

Unión Internacional de Telecomunicaciones

# UIT-R

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

**Informe UIT-R SM.2304-0**  
(06/2014)

## **Aplicación de la identificación técnica y el análisis de señales digitales específicas**

**Serie SM**  
**Gestión del espectro**

**15**   
1865-2015



Unión  
Internacional de  
Telecomunicaciones

## Prólogo

El Sector de Radiocomunicaciones tiene como cometido garantizar la utilización racional, equitativa, eficaz y económica del espectro de frecuencias radioeléctricas por todos los servicios de radiocomunicaciones, incluidos los servicios por satélite, y realizar, sin limitación de gamas de frecuencias, estudios que sirvan de base para la adopción de las Recomendaciones UIT-R.

Las Conferencias Mundiales y Regionales de Radiocomunicaciones y las Asambleas de Radiocomunicaciones, con la colaboración de las Comisiones de Estudio, cumplen las funciones reglamentarias y políticas del Sector de Radiocomunicaciones.

## Política sobre Derechos de Propiedad Intelectual (IPR)

La política del UIT-R sobre Derechos de Propiedad Intelectual se describe en la Política Común de Patentes UIT-T/UIT-R/ISO/CEI a la que se hace referencia en el Anexo 1 a la Resolución UIT-R 1. Los formularios que deben utilizarse en la declaración sobre patentes y utilización de patentes por los titulares de las mismas figuran en la dirección web <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/es>, donde también aparecen las Directrices para la implementación de la Política Común de Patentes UIT-T/UIT-R/ISO/CEI y la base de datos sobre información de patentes del UIT-R sobre este asunto.

### Series de los Informes UIT-R

(También disponible en línea en <http://www.itu.int/publ/R-REP/es>)

Series	Título
<b>BO</b>	Distribución por satélite
<b>BR</b>	Registro para producción, archivo y reproducción; películas en televisión
<b>BS</b>	Servicio de radiodifusión sonora
<b>BT</b>	Servicio de radiodifusión (televisión)
<b>F</b>	Servicio fijo
<b>M</b>	Servicios móviles, de radiodeterminación, de aficionados y otros servicios por satélite conexos
<b>P</b>	Propagación de las ondas radioeléctricas
<b>RA</b>	Radio astronomía
<b>RS</b>	Sistemas de detección a distancia
<b>S</b>	Servicio fijo por satélite
<b>SA</b>	Aplicaciones espaciales y meteorología
<b>SF</b>	Compartición de frecuencias y coordinación entre los sistemas del servicio fijo por satélite y del servicio fijo
<b>SM</b>	<b>Gestión del espectro</b>

*Nota: Este Informe UIT-R fue aprobado en inglés por la Comisión de Estudio conforme al procedimiento detallado en la Resolución UIT-R 1.*

Publicación electrónica  
Ginebra, 2015

© UIT 2015

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse por ningún procedimiento sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

## INFORME UIT-R SM.2304-0

**Aplicación de la identificación técnica y el análisis de señales digitales específicas**

(2014)

**1 Introducción**

El presente Informe complementa la información que figura en la Recomendación UIT-R SM.1600, identificación técnica de las señales digitales, y en los § 4.6 y 4.8 del Manual de Comprobación Técnica del Espectro. Se centra en la resolución de problemas específicos y en temas relativos a la identificación de la señal y su objetivo es ser de utilidad a los administradores del espectro y a sus servicios de comprobación técnica.

El contenido del Informe aparece en el Anexo 1 y contiene los siguientes elementos:

- descripción y utilización de la señal (o clase de señal);
- definiciones y lista de acrónimos (si es necesario);
- consideraciones generales y planteamiento del problema;
- descripción de las herramientas, técnicas y métodos utilizados en la solución;
- resultados;
- conclusiones.

Se espera realizar más estudios cuyos resultados se incorporarán a este Informe como ejemplos; cada Anexo adicional debe ser autocontenido siguiendo el formato anterior y debe abordar un caso concreto referente a la identificación de la señal.

**Anexo 1****Identificación del transmisor en la red de una sola frecuencia DVB-T****Introducción**

Este caso, implementado por Italia, se aplica a una señal ya reconocida como DVB-T perteneciente a una red de una sola frecuencia (SFN) para identificar todos los transmisores detectables en un emplazamiento de recepción específico: permite al usuario dar un paso más en el proceso de identificación.

**Identificación de adjudicación/transmisor DVB-T**

Generalmente, un proceso de identificación de una señal DVB-T conlleva los siguientes pasos:

- *Paso 1:* Autocorrelación para identificar la presencia del intervalo de guarda teniendo en cuenta que la duración de símbolo puede elegirse entre los valores 2 (DVB-T) o 3 (DVB-H);
- *Paso 2:* Estimación de canal;
- *Paso 3:* Registro de I/Q;
- *Paso 4:* Análisis de la señalización del parámetro de transmisión (TPS) y evaluación del ID de célula.

Los métodos descritos se centran en el último paso, el análisis de TPS para identificar la adjudicación/transmisores DVB-T.

