

Ricezione DVB-T negli impianti centralizzati d'antenna

1. Introduzione

Accanto ai sistemi riceventi individuali, gli impianti centralizzati d'antenna rappresentano una importante modalità per la ricezione e la distribuzione di segnali televisivi e radiofonici ad un certo numero di abitazioni, all'interno di uno stesso edificio o in edifici adiacenti. Gli impianti centralizzati d'antenna sono anche conosciuti come sistemi MATV (Master Antenna Television) e SMATV (Satellite Master Antenna Television). I primi vengono usati per la distribuzione dei segnali terrestri, mentre nei secondi vengono distribuiti i segnali ricevuti da satellite, eventualmente combinati con i segnali terrestri. Essi rappresentano un mezzo per la condivisione delle risorse tra diversi utenti ai fini della fruizione dei servizi e possono contribuire alla valorizzazione dell'edificio e dei singoli appartamenti [1],[2].

Da valutazioni effettuate in passato si stima che circa il 50% dell'utenza italiana (circa 10 milioni di famiglie) riceva la televisione terrestre nelle bande VHF e UHF tramite impianti centralizzati d'antenna. In un contesto europeo, secondo una indagine statistica effettuata dal Progetto Europeo S3M (Satellite Master Antenna Systems in the 3rd Millennium), gli impianti MATV e SMATV presentano una penetrazione del 27% nell'Europa occidentale, corrispondente a 37 milioni di utenti. La stima per tutta l'Europa è di 54 milioni di utenti [3].

In Italia l'introduzione sistematica di impianti centralizzati condominiali è fortemente incoraggiata dal punto di vista normativo. La Legge Maccanico (N° 249 del 31 luglio 1997, art. 3, comma 13) indica infatti che, a partire dal mese

di gennaio 1998, per la ricezione della TV satellitare tutti gli immobili di nuova costruzione, quelli soggetti a ristrutturazione generale e quelli posti nei Centri storici (secondo Piani Comunali di successiva definizione) devono avvalersi di antenne collettive. La Legge n. 66 del 20 marzo 2001 ha poi introdotto un ulteriore incentivo allo sviluppo e alla diffusione delle tecnologie di ricezione collettiva considerando le opere di installazione di nuovi impianti come "innovazione necessaria" ai sensi dell'art. 1120 del Codice Civile.

L'adeguamento tecnologico degli impianti centralizzati d'antenna è stato negli anni passati oggetto di studi e sperimentazioni a cui il Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica della Rai ha attivamente contribuito, anche nell'ambito di progetti europei di ricerca. Questi studi hanno condotto da un lato alla emanazione di normative europee (ETSI) ed internazionali (ITU-T) e da un altro lato allo sviluppo, da parte delle industrie del settore, dei componenti che rendono possibile la ricezione collettiva dei servizi via satellite [4]. La citata legge 66 sancisce inoltre l'avvio della sperimentazione per il nuovo servizio di Televisione Numerica (o Digitale) Terrestre (DVB-T) e stabilisce per il 2006 la data del passaggio definitivo dal sistema di trasmissione analogico a quello digitale.

In uno scenario evolutivo, che ha visto da alcuni anni una crescita e una diversificazione dei servizi televisivi e multimediali offerti via satellite [5], la televisione digitale terrestre (DVB-T) potenzierà ulteriormente il servizio televisivo in termini quantitativi e qualitativi, portando tutti i vantaggi delle tecnologie digitali

ing. Davide Milanese,
p.i. Gian Paolo Placidi,
ing. Vincenzo Sardella

Rai - Centro Ricerche e
Innovazione Tecnologica
Torino

Sommario

L'articolo riporta i principali risultati della sperimentazione sulla ricezione del segnale di televisione digitale terrestre (DVB-T) tramite impianti centralizzati d'antenna eseguita presso il Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica della Rai. La sperimentazione è stata effettuata sia in laboratorio, tramite una serie di impianti centralizzati appositamente sviluppati, che in campo, tramite una campagna di misure sulla ricezione negli impianti centralizzati d'antenna dell'area torinese del segnale DVB-T diffuso dal trasmettitore di Torino-Eremo. Vengono inoltre sottolineati i contributi alla definizione della specifica normativa ed alla diffusione presso gli operatori del settore ed il grande pubblico, fruitore dei servizi, delle problematiche di qualità degli impianti di ricezione televisiva.

Ricezione DVB-T negli impianti centralizzati d'antenna

Canale	Modulazione	Bit-rate (Mbps)	ERP (W)	Polarizz.
28	16QAM; 2k; 1/2; 1/32	12,06	300	V
66	64QAM; 8k; 2/3; 1/32	24,13	2000	H

Tab. 1 -
Caratteristiche
dei segnali DVB-T
in diffusione dal
trasmettitore di
Torino -Eremo.

sul televisore domestico. In questo contesto la ricezione SMATV/MATV assume una importanza strategica per la diffusione presso il grande pubblico dei nuovi servizi televisivi e multimediali.

Al fine di individuare le problematiche relative alla ricezione del segnale DVB-T tramite impianti centralizzati d'antenna sono state condotte approfondite indagini sia teoriche che sperimentali su impianti centralizzati realizzati in laboratorio con differenti tecniche di amplificazione e distribuzione. Successivamente è stata condotta una campagna di misure sulla ricezione negli impianti centralizzati d'antenna dell'area torinese del segnale DVB-T diffuso dal trasmettitore di Torino-Eremo. Il Centro Trasmittente di Torino-Eremo irradia due bouquet DVB-T, uno sul canale 66 ($f_c = 834$ MHz), l'altro sul canale 28 ($f_c = 530$ MHz). I due bouquet DVB-T, comprendenti inoltre servizi multimediali, vengono generati presso CRIT e trasportati al Centro Trasmittente su rete SDH

Tab. 2 -
Caratteristiche degli
impianti centralizzati
sviluppati in
laboratorio.

