

Trasmissioni digitali utilizzate  
in ambito fonìa e dati nel  
campo radio amatoriale  
DMR  
aggiornato al 25 maggio 2022

Relatore: ing Alessio Minin  
IV3GDE & K3GDE

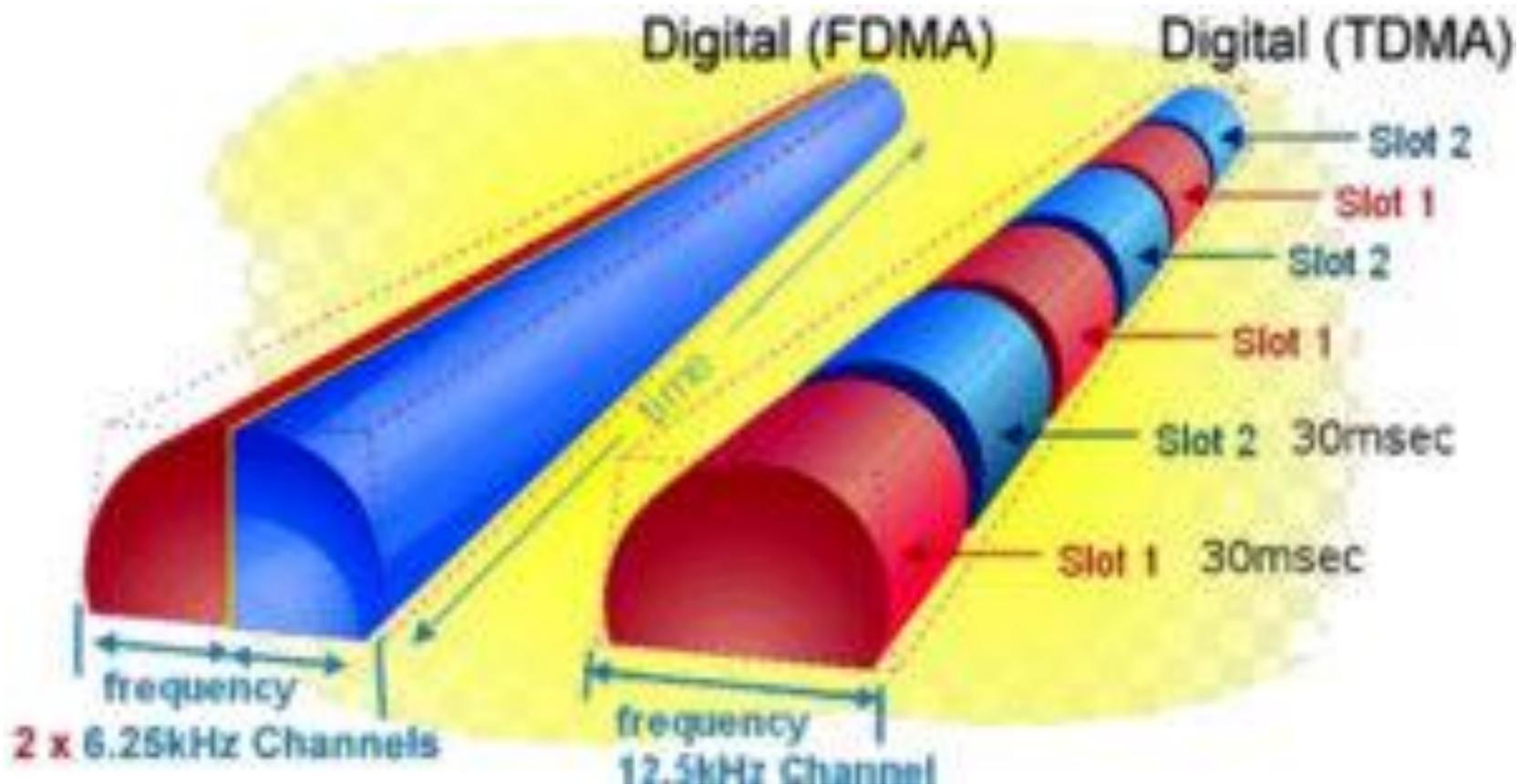
# Digital Mobile Radio

## Storia

- Il DMR nasce nel 2005 come sistema per comunicazioni digitali destinato all'uso civile/professionale.
- E' un protocollo pubblico e open del quale si fa subito promotore Motorola sviluppando e costruendogli attorno il suo sistema proprietario MOTOTRBO.
- Nel 2010 un gruppo di radioamatori americani, legati all'ambiente radio professionale, si riunisce per realizzare il primo network amatoriale DMR, il DMR-MARC (*Motorola Amateur Radio Club Worldwide Network*): questo fù l'inizio del divulgarsi di questo nuovo sistema in tutto l'ambiente *ham radio* mondiale.

# Funzionamento

- Il DMR è un sistema che sfrutta il concetto di TDMA (*Time Division Multiple Access*).
- Un canale a 12.5 KHz può portare 2 canali digitali senza dividere la banda in 2 sottocanali a 6.25 KHz, ma trasmettendo in modo alternato i 2 canali per 30ms l'uno.
- In questo modo abbiamo 2 *Slot* che possono portare contemporaneamente voce/voce voce/dati dati/dati in modo completamente autonomo e indipendente.



