

DVB-CID

il nuovo standard DVB per l'identificazione della portante satellitare

Vittoria Mignone e Bruno Sacco

Rai - Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica

1. LE MOTIVAZIONI

Le interferenze a radio frequenza (RFI) hanno un forte impatto sulla qualità del servizio offerto dagli operatori satellitari ai loro clienti. Tale impatto è maggiore nel caso di uso occasionale di trasmissioni via satellite e di collegamenti temporanei rispetto ai servizi DTH a tempo pieno, dove i proprietari e le posizioni degli *uplink* sono ben noti e identificati dai rispettivi dati DVB-SI. Mentre le RFI possono provenire da molte fonti, diversi operatori satellitari hanno confermato che una notevole quantità di interferenza proviene dalle cosiddette "portanti infestanti". Queste sono spesso causate da apparecchiature guaste o da un sistema configurato in modo improprio a causa di un errore umano.

Gli operatori satellitari dedicano una considerevole quantità di tempo e denaro agli sforzi per ridurre le interferenze. I costi comprendono:

- Il personale, i sistemi di monitoraggio e gli strumenti specializzati necessari per indagare RFI.
- La perdita di reddito dovuta alla capacità di canale sia bloccata dalla RFI, o dalla capacità di riserva necessaria a trasferire i servizi che sono interessate da RFI.
- Gli sconti per i clienti per la perdita del servizio a causa di RFI.

La lotta contro le interferenze satellitari, spesso causate da elementi non configurati correttamente o da apparati non funzionanti, è stata la motivazione scatenante di una collaborazione senza precedenti fra i diversi gruppi industriali. Dopo anni di dibattito e di collaborazione tecnica in ambito industriale, finalmente questo obiettivo specifico ha portato a definire un unico standard per la definizione della portante. Nel gennaio 2013 il DVB Project ha annunciato uno standard unico: DVB-CID (Carrier IDentification). Questa è una notizia importante per gli operatori del settore grandi satelliti, i broadcaster ed i gruppi industriali che si sono mobilitati per realizzare una tecnologia applicabile estesamente e standardizzata.

Benché non sia una soluzione perfetta per risolvere tutte le cause di interferenza a radiofrequenza, ID Carrier permetterà agli operatori e agli utenti di identificare rapidamente i vettori interferenti. Il nuovo standard permetterà ID Carrier di essere virtualmente compatibile con tutti gli odierni vettori satellitari e di facile integrazione in tutti i modulatori satellitari.

Sono diverse le azioni intraprese da operatori, clienti, fornitori e gruppi industriali per affrontare le interferenze, tra cui: la formazione per gli installatori e operatori, la condivisione dei dati per migliorare i processi operativi e la promozione di nuove innovazioni come l'identificazione della portante (*ID Carrier*).

Tutte queste iniziative hanno un ruolo nel mitigare RFI: *ID Carrier*, attraverso la capacità di identificare rapidamente l'origine di una portante interferente, ridurrà la durata e l'impatto di RFI. Essa consentirà inoltre agli operatori di tenere sotto controllo in modo più efficace i servizi di transponder per operare facilmente una distinzione fra i clienti paganti e i pirati.

Accanto agli sforzi degli operatori satellitari per affrontare RFI, si è assistito all'assunzione di un ruolo attivo da parte delle principali emittenti per accelerare l'introduzione dei miglioramenti. Nel febbraio 2011 si è costituito un gruppo che comprende operatori nel campo dei media, produttori di apparati, gruppi industriali, operatori di sistemi satellitari e fornitori di servizi via satellite (RFI-EUI) per cooperare all'attuazione dello standard *ID Carrier*.

Già nel corso dei Giochi Olimpici Estivi 2012 di Londra, tutti e tre i principali operatori satellitari (Eutelsat, Intelsat e SES) hanno utilizzato le tipologie proprietarie di sistemi di identificazione di trasporto offerte dai produttori che adottano soluzioni in cui l'*ID Carrier* viene generato dai codificatori, e risiede nel NIT, oppure dal modulatore.

Con l'obiettivo di sviluppare un sistema standard che introduca contromisure contro le cosiddette "portanti infestanti", nel marzo 2012 DVB ha assegnato al gruppo ad-hoc TM-S2 il compito di definire un sistema di trasmissione satellitare per *ID Carrier*, atto a consentire all'industria la produzione di apparecchiature interoperabili. Inoltre DVB garantirà un continuo sviluppo e miglioramento in modo standardizzato della tecnologia Carrier ID.

