

SOFTWARE PARA LA BÚSQUEDA DE CANALES DISPONIBLES DE TV Y FM

Ing. Rafael Yoel Chavez Ravelo¹

¹ Especialista Superior, Dirección Técnica, Oficina Central, RADIOCUBA, Empresa de Radiocomunicaciones y Difusión de Cuba, Obispo y Habana, rafael@radiocuba.cu

RESUMEN

En el presente trabajo se aborda en los criterios de planificación de la Televisión Digital Terrestre, incluyendo a la Televisión Analógica y la Radio FM. En el documento se desarrolla el método de cálculo de las distancias mínimas de reutilización de canales, tanto de FM como de TV, partiendo de los rangos de protección, con los cuales se obtienen las distancias interferentes, según el tipo de centro, mediante el empleo del software CoverUtilities que aplica las curvas de propagación de la recomendación P.1546-1. Estos métodos de cálculo son sintetizados en las aplicaciones CanalesFM y TVChannel que se expondrán a lo largo del trabajo.

PALABRAS CLAVES: TDT, UHF, FM

ABSTRACT:

This paper discusses the planning criteria for Digital Terrestrial Television, including Analog Television and FM Radio. The document develops the method for calculating the minimum reuse distances of channels, both FM and TV, based on the ranges of protection, with which the interfering distances are obtained, according to the type of center, using the CoverUtilities software that applies the propagation curves of the ITU recommendation P.1546-1. These calculation methods are synthesized in the CanalesFM and TVChannel applications that will be exposed throughout the work.

KEYWORDS: TDT, UHF, FM

INTRODUCCIÓN

La empresa Radiocuba, encargada de la radiodifusión en el país, debe asegurar la planificación de canales tanto de la TDT, tecnología en la que se encuentra en el proceso de transición, así como la Televisión Analógica y la Radio FM. Esta planificación consiste en distribuir las frecuencias disponibles dentro espectro radioeléctrico para transmitir un canal televisión o de Radio FM, así como encontrar las potencias de transmisión adecuadas, antenas transmisoras y torres de cada centro para garantizar el servicio óptimo. En este trabajo se aborda el proceso de cálculo necesario para la distribución de canales en el espectro para los servicios que se encuentran en la Banda II, Banda IV y Banda V y en la solución informática que facilitan el trabajo de los especialistas a la hora de realizar esta planificación.

Necesario para estos cálculos son los rangos de protección. Estos deben respetarse a la hora de asignar canales, ya que si no se realiza un cómputo adecuado pueden aparecer interferencias que afectarían a la población e impedirían la correcta recepción de los servicios brindados por Radiocuba.

CONTENIDO

RANGOS DE PROTECCIÓN DE TV Y FM

Los rangos de protección no son más que la expresión de cuánto debe estar por encima o por debajo tu señal protegida (servicio de TV o FM) de una señal interferente para que se pueda realizar una correcta recepción sin una disminución apreciable por el usuario de la calidad de la señal. Estos datos son obtenidos con pruebas empíricas, realizadas con un número de observadores y después publicados por la UIT en sus recomendaciones.

Las interferencias que aparecen en la radio FM son las siguientes: Cocanal, $N\pm 1$, $N\pm 2$, $N\pm 3$, $N+53$, $N+54$ y la interferencia del CH 6 de la norma NTSC sobre el canal de los 98.5 MHz. Sus rangos de protección se presentan en la Tabla 1. Para las interferencias en $N+53$, $N+54$ y la interferencia del CH 6 sólo nos dan las distancias mínimas y no son presentadas en este trabajo por su larga extensión de presentación.

