

INFORME 485-1

CONTRIBUCIÓN A LA PLANIFICACIÓN DE LOS SERVICIOS
DE TELEVISIÓN

(Cuestión 4/11, Programa de Estudios 4B/11)

(1970-1982)

PARTE I

ESTADÍSTICAS DE SERVICIO

1. La relación de protección es una magnitud que suele utilizarse para la planificación de los servicios de televisión y de radiodifusión de sonido, así como para la asignación de frecuencias a las estaciones de estos servicios. Generalmente se define como el valor mínimo admisible de la relación entre las potencias de la señal deseada y de la señal interferente a la entrada del receptor, necesaria para obtener la calidad de servicio requerida. Dadas las variaciones, en el tiempo y en el espacio, de las intensidades de campo que dan lugar a señales en la entrada del receptor, conviene incluir ciertos datos estadísticos acerca de estas variaciones en la descripción de la calidad de servicio y de la protección que ha de dársele.

Cuando se trata de una zona de servicio relativamente limitada y sólo existe una fuente de interferencia, la calidad de un servicio de televisión o de radiodifusión de sonido con modulación de frecuencia puede describirse mediante una ecuación algebraica estadística (1). Por zona relativamente limitada se entiende una zona en la cual las variaciones de la naturaleza del terreno y de la distancia hasta las antenas transmisoras sólo ejercen una influencia despreciable en la determinación de los valores medianos de intensidad de campo.

$$R(Q) = E_d(50,50) - E_u(50,50) + G_d - G_u - H(T) - H(L) \quad (1)$$

donde:

$$H(T) = k(T) \sqrt{\sigma_{id}^2 + \sigma_{iu}^2}$$

$$H(L) = k(L) \sqrt{\sigma_{ld}^2 + \sigma_{lu}^2}$$

$R(Q)$: relación de protección (dB) señal deseada/señal interferente, a la entrada del receptor, necesaria para obtener un servicio de calidad Q en condiciones estables. Las letras d y u indican, respectivamente, la señal deseada y la interferente;

$E(L', T')$: nivel de intensidad de campo excedido durante $T'\%$ del tiempo en por lo menos $L'\%$ de ubicaciones (dB(1 μ V/m));

$E(50,50)$: valor mediano de intensidad de campo en el tiempo y en el espacio (dB(1 μ V/m));

G : ganancia equivalente de la antena receptora en la dirección considerada (dB);

$k(X)$: variable de tipo normal cuyos valores se citan en numerosos manuales de estadística:

$$k(50) = 0; k(70) = -0,525; k(90) = -1,282; k(99) = -2,326;$$

σ_t : desviación típica de la variación de la intensidad de campo en función del tiempo (dB);

σ_l : desviación típica de la variación de la intensidad de campo en función de la ubicación (dB).

Para describir la calidad de servicio, puede interpretarse la ecuación (1) como sigue: si se admite que un servicio de calidad Q existe en un lugar dado solamente si la relación de protección a la entrada del receptor excede $R(Q)$ (es decir, la relación de protección en condiciones estables) durante el tiempo $T\%$, en estas condiciones, en la zona en que la ecuación (1) es válida, se obtendrá esta calidad de servicio Q , al menos en el $L\%$ de las ubicaciones. $H(T)$ y $H(L)$ son factores que representan, respectivamente, la influencia que en la calidad de servicio en esta zona ejercen las fluctuaciones de la señal en el tiempo y en el espacio.

La ecuación (1) se funda en las siguientes hipótesis:

- las diferentes intensidades de campo están repartidas en el tiempo y en el espacio de manera casi gaussiana. La experiencia [Estados Unidos de América], demuestra que esta hipótesis es satisfactoria para los niveles comprendidos entre 5% y 95%;

- la correlación, tanto temporal como espacial, entre las señales deseada e interferente, es despreciable. En caso necesario, pueden incluirse términos que tengan en cuenta esta correlación en los radicales de $H(T)$ y de $H(L)$;
- las variaciones de ganancia de la antena son despreciables en la zona limitada, objeto del presente Informe. Pueden incluirse en el radical de $H(L)$ términos que tengan en cuenta estas variaciones, pero, en el caso de instalaciones exteriores, han de ser de poca importancia frente a las variaciones de la intensidad de campo en función de la ubicación.