Nel dicembre 2012, il progetto di standard DVB-CID è stato presentato al modulo tecnico di DVB ed è stato approvato. Presentato per l'approvazione da parte del modulo commerciale e del comitato direttivo, è stato da questi approvato, rispettivamente nel gennaio e febbraio 2013.

Acronimi e sigle

AWGN	Additive White Gaussian Noise
BPSK	Binary Phase Shift Keying
BCH	Bose Ray-Chaudhuri Hocquenghem
CRC	Cyclic Redundancy Check
DTH	Direct To Home
DVB	Digital Video Broadcasting (www.dvb.org)
- CID	- Carrier IDentification
- DSNG	- Digital Satellite News Gathering
- S	- Satellite
- S2	- Satellite, 2a generazione
- SI	- Service Information
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers (www.ieee.org)
ETSI	European Telecommunications Standards Institute (www.etsi.org)
FEC	Forward Error Correction
GUI	Global Unique Identifier
MAC	Media Access Control
NIT	Network Information Table
PSD	Poer Signal Density
RFI	Radio Frequency Interference
- EUI	- End User Initiative (www.rfi-eui.org)
SDA	Data Association Spazio
SIRG	satellite Interference Reduction Group (www.suirg.org)
SNIR	Signal to Noise and Interference Ratio
VSAT	Very Small Aperture Terminal

Lo standard è pubblicato come un libro blu DVB [1]. E' stato avviato il procedimento ETSI per definire DVB-CID come standard ETSI TS 103 129.

2. I REQUISITI COMMERCIALI

ID Carrier ha lo scopo di consentire agli operatori e agli utenti di identificare rapidamente portanti interferenti e offrire una risposta alle RFI, riducendo la durata di ogni evento, migliorando la qualità del servizio e riducendo i costi operativi. Inoltre, a più lungo termine, ridurre il numero di eventi di RFI e liberare la banda attualmente in uso per ovviare agli episodi di RFI in corso o prevedibili.

I Requisiti Commerciali sviluppati dal Modulo Commerciale del DVB dichiarano che “non ci si attende che *ID Carrier* sia una soluzione perfetta per risolvere tutti le RFI, ma sarà una tecnologia chiave nel contribuire alla rapida identificazione delle RFI e di ridurre il loro impatto negativo per gli operatori, i clienti, e l’industria satellitare nel suo complesso”.

Il maggior beneficio nella adozione dell’*ID Carrier* si realizza principalmente nel caso di uso occasionale di *uplink* satellitari, poiché il rischio di errore umano può causare l’accesso in modo improprio ad un satellite. Ma anche nel caso di *uplink* satellitari a tempo pieno si possono verificare interferenze, anche se questo è generalmente un evento raro, a causa di apparecchiature guaste.

ID Carrier sarà un aiuto importante per gli operatori satellitari nell’ambito del Piano di Transponder Automatizzati e Monitoraggio Carrier. Gli operatori satellitari spesso adottano il monitoraggio automatizzato delle portanti, ma, grazie alle informazioni aggiuntive di un ID, si realizza un legame esplicito tra la portante e un database di trasmissione di *uplinker*, *broadcaster* ed utenti.

Il contenuto minimo richiesto per il *ID Carrier* è un codice univoco (ad esempio l’indirizzo MAC del dispositivo). Possono eventualmente essere trasmesse ulteriori informazioni, quali il nome dell’operatore dell’*uplink*, il numero di telefono da contattare, ecc, al fine di semplificare e accelerare le procedure per bloccare la causa dell’interferenza.

Gli identificatori possono essere confrontati con le informazioni contenute in un database più aderente alla situazione reale dei proprietari delle portanti e sulle informazioni relative agli apparati e assicurare che i piani di assegnazione Transponder/Frequenze siano corretti.

Questo tipo di sistema permette di individuare immediatamente quale sia l’Operatore Satellitare responsabile per la risoluzione dell’interferenza e di attivare un allarme e di contattare tutte le parti interessate, assicurando così una rapida soluzione del problema. Ad esempio, i Requisiti Commerciali indicano 1 minuto come tempo per la decodifica dell’*ID Carrier* durante le operazioni di allineamento

e 15 minuti durante l’analisi delle interferenze. Gli operatori satellitari saranno in grado di decodificare gli *ID Carrier* a partire dalle portanti ricevute utilizzando gli apparati di monitoraggio e decodifica.

Si prevede che esisterà un database comune (l’agenzia che la gestirà e in quale luogo sono ancora da definire), accessibile da tutti gli operatori satellitari ed eventualmente da altri soggetti autorizzati, che conterrà, come minimo, tutti i codici *ID Carrier* e il nome dell’operatore satellitare il cui satellite ha assegnato le rispettive specifiche portanti. Inizialmente sarà sviluppato dal Gruppo per la Riduzione delle Interferenze da satellite (sIRG), che ha sostenuto con forza lo sviluppo della norma, potrebbe infine migrare alla Associazione Dati Spazio (SDA) per l’Integrazione degli operatori satellitari, la visibilità globale e la sicurezza.

