

## *Descrizione tecnologia DMR*

## Sommario

<b>1</b>	<b>GENERALITÀ SU TECNOLOGIA DMR</b>	<b>4</b>
1.1	STANDARD DMR	4
1.2	ARCHITETTURA DI PROTOCOLLO	4
1.2.1	<i>Air interface Physical Layer 1</i>	5
1.2.2	<i>Air interface Data Link Layer 2</i>	5
1.2.3	<i>Air interface Call Control Layer 3</i>	5
1.3	STRUTTURA DMR TDMA	6
1.3.1	<i>Struttura canali e burst DMR</i>	6
1.3.2	<i>Struttura di burst e frame DMR</i>	6
<b>2</b>	<b>TECNOLOGIA DMR MOTOTRBO</b>	<b>8</b>
2.1	INTRODUZIONE	8
2.2	CARATTERISTICHE DEL SISTEMA	9
2.2.1	<i>Caratteristiche digitali MOTOTRBO</i>	9
2.2.2	<i>Efficienza spettrale in tecnica TDMA a due slot</i>	10
2.2.3	<i>Qualità audio digitale e prestazioni di copertura</i>	13
2.3	TOPOLOGIA DI BASE: ANALOGICA E DIGITALE	16
2.3.1	<i>Configurazioni in modalità ripetitore e diretta</i>	16
2.3.2	<i>Operatività dual mode (analogica e digitale)</i>	16
2.3.3	<i>Accesso ai canali MOTOTRBO</i>	17
2.4	SERVIZI DIGITALI DI MOTOTRBO	17
2.4.1	<i>Caratteristiche canale voce digitale</i>	17
2.4.2	<i>Caratteristiche segnalazioni digitali</i>	18
2.4.3	<i>Emergenza digitale</i>	19
2.5	TRASMISSIONE DATI SU MOTOTRBO	21
2.5.1	<i>Generalità</i>	21
2.5.2	<i>Servizi di messaggistica testuale</i>	22
2.5.3	<i>Servizi di localizzazione</i>	22
2.5.4	<i>Localizzazione con secondo slot dedicato per i dati GPS</i>	24
2.5.5	<i>Servizi di telemetria</i>	24
2.6	SCANSIONI	25
2.6.1	<i>Campionamento prioritario</i>	25
2.6.2	<i>Marcatura canali</i>	25
2.6.3	<i>Considerazioni sulla scansione</i>	26
2.7	CARATTERISTICHE ANALOGICHE	26
2.8	TOPOLOGIE DI SISTEMA	27
2.8.1	<i>Repeater mode (modalità ripetitore)</i>	27
2.8.2	<i>Direct Mode Operation (DMO)</i>	34
2.8.3	<i>Configurazione di sistema in topologia multipla</i>	41
<b>3</b>	<b>CONSIDERAZIONI SULLA MIGRAZIONE TECNOLOGICA DI SISTEMA</b>	<b>43</b>
3.1	PIANO DI MIGRAZIONE DALL'ANALOGICO AL DIGITALE	43
3.1.1	<i>Preparazione alla migrazione analogica verso il digitale</i>	43
3.1.2	<i>Sostituzione con sistema nuovo completo</i>	43
<b>4</b>	<b>APPARATI COSTITUENTI IL SISTEMA DMR MOTOTRBO</b>	<b>44</b>
4.1	TERMINALI DMR	44
4.2	APPARATI VEICOLARI MOTOROLA DM3600/3601	45
4.2.1	<i>Funzionalità aggiuntive</i>	46
4.2.2	<i>Funzionalità aggiuntive</i>	47

4.2.3	<i>Ricevitore</i>	47
4.2.4	<i>Trasmittitore</i>	48
4.2.5	<i>GPS</i>	49
4.2.6	<i>Specifiche ambientali</i>	49
4.2.7	<i>Standard militari (MIL-STD)</i>	49
4.2.8	<i>Accessori disponibili</i>	50
4.2.9	<i>Soluzioni audio</i>	50
4.3	APPARATI PORTATILI MOTOROLA DP3600/DP3601	52
4.3.1	<i>Funzionalità aggiuntive</i>	53
4.3.2	<i>Specifiche generali</i>	54
4.3.3	<i>Ricevitore</i>	54
4.3.4	<i>Trasmittitore</i>	55
4.3.5	<i>GPS</i>	56
4.3.6	<i>Specifiche ambientali</i>	56
4.3.7	<i>Standard Militari (MIL-STD)</i>	56
4.3.8	<i>Accessori disponibili</i>	57
4.3.9	<i>Soluzioni audio</i>	58
4.3.10	<i>Soluzioni energy</i>	58
4.3.11	<i>Soluzioni per il trasporto</i>	59
4.4	RIPETITORE MOTOROLA DR3000	60
4.4.1	<i>Specifiche generali</i>	61
4.4.2	<i>Ricevitore</i>	61
4.4.3	<i>Trasmittitore</i>	62
4.4.4	<i>Funzionalità ripetitore multisito</i>	63

# 1 Generalità su tecnologia DMR

## 1.1 Standard DMR

Il nuovo standard DMR (Digital Mobile Radio) è lo stato dell'arte per le comunicazioni professionali ed è stato recentemente regolamentato dalle seguenti Normative internazionali ETSI:

- ETSI TS 102 361-1 V1.4.1 (2006-12) "Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Digital Mobile Radio (DMR) Systems; Part 1: DMR Air Interface (AI) protocol"
- ETSI TS 102 361-2 V1.2.3 (2006-09) "Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Digital Mobile Radio (DMR) Systems; Part 2: DMR voice and generic services and facilities"
- ETSI TS 102 361-3 V1.1.3 (2006-09) "Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Digital Mobile Radio (DMR) Systems; Part 3: DMR data protocol"
- ETSI TS 102 361-4 V1.2.1 (2006-09) "Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Digital Mobile Radio (DMR) Systems; Part 4: DMR trunking protocol"

Il fatto che esista uno standard tecnico a livello internazionale che ha definito l'architettura del protocollo, i servizi e le caratteristiche del DMR, è garanzia di interoperabilità tra apparati di vari costruttori.

## 1.2 Architettura di protocollo

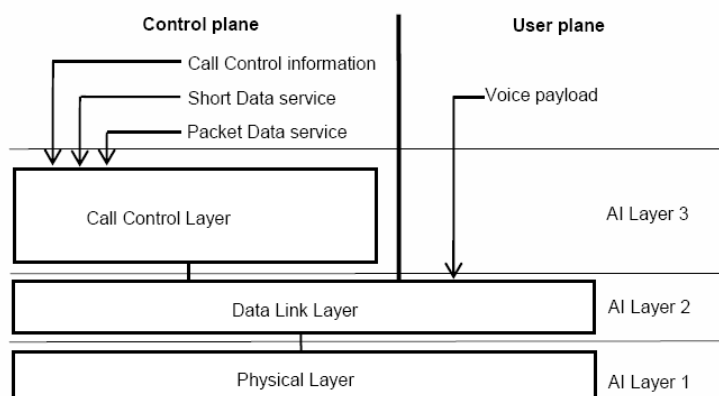
L'architettura DMR è definita nella parte terza dello standard DMR, in cui è dettagliata la struttura ed il servizio offerto dal protocollo. Il DMR si basa su protocollo TDMA (Time Division Multiple Access) con soluzione a 2 timeslot per ciascuna portante con canalizzazione 12.5kHz.

Lo standard di riferimento definisce un modello per le varie funzioni ed i processi che regolano l'allocazione dei differenti livelli dello stack di protocollo DMR. Lo standard DMR definisce i protocolli per i 3 modelli di layer mostrati in seguito.

La base dello stack di protocollo è il livello fisico (Physical Layer, PL) che è definito il Layer 1.

Il Data Link Layer (DLL), che rappresenta il layer 2, deve gestire la condivisione media del numero di utenti. A questo livello DLL lo stack di protocollo si suddivide in due parti: il piano Utente (U-Plane) per il trasporto di informazioni senza capacità di indirizzamento (voce) ed il piano di controllo (C-plane) per informazioni di segnalazione, sia controllo che dati, con capacità di indirizzamento.

Il Call Control Layer (CCL), che rappresenta il Layer 3, vive nel C-plane ed è responsabile del controllo o della chiamata, fornisce i servizi supportati dal DMR, oltre a dati brevi (Short Data) ed i servizi dati a pacchetto (Packed Data Services).



### 1.2.1 Air interface Physical Layer 1

Sono definiti a livello fisico le modalità di trasmissione dei burst, costituito da bit inviati e ricevuti. Questo livello descrive le seguenti caratteristiche:

- Modulazione e demodulazione
- Commutazione in trasmissione e ricezione
- Caratteristiche segnale RF
- Definizione bit e simboli
- Sincronizzazione frequenza e simboli
- Costruzione dei burst di dati

### 1.2.2 Air interface Data Link Layer 2

Questo livello mantiene le connessioni logiche e deve nascondere il supporto fisico da strati superiori. Le funzioni principali sono le seguenti:

- Codifica del canale (FEC, CRC)
- Ordinamento dei bit
- Meccanismi di acknowledgement e retry
- Controllo medio di accesso e gestione canali
- Costruzione dei pacchetti e sincronizzazione
- Definizione dei burst e relativi parametri
- Indirizzamento link (sorgente e/o destinazione)
- Interfacciamento ad applicazioni voce (vocoding) con il Physical Layer
- Servizi di trasporto dati
- Segnalazioni di scambio e / o dati utente con il Call Control Layer (Layer 3)

### 1.2.3 Air interface Call Control Layer 3

Il Layer 3 Call Control Layer (CCL) è applicabile solo al C-plane, e dovrà essere una entità per servizi e impianti supportati dal DMR sulle funzionalità del Layer 2. Il CCL può avere servizi proprietari ad esso associati.

Le funzioni principali sono le seguenti:

- Attivazione / disattivazione stazione base
- Stabilire, mantenere e terminare le chiamate
- Trasmissione e ricezione chiamate individuali o di gruppo
- Indirizzamento destinazione (ID DMR o gateway a seconda delle configurazioni)
- Supporto di servizi intrinseci (segnalazione di emergenza, ritardi, ecc)
- Controllo chiamate dati
- Annuncio di segnalazione

## 1.3 Struttura DMR TDMA

### 1.3.1 Struttura canali e burst DMR

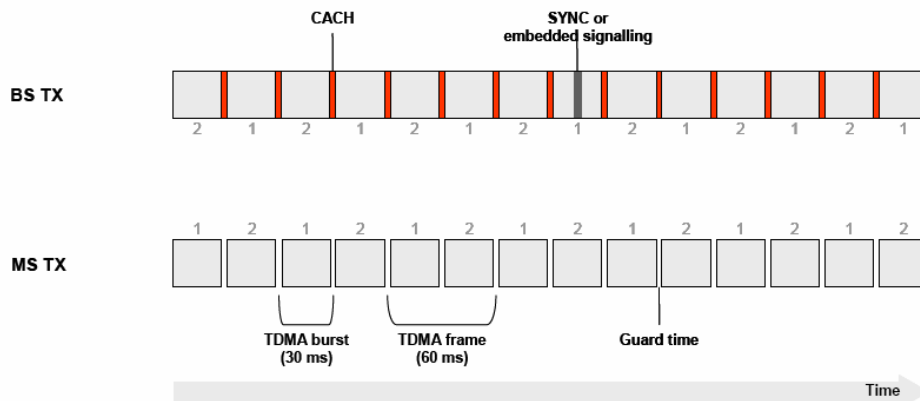
La soluzione DMR si basa su struttura TDMA a 2 slot temporali (timeslot). La risorsa fisica del sistema radio è in allocazione allo spettro radio, partizionata in portanti a radiofrequenza (RF) a suddivisione di tempo in pacchetti e timeslot.

Il burst DMR è un periodo della portante RF modulato con pacchetto dati. Il burst quindi rappresenta il canale fisico del timeslot. Il canale fisico del sottosistema DMR è necessario per supportare i canali logici.

Il canale logico è definito come percorso di comunicazione logico tra due o più parti. Il canale logico rappresenta l'interfaccia tra protocollo e sottosistema radio. I canali logici si possono separare in due categorie:

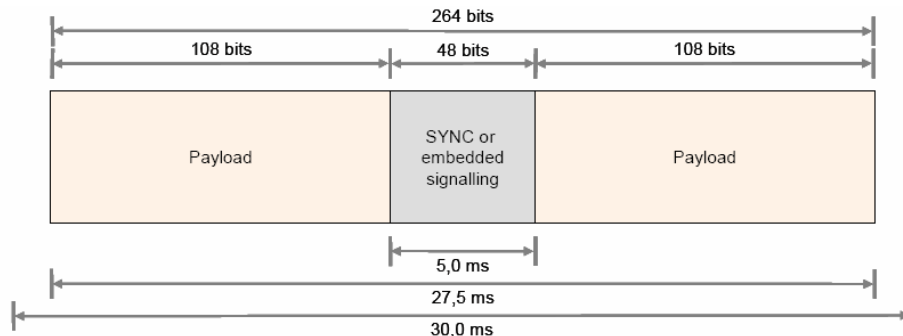
- Canali portanti traffico voce o informazioni dati
- Canali di controllo portanti segnalazioni

Il diagramma di temporizzazione di scambio tra Stazioni mobili (MS) e stazioni base (BS) è mostrato in seguito, dove gli intervalli temporali per i due canali TDMA fisici sono indicati con i simboli "1" e "2". La trasmissione in entrata è identificata con il simbolo "MS TX" mentre quella in uscita con "BS TX". Questo diagramma è utile per illustrare le relazioni tra la temporizzazione e le segnalazioni.