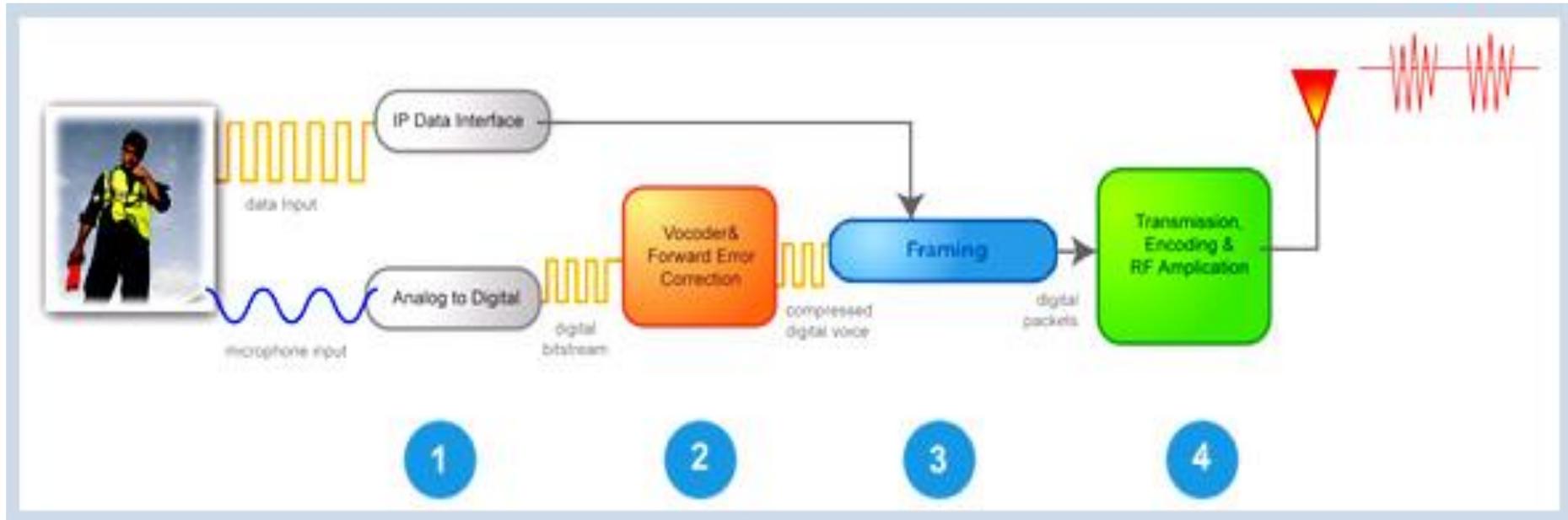
Dstar : FDMA

DMR : TDMA con 2 slot

TETRA : TDMA con 4 slot

- Le comunicazioni possono avvenire in diretta o via ripetitore, ma è attraverso quest'ultimo che si possono apprezzare i vantaggi di questo ottimo sistema digitale.
- I ripetitori oltre a ricevere e a ritrasmettere quanto ricevono via RF sono anche dei *gateway* verso il network sfruttando una connessione Internet o Intranet (FVG).

# I principali processi del protocollo digitale DMR



## 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 consente prestazioni audio più coerenti in tutta la zona di copertura.

### 3. Formattazione (Framing)

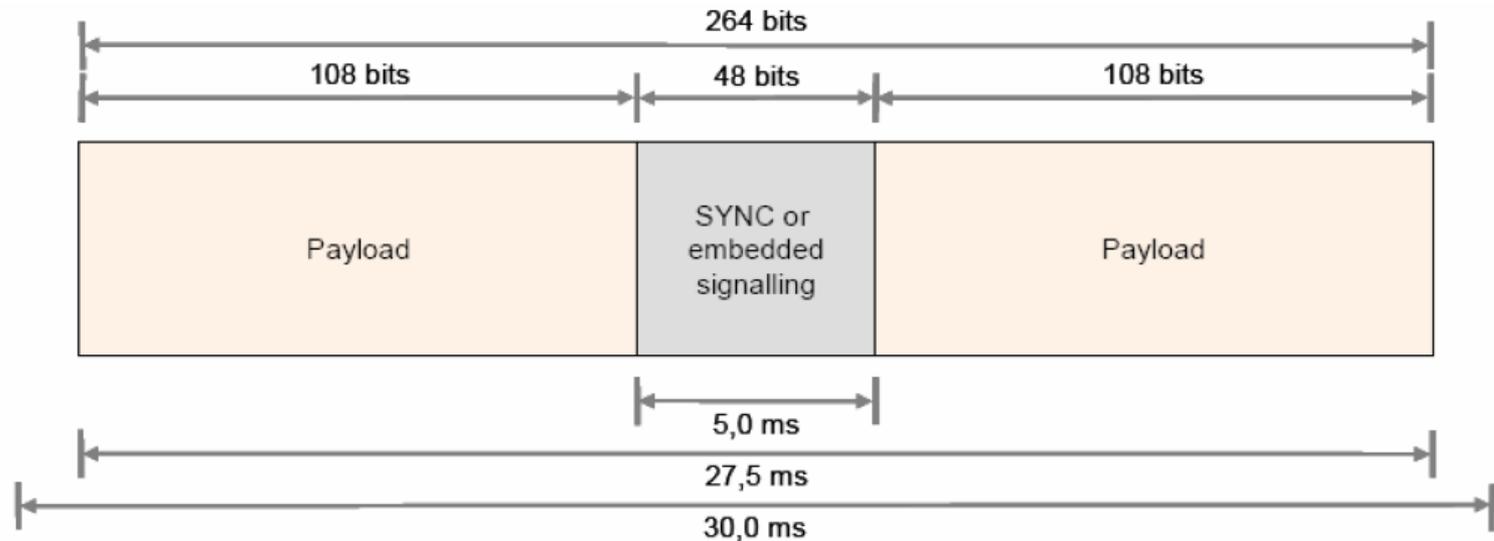
In questa fase la voce soggetta a Vocoding è formattata per la trasmissione richiesta dal protocollo DMR in pacchetti come:

- Color code
- Group ID
- PTT ID
- Tipo di chiamata.

