

Sistemi digitali per Onde Corte



ING. PAOLO LAZZARINI

DICASTERIUM PRO COMMUNICATIONE

CHAIR ITU-RADIOCOMMUNICATION STUDY GROUP 6
«BROADCASTING SERVICE»

Argomenti trattati

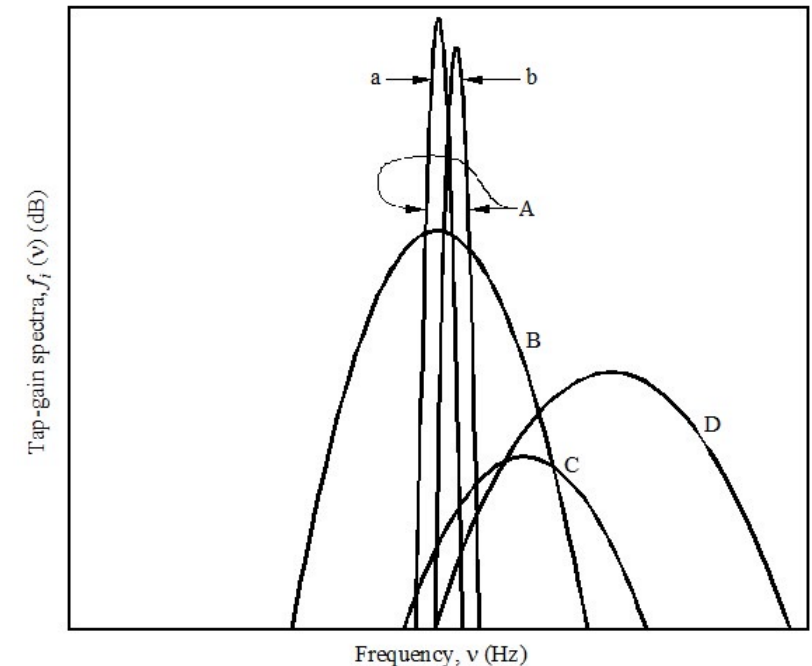
- Modello di un canale HF
- Panoramica dei sistemi raccomandati per servizi di radiodiffusione
 - Caratteristiche tipiche
 - Riferimenti
 - Descrizione
- Parametri tipici di pianificazione

Modello di un canale HF

Dalla Raccomandazione ITU-R F.1487:

- The transmitted signal usually travels over several paths or modes to the receiver via single and multiple reflections from the E and F layers of the ionosphere.
- the signal at the receiving antenna may consist of several multipath components spread in time over an interval of up to several milliseconds.
- The average heights of the ionospheric layers may increase or decrease with time, which introduces different frequency (Doppler) shifts
- The ionosphere is also turbulent which causes Doppler spread (fading) of each component and a resultant fading of the composite received signal

Example power spectra for the multipath components of a CW signal



A: Path 1 (1E mode, a and b represent magneto-ionic splitting)
B: Path 2 (1F mode)
C: Path 3 (Mixed mode)
D: Path 4 (2F mode)

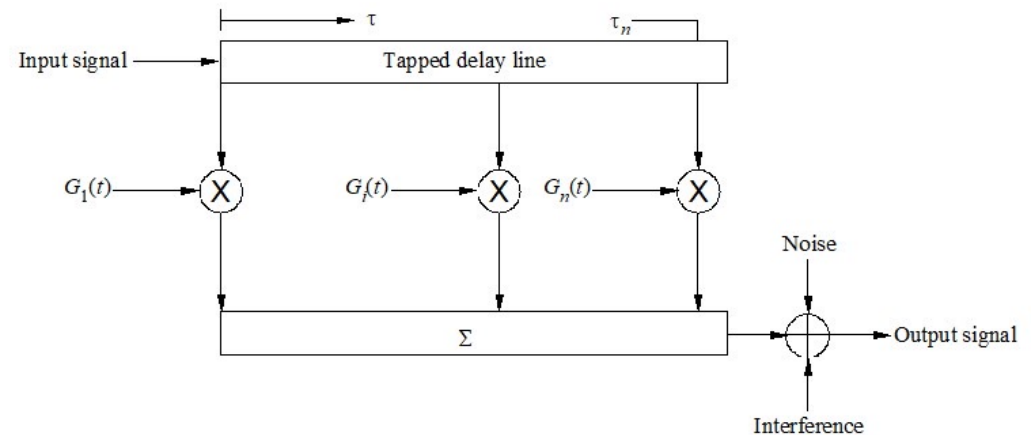
Modello di un canale HF

In ambito ITU il modello più riferito nella documentazione è noto come modello Watterson:

- Il segnale è inoltrato ad una linea di ritardo da cui viene via via «spillato»
- Ogni spillamento viene opportunamente modulato in ampiezza e fase dalla funzione $G(t)$.
- Su ogni ramo viene poi aggiunto rumore (gaussiano, atmosferico, man-made)
- Si sommano tutte le componenti:

$$h(t, \tau) = \sum_{i=1}^N a_i(t) e^{j\varphi_i(t)} \delta(\tau - \tau_i)$$

FIGURE 2
Block diagram of HF ionospheric channel model



Modello di un canale HF

Permette quindi di modellare le seguenti distorsioni introdotte nel segnale:

- ❑ Multipath
- ❑ Doppler spread
- ❑ Fading selettivo
- ❑ Variabilità temporale (fading non sintonizzato o flat fading)

Panoramica dei sistemi raccomandati

- Rec. ITU-R BS.1348 *Service requirements for digital sound broadcasting at frequencies below 30 MHz*
- Rec. ITU-R BS.1514 *System for digital sound broadcasting in the broadcasting bands below 30 MHz*
 - Annex 1: DRM Digital radio Mondiale
 - Utilizzabile in LF, MF, HF
 - Estensione nota come DRM+ utilizzabile fino a 174MHz
 - ETSI ES 201 980 Ver. 4.2.1
 - Annex 2: In band on channel digital sound broadcasting (IBOC DSB)
 - Utilizzabile solo in LF, MF
 - Approvato dalla FCC, utilizzato di fatto solo in USA
- Entrambi fanno uso della modulazione OFDM
 - Nel caso del DRM perfetta compatibilità con la canalizzazione analogica (9kHz, 10kHz)
 - Nel caso IBOC le componenti digitali sono poste accanto al segnale analogico DSB, di fatto aumentando la banda occupata dal segnale.

Caratteristiche tipiche

Sistema DRM - ETSI EN 201 980 v4.1.1 (unico raccomandato per le HF)

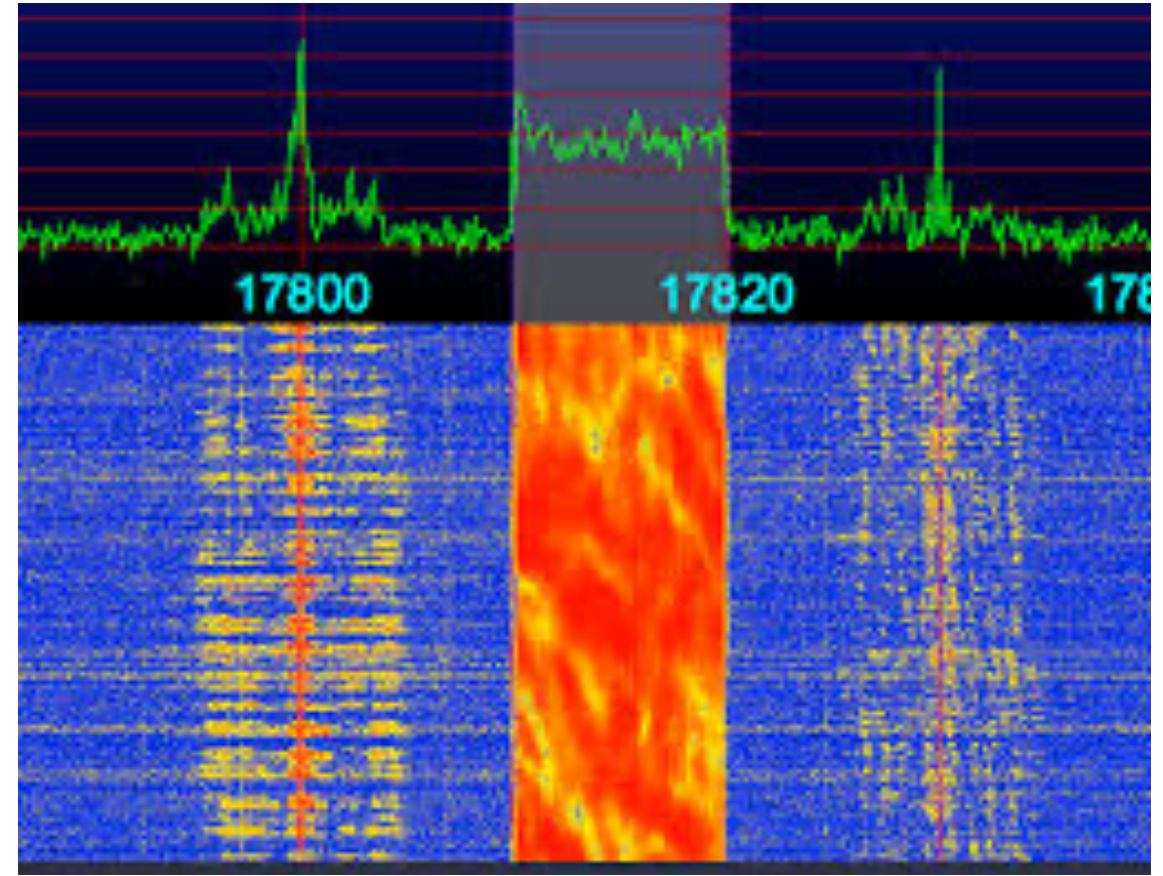
Progettato per trasmissione attraverso un media «difficile» quale la ionosfera caratterizzato da:

Rumore gaussiano

Doppler

Fading selettivo (multipath)

Flat fading



Caratteristiche tipiche

Sistema DRM - ETSI EN 201 980 v4.1.1(unico raccomandato per le HF)

Occupazione di banda 9, 10kHz (4.5, 5, 18, 20, 100kHz)

Modulazione OFDM

- Quattro modi operativi A, B, C, D (+ E)
- ~200 subcarriers
- Intervallo di guardia dipendente dal modo selezionato: 2.66ms (modo A), 5.33ms (modo B e C), 7.33ms (modo D), (0.25ms modo E)
- Costellazione dati selezionabile: 64 QAM o 16 QAM. SDC e FAC trasmessi 4 QAM
- Interleaving selezionabile:
 - 2.4s per le HF
 - 0.8s per LF and MF
- Possibilità di operare in SFN

Fino a quattro servizi audio / dati segnalabili, audio codificato MPEG 4 AAC con Coderate selezionabile (tipicamente utilizzato 0.62)

Main Service Channel: capacità variabile da «qualche» a «qualche decina» di kbps a seconda della configurazione scelta (6~32kbps).

Possibilità di funzionalità «Emergency Warning»

Caratteristiche tipiche

Sistema DRM - ETSI EN 201 980 v4.1.1(unico raccomandato per le HF)

Table 1: Robustness mode uses

Robustness mode	Typical propagation conditions
A	Gaussian channels, with minor fading
B	Time and frequency selective channels, with longer delay spread
C	As robustness mode B, but with higher Doppler spread
D	As robustness mode B, but with severe delay and Doppler spread
E	Time and frequency selective channels

Parametri tipici di pianificazione

Rec. ITU-R BS.1615 *"Planning parameters" for digital sound broadcasting at frequencies below 30 MHz.*

Range of minimum usable field strengths (dB(μ V/m)) to achieve BER of 1×10^{-4} for DRM robustness mode B with spectrum occupancy types 1 or 3 (5 or 10 kHz) dependent on protection level and modulation scheme for the HF frequency band

Modulation scheme	Protection level No.	Average code rate	Robustness mode/spectrum occupancy type	
			B/1 (5 kHz)	B/3 (10 kHz)
16-QAM	0	0.5	29.3-36.9	29.2-36.6
	1	0.62	32.6-39.7	32.3-39.4
64-QAM	0	0.5	35.2-42.4	34.7-41.9
	1	0.6	37.8-44.5	37.3-44

Efficienza del trasmettitore

Molto dipende da come è concepito

- ❑ Nelle macchine più datate il finale viene linearizzato pertanto l'efficienza precipita a valori prossimi al 20%
- ❑ Nelle macchine più moderne, concepite per lavorare anche in digitale può raggiungere il 75%

Riferimenti

- Rec. BS.1348 Service requirements for digital sound broadcasting at frequencies below 30 MHz.
- Rec. BS.1514 System for digital sound broadcasting in the broadcasting bands below 30 MHz.
- Rec. BS.1615 "Planning parameters" for digital sound broadcasting at frequencies below 30 MHz.
- Rec. F.1821 Characteristics of advanced digital High Frequency radiocommunication systems in the fixed and mobile service.
- Rec. M.2058 Characteristics of HF digital system, referred to as navigational data for broadcasting maritime safety and security related information from shore-to-ship in the maritime mobile service.
- Rep. BS.2384 Implementation considerations for the introduction and transition to digital terrestrial sound and multimedia broadcasting.
- Rep. BS.2503 In-band, on-channel digital sound (System C) transmission systems: Considerations for operational installations
- ITU-R HF handbook (attualmente in revisione).
- ETSI EN 201 980 v4.1.1
- C. Watterson; J. Juroshek; W. Bensema "Experimental Confirmation of an HF Channel Model"; IEEE Transactions on Communication Technology (Volume: 18, Issue: 6, December 1970)

Grazie!
