

## RICEZIONE DTT

# Gli effetti di propagazione

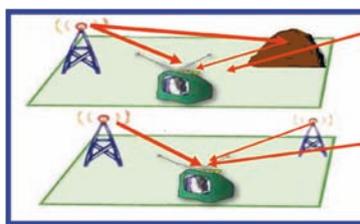
*In un segnale analogico la riflessione provocava la doppia immagine sul televisore. Il segnale digitale DVB-T, invece, non soffre le riflessioni del segnale. Un degrado esiste, ma non influenza l'immagine.*

■ Quando si dice che il sistema DVB-T è immune alle riflessioni, si dice una mezza verità. Il segnale riflesso agisce esattamente come un disturbo che abbassa il valore di MER ed alza quello di BER, cioè provoca errori sul segnale decodificato, ma sappiamo che il sistema è in grado di difendersi perfettamente, sempre nel caso in cui disponiamo di un adeguato margine di rumore. A questo punto si introduce un nuovo argomento e una nuova fonte di disturbo, ma sorge subito una difficoltà operativa:

- in ANALOGICO, dall'osservazione dell'immagine si può distinguere subito quale è il tipo di disturbo che ci si trova di fronte. E' evidente che la doppia immagine nasce solo dalla riflessione, mentre il rumore provoca l'effetto neve, la compressione schiaccia i sincronismi ecc.;
- in DIGITALE, l'effetto sul MER e sul BER è simile a quello provocato da altri disturbi e cioè consiste in un abbassamento del MER e un peggioramento del BER.

Vedremo in seguito un metodo quasi infallibile per capire se siamo in presenza di riflessioni, per sapere come agire. Naturalmente è molto importante scoprire le varie cause di disturbo perché le azioni per eliminarlo sono diverse, in funzione del tipo di disturbo cui ci troviamo di fronte.

**FIGURA 1. EFFETTI DI PROPAGAZIONE**



Il segnale riflesso ritarda in quanto fa più strada

**RITARDATO MA SINCRONO**

Se i due trasmettitori sono "sincroni", per il televisore è

**COME AVERE UNA RIFLESSIONE**

Al contrario di un segnale analogico, il DVB-T non soffre assolutamente le riflessioni del segnale: un degrado esiste, ma non influenza l'immagine.

## Esempi: la misura delle riflessioni (Echi)

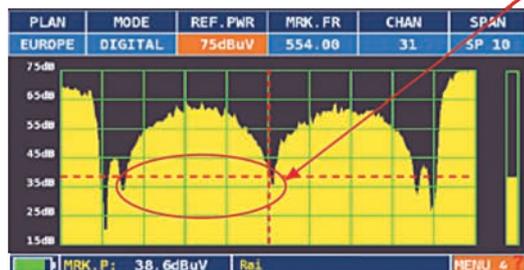
Partiamo da una premessa: i segnali elettromagnetici (luce e onde radio, ma anche raggi X) durante la loro propagazione viaggiano alla velocità della luce che vale:

- 300 metri al microsecondo;
- 3,3 microsecondi per percorrere un chilometro;
- 224 microsecondi per percorrere 67 chilometri.

Tutto naturalmente deriva dalla velocità della luce pari a 300.000 chilometri al secondo.

Gli ostacoli che fungono da specchi rimandano all'antenna ricevente un segnale che è uguale al segnale desiderato ma è ritardato e attenuato. Con il segnale

**FIGURA 2. MISURA DI RIFLESSIONI (ECHI)**



- Circa 3,5 MHz
- Il ritardo sarà:
- $1/3,5 = 0,28$  microsec.
- Circa 80 metri



Differenza livello segnali TX [dB]	Ondulazione		
	Massimi [dB]	Minimi [dB]	Totale, picco-picco [dB]
0	+6	-∞	∞
1	+5.5	-19.3	24.8
3	+4.6	-10.7	15.3
10	+2.4	-3.3	5.7
20	+0.8	-0.9	1.7

La misura delle riflessioni (echi). La distanza in MHz tra due minimi del campo e il ritardo in microsecondi sono una l'inverso dell'altra:  $Rit = 1 / (\text{intervallo di frequenza})$ . Nello spettro si vedono solo ritardi brevi generati da ostacoli vicini.

analogico, disponendo di uno schermo largo circa 50 cm, lo spostamento è il seguente: tanti  $\mu\text{S}$  quanti sono i cm di spostamento. Sapendo tutto ciò, a volte si può ricavare la distanza del punto di riflessione. Nel sistema DVB-T non vediamo la doppia immagine, ma abbiamo a disposizione la visualizzazione dello spettro che ci fa vedere dei buchi, oppure lo spettro non ha più la parte superiore rettilinea.

