

ACTUALIZACIÓN ANUAL EN PROFUNDIZACIÓN EN DERECHOS DE LAS TELECOMUNICACIONES, SCA Y TICS

TESINA

COEXISTENCIA DE LA EXTENSIÓN DE LA
BANDA DE RADIODIFUSIÓN SONORA FM DE
76 MHz - 88 MHz EN LA BANDA ACTUAL

Directora: Dra. Nilda Coca Castellanos Alumno: Ing. Federico
Valdez

Fecha: 06/11/23

Planteamiento del problema

En este trabajo final de cursada de comunicaciones I de la Maestría en Sistemas y Redes de Telecomunicaciones se abordarán las cuestiones técnicas radioeléctricas de aplicación de la extensión de la banda de radiodifusión sonora FM elaborada por el MERCOSUR/GMC con Res. N°47/21, bajo título MARCO REGULATORIO PARA EL SERVICIO DE RADIODIFUSIÓN SONORA POR MODULACIÓN DE FRECUENCIA (FM) (MODIFICACIÓN DE LA RESOLUCIÓN GMC N°31/01) con fecha 2023-03-17.

Objetivos del trabajo

Esta investigación tiene como objetivo obtener un sustento técnico general para la adecuada planificación de los canales radioeléctricos de las distintas emisoras de radiodifusión sonora a ser adjudicadas o asignadas en la banda de extensión de 76 MHz a 88 MHz, para que pueda haber una coexistencia con los canales vigentes atribuidos por la autoridad de aplicación de la banda 88 MHz a 108 MHz y además poder aportar información técnica para futuras topologías tecnológicas en receptores comerciales de radiodifusión sonora FM .

Metodología

La metodología aplicada tiene carácter cuantitativo y de análisis.

Los equipos receptores de radiofrecuencia de radiodifusión sonora FM tienen componentes y etapas que no son lineales y producen respuestas parásitas (proveniente de frecuencias diferentes a la frecuencia recibida deseada), que pueden provocar señales de salida no deseadas, con diferentes combinaciones de frecuencias en la entrada del receptor.

Estos efectos pueden ser representados matemáticamente y también en pruebas de ensayos reales con instrumentos y equipos receptores comerciales de radiodifusión sonora FM comerciales.

Para obtener una mejor comprensión del tema, se presenta un diagrama en bloque de un receptor de radiodifusión sonora FM comercial con los bloques que producen esta respuesta parásita.

Diagrama en bloques de un receptor de radiodifusión sonora FM:

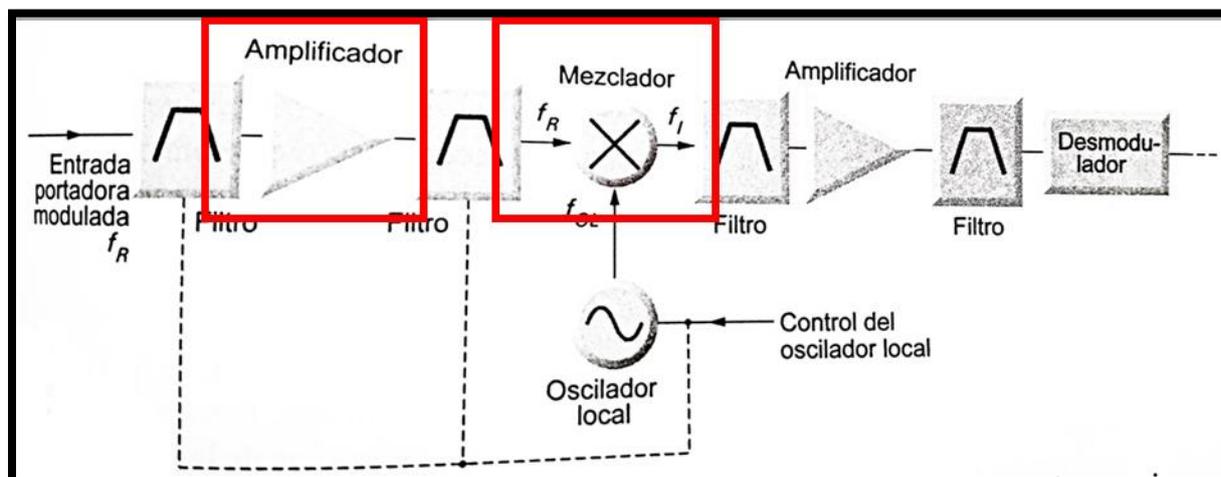


Fig. 1 - Diagrama en bloque de un receptor típico.