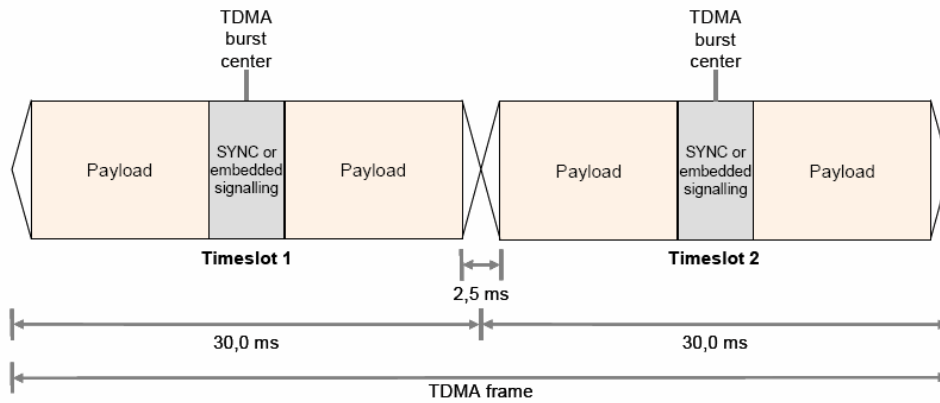


### 1.3.2 Struttura di burst e frame DMR

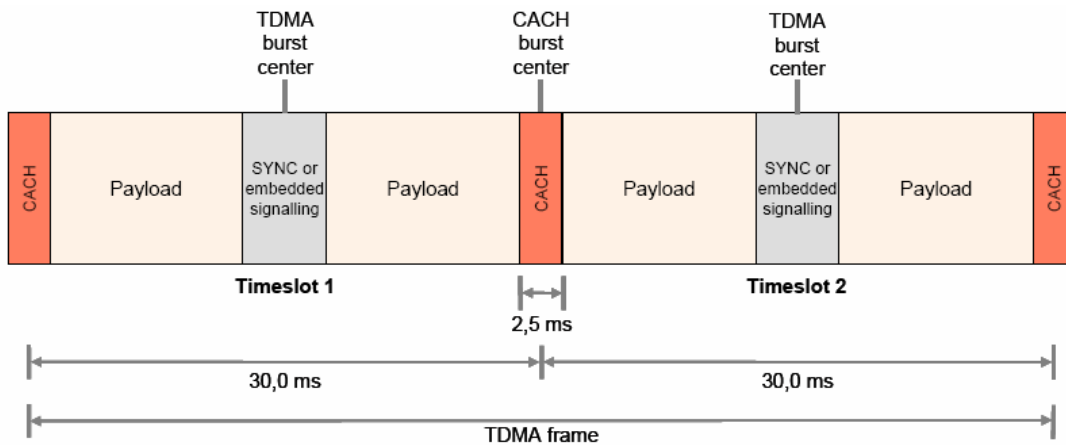
La struttura del burst consiste in campi pesati a 108bit ed un campo di segnalazione mostrato in seguito. Ciascun burst ha durata complessiva di 30ms di cui 27,5ms sono dedicati al contenuto dei 264 bit, sufficienti per portare 60ms di comunicazione voce compressa, utilizzando 216 bit di pesati.



Sul canale in entrata, i 2,5ms rimanenti sono utilizzati come tempo di guardia per i ritardi di propagazione come mostrato nella figura in seguito.



Sul canale di uscita i 2,5ms sono utilizzati per funzione di Common Announcement Channel (CACH) che porta la numerazione, gli indicatori di accesso ai canali, e le segnalazioni a bassa velocità in TDMA come illustrato nella figura in seguito.



## 2 Tecnologia DMR MOTOTRBO

### 2.1 Introduzione

Il miglioramento della produttività della forza lavoro e l'efficacia operativa richiedono una tecnologia di comunicazione superiore, in grado di offrire qualità, affidabilità, riservatezza e funzionalità.

MOTOTRBO è il primo sistema radio digitale a due vie creato appositamente da Motorola per soddisfare le esigenze delle organizzazioni professionali che necessitano di una soluzione personalizzabile per applicazioni critiche, che permette la comunicazione privata con ridotti costi di licenza ministeriale.

MOTOTRBO combina il meglio delle funzionalità della radio bidirezionale con la tecnologia digitale, per offrire maggiore capacità ed efficienza d'uso dello spettro, applicazioni dati integrate ed una maggiore qualità della comunicazione vocale.

MOTOTRBO è un sistema radio integrato per trasmissione voce e dati, composto di terminali mobili e portatili, accessori audio e alimentazione, stazioni ripetitrici, con possibilità di effettuare applicazioni di messaggistica di testo e di monitoraggio, tramite un programma di sviluppo di applicazioni di terze parti (MOTOROLA Application Partner Program).



Per sfruttare tutte le potenzialità di questa nuova tecnologia, BPG Radiocomunicazioni srl, application partner certificato Motorola, ha sviluppato una serie di applicativi software per centrali operative, che verranno descritti nel capitolo dedicato.

La centrale operativa permette la gestione informatizzata delle comunicazioni verbali, delle chiamate individuali e dello scambio di messaggi di testo e di stato nonché della localizzazione di una flotta di mezzi o persone in movimento, equipaggiati con radio ricetrasmittenti digitali a standard DMR.

Il software è basato su un concetto modulare e permette una gestione semplice ed intuitiva delle comunicazioni radio sotto forma di una consolle di centrale multifunzionale.

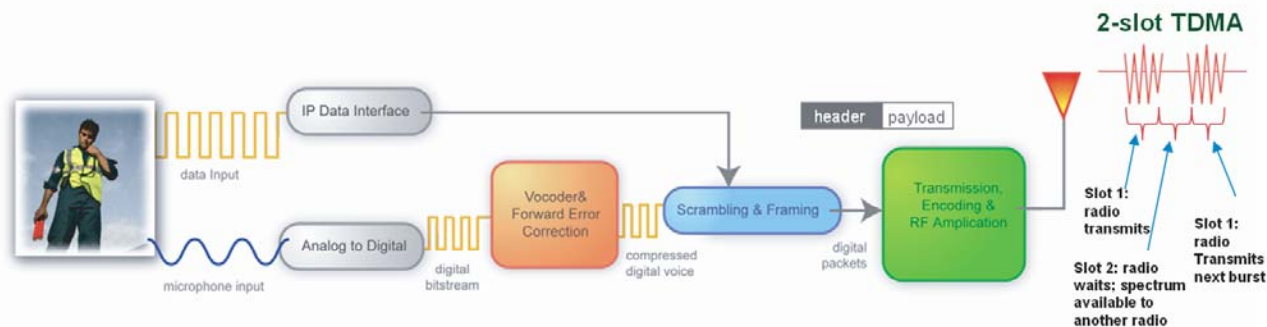


## 2.2 Caratteristiche del sistema

Questa sezione fornisce una breve panoramica della tecnologia radio digitale MOTOTRBO. Essa affronta due dei primari vantaggi forniti da questa tecnologia: l'efficienza dello spettro e il miglioramento delle prestazioni audio.

### 2.2.1 Caratteristiche digitali MOTOTRBO

La tecnologia radio digitale utilizzata da MOTOTRBO può essere riassunta come segue:



#### 2.2.1.1 Conversione Analogico-digitale

Quando un utente preme il pulsante radio Push-To-Talk (PTT) e inizia a parlare, il segnale vocale è ricevuto dal microfono e 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 di 128000bps (bit per secondo), che contiene un numero d'informazioni eccessivo da inviare su un canale radio a 12.5kHz. Quindi una qualche forma di compressione dei dati è obbligatoria.

#### 2.2.1.2 Vocoder e correzione errori diretta Forward Error Correction (FEC)

La funzione di Vocoding (codifica 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 (per MOTOTRBO) pari a 6.25kHz. Il vocoder adottato da MOTOTRBO è AMBE +2, che è stato sviluppato dalla Digital Voice System, Inc (DVS), leader nel settore vocoding. Questo particolare vocoder opera dividendo il parlato in brevi segmenti, in genere da 20 a 30 millisecondi di lunghezza. Ogni segmento di parola è analizzato ed importanti parametri come pitch, livello, e risposta in frequenza, vengono estratti. Questi parametri sono poi codificati usando un ridotto numero di bit digitali. Il vocoder AMBE +2 è il primo a dimostrare un bitrate molto basso, rispetto alla produzione di pari qualità tradizionalmente associati a sistemi di telefonia fissa o mobile.

Oltre al processo di vocoding, si applica anche la correzione di errore "Forward Error Correction" (FEC). FEC è una tecnica matematica di checksum che consente al ricevitore sia di convalidare l'integrità di un messaggio ricevuto e determinare, se del caso, quali bit sono stati danneggiati. FEC 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. In questa fase, il vocoder ha già compresso il segnale di ingresso da 128000bps a 3600bps.

#### 2.2.1.3 Formattazione (Freming)

In questa fase il parlato soggetto a Vocoding è formattato per la trasmissione. Questo include ogni formattazione 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 il discorso decodificato. Questa stessa struttura viene utilizzata nelle trasmissioni IP (Internet Protocol) a pacchetti di dati - i pacchetti IP sono semplicemente una forma alternativa di messaggio per radio MOTOTRBO. 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".

#### **2.2.1.4 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) 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).

#### **2.2.1.5 Conformità agli Standard**

Il protocollo digitale utilizzato in MOTOTRBO (vocoding, Forward Error Correction, trasmissione di codifica e trasmissione attraverso duplice time slot TDMA) è pienamente specificato dallo Standard ETSI-DMR, che è uno standard riconosciuto a livello internazionale, con accordi tra i suoi sostenitori. Anche se test formali di interoperabilità e di verifica dei processi di questo tipo non sono ancora pienamente maturi, Motorola prevede che sistemi radio MOTOTRBO saranno pienamente interoperabili con altre soluzioni che siano conformi allo standard ETSI DMR Tier 2.

### **2.2.2 Efficienza spettrale in tecnica TDMA a due slot**

#### **2.2.2.1 Frequenze, canali e requisiti di efficienza spettrale**

Un canale di radiocomunicazione è definito per la frequenza della portante e la sua banda passante. Lo spettro di portanti disponibili è suddiviso in bande principali (VHF e UHF) e la maggior parte dei canali radio disponibili sotto licenza per scopi civili sono a 12.5kHz.

Siccome le onde radio stanno diventando sempre più diffuse, nuovi standard e nuove tecniche che permettano la presenza di più utenti per liberare lo spettro di frequenze disponibili in ogni area sono necessari.

La domanda di una maggiore efficienza spettrale è spinta, in parte, da agenzie di regolamentazione. Negli Stati Uniti, per esempio, la Federal Communications Commission (FCC) richiede ai produttori di offrire dal 2011 solo più dispositivi che operino all'interno di canalizzazione a 12.5kHz in VHF e UHF. Entro l'anno 2013, tutti gli utenti in VHF e UHF saranno tenuti a operare su canali a 6,25 kHz.

Il prossimo passo logico è quello di migliorare ulteriormente la capacità effettiva della canalizzazione a 12.5kHz. Mentre non è ancora obbligatorio l'impiego di canali a 6.25kHz, queste discussioni sono però in corso presso la FCC ed altre agenzie. Sarà quindi solo una questione di tempo ma prima o poi la capacità di trasportare due percorsi voce in un unico canale 12.5kHz, conosciuto anche come canale 6.25kHz equivalente, diventerà un requisito fondamentale sia in banda VHF che in UHF.

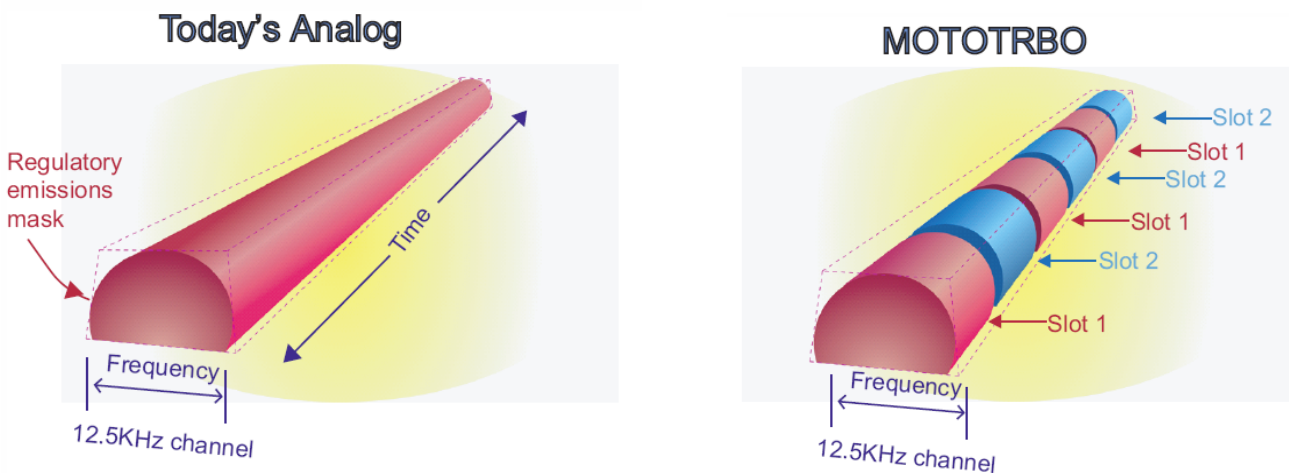
Nell'attesa di tale mandato da parte degli Enti di Normazione e Ministeri, la tecnologia adottata da MOTOTRBO offre un modo per dividere un canale 12.5kHz in due time slots indipendenti, quindi, di ottenere un canale 6.25kHz equivalente.