Tabla 1. Rangos de protección FM[1]

Cocanal	$N\pm 1$	$N\pm 2$	$N\pm 3$
20 dB	6 dB	-20 dB	-40 dB

Las interferencias de la TV analógica (Norma NTSC) se presentan de la siguiente forma: Cocanal, $N\pm 1$, $N\pm 2$ (Intermodulación), $N\pm 5$ (Intermodulación), $N\pm 7$ (Oscilador Local), $N\pm 8$ (Mezcla FI), $N\pm 14$ (Imagen de Audio), $N\pm 15$ (Imagen de Video). Aparte de la interferencia Cocanal, $N\pm 1$ y Canal Imagen de Video $N\pm 15$, los demás son los llamados canales tabú los cuales no pueden ser repetidos en un mismo centro.

A diferencia de la TV analógica, la TDT no presenta estos canales tabú y solo es necesario analizar la interferencia en el mismo canal y los canales adyacentes ($N\pm 1$). Para la presentación de los rangos de protección de estas dos modulaciones se hace necesario presentarlos en conjunto ya que son servicios que comparten el espectro, dado que Cuba todavía se encuentra inmersa en el proceso de transición de televisión analógica a la televisión digital. Estos se pueden apreciar en la Tabla 2.

Tabla 2. Rangos de protección de TV

Tipo de Interferencia	Cocanal	$N+1$	$N-1$	Canal Imagen
DTMB \leftarrow DTMB[2]	18 dB	-29 dB	-29 dB	-
DTMB \leftarrow NTSC[2]	5 dB	-43 dB	-37 dB	-
NTSC \leftarrow DTMB[2]	35 dB	-8 dB	-8 dB	-15 dB
NTSC \leftarrow NTSC[3]	28 dB	-10 dB	-13 dB	5 dB

CLASIFICACIÓN DE LOS CENTROS TRANSMISORES Y DETERMINACIÓN DE SUS CONTORNOS PROTEGIDOS E INTERFERENTES PARA DIFUSIÓN.

En Cuba existen cuatro clasificaciones para los centros transmisores de televisión y FM: A, B, C y D dependiendo su área de servicio. En la planificación de la televisión digital se mantienen estas clases de centros, es decir, los mismos deben cubrir la misma área que cubren en la actualidad. La Tabla 3 y 4 resume las características de las clases de los centros transmisores en el país para Televisión y Radio FM.

Tabla 3. Clasificación de los centros transmisores de televisión en Cuba

	PRA máxima para TDT (dBk)	PRA máxima para NTSC (dBk)		AATP máxima (m)	Contorno protegido de cada clase (km)
Clase	Banda IV, V	Banda IV, V			
A	20	30	35	400	75
B	14	24	30	200	50
C	3	14	20	100	25
D	-12	-3	2	30	6

Tabla 4. Clasificación de los centros transmisores de radio FM en Cuba

	PRA máxima para FM (dBk)	AATP máxima (m)	Contorno protegido de cada clase (km)
Clase	Banda II		
A	20	350	75
B	17	150	50
C	6	100	25
D	-16	30	4

La única diferencia entre las características de los centros analógicos y los digitales es la PRA (Potencia Radiada Aparente), dado que la intensidad de campo mínima necesaria es menor en VHF y en UHF respecto a la televisión analógica. El cálculo de la PRA se realiza fijando la distancia del contorno protegido, la altura promedio sobre el nivel del terreno (AATP) y el nivel de intensidad de campo mínimo para una correcta recepción, y de forma iterativa se obtuvo la PRA máxima utilizando la aplicación *CoverUtilities* que emplea el método de cálculo de intensidad de campo[4]. La intensidad de campo mínimo utilizada en el cálculo de los centros analógicos es de 65 dB μ V/m[5] para Banda IV y 70 dB μ V/m[5] para Banda V, para los centros digitales es de 53 dB μ V/m[6] para las dos Bandas y para la radio FM se utilizó una intensidad de campo de 55 dB μ V/m[1]. Esta PRA máxima corresponde a la altura prefijada, en caso de ser esta altura menor, se puede aumentar la PRA aunque siempre sin rebasar el contorno protegido correspondiente a cada clase de centro.