La señal DVB-T es de tipo múltiple por división de frecuencia ortogonal (MDFO) compuesta por tres tipologías de portadoras: portadoras piloto continuas y dispersas, portadoras TPS y portadoras de datos. Las **portadoras piloto** se utilizan para la estimación de canal y se conocen como «portadoras en fase en el eje x»; se dispone *a priori* de un conocimiento de ellas. Las **portadoras TPS** contienen información sobre los parámetros de modulación adoptados y un campo específico denominado ID de célula (ETSI EN 300 744 V1.6.1 (2009-01), § 4.6). El esquema de modulación adoptado para TPS es MDP-2D. La modulación de las **portadoras de datos** se elige en la gama de la modulación digital de MDP-4 a MAQ-64.

Utilizando un analizador vertical de señal (VSA) o un receptor de comprobación técnica, la lectura del ID de célula permite al usuario identificar el transmisor en una red multifrecuencia (MFN) o la adjudicación de una SFN- $k$  normalizada (véase también la Recomendación UIT-R SM.1875, § 3.1.3.2). Además, se aplica cuando  $k = 1$  y cada adjudicación comprende sólo un transmisor. En este caso, cada transmisor tiene un identificador unívoco (ID de célula).

### Consideraciones generales: Arquitectura SFN

Todas las informaciones e imágenes que aparecen a continuación están extraídas de documentos de la UIT considerados durante la CRR-04 y el Acuerdo GE06.

La SFN se define como:

*a) Red de estaciones transmisoras sincronizadas que emiten señales idénticas en el mismo canal radioeléctrico*

De forma similar, otras se definen como sigue:

**SFN extensa:** *Red de frecuencia única (SFN) que contiene más de una estación de gran potencia conjuntamente con cualquier estación asociada de media y baja potencia, normalmente con una cobertura compuesta superior a 10 000 km<sup>2</sup>.*

**SFN reducida:** *Estación de gran potencia junto con al menos una y probablemente varias estaciones de media y baja potencia asociadas.*

**Red de referencia (RN):** *Estructura de una red genérica que representa una red real, aún desconocida, para un análisis de compatibilidad. El objetivo principal consiste en determinar las posibles interferencias causadas por las redes de radiodifusión digital típicas y la susceptibilidad de estas redes a la interferencia.*

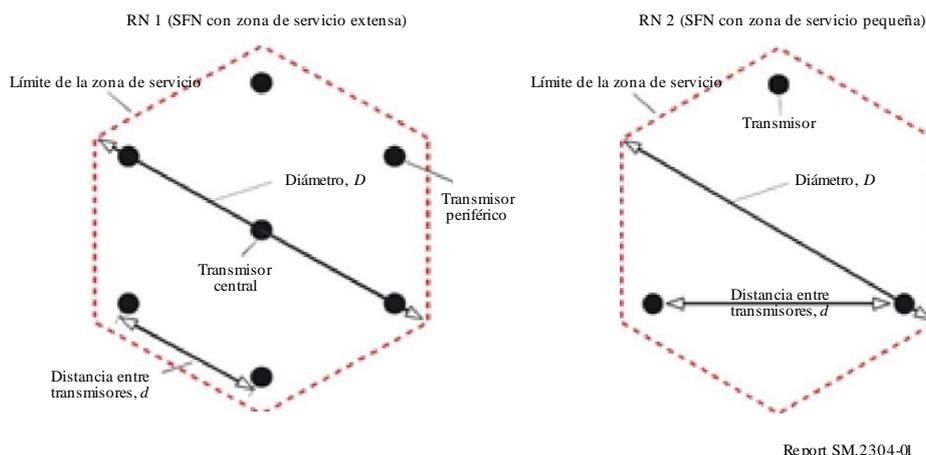
Deben considerarse dos tipos de RN (Fig. 1):

- 1) SFN con zona de servicio extensa compuesta por 7 transmisores situados en el centro y en los vértices de una rejilla hexagonal;
- 2) SFN con zona de servicio pequeña, SFN densas, compuestas por tres transmisores situados en los vértices de un triángulo equilátero.

Se supone además que la zona de servicio es un hexágono.

FIGURA 1

## Ejemplo de red de referencia



Report SM.2304-01

Cada hexágono puede considerarse como una adjudicación y, en general, las adjudicaciones adyacentes deben utilizar distintas frecuencias. La distancia entre diferentes adjudicaciones se denomina «distancia de reutilización de frecuencias». La banda de frecuencias completa se subdivide en agrupaciones compuestas por un cierto número de adjudicaciones. El número de adjudicaciones en una agrupación viene dado por la expresión  $N = i^2 + i \cdot j + j^2$  donde  $i$  y  $j$  son números enteros.  $N$  es el «factor de reutilización de frecuencias» (FRF). Normalmente, los valores de este factor son 3, 4 y 7. Para las frecuencias disponibles en toda la zona de servicio, puede suponerse que el FRF toma el valor 1 (SFN-1).

### Características de SFN-k

Las adjudicaciones que utilizan la misma frecuencia pueden cursar el mismo contenido o contenidos diferentes. En el primer caso, hay una SFN en toda la zona de servicio, en caso contrario, hay una SFN regional. En cualquier caso, bajo condiciones de propagación específicas, la señal emitida por el transmisor situado en una adjudicación concreta puede llegar a cualquier otra adjudicación, funcionando en la misma frecuencia, y causar interferencia. Si cada adjudicación se identifica por un código único, resulta muy sencillo reconocer la fuente de cualquier interferencia, en cualquier instante y lugar. Si el código de identificación se implementa a nivel de transmisor, el reconocimiento de la fuente de toda interferencia será aún más preciso.