### 2.2.2.2 Incremento capacità su canalizzazione 12.5KHz

Un canale di radiocomunicazione è definito per la frequenza della portante e la sua banda passante. MOTOTRBO utilizza architettura a due slot TDMA. Questa architettura 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.



12.5kHz Analogico o FDMA	12.5kHz TDMA
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 comunicazione voce su ciascun canale 12.5kHz</li> <li>- Un singolo ripetitore per ciascun canale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Divisione canale esistente in due time slot</li> <li>- Fornisce doppia capacità tramite ripetitore</li> <li>- Prestazioni sono le stesse o migliori rispetto a 12.5kHz FDMA</li> <li>- Ripetitore singolo al posto di doppio ripetitore</li> <li>- Si riduce la necessità di combinazione dei dispositivi</li> <li>- Incremento del 40% sul ciclo di vita delle batterie</li> </ul>

La tecnica TDMA quindi offre un metodo semplice 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. Anzichè suddividere la porzione di spettro come in tecnica FDMA, l'impiego della tecnica TDMA utilizza l'intera banda di frequenza a 12,5kHz suddividendola in time slot distinti con un conseguente aumento dell'efficienza.

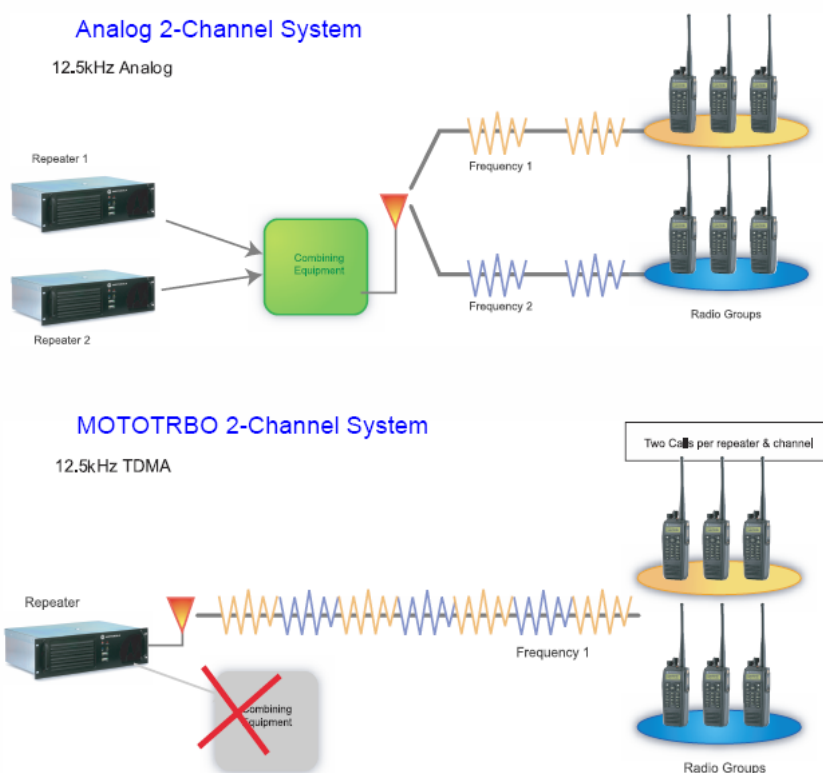
Inoltre questa tecnica preserva le ben note caratteristiche e prestazione RF della canalizzazione a 12,5kHz. Dal punto di vista fisico (in termini di reale potenza trasmessa e segnale irradiato) il segnale che occupa due slot TDMA a 12.5kHz si propaga essenzialmente allo stesso modo in cui oggi opera la canalizzazione 12.5kHz con tecnologia analogica.

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 circa il doppio della capacità di traffico, offrendo inoltre una copertura RF con prestazioni equivalenti o migliori rispetto all'odierna tecnologia radio analogica.

### 2.2.2.3 Riduzione infrastruttura di rete

Da punto di vista operativo, l'impiego di tecnologia TDMA, duplica quindi il numero di canali disponibili con un singolo ripetitore, un ripetitore MOTOTRBO infatti supporta due comunicazioni simultanee grazie alla suddivisione in due time slot temporali.

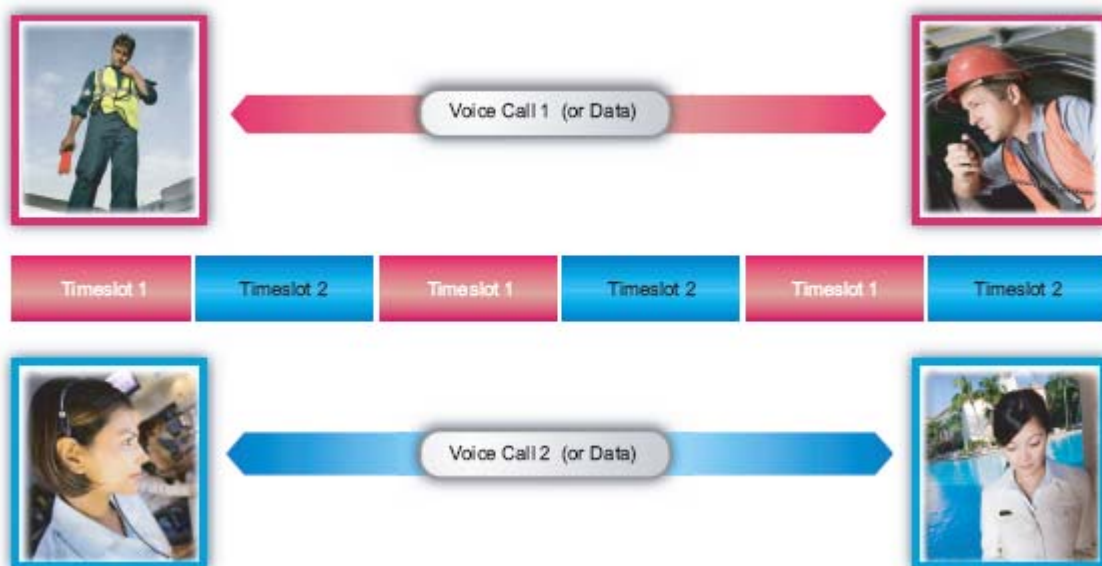
Questa soluzione dimezza i costi dell'hardware e della relativa manutenzione (singolo apparato anziché due apparati) ed inoltre riduce gli apparati necessari per realizzare complesse combinazioni di segnale RF su impianti multicanale analogico. Rispetto a tecnologie alternative, che possono operare su diverse larghezze di banda, non vi è alcun comparabile incremento del rischio di interferenza con o da canali adiacenti.



### 2.2.2.4 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 MOTOTRBO, si sono dirette verso l'implementazione di sistemi nel modo seguente:

- Utilizzo di entrambi i canali per comunicazione vocale. Questo permette di duplicare il numero di canali e quindi di comunicazioni contemporanee disponibili.
  - Aumenta il numero di utenti sul sistema
  - Aumenta il tempo per cui gli utenti possono rimanere in comunicazione
- Utilizzo di entrambi i canali come trasmissione DATI
- Utilizzo di un canale per trasmissione voce ed un canale per trasmissione dati. Si tratta di una soluzione flessibile, che consente ai clienti di dotare gli utenti mobili di comunicazione voce e trasmissione dati, messaggi, capacità di monitoraggio o localizzazione.



### 2.2.2.5 Pianificazione rete TDMA

In fase di pianificazione della rete è indispensabile valutare i seguenti aspetti, alla luce dell'incremento della capacità e della flessibilità dell'architettura MOTOTRBO:

- Pianificazione della capacità di canale
  - Numero di utenti voce e dati
  - Quali sono i profili di utilizzo previsti
  - Quanti canali e ripetitori sono previsti
- Configurazione utenti
  - Come configurare utenti, servizi voce e servizi dati o localizzazione sui canali disponibili
- Piano di migrazione tecnologica:
  - Come trasferire gli attuali canali analogici in tecnica digitale
  - Quali aggiornamenti di licenza d'uso delle frequenze sono necessari

### 2.2.3 Qualità audio digitale e prestazioni di copertura

Si descrive come l'audio digitale si comporta in termini di copertura radio, in base anche al risultato in termini di qualità finale dal punto di vista dell'utente.

#### 2.2.3.1 Copertura audio digitale

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

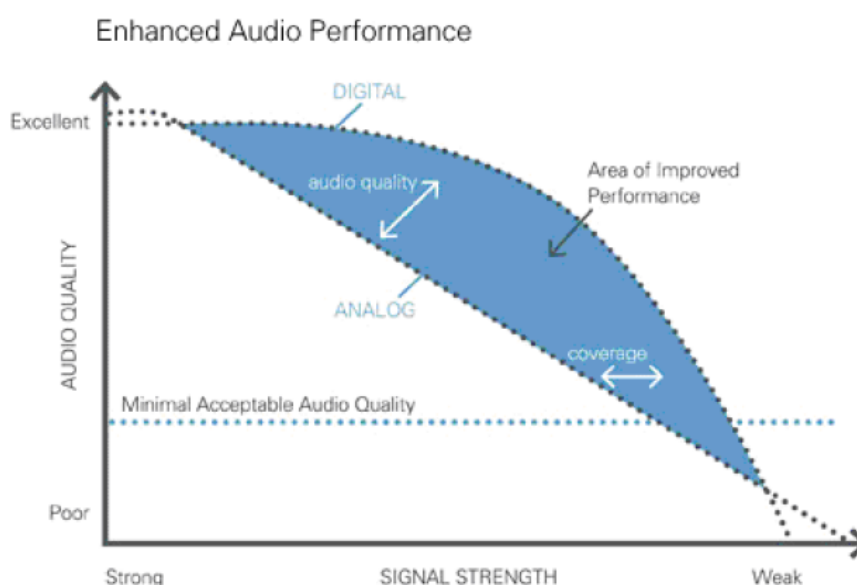
L'audio analogico degrada linearmente attraverso la regione di copertura radio, mentre la qualità audio digitale si mantiene più consistente ed uniforme in tutta l'area di copertura.

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.

Proprio questa protezione di errore permette al sistema MOTOTRBO di fornire una consistente qualità audio sull'area di copertura. Un paragonabile sistema analogico non potrà mai offrire la stessa consistenza. Nel sistema MOTOTRBO, la qualità del segnale audio rimane ad alto livello, in quanto la protezione di errore minimizza gli effetti del rumore.

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

- Nelle aree ad elevato contenuto di segnale in piena copertura, siccome non c'è elaborazione, l'audio analogico risulta essere leggermente migliore all'udito rispetto all'audio digitale nelle medesime condizioni
- 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



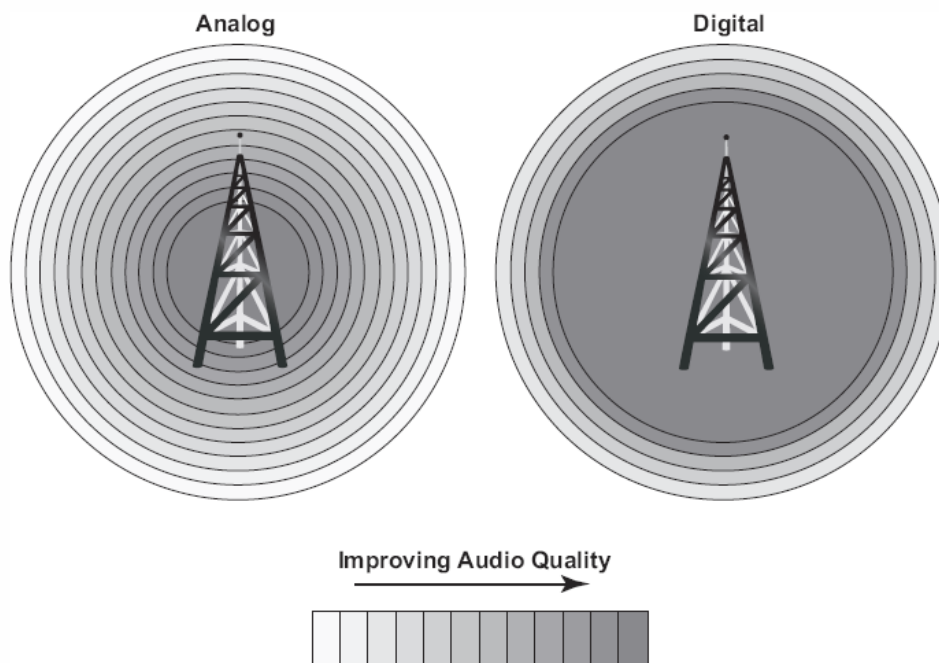
### 2.2.3.2 Previsioni di copertura audio digitale

La previsione di copertura radio è generalmente complicata da effettuare. Vi sono molti fattori che ne influenzano i parametri e più fattori vengono considerati, più è accurata la valutazione effettuata. Ad esempio il modello di simulazione adottato per la propagazione oppure il tool di previsione scelto, possono influenzare il risultato finale.