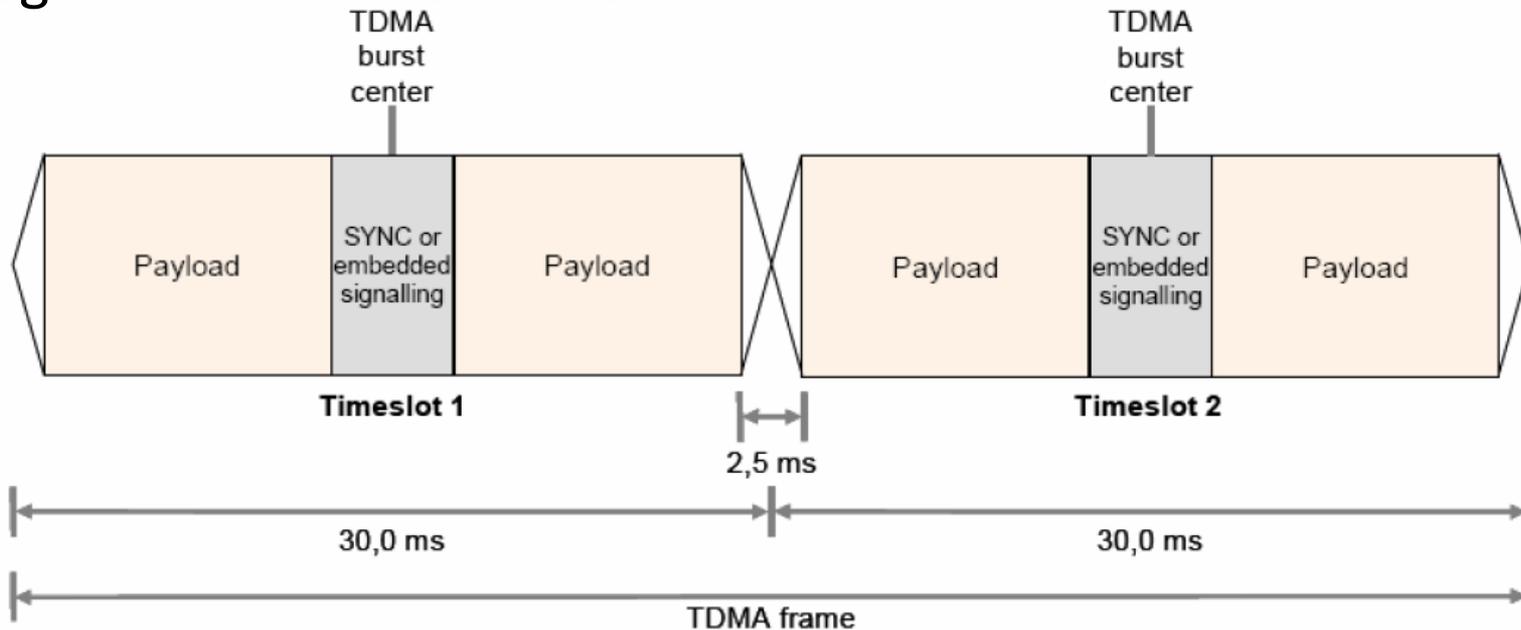
Questi pacchetti sono costituiti da un tipo di struttura contenente una intestazione ed una parte successiva. L'intestazione contiene la chiamata di controllo, l'ID dell'informazione e la parte restante contiene la voce decodificata. L'informazione di testa si ripete periodicamente nel corso della trasmissione, 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".

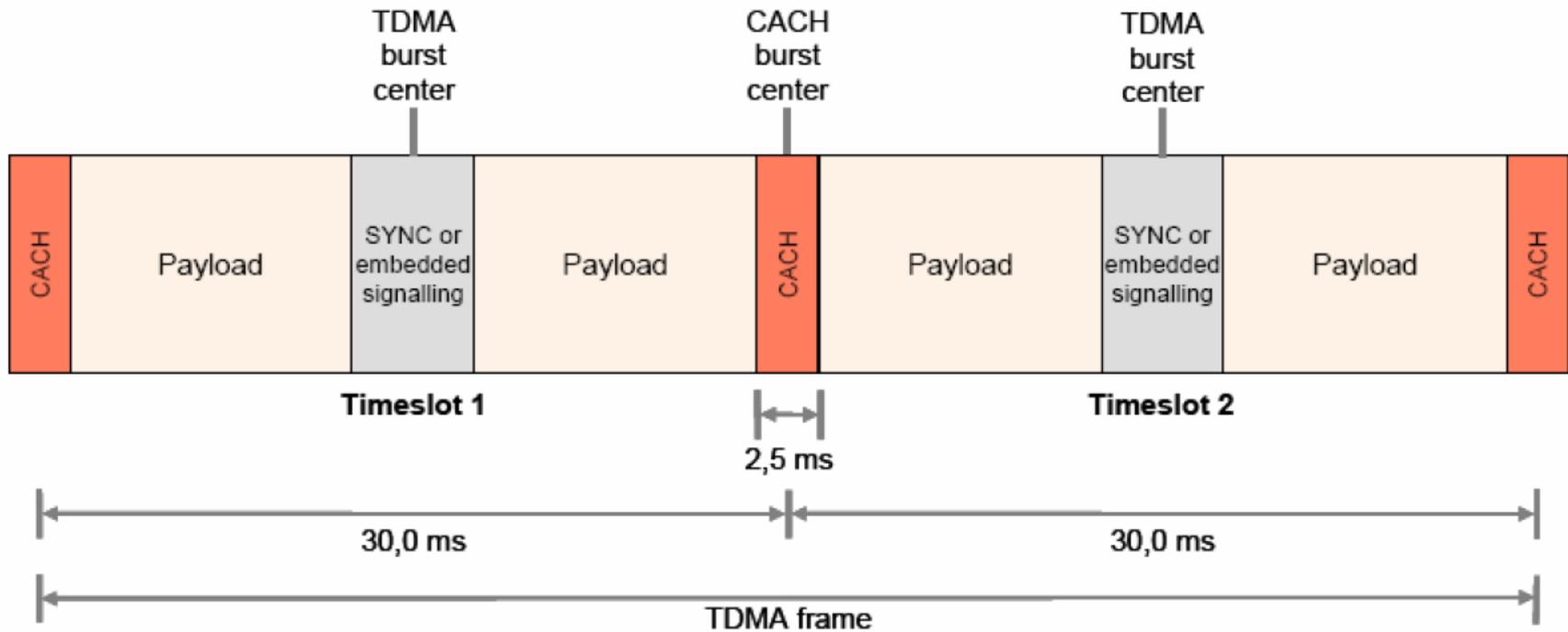
# Struttura Burst e frame DMR

La struttura del Burst consiste in campi pesati a 108 bit di Payload ed un campo di segnalazione di 48 bit (Sync). Ciascun Burst ha una durata di 30 ms di cui 27,5 ms sono dedicati al contenuto dei 264 bit (108 + 48 + 108) sufficienti per portare 60 ms di comunicazione voce compressa, utilizzando 216 bit di pesati.