Tuttavia, può essere necessario proteggere l’identità e l’ubicazione dei terminali trasmettenti. Tipicamente questo è il caso di applicazioni militari: *ID Carrier* potrebbe essere utilizzato anche per questa applicazione poiché l’ID univoco è solo necessario a condurre ad un operatore satellitare e tale operatore può usare la sua normale interfaccia cliente per risolvere i problemi relativi al servizio. Inoltre, deve essere possibile disattivare l’*ID Carrier* generato da un apparato mediante software o hardware.

Il segnale *ID Carrier* è virtualmente compatibile con tutte le portanti utilizzate oggi dai satelliti (da considerare sconosciute in termini di forma d’onda e di sincronizzazione), e facile da inserire in tutti i modulatori per satellite, dovrà essere trasmesso entro la larghezza di banda della portante modulata, dovrà essere più robusto del carico utile e avere un effetto minimo sulla qualità della portante e sul margine del collegamento.

L’*ID Carrier* non è richiesto per i trasmettitori che sono completamente controllati da un sistema di gestione di rete basata su *hub*, dal momento che per questi l’interferente potrebbe essere identificato in maniera affidabile mediante mezzi diversi da un segnale *ID Carrier* esplicito. Questo è, per esempio, il caso per le apparecchiature VSAT a basso costo, per il quale l’inclusione di un segnale *ID Carrier* potrebbe essere critico.