En el diagrama en bloques de un receptor de radiodifusión sonora FM (Fig.1), el bloque mezclador es el encargado de trasladar la frecuencia de sintonía de la emisora a una señal de más baja frecuencia utilizada en receptores de FM, llamada frecuencia intermedia de 10.7 MHz. Debido a sus características necesarias de traslación de frecuencia se producen respuestas parásitas; una de las respuestas parásitas es la frecuencia imagen.

Matemáticamente el mezclador se comporta de la siguiente manera:

$$FI = OL - RF \quad (1)$$

ó

$$FI = RF - OL \quad (2)$$

FI: Frecuencia intermedia

RF: Señal de sintonización de la emisora deseada

OL: Frecuencia del oscilador local del mezclador

La frecuencia imagen está determinada por la siguiente relación debido a la Ec. (1) y la Ec. (2) tomando en la ecuación 2 a RF como Frecuencia imagen:

$$F_{imagen} = RF + 2xFI \quad (3)$$

De acuerdo al Marco Regulatorio para el Servicio de Radiodifusión Sonora por Modulación de Frecuencia - MERCOSUR/GMC-Res. 47/21, la banda extendida para el Servicio de Radiodifusión Sonora por Modulación de Frecuencia FM está comprendida entre 76 MHz y 108 MHz y se divide en 160 canales sucesivos, numerados desde el 141 al 300, de 200 kHz cada uno.

La distribución de canales de FM de la banda extendida de este servicio se especifican en la Fig. 2.

Canal	Frecuencia (MHz)						
141	76,1	181	84,1	221	92,1	261	100,1
142	76,3	182	84,3	222	92,3	262	100,3
143	76,5	183	84,5	223	92,5	263	100,5
144	76,7	184	84,7	224	92,7	264	100,7
145	76,9	185	84,9	225	92,9	265	100,9
146	77,1	186	85,1	226	93,1	266	101,1
147	77,3	187	85,3	227	93,3	267	101,3
148	77,5	188	85,5	228	93,5	268	101,5
149	77,7	189	85,7	229	93,7	269	101,7
150	77,9	190	85,9	230	93,9	270	101,9
151	78,1	191	86,1	231	94,1	271	102,1
152	78,3	192	86,3	232	94,3	272	102,3
153	78,5	193	86,5	233	94,5	273	102,5
154	78,7	194	86,7	234	94,7	274	102,7
155	78,9	195	86,9	235	94,9	275	102,9
156	79,1	196	87,1	236	95,1	276	103,1
157	79,3	197	87,3	237	95,3	277	103,3
158	79,5	198	87,5	238	95,5	278	103,5
159	79,7	199	87,7	239	95,7	279	103,7
160	79,9	200	87,9	240	95,9	280	103,9
161	80,1	201	88,1	241	96,1	281	104,1
162	80,3	202	88,3	242	96,3	282	104,3
163	80,5	203	88,5	243	96,5	283	104,5
164	80,7	204	88,7	244	96,7	284	104,7
165	80,9	205	88,9	245	96,9	285	104,9
166	81,1	206	89,1	246	97,1	286	105,1
167	81,3	207	89,3	247	97,3	287	105,3
168	81,5	208	89,5	248	97,5	288	105,5
169	81,7	209	89,7	249	97,7	289	105,7
170	81,9	210	89,9	250	97,9	290	105,9
171	82,1	211	90,1	251	98,1	291	106,1
172	82,3	212	90,3	252	98,3	292	106,3
173	82,5	213	90,5	253	98,5	293	106,5
174	82,7	214	90,7	254	98,7	294	106,7
175	82,9	215	90,9	255	98,9	295	106,9
176	83,1	216	91,1	256	99,1	296	107,1
177	83,3	217	91,3	257	99,3	297	107,3
178	83,5	218	91,5	258	99,5	298	107,5
179	83,7	219	91,7	259	99,7	299	107,7
180	83,9	220	91,9	260	99,9	300	107,9

Fig. 2 - Canales de radiodifusión sonora FM de la banda extendida de FM.

La figura 2 especifica los canales y frecuencias de la banda extendida de radiodifusión sonora FM, complementando a los canales y frecuencias ya definidos con validez actual en día en el Reglamento para el Servicio de Radiodifusión Sonora por Modulación de Frecuencia, Res. 142/96 S.C. Fig. 3.