Al examinar la ecuación (1) se advierte la existencia de tres parámetros interdependientes necesarios para la descripción de la calidad de servicio en la zona interesada. Son los parámetros Q , L y T . Por razones de comodidad suelen normalizarse los parámetros Q y T , lo que permite calcular el valor del parámetro L partiendo de la ecuación (1). Generalmente, se elige un valor de Q correspondiente a un servicio «satisfactorio» y un valor de T igual a 90% o a 99%. Cuando en la zona estudiada existen varias fuentes i de interferencia (comprendido el ruido), puede calcularse el valor de L_i para cada fuente de interferencia independiente. El valor resultante de L será el producto de los diferentes valores de L_i , a condición de que los parámetros Q y T conserven el mismo valor a lo largo de los cálculos individuales de L_i [Estados Unidos de América].

$$L = \prod_{i=1}^{i=n} L_i = L_1 L_2 \dots L_n \quad (2)$$

Se estima que este valor de L es razonablemente exacto cuando es igual o superior a 50%.

La ecuación (1) puede expresarse de otro modo:

$$R(Q) + H(T) + H(L) = E_d(50,50) - E_u(50,50) + G_d - G_u \quad (3)$$

Se supone que el segundo miembro de la igualdad (3) es igual a la relación entre las potencias medianas de la señal deseada y de la interferente a la entrada del receptor. Cuando las señales son de tipo constante, $H(T)$ y $H(L)$ son nulas y la relación entre los valores medianos de las potencias a la entrada del receptor es igual a $R(Q)$. Por el contrario, cuando se observan variaciones en el tiempo y en el espacio (T o L exceden del 50%), el valor de la relación entre las potencias medianas a la entrada del receptor habrá de ser más elevado para obtener la misma calidad de servicio Q . El aumento viene representado, en lo que concierne, respectivamente, a la variación de las intensidades de campo en función del tiempo y la ubicación, por $H(T)$ y por $H(L)$. Al primer miembro de la igualdad (3) puede dársele la forma de una relación de protección estadística y multidimensional.

A los fines de los cálculos relativos a la distribución y establecimiento de las estaciones, se combina generalmente $R(Q)$ con $H(L)$ y a veces con $H(T)$, para obtener una nueva relación estadística y multidimensional entre las potencias a la entrada, relación más fácil de utilizar con los datos existentes sobre propagación. Esta relación suele confundirse con la relación de protección constante. Cuando ello sea posible, se combinará $H(T)$ con los valores medianos de intensidad de campo, a fin de no crear una relación de protección estadística que varíe en función de la distancia.

Por lo que respecta a la protección de las zonas de servicio, se han trazado los contornos de las zonas en que la calidad es idéntica, con una probabilidad igual de $L(Q$ y T se determinan de antemano), a fin de describir la cobertura de la estación de radiodifusión; estos contornos están protegidos. Es necesario que el CCIR adopte valores normalizados de L , además de las normas hoy admitidas para T y para Q , a fin de establecer normas de protección para los contornos que definen las zonas en que la calidad de servicio es idéntica, cuando las señales varían en función del tiempo y de la ubicación.

2. Interferencia cocanal en televisión

Para este tipo de protección, $H(L)$ se combina con $R(Q)$ y $H(T)$ va implícitamente contenido en $E_u(50,50)$. Así, suponiendo que las duraciones de desvanecimiento de las intensidades de campo interferentes son por lo menos dos veces mayores que las de las intensidades de campo deseadas, tenemos:

$$\begin{aligned} R(L, Q) &= R(Q) + H(L) \approx E_d(50,50) - E_u(50,100 - T) + G_d - G_u \\ E_u(50,50) + H(T) &\approx E_u(50,100 - T) \end{aligned} \quad (4)$$

Resulta cómodo utilizar la expresión $R(L, Q)$ en los cálculos relativos a la protección del servicio de una estación deseada, sobre todo porque su valor no depende de la distancia. No obstante, el valor de $R(L, Q)$ puede depender de la frecuencia, puesto que de ella depende $H(L)$, según se indica en el cuadro I. Este cuadro se da sólo como ejemplo. Para muchos tipos de terrenos los valores de σ pueden ser inferiores o superiores a los que se indican.

