

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102011901956167A1

Publication Date

20121220

Applicant

RAI RADIOTELEVISIONE ITALIANA S.P.A.

Title

METODO E RICEVITORE PER L'IDENTIFICAZIONE DI TRASMETTITORI DI
SEGNALI RADIOTELEVISIVI DIGITALI TERRESTRI

DESCRIZIONE dell'Invenzione Industriale avente per titolo: **-RRI012-**
**"METODO E RICEVITORE PER L'IDENTIFICAZIONE DI TRASMETTITORI DI
SEGNALI RADIOTELEVISIVI DIGITALI TERRESTRI"**

a nome RAI Radiotelevisione Italiana S.p.A., di nazionalità italiana, con sede in Viale Mazzini 14, 00195 Roma (RM), ed elettivamente domiciliata presso i Mandatari Ing. Roberto Dini (No. Iscr. Albo 270 BM), Ing. Marco Camolese (No. Iscr. Albo 882 BM) e Dott. Giancarlo Reposio (No. Iscr. Albo 1168 BM) c/o Metroconsult S.r.l., Via Sestriere 100, 10060 None (TO).

Inventori designati:

- SACCO Bruno, residente in Via Cravero 14, 10154 Torino (TO);
- MIGNONE Vittoria, Via Martiri della Libertà 2, 10040 Piobesi (TO);
- BERTELLA Andrea, residente in Via Borello 43, 10071 Borgaro (TO);
- TABONE Mirto, residente in Via Barella 50, 10050 Chiusa San Michele (TO).

Depositata il

al No.

DESCRIZIONE

La presente invenzione si riferisce ad un metodo e ad un ricevitore per l'identificazione di trasmettitori che trasmettono segnali radiotelevisivi digitali terrestri ricevibili in un dato punto geografico di una rete di diffusione DVB-T a singola frequenza.

Il sistema per la televisione digitale terrestre adottato in

Europa e in molti altri paesi del mondo è denominato DVB-T (Digital Video Broadcasting - Terrestrial) ed è descritto dalla specifica ETSI ETS300744: "Digital Video Broadcasting; Framing structure, channel coding and modulation for digital terrestrial television (DVB-T)", ETSI, 1997.

Tale sistema si basa sulla modulazione multi portante OFDM (Ortogonal Frequency Division Multiplex).

Il numero di portanti all'interno del simbolo OFDM può essere 2048 o 8192; questi due modi sono comunemente chiamati modo 2k e modo 8k.

Come noto, la televisione analogica tradizionale (per esempio nei sistemi PAL, SECAM, NTSC) è trasmessa agli utenti attraverso reti geografiche di trasmettitori circolari di tipo "multifrequenza" nelle quali ogni trasmettitore utilizza una frequenza diversa da quelli adiacenti allo scopo di evitare problemi interferenziali.

Con l'introduzione della televisione digitale terrestre DVB-T è possibile operare anche con reti "a singola frequenza", note come SFN (acronimo di Single Frequency Network), in cui tutti i trasmettitori della rete trasmettono su un'unica frequenza segnali che devono essere perfettamente uguali e sincroni, in modo tale che ogni ricevitore capti una serie di echi dello stesso segnale (al più di potenza diversa e con ritardi di propagazione diversi).

Ciò comporta l'utilizzo di un opportuno meccanismo di

generazione del flusso di bit, di distribuzione ai vari trasmettitori della rete, e di sincronizzazione dei medesimi, come descritto nella specifica tecnica ETSI TS101191: "Digital Video Broadcasting (DVB); "DVB mega-frame for Single Frequency Network (SFN) synchronization", ETSI, 2004.

Con riferimento alla Figura 1, viene rappresentata una mappa tempo/frequenza di una trama di un segnale OFDM, in cui ogni riga rappresenta un simbolo OFDM ed ogni cella al suo interno rappresenta una sottoportante.

La struttura di trama del segnale OFDM è costituita da una sequenza di simboli OFDM all'interno dei quali sono posizionate le portanti modulate dai dati, secondo lo schema scelto (QPSK, 16QAM o 64QAM), e alcune portanti di servizio.

Le portanti di servizio si dividono in due categorie:

a) portanti pilota: sono trasmesse a potenza maggiore (+2,5 dB) e vengono utilizzate in ricezione per la stima della risposta del canale. Esse si dividono ulteriormente in:

a1) Portanti pilota continue (Continual Pilots): occupano posizioni fisse, cioè si ripetono alle stesse frequenze in ogni simbolo;

a2) Portanti pilota distribuite (Scattered Pilots): occupano posizioni di frequenza variabili da simbolo a simbolo.

b) portanti TPS (Transmission Parameters Signalling): sono portanti di servizio modulate con informazioni riguardanti i parametri di trasmissione; utilizzano una modulazione molto

robusta (codifica/modulazione differenziale 2PSK, con codice di correzione di errore BCH), in modo da essere ricevute anche in condizioni estreme.