Rete	Numero di piani	Numero di colonne	Numero di utenti	Topologia	Tipo dei derivatori	Intervallo di frequenze
A	5	1	10	Parallela	Resistivi (migliori)	Terrestre
B	5	1	10	Parallela	Resistivi (medi)	
C	10	1	20	Parallela	Induttivi	
D	10	1	10	In cascata	Induttivi	
E	5	1	10	Parallela	Resistivi (peggiori)	
F	10	4	80	Parallela	Induttivi	Terrestre + Satellite
G	10	4	80	Parallela	Induttivi	
H	6	4	48	Parallela	Induttivi	
P	5	1/4 cavi	40	Parallela	Attivi	

in tecnologia ATM [6].

Le caratteristiche dei segnali in diffusione sui due canali 28 e 66 sono riportate nella tabella 1. Il canale scelto per la campagna di misure è stato il 66, in quanto diffuso in polarizzazione orizzontale e quindi compatibile con le antenne riceventi degli impianti centralizzati.

La presenza del segnale DVB-T nell'area torinese ha quindi reso possibile la sperimentazione in ambienti di ricezione reali.

L'articolo riporta i principali risultati della sperimentazione in laboratorio e della campagna di misure effettuata sugli impianti reali in area di servizio.

Il Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica della Rai, in virtù della esperienza maturata dalle attività di studio e sperimentazione e dalla partecipazione diretta allo sviluppo degli standard DVB, ha inoltre contribuito sia alla definizione della specifica normativa [7] che alla diffusione presso gli operatori del settore ed il grande pubblico, fruitore dei servizi, delle problematiche di qualità e sicurezza degli impianti di ricezione televisiva, con l'obiettivo primario di promuovere il miglioramento degli impianti di distribuzione via cavo nelle abitazioni degli italiani [8].

2. Principali risultati della sperimentazione di laboratorio

Mentre la ricezione dei segnali televisivi digitali da satellite negli attuali impianti MATV richiede un adeguamento tecnologico degli stessi, la ricezione della televisione digitale terrestre, diffusa nelle stesse bande VHF e UHF per cui sono stati progettati gli impianti d'antenna, nella maggior parte dei casi non dovrebbe richiedere specifici aggiornamenti all'impianto, grazie anche alla robustezza della modulazione COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing), scelta per il DVB-T, rispetto ad echi del segnale ed altri degradamenti [9].

La sperimentazione è stata effettuata tramite una serie di impianti centralizzati sviluppati in laboratorio, identici per componenti utilizzati e lunghezze di cavi ad impianti reali. Al momento sono stati realizzati 9 esemplari, utilizzando diverse topologie, componenti e tecniche di amplificazione (centralini larga banda o canalizzati) nel tentativo di rappresentare la complessa realtà degli impianti diffusi sul territorio. I primi sei utilizzano componenti adatti alla distribuzione terrestre (banda 47,862 MHz), gli altri tre utilizzano componenti adatti anche per la distribuzione dei segnali satellitari, nella banda 0,95,2,15 GHz. La tabella 2 sintetizza le loro principali caratteristiche.

In figura 1 è mostrato parte del test bed di laboratorio, mentre la figura 2 mostra il dettaglio di un banco di misura: sulla sinistra un centralino terrestre canalizzato, al centro la rete di distribuzione "G".

I risultati delle ricerche hanno fornito indicazioni sui livelli ottimali dei segnali DVB-T rispetto ai segnali analogici distribuiti nell'impianto, tenendo conto dell'intermodulazione tra i segnali e del rumore, sul comportamento degli attuali apparati attivi nei riguardi del segnale DVB-T e sulle caratteristiche dei nuovi amplificatori di canale per DVB-T.

Le prestazioni di sistema in funzione del livello dei segnali distribuiti nell'impianto sono state



Fig. 1 - Fotografia di parte del test-bed allestito presso il CRIT.

valutate con particolare riguardo alla coesistenza di segnali analogici e digitali durante il periodo di transizione.

Sono state effettuate valutazioni teoriche e simulazioni al computer tenendo conto di diversi scenari di penetrazione dei servizi DVB-T e utilizzando le caratteristiche di catalogo e misurate degli attuali amplificatori commerciali [10]. È stato valutato il rapporto C/I (Carrier to Interference) sia per i segnali analogici che per i segnali digitali in varie configurazioni di allocazione dei canali, livelli dei segnali digitali rispetto a quelli analogici, livello complessivo del multiplex all'uscita dell'amplificatore di potenza, punti di intercetto (IP: Intercept Points) dell'amplificatore.

I principali risultati possono essere così sin-

Fig. 2 - Dettaglio di un banco di misura.



tetizzati [11]:

- ◆ Livelli dei canali digitali compresi tra -10 dB e -18 dB rispetto ai canali analogici assicurano un C/I adeguato sia per i segnali analogici (standard CEI/CENELEC/IEC: C/I > 52 dB per segnali PAL) che per i segnali digitali (C/I > 32 dB per segnali OFDM con modulazione 64-QAM, rate 2/3).
- ◆ Un aumento del livello dei segnali digitali fino a -7 dB rispetto agli analogici potrebbe causare un peggioramento nel C/I dei segnali analogici.
- ◆ Le prestazioni degli attuali amplificatori di potenza a banda larga sono adeguate, purché il loro livello nominale di uscita non sia superato e vengano applicati i fattori di riduzione del livello d'uscita, in funzione del numero di canali, utilizzati normalmente per i segnali analogici.