Le tecniche di previsione per la tecnologia analogica e quella digitale, seguono generalmente le stesse procedure di base, richiedendo simili parametri di rete. Perciò, noto il layout di copertura in tecnica analogica, è facile ottenere il relativo diagramma per un sistema digitale. Questo approccio consente al progettista di sistema, di utilizzare le tecniche predittive analogiche per analizzare la copertura in digitale.

Il metodo per quantificare la qualità audio fornita viene denominato DAV (Delivered Quality Audio). E' la misura di intelleggibilità e qualità vocale trasportata dal sistema di comunicazione, come definito nello standard TIA TSB-88. Tale parametro riporta su 5 scale i livelli di qualità, su cui un valore di livello 3 è considerato il minimo accettabile come qualità audio per applicazioni di pubblica sicurezza. La definizione di DAQ 3 è "comunicazione comprensibile con lieve sforzo e ripetizioni occasionali dovute a distorsione rumorosa".

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



Per qualità audio DAQ 3, MOTOTRBO fornisce un ampio range utilizzabile rispetto all'analogico, a parità di altri fattori (livello di potenza trasmessa, altezza antenna, figura di rumore sul ricevitore, banda filtri IF, terreno, dispositivi di combinazione antenna, etc.).

Per una maggior comprensione delle tecniche di predizione sulla copertura RF per siti MOTOTRBO, è consigliata la lettura del documento TIA TSB-88, ottenibile sul sito [www.tiaonline.org](http://www.tiaonline.org).

### 2.2.3.3 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:

- Prestazioni consistenti sull'area di copertura senza dissolvenza graduale ai margini di copertura: mentre il segnale analogico degrada lentamente come il ricevitore si allontana dal trasmettitore, il segnale digitale fornisce prestazioni più consistenti attraverso l'area di copertura. Comunque il segnale digitale commuta più bruscamente da segnale "buono" a mancanza di segnale, attraversando la zona di confine della copertura radio. Questo significa che gli utenti non potranno fare affidamento sulla qualità di degradazione audio per essere avvisati di essere ai limiti della zona di copertura. In altre parole, proprio prima della zona di fine copertura, l'audio digitale è ancora chiaro e pulito, mentre nella stessa condizione l'audio analogico ha un eccessivo rumore di fondo.
- Suono digitale differente: 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. Siccome il processo di vocoding è orientato alla riproduzione del parlato umano, altri suoni quali musica e toni, non sono riprodotti fedelmente. Inoltre l'audio digitale può introdurre ritardi audio.
- Riduzione rumore di fondo: le prestazioni avanzate di vocoding in MOTOTRBO includono inoltre 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 e quindi non

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

- La radio digitale NON ha qualità audio CD: MOTOTRBO è la prima radio che utilizza la tecnica vocoder AMBE+2 per fornire comunicazioni voce di qualità. L'utente finale non si deve attendere che la fedeltà di questa tecnica sia quella riportata da CD e DVD.
- Il digitale non risolve problematiche storiche: le questioni sistemistiche di copertura ed interferenza non sono necessariamente eliminate passando alle tecniche digitali. Interferenza adiacente o di co-canale, possono suonare in modo differente ed utenti in digitale, ma questa tecnologia non risolve le questioni legate all'interferenza.

## 2.3 Topologia di base: analogica e digitale

MOTOTRBO è un sistema radio convenzionale. Nella sua forma base, è costituito da radio che comunicano tra loro sia in modalità diretta o tramite ripetitore. Il sistema MOTOTRBO può essere configurato per operare in modalità analogica, digitale o mista.

### 2.3.1 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, MOTOTRBO 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 25kHz e/o 12.5kHz
- Quando opera in modalità ripetitore digitale, MOTOTRBO utilizza una coppia di canali fisici configurati su canalizzazione in banda 12.5kHz. Tramite l'uso di tecnica a suddivisione di tempo TDMA e sincronizzazione fornita dal ripetitore, MOTOTRBO divide ciascun canale a 12.5kHz in due timeslot indipendenti o canali logici entro il canale in banda 12.5kHz. Questa soluzione permette all'utente di assegnare traffico voce e dati indipendentemente. Per l'utente finale questo significa che ora dispongono due canali voce o due canali dati. 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, MOTOTRBO supporta un percorso voce (TX ed RX) su un canale fisico, e può essere configurato per operare su canale in banda 25kHz o 12.5kHz
- Quando opera in modalità diretta digitale, MOTOTRBO utilizza un canale fisico configurato per canale in banda 12.5kHz. Su un singolo canale fisico in tale banda, un sistema MOTOTRBO 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.

### 2.3.2 Operatività dual mode (analogica e digitale)

Il sistema MOTOTRBO può essere configurato per operare in modalità analogica, digitale o mista analogico/digitale. Se un sistema può consistere in ripetitori multipli, un singolo ripetitore MOTOTRBO può operare solo in analogico o digitale. Non è possibile commutare dinamicamente tra le due modalità analogica e digitale.

Le unità terminali, portatili o veicolari MOTOTRBO, operando sia in analogico che in digitale, sono comunemente definite "dual mode". L'utente può selezionare la modalità desiderata, scegliere il canale fisico e logico utilizzando il commutatore di canale disponibile, sia esso analogico o digitale. La radio può fare scansione tra canali analogici e canali digitali.



### 2.3.3 Accesso ai canali MOTOTRBO

L'accesso ai canali detta le condizioni per l'inizio di trasmissione. L'accesso al canale è regolato dalle radio mobili e portatili. E' responsabilità della radio valutare lo stato del sistema, utilizzare le proprie regole di accesso per decidere se concedere o meno la chiamata all'utente.

Nei sistemi con ripetitore, è il ripetitore responsabile di identificare se il canale è occupato o libero, ed informare quale canale radio sia riservato.

Il ripetitore non blocca o nega il canale di accesso radio sul suo sistema, ma non ripete la trasmissione ad altro sistema. Vi sono due modalità principali di accesso ai canali in MOTOTRBO: accesso con licenza o senza licenza. Nel software di configurazione, l'accesso al canale è definito come criterio di amministrazione. I criteri previsti sono:

- Sempre: definito anche accesso senza licenza, applicabile a canali sia analogici che digitali
- Canale libero: questo criterio è anche riferito come "licenza a tutti" e può essere applicata su canali analogici e digitali
- Color Code: questo criterio è riferito a "licenza a proprio Color Code" oppure "Licenza di sistema proprietario", applicabile solo su canali digitali
- Correct PL: criterio identificabile a "licenza di proprio sistema", applicabile solo su canali analogici

Le opzioni di accesso indicate regolano come gruppi voce le chiamate private che accedono al sistema. Non tutte le tipologie di trasmissione impiegano queste impostazioni. Ad esempio, chiamate di emergenza operano senza limite di accesso. In questo modo le chiamate di emergenza avranno la massima priorità sul traffico radio sul canale. Stesso discorso vale per le chiamate dati, anch'esse regolate da limite di accesso. Anche per la trasmissione dati l'allarme di emergenza viene gestito con un misto di accesso limitato e non, con massima priorità di canale.

## 2.4 Servizi digitali di MOTOTRBO

### 2.4.1 Caratteristiche canale voce digitale

#### 2.4.1.1 Chiamate di gruppo (group call)

Il gruppo digitale è una modalità che permette di impegnare un canale senza disturbarne un altro. Siccome le radio a doppia comunicazione sono ben note per le funzioni di chiamata da uno a molti utenti, la chiamata di gruppo è la chiamata più comune in MOTOTRBO. Qui la maggior parte delle comunicazioni avvengono con chiamata di gruppo.

Radio individuali che devono comunicare con altre radio sono raggruppate insieme e configurate per essere membri dello stesso gruppo. Una radio trasmittente può essere ascoltata da tutte le radio di uno stesso gruppo e sullo stesso canale logico (frequenza e timeslot).

Due radio non possono ascoltarsi se sono sullo stesso canale logico (frequenza e timeslot) ma su differenti gruppi. Due radio su differenti canali logici, non possono essere ascoltate, anche se sono collocate sullo stesso gruppo.

I gruppi sono definiti in accordo con l'organizzazione strutturale dell'utente finale. Quando si pianificano i gruppi si deve pensare a:

- Quali membri del gruppo di lavoro nella propria organizzazione devono parlare con altri
- Come avviene l'iterazione tra membri di altri gruppi
- Come gli utenti possono condividere in modalità collettiva le risorse del canale radio

### 2.4.1.2 Chiamate private (private call)

MOTOTRBO ha la capacità di fornire all'utente la funzione di chiamata diretta ad altra radio, anche se le due non sono configurate nel medesimo gruppo. Ad ogni modo, perché questa operazione sia effettuabile, entrambe le radio devono essere sullo stesso canale e timeslot. Questa caratteristica permette agli operatori di portare a termine sia chiamate punto-punto, che private tra le due parti.

A seconda dei criteri di programmazione impostati, la radio chiamante può trasmettere un breve messaggio di segnalazione alla radio destinataria. Questo segnale verifica la presenza del destinatario prima che venga attivata la comunicazione.

Il ripetitore non richiede alcuna specifica configurazione per le chiamate private.

### 2.4.1.3 Chiamate a tutti (all call)

La chiamata a tutti è una chiamata vocale in una direzione tra un operatore privilegiato e tutti gli utenti su un canale logico. La radio trasmittente impiega lo specifico gruppo All Call che ciascuna radio sullo stesso sistema e canale logico può ricevere.

Le chiamate di tipo "All Call" non comunicano tra i diversi timeslots o canali all'interno del sistema. La capacità di avviare una chiamata "All call" è solo programmata in dispositivi radio con funzione di Amministrazione.

Tutte le radio verificano le chiamate "All Call" per default. Questa caratteristica è molto utile quando un supervisore ha la necessità di comunicare con tutti gli utenti su un canale logico, piuttosto che ad un particolare gruppo o radio individuale.

### 2.4.1.4 Call Alert (avviso di chiamata)

Questa caratteristica viene adottata come funzione di "allertamento" verso altri utenti. Quando una radio riceve una "Call Alert", un allarme udibile e visibile è presentato all'utente. Il mittente della chiamata di emergenza è visualizzato al destinatario e rimane visibile fintanto che il destinatario non elimina tale informazione dal proprio terminale.

Se l'utente preme il tasto PTT mentre lo schermo di chiamata di emergenza è attivo, inizia una chiamata privata al mittente della Call Alert.

Per applicazioni veicolari, tale caratteristica è impiegata anche in congiunzione con opzione sirena e luci di emergenza. In questo modo quando l'utente è fuori dal veicolo, la chiamata di emergenza avvisa con segnale acustico e luminoso, notificando il rientro al mezzo per richiamare il mittente.

## 2.4.2 Caratteristiche segnalazioni digitali

In un dato timeslot, la chiamata digitale è organizzata in informazione vocale ed informazioni di segnalazione. Inclusa nelle informazioni di segnalazione è presente un identificativo utilizzato per descrivere il tipo di chiamata che sarà trasmesso nel timeslot (chiamata di gruppo, individuale, all call). Informazione di segnalazione include anche informazioni di identificazione e/o informazioni di controllo, che sono adottate per notificare gli ascoltatori su chiamate voce su eventi di sistema e stato (ID radio trasmittente ed ID gruppo).

Poiché questa informazione viene ripetuta periodicamente durante la chiamata, questo segnale permette agli utenti di unirsi alle comunicazioni in corso e quindi partecipare alla chiamata. Questa caratteristica è definita "Late Entry" ed è un vantaggio rispetto allo schema di comunicazione analogico.

### 2.4.2.1 PTT ID ed Aliasing

Questa caratteristica permette alla radio destinataria della chiamata di identificare l'origine della chiamata. Se programmata con un Alias alfanumerico, tale nome viene presentato all'utente. L'uso degli alias è valido sia per le chiamate vocali che per le caratteristiche di segnalazione digitale.

#### 2.4.2.2 Disabilitazione radio (selective radio inhibit)

Una radio tipicamente con funzione di supervisione, può essere abilitata ad inibire il funzionamento di un'altra radio tramite una segnalazione digitale in aria.

La radio disabilitata mostra display spento e non è in grado di ricevere e trasmettere chiamate. La radio può comunque essere accesa o spenta, indicando all'utente che non è danneggiata ma che è solo disabilitata.

La radio così disabilitata potrà essere riattivata o con una successiva segnalazione in aria dal supervisore oppure con il kit di programmazione.

#### 2.4.2.3 Radio Check

Questa funzione verifica se una radio è attiva in un sistema senza notificare l'utente nella radio destinataria. Oltre al led "busy", non vi sono altre indicazioni udibili o visibili sullo stato della radio. La radio ricevente in automatico ed in modalità silenziosa risponde con un consenso alla radio richiedente.

