

Trasmissioni digitali utilizzate in ambito fonìa e dati nel campo radio amatoriale

DMR

aggiornato al 10 aprile 2019

Relatore: Dott. Ing. Alessio Minin

IV3GDE & K3GDE

Digital Mobile Radio

Storia

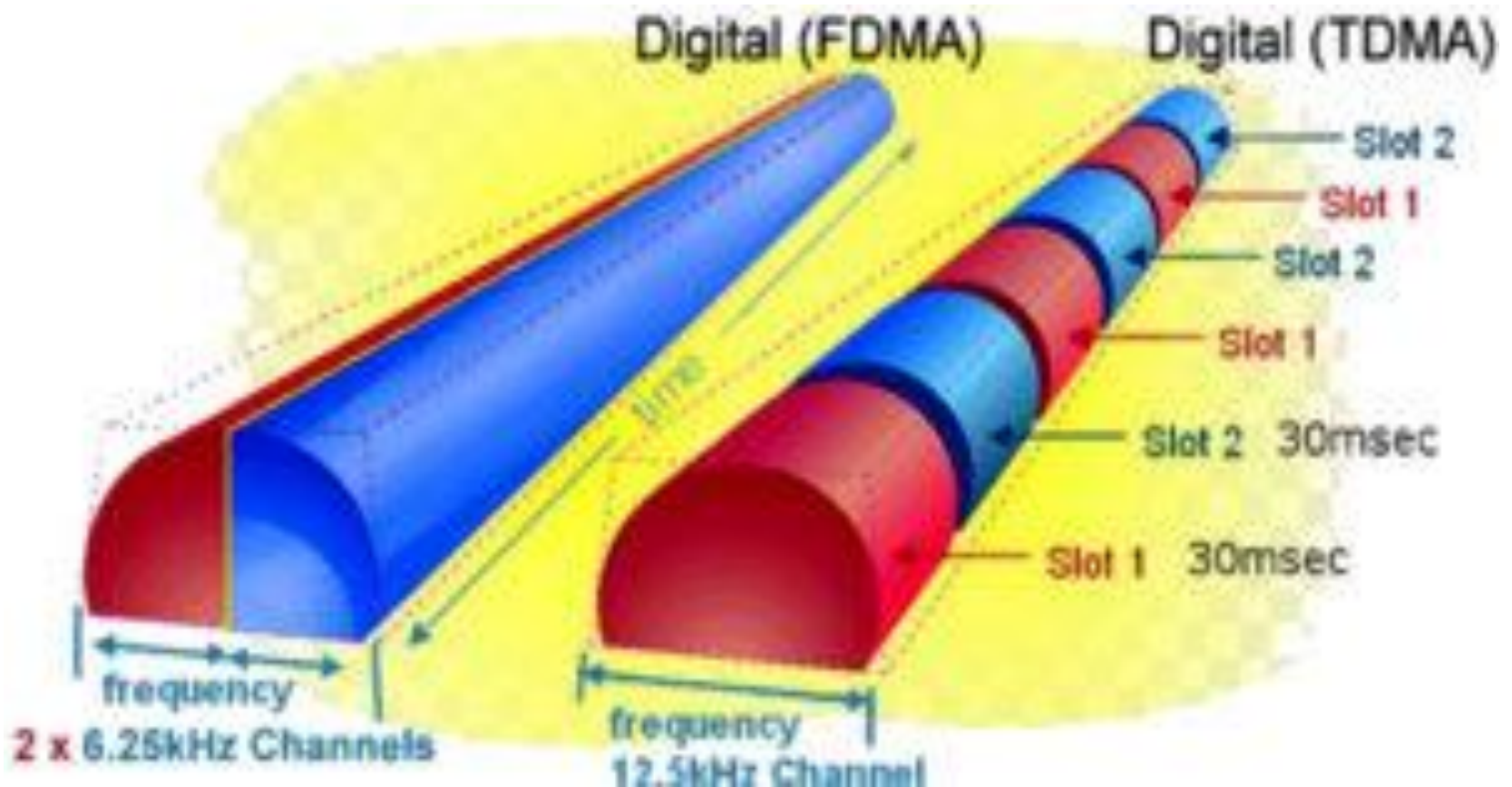
Il DMR nasce nel 2005 come sistema per comunicazioni digitali destinato all'uso civile/professionale, è un protocollo pubblico e open del quale si fa subito promotore Motorola sviluppando e costruendogli attorno il suo sistema proprietario MOTOTRBO. Nel 2010 un gruppo di radioamatori americani, legati 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*) vale a dire che su 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. 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. E' facile intuire che la rete a cui ho fatto riferimento poco fa si sviluppa quasi totalmente via internet, infatti i ripetitori oltre a ricevere e a ritrasmettere quanto ricevono via RF sono anche dei *gateway* verso il network sfruttando una connessione internet.