Per quanto riguarda gli effetti del rumore, è stato verificato sperimentalmente che il livello ottimale dei segnali digitali deve essere al più 15 dB inferiore rispetto agli analogici adiacenti. Aumentando questo rapporto si introduce un degradamento sui canali digitali, che aumenta progressivamente.

In conclusione, i risultati di valutazioni teoriche, simulazioni al computer e misure sperimentali indicano come ottimale un livello del segnale DVB-T nell'impianto dell'ordine di 10-15 dB inferiore ai segnali analogici.

2.2 Robustezza del segnale DVB-T alle distorsioni lineari

Gli effetti di echi multipli, dovuti a eventuali disadattamenti di impedenza tra i componenti dell'impianto, sono superati dalla robustezza della modulazione COFDM, capace di recuperare variazioni della risposta ampiezza-frequenza nel canale dell'ordine anche di oltre 10 dB in 8 MHz [9].

2.3 Sensibilità dei ricevitori commerciali rispetto alla stabilità in frequenza ed al rumore di fase.

Tra i vari degradamenti che possono essere introdotti da un impianto centralizzato, molto

importanti, soprattutto per i segnali numerici, sono quelli relativi alla stabilità in frequenza ed al rumore di fase del segnale al ricevitore. Degradamenti su questi due parametri sono causati da fluttuazioni della fase o della frequenza di oscillatori, che potrebbero essere utilizzati in un impianto centralizzato d'antenna per la conversione in frequenza di canali. Al fine di determinare i valori limite di questi parametri che possono essere tollerati in un sistema di distribuzione via cavo, sono state condotte misure su un certo numero di Set-Top-Box commerciali e di televisori integrati (idTV: integrated digital TV). I risultati delle misure hanno contribuito alla definizione delle specifiche normative IEC/CENELEC sugli impianti di distribuzione via cavo [12],[13].

2.4 Requisiti sugli amplificatori (larga banda e di canale)

Per quanto riguarda gli amplificatori a larga banda, come detto in precedenza, l'indagine ha confermato che le prestazioni degli attuali apparati che soddisfano le norme CEI sono adeguate anche per i segnali DVB-T, a condizione che il livello nominale di uscita non venga superato e vengano utilizzati i normali fattori di riduzione del livello d'uscita all'aumentare del numero di canali.

Per quanto riguarda gli amplificatori di canale, sono state effettuate misure su prototipi di apparati commerciali progettati appositamente per la televisione digitale terrestre, confermando la loro adeguatezza in termini di larghezza di banda, guadagno, linearità, cifra di rumore, efficacia del controllo automatico di guadagno [14].

Analizzando la situazione spettrale in zone già servite dal DVB-T, è stato inoltre evidenziato come, per ragioni legate alla pianificazione delle frequenze e dei servizi, in alcuni casi il segnale numerico viene attualmente irradiato con potenze molto più basse rispetto ai canali analogici. Si veda, ad esempio, la situazione dell'area di servizio del trasmettitore di Crystal Palace in Londra dove un multiplex numerico viene irradiato con potenza di 28 dB inferiore al canale analogico adiacente superiore. In questi casi è richiesta all'amplificatore di ca-

nale una elevata selettività, tenendo conto che la banda del segnale numerico è di 7,6 MHz e che la distanza in frequenza tra la frequenza centrale di un canale digitale e la portante video del canale PAL adiacente superiore è di 5,25 MHz.

3. Campagna di misure in area di servizio

È stata condotta nell'area torinese un'indagine sulla ricevibilità del segnale DVB-T diffuso dal trasmettitore di Torino-Eremo (canale 66) negli impianti centralizzati d'antenna.

Sono state eseguite misure in 25 alloggi appartenenti a 23 impianti centralizzati, localizzati nell'area di servizio del trasmettitore a distanze comprese tra 5 e 20 km, per un totale di 35 prese d'utente.

Ad alcune prese utente di ciascun impianto è stata verificata la corretta ricezione del segnale DVB-T e misurato il margine sul livello al

ricevitore. Per rendere più agevole la misura e consentire una rapida valutazione del margine sul livello del segnale al ricevitore è stato predisposto un apparato di misura consistente in un ricevitore professionale DVB-T preceduto da due attenuatori calibrati variabili a scatti. Nei casi di mancata ricezione si è inoltre provveduto alla individuazione delle cause di non ricezione, utilizzando l'opportuna strumentazione di laboratorio. In alcuni casi è stato possibile accedere al centralino dell'impianto per verificare se l'impianto adottasse un centralino canalizzato o a larga banda e per effettuare misure e verifiche sui segnali sia in antenna che all'uscita del centralino stesso.

Prima delle misure non sono stati effettuati interventi sull'impianto o sulle prese d'utente, e i sistemi di misura sono stati connessi direttamente ad una o più prese dell'impianto centralizzato esistente.

Parte dell'indagine è stata compiuta con la collaborazione di tecnici FRACARRO e degli installatori della locale area distributiva [15].