Questa caratteristica è utile per una verifica discreta della disponibilità della radio. Ad esempio, se un utente non risponde alle chiamate, tale funzione può essere impiegata per determinare se la radio destinataria è accesa e monitorarne il canale di comunicazione. Se la radio risponde con un consenso positivo, l'attivatore può intraprendere successive azioni utilizzando i comandi di ascolto ambientale per attivare il PTT del destinatario.

#### 2.4.2.4 Ascolto ambientale

La caratteristica di ascolto ambientale o monitoraggio remoto permette ad un utente a distanza di attivare il microfono ed il trasmettitore della radio destinataria per un certo periodo di tempo.

La chiamata è impostata in modalità silenziosa sulla radio destinataria, il PTT è controllato in remoto senza indicazioni all'utilizzatore. La durata della trasmissione in modalità di ascolto ambientale è impostabile sulla radio destinataria tramite software di programmazione. Quando riceve un comando di monitoraggio remoto, la radio destinataria inizia una chiamata privata alla radio chiamante, origine del comando.

Questa caratteristica è utilizzata per accertare la situazione della radio destinataria che è alimentata ma priva di risposte. Questa funzione è utile in numerose situazioni incluse le seguenti:

- furto
- incapacità dell'utente della radio terminale
- permettere l'attivazione di una chiamata di emergenza per comunicare a mani libere in situazioni di criticità.

### 2.4.3 Emergenza digitale

MOTOTRBO offre una infinità di funzioni legate all'emergenza, per soddisfare le varie esigenze delle organizzazioni e dei clienti professionali. Nella forma base, MOTOTRBO fornisce la capacità di abilitare ad un utente in difficoltà l'invio di un allarme di emergenza ed un segnale vocale di emergenza ad un utente di supervisione. Il messaggio di emergenza contiene l'identificativo della radio origine. Dopo la ricezione del messaggio di emergenza il supervisore riceve indicazioni visibili ed udibili, oltre all'identificativo chiamante.

Una volta risolto il problema che ha originato l'emergenza, il destinatario cancellando il messaggio, decreta la fine dello stato di criticità.

Ciascuna radio veicolare può essere programmata con un tasto di emergenza (ciascun tasto programmabile), mentre sulle radio portatili solo il tasto arancione è configurabile come emergenza.

Tale allarme può anche essere attivato da un trigger esterno tramite applicazione accessoria. Premendo il tasto di emergenza, la radio entra in modalità di emergenza ed inizia la procedura di emergenza configurata.

La sequenza di emergenza è generalmente fatta da queste due parti principali:

- La segnalazione
- La seguente chiamata voce

Un allarme di emergenza non è un servizio dati, ma piuttosto un comando di conferma ed un controllo di segnalazione che viene inviato al gruppo.

Più di una radio può essere configurata sul sistema per monitoraggio del gruppo, ed essere quindi designata alla conferma dell'allarme di emergenza del gruppo. Queste radio sono considerate supervisor di conferma. La conferma è automatica.

Il canale ed il gruppo su cui l'utente trasmette la propria emergenza è cruciale per contattare propriamente il supervisore. MOTOTRBO offre l'abilitazione agli utenti di trasmettere l'emergenza su un canale selezionato oppure di cambiare automaticamente verso un canale predeterminato la trasmissione dell'emergenza.

La trasmissione dell'emergenza su un canale prescelto (denominato anche emergenza "tattica") è anche utile in sistemi dove vi sono solo pochi gruppi di utenti. Ogni gruppo ha il suo utente specificato che si occupa di gestire le emergenze.

Esistono tre metodi fondamentali per gestire gli allarmi di emergenza e le chiamate di emergenza; tutte sono configurabili con software di programmazione. I metodi sono: Allarme di Emergenza (Emergency Alarm only), Allarme di Emergenza e Chiamata (Emergency Alarm and Call), Allarme di Emergenza con Voce a Seguire (Emergency Alarm with Voice to Follow).

#### **2.4.3.1 Allarme di Emergenza (Emergency Alarm Only)**

Quando si configura in questa modalità, prende atto il solo processo di allarme di emergenza. L'emergenza termina quando: si riceve una conferma; l'utente cancella l'emergenza manualmente; l'utente preme il tasto PTT. Non sono associate chiamate voce all'emergenza generata nella modalità indicata. Premendo PTT si cancella l'emergenza ed una chiamata voce standard è processata.

#### **2.4.3.2 Allarme di emergenza e chiamata (Emergency Alarm and Call)**

Quando configurato in questa modalità, la procedura di emergenza si configura con un allarme di emergenza seguito dall'abilità di eseguire una chiamata di emergenza. Il numero di tentativi ed i criteri sono configurabili, potendo anche essere impostati su base di tentativi infiniti di chiamata.

La situazione di allarme è interrotta quando: una conferma è ricevuta; tutti i tentativi sono terminati.

La radio rimane in stato di emergenza. Qualsiasi pressione del PTT attiva una chiamata di emergenza e la chiamata include una indicazione di emergenza. Se l'utente preme il tasto PTT prima che la radio attivi l'allarme di emergenza, la radio interrompe l'invio d'allarme ed inizia la chiamata di emergenza.

L'utente rimane in emergenza fintanto che manualmente non si cancella tale stato.

#### **2.4.3.3 Allarme di emergenza e voce a seguire (Emergency Alarm and Voice to Follow)**

In questo caso l'emergenza consiste nell'invio di un singolo allarme, seguito da una trasmissione automatica di una chiamata di emergenza. Questa modalità viene definita anche "hot microphone". La radio invia un solo allarme di emergenza automaticamente non appena l'utente preme il tasto PTT. La durata di tale stato è configurabile tramite software di programmazione sui singoli terminali.

La rimozione dello stato di emergenza deve essere fatto manualmente dall'operatore cancellando l'emergenza sul terminale.

## 2.5 Trasmissione dati su MOTOTRBO

### 2.5.1 Generalità

Quando opera in modalità digitale, ogni radio MOTOTRBO può essere utilizzata come trasmissione integrata voce e dati, dove la radio può comunicare su un unico canale radio entrambe le comunicazioni oppure è possibile dedicare uno o più canali (anche un diverso time slot dello stesso canale) sul quale far transitare tutti i dati di localizzazione.

I servizi dati ottenibili sono tipicamente legati alla trasmissione di messaggi, servizi di localizzazione, lettura codice a barre, ... che non richiedono un gran flusso di dati sul canale radio.

Importante sottolineare che l'attività di trasmissione dati non è soggetta a costi mensili legati a gestori di servizi pubblici di telecomunicazione mobile, ma il cliente controlla a quali applicazioni l'utente può accedere.

Il sistema MOTOTRBO fornisce trasmissione dati attendibile su tutta l'area dove il sistema opera con trasmissione vocale. L'integrazione di voce e dati sul medesimo canale o di dati gps sul secondo time slot radio porta i seguenti vantaggi:

- utilizzo di un solo canale RF per entrambe le comunicazioni (voce e dati)
- utilizzo di unica infrastruttura di rete per comunicazione dati e voce
- utilizzo di unico subscriber per inviare e ricevere voce e messaggi di dati in aria

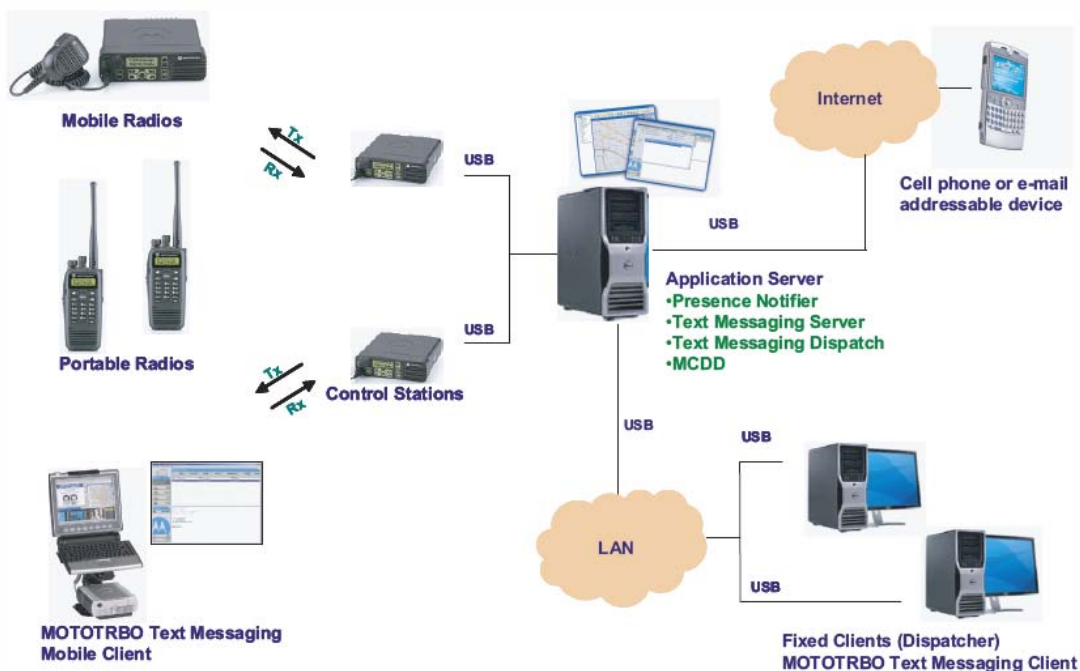
MOTOTRBO supporta servizi dati in varie modalità:

- servizi di messaggistica testuale per l'invio da terminale a terminale oppure da terminale a gruppo di terminali, messaggi direttamente dall'interfaccia radio
- possibilità di abilitazione infrastruttura basata su PC, con supporto di applicazioni basate su IP (Internet Protocol) e servizi dati IP. MOTOTRBO si collega direttamente al PC tramite porta USB senza necessità di modem di interfaccia. Alcuni esempi di applicazioni disponibili sono:
- servizi di localizzazione
- servizi di trasmissione messaggistica e gestione parco radio
- MOTOTRBO supporta inoltre un programma di sviluppo applicazioni, di cui BPG è Application Partner certificato. Questo programma include un kit di sviluppo completo, che descrive esattamente l'interfacciamento per i servizi IP, il comando e controllo delle radio e le schede opzionali che possono essere installate.

Per le applicazioni basate su infrastruttura PC, come ad esempio i servizi di localizzazione ed il text messaging, la radio deve prima completare il processo di registrazione prima che i messaggi dati possano essere scambiati tra radio e PC.

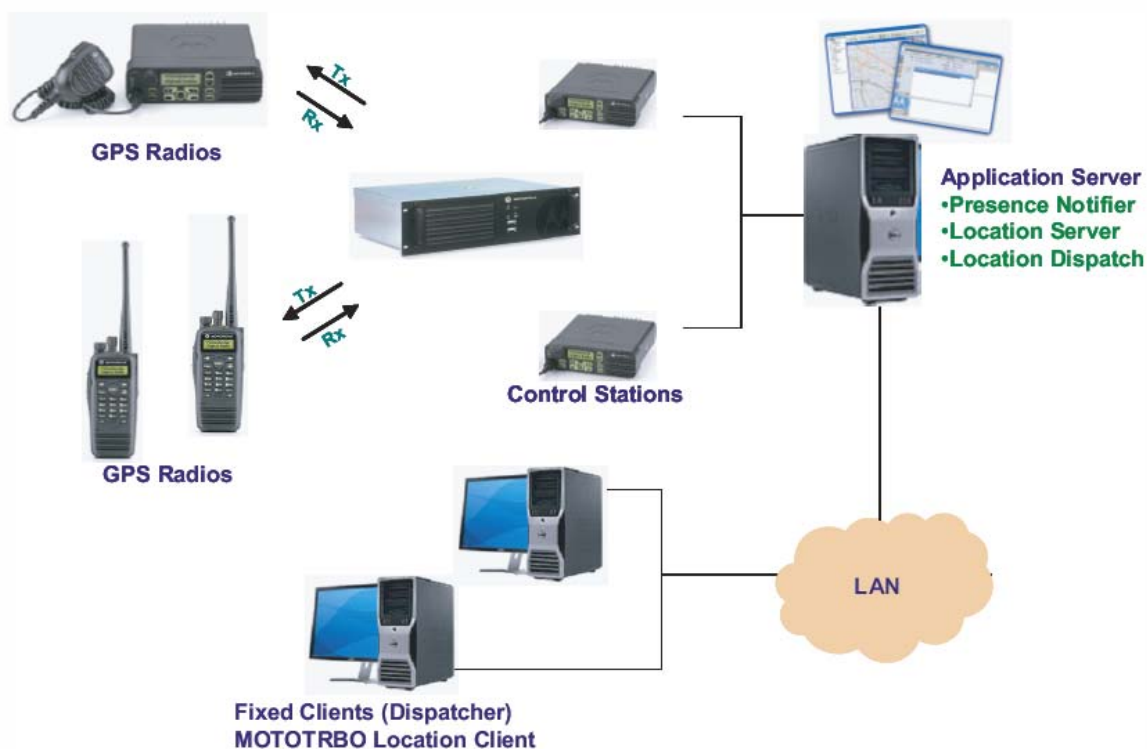
La radio si registra con un "Presence Notifier", incorporato negli applicativi software di centrale operativa di localizzazione e messaging testuale. Il "Presence Notifier" informa il server di applicazione dati che la radio è nel sistema ed è disponibile per il servizio.