FRECUENCIA (MHz.)	CANAL Nº	FRECUENCIA (MHz.)	CANAL Nº	FRECUENCIA (MHz.)	CANAL Nº
88.1	201	94.9	235	101.7	269
88.3	202	95.1	236	101.9	270
88.5	203	95.3	237	102.1	271
88.7	204	95.5	238	102.3	272
88.9	205	95.7	239	102.5	273
89.1	206	95.9	240	102.7	274
89.3	207	96.1	241	102.9	275
89.5	208	96.3	242	103.1	276
89.7	209	96.5	243	103.3	277
89.9	210	96.7	244	103.5	278
90.1	211	96.9	245	103.7	279
90.3	212	97.1	246	103.9	280
90.5	213	97.3	247	104.1	281
90.7	214	97.5	248	104.3	282
90.9	215	97.7	249	104.5	283
91.1	216	97.9	250	104.7	284
91.3	217	98.1	251	104.9	285
91.5	218	98.3	252	105.1	286
91.7	219	98.5	253	105.3	287
91.9	220	98.7	254	105.5	288
92.1	221	98.9	255	105.7	289
92.3	222	99.1	256	105.9	290
92.5	223	99.3	257	106.1	291
92.7	224	99.5	258	106.3	292
92.9	225	99.7	259	106.5	293
93.1	226	99.9	260	106.7	294
93.3	227	100.1	261	106.9	295
93.5	228	100.3	262	107.1	296
93.7	229	100.5	263	107.3	297
93.9	230	100.7	264	107.5	298
94.1	231	100.9	265	107.7	299
94.3	232	101.1	266	107.9	300
94.5	233	101.3	267		
94.7	234	101.5	268		

Fig. 3 - Canales de radiodifusión sonora FM de la banda de radiodifusión sonora FM vigente actualmente.

Para poder obtener las frecuencias imagen, frecuencias no deseadas que causarían tras la extracción de la información la señal audible de la misma y no la señal audible de la frecuencia deseada o alternándose según la potencia de cada una, provocando una incompatibilidad entre las bandas de frecuencia de 88 MHz - 108 MHz con la extensión de banda 76 MHz - 88 MHz, se procedió a utilizar la Ec. (3)

$$F_{imagen} = RF + 2xFI.$$

Considerando que el término RF es la señal de sintonía de los distintos canales de la banda extendida y FI es la frecuencia intermedia utilizada en los receptores comerciales de FM, se obtiene la tabla 1.

En la siguiente tabla se calcularon las distintas frecuencias imagen para los distintos canales de emisoras de radiodifusión sonora FM de la banda extendida:

CANAL	FRECUENCIA	F. IMAGEN	CANAL	FRECUENCIA	F. IMAGEN
141	76,1	97,5	155	78,9	100,3
142	76,3	97,7	156	79,1	100,5
143	76,5	97,9	157	79,3	100,7
144	76,7	98,1	158	79,5	100,9
145	76,9	98,3	159	79,7	101,1
146	77,1	98,5	160	79,9	101,3
147	77,3	98,7	161	80,1	101,5
148	77,5	98,9	162	80,3	101,7
149	77,7	99,1	163	80,5	101,9
150	77,9	99,3	164	80,7	102,1
151	78,1	99,5	165	80,9	102,3
152	78,3	99,7	166	81,1	102,5
153	78,5	99,9	167	81,3	102,7
154	78,7	100,1	168	81,5	102,9

Tabla 1. - Cálculo de frecuencias imagen para banda de frecuencia extendida.

CANAL	FRECUENCIA	F. IMAGEN	CANAL	FRECUENCIA	F. IMAGEN
169	81,7	103,1	189	85,7	107,1
170	81,9	103,3	190	85,9	107,3
171	82,1	103,5	191	86,1	107,5
172	82,3	103,7	192	86,3	107,7
173	82,5	103,9	193	86,5	107,9
174	82,7	104,1	194	86,7	108,1
175	82,9	104,3	195	86,9	108,3
176	83,1	104,5	196	87,1	108,5
177	83,3	104,7	197	87,3	108,7
178	83,5	104,9	198	87,5	108,9
179	83,7	105,1	199	87,7	109,1
180	83,9	105,3	200	87,9	109,3
181	84,1	105,5			
182	84,3	105,7			
183	84,5	105,9			
184	84,7	106,1			
185	84,9	106,3			
186	85,1	106,5			
187	85,3	106,7			
188	85,5	106,9			

Discusión de resultados

En la tabla 1 se puede observar que desde el canal 141 perteneciente a la frecuencia 76.1 MHz hasta el canal 193 con frecuencia de 86.5 MHz de la banda de extensión de radiodifusión sonora FM quedan sujetos a posibles respuestas parásitas. Considerando la banda de frecuencia atribuida por la UIT Región 2 y la Autoridad de Aplicación en Argentina (ENACOM) desde el canal 214 perteneciente a la frecuencia de operación 97.5 MHz hasta el canal 300 de frecuencia de operación 107.9 MHz, 86 canales radioeléctricos podrían provocar posibles interferencias perjudiciales en los canales de recepción de la banda extendida.