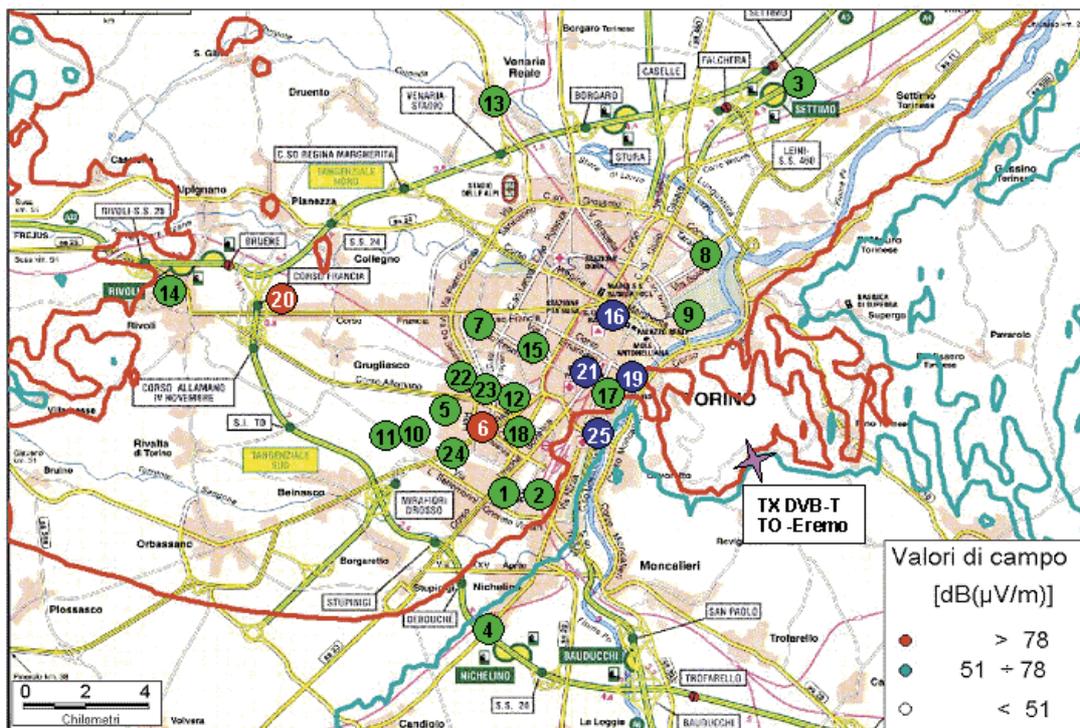


Fig. 3 - Impianti testati e area di servizio.

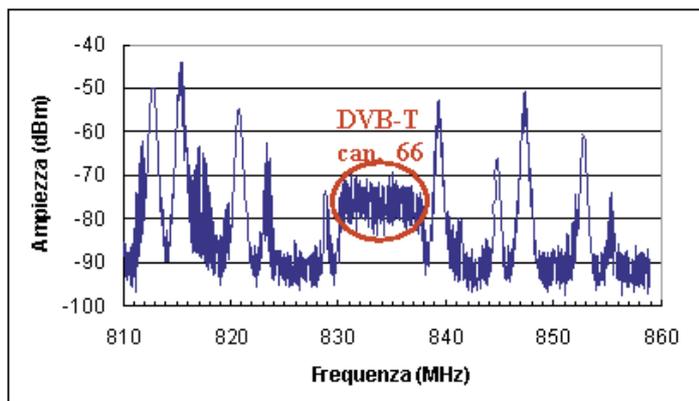


Fig. 4 - Spettro di potenza alla presa dell'alloggio n° 1.

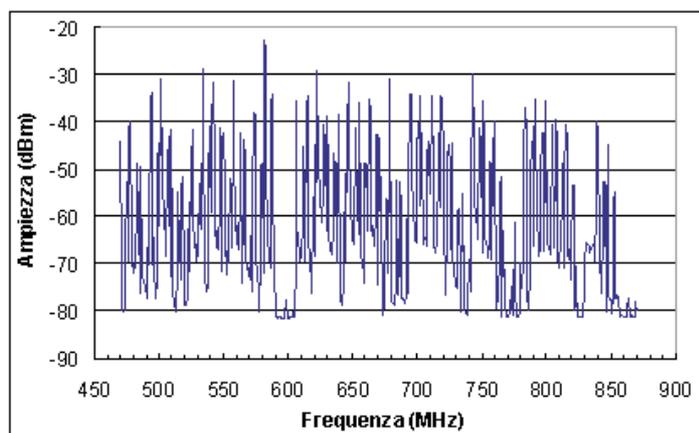


Fig. 5 - Spettro di potenza all'uscita dell'antenna dell'alloggio n° 17 (intera banda IV e V).

3.1 Sintesi dei risultati

Nella figura 3 è visualizzata l'area in cui sono state effettuate le indagini, con l'indicazione della posizione geografica degli impianti centralizzati. La figura dà anche una indicazione dell'attuale area di servizio del trasmettitore di Torino-Eremo. Si ricorda che, per il segnale DVB-T considerato, il valore minimo del campo elettromagnetico all'antenna ricevente per una corretta ricezione è di 48 dB(μ V/m), mentre il campo minimo medio per avere una probabilità di copertura del 95 % in una piccola area è di 57,5 dB(μ V/m) [16]. Ad esclusione di due punti di misura (alloggi 4 e 25), tutti gli altri erano all'interno dell'area di copertura con un livello di campo previsto maggiore di 78 dB(μ V/m). Per questi punti si può quindi

stimare un margine per la ricezione singola maggiore di 30 dB con statistica al 50% delle località, o maggiore di 20 dB con statistica al 95% delle località. Sono riportati in verde gli impianti con centralino a larga banda che hanno consentito la ricezione del DVB-T, in rosso gli impianti in cui non è stata possibile la ricezione ed in blu gli impianti con centralino canalizzato. La causa della mancata ricezione negli alloggi 6 e 20 è la presenza di un forte segnale interferente co-canale, come verrà documentato successivamente. L'impianto relativo all'alloggio 16 è stato dotato di un amplificatore canalizzato per il canale 66 e quindi è stato successivamente abilitato alla ricezione del segnale DVB-T.