## 2.5.2 Servizi di messaggistica testuale



Più componenti del sistema MOTOTRBO interagiscono tra loro per fornire servizi di trasmissione messaggi di testo, inclusi: capacità di messaggistica delle radio registrate ed applicazioni MOTOTRBO per servizi di messaggistica testuale.

## 2.5.3 Servizi di localizzazione



Le caratteristiche del sistema MOTOTRBO per la localizzazione permette alla centrale operativa basata su interfaccia PC, di determinare l'attuale posizione della radio veicolare o portatile e visualizzarne l'informazione su cartografia in formato digitale.

Con questa applicazione, la centrale operativa ottiene dalla radio informazione circa latitudine e longitudine tramite l'invio di dati. In questo modo si forniscono servizi a valore aggiunto, quali il tracking delle risorse sul territorio. MOTOTRBO dispone di apparati già dotati di serie del ricevitore GPS.

#### **2.5.3.1 Servizi forniti agli utenti radio**

Quando il servizio di localizzazione è disabilitato, la radio non fornisce aggiornamenti sulla posizione al server di centrale. Se il servizio è attivo un'opportuna icona sul terminale lo segnala. L'assenza di tale icona significa che tale servizio non è funzionante. E' possibile spedire il messaggio di posizione al server anche alla pressione del pulsante di emergenza: per localizzazione immediata delle risorse in caso di necessità urgente.

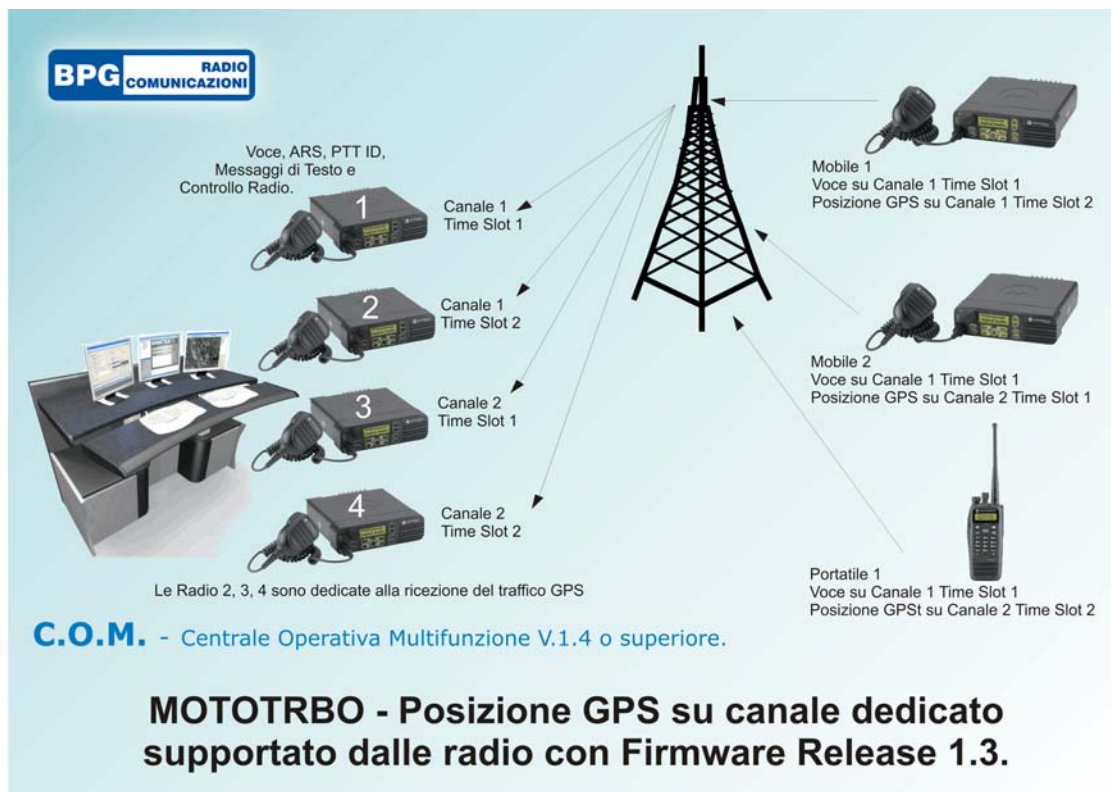
#### **2.5.3.2 Servizi forniti ad applicazioni di localizzazione**

Per ciascun servizio, un server di localizzazione è necessario per inviare richieste esplicite alle radio disponibili. Anche per questo servizio la radio viene notificata dal server di localizzazione per poter ricevere informazioni. La radio dotata di GPS trasmette il valore aggiornato delle coordinate di posizione seguendo questi 3 metodi:

- aggiornamento con singola posizione
- aggiornamento della posizione con trasmissione periodica
- aggiornamento posizione sincronizzata con richiesta di emergenza

## 2.5.4 Localizzazione con secondo slot dedicato per i dati GPS

Per i sistemi di localizzazione che impiegano l'applicazione server BPG NetRadioServer in combinazione del BPG Presence Notifier, è possibile inoltre dedicare il secondo time slot (o più time slot) del ripetitore a standard DMR per l'invio dei dati di localizzazione.



Le radio portatili e veicolari sono già predisposte per l'invio della posizione su canale (time slot) dedicato.

## 2.5.5 Servizi di telemetria

MOTOTRBO incorpora al proprio interno funzionalità di telecontrollo e telemetria supportati in modalità digitale. Sia le radio mobili che portatili supportano linee di ingresso/uscita (GPIO) su connettore accessori. Con questa funzionalità, la radio può inviare un comando di telecontrollo verso un altro dispositivo o verso la centrale operativa alla pressione di un pulsante programmato. I comandi telemetrici, istruiscono i pin di GPIO della radio destinataria ad essere impostati a livello alto, basso, mantenuti o pulsati. I comandi di telemetria possono anche essere utilizzati per interrogazioni sullo stato dei pin GPIO sulla radio destinataria.

Eventuali messaggi di stato possono essere inviati, se sincronizzati con l'evento di variazione sullo stato di un ingresso di GPIO.

Con l'ausilio di queste funzionalità di telemetria, unite a quelle offerte dalla porta di messaggistica testuale, le radio MOTOTRBO possono essere utilizzate come mezzo di trasferimento dati per stazioni di monitoraggio ambientale e meteo-climatico in grado di interfacciare sensori meteo, analizzatori, sonde chimico-fisiche, attuatori, ecc...

MOTOTRBO è pertanto in grado di rispondere alle più svariate esigenze di acquisizione, elaborazione e trasmissione dei dati via radio, dalle più semplici per singole stazioni di acquisizione, alle più complesse per reti di stazioni di acquisizione di vario genere gestite da centri di controllo remoti.



## 2.6 Scansioni

MOTOTRBO supporta scansioni voce su tecnologia analogica, digitale e su segnalazione digitale tramite ripetitore o direttamente da altra radio. Quando si attiva la scansione, la radio ricerca continuamente una lista di canali per le attività di interesse. Quando tale attività di interesse è stata trovata, la radio si interrompe e commuta su quel canale. Al termine, la radio continua la scansione dei canali sulla lista dei disponibili.

L'impostazione dei canali da scandire è determinata dalla lista di scansione configurata. Una radio dispone di più liste di scansione e ciascun canale radio può essere associato ad una differente lista.

Le liste di scansione possono contenere: solo canali analogici, solo canali digitali oppure un misto di canali analogici e digitali.

Livelli di priorità possono essere configurati per i membri di una lista di scansione. Esistono 3 livelli di priorità in una lista di scansione: priorità-1, priorità-2, non-prioritario.

I canali con priorità vengono scanditi più sovente dei membri privi di priorità. Attualmente la scansione prioritaria è disponibile per liste analogiche di scansione e liste digitali contenenti solo canali in modalità diretta.

Durante le scansioni, le radio possono accettare trasmissione dati (testo, localizzazione, telemetria). Solo applicabile se il dato è ricevuto sul canale selezionato.

### 2.6.1 Campionamento prioritario

Quando si esegue la scansione, se alcune attività di interesse sono state rilevate, la radio interrompe la scansione e commuta sul canale trovato. Se è in arrivo un'attività di interesse, indirizzata alla radio in scansione, in caso di Priority -1 la scansione si interrompe per la durata della chiamata. Nel caso invece si tratti di una chiamata di gruppo, oppure membro con Priority-2 o senza priorità, la radio continua a dare precedenza alle operazioni di scansione dei membri ad alta priorità.

Ad esempio, se una radio è in ricezione di una chiamata voce su scansione membro non prioritario, allora i membri definiti a Priority -1 e Priority-2 sono scanditi continuamente. In questo caso, l'ordine di scansione sarà alternato tra Priority -1 e Priority-2.

Se la radio è in ricezione di una chiamata voce su membro in scansione a Priority-2, allora la radio periodicamente effettua la scansione solo sui membri a Priority-1.

Se la trasmissione di interesse è trovata su membri a più elevata priorità, la radio commuta su tali membri per monitorare la trasmissione. Se non è di interesse, ritorna ai membri monitorati precedentemente.

Il campionamento prioritario non avviene quando ci si trova in trasmissione.

Poiché la radio riceve correntemente comunicazione voce, lasciare l'attuale membro in scansione per scandire membri a più elevata priorità causerà una temporanea sospensione della trasmissione corrente. Questo causa una sospensione audio nel ricevitore. Così, gli intervalli di campionamento delle radio a più alta priorità, essenzialmente, diventano le interruzioni audio che sono introdotte nella voce correntemente monitorata. Questo intervallo è configurabile tramite software di programmazione tramite il parametro "Priority Sample Time".

### 2.6.2 Marcatura canali

In aggiunta alla configurazione dell'intervallo di campionamento per campionamento prioritario, MOTOTRBO offre un modo per mitigare la durata delle pause audio stesse con una caratteristica definita "Channel Marking". Anche se relativamente breve, necessita di tempo per determinare se la trasmissione è di interesse o meno su un particolare membro di scansione. Durante questo periodo, c'è una pausa audio nell'audio scansionato.

La caratteristica di “Channel Marking” introduce una logica che assume che se una trasmissione era stata identificata come non di interesse, non vi è necessità di una sua revisione completa ad ogni intervallo di scansione. Inoltre, se il tipo di trasmissione è della medesima tipologia della comunicazione identificata come di non interesse in precedenza, vi sarà un’alta probabilità che sia la stessa trasmissione.

Perciò, la radio necessita solo di identificazione e che questa sia attivata, è un beneficio come identificare un tipo di trasmissione prenda più o meno tempo di una identificazione completamente identificata, se una trasmissione non è di interesse.

Questa assunzione è valida solo per un determinato numero di volte, dopo di che il membro di scansione è revisionato nuovamente. Questa soluzione modifica la percezione dei buchi audio ad ogni intervallo di scansione prioritaria ad un unico buco audio lungo seguito da numerosi buchi audio brevi, ed in seguito altri buchi audio e così di seguito.

Questa caratteristica può aumentare notevolmente la qualità audio mentre una radio è in modalità di campionamento prioritario. Il sistema va configurato adeguatamente in fase di programmazione per consentire un adeguato bilanciamento che fornisca qualità audio migliore senza sacrificare troppo la flessibilità alla consistente locazione di nuove trasmissioni oltremodo interessanti.

### 2.6.3 Considerazioni sulla scansione

La caratteristica di poter eseguire scansioni multiple è un vantaggio quando un utente deve lavorare su numerosi canali. MOTOTRBO offre la possibilità di eseguire scansioni sia su canali analogici che su canali digitali (frequenze e slot) entro la stessa lista di scansione. Questa funzionalità è decisamente utile quando si decide di migrare da una tecnologia analogica classica ad una digitale, o quando un utente deve monitorare più frequenze e slot di ripetitori allo stesso tempo. Quando opera in digitale, MOTOTRBO fornisce inoltre la possibilità di scansione su gruppi multipli su un canale (slot). Questo è anche riferito come scansione di gruppo.

La scansione di gruppo è una via per scandire gruppi multipli sullo stesso canale. La radio monitorizza il canale da ripetitore o direttamente da altra radio per determinare quale gruppo sta correntemente trasmettendo.

## 2.7 Caratteristiche analogiche

Per clienti che intendono migrare dalla tecnologia analogica a quella digitale o vogliono mantenere il collegamento con altri Enti ancora dotati di tecnologia analogica, MOTOTRBO supporta modalità operative per entrambe le tecnologie. I terminali possono operare in analogico o digitale, commutando dinamicamente da una all’altra tecnologia, mentre il ripetitore MOTOTRBO è configurato per operare in una delle due modalità. Quando MOTOTRBO opera in analogico, utilizza la classica modulazione FM e supporta canalizzazione a 12.5kHz e 25kHz, operando in modalità diretta o con ripetitore.

In modalità analogica, nel caso l’impianto radio fosse dotato di segnalazione a toni, è possibile equipaggiare le radio MOTOTRBO con scheda opzionale capace di codificare/decodificare chiamate selettive secondo tutti gli standard CCIR, ZVEI, EEA.