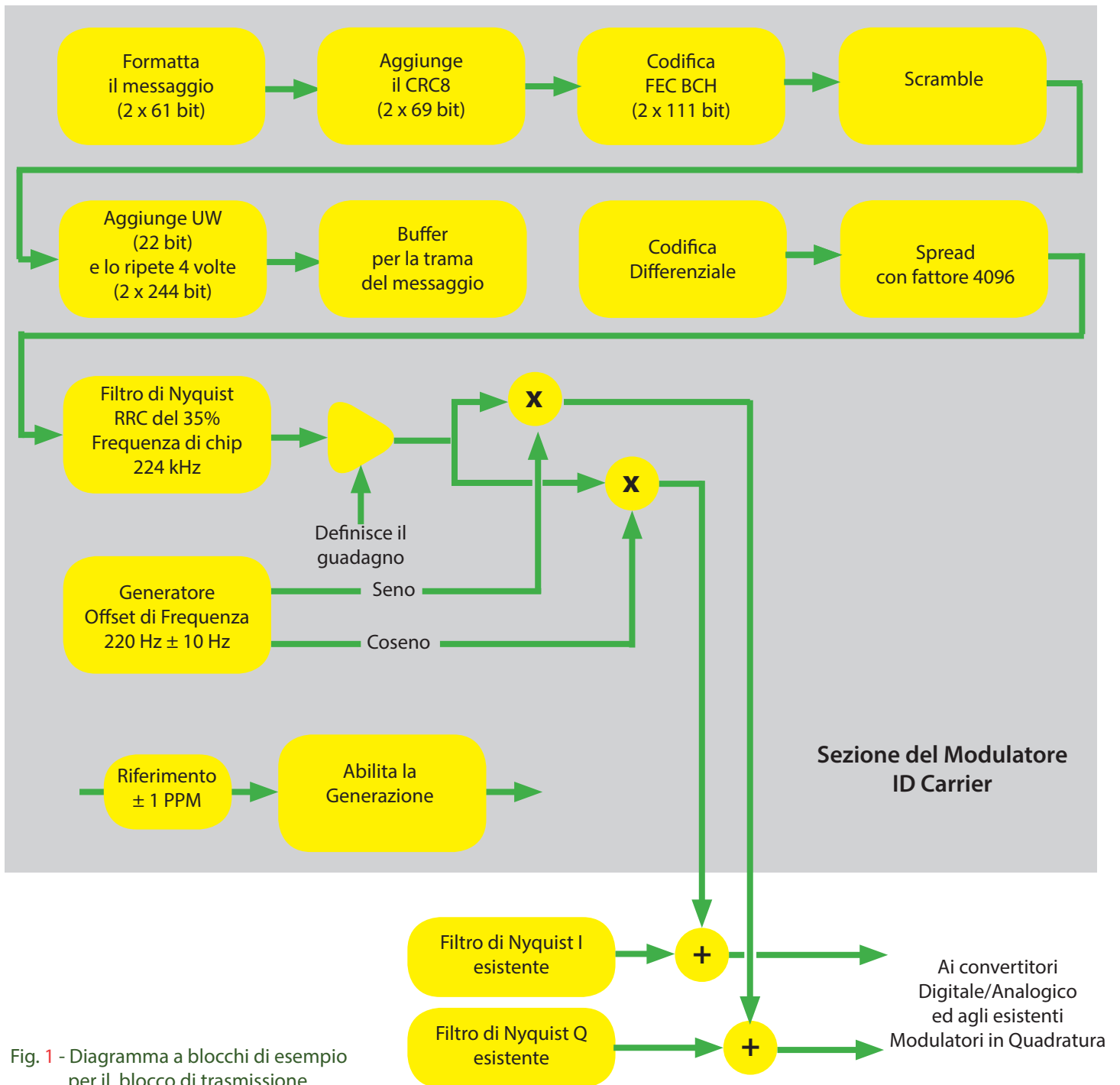


Fig. 1 - Diagramma a blocchi di esempio per il blocco di trasmissione dell'ID Carrier

3. LA SOLUZIONE TECNICA

La figura 1 fornisce una rappresentazione schematica del sistema di trasmissione *ID Carrier*. Il sistema è stato ottimizzato per le applicazioni satellitari, inclusi DVB-S, DVB-DSNG e DVB-S2, ma può essere applicato a qualsiasi trasmissione continua via satellite.

Il sistema deve essere usato quando nessun altro mezzo adeguato ad identificare il trasmettitore è disponibile; tali mezzi includono, ma non sono limitati, impianti di telecontrollo in grado di accendere e spegnere il trasmettitore.

Per consentire che il segnale *ID Carrier* sia compatibile con qualsiasi portante trasmessa oggi via satellite, il sistema utilizza la modulazione BPSK a *spread spectrum*, la codifica differenziale, lo *scrambling*, ed una strategia di protezione dagli errori con concatenazione basata sulla ripetizione, su CRC e codici BCH. Ciò rende il sistema *ID Carrier* molto robusto, consentendo nella maggior parte dei casi pratici, di identificare l'interferente senza richiedere lo spegnimento del segnale utile, esigenza tipica dei sistemi di radiodiffusione. Allo stesso tempo, l'impatto sulla quantità di dati ospitati dalla portante per questa funzione viene mantenuta ad un livello trascurabile.

I dettagli relativi allo standard sono riportati nel seguito.

3.1 CONTENUTO DEL MESSAGGIO E FORMATO DEL PACCHETTO

Le informazioni che identificano la portante ospite contengono obbligatoriamente l'Identificatore Univoco Globale (GUI) DVB CID, fissato dal costruttore del dispositivo, non modificabile da parte dell'utente, e il codice di revisione del formato CID (*Content ID 0*), per consentire future revisioni del formato CID. In aggiunta può contenere altre informazioni configurabili dall'utente, identificate da diversi campi ID Content.

Il GUI DVB CID è costituito da 64 bit, è basato sull'identificatore univoco esteso definito dall'IEEE (EUI-64), e viene trasmesso suddiviso in due parti da 32 bit. Esso può essere ottenuto a partire da un indirizzo MAC a 48 bit o da un identificatore di modulatore SDA a 48 bit.

La tabella 1 elenca il possibile contenuto (*Content ID*) del campo Informazioni portato da CI. Il codice di revisione del formato CID (*Content ID 0*) è obbligatorio; altre informazioni sono facoltative, configurabili e modificabili da parte dell'utente. Comprendono informazioni quali il nome dell'operatore dell'*uplink*, il numero di telefono da contattare, ecc, per aiutare nella identificazione della RFI. Il *Content ID* è trasmesso in modo sequenziale ripetitivo (a partire dal valore più basso di *Content*

ID e finendo con il valore più alto di *Content ID*) per tutti i campi *Content ID* che contengono dati.

Il formato del pacchetto è definito per consentire una rapida identificazione della RFI (figura 2): ogni pacchetto inizia con una Parola Univoca (una sequenza di bit utilizzata solo per tale scopo) di 22 bit, per consentire una rapida sincronizzazione di pacchetto, successivamente tale identificatore univoco viene ripetuto ad ogni trama, diviso in due parti, parte alta e parte bassa, seguiti rispettivamente dall'indicatore di tipo di *Content ID* e dai dati. CRC e FEC di protezione vengono quindi applicati sulle due parti, in modo indipendente. Il CRC è un codice sistematico a 8 bit e il FEC è un BCH(127, 85) sistematico in grado di correggere fino a 6, accorciato di 16 bit a (111, 69). Nel complesso, ogni pacchetto è composto da 244 bit, tra cui 122 bit di informazione relativa all'*ID Carrier*.