En lo que respecta a los canales 194 con frecuencia de 86.7 MHz hasta el canal 200 de frecuencia 87.9 MHz de la atribución de la banda extendida, en un principio no están sujetos a posibles problemas de coexistencia con la banda de radiodifusión vigente por la Res. 142/96 S.C.

Cabe señalar que también se deben estudiar, analizar y medir las posibles interferencias perjudiciales en los SMMA, Servicios de modalidad exclusiva y compartida de radiocomunicaciones por las emisiones no esenciales.

Conclusión

Se concluye el tema tratado en este trabajo final de la existencia de posibles interferencias en la banda extendida atribuida en Argentina desde el canal 141 al 193, frecuencia de 76.1 MHz a 86.5 MHz respectivamente del servicio de radiodifusión sonora FM.

Esto nos lleva a poner énfasis considerable en este tema a la hora de la planificación del servicio de radiodifusión sonora FM en la Argentina, planteando rigurosamente un complemento reglamentario técnico en adjudicación y asignación de frecuencia, potencia radiada efectiva, dirección de arreglo de antenas, altura media de antena máxima, coordenadas de emplazamiento, etc. de la banda extendida de radiodifusión sonora FM para la coexistencia con la banda de radiodifusión vigente.

Estos resultados nos llevan a revisar cuidadosamente reglamentaciones y normas para análisis y ensayos con equipos e instrumental en diversos receptores comerciales de radiodifusión sonora FM y topologías tecnológicas alternativas de receptores comerciales de FM.

Como línea futura de investigación se propone realizar un planteo general para analizar los canales radioeléctricos desde el 194 al 200 mencionados anteriormente debido a posibles interferencias en entornos de aeropuertos que utilicen diferentes sistemas de radioayuda a la aeronavegación y de comunicaciones, comprendidos dentro del Servicio Móvil Aeronáutico. Un punto detallado para analizar dentro del SMMA es el canal 141 de frecuencia de portadora 76,1 MHz porque está separado en frecuencia a 1,1 MHz de las radiobalizas de marcación de los aeropuertos del sistema de aproximación ILS.

Otro punto importante para ser trabajado a futuro son las posibles perturbaciones radioeléctricas debido a emisiones no esenciales en la banda VHF de radiocomunicaciones. Atribuida para el servicio de uso exclusivo y compartido y en la banda de Servicio Móvil Marítimo y Aeronáutico de Radiocomunicaciones. Frecuencias de 118 MHz a 136 MHz. Frecuencias de 136 MHz a 162 MHz y 162 MHz a 174 MHz.

La línea a futuro implica realizar mediciones de campo.

Agradecimientos

Agradecerle a la Directora de la AAADT, Dra. Nilda Coca Castellanos por el cálido, predisposición y profesional trato desde el comienzo del curso y posterior al terminado del mismo.

El planteo de este problema de interferencia radioeléctrica y coexistencia entre banda extendida de radiodifusión sonora FM y banda de radiodifusión sonora FM vigente nace de una de esas tantas charlas técnicas y puesta en común por el Mgtr. Alberto Daniel Valdez. El mismo ha trabajado desde el punto de vista técnico legal en sistemas de comunicaciones, más específicamente en radiodifusión sonora FM y pertenece a la comisión de radiodifusión del COPITEC.

Bibliografía

- Grupo del Mercado Común. (2023, marzo 17). MERCOSUR/GMC/RES. N° 47/21 - MARCO REGULATORIO PARA EL SERVICIO DE RADIODIFUSIÓN SONORA POR MODULACIÓN DE FRECUENCIA (FM). (MODIFICACIÓN DE LA RESOLUCIÓN GMC N° 31/01). [Online]. Disponible:
<https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-47-2022-380787/texto>
- Secretaría de Comunicaciones. (Actualmente ENACOM). (1996, octubre 10). Reglamento para el Servicio de Radiodifusión Sonora por Modulación de Frecuencia. [Online]. Disponible:
https://www.enacom.gob.ar/multimedia/normativas/1996/Resolucion%20142_96.pdf
- Recomendaciones UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones).
<https://www.itu.int/>
- F. De Dieuleveult. Electrónica aplicada a las altas frecuencias. España: Paraninfo S.A. 2001.