## 2.8 Topologie di sistema

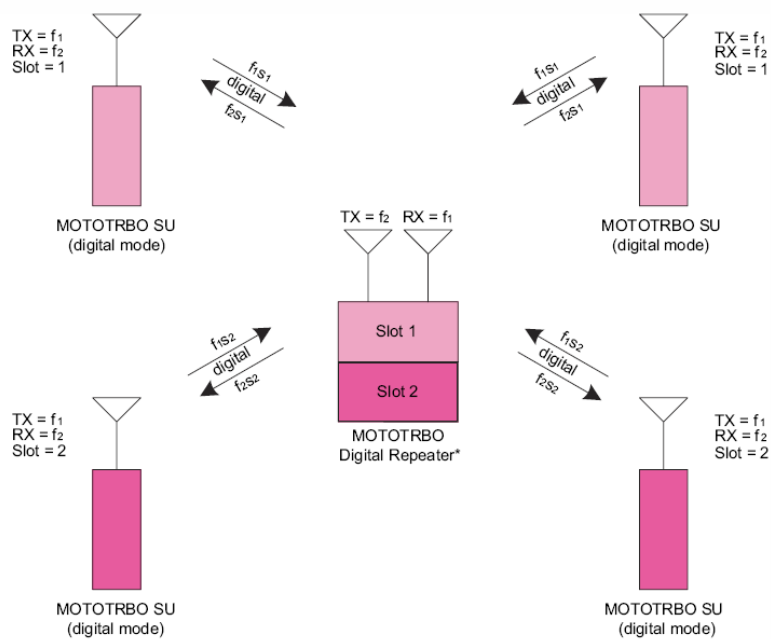
### 2.8.1 Repeater mode (modalità ripetitore)

Se l'area di copertura attesa dal cliente è molto ampia, è necessario disporre di un ripetitore o una rete costituita da un certo numero di ripetitori interconnessi tra di loro al fine di garantire la copertura richiesta. Anche se in alcuni casi l'area di copertura è ridotta, la morfologia del territorio può essere tale da richiedere una ripetizione del segnale. In altri casi può essere necessario fornire più canali in quanto vi è un elevato numero di utenti: in questo caso canali aggiuntivi potrebbero essere indispensabili.

In molti di questi casi l'inserimento di un ripetitore MOTOTRBO può alleviare tali problemi con un minimo costo aggiuntivo.

Anche il solo ripetitore DMR, operante in tecnica TDMA, aggiunge un canale di comunicazione vista la suddivisione in due canali virtuali se in modalità digitale. Senza ripetitore la sincronizzazione non è possibile, quindi si perde il doppio timeslot.

#### 2.8.1.1 Trasmissione digitale MOTOTRBO in modalità Ripetitore



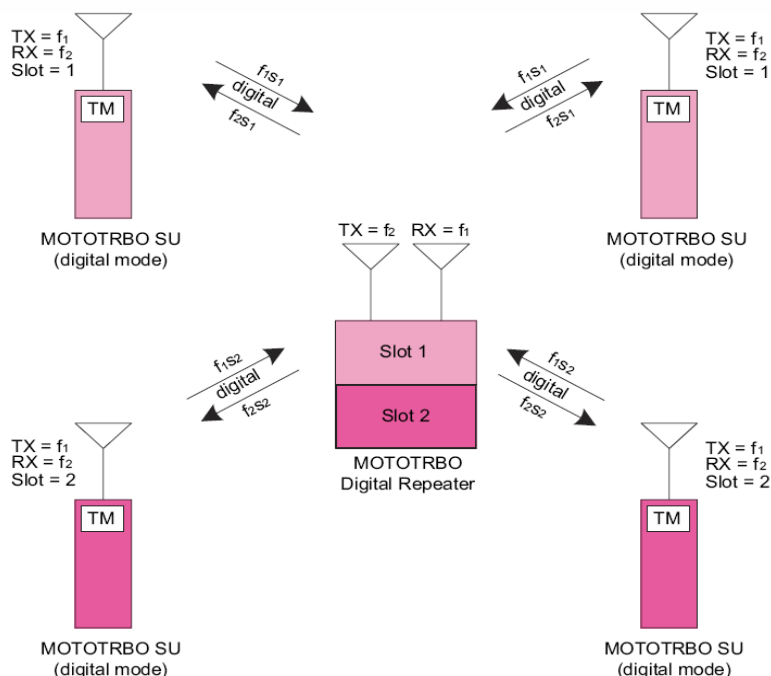
In modalità digitale, un ripetitore utilizza una coppia di frequenze ( $F_1$  in trasmissione ed  $F_2$  in ricezione) per supportare i due canali logici. Al fine di accedere al ripetitore, l'utente radio seleziona i canali fisico e logico utilizzando l'opportuno selettore. Quindi, quando opera in modalità ripetitore, la radio in campo non può dinamicamente scegliere il timeslot. Ciascuna delle posizioni del selettore di canale è programmata per una particolare frequenza e timeslot. Ciascun utente vede in effetti ogni timeslot come un differente canale convenzionale. Gruppi radio possono essere ulteriormente segmentati entro i singoli timeslot con l'assegnazione di differenti ID di gruppo per ciascun gruppo.

Gruppi su differenti timeslot non possono comunicare con altri gruppi.

La funzione di sincronizzazione è una caratteristica chiave per i sistemi basati su ripetitore in MOTOTRBO. È ruolo del ripetitore assicurare la sincronizzazione dei timeslot. Quando accede, il ripetitore inizia a trasmettere un messaggio ed identifica la struttura del timeslot. La radio sincronizza la trasmissione sul ripetitore. Quando la radio trasmette sul suo timeslot, la trasmissione è pulsata con incrementi ogni 30mA. Questo permette comunicazioni simultanee sull'altro timeslot. Mentre una radio è in trasmissione (pulse on) l'altra è inattiva (pulse off). Il ripetitore riceve questi impulsi di trasmissione, li combina e li ritrasmette nell'ordine corretto con trasmissione continua.

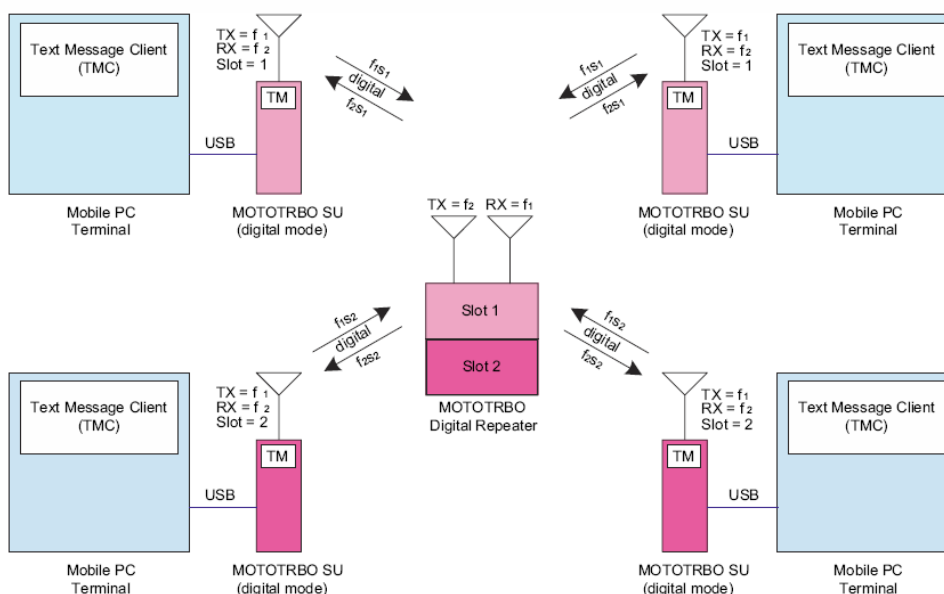
La comunicazione voce con ripetitore supporta 3 modalità operative: chiamata di gruppo (group call), chiamata privata (private call) e chiamata a tutti (all call). Supportano tutti i comandi ed i controlli di messaggio quali il Call Alert, Radio Check, Radio Enable/Disable, Remote Monitor ed Emergenza.

### 2.8.1.2 Messaggi di testo



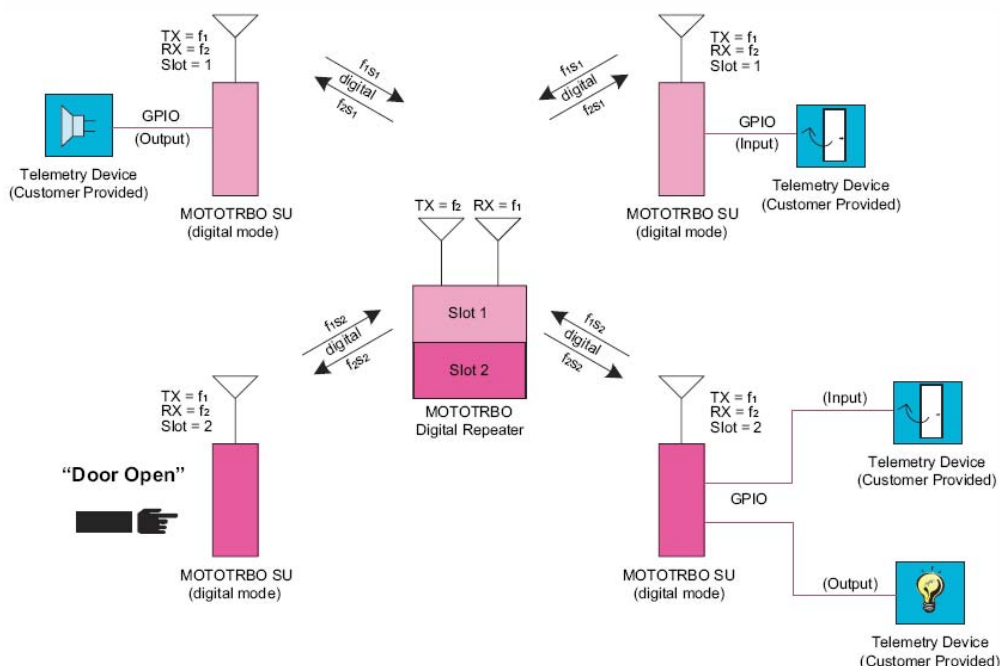
In modalità ripetitore le radio MOTOTRBO hanno facoltà di trasmissione messaggi di testo verso altre radio. La messaggistica si basa su applicazione realizzata all'interno della radio. Dall'interfaccia utente è possibile selezionare la destinazione ed editare il messaggio di testo. Si deve operare sul medesimo canale radio e sullo stesso timeslot per poter assicurare la corretta trasmissione del messaggio al destinatario. Come per le comunicazioni voce, se si impiega una tecnica a frequenza diretta multipla, l'utente deve selezionare il canale adeguato prima di inviare il messaggio al destinatario. I messaggi di testo possono essere inviati da radio a radio utilizzando un PC connesso al terminale, impiegando il relativo software.

Una tipica configurazione è la seguente.



### 2.8.1.3 Telemetria in modalità Ripetitore

Di seguito si illustra una tipica applicazione di telemetria utilizzando entrambi i timeslot del ripetitore.



Le radio portatili o mobili sono programmate con un pulsante che invia un comando di telemetria configurato in aria, sul secondo timeslot, per attivare un pin di GPIO su un'altra radio mobile. La configurazione illustrata si riferisce ad un sistema di una certa complessità che può essere ulteriormente estesa ad altre applicazioni ed a più sensori connessi alla rete. Il sistema di telecontrollo utilizza i due time slot per attivare segnalazioni e ricevere input da sensori.

### 2.8.1.4 Applicazioni basate su server in modalità Ripetitore

MOTOTRBO supporta anche applicazione basate su architettura server in modalità di trasmissione con ripetitore. Questa configurazione si basa su un PC di centrale operativa (BPG COM Application Server) su cui opera il software in modalità server connesso all'infrastruttura radio tramite radio mobile. La radio di centrale è configurata come stazione di controllo trasferendo tutti i dati al Server. La radio funge da gateway verso il server, quindi dovrà essere configurata per trasmettere e ricevere su singolo canale (frequenza e timeslot). La stazione di controllo è programmata con un identificativi ID per consentire alle radio sul campo di contattare il server. Il server e la stazione di controllo (connessi tramite USB) devono essere collocate in area di buona copertura radioelettrica del ripetitore con cui deve comunicare.

Se vi sono più ripetitori operanti non interconnessi per copertura di un'ampia area, la stazione di centrale dell'application server deve essere collocata in buona copertura di ciascun ripetitore.

Se vi sono più ripetitori interconnessi tra di loro, è sufficiente che la stazione di centrale dell'application server deve essere collocata in buona copertura di almeno un ripetitore.