3.2 Margine sul livello di ricezione

Nei casi di corretta ricezione sono stati misurati margini sul livello di ricezione compresi tra 2 e 45 dB. Analizzando i valori ottenuti in funzione del numero di prese dell'impianto si nota come gli impianti con un numero di prese elevato tendano ad avere un margine maggiore rispetto ad impianti con basso numero di prese. Questo è probabilmente dovuto alla maggior cura con cui viene realizzato un impianto che deve servire un maggior numero di utenti e che quindi ha una complessità maggiore.

Verranno ora riportati alcuni esempi dei segnali misurati e analizzate le cause di mancata ricezione.

3.3 Esempi di corretta ricezione

Due esempi di spettri di potenza misurati alle prese d'utente in caso di corretta ricezione sono riportati nelle figure 4 e 5, relative rispettivamente agli alloggi n° 1 (dettaglio) e 17 (banda IV e V).

In particolare, nel caso dell'alloggio 17 (figura 5) è visibile sullo spettro l'effetto di una riflessione del segnale. Dalla misura all'uscita dell'antenna si è rilevato che la riflessione non è introdotta dall'impianto centralizzato, ma è già presente in antenna. L'entità della riflessione è comunque modesta, e tale da non degradare il segnale DVB-T.

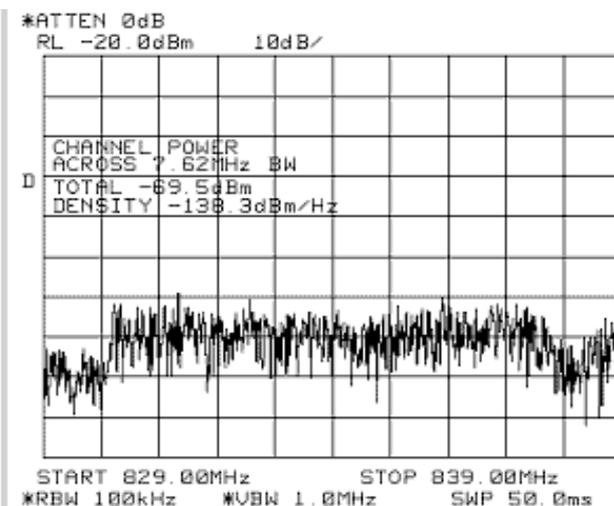
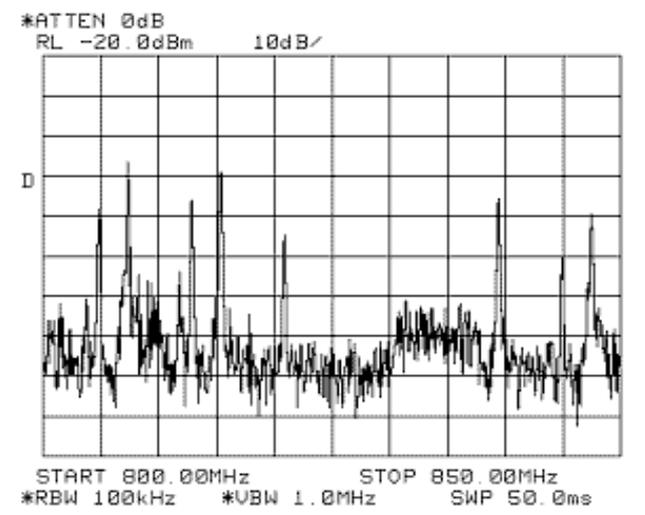


Fig. 6 - Spettri di potenza alla presa dell'alloggio n° 5.

3.4 Margine sul livello di ricezione di 2 dB

La figura 6 mostra lo spettro di potenza, con due diversi gradi di dettaglio, misurato alla seconda presa dell'alloggio n° 5 in cui è stata possibile la ricezione con un margine sul livello di ricezione di 2 dB. In questo caso il livello nominale del segnale alla presa d'utente è risultato di circa 39 dB(μ V), ben al di sotto del livello minimo consigliato dalle norme CEI per i segnali DVB-T di 47 dB(μ V) [7]. Sono stati misurati anche i livelli dei canali adiacenti (analogici): circa 31 dB(μ V) per il canale 65 (La7) e

