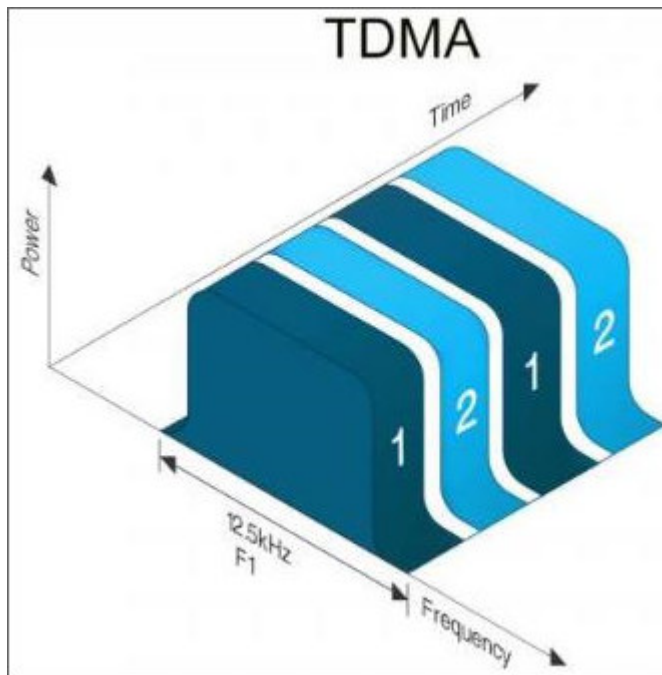


# Capire il DMR in breve...

**IW2BSF - Rodolfo Parisio**

Il DMR (**Digital Mobile Radio**) è una tecnologia digitale che impiega un tipo di emissione basata sull'accesso al canale di tipo **TDMA (Time Division Multiple Access)**, realizzando la trasmissione di due canali logici contenenti la voce o i dati e definiti Time Slots, proprio perché funzioni del tempo.



unica frequenza ma divisa in **2 slot**

La portante su cui avviene la modulazione del segnale digitale è costituita da un segnale con una larghezza di banda adeguata alla [canalizzazione a 12.5KHz](#), come mostrato nella figura sopra.

Il protocollo DMR consente la generazione di un sincronismo che consenta la creazione di questi due Time Slots, ovvero che consente di intervallare l'invio del segnale tra uno slot e l'altro.

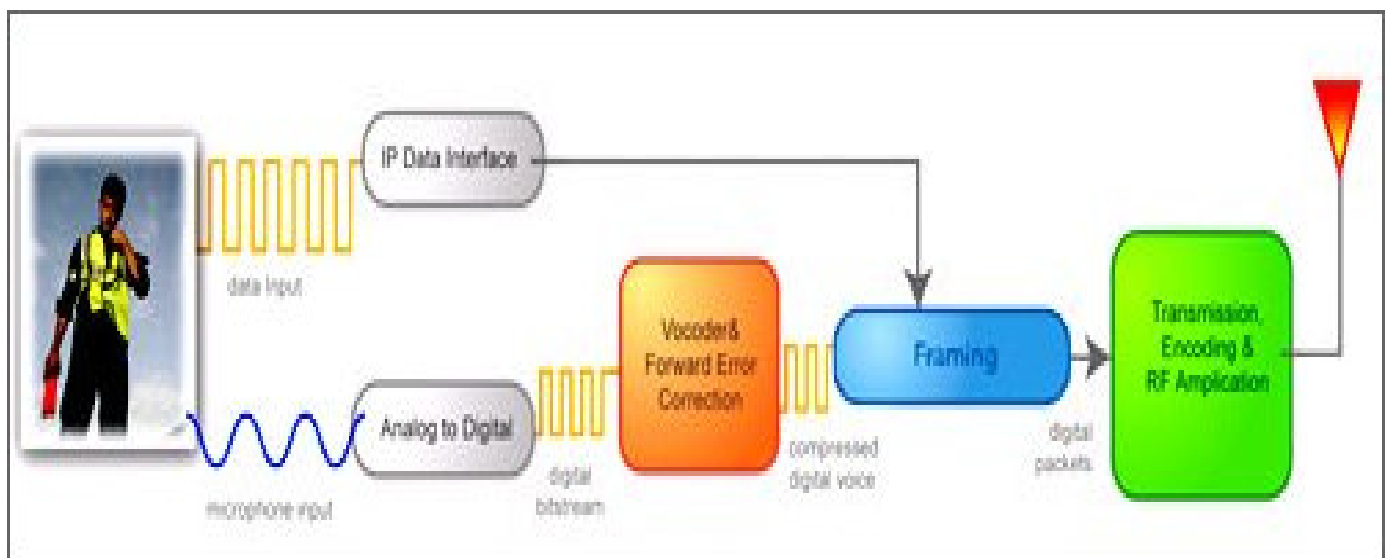
Ognuno dei due Time Slots è completamente indipendente dall'altro, dal momento che avviene secondo un ordine temporale successivo.