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. Grazie a questa vasta scelta, il DMR, è il sistema digitale amatoriale al momento più accessibile in termini economici.

Nella pratica operativa, e per come è pensata la rete DMR amatoriale, possiamo con un *apparato di qualsiasi marca* (purchè DMR) accedere ad un ripetitore locale e decidere in quale ambito parlare ed essere ascoltati: locale, regionale, inter-regionale, nazionale, europeo e mondiale. Sono possibili chiamate private tra due apparati (anche se per puro scopo di test), invio di brevi messaggi di testo, check e ascolto di un terminale remoto. Vi sono interconnessioni con il sistema D-Star, C4FM, con la rete APRS e la possibilità di far comunicare i nostri terminali DMR con una rete VoIP.

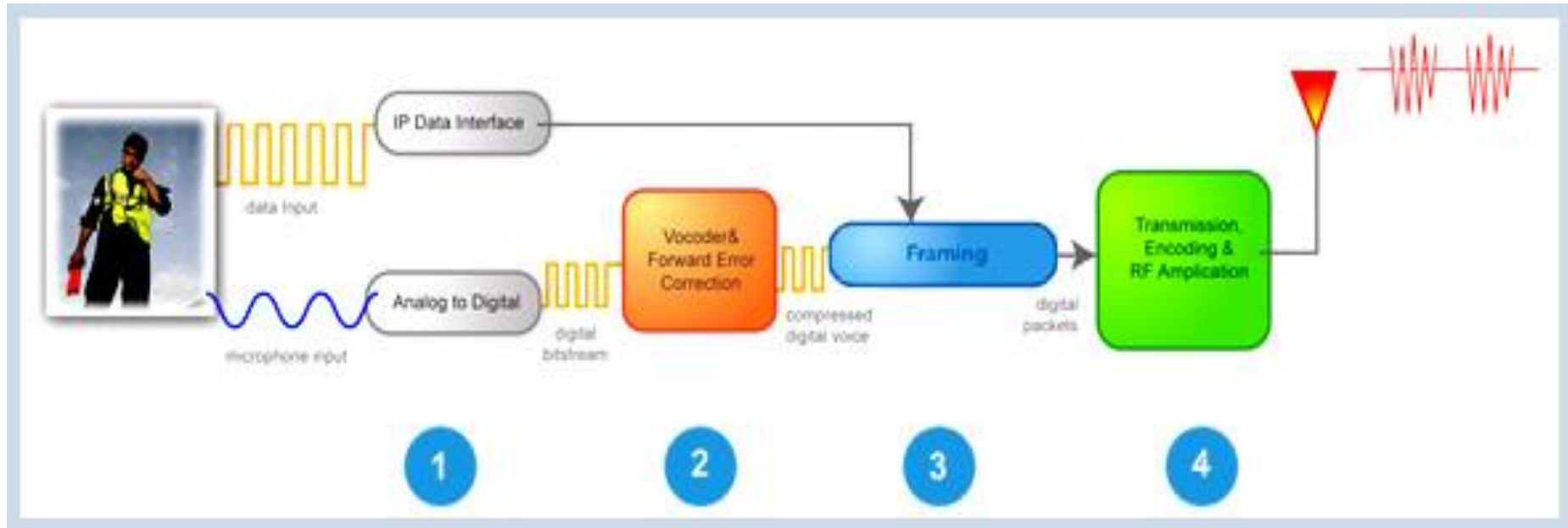


Dstar : FDMA

DMR : TDMA con 2 slot

TETRA : TDMA con 4 slot

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 di confronto consente più coerenti prestazioni audio 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 il color code, 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). 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 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. 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.

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.