Content ID	
Valore	Informazione contenuta nel campo
0	Formato del Carrier ID
1	Latitudine
2	Longitudine
3 - 5	Telefono
6 - 12	Dati dell'Utente
13 - 31	Non definiti

Tabella 1

Tutti i bit in un pacchetto CID, tranne i bit della Parola Univoca, sono oggetto di *scrambling*. Poi i bit della Parola Univoca e quelli relativi ai dati CID dopo lo *scrambling* sono ripetuti 4 volte e codificati in modo differenziale. La decodifica differenziale coerente è un metodo ben noto per rendere robusta la comunicazione nel caso di bassa velocità di trasmissione. Il ricevitore quindi si affida solo sulla coerenza del segnale *ID Carrier* da un simbolo a quello successivo, non sul fatto che sia mantenuta la coerenza per tutta la durata del messaggio codificato completo. Inoltre, l'integrazione nel ricevitore del differenziale rivelatore *soft output* fino al massimo di 4 repliche

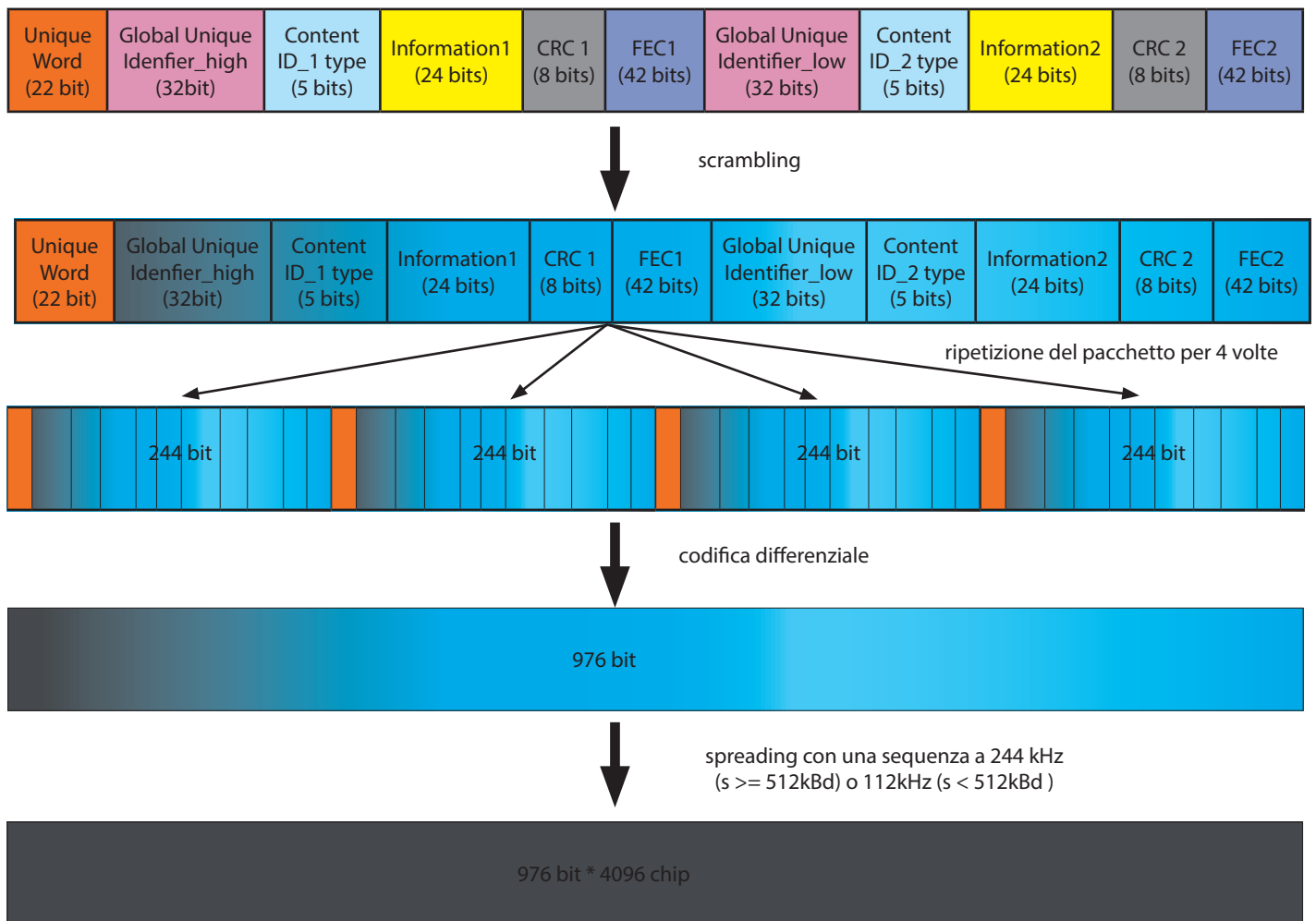


Fig. 2 - Schema della trama CID

consente di migliorare le prestazioni del sistema, fino a 6 dB. Alternativamente, il margine disponibile può essere utilizzato dai progettisti del ricevitore per algoritmi di complessità ridotta che realizzino il rilevamento automatico piuttosto che una massiva ricezione in parallelo.

3.2 MODULAZIONE DELLA PORTANTE

Il formato di modulazione è basato sulla sovrapposizione di una portante CID con *spread spectrum* alla portante modulata dai dati ospiti (figura 3). Due valori fissi sono proposti per il *chip rate* della portante CID, 112 e 224 Kbit/s, a seconda del *symbol rate* relativo alla portante dati, al fine di semplificare le operazioni di acquisizione / rivelazione. Il rap-

porto di *chipping (spreading)* è di 4096 chip / bit a tutti i valori di *symbol rate* supportati. Il tempo per riceverle 4 repliche del pacchetto CID è quindi 36 e 18 secondi, rispettivamente per 112 e 224 Kbit/s di velocità di chip, in modo pienamente conforme ai requisiti commerciali.