3. Interferencia en canales adyacentes

Cuando el desvanecimiento de la señal interferente es mucho menor que el de la señal deseada, puede combinarse $H(T)$ con $E_d(50,50)$. Tal será el caso para el sistema M, de haber interferencia en los canales adyacentes, si se adoptara, como se propone en [CCIR, 1966-69], un valor de -20 dB para $R(Q)$. En tales condiciones:

$$R(L, Q) = R(Q) + H(L) \approx E_d(50, T) - E_u(50, 50) + G_d - G_u \quad (5)$$

$$E_d(50, 50) - H(T) \approx E_d(50, T)$$

Cuando los desvanecimientos de las señales deseada e interferente son más o menos idénticos, no es fácil combinar $H(T)$ con uno de los valores medianos de las intensidades de campo. Se supone, pues, que $H(T)$ tiene un valor típico, independiente de la distancia y se combina $H(T)$ con $R(Q)$ y $H(L)$.

$$R(L, T, Q) = R(Q) + H(L) + H(T) \approx E_d(50, 50) - E_u(50, 50) + G_d - G_u \quad (6)$$

4. Conclusiones

No basta con definir únicamente la relación de protección constante en los servicios de radiodifusión para determinar la calidad de un servicio, ni las exigencias relativas a su protección. Es preciso definir también el porcentaje de tiempo T durante el cual el valor de esta relación ha de ser rebasado, así como el porcentaje de ubicaciones L en que se desea obtener la calidad de servicio Q . Obteniendo así un valor estadístico de la calidad de servicio más completamente especificado, se podrán emplear los datos de propagación y los diagramas de antena para calcular la relación de intensidades de campo de las señales deseada e interferente que se pueda necesitar para lograr la protección requerida. Seguidamente, a partir de estas intensidades de campo, se podrán determinar los contornos deseados de la zona de servicio, así como la separación entre las estaciones.

CUADRO I - Ejemplos de valores de $H(L)$

Frecuencia (MHz)		70	100	200	700
$\sigma_{fd} = \sigma_{fu} = \sigma_f$	(dB)	7	7	8	12
$H(50)$	(dB)	0	0	0	0
$H(70)$	(dB)	-5	-5	-6	-9
$H(90)$	(dB)	-12	-12	-15	-22
$H(99)$	(dB)	-23	-23	-26	-39

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA. Report of the *ad hoc* Committee for the evaluation of the radio propagation factors concerning the TV and FM broadcasting services in the frequency range between 50 and 250 Mc. Vols. I and II - Available from Clearinghouse for Federal Scientific and Technical Information, National Bureau of Standards, US Department of Commerce, Vol. I PB 166696, Vol. II PB 166697.

Documentos del CCIR

[1966-69]: XI/35 (Estados Unidos de América).

BIBLIOGRAFÍA

Documentos del CCIR

[1966-69]: XI/143 (Estados Unidos de América).

PARTE II

DEFINICIÓN DE LA CALIDAD DE SERVICIO PARA LA
RADIODIFUSIÓN DE TELEVISIÓN**1. Introducción**

La parte I indica que para describir el servicio en una zona son necesarios tres parámetros interdependientes, a saber: la calidad de servicio, la ubicación y el tiempo. Para planificar la protección de un servicio de televisión es esencial normalizar dichos parámetros y en las secciones que siguen se esboza un criterio para lograr este objetivo.

2. Sistema de apreciación

Antes de llegar a un acuerdo sobre el grado de servicio que debe normalizarse, es esencial acordar el sistema de clasificación que se ha de utilizar. A tal efecto parece satisfactorio el sistema de la escala de 5 notas que se utiliza en la Recomendación 500. Sin embargo, sería conveniente identificar el grado en función del valor mediano según se requiere en los métodos de cálculo que aparecen en el punto 1 de la parte I. Aunque en el anexo II del Informe 405 se indican métodos para evaluar el efecto de las señales interferentes adicionales en el grado de calidad, estos criterios no tienen en cuenta los parámetros de ubicación.