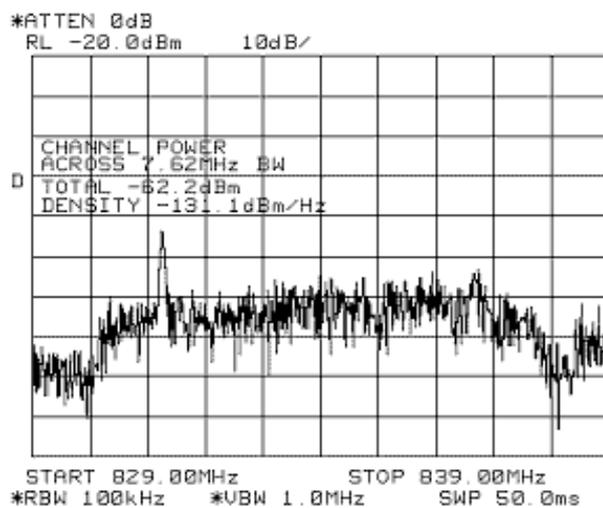
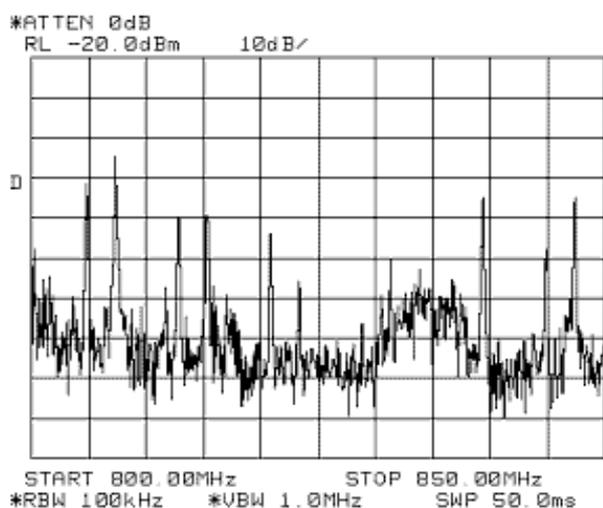
57 dB(μ V) per il canale 67 (Quartarete).

Le stesse misure, ripetute ad una presa nel sottotetto, hanno dato un margine di attenuazione di 17 dB. In questo caso il livello del segnale digitale è risultato di circa 53 dB(μ V): la differenza sul margine di attenuazione rispetto alla seconda presa d'utente è quindi principalmente dovuto all'attenuazione dell'impianto.

3.5 Mancata ricezione per interferente PAL co-canale

La figura 7 mostra invece lo spettro, con due

Fig. 7 - Spettri di potenza alla presa dell'alloggio n° 6.



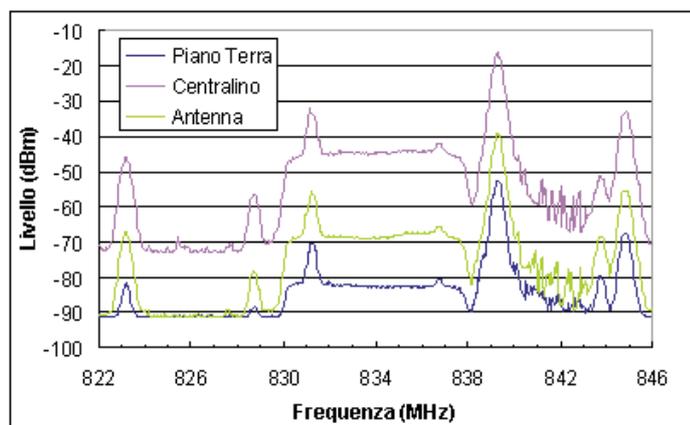


Fig. 8 - Spettri di potenza relativi all'alloggio n° 20.

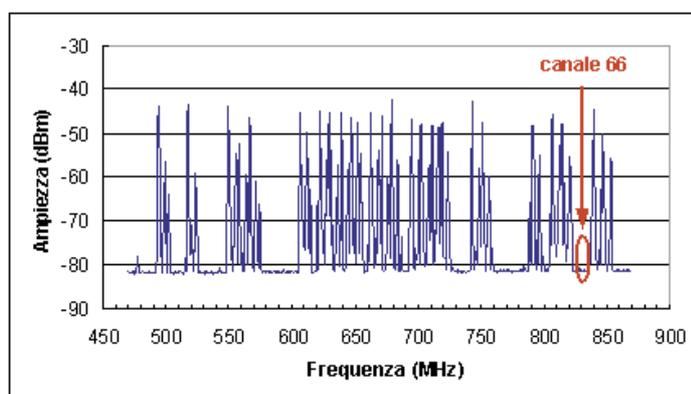


Fig. 9 - Spettro di potenza alla presa d'utente dell'alloggio n° 16 (centralino canalizzato).

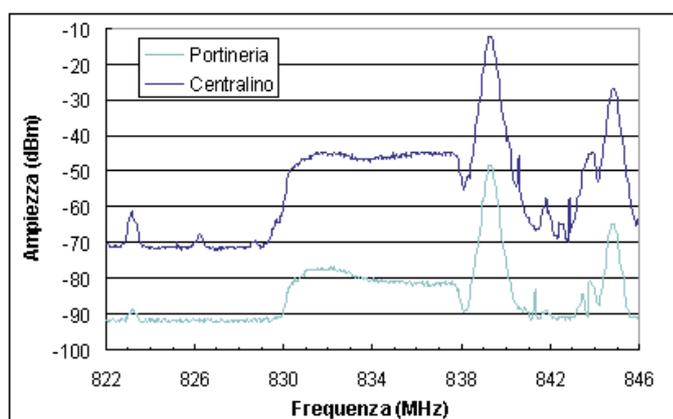


Fig. 10 - Spettro di potenza al centralino ed alla presa d'utente dell'alloggio n° 16 dopo l'inserimento dell'amplificatore di canale DVB-T (canale 66).

diversi gradi di dettaglio, misurato alla presa dell'alloggio 6 in cui non è stata possibile la ricezione a causa della presenza di un interferente PAL.