Per permettere una degradazione trascurabile delle prestazioni della portante dati (tipicamente inferiore a 0,1 dB), al vettore CID viene assegnato un livello di densità di potenza di spettro ben al di sotto del livello della portante dati: la tabella 2 mostra la densità spettrale di potenza del segnale DVB CID relativo al densità spettrale di potenza del centro del vettore ospite, in funzione del *symbol rate* della portante ospite.

Insieme a modulazione *Spread Spectrum*, il sistema utilizza BPSK e un filtro a coseno rialzato con radice quadrata, con fattore di *roll-off* 0,35.

4 PRESTAZIONI DEL CID

Le prestazioni CID sono da considerarsi in una prospettiva duplice: la rilevabilità del vettore CID dell'interferente e la degradazione del vettore ospitante dovuta al vettore CID, i due aspetti essendo strettamente correlati e contrastanti.

Nel seguito verranno valutati per alcuni casi tipici, mostrando la prova del fatto che lo standard cerca di bilanciare i due effetti, introducendo la minima interferenza possibile sulla portante ospite che permetta di rilevare la corrispondente CID, secondo quanto indicato dai Requisiti Commerciali.

Livelli relativi PSD per il segnale DVB CID

Gamma del velocità di simbolo per la portante ospite [s]	Livello PSD del segnale DVB CID relativo al centro PSD della portante ospite
$128\text{kBd} \leq s < 256\text{kBd}$	-27.5
$512\text{kBd} \leq s < 1024\text{kBd}$	-27.5
$1024\text{kBd} \leq s < 2048\text{kBd}$	-27.5
$2048\text{kBd} \leq s < 4096\text{kBd}$	-24.5
$4096\text{kBd} \leq s < 8192\text{kBd}$	-21.5
$8192\text{kBd} \leq s < 16384\text{kBd}$	-18.5
$16384\text{kBd} \leq s$	-17.5