Ciò si spiega pensando che i segnali si sfasano durante il cammino e il ritardo varia con la frequenza, provocando in alcune zone dello spettro dei rinforzi e in altre degli abbassamenti di segnale.

Con segnali uguali tra loro, lo spettro va a zero nei buchi e a +6 dB nei picchi. Vedremo in seguito che gli strumenti mettono a disposizione sistemi facili e precisi per ricavare l'ampiezza e la distanza delle riflessioni (ECHI).

## Eliminare le riflessioni

Illustriamo un metodo laborioso ma molto efficace per ridurre le riflessioni che disturbano il segnale desiderato. Premettiamo che con questo sistema, la cui riuscita dipende dalla bontà della realizzazione meccanica, si riesce a diminuire il livello del disturbo anche di 15 dB e, in alcuni casi utilizzando antenne professionali, anche di 20 dB.

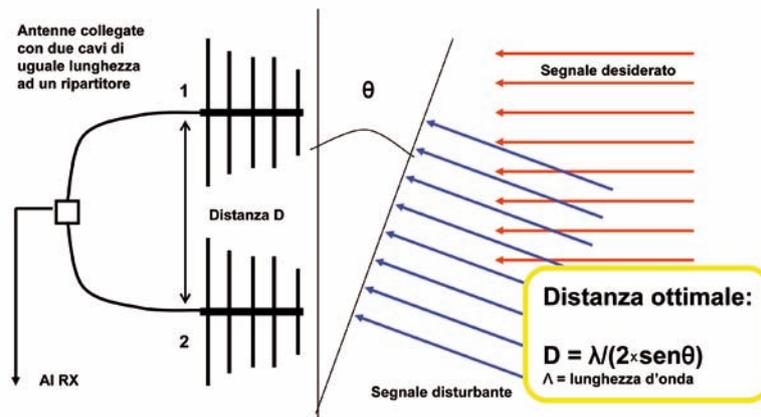
È essenziale che vi sia la presenza di una sola sorgente disturbante, proveniente da una direzione ben nota e che si abbia la certezza che il segnale non vari molto di livello, vanificando il lavoro fatto. Teniamo presente che i segnali disturbanti possono variare anche di 20 e più decibel, al variare delle condizioni atmosferiche, un valore tanto più alto quanto provengono da più lontano.

Il sistema funziona in quanto si fa compiere al segnale disturbante un percorso più lungo di esattamente mezza lunghezza d'onda, prima di giungere all'antenna 1 (Figura 3), così da arrivare al ripartitore in controfase. Il segnale desiderato, invece, arriva sempre in fase, percorrendo lo stesso percorso per giungere alle antenne, quindi al ripartitore.

Il risultato raggiungibile porta ad avere un incremento di 3dB per il segnale desiderato e un'attenuazione 15 dB del disturbo.

In analogico è difficile eliminare

**FIGURA 3. ELIMINARE LE RIFLESSIONI**



Un esempio che illustra come eliminare le riflessioni.

completamente una riflessione, mentre in DVB-T è più facile guadagnare il margine necessario per raggiungere una buona stabilità.

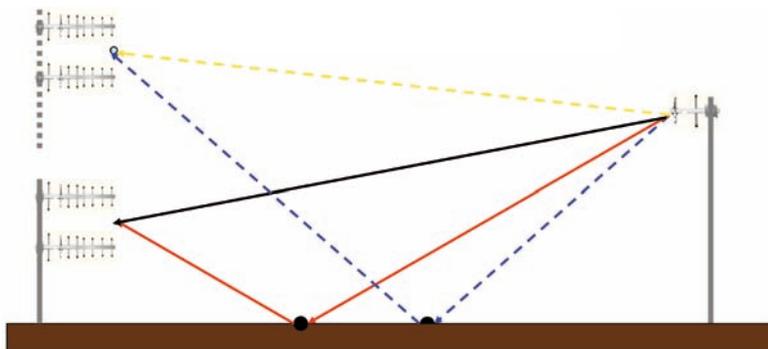
## La distanza fra le antenne

La Tabella 1 è utile, anche se non copre tutte le frequenze e le angolazioni. I valori sono

