

Figura 3.7.2 – Esempi di mappe di copertura (dichiarate e simulate)

4. Criticità tecniche sulla conversione degli impianti

In Figura 4.1 è schematizzata la catena televisiva con particolare riferimento alle tre parti – distribuzione, trasmissione e ricezione – sulle quali il passaggio dall'analogico al digitale ha un impatto diretto. Gli apparati di rete (distribuzione e trasmissione) nonché quelli di utente (ricezione) devono subire una evoluzione che solo in qualche caso, o per particolari classi di apparati, significa un "riadattamento" alla situazione digitale (es. antenne, distribuzione di utente) mentre in molti casi comporterà la sostituzione o l'introduzione ex-novo di apparati (es. trasmettitori, sintonizzatori digitali).

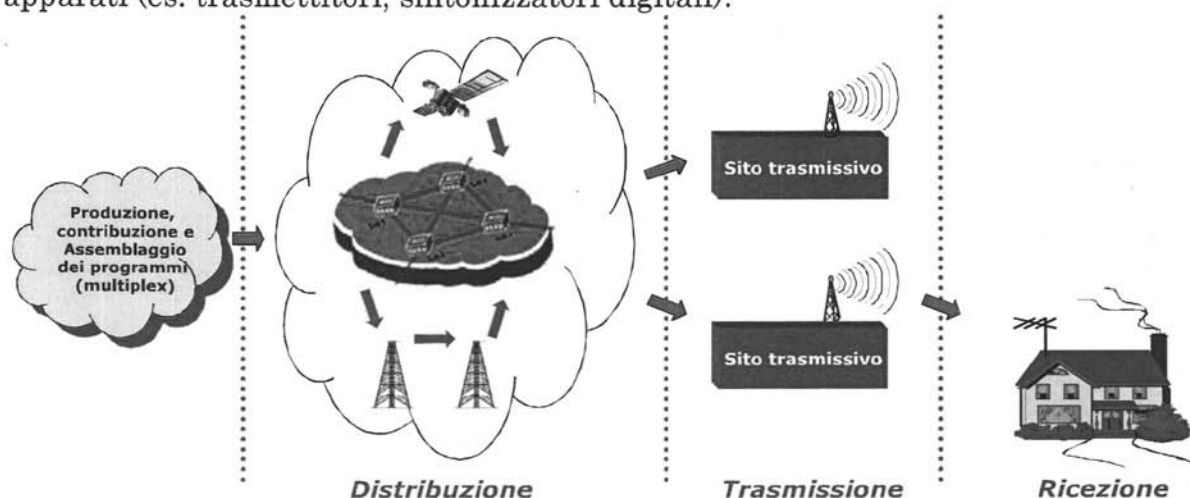


Figura 4.1: Catena TV

Naturalmente l'avvio della transizione dall'analogico al digitale in un'area tecnica dovrà tener conto della diffusione degli apparati in grado di decodificare il segnale digitale (decoder o TV con sintonizzatore digitale) nelle case degli utenti. Durante la transizione l'impatto sull'utenza dovrebbe essere, per quanto possibile, minimizzato, sia in termini di durata temporale delle operazioni sia in termini di mancata o cattiva ricezione di alcuni segnali televisivi, per esempio dovuta a fenomeni di interferenza che potrebbero verificarsi nel transitorio. Inoltre gli utenti dovranno essere opportunamente informati prima dell'inizio della transizione e costantemente informati durante il suo procedere.

Nel seguito sono raccolte una serie di problematiche tecniche della transizione analogico-digitale relativamente ai vari apparati presenti nella catena televisiva.

Distribuzione

La rete di distribuzione del segnale televisivo può utilizzare collegamenti radio, via satellite e via cavo.

Ponti radio. Il segnale a bassa frequenza proveniente dal centro di produzione viene instradato verso i centri di distribuzione per essere diffuso a livello nazionale e/o regionale mediante la rete di ponti radio a microonde.

Satellite. Il segnale televisivo viene dapprima inviato al satellite che lo ritrasmette a terra dove può essere ricevuto direttamente dal sito di trasmissione o da un centro di distribuzione intermedio. Il satellite può essere utilizzato sia per la distribuzione primaria sia come riserva del segnale a bassa frequenza proveniente dal centro di distribuzione e trasmesso attraverso uno o più collegamenti a ponti radio.