- Sul canale in entrata, i 2,5 ms rimanenti sono utilizzati come tempo di guardia per i ritardi di propagazione.
- Sul canale di uscita i 2,5 ms sono utilizzati per la funzione di Catch (Common Announcement CHannel) che porta la numerazione, gli indicatori di accesso ai canali e le segnalazioni in bassa velocità.





## 4. Trasmissione TDMA

Infine, il segnale è codificato con una trasmissione a modulazione di frequenza (FM) con modulazione 4FSK, 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 capacità su 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.
- Una trasmissione radio 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.

La tecnica TDMA quindi offre un metodo per la realizzazione di canalizzazione equivalente 6.25kHz impiegando ripetitori a banda 12.5kHz. 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.

## **Infrastruttura di rete**

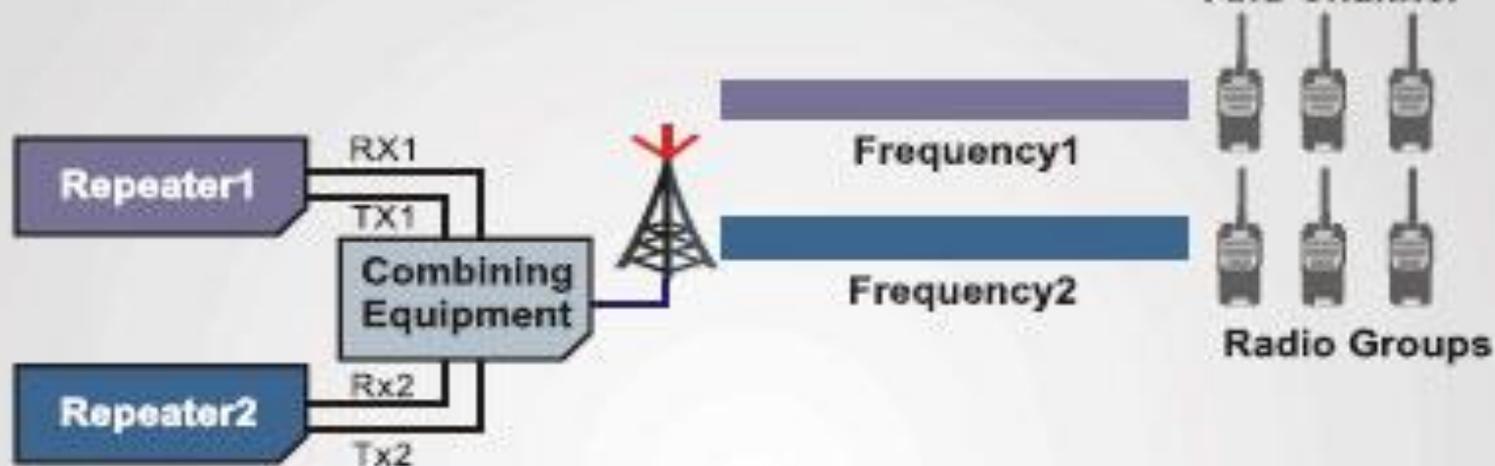
Con l'aggiunta dei vantaggi della tecnologia digitale basata su radio TDMA, il sistema radio può funzionare con un solo ripetitore a singolo canale e fornire il doppio della capacità di traffico, offrendo inoltre una copertura RF con prestazioni equivalenti o migliori rispetto all'odierna tecnologia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

### **Flessibilità di sistema TDMA**

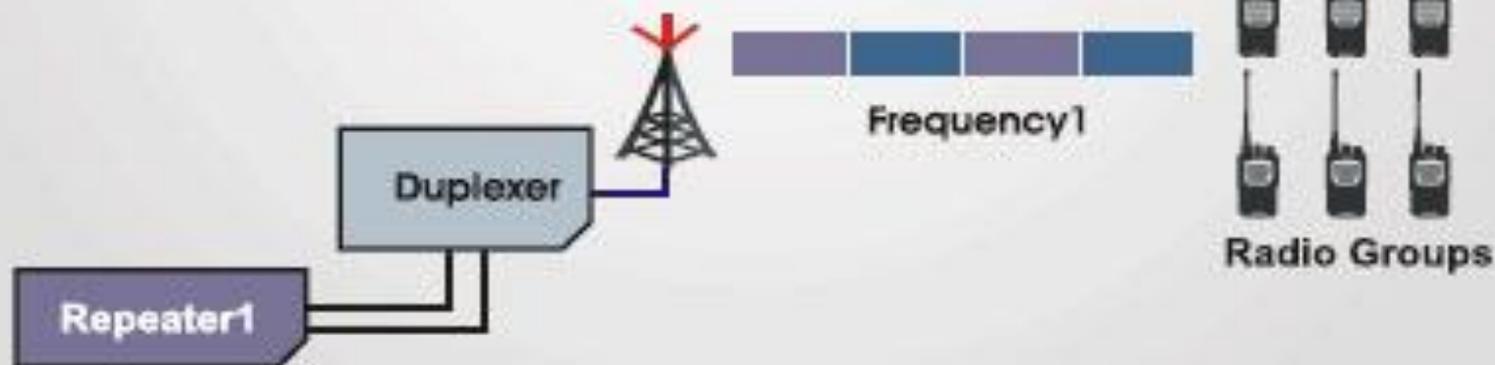
La logica di canali attivati da due slot TDMA, può potenzialmente essere utilizzata per una varietà di scopi. Molte organizzazioni che hanno adottato il DMR, si sono dirette verso l'implementazione di sistemi nel modo seguente:

- 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.

### Two-channel Analogue or Digital FDMA System



### Two-channel Digital TDMA System



# 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 analogico, opera in modalità simile alle esistenti tecniche analogiche, supportando un percorso voce (TX ed RX) su una coppia di canali fisici, e può essere configurato per operare su sistemi a canalizzazione in banda 12.5 kHz.

Quando opera in modalità ripetitore digitale, viene utilizzata 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, si divide ciascun canale in due timeslot indipendenti. Questi due canali logici (timeslot) possono trasmettere e ricevere indipendentemente uno dall'altro.

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 un sistema 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.