Tabella 2

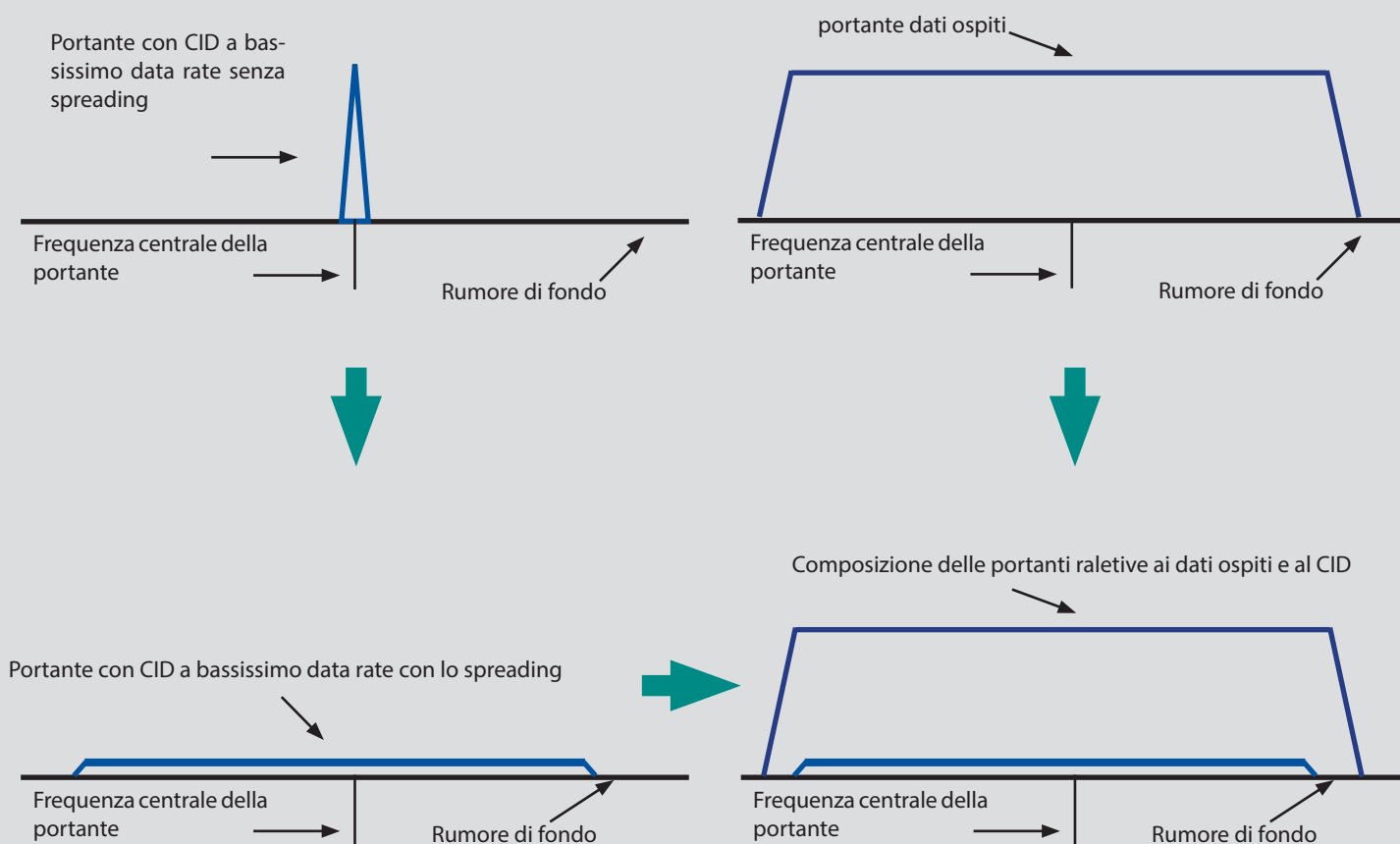


Fig. 3 - Sovrapposizione della portante CID con Spread Spectrum alla portante dati ospiti

Nel seguito della sezione, A indica il segnale interferente individuato dal CID e B il segnale interferito, R_x [kpsps] il *symbol rate* del segnale X, $SNIR_x$ [dB] la soglia $E_s / (N_o + I_o)$ per la codifica e lo schema di modulazione utilizzato dal segnale X (in assenza di un segnale Carrier ID disturbante), R_{chip} [kpsps] il *chip rate* del segnale CID che identifica A, PSD_{CID} [dB] il livello di densità di potenza del segnale CID relativa alla densità di potenza di A, SF il fattore di *spreading* per il segnale CID, $C_{0,B}^*$ [W / Hz] e N_o^* [W / Hz] rispettivamente la densità spettrale di potenza del segnale B e la densità spettrale di potenza del rumore alla E / S dove il CID è decodificato.

4.1 BUDGET DELLE PRESTAZIONI DEL CARRIER ID

I risultati delle simulazioni effettuate durante la definizione di sistema indicano che, in presenza del canale AWGN ideale, il $SNIR_{CID}$ necessario per ottenere un BER di 10^{-6} è dell'ordine di -2 dB. Tenendo conto di un ulteriore 1 dB per il rumore di fase, la tabella 3 mostra il margine disponibile per il collegamento, come funzione della PSD_{CID} , in assenza del segnale utile B. Il margine per il collegamento è generalmente molto elevato e consente di evitare di spegnere il segnale desiderato B, mentre si sta identificando l'interferente A; in alternativa, il processo di demodulazione del CID potrebbe essere reso più veloce.

4.2 DEGRADAMENTO DELLA PORTANTE OSPITE

L'introduzione del segnale CID ha due effetti che causano degradamento sul segnale ospite:

1. Per mantenere fissa la potenza di trasmissione, la potenza della portante del segnale A deve essere diminuita della potenza di segnale CID.
2. La potenza del segnale CID funge da interferente al segnale della portante A.