Cavo. Analogamente ai ponti radio, il segnale a bassa frequenza proveniente dal centro di produzione può essere anche trasmesso ai centri di distribuzione e tra essi attraverso collegamenti dedicati in fibra ottica.

Reti MFN e reti SFN

Le reti DVB-T possono essere pianificate sia come reti multi-frequenza (MFN) sia come reti singola-frequenza (SFN). Le reti MFN consistono di trasmettitori che utilizzano frequenze radio distinte⁷ per diffondere contenuti (video, audio, servizi) differenti. Le reti SFN invece consistono in un certo numero di trasmettitori opportunamente sincronizzati che utilizzano la stessa frequenza per diffondere gli stessi contenuti. Sebbene la realizzazione di una rete SFN sia tecnicamente più complessa rispetto alla realizzazione di più reti MFN per la copertura dello stesso territorio, i vantaggi di una rete SFN sono notevoli soprattutto per quanto riguarda l'efficienza nell'uso delle frequenze e la minore potenza trasmessa complessiva impiegata.

Alla luce poi della attuale situazione di occupazione delle frequenze sul territorio italiano e di quella ammissibile futura, che dovrà tener conto del piano di Ginevra e degli accordi che potranno intercorrere tra l'Italia e i paesi limitrofi, la digitalizzazione delle reti televisive in Italia dovrà inevitabilmente utilizzare lo spettro trasmissivo puntando a massimizzare la capacità trasmessa nel suo complesso. In questo senso l'uso di reti SFN piuttosto che MFN è certamente più appropriato. Per una rete SFN tuttavia ci sono alcuni requisiti di sincronizzazione, di seguito elencati, dai quali non si può prescindere e che rivestono un ruolo fondamentale per la corretta ricezione dei segnali trasmessi.

- Sincronizzazione nella frequenza: la differenza in frequenza di ogni singola portante di un trasmettitore rispetto all'analogica portante in tutti gli altri trasmettitori deve essere al di sotto di un certo valore massimo ammissibile.
- Sincronizzazione nel tempo: lo stesso segnale (simbolo) deve essere emesso allo stesso istante da tutti i trasmettitori.
- Sincronizzazione a livello di modulazione del bit: per trasmettere lo stesso simbolo allo stesso tempo è necessario che un dato bit sia modulato sulla stessa portante di tutti i trasmettitori.
- Sincronizzazione nei meccanismi di dispersione dell'energia: i dati che costituiscono il transport stream sono randomizzati con dei meccanismi (PRBS, Pseudo-Random Bit Sequence) che devono essere resi deterministicamente identici in tutti i modulatori/trasmettitori.

⁷ A meno del riuso delle stesse frequenze in aree di servizio disgiunte.

Il principio base da cui scaturiscono questi requisiti è che tutti i segnali ricevuti provenienti dai vari trasmettitori coinvolti possano essere assimilati ad echi provenienti da uno stesso trasmettitore, così da contribuire costruttivamente alla ricostruzione del segnale trasmesso grazie alle potenzialità della modulazione COFDM.

Affinché ciascun trasmettitore della rete SFN possa trasmettere esattamente lo stesso contenuto “bit a bit” degli altri trasmettitori, all’atto della generazione del multiplex (programmi e servizi), il Transport Stream (TS) relativo viene suddiviso in “Megaframes” e vengono inseriti dei pacchetti informativi (MIP – Megaframe Initialization Packet). Dopo tale elaborazione, e quindi per tutta la distribuzione, il TS non deve essere più modificato. La sincronizzazione tra i trasmettitori di una rete SFN è ottenuta mediante apparati GPS associati ai trasmettitori stessi i quali forniscono, con la richiesta precisione/stabilità, una frequenza di riferimento (10 MHz) e un segnale di sincronizzazione (1 Hz). Inoltre, la rete di distribuzione deve essere progettata in modo da garantire che il TS pervenga a tutti i trasmettitori che coprono la stessa area geografica con un ritardo massimo inferiore a 1 sec.