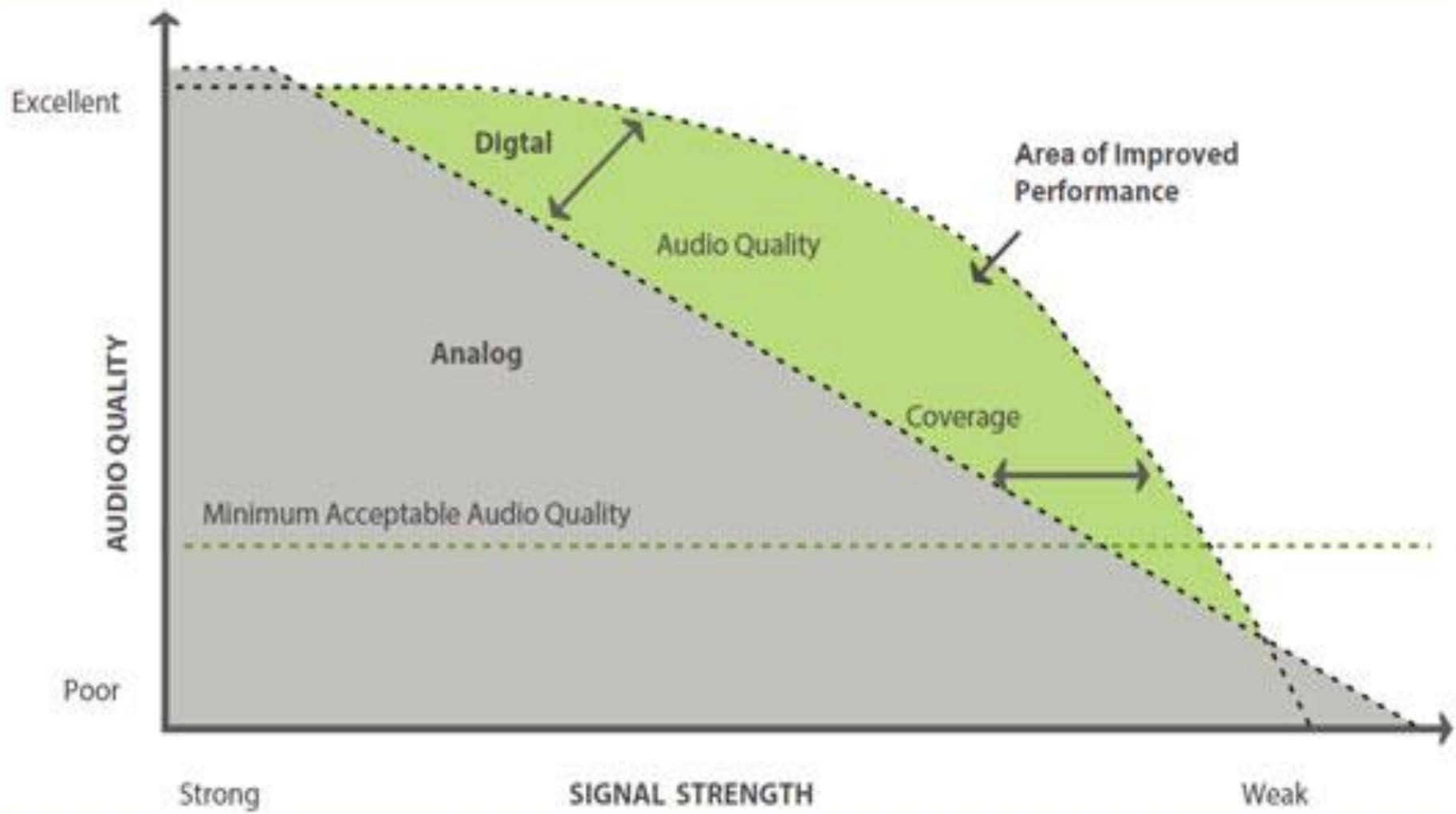
# Qualità audio digitale e prestazioni di copertura

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.

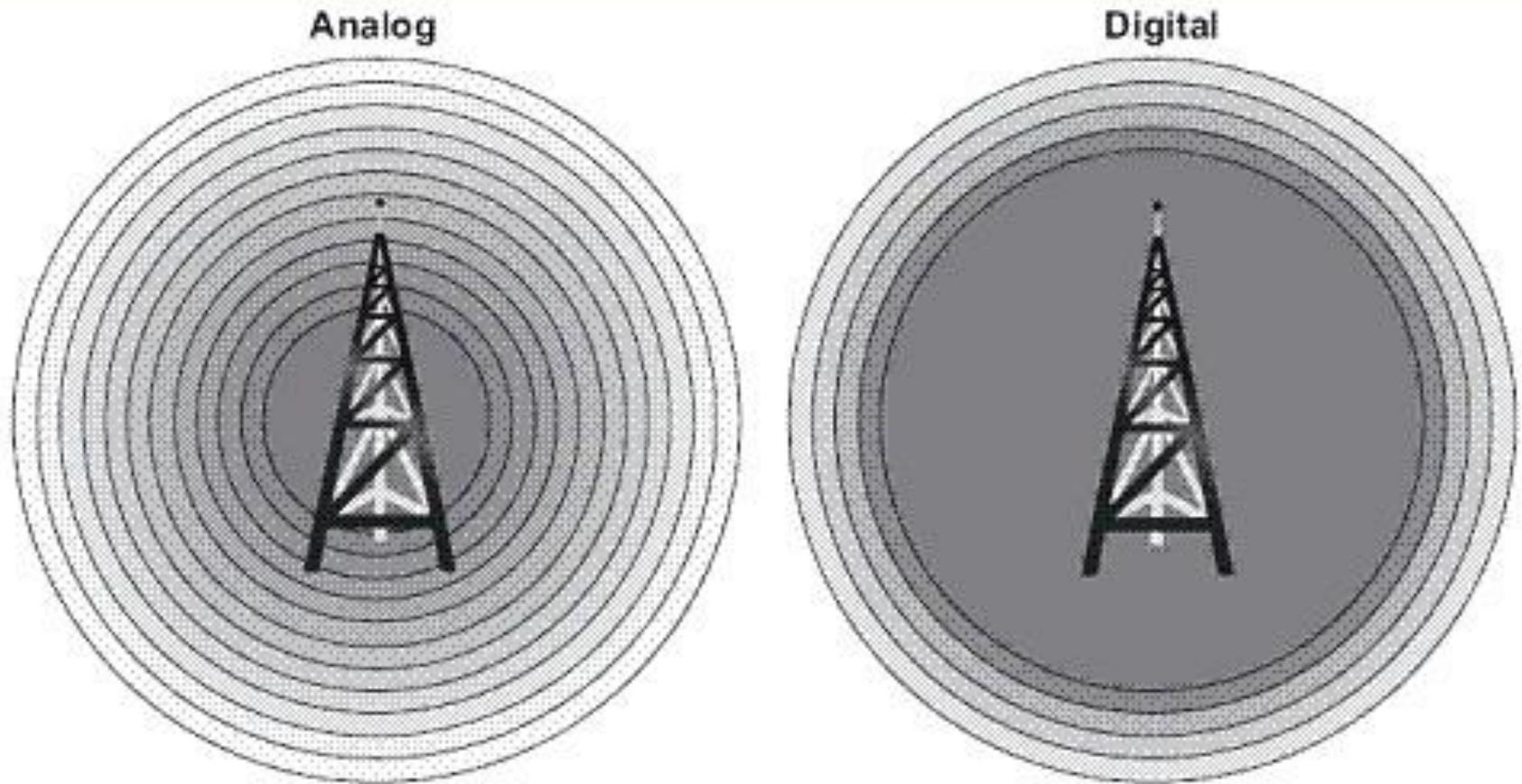
La ragione principale di questa differenza nella degradazione audio è dovuta all'impiego della codifica di correzione d'errore utilizzata nella tecnica di radio trasmissione digitale, che può fornire contenuti audio e dati virtualmente privi di perdita su area di gran lunga maggiore.