La presenza dell'interferente co-canale fa sì che il ricevitore DVB-T sia in allarme anche in assenza di attenuazione aggiunta.

Il livello del segnale utile, depurato dal contributo dell'interferente, è pari a circa 44 dB(μ V), mentre il livello del segnale interferente PAL (Quartarete), misurato in assenza del segnale DVB-T, è di circa 48 dB(μ V): il C/I risulta quindi pari a -4 dB. Il rapporto di protezione richiesto da un segnale DVB-T con modulazione 64-QAM e rate 2/3 interferito da TV analogica (PAL) è invece di 4 dB [17].

Un altro esempio di presenza di un interferente co-canale è riportato nella figura 8, relativa all'alloggio 20. Dalle misure effettuate al centralino, si nota chiaramente che l'interferente co-canale è già presente in antenna.

3.6 Impianti con centralino canalizzato

La figura 9 (alloggio 16) mostra un esempio di spettro alla presa d'utente, nel caso di centralino canalizzato (23 canali distribuiti nell'impianto). Il canale 66 non è presente. Per distribuire il canale 66 nell'impianto è stato quindi inserito un apposito amplificatore di canale. In questo modo (figura 10) è stato quindi possibile ricevere correttamente il segnale DVB-T alla presa d'utente, con un margine sul livello di ricezione di 27 dB. Si nota la presenza sullo spettro di distorsioni sulla curva ampiezza-frequenza del canale 66, introdotte dall'impianto.

3.7 Altre cause di degradamento

L'esame degli spettri relativi agli altri impianti testati non ha infine evidenziato altre gravi cause di degradamento, quali distorsioni lineari o non-lineari.

3.8 Risultati della campagna di misure

I principali risultati ottenuti dalla campagna di misure su impianti reali nell'area di servizio del trasmettitore DVB-T di Torino-Eremo possono essere così sintetizzati:

- ◆ Negli impianti che utilizzano un centralino a larga banda, il segnale DVB-T è stato correttamente ricevuto in 17 impianti su 19, per una percentuale di corretta ricezione di circa il 90 %.
- ◆ I margini sul livello al ricevitore misurati in questi impianti sono compresi tra 2 e 45 dB.
- ◆ L'unica causa di mancata ricezione negli impianti che utilizzano un centralino a larga banda è stata la presenza di un interferente co-canale (2 impianti su 19: 10 % circa). Si noti che altri punti di misura situati nelle vicinanze di questi due impianti critici non hanno manifestato problemi di interferenza: pertanto si può ipotizzare che un intervento sull'antenna possa risolvere i problemi riscontrati.
- ◆ Gli altri casi di mancata ricezione riscontrati sono dovuti al fatto che il centralino è canalizzato e privo del modulo per il canale 66 (4 impianti su 23: 17%).

Alcune misure effettuate da tecnici Fracarro nella città di La Spezia sui segnali DVB-T diffusi da Tele+, seppur eseguite con scopi diversi, hanno confermato i risultati ottenuti nell'area torinese [15].

Per quanto riguarda l'incidenza degli impianti che adottano una tecnica di amplificazione con amplificatori di canale rispetto a quelli che utilizzano solo amplificatori a larga banda, è opportuno ricordare che le norme CEI consigliano, in genere, l'adozione di amplificatori di canale con controllo automatico di guadagno [7]. Nel caso più generale questa tecnica è l'unica che assicura la funzionalità dell'impianto ed il mantenimento nel tempo delle caratteristiche dei segnali alle prese d'utente. Tuttavia, in casi particolari, dopo specifica valutazione da parte dell'installatore e in genere in impianti di piccole dimensioni, è possibile adottare altre tecniche di amplificazione, utilizzando ad

esempio amplificatori a larga banda. In questo caso è possibile che non tutti i canali ricevuti siano conformi alle norme CEI.

Nonostante queste prescrizioni, gli impianti che utilizzano amplificatori canalizzati non sono molto diffusi: da dati forniti dai costruttori di apparati e componenti per impianti centralizzati d'antenna, si stima che sul territorio italiano gli impianti con centralino a larga banda rappresentino il 90% circa del totale degli impianti.

Dai risultati ottenuti nella campagna di misure si possono trarre alcune prime indicazioni circa l'adeguamento degli impianti centralizzati in vista dell'introduzione della televisione digitale terrestre. Queste indicazioni si riferiscono ovviamente a situazioni riconducibili al test bed di Torino in cui, in particolare, il segnale DVB-T viene irradiato da un sito e su bande di frequenza per cui l'impianto è dotato di antenna di ricezione e i livelli dei segnali digitali nell'area di servizio sono entro i limiti specificati in precedenza; si possono poi ritenere tanto più valide quanto più il campione esaminato rappresenta l'effettiva realtà degli impianti centralizzati d'antenna.

- ◆ Gli impianti centralizzati esistenti che utilizzano un centralino a larga banda in molti casi non necessitano di alcun intervento per la distribuzione della TV digitale terrestre.
- ◆ In alcuni casi potrebbero essere necessari interventi per adeguare il livello del segnale al ricevitore ed aumentare il margine di ricezione.
- ◆ La presenza, in alcuni casi, di un segnale interferente PAL co-canale potrebbe rendere necessario il riposizionamento dell'attuale antenna ricevente o l'aggiunta di una antenna maggiormente direttiva per discriminare, se possibile, il segnale utile dall'interferente.

Nel caso in cui il centralino adotti una amplificazione canalizzata, è necessario, invece, adeguare l'impianto aggiungendo il modulo relativo al canale DVB-T ed, eventualmente, la relativa antenna di ricezione.