Più nel dettaglio, le portanti TPS sono utilizzate per veicolare i parametri relativi al sistema di trasmissione, vale a dire di codifica di canale e modulazione. Sono trasmesse 17 portanti TPS per il modo 2k e 68 portanti per il modo 8k.

In un dato simbolo OFDM tutte le portanti TPS trasmettono il medesimo bit, con codifica differenziale. La posizione delle portanti TPS all'interno del simbolo è statica ed è stata scelta con una regola pseudo casuale in modo da evitare periodicità in frequenza. Di conseguenza, l'esatta posizione delle portanti TPS viene specificata con una tabella che è definita nella norma ETS 300744.

Le portanti TPS contengono informazioni di servizio, tra cui:

- tipo di modulazione (QPSK, 16QAM e 64QAM);
- informazioni sulla gerarchia;
- intervallo di guardia;
- codice FEC delle portanti dati;
- modalità di trasmissione (2k o 8k).

Le TPS sono trasmesse su 68 simboli OFDM consecutivi definendo così la cosiddetta "trama OFDM".

Quattro trame OFDM consecutive corrispondono a una "super trama".

La sequenza di riferimento corrispondente alla portante TPS del primo simbolo di ogni trama OFDM è utilizzata per inizializzare la modulazione differenziale.

Ogni simbolo OFDM trasmette un bit TPS. L'insieme dei 68 bit TPS contenuti in una trama OFDM, sono definiti come segue:

- 1 bit di inizializzazione;
- 16 bit di sincronizzazione;
- 37 bit di informazione;
- 14 bit di ridondanza per la protezione di errore.

Dei 37 bit di informazione, al momento dell'emanazione della norma ETS 300744, 23 bit di informazione erano utilizzati effettivamente mentre i 14 bit rimanenti erano stati riservati per utilizzi futuri e dovevano essere settati a 0.

Con l'emanazione dello standard DVB-H (Digital Video Broadcasting - Handheld, ossia il sistema per portare la TV sui dispositivi portatili), alcuni dei suddetti 14 bit rimanenti sono stati assegnati, in particolare 8 sono stati allocati per l'identificazione della cella.

I dettagli di tale assegnazione sono specificati nella norma DVB-T ETS 300744 aggiornata, ETSI ETS300744: "Digital Video Broadcasting; Framing structure, channel coding and modulation for digital terrestrial television (DVB-T)", ETSI, 2009.

Le informazioni sui parametri di trasmissione sono inviate come illustrato in Figura 2. I bit S40-S47 trasportano le informazioni relative all'identificatore di cella

(Cell-Id) utilizzato per identificare da quale cella viene ricevuto il segnale.

Il byte più significativo dell'identificatore di cella viene trasmesso nelle trame dispari della super-trama, mentre il byte meno significativo dell'identificatore di cella viene trasmesso nelle trame pari.

In questo modo, utilizzando 8 bit, si riescono a mappare fino a 65535 identificatori di cella differenti, equivalenti a 16 bit.

La mappatura dei bit è riportata in Figura 3. Se l'identificatore di cella non è abilitato, gli otto bit devono essere settati a zero.

Mentre nella norma DVB-H l'utilizzo dell'identificatore di cella (che in tale standard identifica un gruppo di trasmettitori del segnale telefonico) è obbligatorio, nel caso dello standard DVB-T l'identificatore di cella è un parametro facoltativo. In ogni caso, anche se non espressamente specificato nella norma DVB-T, è inteso che in una rete SFN tutti i trasmettitori abbiano medesimo valore di identificatore di cella.

In molti paesi del mondo, compresa l'Italia, si sta effettuando il passaggio dal sistema televisivo analogico a quello digitale. Ciò comporta una serie di problematiche in parte già note dai sistemi analogici, in parte specifiche del mondo digitale.

In particolare, in fase di allestimento della rete, di messa a punto, di monitoraggio e di individuazione dei problemi, risulta di grande utilità il poter identificare i segnali in arrivo, con ciò intendendo l'individuazione selettiva della provenienza di ciascuno dei segnali radiotelevisivi digitali terrestri che insistono in un determinato punto della rete.

Ad oggi, gli strumenti di misura utilizzati allo scopo sono in grado di identificare unicamente il segnale ricevuto più robusto e di fornire indicazioni degli altri contributi relativamente ai soli ritardi e intensità.