Una ulteriore criticità potenziale delle reti SFN rispetto a reti di tipo MFN è costituita dalla minore capacità utile (Mbit/s) dovuta all’aumento del tempo di guardia richiesto dalla tecnica SFN. Ad esempio, per una trasmissione 64QAM con codice 2/3, passare da un tempo di guardia (tg) di 1/32 ad un tg di 1/4 ridurrebbe la capacità utile da 24,13 Mbit/s a 19,91 Mbit/s.

Impianti a “rimbalzo” e “gap-filler”

Un impianto a rimbalzo (o ripetitore) riceve il segnale su una frequenza televisiva da un impianto di diffusione e lo ridiffonde su una altra frequenza televisiva. L'autorizzazione all'installazione e l'esercizio di impianti e ripetitori privati è rilasciata esclusivamente ai comuni, comunità montane o ad altri enti locali o consorzi di enti locali. Questo tipo di impianti, usati esclusivamente in ambiente analogico, nella fase di conversione parziale da analogico a digitale (switch-over) costituiscono una relativa criticità. Per poter ricevere il segnale televisivo digitale da ritrasmettere questo tipo di impianti necessita di opportuni dispositivi addizionali (transmodulatori) in grado di sintonizzare il programma televisivo o radiofonico contenuto nel relativo multiplex e rimodularlo in banda VHF e UHF.

Un “gap-filler” consente la ripetizione del segnale a radiofrequenza (RF) sullo stesso canale e trova applicazione nella copertura di aree marginali di reti MFN o SFN. Ad esempio con potenza di uscita fino a 0,1W (operante su tutta la banda 50–860 MHz) e 1W – 10 W (operante in banda VHF o UHF) può essere utilizzato per la copertura di piccole aree.

I gap-filler trovano un loro naturale impiego come impianti secondari nelle trasmissioni televisive digitali terrestri verso terminali mobili (DVB-H). In questo caso tipicamente hanno un ERP < 200 W (10W in uscita con guadagno d'antenna pari a 20), e operano sullo stesso canale di un impianto primario al fine di mantenere il livello del campo superiore ad una soglia minima nelle zone d'ombra dell'impianto primario.

I gap-filler sono soggetti ad autorizzazione preventiva da parte degli enti locali (delibera n. 266/06/CONS dell'AGCOM). A posteriori, gli operatori di rete comunicano al Ministero dello Sviluppo Economico – Comunicazioni la struttura della propria rete (impianti primari e impianti secondari). Il Ministero effettua i controlli di competenza cioè i controlli di natura radioelettrica finalizzati ad assicurare un uso corretto dello spettro da parte degli operatori. Nel caso dei gap filler, il Ministero verifica che la ERP sia minore di 200 W, la copertura sia limitata alle "zone d'ombra" dell'impianto primario e non esterna all'area di servizio dell'impianto primario (che non deve ampliarsi) e rispetto dell'equilibrio elettromagnetico consolidato (assenza di interferenze ai preesistenti e legittimi utilizzatori dello spettro radioelettrico).

Trasmissione

Nella conversione da analogico a digitale di un singolo impianto trasmissivo si possono distinguere due situazioni: trasmettitore solo analogico e trasmettitore dual-mode analogico/digitale.

Nel primo caso si tratta di impianti operanti da oltre 10 anni perlopiù obsoleti e per i quali non c'è altra alternativa che prevederne la sostituzione completa.

I trasmettitori dual-mode invece sono apparati di recente concezione sviluppatasi in questi anni di passaggio graduale alla TV digitale, nei quali le emittenti hanno la duplice esigenza di continuare a trasmettere i loro programmi in analogico durante il giorno e di sperimentare la diffusione digitale durante alcune ore della notte. Il controllo di questi trasmettitori (modalità operativa di trasmissione analogico/digitale, parametri di trasmissione, ecc.) può avvenire sia localmente sia da remoto (Figura 4.2).

