

TX DIGITALE DAB

Il DAB (Digital Audio Broadcasting) è stato introdotto in Europa negli anni '90 come standard digitale per la radiofonia, con l'obiettivo di **modernizzare il settore, liberare frequenze e favorire l'industria elettronica**. La sua adozione è stata sostenuta da politiche comunitarie e da interessi economici legati alla produzione di apparati RF e infrastrutture radianti.

In Italia, la rete DAB ha avuto uno sviluppo lento e frammentato, tanto che la copertura nazionale è arrivata tardi, mentre le reti mobili (UMTS, LTE, 5G) già garantivano la distribuzione di contenuti audio in streaming senza i limiti di propagazione tipici del DAB.

- La scelta del DAB è stata **politico-industriale**, pensata per dare slancio al settore radiotelevisivo e alle aziende produttrici di apparati.
- La concorrenza delle reti mobili hanno ridotto il suo impatto.
- Oggi, il DAB resta uno standard europeo, ma la sua diffusione è percepita come **meno necessaria** rispetto alle possibilità offerte da streaming via 4G/5G.

La Banda Terza

- **Frequenze usate:**
 - Banda VHF-III: 174–240 MHz (la più diffusa in Europa).
 - Banda L: 1452–1492 MHz (oggi poco utilizzata).
- **Canali:** suddivisi in blocchi (12A, 12B, 12C...), ciascuno con larghezza di 1,536 MHz.

Antenne per DAB

- **Tipologia:**
 - Verticali (dipoli, monopoli) → polarizzazione verticale.
 - Yagi o log-periodiche → ricezione direzionale.
- **Differenze con FM:**
 - FM: lunghezza d'onda $\approx 1,5$ m.
 - DAB: lunghezza d'onda $\approx 1,25$ m.
 - Le antenne FM non sono ottimizzate per DAB.

Propagazione e copertura

- **FM (88–108 MHz):** più robusta, sfrutta riflessioni e diffrazioni.
- **DAB (174–240 MHz):** più "ottica", richiede visibilità diretta.
- **Problemi pratici:** gallerie e promontori ostacolano la ricezione; i ripetitori DAB dovrebbero essere più diffusi, ma spesso sono semplicemente affiancati a quelli FM.

Confronto tra eccitatori FM analogici e digitali

Caratteristica	Sistemi Analogici	Sistemi Digitali	Dettaglio tecnico aggiuntivo
Stabilità di frequenza	Dipende da AFC; sensibili a temperatura, età componenti, deriva	Molto stabile; PLL e DDS mantengono la frequenza senza AFC	Gli analogici richiedono correzioni continue; i digitali hanno stabilità determinata dal clock di riferimento
Risposta in frequenza	Limitata; possibili attenuazioni e distorsioni alle basse frequenze	Estesa fino a DC; risposta lineare e fedele	Gli analogici soffrono di limiti fisici dei componenti; i digitali dipendono solo dal campionamento
Distorsione	Sempre presente (non-linearità, rumore termico, drift)	Molto bassa; distorsione quasi nulla	La distorsione analogica cresce con l'età dei componenti; nei digitali è legata alla quantizzazione
Tilt / Bounce	Possibili, soprattutto in presenza di variazioni rapide	Assenti	Il tilt è tipico dei filtri analogici; nei digitali la forma d'onda resta stabile
Transitori	AFC migliora ma non elimina overshoot e ritardi	Risposta eccellente, tempi di assestamento minimi	I digitali hanno tempi di lock molto rapidi grazie ai PLL moderni
Tecnologia	Oscillatore LC, VCO, quarzi con AFC	Sintesi digitale (PLL, DDS, FPGA)	I digitali permettono programmabilità, memorie, preset, controllo remoto
Rumore di fase	Può essere elevato, dipende dalla qualità del VCO	Molto basso nei sistemi moderni	Il rumore di fase è critico in FM: i digitali offrono un vantaggio netto
Deriva termica	Elevata; richiede compensazione	Minima; compensata dal clock	Gli analogici cambiano comportamento con la temperatura