Infatti il **segnale vocale** trasmesso su un determinato slot, dopo essere stato **codificato in digitale e compresso** per poter essere trasmesso sul canale radio a 12.5KHz, viene pacchettizzato in modo che possa essere trasmesso secondo lo schema dei due Time Slots, alternando così le due comunicazioni nel dominio del tempo.

Pertanto se **due utenti A e B** operassero contemporaneamente sullo stesso ponte (pertanto sulla stessa frequenza) e decidessero sugli Slot da usare, per esempio **A di operare sullo Slot1 e B sullo Slot2**, il ripetitore generando il segnale di sincronismo per accedere al canale radio, permetterebbe al segnale di A di viaggiare in contemporanea al segnale di B, grazie al fatto che la serializzazione di invio dei due segnali (A e B) **sarebbe cadenzata ogni 27.5ms** senza che i due utilizzatori possano rendersi conto che la propria trasmissione è spezzettata ogni 27.5ms, in modo da offrire anche all'altro utente la possibilità di trasmettere.

In questo modo, pur partendo da un canale a 12.5KHz di canalizzazione, si arriverebbe a poter gestire **due comunicazioni simultanee completamente indipendenti tra loro**.

ecco come funziona a bocchi:



## 1. Conversione da analogico a digitale

Il segnale vocale viene convertito da forma d'onda acustica in forma d'onda elettrica analogica. Questa forma d'onda vocale è quindi **campionata da un convertitore analogico / digitale**. In una tipica applicazione radio, un **campione a 16 bit è prelevato ogni 8kHz**, questo produce un bitstream digitale che contiene un numero d'informazioni eccessivo da inviare su un canale radio a 12.5kHz. Quindi si rende necessaria una compressione dei dati.

## 2. Vocoder e correzione di errori Forward Error Correction (FEC)

La **funzione di Vocoding (codifica della Voce)** comprime la comunicazione vocale in parti e ne esegue una codifica con un ridotto numero di bit, riducendo notevolmente il rumore di fondo. Il Vocoding comprime il bitstream della voce per adattarla alla banda stretta equivalente del canale radio. Il vocoder adottato è **AMBE +2, che è stato sviluppato dalla Digital Voice System, Inc (DVSI)**, leader nel settore vocoding.

Oltre al processo di vocoding, si applica anche la **correzione di errore “Forward Error Correction” (FEC)**. FEC è una tecnica matematica di checksum che permette al ricevitore di correggere errori che possono essersi verificati in caso di interruzione del canale a radiofrequenza (RF). In questo modo si elimina il rumore che può falsare un segnale analogico e di confronto consente più coerenti prestazioni audio in tutta la zona di copertura.

Il processo di vocoding è progettato per **fornire ottima qualità audio con un ridotto numero di bit.**

Alcuni ascoltatori potranno quindi trovare il risultato di alcuni toni audio in qualità digitale, a volte differente da quanto atteso da precedenti esperienze con tecnologia analogica (leggi voce diversa e meno fedele). Siccome il processo di vocoding è **orientato alla riproduzione del parlato umano**, altri suoni quali musica e toni, non sono riprodotti fedelmente.