E' opportuno ricordare, infine, che la realizz-

azione degli impianti di distribuzione via cavo per segnali televisivi, sonori e servizi interattivi ed eventuali successivi adattamenti devono essere eseguiti in conformità alle norme tecniche emanate dal CEI, che prescrivono adeguate caratteristiche elettriche e meccaniche, cosicché l'impianto sia in grado di soddisfare i requisiti di funzionalità e sicurezza che anche la legge impone (Legge 46/90).

4. Conclusioni

Sono state esaminate le problematiche della ricezione tramite gli impianti centralizzati d'antenna dei segnali di televisione digitale terrestre (DVB-T). Sono state effettuate indagini sia teoriche che sperimentali su impianti centralizzati realizzati in laboratorio con differenti tecniche di amplificazione e distribuzione. Successivamente è stata condotta una campagna di misure sulla ricezione negli impianti centralizzati d'antenna dell'area torinese del segnale DVB-T diffuso dal trasmettitore di Torino-Eremo. La presenza del segnale DVB-T nell'area torinese ha reso possibile la sperimentazione in ambienti di ricezione reali.

I risultati della sperimentazione hanno contribuito, da un lato, alla definizione delle specifiche normative sugli impianti di distribuzione via cavo e, dall'altro lato, alla diffusione presso gli operatori del settore ed il grande pubblico delle problematiche di qualità e sicurezza degli impianti di ricezione televisiva.

Dai risultati della campagna di misure in area di servizio su impianti centralizzati esistenti sono emerse alcune indicazioni sul comportamento degli impianti reali circa l'introduzione dei nuovi segnali DVB-T.

5. Ringraziamenti

Si desidera ringraziare il sig. F. Cuccia per il suo contributo alle misure sui ricevitori commerciali.

Si desidera inoltre ringraziare i colleghi del

Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica che si sono prestati ad effettuare le misure nella loro abitazione, ed in particolare i sigg. S. Meneghello e R. Olivazzo.

Si ringraziano infine i tecnici e gli installatori FRACARRO che hanno reso possibile un'analisi approfondita delle prestazioni in alcuni impianti.

Le previsioni di area di servizio per il DVB-T sono dell'ing. P.B. Forni.

Bibliografia

1. V. Sardella: Reception of satellite digital TV signals via community installations (SMATV), Fourth European Conference on Satellite Communications, Roma, novembre 1997.
2. M. Cominetti, F. de Luca, M. Pietrangeli, V. Sardella: Impianti d'antenna nella ricezione da satellite, pubblicazione RAI, luglio 1998.
3. SM: Business Plan, Deliverable DE019, Nov. 1998, Type: P.
4. ETSI: Digital broadcasting systems for television, sound and data services; Satellite Master Antenna Television (SMATV) distribution systems, EN 300 473, 08/97.
5. M. Cominetti, P.B. Forni, V. Sardella: Digital broadcasting technologies and services: new opportunities for public operators - IBC '98, Amsterdam, Sept. 1998.
6. P.B. Forni, S. Ripamonti, V. Sardella: Sperimentazione pre-operativa DVB-T in area di servizio, Elettronica e Telecomunicazioni, N° , data.
7. CEI: Guida per l'applicazione delle norme riguardanti gli impianti di distribuzione via cavo per segnali televisivi, sonori e servizi interattivi, Norma Italiana CEI 100-7 Edizione Seconda, 04/2001.
8. CEI: Impianti d'antenna: come far installare gli impianti per la televisione e i rela-

- tivi servizi interattivi; direttive tecniche ed esecutive, 1a Edizione, novembre 2001.
9. V. Sardella: Perspective of future SMATV/MATV systems, Ginevra - Forecast 2000 (EBU), novembre 2000.
 10. L. Aluffi, D. Milanese, V. Sardella: Coesistenza dei segnali televisivi terrestri analogici (PAL) e numerici (OFDM) negli impianti centralizzati d'antenna, relazione CRIT N° 99/09.
 11. L. Aluffi, D. Milanese, V. Sardella: Distribuzione di segnali DVB-T in un impianto centralizzato d'antenna, relazione CRIT N° 99/19.
 12. F. Cuccia, V. Sardella: Contribution to the determination of the performance requirements for the cabled distribution systems (Doc. IEC 100D/68CD) - DVB signals, IEC/100D/WG3 Turin meeting, 24/05/2001.
 13. F. Cuccia, D. Milanese, V. Sardella: Contribution to the determination of the performance requirements for the cabled distribution systems (IEC/CENELEC standards) - Phase Noise for OFDM (DVB-T) signals" Cenelec/TC209/WG4 meeting, luglio 2001.
 14. G.P. Placidi, V. Sardella: Caratterizzazione di componenti attivi per impianti centralizzati d'antenna e segnali DVB-T, relazione CRIT N° 99/18.
 15. D. Milanese, G.P. Placidi, V. Sardella: Ricezione del segnale DVB-T diffuso dal trasmettitore di Torino-Eremo (can. 66) negli impianti centralizzati d'antenna, Relazione CRIT N° 01/11.
 16. CEPT: The Chester 1997 Multilateral Coordination Agreement relating to Technical Criteria, Coordination Principles and Procedures for the Introduction of Terrestrial Digital Video Broadcasting (DVB-T), Chester, luglio 1997.
 17. ETSI: Digital Video Broadcasting (DVB); Implementation guidelines for DVB terrestrial services; Transmission aspects, TR 101 190, dicembre 1997