La adopción de un código único para cada transmisor en una SFN es posible independientemente de la configuración de red adoptada, lo que permite una excelente gestión de la red cualesquiera que sean las condiciones.

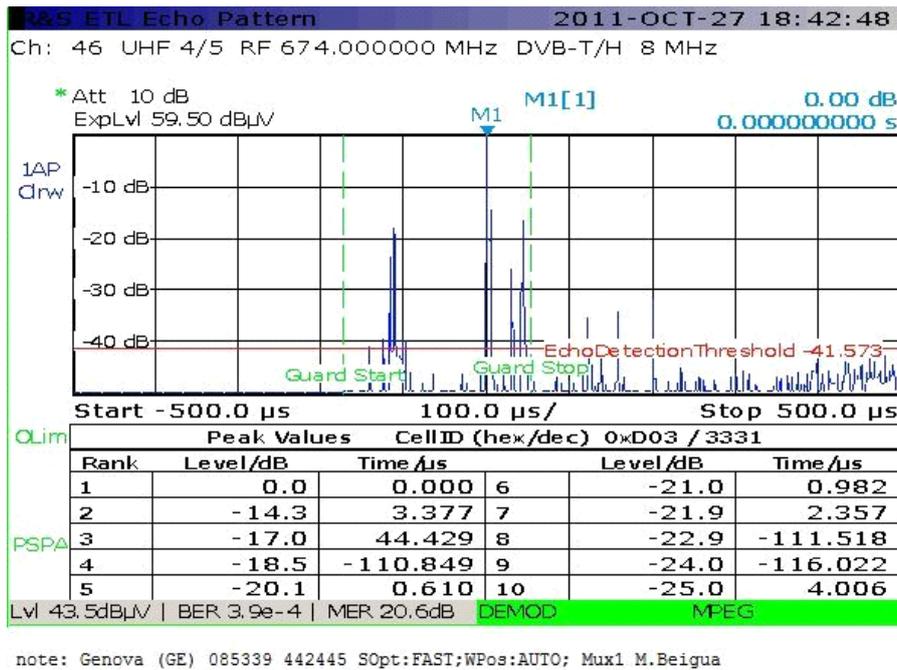
### SFN-1 a gran escala

La SFN-1 a gran escala obtiene la mayor eficacia en la utilización del espectro pero pueden surgir algunos inconvenientes. El problema más importante que afecta a las SFN-1 a gran escala es el considerable número de ecos en el usuario final, que puede detectar dos tipos distintos de ecos, natural y artificial. La primera categoría de ecos se origina debido a reflexiones o dispersiones producidas por obstáculos cercanos, la segunda procede de otros transmisores de la red que funcionan en la misma frecuencia. Los efectos de propagación complican aún más la recepción en zonas rodeadas de mar cálido.

Los ecos pueden aparecer dentro o fuera del intervalo de guarda; algunos de ellos llegan antes que la señal principal y otros después de ella (Fig. 2).

La necesidad de instalar adecuadamente y verificar el comportamiento de una SFN extensa es bien conocida por los operadores, algunos de los cuales están, por tanto, utilizando el parámetro de transmisión ID de célula para identificar cada transmisor.

FIGURA 2  
Ejemplo de eco disperso en el extremo receptor

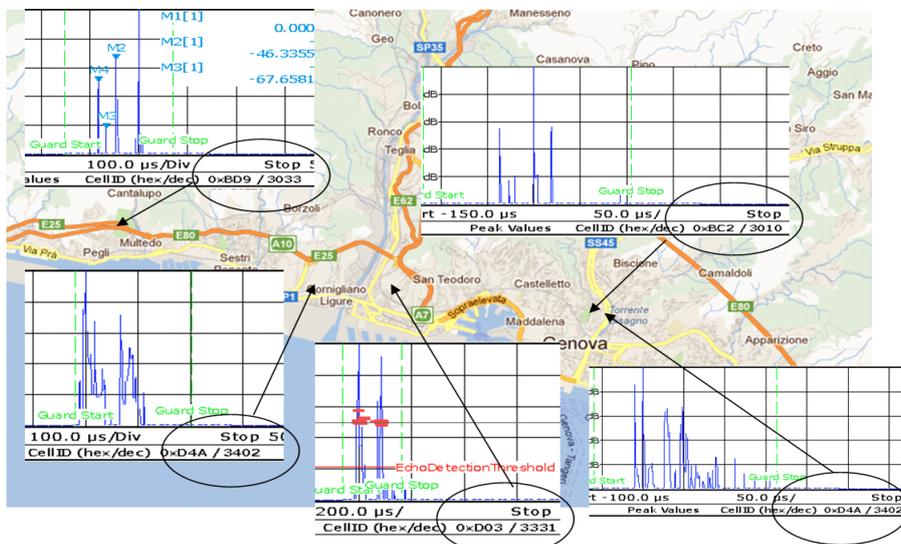


Report SM.2304-02

La adopción de un ID de célula diferente para cada transmisor, de conformidad con el § 5.4.2 de la norma ETSI TR 101 190 V1.3.2 (2011-05), permite al usuario simplificar las actividades de medición y de comprobación técnica del campo.