Dal momento che in una rete SFN vengono trasmessi nel medesimo istante segnali identici da trasmettitori differenti, l'effetto che ne risulta al ricevitore è analogo alla ricezione di un unico segnale, a cui si sovrappongono echi generati dalla riflessione del segnale da parte di ostacoli (edifici, montagne e così via).

Il ricevitore OFDM contiene al suo interno un blocco di equalizzazione degli echi che si basa sulla stima della risposta in frequenza del canale, ottenuta tramite le portanti pilota.

Come è noto, la trasformata di Fourier inversa della risposta in frequenza del canale è la risposta all'impulso: questa proprietà viene sfruttata in alcuni strumenti di misura per fornire indicazioni relative agli echi ricevuti (ritardo rispetto al segnale diretto e livello).

Tuttavia, tali strumenti non permettono l'individuazione selettiva dei trasmettitori da cui provengono i vari contributi al segnale ricevuto corrispondenti ai vari picchi evidenziati dalla risposta all'impulso, cosa che sarebbe estremamente utile in fase di implementazione, monitoraggio e manutenzione di una rete SFN.

L'utilizzo di valori di identificatori di cella differenti per ogni trasmettitore coinvolto in una rete SFN è un valido aiuto per individuare la provenienza del raggio principale; tuttavia, con l'utilizzo degli strumenti attuali, non è possibile ottenere informazioni della provenienza degli altri segnali.

Le portanti TPS i cui bit relativi all'identificatore di cella risultano differenti, generano un conflitto che può portare al fallimento della demodulazione limitatamente alle sole portanti TPS. Tuttavia, essendo la modulazione adottata per le TPS molto robusta, ciò si verifica solo in condizioni particolarmente sfavorevoli e cioè quando i segnali ricevuti sono isolivello. In pratica tale situazione è estremamente rara e, in ogni caso, anche quando le portanti TPS non sono correttamente demodate, si è verificato che i ricevitori utente possono ricevere correttamente.

L'esperienza ha invece dimostrato che alcuni apparati semi-professionali, impiegati generalmente da installatori d'antenna, che fanno uso delle portanti TPS per ottenere una

stima della qualità del segnale ricevuto, basandosi su criteri geometrici dei punti della costellazione (MER, Modulation Error Ratio), risentono negativamente dell'eventuale conflitto di identificatori di cella.

Scopo della presente invenzione è pertanto quello di indicare un metodo ed un ricevitore per l'identificazione di trasmettitori di segnali radiotelevisivi digitali terrestri atti ad identificare tutti i trasmettitori di segnali radiotelevisivi digitali terrestri ricevibili in un dato punto geografico di una rete di diffusione DVB-T a singola frequenza.

Il metodo oggetto della presente invenzione prevede di inserire nelle portanti TPS di ogni segnale radiotelevisivo digitale terrestre un identificativo proprio di ciascun trasmettitore.

Tale identificativo, essendo inserito nelle portanti TPS, non influenza la corretta demodulazione dei flussi audio/video/dati contenuti nel segnale da parte del ricevitore.

Grazie alla presenza di segnali differenti trasmessi da trasmettitori differenti è possibile risalire alle singole risposte in frequenza dei canali di trasmissione relativi alle tratte definite tra ciascuno dei trasmettitori ed il ricevitore.

Dalle risposte in frequenza si risale poi a ciascun

trasmettitore, identificandolo grazie al proprio identificativo contenuto nel segnale trasmesso.

I suddetti scopi sono raggiunti attraverso il metodo ed il ricevitore per l'identificazione di trasmettitori di segnali radiotelevisivi digitali terrestri aventi le caratteristiche esposte nelle rivendicazioni qui annesse che formano parte integrante della presente descrizione.

L'invenzione verrà ora descritta nel dettaglio in alcune sue realizzazioni preferite, date a titolo d'esempio non restrittivo, con riferimento ai disegni allegati, in cui:

- la Figura 1 illustra una mappa tempo/frequenza di una trama di un segnale OFDM;
- la Figura 2 rappresenta l'utilizzo dei bit TPS in una trama OFDM;
- la Figura 3 illustra una mappatura delle portanti TPS al fine di codificare un identificativo di un trasmettitore;
- la Figura 4 illustra un'area geografica comprendente una pluralità di trasmettitori di segnali radiotelevisivi digitali terrestri appartenenti ad una rete a singola frequenza;
- la Figura 5 illustra un esempio di risultato ottenuto da un ricevitore che implementa il metodo secondo la presente invenzione.

Con riferimento alla Figura 4, viene illustrata un'area geografica 1, in particolare la regione italiana Piemonte, comprendente una pluralità N di trasmettitori 5-8 di segnali

radiotelevisivi digitali terrestri appartenenti ad una rete a singola frequenza.