Infrastruttura di rete

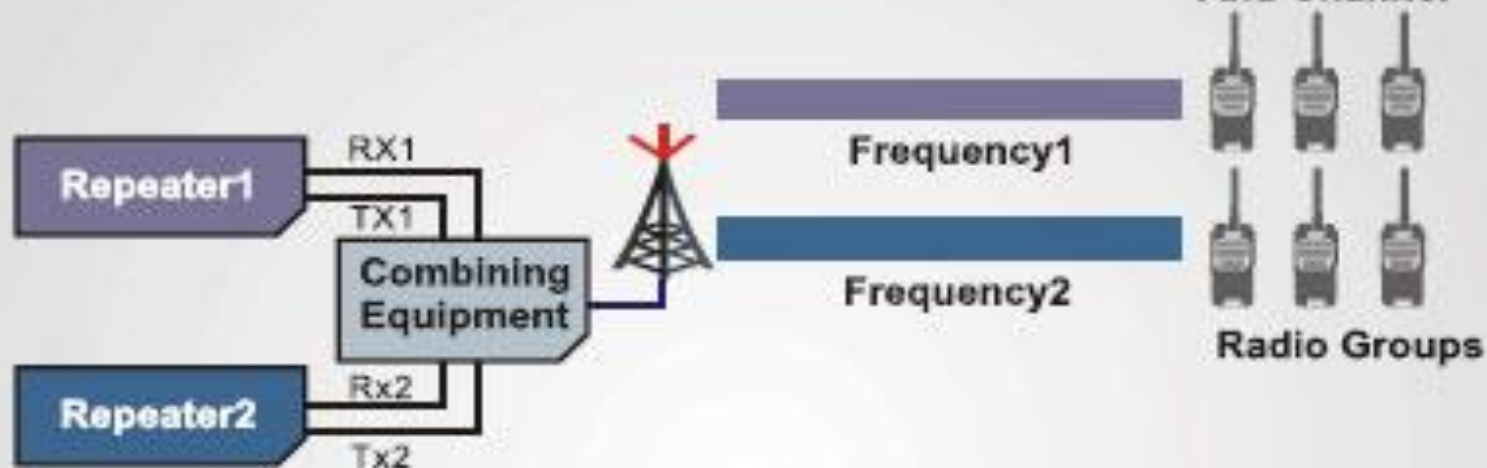
Con l'aggiunta dei vantaggi della tecnologia digitale basata su radio TDMA, il sistema radio può funzionare con un solo ripetitore a singolo canale e fornire il doppio della capacità di traffico, offrendo inoltre una copertura RF con prestazioni equivalenti o migliori rispetto all'odierna tecnologia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

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).

Operando in modalità diretta analogica, supporta un percorso voce (TX ed RX) su un canale fisico e può essere configurato per operare su canale in banda 12,5 kHz.

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.