De esta forma, es posible identificar todos los transmisores recibidos en un punto de medición/comprobación técnica y registrar su respuesta al impulso del canal (CIR) para realizar un análisis comparativo (Fig. 3).

FIGURA 3  
Identificación de la señal de transmisor recibida más elevada mediante el ID de célula



Report SM.2304-03

Los métodos descritos en los siguientes puntos permiten al usuario identificar la principal señal recibida así como los ecos con niveles por encima de  $-30$  dB con respecto a la señal principal.

Además, los métodos permiten al usuario discriminar las señales pertenecientes a dos SFN distintas (con diferente contenido) que tienen el mismo retardo de red y sincronizadas a nivel de supertrama, consideradas dentro de la CIR como parte de la misma red.

### Identificación comparando los retardos medidos con la base de datos de retardos planificados

El uso de un ID de célula diferente para cada transmisor en una SFN permite la rápida identificación del transmisor con el nivel recibido más elevado así el cálculo de todos los retardos de ecos relacionados.

De hecho, es posible confeccionar dos cuadros del retardo global para cada señal recibida en un determinado punto de medición:

- **Cuadro de retardos globales calculados:** generado a partir del cuadro de retardos planificados de los transmisores (retardo local) teniendo en cuenta las coordenadas de los puntos de los transmisores y receptores (Fig. 4).
- **Cuadro de retardos globales medidos:** lectura del VSA o del receptor de comprobación técnica.

Comparando los retardos medidos con sus retardos esperados, es posible identificar todos los transmisores pertenecientes a la misma red y recibidos en un determinado punto de medición.

FIGURA 4  
ID de célula y cálculo del retardo global

Channel	Transmitter	Cell ID		Distance (Km)	Azimut	Delays (μsec.)			
		Dec	Hex			Tx	Path	Tot	Rel
30	BUSALLA	3003	BBB	18,587	35	720	62	782	-22,7
30	GENOVA CAMALDOLI	3035	BDB	9,857	86	760	32,9	792,9	-11,8
30	M.BEIGUA	3331	D03	24,028	274	720	80,1	800,1	-4,6
30	M.FASCE	3402	D4A	13,399	93	760	44,7	804,7	0
30	GENOVA RIGHI	3010	BC2	5,875	86	800	19,6	819,6	14,9
30	COGORNO	3019	BCB	41,65	104	720	138,8	858,8	54,1
30	SESTRI PONENTE	3041	BE1	2,713	316	860	9	869	64,3
30	OREGINA	3043	BE3	3,254	113	860	10,8	870,8	66,1
30	GENOVA BRANEGA	3011	BC3	6,89	282	860	23	883	78,3
30	GENOVA PORTOFINO	3033	BD9	25,971	111	800	86,6	886,6	81,9
30	POLCEVERA	3009	BC1	8,007	357	860	26,7	886,7	82
30	QUEZZI	3085	C0D	8,295	90	860	27,7	887,7	83
30	CAMPOMORONE	3092	C14	8,796	24	860	29,3	889,3	84,6

Report SM.2304-04

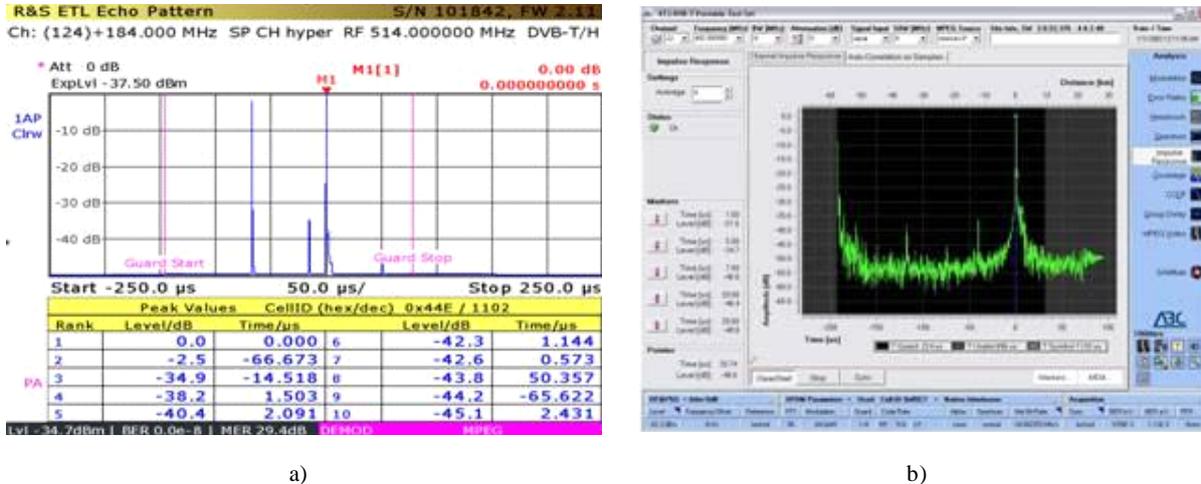
### Identificación con un paquete de software VSA

Se ha desarrollado un nuevo método de identificador del transmisor DVB-T, adecuado para implementarlo como una mejora en un receptor de mediciones típico o en un VSA. Empleando este método, el usuario puede identificar de manera efectiva todas las señales recibidas de los transmisores de una SFN DVB-T, en un punto de recepción.