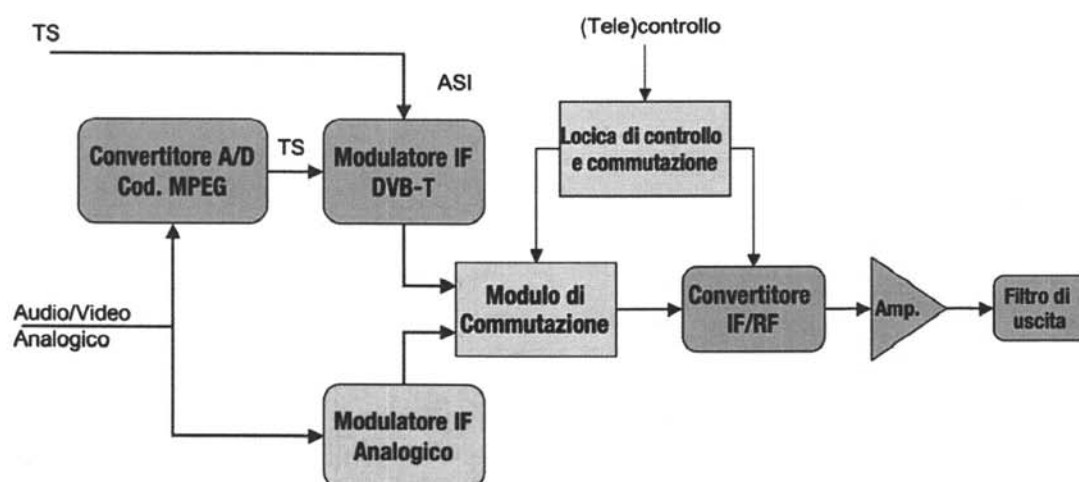


Figura 4.2: Schema di un trasmettitore dual-mode analogico/digitale

I trasmettitori di recente costruzione, dual-mode o solo digitali utilizzano la "sintesi di frequenza" e quindi non presentano difficoltà di cambiamento della frequenza di emissione. Per essi è possibile passare da un canale ad un altro mediante utilizzo di software proprietario che definisce le spalle di canale. Questo è sicuramente un vantaggio in uno scenario come quello attuale dove alle emittenti televisive vengono assegnate, nelle varie aree tecniche, singole

frequenze trasmissive per la realizzazione delle loro reti SFN (nella situazione analogica di partenza le emittenti utilizzano svariate frequenze nella stessa area tecnica).

Lo spostamento del canale d'esercizio di un trasmettitore tuttavia comporta la "ritaratura" del filtro di uscita (verso l'antenna) ed eventualmente la sostituzione degli elementi radianti dell'antenna trasmittente stessa. La ritaratura dei filtri fatta direttamente sui siti è un'operazione complessa che deve essere effettuata con perizia. In termini di efficienza e di qualità dei risultati (ma anche in termini economici) è sicuramente consigliabile portare sul sito trasmissivo un nuovo filtro preventivamente accordato sulla frequenza desiderata.

Nei siti trasmissivi non è infrequente che due o più trasmettitori condividano la stessa antenna trasmittente. In questo caso vengono usati i cosiddetti "diplexer", dispositivi passivi che implementano il multiplexing nel dominio della frequenza. In questi apparati i segnali in ingresso su due porte vengono miscelati e presentati in uscita su una terza porta collegata all'antenna. I segnali in ingresso occupano bande di frequenza disgiunte e perciò possono coesistere senza interferire. I diplexer devono essere "accordati" per ridurre al minimo fenomeni di intermodulazione e di riflessione (onde stazionarie) che potrebbero comprometterne il normale funzionamento. Anche questi nel caso di uno spostamento del canale di esercizio necessitano di una "riaccordatura".

Ricezione

Esistono tre tipologie di impianti di ricezione domestici: singolo, centralizzato a larga banda e centralizzato canalizzato.

L'impianto singolo viene utilizzato tipicamente da utenza monofamiliare e, a seconda della zona sulla quale insiste l'impianto, è possibile avere: una antenna (logperiodica per III, IV e V banda) seguita da un amplificatore se tutti i segnali ricevuti provengono dalla stessa direzione; più antenne (divise per banda III, IV e V) seguite da un miscelatore RF e/o amplificatore, se i segnali provengono da direzioni diverse.