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.



Improving Audio Quality



## Per iniziare : ID DMR

Lo standard DMR nasce in ambito civile. Per riconoscere un apparato, all' apparato stesso viene assegnato con codice di riconoscimento chiamato ID DMR.

In ambito amatoriale? Qua nasce il problema. Nello standard DMR non sono previsti nominativi.

Allora si è deciso di associare ad ogni nominativo un ID.

ID = codice numero di 7 cifre

2223704 è il mio, iv3gde

Prime 3 (222) : Italia

Quarta (3) : Zona 3

Ultime 3 (704) io

Oggi che i nominativi per zone sono finiti non è più vero.

Alcuni ID regionali sono terminati (max 999), per cui si stanno utilizzando zone diverse dalla residenza.

# La registrazione del proprio ID DMR

Prima cosa da fare effettuare è la registrazione sul sito :  
<https://www.radioid.net/register#!>

E' richiesto l' invio di una copia dell' autorizzazione generale scannerizzata.

Poi viene assegnato il proprio ID, subito uno provvisorio che poi viene confermato nell' arco di un paio di giorni circa.

Non sbagliare di inserire i propri dati. Questi sono immessi in un data base mondiale che servono per visualizzare correttamente sulla radio nominativo e nome. Per ora non sono possibili correzioni.

# Accesso alla rete

Alla rete DMR ci si può accedere in vari modi :

- Rtx attraverso un ponte (dmr)
- Rtx attraverso hot spot
- PC (windows e Linux , Peanut e BlueDv )
- Tablet e Smartphone ( BlueDv )

Ponti : come i vecchi ponti analogici. Oggi col digitale c'è la nuova concezione di ponte multi modo (dstar,dmr,c4fm) per l' impegno del ponte. Un solo modo alla volta, non in simultanea. I ponti SONO collegati ad Internet o Intranet.

- Hot Spot : mini ripetitore casalingo, 10 mW di potenza, che è collegato a internet, e mi permette di usare la rete dmr se il ponte non arriva. Qualche modello può sfruttare sia la rete cablata che wifi, così in teoria posso usare l' hotspot del cellulare per avere sempre l' accesso a internet.
- PC : con un pc collegato a internet, sfruttando dei software quali Peanut e/o BlueDv, cuffie e microfono, posso accedere alla rete DMR. BlueDv : chiavetta Ambe 3000 e/o server.
- Tablet e Smartphone ( BlueDv ) : come PC, server più comodo così non porto in giro nulla.

# TG

DMR : più reti: BrandMeister, MDR+, IT DMR. Io illustrerò la rete BrandMeister

TG = Talkgroups, gruppi di ascolto

- TG1 – Solo locale. Funziona solo in locale, quindi possiamo utilizzarlo per fare qso, ad esempio con un nostro amico che impegna lo stesso ponte, senza coinvolgere altri ripetitori, esattamente come un ponte analogico tradizionale.

- TG9 – Locale e reflector
- TG88 Più ponti interconnessi a scelta del gestore
- TG222 – Italia
- TG9990 Parrot

# TG Italiani regionali BM con DMR+ Multiprotocollo

- TG 2230 – LAZIO
- TG 2231 – SARDEGNA
- TG 2232 – UMBRIA
- TG 2233 – LIGURIA
- TG 2234 – PIEMONTE
- TG 2235 – VALLE D’AOSTA
- TG 2236 – LOMBARDIA
- TG 2237 – FRIULI V.G.
- TG 2238 – TRENTINO A.A.
- TG 2239 – VENETO
- TG 2240 – EMILIA R.
- TG 2241 – TOSCANA
- TG 2242 – ABRUZZO
- TG 2243 – MARCHE
- TG 2244 – PUGLIA
- TG 2245 – BASILICATA
- TG 2246 – CALABRIA
- TG 2247 – CAMPANIA
- TG 2248 – MOLISE
- TG 2249 – SICILIA

# TG Italiani regionali solo Brand Meister DMR esclusivo

- 22201 – Lazio
- 22202 – Sardegna
- 22203 – Umbria
- 22211 – Liguria
- 22212 – Piemonte
- 22213 – Valle d’Aosta
- 22221 – Lombardia
- 22231 – Friuli Venezia Giulia
- 22232 – Trentino Alto Adige
- 22233 – Veneto
- 22241 – Emilia Romagna
- 22251 – Toscana
- 22261 – Abruzzo
- 22262 – Marche
- 22271 – Puglia
- 22281 – Basilicata
- 22282 – Calabria
- 22283 – Campania
- 22284 – Molise
- 22291 – Sicilia