Los instrumentos de medición actualmente disponibles no permiten al usuario obtener información sobre el origen de todas las señales de una SFN. Por ejemplo, en la Fig. 5 el valor de ID de célula mostrado, 0x44E, lo es respecto a la señal más intensa (Tiempo = 0, nivel = 0 dB).

FIGURA 5

ID de célula para la señal más intensa



a)

b)

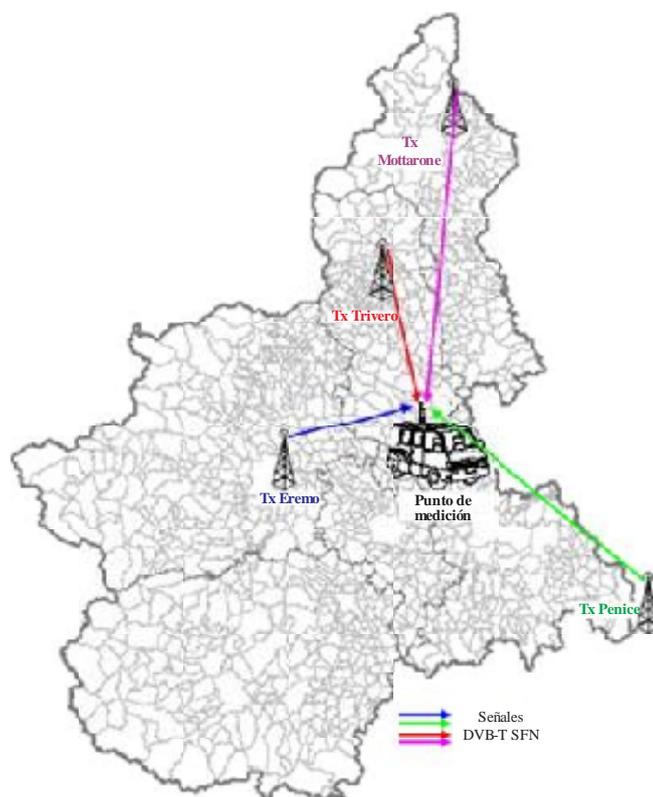
Report SM.2304-05

El método supone insertar en las portadoras TPS un código de identificador del transmisor único, en el campo del ID de célula, como se ha explicado anteriormente.

El hecho de que en posiciones determinadas de tiempo-frecuencia, se envían señales *distintas* desde transmisores distintos puede considerarse desde dos perspectivas interesantes. Por un lado, puede considerarse una «colisión», un fenómeno con connotaciones negativas. Por otro lado, es similar a lo que sucede en los sistemas con antenas múltiples, como MISO (múltiples entradas una sola salida) (ETSI EN 302 755 V1.2.1 (2010-10), § 9.1), donde es posible la reutilización de la banda mediante la transmisión de diferentes señales a la misma frecuencia desde múltiples antenas. Gracias a la diversidad espacial, puede estimarse la respuesta en frecuencia de cada uno de los canales donde se considera que «canal» es el trayecto de propagación entre cada transmisor y el receptor.

En un punto de recepción específico, es conveniente conocer la intensidad de todas las señales detectadas. Por ejemplo, en la Fig. 6, se muestra una zona geográfica cubierta por un grupo de transmisores SFN DVB-T.

FIGURA 6  
Ejemplo de medición en una zona de cobertura



Report SM.2304-06

En la figura, los transmisores se denominan «Mottarone», «Trivero», «Eremo» y «Penice». Sería útil conocer la contribución de cada transmisor en el punto de recepción.

El código de identificación adoptado, el ID de célula, se transmite en los símbolos S40-S47 de las portadoras TPS.

Los símbolos S0-S39 se transmiten de forma idéntica, bit a bit, desde cada transmisor de la SFN de manera que la señal MDFO es perfectamente coherente (sin conflictos) mientras que los símbolos ID de célula S40-S47 cursan diferentes identificadores de código relativos a distintos transmisores; por consiguiente la señal recibida puede contener colisiones únicamente en las portadoras TPS. La misma situación ocurre para los bits S48-S67 que contienen los campos «reservado para futuro uso» y «protección contra errores», debido al sistema de codificación diferencial adoptado.

Sin embargo, como se mencionó anteriormente, la señal MDFO **siempre es perfectamente coherente en las células que cursan pilotos y datos de carga útil** (vídeo, audio, etc.) garantizando de esa manera una recepción perfecta.

Consideremos un receptor de mediciones situado en un punto de recepción específico, que recibe las señales procedentes de los transmisores en la zona de servicio. Sean  $x(t)$  e  $y(t)$ , respectivamente, la señal transmitida por un transmisor genérico y la señal recibida, representadas en el dominio del tiempo. Las señales  $x(t)$  e  $y(t)$  pueden representarse en el dominio de la frecuencia, aplicando la transformada de Fourier, como  $X(\omega)$  e  $Y(\omega)$  respectivamente.