**TABELLA 1. DISTANZE TRA ANTENNE ANTIRIFLESSIONE**

ANGOLO GRADI	FREQUENZE IN MHz					
	200	500	600	700	800	1000
3	14,33	5,73	4,78	4,09	3,58	2,87
6	7,18	2,87	2,39	2,05	1,79	1,44
9	4,79	1,92	1,60	1,37	1,20	0,96
12	3,61	1,44	1,20	1,03	0,90	0,72
15	2,90	1,16	0,97	0,83	0,72	0,58
18	2,43	0,97	0,81	0,69	0,61	0,49
21	2,09	0,84	0,70	0,60	0,52	0,42
24	1,84	0,74	0,61	0,53	0,46	0,37
27	1,65	0,66	0,55	0,47	0,41	0,33
30	1,50	0,60	0,50	0,43	0,38	0,30
33	1,38	0,55	0,46	0,39	0,34	0,28
36	1,28	0,51	0,43	0,36	0,32	0,26
39	1,19	0,48	0,40	0,34	0,30	0,24
42	1,12	0,45	0,37	0,32	0,28	0,22
45	1,06	0,42	0,35	0,30	0,27	0,21
48	1,01	0,40	0,34	0,29	0,25	0,20
51	0,97	0,39	0,32	0,28	0,24	0,19
54	0,93	0,37	0,31	0,26	0,23	0,19
57	0,89	0,36	0,30	0,26	0,22	0,18
60	0,87	0,35	0,29	0,25	0,22	0,17
63	0,84	0,34	0,28	0,24	0,21	0,17
66	0,82	0,33	0,27	0,23	0,21	0,16
69	0,80	0,32	0,27	0,23	0,20	0,16
72	0,79	0,32	0,26	0,23	0,20	0,16
75	0,78	0,31	0,26	0,22	0,19	0,16
78	0,77	0,31	0,26	0,22	0,19	0,15
81	0,76	0,30	0,25	0,22	0,19	0,15
84	0,75	0,30	0,25	0,22	0,19	0,15
87	0,75	0,30	0,25	0,21	0,19	0,15
90	0,75	0,30	0,25	0,21	0,19	0,15

**FIGURA 4. RIFLESSIONI DAL BASSO**



*Riflessioni dal basso. Nel punto di riflessione gli angoli di arrivo e partenza sono uguali. Se varia la quota dell'antenna, cambia il punto di riflessione.*

calcolati esattamente, ma si deve procedere ad una messa a punto sperimentale, dato che non si conosce quasi mai esattamente la direzione di provenienza di un segnale.

Soprattutto, serve per vedere se un sistema è fisicamente realizzabile, date le distanze molto grandi per alcuni casi. Se le distanze sono troppo piccole tanto che le antenne si toccano, basta raddoppiare le distanze fino ad ottenere una distanza accettabile.

Il sistema funziona molto bene, specialmente nel caso di riflessione dal basso, con le antenne fissate sul palo, una sotto l'altra.

Questo caso si presenta in zone dove vi sono i laghi, oppure nel caso di percorsi sul mare, ma occorre tener presente che in questa circostanza gli angoli sono piccoli. Una buona prova è quella di variare l'altezza dell'antenna ricevente: se così facendo lo spettro presenta buchi che variano con l'altezza, allora siamo certamente in presenza di una riflessione dal basso. Se la profondità dei buchi è molto alta, o lo spettro si presenta addirittura mancante di una parte, allora occorre

stare attenti, specialmente se la riflessione ha luogo sull'acqua, data la variabilità intrinseca della situazione.