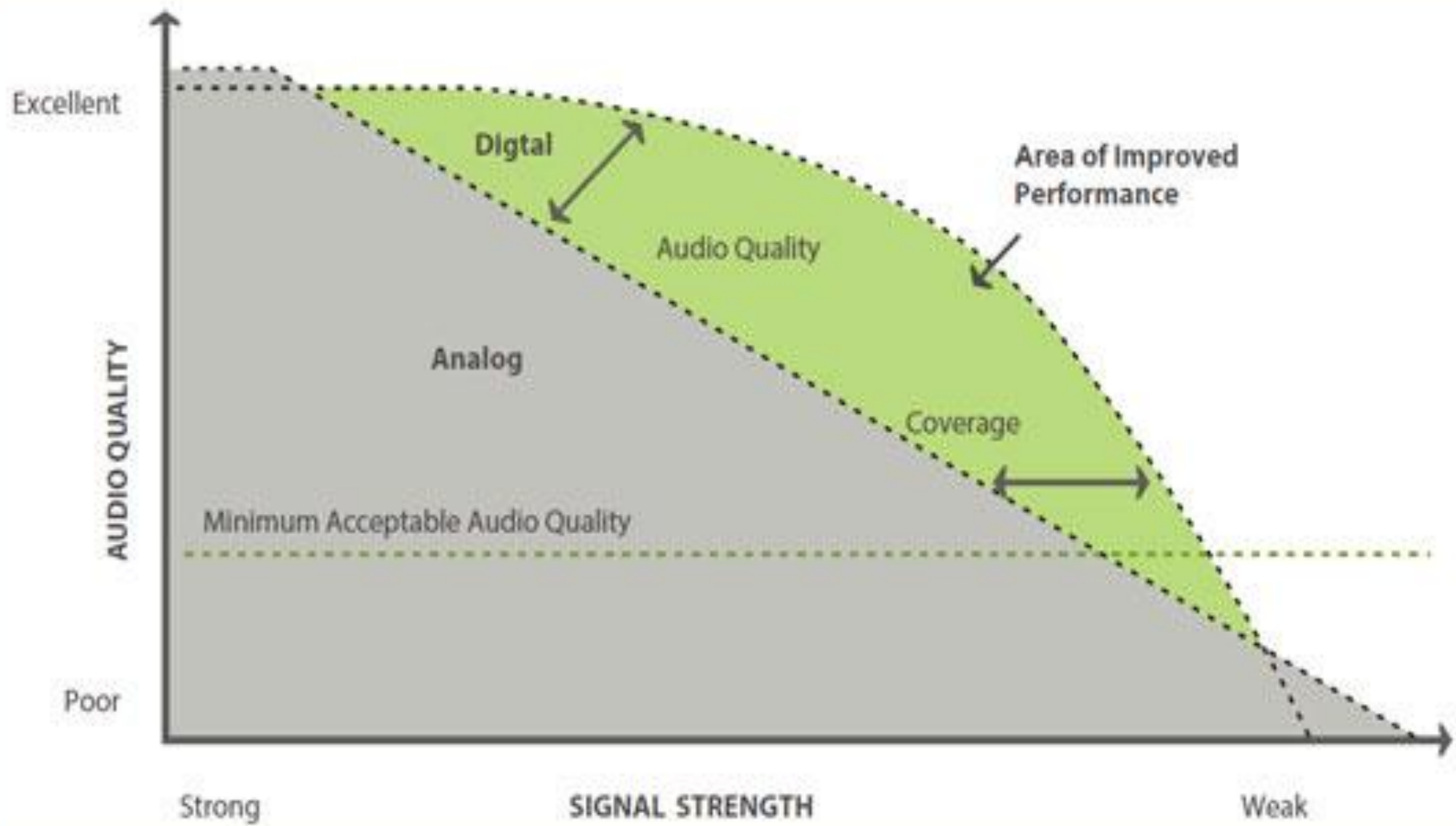
Qualità audio digitale e prestazioni di copertura

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.

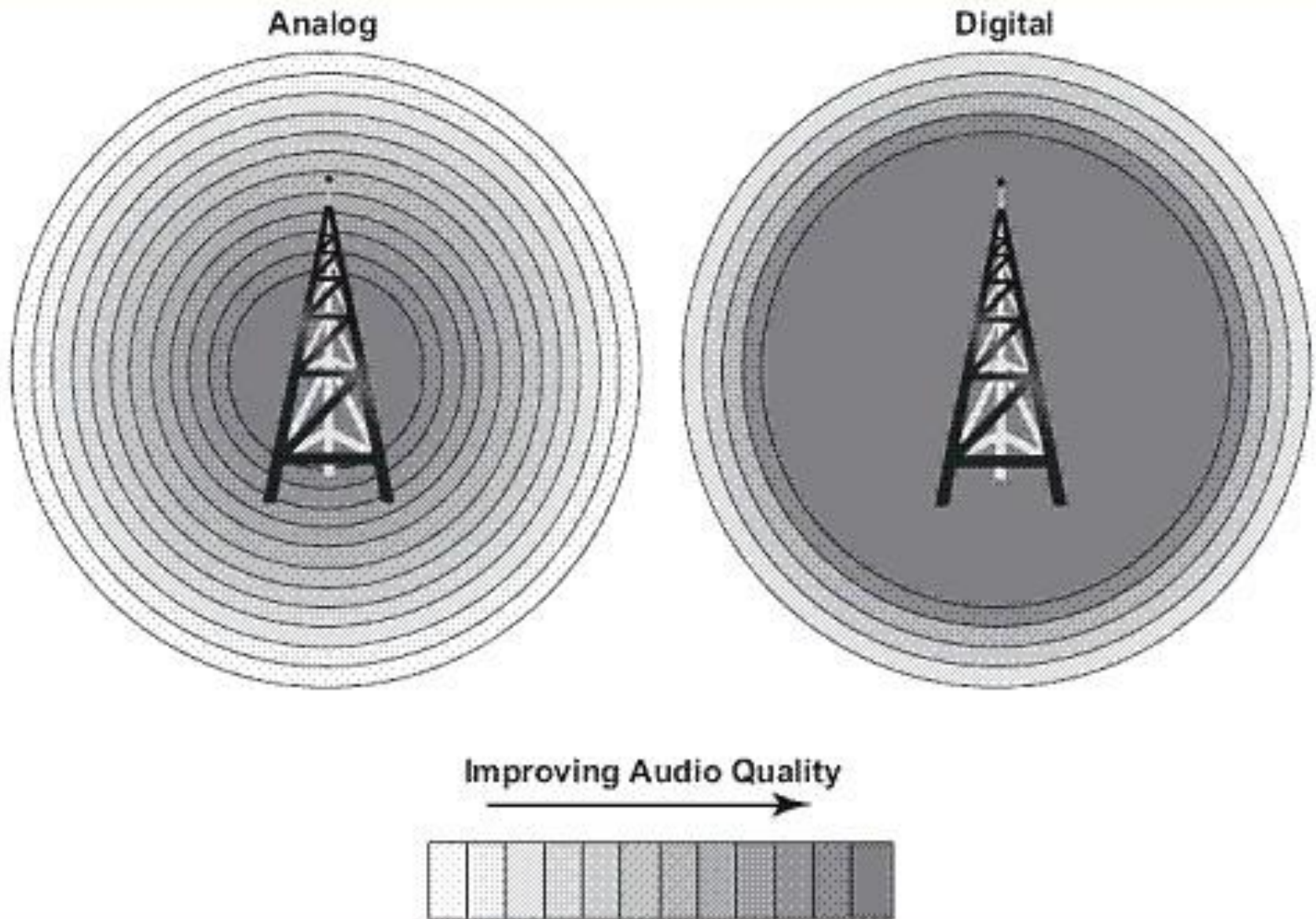
La ragione principale di questa differenza nella degradazione audio è dovuta all'impiego della codifica di correzione d'errore utilizzata nella tecnica di radio trasmissione digitale, che può fornire contenuti audio e dati virtualmente privi di perdita su area di gran lunga maggiore.