# TAC

I TG Tattici, sono denominati “TACx-ITA” dove x è il numero corrispondente. La numerazione e la nomenclatura sono le seguenti:

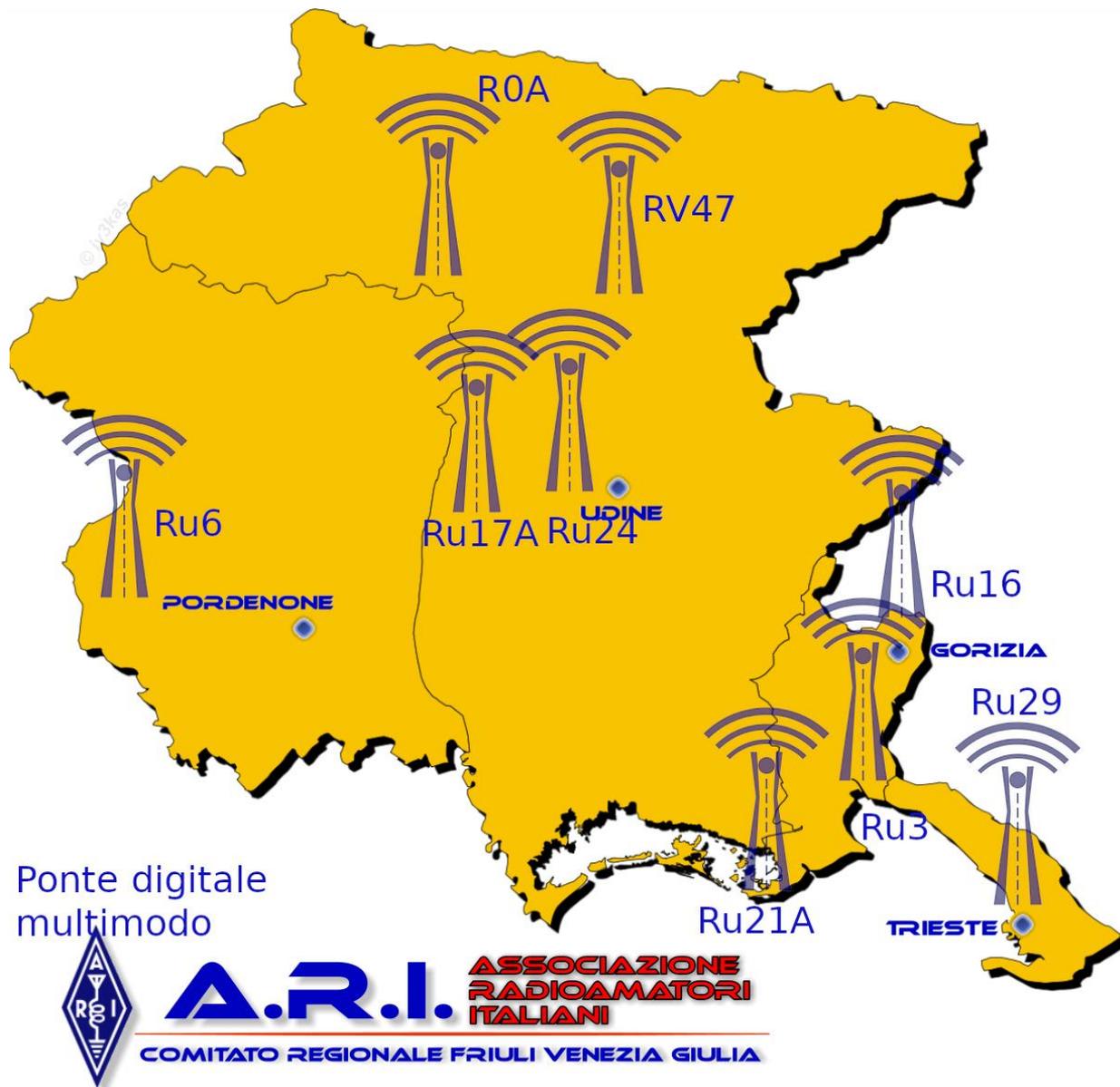
- TG 222001 – TAC1-ITA
- TG 222002 — TAC2-ITA
- TG 222003 — TAC3-ITA
- TG 222004 — TAC4-ITA
- TG 222005 — TAC5-ITA
- TG 222006 — TAC6-ITA
- TG 222007 — TAC7-ITA
- TG 222008 — TAC8-ITA
- TG 222009 — TAC9-ITA
- TG 222010 — TAC10-ITA

Questi TG non fanno riferimento a nessuna zona, ognuno può scegliere il numero che preferisce. L'uso è quello di non impegnare TG standard.

# Situazione Friuli Venezia Giulia e Nord Est Italia

1.	IR3UDD	Monte Cesen	(TV)
2.	IR3UFH	Col Visentin	(TV)
3.	IR3UBL	Venezia	(VE)
4.	IR3-IW3GPO2	Marghera	(VE)
5.	IR3UEN	Rovigo	(RO)
6.	IR3UII	Tarcento	(UD)
7.	IR3DK	Marostica	(VI)
8.	IR3-IV3NFC1	Paularo	(UD)
9.	IR3-IZ3JZF2	Palmanova	(UD)
10.	IR3UW	Piancavallo	(PN)
11.	IR3AO	Marmolada	(BL)
12.	IR3UCN	Adria	(RO)
13.	IR3UFS	Trieste	(TS)
14.	IR3-IU3GQH1	Colle Santa Lucia	(BL)
15.	IR3-IZ3ZUJ1	Monte Zovo Comelico	(BL)
16.	IQ3DD	Cadore	(BL)
17.	IR3UY	Grado	(GO)
18.	IR3UIC	Trieste	(TS)
19.	IR3UBZ	Udine	(UD)
20.	IR3EF	Monte Bernadia	(UD)
21.	IR3UCO	Monte San Michele	(GO)
22.	IR3UDB	San Daniele del Friuli	(UD)
23.	IR3UAD	Cazzaso	(UD)

# Situazione ponti DMR Friuli Venezia Giulia



# TG Speciali FVG

I seguenti ripetitori sono linkati attraverso il TG 2237.