## Le riflessioni dal basso

Un'altra situazione dove l'antenna dimostra di essere il principale elemento per migliorare la ricezione è quello della riflessione 'dal basso'. Il sistema che illustriamo può servire moltissimo nei paesi che stanno in riva ad un lago, dove la riflessione è forte e gli angoli piuttosto grandi, date le brevi distanze dai trasmettitori. In caso di trasmettitori molto distanti, invece, gli angoli sono piccoli e costringono

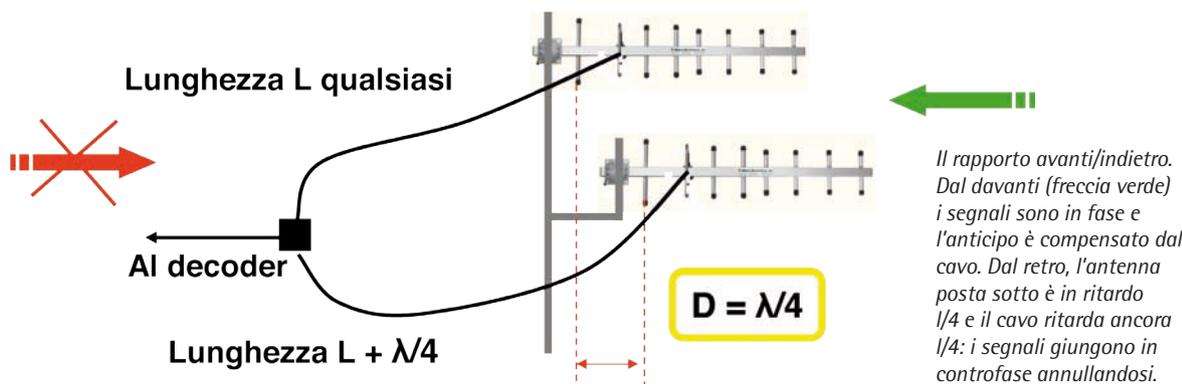
a distanze elevate tra le antenne. Con antenne professionali, si riesce a far funzionare stabilmente sistemi con distanze dell'ordine di 30 o 40 metri (su torre a traliccio).

Come esempio, un trasmettitore alto 1.000 metri alla distanza di 10 km, è visto sotto un angolo di circa 5 gradi, il che impone distanze di circa 3 metri. Per accorgersi se si è in presenza di un caso di riflessione dal basso, occorre misurare il campo mentre si varia lentamente l'altezza dell'antenna e, se si notano variazioni di alcuni dB, si è sicuramente in presenza di riflessioni (Figura 2).

In questo caso può accadere che il posizionamento dell'antenna nel punto di massimo non basti a risolvere il problema, dato che le condizioni di riflessione variano al variare delle condizioni climatiche. Non è tanto la variazione di ampiezza del segnale riflesso che crea problemi quanto la variazione del punto e della fase della riflessione che ci possono portare da un punto di massimo ad un punto di minimo.

Un trucco molto efficace consiste nello

**FIGURA 5. IL RAPPORTO AVANTI/INDIETRO**



# Impedenza e Adattamento

Le riflessioni causate da un disadattamento sono uguali a quelle causate da un ostacolo riflettente.

La differenza è la seguente: i cavi si possono adattare, realizzando un impianto a norma, mentre su quello che proviene dall'antenna a volte non si può fare nulla. L'onda di ritorno si somma o si sottrae con l'onda diretta, a seconda delle posizioni dove le due onde si trovano: in fase oppure in contofase.