In un punto geografico 3 dell'area geografica 1 è desiderabile conoscere l'intensità di ciascun segnale radiotelevisivo digitale terrestre ricevibile da ciascun trasmettitore 5-8. Nell'esempio di Figura 4 i trasmettitori 5-8 sono denominati "Mottarone", "Trivero", "Eremo" e "Penice".

I trasmettitori 5-8 che coprono l'area geografica 1 sono configurati in modo da trasmettere ciascuno un proprio identificativo che viene codificato nelle portanti di servizio TPS (si veda Figura 2) di una pluralità di simboli OFDM di una trama del rispettivo segnale radiotelevisivo digitale terrestre trasmesso.

In particolare, il codice identificativo può essere vantaggiosamente trasmesso nei simboli S40-S47.

Il segnale OFDM così generato è perfettamente coerente nei simboli in cui i bit delle portanti di servizio TPS sono identici, ad esempio i simboli S0-S39 ed S48-S53, mentre nei simboli S40-S47, in cui vengono trasmessi bit diversi relativi ai codici identificativi di trasmettitori diversi, il segnale OFDM non è perfettamente coerente. Più precisamente, il segnale OFDM è coerente nelle celle che trasportano dati (video, audio, ecc), garantendo così una perfetta ricezione, ma non è coerente nelle celle TPS, nelle quali possono anche verificarsi delle collisioni.

Si supponga ora che un ricevitore 13 collocato nel punto geografico 3 riceva i segnali radiotelevisivi digitali terrestri dai trasmettitori 5-8.

I segnali trasmessi dai trasmettitori 5-8 sono segnali $x(t)$ nel dominio nel tempo, così come lo è il segnale $y(t)$ ricevuto da un ricevitore 13, idealmente raffigurato all'interno di un mezzo di trasporto adibito a campagne di misura.

I segnali $x(t)$ ed $y(t)$ possono essere rappresentati nel dominio della frequenza, applicando la trasformata di Fourier, rispettivamente come $X(\omega)$ ed $Y(\omega)$.

Considerando che il canale di trasmissione, su cui viaggiano i segnali $x(t)$ dai trasmettitori 5-8 al ricevitore 13, è affetto da propagazione per cammini multipli, esso può essere caratterizzato dalla risposta all'impulso $h(t)$ oppure dalla trasformata di Fourier $H(\omega)$ di quest'ultimo, detta anche risposta in frequenza del canale.

Vale quindi la relazione $Y(\omega)=X(\omega)\cdot H(\omega)$, in cui le variabili X , Y e H sono grandezze complesse, e l'operatore " $\cdot$ " denota il prodotto complesso.

Inoltre, dato che nel caso di modulazione OFDM si utilizza un'elaborazione a dati campionati, con una trasformata di Fourier veloce FFT nel demodulatore, e la sua inversa IFFT nel modulatore, le variabili sopra menzionate sono espresse utilizzando un primo indice k per la posizione in frequenza, e un secondo indice n per la posizione del simbolo all'interno

della trama.

Quindi, per un segnale OFDM, la relazione precedente può essere riscritta come: $Y(n,k)=X(n,k) \cdot H(n,k)$.

Dal punto di vista analitico, i segnali $Y(40,k) \dots Y(47,k)$, ricevuti dal ricevitore 13 sulle celle TPS di primo indice k durante i simboli S40-S47 della trama del segnale OFDM, sono dovuti alla sovrapposizione di tutti i segnali relativi agli N trasmettitori della rete a singola frequenza che insistono sulla zona di ricezione del punto geografico 3. Ciascun contributo risulta moltiplicato per la propria risposta in frequenza del canale. In termini matematici risulta quindi:

$$Y(40,k) = X_1(40,k) \cdot H_1(40,k) + X_2(40,k) \cdot H_2(40,k) + X_3(40,k) \cdot H_3(40,k) + \dots + X_8(40,k) \cdot H_8(40,k)$$

$$Y(41,k) = X_1(41,k) \cdot H_1(41,k) + X_2(41,k) \cdot H_2(41,k) + X_3(41,k) \cdot H_3(41,k) + \dots + X_8(41,k) \cdot H_8(41,k)$$

...

$$Y(47,k) = X_1(47,k) \cdot H_1(47,k) + X_2(47,k) \cdot H_2(47,k) + X_3(47,k) \cdot H_3(47,k) + \dots + X_8(47,k) \cdot H_8(47,k)$$

dove il pedice sui segnali X_i identifica il trasmettitore T5-T8 a cui il segnale si riferisce.