Entonces existe, un centro cuyo contorno se quiere proteger y otro que posee un contorno interferente que es necesario conocer. El contorno interferente se debe calcular para una intensidad de campo que varía en dependencia si es interferencia cocanal, interferencia del canal adyacente o de canal imagen. Se deduce como la intensidad de campo mínima necesaria del centro que se quiere proteger menos la relación de protección, según corresponda. Este cálculo se realiza mediante la aplicación informática antes mencionada, aunque esta vez fijando la altura efectiva sobre el terreno promedio y la PRA antes computada para el centro interferente. Este valor de intensidad de campo se obtuvo para un 50% de las ubicaciones y un 10% del tiempo[6].

PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LAS DISTANCIAS MÍNIMAS ENTRE ESTACIONES COCANALES Y DE CANALES ADYACENTES

El procedimiento a seguir es el siguiente:

Se determinan las potencias radiadas aparentes de cada estación A y B, así como la altura de las antenas transmisoras sobre el terreno promedio en la dirección de la otra. Con los valores anteriores se hallan en los dos casos, a partir de las curvas de propagación E(50,50) de la UIT, para el 50% de las ubicaciones y el 50% del tiempo, las distancias desde las estaciones hasta donde la intensidad de campo de la señal tenga el valor E que se quiere proteger de las interferencias de la otra estación (Véase d_A y d_B en la Figura 1).

Conociendo la relación de protección en cada caso, esto es, si se trata de estaciones cocanales o adyacentes, se determina el valor de la protección R_P que se debe aplicar. Por último, se introduce un factor P_A , que depende de la discriminación que se obtiene por la directividad de la antena receptora. A partir de estos valores, se halla:

$$E_c = E - R_p + P_A[5]$$

Donde E_c es el valor máximo que puede tener la señal de cada estación en el contorno de servicio de la otra para no causar interferencias. Se halla, a partir de las curvas de propagación (50,10) de la UIT[4] las distancias desde cada estación hasta donde se espera el valor de E_c correspondiente (Véase en la Figura 1). Por último, en cada caso se halla la distancia $D = d + X$ (Ver Figura 1) en las dos direcciones, tomando la mayor, la que será la distancia mínima necesaria para que no haya interferencias entre estaciones cocanales o adyacentes con las características dadas.

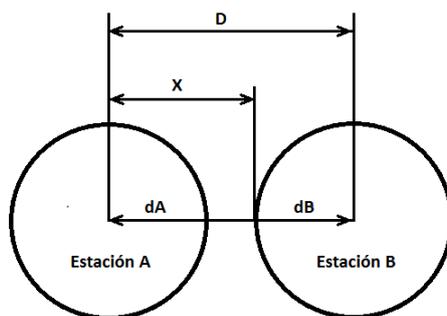


Figura 1. Esquema para hallar la distancia mínima entre estaciones cocanales, canales adyacentes, etc.

Como ejemplo, veamos la posibilidad de asignar en dos estaciones A y B, con los siguientes parámetros y separadas una distancia de 200 km, los mismos canales en la banda IV de UHF.

Estación A

Potencia nominal del transmisor $P_A = 20\text{kW}$ (13 dBK)

Atenuación de la línea de transmisión $A_t = 1.5\text{ dB}$

Ganancia de la antena transmisora en dirección de la estación B, $G_A = 15\text{ dB}$

Potencia radiada aparente en dirección de B, $P_{RA} = 13 + 15 - 1.5 = 26.5\text{ dBk}$.

Altura efectiva de la antena transmisora en dirección de B, $H_{ef} = 250\text{m}$.

Estación B

Potencia nominal del transmisor $P_B = 25\text{kW}$ (14 dBK)

Atenuación de la línea de transmisión $A_t = 1.5\text{ dB}$

Ganancia de la antena transmisora en dirección de la estación A, $GB = 16.5\text{dB}$

Potencia radiada aparente en dirección de A, $PRA = 14 + 16.5 - 1.5 = 29\text{ dBk}$

Altura efectiva de la antena transmisora en dirección de A, $H_{ef} = 350\text{m}$.