Como el canal de transmisión en el que las señales  $x(t)$  se propagan desde el transmisor genérico al receptor, resulta afectado por una propagación multirrayecto, puede escribirse por su CIR,  $h(t)$  o por la transformada de Fourier  $H(\omega)$  de esta última, también conocida como respuesta en frecuencia del canal (CFR).

Esto se aplica a cada uno de los  $N$  transmisores. De esta forma, es posible definir  $N$  «canales de transmisión» diferentes entre cada transmisor y el receptor ( $H_1(\omega), H_2(\omega), \dots, H_n(\omega)$ ), cada uno de ellos afectado por sus propios parámetros debido a la peculiar propagación individual multitrayecto.

Cada «canal de transmisión» tendrá unos valores distintos de retardo, deriva de fase y atenuación. En general, el trayecto de transmisión tiene la relación:

$$Y_i(\omega) = X_i(\omega) \cdot H_i(\omega)$$

en la que las variables  $X_i$ ,  $Y_i$  y  $H_i$  son cantidades complejas y el operador « $\cdot$ » es el producto complejo.

Además, como en la MDFO se utiliza el procesamiento de datos muestreados con una transformada rápida de Fourier (FFT) en el demodulador y su inversa (IFFT) en el modulador, las variables antes mencionadas se expresan utilizando el índice  $n$  para la posición del símbolo en la trama y el índice  $k$  para la posición de frecuencia.

De esta forma, para una señal MDFO la fórmula anterior puede escribirse como sigue:

$$Y_i(n, k) = X_i(n, k) \cdot H_i(n, k)$$

Debido a los efectos de superposición, la señal recibida total  $Y(n, k)$  es la suma de todas las señales parciales  $Y_i(n, k)$  siendo  $i = 1, \dots, N$ .

A causa de la superposición de todas las señales relativas a los  $N$  transmisores de la SFN que cubre la zona de recepción, las señales «Totales»  $Y(40, k) \dots Y(47, k)$  son el sumatorio de la señal recibida en las células TPS con el índice  $k$  durante los símbolos S40-S47.

La señal procedente de cada transmisor se multiplica por su respuesta en frecuencia del canal. En términos matemáticos, por tanto, esto puede expresarse como sigue:

$$\begin{cases} Y(40, k) = X_1(40, k) \cdot H_1(40, k) + X_2(40, k) \cdot H_2(40, k) + \dots + X_8(40, k) \cdot H_8(40, k) \\ Y(41, k) = X_1(41, k) \cdot H_1(41, k) + X_2(41, k) \cdot H_2(41, k) + \dots + X_8(41, k) \cdot H_8(41, k) \\ \dots \\ Y(47, k) = X_1(47, k) \cdot H_1(47, k) + X_2(47, k) \cdot H_2(47, k) + \dots + X_8(47, k) \cdot H_8(47, k) \end{cases}$$

Para cada valor de  $k$ , las anteriores ecuaciones definen un sistema lineal:

$$\underline{Y} = \underline{X} \cdot \underline{H}$$

donde:

- $Y$ : vector de 8 elementos en el que un elemento  $Y_j$  representa una señal adquirida por el receptor y relativa al  $j$ -ésimo símbolo (con  $j = 40, \dots, 47$ ) de la señal de trama DVB-T;
- $X$ : matriz de tamaño  $8 \times 8$  en la que un elemento  $X_{j,i}$  representa una contribución de señal que el receptor recibiría si el  $i$ -ésimo transmisor fuese el único en emitir, en un canal de transmisión ideal, la señal del  $j$ -ésimo símbolo;
- $H$ : desconocido, es un vector de 8 elementos en el que el elemento  $H_i$  representa la respuesta en frecuencia del «canal de transmisión» relativo al  $j$ -ésimo símbolo.

El sistema lineal  $\underline{Y} = \underline{X} \cdot \underline{H}$  produce una solución única, siempre que el determinante de la matriz  $\underline{X}$  sea diferente de cero; en la práctica, esta situación se da casi siempre. En caso contrario, puede solventarse la situación eligiendo adecuadamente los valores de los códigos de identificación asignados a los transmisores.