Per ciascun valore di k , le precedenti equazioni definiscono un sistema lineare $Y = X \cdot H$ in cui il vettore H è l'incognita ed in cui:

- Y è un vettore di N elementi in cui un elemento Y_j del vettore Y rappresenta un segnale radiotelevisivo digitale

terrestre acquisito tramite il ricevitore 13 e relativo al j-esimo simbolo S40-S47 della pluralità di N simboli S40-S47 della trama del segnale OFDM;

- X è una matrice di dimensioni $N \times N$ in cui un elemento X_{ij} della matrice X rappresenta un contributo di segnale che il ricevitore 13 riceverebbe se l' i-esimo trasmettitore fosse l'unico a trasmettere su un canale di trasmissione ideale il segnale radiotelevisivo digitale terrestre relativo al j-esimo simbolo;

- H è un vettore di N elementi in cui l'elemento H_i del vettore H rappresenta la risposta in frequenza di canale relativa all'i-esimo trasmettitore.

Il sistema lineare $Y = X \cdot H$ ammette univocamente soluzione, a patto che il determinante della matrice X sia diverso da zero.

In pratica ciò è facilmente verificato: se così non fosse, è possibile ricondursi al caso favorevole con opportuna scelta dei valori dei codici identificativi assegnati ai trasmettitori 5-8.

Una volta risolto il suddetto sistema lineare, si ottengono le risposte in frequenza di ciascuno degli N canali di trasmissione relativi a ciascun trasmettitore T5-T8; il modulo di ciascuna risposta in frequenza rappresenta l'informazione di livello, relativa al segnale più forte, a cui è ricevuto il relativo trasmettitore T5-T8.

Il risultato quindi è una lista con i livelli individuali di

segnale ricevuto (con valori normalizzati a 1), ciascun livello individuale essendo associato al proprio trasmettitore T5-T8 per mezzo del rispettivo identificativo. Tramite una tabella precompilata, memorizzata in mezzi di memoria del ricevitore 13, è poi possibile evidenziare il nominativo e/o il sito geografico di ogni trasmettitore T5-T8.

Il sistema lineare così come riportato sopra è di otto equazioni in otto incognite. Quindi risolvendo tale sistema si possono identificare, tramite il rispettivo identificativo, fino ad otto trasmettitori che insistono su un punto geografico 3.

Solitamente questo valore è più che adeguato per l'impiego pratico; tuttavia, il metodo può essere esteso facendo partecipare al sistema di equazioni altri segnali ricevuti, ad esempio i simboli S48-S67, e/o i simboli delle trame che veicolano gli altri otto bit dei sedici di cui è composto il codice identificativo di ogni trasmettitore T5-T8.

In questo modo è possibile estendere grandemente il numero di equazioni e quindi di incognite.

In alternativa, dato che l'identificativo del trasmettitore è costituito da una parola binaria da 16 bit, e quindi ammette 65535 valori più lo zero, è possibile procedere per tentativi, costruendo ad ogni tentativo la matrice X utilizzando il metodo come sopra descritto, ma ipotizzando ogni volta un insieme di N nuovi diversi valori di codice identificativo,

differenti dal caso precedente.

Si assume che le operazioni descritte vengano eseguite sulle sole portanti TPS, quindi sui soli valori dell'indice k che appartengono all'insieme di dette portanti.

In linea di principio, dato che in un simbolo OFDM DVB-T tutte le portanti TPS sono modulate con il medesimo bit, è possibile utilizzare anche una sola portante, quindi un solo valore del primo indice k , per applicare il metodo oggetto della presente invenzione. Tuttavia, se si desidera aumentare la già alta robustezza sul rumore del metodo oggetto della presente invenzione, è possibile ripetere il procedimento per più di un valore del primo indice k e calcolare una media dei risultati ottenuti.

Per fare in modo che il metodo in oggetto risulti il più possibile conforme alla prescrizione del citato documento ETSI, secondo il quale i valori di identificatore di cella Cell-id dei trasmettitori di una rete SFN dovrebbero essere tutti uguali nella stessa cella (gruppo di trasmettitori), è possibile prevedere di impostare gli identificativi di ciascun trasmettitore operante sulla zona geografica in cui si intende eseguire una campagna di misure, per il tempo strettamente necessario alla stessa, ripristinando successivamente il valore prefissato, uguale per tutti, precedentemente deciso dall'operatore di rete.