Con estos valores se hallan, de las curvas de propagación E(50,50) de la UIT[4], las distancias desde cada estación hasta sus contornos de servicios, definidos por una intensidad de campo de $65\text{ dB}\mu\text{v/m}$.

$d_A = 57\text{ km}$

$d_B = 69\text{ km}$

Se halla entonces la distancia X desde A hasta el contorno de B donde el nivel máximo de intensidad de campo de la estación A debe ser $EC = E - RP + PA$, esperado durante el 10% del tiempo.

$E = 65\text{ dB}\mu\text{v/m}$

Para el sistema de corrimiento de portadoras de $\pm 10\text{kHz}$:

$RP = 28\text{ dB}[5]$

$PA = 17\text{ dB}[7]$

Por lo tanto, $EC = 65 - 28 + 17 = 54\text{ dB}\mu\text{v/m}$

La distancia X hallada con una $PRA = 26,5\text{ dBk}$ y H_{ef} de 250m es de 91 km ; entonces:

$D = X + d_B = 91 + 69 = 160\text{ km}$.

En el otro sentido el valor de X es 117km y $D = X + d_A = 117 + 57 = 174\text{ km}$. Se toma el último valor por ser mayor.

Esto quiere decir que estas dos estaciones no deben ser instaladas en los mismos canales ya que su separación es menor que la distancia mínima necesaria y sus contornos de servicio no estarían exentos de sufrir interferencias por más del 10% del tiempo. Si se tratara de canales adyacentes o canal imagen, se realizaría el mismo procedimiento pero con sus respectivos valores de protección.

DESARROLLO DE DOS APLICACIONES INFORMÁTICAS PARA LA BÚSQUEDA DE CANALES DISPONIBLES TANTO DE FM COMO DE TV

Ya existía en Radiocuba una aplicación que permitía la búsqueda de canales disponibles de TV digital y analógica en los centros de país. Se tuvo que realizar una nueva aplicación debido a las nuevas normativas dadas en la reunión de Managua de la UIT de los rangos de protección de DTMB 6 MHz . Dada la incapacidad de modificar el código de este software, desarrollado en el lenguaje de programación Matlab, se vio necesario crear un nuevo software que implementara estas normativas y que permitiera el escalamiento en caso de que se realizaran otras modificaciones referentes a la intensidad de campo mínima y los rangos de protección de la norma de televisión digital terrestre DTMB 6 MHz . Para la búsqueda de canales de FM en los centros de país no existía en Radiocuba una aplicación que permitiera realizar este procedimiento. Por este motivo se vio necesario implementar un programa que permitiera la escalabilidad en caso de tener que realizarse modificaciones futuras.

Este procedimiento fue sintetizado en dos aplicaciones informáticas desarrolladas en la plataforma de programación Microsoft Visual Studio con el lenguaje de programación C# y SQL para la base de datos de los centros del país. Se decidió desarrollar estos software debido al constante uso de este procedimiento para la búsqueda de canales disponibles y libres de interferencias para un determinado centro. Además, de esta manera se evita la posibilidad de incurrir en errores humanos a la hora de planificar algún servicio de FM o TV (tanto digital como analógica), que puede llevar a la aparición de interferencias cuando se ponga en marcha un nuevo servicio, así como el ahorro significativo de tiempo que lleva el desarrollo completo de este proceso mediante el método de cálculo. El nombre de ambos software son *CanalesFM* y *TVChannel*.

Estos programas permiten la búsqueda de canales disponibles de TV digital, analógica (banda UHF) y FM (Figura 2), dando además la opción de exportar un informe en formato Excel (Figura 5) que muestra un resumen de todas las interferencias de todos los canales del centro escogido y las distancias mínimas para que estos canales puedan ser

reutilizados sin problema alguno. Posibilita también la creación, modificación y borrado manual de la base de datos, que incluye: Nombre del centro, Coordenadas (Geográficas en *TVChannel* y Lambert en *CanalesFM*), Clase del centro, la Modulación de estos (Figura 3) y los Canales asignados a este (Figura 4).