L'impianto centralizzato a larga banda tipicamente serve una utenza multifamiliare (due o più famiglie). A seconda della zona sulla quale insiste l'impianto è possibile avere: una antenna (logperiodica per III, IV e V banda) seguita da un amplificatore se i segnali ricevuti provengono tutti dalla stessa direzione; più antenne (divise per banda III, IV e V) seguite da miscelatore RF e/o amplificatore se i segnali provengono invece da direzioni diverse.

L'impianto centralizzato canalizzato tipicamente serve una utenza alberghiera o grandi condomini. Utilizza più antenne singole con moduli amplificati di canale molto selettivi per poter distribuire agilmente canali adiacenti; dove necessario si utilizzano anche convertitori di frequenza e/o di banda per ovviare ai tipici disturbi isocanale.

Per distribuire i segnali alle utenze finali gli impianti centralizzati utilizzano cassette induttive di derivazione. In alcuni impianti possono essere presenti anche cassette resistive di derivazione.

La Tabella 4.1 riporta i principali tipi e le relative caratteristiche delle antenne per la ricezione televisiva domestica.

| Tipo di antenna | Angolo di apertura orizzontale a 3 dB | Guadagno (dB) | Rapporto A/I (dB) |
|---|---------------------------------------|---------------|-------------------|
| Logperiodiche di Banda III | $\pm 32^\circ$ | 9 | 25 |
| Logperiodiche di Banda IV | $\pm 28^\circ$ | 9 | 25 |
| Logperiodiche di Banda V | $\pm 25^\circ$ | 11 | 25 |
| Logperiodiche di Banda III e IV | da $\pm 28^\circ$ a $\pm 32^\circ$ | 9 | 25 |
| Logperiodiche di Banda IV e V | $\pm 28^\circ$ | 10 | 27 |
| Logperiodiche di Banda V | $\pm 25^\circ$ | 11 | 25 |
| Banda III a 6 elementi | $\pm 26^\circ$ | 8 | 25 |
| Banda IV a pannello | $\pm 23^\circ$ a $\pm 35^\circ$ | 7-12 | 24 |
| Banda V a pannello | $\pm 23^\circ$ a $\pm 35^\circ$ | 7-12 | 20 |
| UHF direttive a larga banda (470-862 MHz) speciali da 22 - 42 - 90 elementi | $\pm 10^\circ$ a $\pm 30^\circ$ | 9-18 | 22-30 |
| Per gruppi di canale a 10 elementi dal (ch21-69) a passo di tre canali | $\pm 21^\circ$ | 11 | >24 |
| Per gruppi di canale a 20 elementi dal (ch21-69) a passo di tre canali | $\pm 12^\circ$ | 14 | >26 |
| A larga banda (IV) con riflettore a diedro a 10 elementi (ch21-37) | da $\pm 18^\circ$ a $\pm 28^\circ$ | 9-11 | 21-28 |
| A larga banda (V) con riflettore a diedro a 10 elementi (ch38-69) | da $\pm 17^\circ$ a $\pm 29^\circ$ | 9-11 | 21-28 |
| A larga banda (IV) con riflettore a diedro a 20 elementi (ch21-37) | da $\pm 13^\circ$ a $\pm 22^\circ$ | 10-13 | 22-30 |
| A larga banda (V) con riflettore a diedro a 20 elementi (ch38-69) | da $\pm 14^\circ$ a $\pm 22^\circ$ | 11-14 | 24-28 |

Tabella 4.1. Tipi e caratteristiche delle antenne per ricezione TV

Gli impianti sopra citati, se realizzati a regola d'arte, normalmente non dovrebbero presentare problemi con il passaggio al digitale. Tuttavia, con lo spostamento dei canali d'esercizio dei trasmettitori per la realizzazione delle reti SFN bisogna considerare che l'impianto domestico:

- potrebbe non prevedere un'antenna adatta alla ricezione del nuovo canale: in questo caso sarà necessario aggiungere tale antenna ed eventualmente un dispositivo di miscelazione;

- per quelli canalizzati potrebbe non prevedere il filtro adatto alla ricezione del nuovo canale: in questo caso sarà necessario aggiungere tale filtro.