Le prestazioni avanzate di vocoding nel DMR includono **una riduzione del rumore di fondo.**

Riguardo quanto si sta sviluppando nell'ambito delle trasmissioni radio, solo la voce è riprodotta nella radio ricevente. Il rumore di fondo, quale il rumore veicolare, rumore del vento ed il rumore del traffico, **non viene ricostruito.**

Questo è un vantaggio chiave della soluzione voce del DMR rispetto alla tecnologia analogica, perché ambienti rumorosi quali industrie, magazzini, aree ventose non degradano significativamente l'intelligibilità della comunicazione.

### 3. Formattazione (Framing)

In questa fase la voce soggetta a Vocoding è formattata per la **trasmissione richiesta dal protocollo DMR in pacchetti (come il group ID, PTT ID, tipo di chiamata, ecc).**

Questi pacchetti sono costituiti da un tipo di struttura contenente una intestazione ed una parte successiva. **L'intestazione** contiene la chiamata di controllo, l'ID dell'informazione e la **parte restante** contiene la voce decodificata. L'informazione di testa si ripete periodicamente nel corso della trasmissione, migliorando così l'affidabilità delle informazioni di segnalazione e consentendo ad una radio che si mette in ricezione di aderire ad una chiamata che potrebbe essere già in corso - si fa riferimento a questa funzione come "Late entry".

### 4. Trasmissione TDMA

Infine, il segnale è codificato con una **trasmissione a modulazione di frequenza (FM).**

( **7K60FXE** in **4 FSK** )

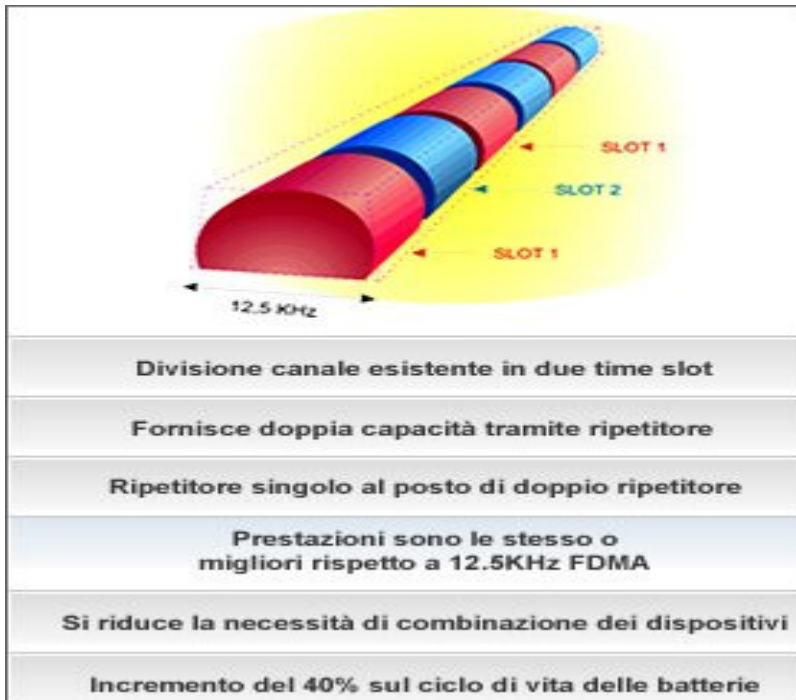
I bit contenuti nei pacchetti in digitale vengono codificati come simboli che rappresentano l'ampiezza e la fase della portante modulata in frequenza, il segnale viene amplificato, quindi trasmesso.

**In TDMA (Time Division Multiple Access) si organizza un canale in 2 fasi temporali distinte:**

- un dato del trasmettitore radio è attivo solo per brevi istanti (cosa che prolunga la durata della batteria dei terminali portatili). Trasmettendo su time slot con alternanza di banda, due chiamate possono condividere lo stesso canale allo stesso tempo, senza interferire gli uni con gli altri (raddoppiando l'efficienza dello spettro). Utilizzando TDMA, la radio trasmette solo durante il suo time slot (vale a dire che esso trasmette un burst di informazioni, quindi attende, poi trasmette la successiva porzione di informazioni).