In sintesi, il metodo oggetto della presente invenzione

prevede i seguenti passi:

- costruire la matrice X , in cui ogni colonna è costituita dal segnale $[X_i(40,k), \dots, X_i(47,k)]^T$ che il ricevitore 13 riceverebbe se trasmettesse il solo trasmettitore i -esimo, su canale ideale;
- acquisire tramite il ricevitore 13 il segnale ricevuto $Y(40,k) \dots Y(47,k)$, e costruire il vettore Y avente tali elementi in colonna;
- risolvere rispetto ad H il sistema lineare $Y = X \cdot H$ ed ottenere il vettore H delle risposte di canale: ogni elemento del vettore H rappresenta la risposta del canale di ciascun trasmettitore T5-T8, nello stesso ordine delle colonne della matrice X ;
- calcolare il modulo degli elementi del vettore H : tali valori sono i livelli, relativi a quello del segnale più intenso, e quindi normalizzati a 1, dei vari trasmettitori T5-T8, nell'ordine precisato sopra;
- dal vettore ottenuto al passo precedente compilare una lista ordinata che associa tali rispettivi livelli ai codici identificativi dei trasmettitori T5-T8 interessati al metodo;
- da una tabella predefinita, che associa i nominativi e/o i siti geografici dei trasmettitori ai rispettivi trasmettitori T5-T8 utilizzati, annotare la lista ottenuta al punto precedente;
- utilizzare la lista così ottenuta per etichettare le varie

componenti della risposta all'impulso che il ricevitore di misura fornisce in formato grafico; in alternativa, o in aggiunta, presentare la lista in formato tabellare.

Con riferimento alla Figura 5, viene illustrata una lista in formato tabellare che rappresenta un esempio di risultato fornito da un ricevitore 13 che implementa il metodo oggetto della presente invenzione.

Il ricevitore 13 comprende almeno un'antenna atta a ricevere un segnale digitale radiotelevisivo terrestre, un demodulatore DVB-T, un processore e mezzi di memoria.

Il ricevitore 13, collocato nel punto geografico 3, acquisisce il segnale ricevuto, lo elabora secondo il metodo oggetto della presente invenzione, utilizzando il processore ed i mezzi di memoria, e presenta su un suo schermo, o su uno schermo ad esso associato, sia l'identificativo del trasmettitore del segnale di maggiore intensità (in questo caso il segnale del trasmettitore 7 "Eremo"), sia gli identificativi dei segnali di minore intensità indicando per ciascuno di essi, ad esempio, la potenza del segnale relativo a quello di maggiore intensità ed il ritardo. Ovviamente è possibile rappresentare sullo schermo i valori assoluti dei segnali ricevuti oppure altri tipi di valori elaborati. Facoltativamente, per l'esecuzione del procedimento sopra citato vengono impostati gli identificativi di ciascuno dei trasmettitori operanti sulla zona geografica in cui si intende

eseguire la campagna di misure solo per il tempo strettamente necessario alla stessa, ripristinandone successivamente il valore prefissato, uguale per tutti, precedentemente deciso dall'operatore di rete.

Dalla descrizione effettuata risultano pertanto chiare le caratteristiche della presente invenzione, così come chiari risultano i suoi vantaggi.

Un primo vantaggio della presente invenzione è quello per cui vengono identificati tutti i trasmettitori di segnali radiotelevisivi digitali terrestri ricevibili in un dato punto geografico di una rete a singola frequenza.

Un secondo vantaggio è quello per cui l'applicazione del metodo oggetto della presente invenzione non incide sulla robustezza del segnale trasmesso.

Numerose sono le varianti possibili al metodo ed al ricevitore per l'identificazione di trasmettitori di segnali radiotelevisivi digitali terrestri descritti come esempio, senza per questo uscire dai principi di novità insiti nell'idea inventiva, così come è chiaro che nella sua attuazione pratica le forme dei dettagli illustrati potranno essere diverse, e gli stessi potranno essere sostituiti con degli elementi tecnicamente equivalenti.

Dunque è facilmente comprensibile che la presente invenzione non è limitata ad un metodo e ad un ricevitore per l'identificazione di trasmettitori di segnali radiotelevisivi

digitali terrestri, ma è passibile di varie modificazioni, perfezionamenti, sostituzioni di parti ed elementi equivalenti senza però allontanarsi dall'idea dell'invenzione, così come è precisato meglio nelle seguenti rivendicazioni.