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.



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.

Per iniziare

Prima cosa da fare effettuare è la registrazione sul sito :
<https://register.ham-digital.org/>

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.

- 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

- TG1 – Worldwide
- TG2 – Europa
- TG222 – Italia
- Il TG8, regionale esclusivo, permette a chi si trova in una zona che comprende più Regioni (Vedi zona 0,1,3 e 8) di andare in trasmissione solamente sui ponti ripetitori presenti nella regione in cui è il ponte che sto impegnando
- Il TG9 invece 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).

TG Italiani regionali (BM con DMR+, slot 2)

- 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 BM, slot 2, chiusi a breve)

- 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

Ultime novità italiane

- Da aggiungere 10 TG zionali di transcodifica da 2220 a 2221
- Questi ultimi, serviranno a interconnettere al sistema DMR, le reti: XLX DSTAR e YSF, Wires X C4FM.
- Le numerazioni riprendono le vecchie zone, dal 2220 per la zona 0, al 2229 per la zona 9.
- I TG Dedicati alle interconnessioni nazionali come il 22292 Dstar e 22298 YSF Italy e 22299 Room Italy Wires X, rimarranno invariati.

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.

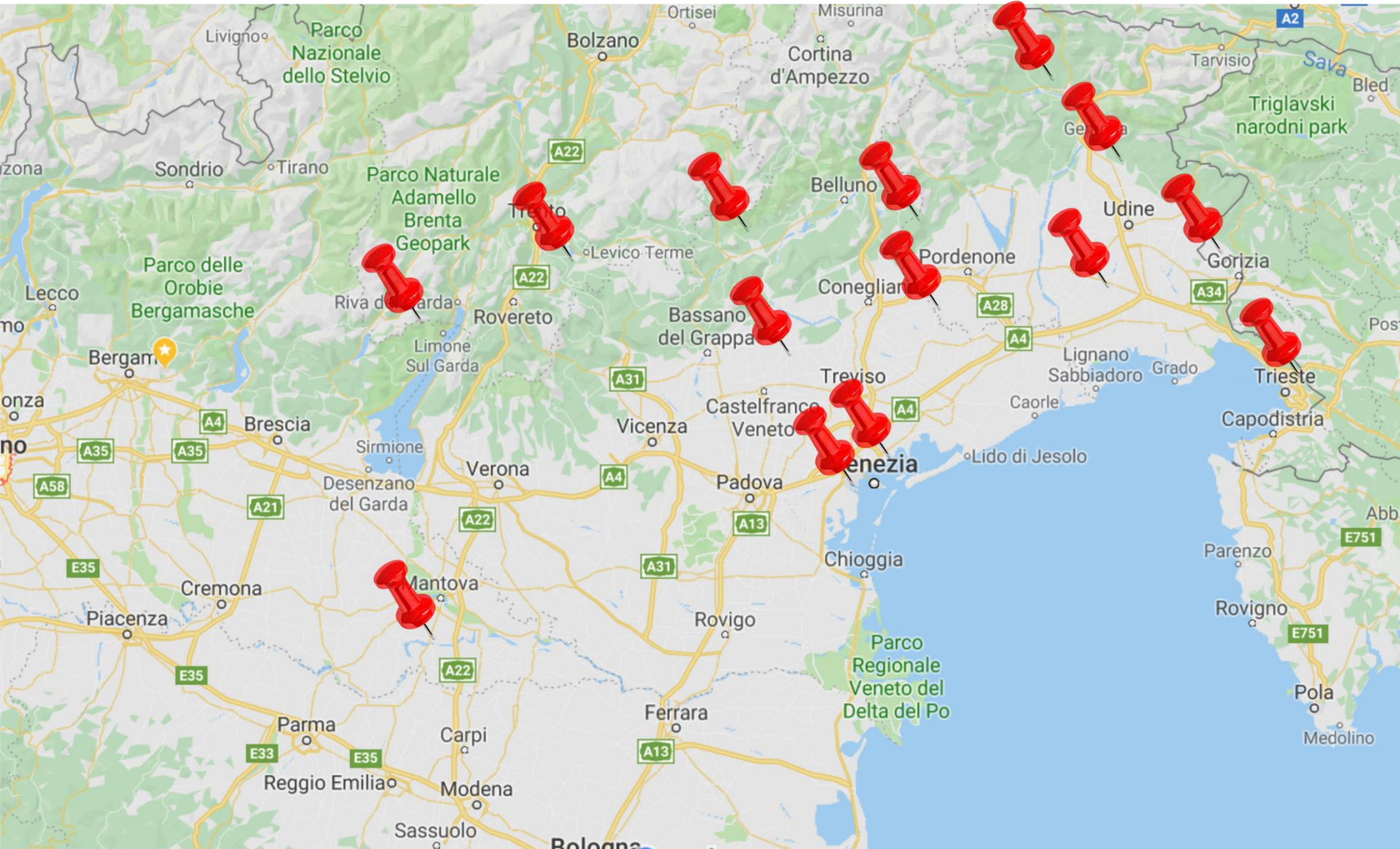
Situazione Friuli VG e Nord Est Italia

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	Pian Cavallo	(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.	IR3UCO ***	Gorizia	(GO)

di cui 6 in Friuli VG.

*** In manutenzione

Cartina ponti DMR Nord Est Italia



TG Speciali

I seguenti ripetitori sono sul server BM 222-3 ITALIA:

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

e sono linkati attraverso il TG 222383.

Ponti e frequenze FVG

Ponte	Qth	RX	TX	CC
IR3UII	Tarcento (UD)	432.725 MHz	431.125 MHz	1
IR3-IV3NFC1	Paularo (UD)	435.8375	430.8375 MHz	2
IR3-IZ3JZF2	Palmanova (UD)	435.500 MHz	430.5000 MHz	1
IR3UW	Pian Cavallo (PN)	435.150 MHz	430.150 MHz	1
IR3UFS	Trieste (TS)	432.525 MHz	430.925 MHz	1
IR3UCO	Gorizia (GO)	432.825 MHz	431.225 MHz	1

Attenzione : TX e RX del ponte. Su quasi tutti i nostri rtx le frequenze vanno invertite.

Tutte le informazioni sui ponti e/o hotspot si trovano :
<https://brandmeister.network/?lang=it>

Parametri sulla radio

- Proprio ID
- Data Base degli ID da aggiornare continuamente

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)

Interconnessione multiprotocollo

- Dstar : STN395B
- DMR : TG 22292
- Ripetitore o nodo C4FM YSF: collegare la Room #86968
- Ripetitore o nodo C4FM YAESU WIRES-X: collegare la Room #44528
- XRF039B (Peanut,...)

Prova sul campo

1) BlueDV con cellulare

2) Hot Spot

Domande ?

Grazie per l' attenzione