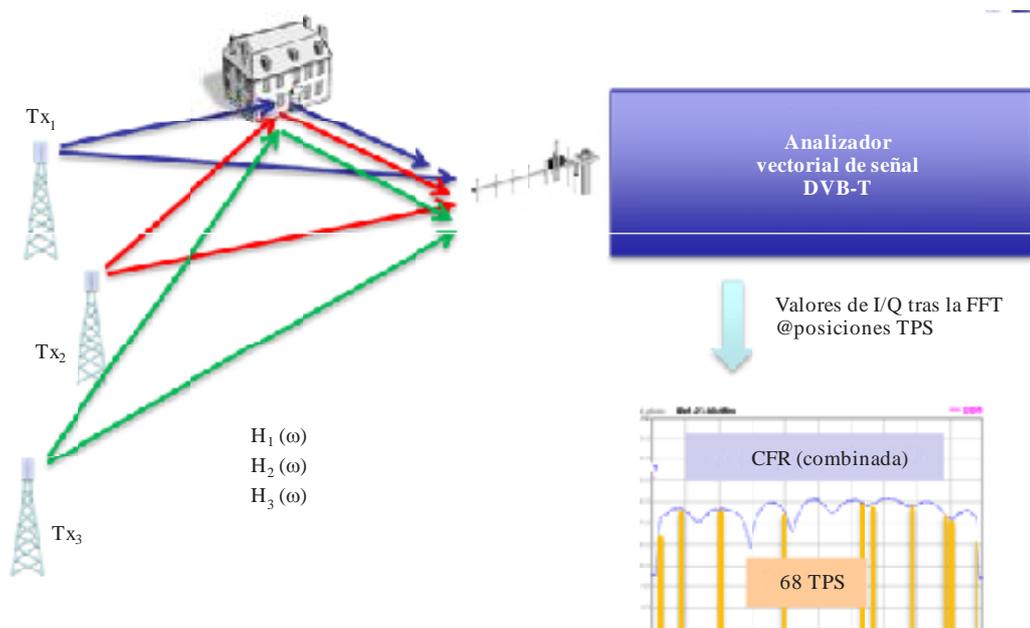
Una vez resuelto el sistema lineal, se obtiene el vector  $\underline{H}$  que representa la respuesta en frecuencia de cada uno de los  $N$  canales de transmisión. El valor de cada componente del vector  $H$ , normalizado a la señal más intensa, proporciona información sobre el nivel de señal recibido de cada transmisor.

El sistema lineal, como se ha indicado antes, se compone de ocho ecuaciones con ocho incógnitas. Tras resolver este sistema es posible identificar mediante el código de identificación apropiado, hasta ocho transmisores que cubren el punto geográfico seleccionado. Sin embargo, para usos prácticos, el sistema lineal se extenderá incluyendo las ecuaciones asociadas a los símbolos de las tramas que cursan los otros ocho bits de un total de dieciséis que componen el código de identificación de cada transmisor. De esta forma, es posible ampliar a dieciséis el número de códigos del transmisor resueltos en una sola operación matricial. Además, como el ID de célula consiste en una palabra binaria de 16 bits y produce 65 535 valores y el cero, es posible proceder por intentos: en cada intento se construye la matriz  $\underline{X}$  utilizando el método antes descrito suponiendo cada vez un nuevo conjunto de dieciséis valores distintos del código de identificación, diferente del caso precedente.

Como los cálculos para cada intento se realizan siempre en el mismo vector  $\underline{Y}$ , no es necesario repetir cada vez la adquisición de la señal por lo que la velocidad del algoritmo puede ser muy alta.

FIGURA 7

Superposición de señales en la antena de recepción. Cada (multi)trayecto transmisor-receptor define un «canal» con la respuesta en frecuencia del canal pertinente



Report SM.2304-07

Las operaciones antes descritas se llevan a cabo únicamente sobre portadoras TPS. En principio, como en un símbolo DVB-T MDFO determinado todas las portadoras TPS se modulan con el *mismo* bit, sería posible utilizar sólo una portadora TPS para aplicar el método. No obstante, en presencia de propagación multitrayecto, sería bastante imprecisa una estimación basada en una sola posición TPS. Por consiguiente, el proceso se repite para todas las posiciones TPS. En otras palabras, se resuelven 68 sistemas de ecuaciones lineales. Suponiendo que se resuelve un sistema compuesto por un conjunto de 68 ecuaciones lineales de  $16 \times 16$ , se obtienen 16 sistemas de 68 valores. Cada sistema representa la CFR de cada uno de los 16 transmisores implicados. Estos sistemas CFR se componen simplemente de 68 valores: son la respuesta en frecuencia (de ese canal transmisor-receptor individual) muestreada en las posiciones de frecuencia TPS.

Para cada uno de los 16 sistemas (es decir, de los 16 transmisores) se llevan a cabo dos operaciones:

- 1) Se promedia la magnitud de los 68 valores de frecuencia: esto cancela el efecto multitrayecto selectivo en frecuencia e incrementa la robustez (ya elevada) del método contra el ruido gaussiano. El valor obtenido es el nivel normalizado de la señal recibida del transmisor correspondiente.
- 2) Mediante la IFFT se obtiene la CIR individual. El actual procedimiento es más complicado que una simple IFFT ya que la densidad de TPS es muy baja, aproximadamente el 1% del total de portadoras activas MDFO. En sistemas normales con muestreo periódico esto se traduciría en un fuerte repliegue de tiempo que reduciría la amplitud de tiempo efectivo por un factor de 100, lo que haría inservible la estimación de la CIR. Afortunadamente, las posiciones de frecuencia TPS, por diseño no son periódicas por lo que el efecto repliegue no interviene. Como se trata de un caso de «muestreo disperso» se ha aplicado el concepto de sensor de compresión. El algoritmo es iterativo y proporciona una estimación de la CIR reconstruida por las crestas principales.

La **operación 1** anterior permite al usuario construir un cuadro en el que los niveles normalizados de las señales recibidas de los transmisores correspondientes pueden ordenarse en una lista y asociarlos a los identificadores de código de los transmisores (ID de célula), tomados de un caso predefinido que asocia cada ID de célula al nombre (o emplazamiento geográfico) del transmisor.