3. Porcentaje de tiempo

Las Recomendaciones 417 y 418 indican que el servicio de radiodifusión deberá estar protegido durante un periodo comprendido entre el 90% y el 99% del tiempo. Si el periodo seleccionado es el 90%, significa que no se alcanzará la calidad de servicio deseada durante un 10% del tiempo. Además, como no se especifica la calidad mínima de servicio durante ese 10%, podría ser la calidad inutilizable y, sin embargo, satisfacer el objetivo indicado para radiodifusión. La calidad de servicio durante el periodo peor comprendido entre el 1% y el 10% del tiempo es un factor que deberá tenerse en cuenta en ciertas condiciones.

En el caso de interferencia causada por otras estaciones de radiodifusión de televisión, no es realmente esencial especificar la calidad de servicio durante el periodo peor comprendido entre el 1% y el 10% del tiempo debido a la naturaleza de las variaciones de la propagación; es decir, que si se dispone de buena calidad durante el 90% del tiempo, la calidad no será inutilizable durante el 10% restante del tiempo, sino que más bien se deteriorará gradualmente para intervalos de tiempo más pequeños. Sin embargo, si la fuente de interferencia es intermitente (por ejemplo la producida por un sistema móvil terrestre) y el porcentaje de tiempo de incidencia interviene como factor en los criterios de protección para radiodifusión, es evidente que los tiempos de protección normales del 90% al 99% quizá deban aumentarse con objeto de evitar la posibilidad de señales inutilizables del 10% al 1% del tiempo. Sin embargo, en algunos casos es difícil establecer o controlar el intervalo de tiempo de incidencia especialmente si existen múltiples fuentes de interferencia. Se sugiere, por consiguiente, que quizás sea necesario considerar que tales fuentes de interferencia transmiten continuamente cuando se trate de evaluar su efecto en la televisión.

4. Normalización de Q y T

La ecuación (3) de la parte I describe la relación entre la «calidad de servicio» Q , el porcentaje de ubicaciones L y el porcentaje de tiempo T . Desde el punto de vista de la Recomendación 500, debe considerarse Q como el nivel de degradación debida a la interferencia o al ruido, o a ambas cosas.

Es evidente que se puede describir el mismo servicio en función de los tres parámetros Q , T y L de un número infinito de modos. Sin embargo, si dos de los parámetros son fijos, el tercero puede utilizarse para completar la descripción del servicio. Por lo tanto, si se fijan los valores apropiados de Q y T , se puede describir el servicio en función del valor L correspondiente.

Como Q y T pueden tomar una serie de valores, se sugiere determinar los límites de tales valores. La Recomendación 417 implica que se requiere por lo menos un grado de servicio satisfactorio en ausencia de interferencia antes de que pueda preverse la protección. Se recomienda, por consiguiente, utilizar el grado 3,5 como límite inferior. Ahora bien, dentro de la zona principal de cobertura de un transmisor de televisión, se espera por lo general en la mayoría de las ubicaciones una calidad de funcionamiento algo mejor que la correspondiente al grado 3,5. Como, por diversas razones, es a menudo imposible lograr en la práctica el grado 5, parece inapropiado normalizarlo. Por otra parte, el grado 4,5, con sus imperfecciones secundarias, se suele lograr para intensidades de señal adecuada y, por consiguiente, se recomienda utilizar a efectos de normalización el grado 4,5 como límite superior de la degradación de la imagen.

La Recomendación 417 indica que el porcentaje de tiempo para el cual debe preverse la protección debe estar comprendido entre 90% y 99%. Se recomienda, por lo tanto, utilizar el 90% y el 99% del tiempo como límites inferior y superior del tiempo para normalizar la calidad de servicio en ausencia de señales interferentes.

Se sugiere que aplicando los dos límites inferiores (es decir, el grado 3,5, 90% del tiempo) a la extremidad de la zona de cobertura y los dos límites superiores (es decir, el grado 4,5, 99% del tiempo) a la zona principal de cobertura, se satisfarán las expectativas generales de los planificadores del servicio de televisión.