RIVENDICAZIONI

1. Metodo per l'identificazione di trasmettitori (5-8), appartenenti ad una rete a singola frequenza, che trasmettono rispettivi segnali radiotelevisivi digitali terrestri, in cui ciascun trasmettitore (5-8) trasmette un proprio identificativo codificato nelle portanti di servizio di una pluralità di N simboli (S40-S47) di una trama del segnale radiotelevisivo digitale terrestre, detto metodo comprendendo i passi di:

a) risolvere nel dominio della frequenza e rispetto ad H un sistema lineare $Y = X \cdot H$, in cui gli indici i e j variano tra 1 e N ed in cui:

- Y è un vettore di N elementi in cui un elemento Y_j del vettore Y rappresenta un segnale radiotelevisivo digitale terrestre acquisito tramite un ricevitore (13) e relativo al j-esimo simbolo della pluralità di N simboli della trama;

- X è una matrice di dimensioni $N \times N$ in cui un elemento X_{ij} della matrice X rappresenta un contributo di segnale che il ricevitore (13) riceverebbe se l'i-esimo trasmettitore fosse l'unico a trasmettere su un canale di trasmissione ideale il segnale radiotelevisivo digitale terrestre relativo all'i-esimo simbolo;

- H è un vettore di N elementi in cui l'elemento H_i del vettore H rappresenta la risposta in frequenza di canale relativa all'i-esimo trasmettitore;

b) identificare ogni trasmettitore (T5-T8) tramite il rispettivo identificativo ed il rispettivo modulo della risposta in frequenza di canale.

2. Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui detti

identificativi di detti trasmettitori (T5-T8) sono selezionati in modo che il determinante della matrice X sia diverso da zero.

3. Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui è previsto l'ulteriore passo di ripetere il passo a) per almeno un ulteriore valore di frequenza della trama del segnale e di effettuare la media dei risultati ottenuti per ogni valore di frequenza.

4. Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui detto identificativo è codificato nei bit S40-S47 delle portanti di servizio di detta trama.

5. Metodo secondo la rivendicazione 4, in cui detto identificativo è ulteriormente codificato in uno o più dei bit S48-S67 di detta trama.

6. Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui è previsto di costruire ad ogni tentativo detta matrice X, utilizzando ogni volta un insieme di nuovi diversi valori (N) di codice identificativo.

7. Metodo secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, in cui è previsto di visualizzare su uno schermo associato a detto ricevitore (13): detto identificativo e/o il nome di detto trasmettitore (5-8); il livello e/o il ritardo, relativi o assoluti, con cui il rispettivo segnale viene ricevuto da detto trasmettitore (5-8).

8. Metodo secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, in cui è previsto di ripristinare ad un valore prefissato, uguale per tutti e precedentemente deciso dall'operatore di rete, gli identificativi di ciascuno di detti trasmettitori (5-8).

9. Ricevitore (13) comprendente mezzi per implementare il metodo secondo una o più delle rivendicazioni da 1 a 7.

CLAIMS

1. A method for identifying transmitters (5-8) belonging to a single frequency network, which transmit respective digital terrestrial radio-television signals, wherein each transmitter (5-8) transmits its own identifier coded in the service carriers of a plurality of N symbols (S40-S47) of a frame of the digital terrestrial radio-television signal, said method comprising the steps of:

a) resolving, in the frequency domain and with respect to H, a linear system $Y = X \cdot H$, where the indexes i and j vary between 1 and N, and wherein:

- Y is a vector of N elements, wherein one element Y_j of the vector Y represents a digital terrestrial radio-television signal acquired through a receiver (13) and relating to the j-th symbol of the plurality of N symbols of the frame;

- X is a matrix having NxN size, wherein one element X_{ij} of the matrix X represents a signal contribution that the receiver (13) would receive if the i-th transmitter were the only one to transmit on an ideal transmission channel the digital terrestrial radio-television signal relating to the i-th symbol;

- H is a vector of N elements, wherein the element H_i of the vector H represents the channel frequency response relating to the i-th transmitter;

b) identifying each transmitter (T5-T8) through the respective identifier and the respective channel frequency response module.

2. A method according to claim 1, wherein said identifiers of said transmitters (T5-T8) are selected in a manner such that

the determinant of the matrix X is different from zero.

3. A method according to claim 1, further comprising the step of repeating step a) for at least one more frequency value of the signal frame and of calculating the mean of the results obtained for each frequency value.

4. A method according to claim 1, wherein said identifier is coded in the bits S40-S47 of the service carriers of said frame.

5. A method according to claim 4, wherein said identifier is further coded in one or more of the bits S48-S67 of said frame.

6. A method according to claim 1, wherein during each attempt said matrix X is built by using each time a new set of different identification code values (N).

7. A method according to one or more of the preceding claims, wherein the following is displayed on a screen associated with said receiver (13): said identifier and/or the name of said transmitter (5-8); the level and/or the delay, whether relative or absolute, at/with which the respective signal is received from said transmitter (5-8).

8. A method according to one or more of the preceding claims, wherein the identifiers of each one of said transmitters (5-8) are reset to a predetermined value, equal for all transmitters and previously defined by the network operator.