**Incremento di capacità su una canalizzazione 12.5KHZ**

L'architettura utilizzata dal DMR divide il canale in 2 time slots alternati, **creando così due canali logici su un unico canale fisico 12.5kHz.**



Ogni chiamata vocale utilizza solo uno di questi canali logici e ogni utente accede ad un time slot come se si trattasse di un canale indipendente.

**La radio in trasmissione** trasmette informazioni solo durante il suo slot selezionato, e sarà inattivo durante lo slot alternato.

**La radio in ricezione** osserva le trasmissioni in entrambi i time slot, basandosi sulla segnalazione di informazioni incluse in ogni time slot per determinare quale è stata chiamata e quale destinata a ricevere.

Per confronto, la radio analogica opera sul concetto di Frequency Division Multiple Access (FDMA). In FDMA, ogni terminale radio trasmette continuamente su un determinato canale, e la radio di ricezione riceve le trasmissioni tramite accordo sulla portante alla frequenza desiderata.

## Incremento di Capacità

La tecnica TDMA quindi offre un metodo per la realizzazione di canalizzazione equivalente 6.25kHz

impiegando ripetitori a banda 12.5kHz, che si rivela un grande vantaggio in termini di licenza per gli utenti. Inoltre questa tecnica preserva le ben note caratteristiche e prestazione RF della canalizzazione a 12,5 kHz. **Dal punto di vista fisico il segnale che occupa due slot TDMA a 12.5kHz** si propaga essenzialmente allo stesso modo in cui oggi opera la canalizzazione 12.5kHz con tecnologia analogica.

## Riduzione infrastruttura di rete

Con l'aggiunta dei vantaggi della tecnologia digitale basata su radio TDMA, il sistema radio può funzionare con un solo ripetitore a singolo canale e fornire il doppio della capacità di traffico, offrendo inoltre una copertura RF con prestazioni equivalenti o migliori rispetto all'odierna tecnologia radio analogica.

## Riduzione infrastruttura di rete

Flessibilità di sistema TDMA

La logica di canali attivati da due slot TDMA, può potenzialmente essere utilizzata per una varietà di scopi. Molte organizzazioni che hanno adottato il DMR, si sono dirette verso l'implementazione di sistemi nel modo seguente:

Utilizzo di entrambi i canali per comunicazione vocale.

Utilizzo di entrambi i canali come trasmissione dati.

Utilizzo di un canale per trasmissione voce ed un canale per trasmissione dati.

## Configurazioni in modalità ripetitore e diretta

Nei sistemi di radiocomunicazione basati su ripetitore, un percorso vocale richiede una coppia di canali: **uno di trasmissione ed uno di ricezione.**

Quando opera in modalità ripetitore digitale, utilizza una coppia di frequenze configurate su canalizzazione in banda 12.5kHz. Tramite l'uso di tecnica a suddivisione di tempo TDMA e sincronizzazione fornita dal ripetitore, divide ciascun canale in due timeslot indipendenti.

Questi due canali logici (due timeslot) **possono trasmettere e ricevere indipendentemente uno dall'altro** ( quindi 2 QSO diversi su un'unica frequenza radio ).

In modalità di trasmissione diretta, funzioni di ricezione e trasmissione sono entrambe portate dal medesimo canale fisico (frequenza di trasmissione e ricezione sono le medesime):

Su un singolo canale fisico in tale banda, un sistema in digitale supporta un solo percorso voce (o dati) alla volta.

Senza ripetitore, la sequenza dei timeslot sulle radio non è coordinata, pertanto solo una radio alla volta può trasmettere al fine di garantire che la trasmissione non si sovrapponga.