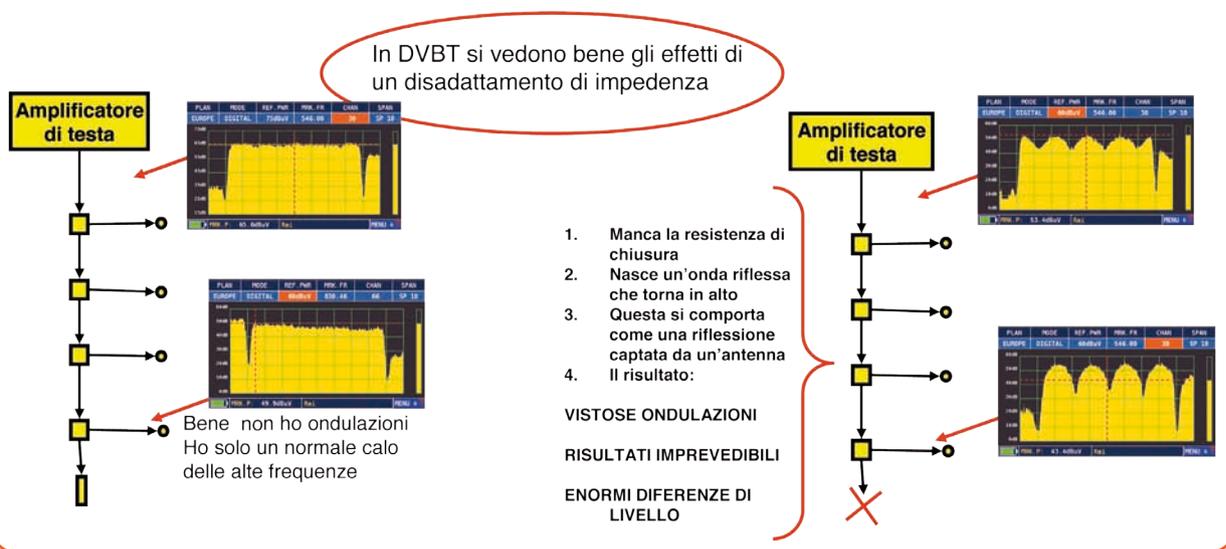
Ci sono due modi per esprimere il disadattamento:

1. **RL – Return Loss**, perdita di ritorno. Esprime in dB quanto viene attenuata l'onda riflessa rispetto a quella di andata ed è tanto più alto quanto migliore

è l'adattamento. Si dovrebbe stare sopra ai 10÷12 dB.

2. **VSWR o ROS – Voltage Standing Wave Ratio**.

Rapporto di Onda Stazionaria: esprime sotto forma di numero puro il rapporto tra le tensioni massima e minima lungo il cavo. Si dovrebbe stare sotto i seguenti valori: 1,4 ÷ 1,2. Il modo migliore per misurare il ROS consiste nell'uso di un riflettometro; ma si può osservare se la rete di distribuzione altera la piattezza dello spettro, alterando la forma di quello ricevuto dall'antenna. Torna molto utile il generatore di rumore che visualizza tutta la banda in una sola schermata.



schermare l'antenna dal raggio riflesso, posizionandola molto in basso, usando il tetto degli edifici per schermarci dal segnale riflesso.

## Il rapporto Avanti/Indietro

Il rapporto fronte/retro è la differenza, espressa in dB, tra la risposta dell'antenna ai segnali provenienti dalle due direzioni Avanti e Indietro.

Nel caso di reti SFN, in pianura dove non esistono ostacoli naturali che impediscono la propagazione di trasmettitori molto distanti e potenti, vi sono aree di servizio di non trascurabile estensione che ricevono un eco dal retro dell'antenna, o quasi. Il sistema proposto è molto utile e pratico, viste le ridotte distanze tra le antenne.

Consideriamo che può essere conveniente montare due antenne piccole, anziché cercare sul mercato una costosa e voluminosa antenna dal

rapporto fronte/retro molto elevato. Una cosa molto difficile da ottenersi. Inoltre, il rapporto fronte/retro molto elevato viene quasi sempre vanificato quando si è costretti a far attraversare l'antenna dal palo di sostegno che, essendo metallico, in molti casi distorce il diagramma.

Un'unica accortezza: la distanza tra le antenne deve essere esattamente un quarto della lunghezza d'onda, mentre la maggiore lunghezza del cavo più lungo va calcolata come segue:

**Maggiore lunghezza cavo = lunghezza del quarto d'onda moltiplicato il fattore di velocità del cavo.**

Questo parametro viene fornito da tutti i fabbricanti di cavi coassiali: per l'isolante compatto (polietilene) vale 0,66 mentre per i cavi espansi si aggira attorno allo 0,87.

*I contenuti sono tratti dal libretto 'Conosciamo il Digitale' realizzato da Rai Way, Eurosatellite e Rover. Il libretto completo è disponibile all'indirizzo:*

[http://www.roverinstruments.com/upload/UserFiles/Articoli\\_Tecnici/Articoli\\_Tecnici\\_ITA\\_Conosciamo\\_il\\_Digitale.pdf](http://www.roverinstruments.com/upload/UserFiles/Articoli_Tecnici/Articoli_Tecnici_ITA_Conosciamo_il_Digitale.pdf)