9. A receiver (13) comprising means for implementing the method according to one or more of claims 1 to 7.

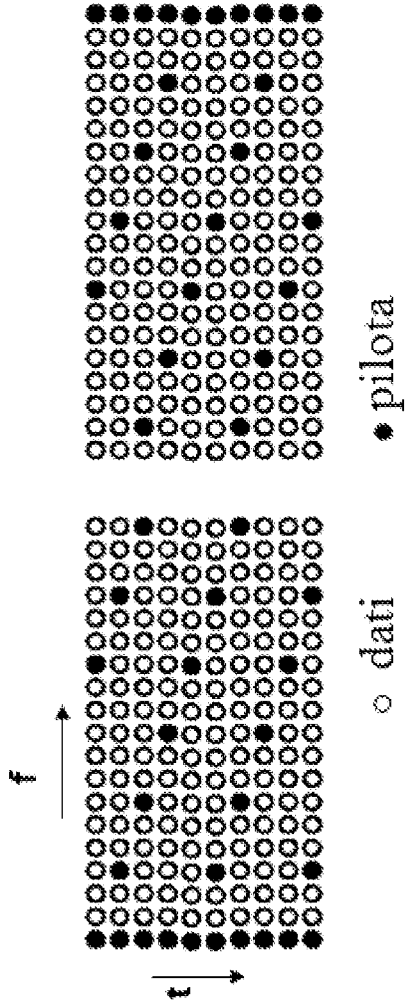


Fig. 1

Numero di bit	Contenuto
S0	Inizializzazione
S1-S16	Parola di sincronizzazione
S17-S22	Indicatore di Lunghezza
S23, S24	Numero di trama
S25, S26	Costellazione
S27, S28, S29	Informazione Gerarchia
S30, S31, S32	Tasso Codice, flusso alta priorità
S33, S34, S35	Tasso Codice, flusso bassa priorità
S36, S37	Intervallo di guardia
S38, S39	Modalità di trasmissione
S40-S47	Cell identifier
S48-S53	Non usati (set a 0)
S54-S67	Codice di protezione di errore, BCH

Fig. 2

Bit delle TPS	Trama 1 o 3	Trama 2 o 4
s40	cell_id b15	cell_id b7
s41	cell_id b14	cell_id b6
s42	cell_id b13	cell_id b5
s43	cell_id b12	cell_id b4
s44	cell_id b11	cell_id b3
s45	cell_id b10	cell_id b2
s46	cell_id b9	cell_id b1
s47	cell_id b8	cell_id b0

Fig. 3

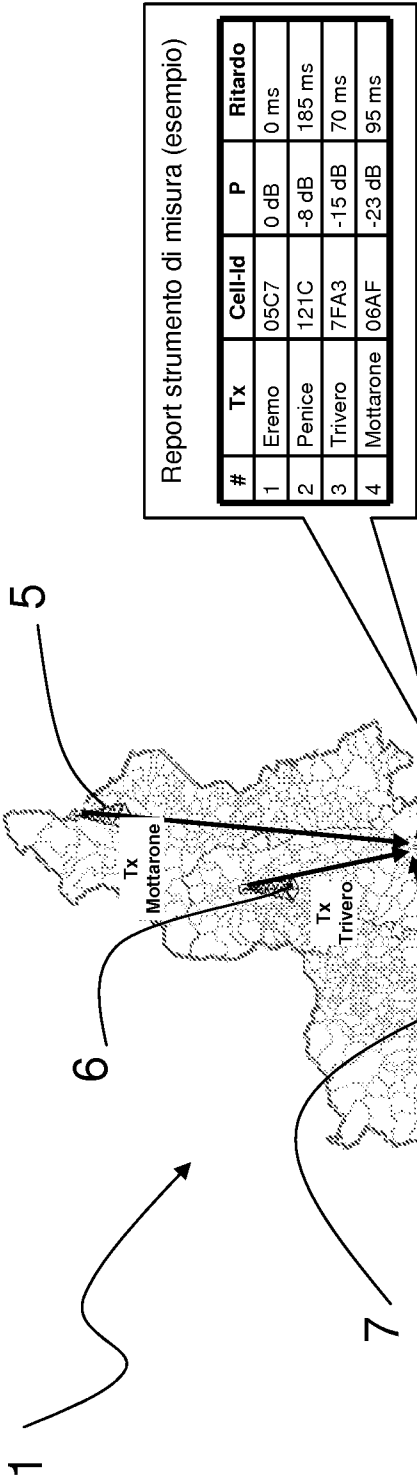


Fig. 5

Fig. 4