5. Porcentaje de ubicaciones

Aunque este parámetro es un factor esencial para describir la calidad de un servicio de radiodifusión, no se ha intentado normalizarlo. Es posible adoptar varios criterios para su normalización y aquí se propone una norma relativa más bien que absoluta. La degradación de referencia propuesta en este caso es la que resulta del ruido térmico como fuente única de degradación. Este criterio tiene por objeto asegurar que un porcentaje importante de telespectadores no se vea afectado por la introducción de fuentes interferentes.

Por lo que respecta a la normalización del porcentaje de ubicaciones que deben recibir los valores normalizados de Q y T , existen dos opciones. Es posible especificar directamente el porcentaje de ubicaciones y basándose en los cálculos efectuados respecto a las instalaciones típicas de recepción determinar la intensidad mediana de campo correspondiente. También es posible especificar una intensidad mediana de campo y basándose en los cálculos efectuados respecto a las instalaciones típicas de recepción determinar el porcentaje correspondiente de ubicaciones. Es preferible la segunda de estas dos opciones, en primer lugar porque un nivel de intensidad de campo se confirma con mayor facilidad que un porcentaje de ubicaciones, en segundo lugar porque no es necesario determinar con exactitud el porcentaje de ubicaciones con el fin de calcular la protección contra fuentes interferentes y, en tercer lugar, porque una intensidad de campo definida para la señal deseada es el parámetro más útil para calcular las relaciones de protección. La relación entre intensidad de campo, calidad de servicio y valores supuestos se describe en la referencia [O'Connor, 1968]. En ausencia de interferencia, las intensidades de campo cercanas a las dadas en la Recomendación 417 pueden proporcionar un grado de servicio de 3,5 durante el 90% del tiempo en el 60%, aproximadamente, de las ubicaciones (escala de 5 notas). Las intensidades de campo superiores en unos 17 dB pueden proporcionar un grado de servicio de 4,5 durante el 99% del tiempo en el 75% aproximadamente de las ubicaciones [CCIR, 1978-82].

6. Norma sugerida

Se sugiere, por consiguiente, llegar a un acuerdo para adoptar el grado de degradación de 3,5 durante el 90% del tiempo en la extremidad de la zona protegida y el grado 4,5 durante el 99% del tiempo en las ubicaciones en las que las intensidades medianas de campo superen en 17 dB por lo menos a las de la extremidad. Si se llega a un acuerdo sobre estos criterios u otros análogos, se dispondrá de un método sencillo para evaluar el efecto de las fuentes interferentes en la calidad de recepción.

7. Fuentes de interferencia

La parte I de este Informe indica que cuando existe una fuente de interferencia y está expresada en función de los mismos parámetros Q y T de la señal deseada, el valor de L resultante (siempre que L sea superior al 50%) puede calcularse multiplicando L_d por L_i , en donde L_d es el porcentaje de ubicaciones que reciben la calidad deseada en ausencia de señales interferentes, y L_i es el porcentaje de ubicaciones que recibirían la calidad deseada si la señal interferente fuera la única fuente adicional de degradación. Por consiguiente, L_i es proporcional al número de ubicaciones que continuarían recibiendo la Q y la T enunciadas después de la introducción de la señal interferente. Una vez que se haya llegado a un acuerdo sobre los valores normalizados de Q y T , el efecto de una fuente de interferencia puede calcularse sencillamente exigiendo que esta fuente esté expresada en función de los mismos Q y T y especificando después el valor de L_i . Por ejemplo, L_i deberá tener un valor del 90% si se desea asegurar que el servicio en una zona de cobertura no se degrade en más del 10% de las ubicaciones que reciban la calidad deseada en ausencia de interferencia.

El valor de L_i aceptable puede variar según la naturaleza de la interferencia, la ubicación dentro de la zona de cobertura para la que se prevé la protección y las medidas de protección que pudieran adoptarse.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

O'CONNOR, R. A. [diciembre de 1968] Understanding television's Grade A and Grade B service contours. *IEEE Trans. Broadcasting*, Vol. BC-14, 4, 137-143.

Documentos del CCIR
[1978-82]: 11/103 (Canadá).