#### **5. Manejo de las interferencias**

Antes de reportar la existencia de una interferencia ante la ANE o al Mintic es recomendable llevar a cabo las siguientes acciones:

1. Verificar la correcta configuración y operación del sistema de enlace estudio a transmisor y del sistema de transmisión, de acuerdo con lo expuesto anteriormente en este documento.
2. Confirmar si el lugar en el que se percibe la interferencia se encuentra dentro del área de servicio autorizada a la emisora.
3. Revisar las circunstancias en las que se presenta la interferencia. Por ejemplo, si ocurre solo cuando el enlace se encuentra apagado o solo cuando el transmisor se encuentra apagado.
4. Escuchar cómo se manifiesta la interferencia: sonido superpuesto de otra emisora, ruido, distorsión del sonido.

Lo anterior servirá de base para establecer si se trata de una **interferencia objetable** la cual se define en el Plan Técnico Nacional de Radiodifusión Sonora como aquella que es ocasionada por una señal que excede la máxima intensidad de campo admisible dentro del área de servicio de conformidad con los valores dispuestos en el plan. Es importante anotar que si no existen las condiciones que definen la interferencia como objetable no será necesaria la intervención de la ANE ni del Mintic.

En caso de que se considere que se trata de una interferencia objetable es conveniente que se indique a la ANE el mayor detalle posible que facilite el estudio, dentro de lo que se destaca: lugar del área de servicio en el que se presenta la interferencia, hora del día, si se identifica el contenido de la señal interferente.