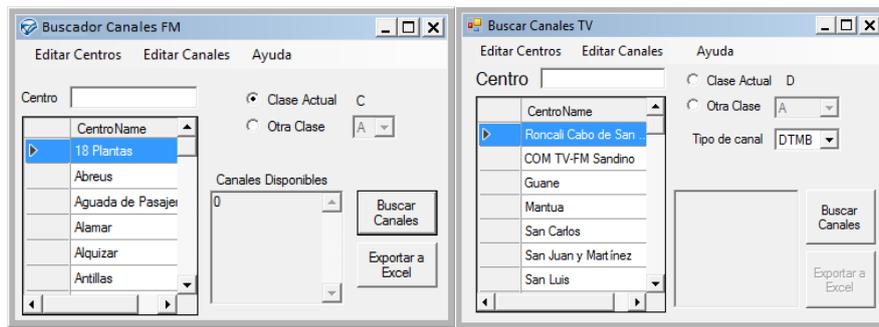


Figura 2. Buscador de Canales FM (Izquierda) y TV (Derecha)

Actualmente el acceso a la base de datos del software *TVChannel* se está realizando a través de un recurso compartido de la red lo cual permite trabajar desde cada PC con una sola base de datos de manera tal que se garantiza que la información siempre sea la misma, sin tener en cuenta la PC en la que se esté trabajando. En el caso *CanalesFM* el acceso a la base de datos es local, lo cual obliga a copiar periódicamente la base de datos en todas las PC que trabajan con él, cada vez que esta se actualice.

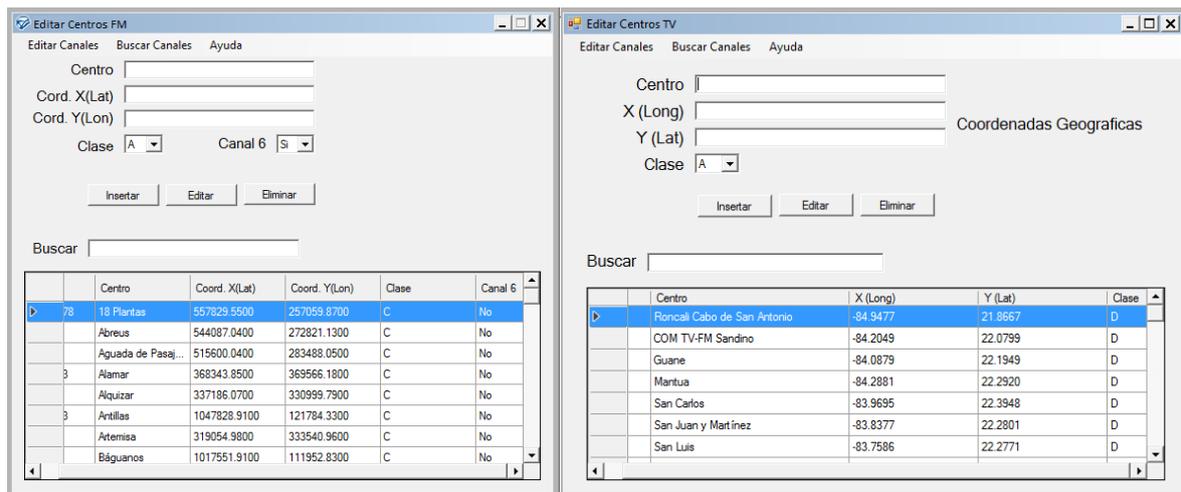


Figura 3. Base de Datos de Centros FM (Izquierda) y TV (Derecha)