Deriva termica	Elevata; richiede compensazione	Minima; compensata dal clock	Gli analogici cambiano comportamento con la temperatura
Ripetibilità	Scarsa: ogni esemplare è leggermente diverso	Totale: ogni unità replica esattamente il comportamento	Fondamentale per reti SFN o sistemi sincronizzati
Manutenzione	Necessaria (tarature, sostituzione componenti)	Quasi nulla	I digitali riducono drasticamente i costi operativi
Costo iniziale	Più basso	Più alto	Ma il TCO (costo totale di esercizio) è inferiore nei digitali
Flessibilità	Limitata	Altissima (preset, memorie, controllo software)	I digitali permettono aggiornamenti firmware e nuove funzioni
Immunità ai disturbi	Media	Alta	I digitali sono meno sensibili a variazioni di alimentazione e interferenze
Linearità	Dipende dalla qualità dei componenti	Perfetta entro i limiti del sistema	La linearità digitale è matematica, non fisica

Gli oscillatori analogici offrono un comportamento naturale ma intrinsecamente instabile: la frequenza dipende da componenti fisici soggetti a deriva, temperatura e invecchiamento. La distorsione è sempre presente e i transistori non sono mai perfetti, anche con AFC avanzati.

I sistemi digitali, al contrario, garantiscono stabilità assoluta, risposta estesa fino a DC, distorsione quasi nulla e totale ripetibilità del comportamento. La sintesi digitale consente programmabilità, memorie, controllo remoto e manutenzione quasi nulla, rendendola la scelta dominante nelle apparecchiature moderne.

BROADCASTING DAB+ VS ANALOGICO

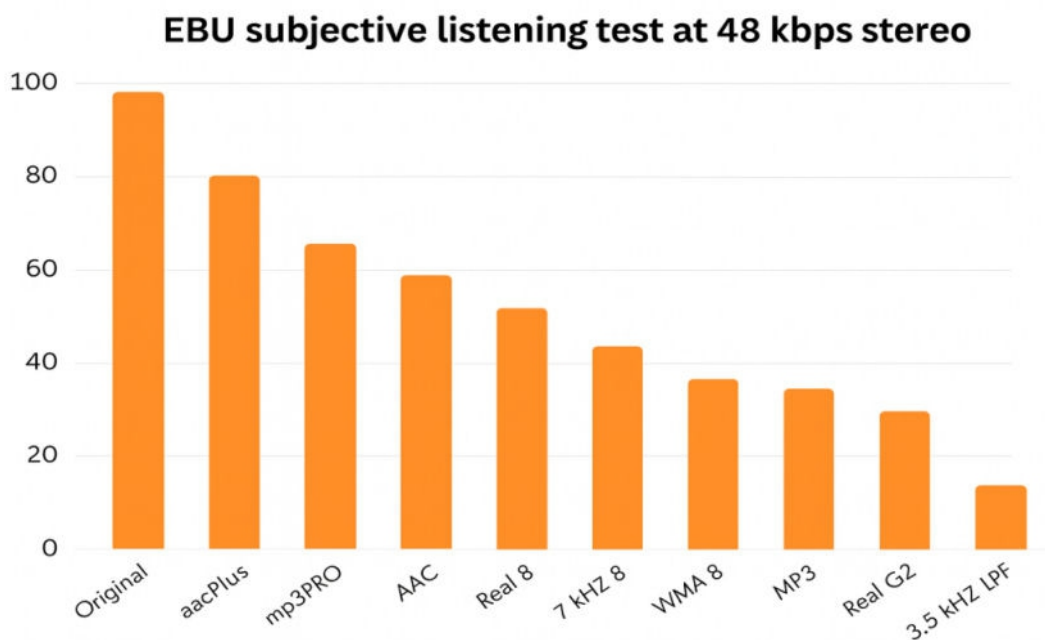
Il **DAB+** è certamente più efficiente della trasmissione analogica. Nella stessa larghezza di banda possono transitare fino a 20 canali o informazioni.