Si può dimostrare che il degradamento dovuto al primo effetto è di un ordine di grandezza inferiore a quello dovuto al secondo effetto, quindi il primo effetto può in genere essere ignorato.

Il secondo effetto è il degradamento Deg_A [dB] al ricevitore dopo che è stata aggiunta la portante CID è stata aggiunta e può essere calcolato mediante la seguente formula:

$$Deg_A \text{ [dB]} = 10 \log_{10} \left[1 + 10^{\frac{SNIR_A + PSD_{CID} + 10 \log_{10}(R_C/R_A)}{10}} \right]$$

Pertanto i fattori che causano elevato degrado nel servizio A sono:

- ↗ alto livello del segnale CID
- ↗ alto $SNIR_A$ operativo per segnale A
- ↗ basso *symbol rate* R_A del segnale principale rispetto al *chip rate* del CID R_C

Come esempio, per un dato collegamento con il *symbol rate* R_A pari a 256 kBaud e con di $SNIR_A$ complessivo di, ad esempio, 19 dB, un Carrier ID (CID) è sommato ad un livello di densità spettrale di potenza a -27,5dB rispetto alla potenza del segnale e con un *chip rate* R_C di 112 kHz, il conseguente degrado Deg_A è 0,26 dB.

Il destinatario vedrà la portante CID come un ulteriore contributo interferente e il $SNIR_{A+CID}$ complessivo del collegamento si riduce di Deg_A . L'operatore del collegamento può disporre dei mezzi per compensare il degradamento con piccole variazioni dei parametri del collegamento quali, ad esempio, la potenza di *uplink*. In questo caso il $SNIR_A$ complessivo deve essere modificato per tener conto del contributo interferente aggiuntivo della portante ID al budget complessivo del collegamento.

Margine per il collegamento					
SNR_{CID} richiesto [dB]	-1,0				
PSD_{CID} [dB] relativo	-27,5	-24,5	-21,5	-18,5	-17,5
SNR_{CID} [dB] relativo	8,6	11,6	14,6	17,6	18,6
Margine per il collegamento	9,7	12,7	15,7	18,7	19,7

Tabella 3

Per garantire le prestazioni SNIR per il sistema A, in presenza della portante CID sovrapposta, l'iniziale $SNIR_A$ deve essere adattato, per tener conto del contributo CID, mediante il fattore di compensazione aggiuntivo Δ_{CID} :

$$\Delta_{CID} [dB] = -10 \log_{10} \left[1 - 10^{\frac{SNIR_A + PSD_{CID} + 10 \log_{10} (R_C/R_A)}{10}} \right]$$

Ciò consente di garantire che il valore finale $SNIR_{A+CID}$ del sistema di rispetti le prestazioni richieste.

Nell'esempio precedente, la compensazione richiesta al trasmettitore Δ_{CID} è 0,28 per consentire un *link budget* complessivo alla ricezione $SNIR_{A+CID}$ di pari a 19,0 dB, e la $SNIR_A$ compensato è quindi 19,28 dB.

La tabella 4 mostra l'impatto sul *link budget* della portante ospite dovuta alla portante CID: il valore massimo di Δ_{CID} è circa 0,5 dB, per i servizi a bassissimo *bit rate*, che richiedono elevata SNIR operativa. Per valori tipici di *symbol rate*, è inferiore a 0,1 dB.

Incremento dei requisiti per il rapporto Segnale Rumore dovuto al CID

Symbol rate per la portante ospite [kBaud]	PSD del CID relativo alla portante [dB]	SNIRA [dB]	
		13	19
128	-27,5	0,14	0,57
256	-27,5	0,14	0,57
512	-27,5	0,07	0,28
1024	-27,5	0,03	0,14
2048	-24,5	0,03	0,14
4096	-21,5	0,03	0,14
8192	-18,5	0,03	0,14
16384	-17,5	0,02	0,08

Tabella 4

BIBLIOGRAFIA

1. DVB BlueBook A164: "Framing structure, channel coding and modulation of a carrier identification system (DVB-CID) for satellite transmission". www.dvb.org/technology/standards/a164_DVB-CID_Carrier-ID_spec.pdf

LeMiniSerie
Elettronica e telecomunicazioni

Precedenti articoli sulla trasmissione e diffusione via satellite, in particolare DVB-S, DVB-DSNG e DVB-S2, sono inclusi in una della tre raccolte de LeMiniSerie dedicate agli standard DVB.

DVB
DIGITAL VIDEO BROADCASTING

S DSNG C MHP T S2 SH C2 H 3DTV T2

LEMINISERIE 7