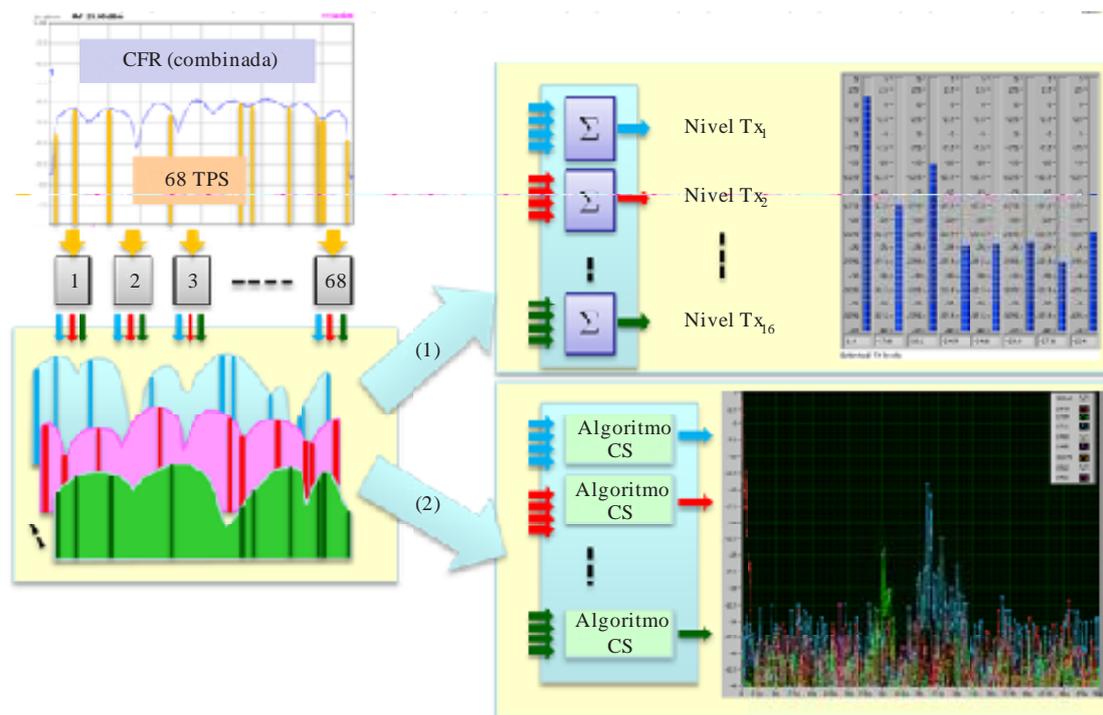
La **operación 2** anterior permite al usuario obtener los componentes de tiempo de la CIR global, desglosados en las CIR individuales relativas a cada transmisor.

### **Confirmación**

El paquete de software que implementa el método anterior permite a los receptores de medición a los VSA añadir una función de alto valor capaz de mostrar las etiquetas de los diversos componentes de la respuesta al impulso en el actual formato de vídeo gráfico. Las primeras pruebas realizadas en laboratorio son señales de SFN reales indican que el sistema puede estimar los niveles individuales de los transmisores y desglosar la CIR en las CIR individuales. El método de desglose de las CIR, aunque es menos preciso que el clásico basado en los tonos piloto dispersos, ha demostrado su utilidad en la visualización de las componentes de las señales con retardos diferenciales con una duración de hasta dos veces el intervalo de guarda.

FIGURA 8

Desglose mediante la técnica MISO para resolver 68 sistemas de ecuaciones lineales de  $16 \times 16$ . Se obtienen 16 CRF desglosadas. Estas CRF se muestrean en las posiciones de frecuencia TPS. El resultado permite (1) calcular los niveles de los distintos transmisores; (2) reconstruir las 16 CIR desglosadas a partir de la CFR con muestreo disperso utilizando un algoritmo de sensor de compresión



Report SM.2304-08

## Resultados

### Inconvenientes de la utilización de diferentes ID de célula para cada transmisor en una SFN-1 a gran escala

En unos cuantos receptores de usuario de la antigua generación se han detectado algunos pequeños problemas causados por el uso de diferentes ID de célula para cada transmisor. A fin de estudiar las repercusiones reales de estos problemas, diversas organizaciones han llevado a cabo pruebas de laboratorio.

El método podría aplicarse fácilmente en los receptores de medición o en los VSA, con una potencia de procesamiento limitada. El método y el dispositivo de prueba («SFN Scope») fueron patentados por el Centro de Investigación e Innovación Tecnológica de la RAI. La utilización está regulada por la Política Común de Patentes de la UIT-T/UIT-R/ISO/CEI y las «Directrices para la implementación de la Política Común de Patentes de la UIT-T/UIT-R/ISO/CEI»<sup>1</sup> asociadas.

<sup>1</sup> Estas Directrices se encuentran en [http://www.itu.int/dms\\_pub/itu-t/oth/04/04/T04040000010003PDFE.pdf](http://www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/04/04/T04040000010003PDFE.pdf). Para hacer uso de la patente póngase en contacto con el Centro de Investigación de la RAI (RAI-CIRT) en <http://www.crit.rai.it/IT/contatti/contatti.htm> y suscriba el Compromiso de Utilización.