- IR3UY Grado (GO)
- IR3UIC Trieste (TS)
- IR3UBZ Udine (UD)
- IR3EF Monte Bernadia (UD)
- IR3UJ Monfalcone (GO)
- IR3UCO Monte San Michele (GO)
- IR3UDB San Daniele del Friuli (UD)
- IR3UAD Cazzaso (UD)
- IR3UW Piancavallo (PN)

# Altri TG Speciali

I seguenti ripetitori sono linkati attraverso il TG 222383.

- IR3UDD M.Cesen Valdobbadiene (TV)
- IR3-IW3GPO-2 Marghera Mestre (VE)
- IR3UBL Venezia (VE)
- IR3UFH Col Visentin (TV/BL)
- IR3UEN Rovigo (RO)
- IR3UII Tarcento (UD)
- IR3-IV3NFC-1 Paularo (UD)
- IR3-IZEJZF-2 Palmanova (UD)
- IR3DK Marostica (VI)
- IR3UW Piancavallo (PN)
- IR3-IZ3HPC Villorba (TV)

# Ponti e frequenze FVG

Nome	Nominativo	Località	Frequenza	Ingresso	Tono	Sezione
RU21A	IR3UY	Grado (GO)	431,3625 MHz	+1600 KHz	118,8 Hz	Grado
RU29/R	IR3UIC	Trieste (TS)	430,075MHz	+1600 KHz	no tono	CRFVG
RU24/R	IR3UBZ	Udine (UD)	433,025 MHz	- 1600 KHz	no tono	Udine
n.p.	IR3EF	Monte Bernadia (UD)	145,5875 MHz	-600 KHz	no tono	Udine
RU3	IR3UJ	Monfalcone (GO)	430,075 MHz	+1600 KHz	no tono	Monfalcone
RU17A/R	IR3UDB	San Daniele (UD)	431,2625 MHz	+1600 KHz	no tono	San Daniele
ROA	IR3UAB	Località Cazzaso Tolmezzo (UD)	145,6125 MHz	-600 KHz	no tono	Udine
RU6	IR3UW	Piancavallo (PN)	430,150 MHz	+1600 KHz	1750	Portogruaro
RU16	IR3UCO	Monte San Michele (GO)	431,225 MHz	+1600 KHz	118,8 Hz	Gorizia

Tutte le informazioni sui ponti e/o hotspot si trovano :

<https://brandmeister.network/?lang=it>

Qui di seguito vediamo cosa troviamo andando sul link e scegliendo IR3UBZ.

Dashboard utente

Last Heard

Ripetitori **5474**Hotspot **16308**Master **46**

Avvisi

Visualizza dati &lt;

Information &lt;

Servizi &lt;

## Repeater IR3UBZ

Dashboard utente &gt; Ripetitori &gt; IR3UBZ

## Repeater Info

<b>Numero</b>	222032
<b>City</b>	UDINE CITY
<b>Country</b>	IT
<b>Website</b>	<a href="#">Click here</a>
<b>Sysops</b>	<a href="#">IV3JDV</a> <a href="#">IW3QOJ</a>
<b>Hardware</b>	MMDVM (Repeater)
<b>Firmware</b>	20210921
<b>Power (ERP)</b>	Unknown
<b>Stato</b>	Slot 1 & 2 linked
<b>Master</b>	BM2222

## IR3UBZ

[Last Heard \(TG Filter\)](#) [Last Heard](#)

Tempo	Master	Mio indicativo	Destinazione	Opzioni	RSSI
+ 5 Days	2222	IV3INV [Guido] (2228887)	Friuli Venezia Giulia (22231)	TS1 DMR	★ S3
+ 5 Days	2222	IV3INV [Guido] (2228887)	Friuli Venezia Giulia (22231)	TS1 DMR	★ S3
+ 11 Days	2222	IV3BHD [MARCO] (2226452)	(2237)	TS1 DMR	★ S6
+ 11 Days	2222	IV3BHD [MARCO] (2226452)	(2237)	TS1 DMR	★ S6
+ 15 Days	2222	IV3NLG [Flavio] (2224775)	Friuli Venezia Giulia (22231)	TS2 DMR	★ S5

Showing 1 to 5 of 5 entries

## Frequency Details

<b>TX</b>	433.0250 MHz
<b>RX</b>	431.4250 MHz
<b>Shift</b>	-1.600 MHz
<b>CC</b>	1

Slot details ?

Timeslot 1

Timeslot 2 **22231**

## Antenna Details

<b>Antenna Height (AGL in m)</b>	85 m
<b>Antenna Height (AGL in ft)</b>	278.9 ft

Attenzione : frequenza di TX e RX sono quelle del ponte. Per cui nel proprio rtx vanno invertite !

# Parametri sulla radio

- Proprio ID
- Data Base degli ID da aggiornare continuamente (opzionale, se non presente vedo scorrere ID e non nominativi)

Parametri dei ponti e/o hotspot :

- Frequenza RX
- Frequenza TX ( non c'è lo shift tradizionale )
- Color Code ( squelch digitale 1-15, solito 1)
- Slot (1 o 2 )
- Potenza di trasmissione
- Promiscuous
- Zone

# Programmazione

- Digital Contact ( i TG)
- RX Group List ( cosa voglio ascoltare)
- Channel (ponte, parametri, tg,power)
- Zone ( Mi organizzo i channel in gruppi )

## RTX commerciali

Sono disponibili sul mercato vari modelli di terminali di varie marche, sia veicolari che portatili: dalle più blasonate Motorola e Hytera ai più economici HQT e Retevis o AnyTone. Grazie a questa vasta scelta, il DMR, è il sistema digitale amatoriale al momento più accessibile in termini economici.

Le sezioni del FVG sono dotate di GD77 per cui quanto descritto può essere provato ed utilizzato.

A breve faremo alcune semplici prove/dimostrazioni con l'AT 878UV Plus della Anytone( interessante perché tutto programmabile da tastiera, vero dual band, con doppio vfo e bluetooth per ptt e cuffie/microfono).

# Prova sul campo

1) Peanut con cellulare

2) Hot Spot

Domande ?

Grazie per l' attenzione