Varrà la pena considerarne i diversi utilizzi che determineranno la fine della radiofonia per come oggi la conosciamo.

Tuttavia, la qualità del suono può essere notevolmente inferiore se il bit-rate o il codec di trasmissione non sono sufficienti.

Se transita un segnale di qualità «citofonica» avremo un citofono digitale. Vale lo stesso discorso dei primi lettori cd a 1 bit che in fase embrionale suonavano peggio dei dischi.

Per valutare attentamente la capacità di «transito» del segnale digitale, dobbiamo considerare i codec utilizzati; per fare un esempio, inizialmente sul Dab transitavano segnali mpeg ormai desueti che sappiamo funzionare bene solo al di sopra i 128 kbit/s.



Lo standard **DAB+** adotta un algoritmo di compressione denominato HE-AAC (High Efficiency Advanced Audio Codec, o AAC+), indubbiamente più performante e leggero dei precedenti e si rifà al codice di correzione Reed-Solomon, il quale, per parlare come mangiamo, si equivale alla preenfasi analogica di un tempo (fatemela passare).

Attualmente, la maggior parte delle stazioni trasmette in AAC+ a 64/48 kbit/ bitrate, certamente sufficienti ma ancora lontani dal «suono perfetto» di cui parlano da sempre gli spot relativi alla «digital radio».

Inoltre, stando alla mia esperienza, ancora non esiste un processore audio tarato esclusivamente per la radio digitale e anche prelevando dal processore audio il segnale dalle AES/EBU (IEC 60958 Type1), questo sarà predisposto per un taglio a 15Khz (limite elettrico codec mpx).

Il risultato è che in digitale transita lo stesso, identico segnale audio utilizzato per l'analogico.

Se la trasmissione non utilizza una compressione lossy eccessiva, ha " o avrebbe" il potenziale per offrire al consumatore la massima qualità soggettiva e richiede quindi la massima cura nel mantenere la qualità audio nell'impianto di trasmissione.

Questo perché il DAB non utilizza pre-enfasi e possiede un rapporto segnale/rumore molto elevato, essenzialmente non influenzato dalle condizioni di ricezione.

I benefici di un impianto completamente digitale, che utilizza una compressione lossy minima (o assente) prima della trasmissione, risultano particolarmente evidenti nei servizi DAB/HD Radio e Netcast

Spostando l'attenzione sui ricevitori (car audio e smart phone), l'orientamento ormai consolidato è quello di contenere la risposta in frequenza per via della progressiva miniaturizzazione delle casse acustiche.

A tal proposito, ricordo che da una ventina di anni ormai sulle registrazioni musicali, la «cassa» non è più tarata sui 60Hz ma parte da 80Hz e il taglio delle alte frequenze (inizialmente indotto dai codificatori stereo), oggi è diventato uno standard.

Pertanto quando sarà disponibile un file audio lineare con risposta in frequenza 50/20.000 Hz, dovremmo capire come riceverlo e riprodurlo, dato che oggi non è possibile.

Sono certo che la maggior parte degli ascoltatori sotto i 25 anni non abbia mai ascoltato una canzone con più di 3 dB di gamma dinamica.

Siamo ormai all'onda quadra. Per molti versi e nello stato attuale delle cose la "purezza" del suono digitale via radio è una «**papocchia**» messa in giro dai tecnici dell'alta frequenza nel tentativo di vendere qualche impianto in Vhf. banda terza.

Alla fine certamente prevarrà il **Dab+** a **96 kbit/s**. ma a quel punto i sistemi 5g avranno superato gli attuali problemi della distribuzione del segnale e saremo costretti, ancora, a cambiare autoradio.

Qualità Elettronica Superiore

DAB e HD Radio richiedono la massima qualità possibile, perché:

- non usano pre-enfasi,
- hanno S/N molto elevato,
- non sono influenzati dalle condizioni di ricezione.