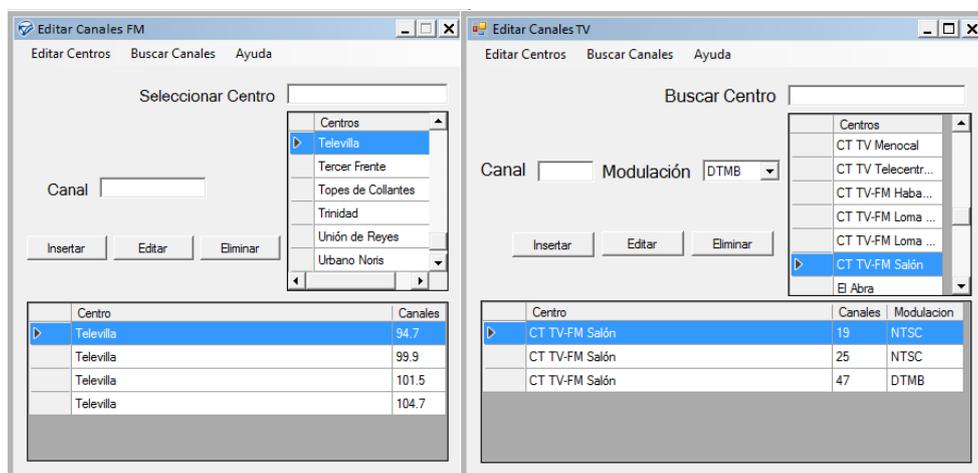


Figura 4. Base de Datos de Canales FM (Izquierda) y TV (Derecha)

CH	DIST	F	CH	DIST	F
1	14	242,51	2	14	242,51
2	20	242,51	3	20	242,51
3	30	242,51	4	30	242,51

Figura 5. Reporte de interferencias FM (Izquierda) y TV (Derecha)

CONCLUSIONES

En este trabajo se realizó una investigación exhaustiva acerca de los criterios de planificación de la Televisión Analógica, Digital y la Radio FM aplicados a nuestro país. Como fruto de la investigación se desarrolló una aplicación utilizando el lenguaje de programación C# y SQL que implementa el método matemático utilizado para el cálculo de los contornos interferentes y las distancias mínimas entre centros transmisores para la reutilización de un determinado canal. Esta aplicación facilita en gran medida el trabajo realizado por los especialistas vinculados al proceso de Radio FM y Televisión. La correcta asignación de canales en el espectro radioeléctrico sin estas herramientas se tornaría una tarea engorrosa, y expuesta a su vez a errores de cálculo que conllevarían entonces a una mala canalización. Por otra parte es considerable el gran ahorro de tiempo que representa el uso de estos softwares en el cálculo de los no pocos pasos normados por la UIT para la asignación de canales.

RECOMENDACIONES

Se recomienda seguir perfeccionando estas herramientas, específicamente, modificar *CanalesFM* para que admita coordenadas geográficas, permita, al igual que *TVChannel*, el acceso a una base de datos única a través de un recurso compartido de la red, evitando la necesidad de modificar todas las bases de datos en cada PC cada vez que se realice una operación. Además se recomienda fusionar estos dos software e instalar esta base de datos en un servidor de la empresa de tal manera que se permita el uso concurrente de esta aplicación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. RES 80-02 Reglamento para el servicio de radiodifusión sonora en frecuencia modulada (FM), 2002.
2. BT.1368-13: Criterios para la planificación de servicios de televisión digital en las bandas de ondas métricas/decimétricas, Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2017.
3. BT.417-5: Intensidad de campo mínima que puede ser necesario proteger al establecer los planes de un servicio de televisión, Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2002.
4. P.1546-5: Métodos de predicción de punto a zona para servicios terrenales en la gama de frecuencias de 30 a 3000 MHz, Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2013.
5. BT.655-7: Relaciones de protección en radiofrecuencia para sistemas de televisión terrenal con modulación de amplitud de banda lateral residual interferidos por señales de imagen analógicas no deseadas y sus señales de sonido asociadas, Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2004.
6. BT.2383-1: Characteristics of digital terrestrial television broadcasting systems in the frequency band 470-862 MHz for frequency sharing/interference analyses, International Telecommunication Union, 2016.
7. BT.419-3: Directividad y discriminación por polarización de las antenas para recepción en la radiodifusión de la televisión, Unión Internacional de Telecomunicaciones, 1990.