## Qualità audio digitale e prestazioni di copertura

La differenza essenziale tra la tecnologia analogica e quella digitale riguarda le modalità di **degradazione della qualità audio nella regione di copertura della rete.**

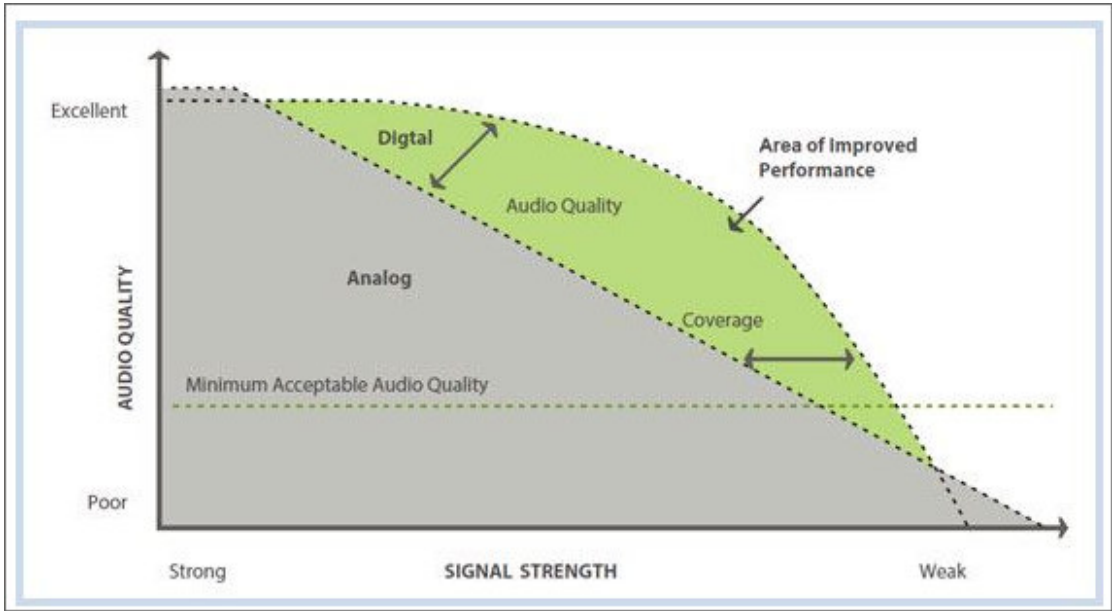
**L'audio analogico** degrada linearmente attraverso la regione di copertura radio, mentre la **qualità audio digitale** si mantiene più consistente ed uniforme in tutta l'area di copertura.

La ragione principale di questa differenza nella degradazione audio è dovuta all'**impiego della codifica di correzione d'errore (FEC) utilizzata nella tecnica di radio trasmissione digitale,** che può fornire contenuti audio e dati virtualmente privi di perdita su area di gran lunga maggiore.

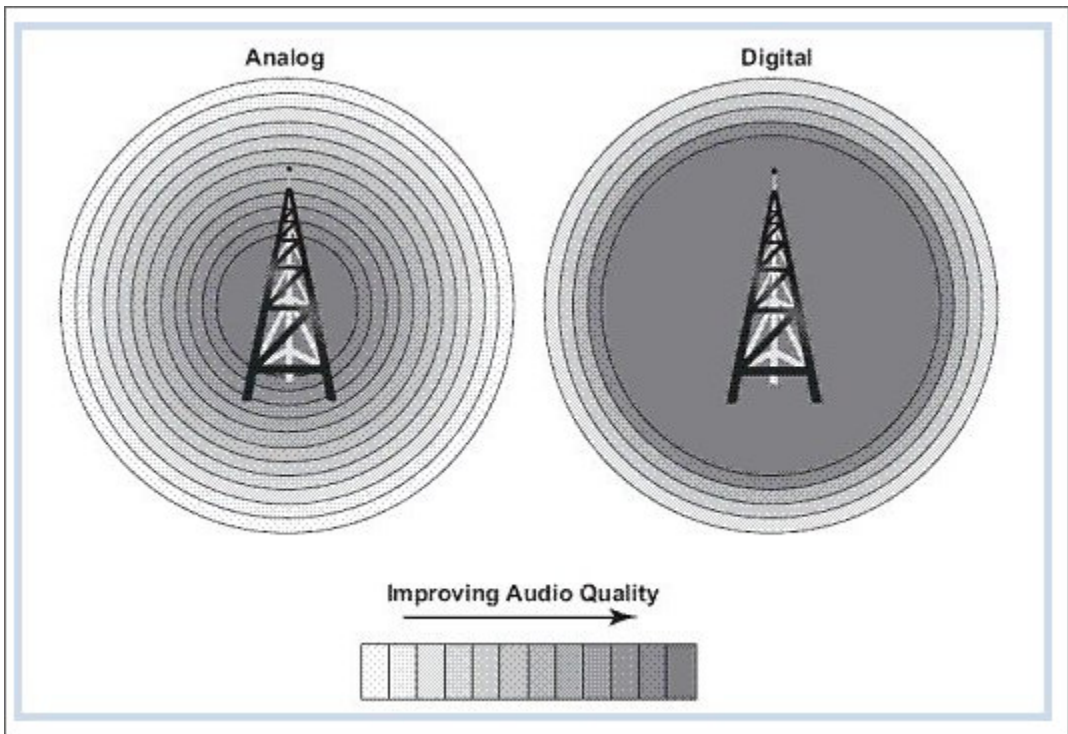
Di seguito si illustra graficamente la relazione di qualità audio, in relazione alla distanza di copertura. Si noti che:

**Il segnale digitale** aumenta l'effettiva area di copertura se si considera il minimo livello di qualità audio accettabile

**Il segnale digitale** migliora la qualità e la consistenza dell'audio sulla effettiva area di copertura



Quando si confronta un sito analogico con un sito DMR, la regione relativa di copertura con paragonabile qualità audio è illustrata nella figura seguente.





## Attese dell'utente sulle prestazioni audio digitali

Ci sono molte differenze tra il comportamento del segnale audio digitale e la percezione che si ha con la classica tecnologia analogica. L'esperienza degli utenti in riguardo alla tecnologia audio digitale è la seguente:

Mentre il **segnale analogico** degrada lentamente come il ricevitore si allontana dal trasmettitore, il **segnale digitale commuta più bruscamente da segnale "buono" a mancanza di segnale**. In altre parole, proprio prima della zona di fine copertura, l'audio digitale è ancora chiaro e intelleggibile, mentre nella stessa condizione l'audio analogico ha un eccessivo rumore di fondo e qrm.

## Radio in dPMR e NXDN

Anche in questo caso si parla di protocolli OPEN, accessibili a tutti i costruttori che vogliono implementarli; alcuni seguono gli **standard Europei ETSI**, mentre altri si limitano agli **standard americani definiti dalla FCC**.

Se consideriamo la Common Air Interface definita da questi 3 sistemi, essi **condividono tutti l'uso della modulazione 4FSK**, per inviare un segnale di 4800 bps nel caso dPMR e NXDN, con un'occupazione del canale diversa tra loro:

- il **DMR** adotta la trasmissione a **12.5 KHz** (conforme alle raccomandazioni della FCC), mentre entrambi **dPMR e NXDN** adottano la trasmissione a banda ancora più stretta di **6.25 KHz** come in D-STAR.

Pertanto già individuiamo una diversa specifica che vede i 3 protocolli raggruppabili diversamente: il DMR da una parte e dPMR e NXDN dall'altra.

Il **DMR** adotta la tecnica di accesso al canale condiviso RF definita come **TDMA** (Time Division Multiple Access), mentre entrambi **dPMR e NXDN** adottano la tecnica **FDMA** (Frequency Division Multiple Access).

**Mentre TUTTI i sistemi** per trasmettere un segnale che possa essere compreso in una larghezza di banda da canalizzazione a 12.5 KHz (DMR) o 6.25 KHz (dPMR e NXDN) adottano un **VOCODER** sempre della DVSI, ma questa volta in versione più recente e performante rispetto quello usato in D-STAR, ovvero **l'AMBE+2**.

In altro articolo tratto delle differenze tra **DMR , D-Star e D4FM** della Yaesu .

**IW2BSF - Rodolfo Parisio**