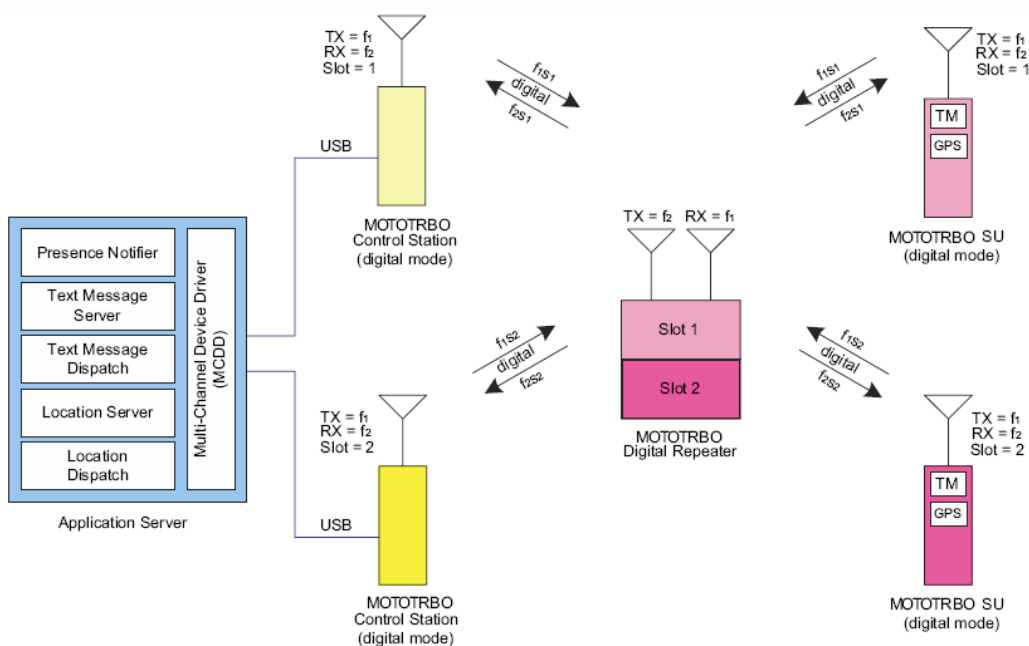
Il servizio chiave offerto da questa configurazione server è la notifica di presenza delle radio. Il "BPG COM Presence Notifier" deve risiedere sull'Application Server ed il suo scopo è di verificare se le radio in campo sono presenti o meno sul sistema. Dopo l'accensione o un cambio di canale, le radio MOTOTRBO trasmettono un messaggio di registrazione alla stazione di controllo connessa all'Application Server dove risiede il "Presence Notifier". Questo poi informa altre applicazioni dati che la radio è disponibile per ricevere e trasmettere messaggi dati.

Ogni frequenza e time slot che necessita di comunicazione con il server, utilizza la propria stazione di controllo. L'Application server può essere connesso a varie radio di centrale, ciascuna delle quali è configurata per comunicare sulla specifica frequenza e time slot fungendo da gateway per il canale.

Quando una radio mobile commuta canale o cambia area di copertura, è la sua stazione di controllo di centrale che notifica la presenza del terminale ed informa l'applicazione server di tale presenza. Siccome le radio mobili sul territorio sono destinate su distinti timeslot, è necessario avere un metodo per individuare la posizione di ciascuna radio, così che dati provenienti dall'Application Server siano diretti verso l'appropriato timeslot.

Questa funzione è propria del modulo MCDD (Multi-Channel Device Driver): è una piccola parte del software installato sull'Application server. Lo scopo è di mantenere traccia dell'interfaccia cui ciascuna radio è connessa. Ogni stazione di controllo è mantenuta come differente interfaccia di rete al Server. Quando il driver MCDD vede una registrazione o altro traffico dati da una radio, aggiorna la tabella di percorso del PC in modo da riorganizzare la comunicazione nel modo corretto.

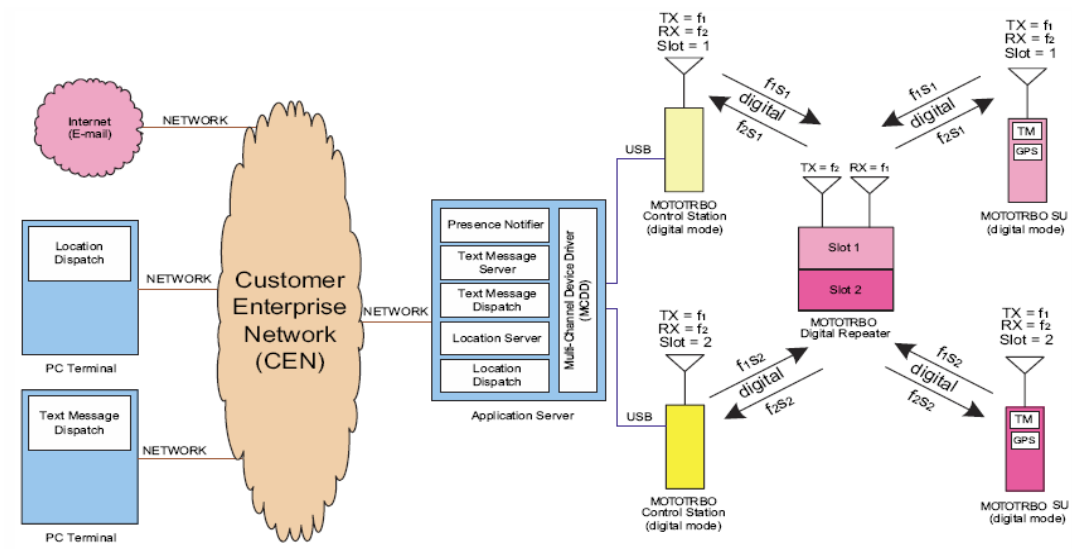
Questo processo permette all'applicazione dati di trasmettere semplicemente un messaggio alla radio ed il driver MCDD si fa carico di indirizzare i valori corretti di frequenza e timeslot.

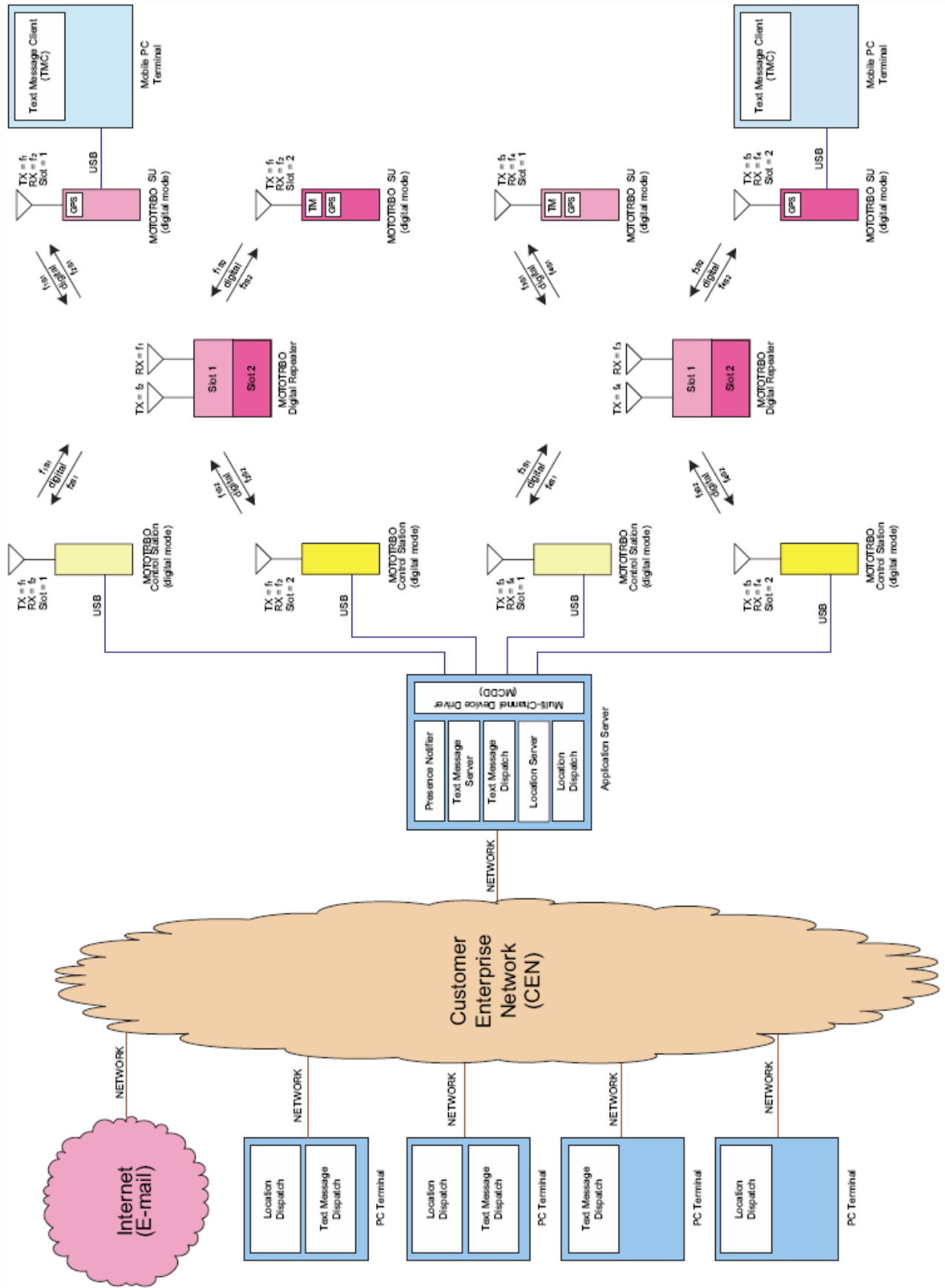


Le applicazioni di localizzazioni in MOTOTRBO richiedono una configurazione basata su server ed un "Presence Notifier" per poter funzionare. L'applicazione Server BPG COM NetRadioServer di localizzazione è installata sulla macchina che dispone dell'Application server con il Presence Notifier. Quest'ultimo informa il server di localizzazione che una radio è nel sistema una volta notificata. Il server di localizzazione quindi invia un messaggio di disponibilità del servizio tramite la stazione di centrale verso la radio, informandola su come la radio può comunicare gli aggiornamenti di posizione e come operare in caso di emergenza. L'applicazione di centrale operativa richiede informazioni di localizzazione della radio tramite l'applicazione server di localizzazione e mostra la posizione della radio sulla mappa. Anche l'applicazione Dispatcher può risiedere sul server di applicazione.

Allo stesso modo si comportano le applicazioni di messaggistica basate su server. In questo caso ci sarà un server di messaggistica BPG COM Net RadioServer e la stazione di controllo informerà le radio terminali su come comunicare con il "Text Message Server".

Questa applicazione può essere estesa collocando il Dispatcher di gestione messaggistica di testo e di localizzazione sulla rete privata del cliente.



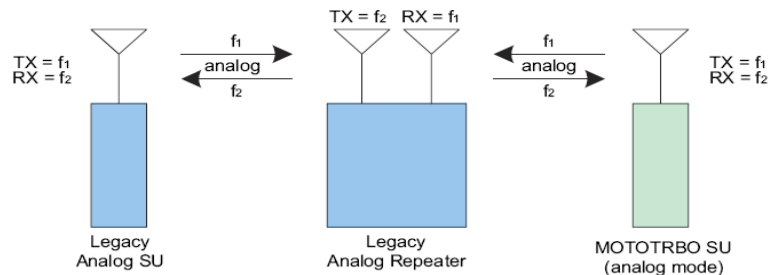




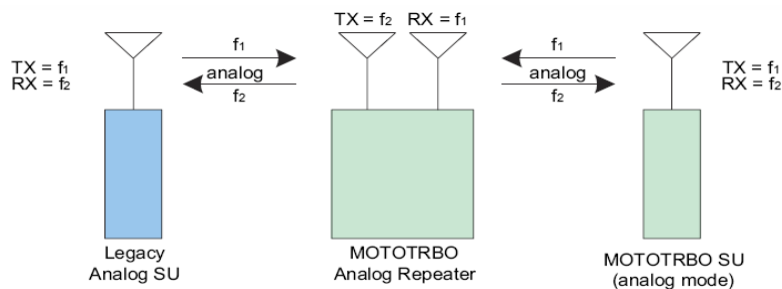
In modalità ripetitore digitale, le funzioni supportate sono di seguito riassunte in tabella.

Trasmissioni voce	Caratteristiche di segnalazione	Emergenze	Chiamate dati	Altre caratteristiche
Chiamate di gruppo	Identificazione PTT ed alias	Allarme di Emergenza	Messaggi di testo	Due canali (slot 1 e slot 2) per coppia di frequenza di ripetitore
Chiamate private	Inibizione radio	Allarme di emergenza con chiamata	Localizzazione	Scansione
Chiamata a tutti	Monitoraggio Remoto	Allarme di emergenza con chiamata voce a seguire	Telemetria	Temporizzazione Time-out
-	Radio Check	Recupero emergenza	Applicazioni di terze parti (ADP)	Licenza di accesso su tutti i canali
-	Call Alert	-	-	Licenza di accesso su propri canali di sistema
-	-	-	-	Accesso a canali senza Licenza

### 2.8.1.5 Radio MOTOTRBO analogica in modalità ripetitore



Le radio MOTOTRBO supportano anche la modalità di comunicazione con ripetitore in modalità analogica. Per poter comunicare con ripetitori analogici esistenti, MOTOTRBO deve essere programmato in modalità analogica e sulle stesse frequenze e relativi codici sub-audio (PL, DPL, ecc) come impostate sul ripetitore analogico esistente. Mentre opera in modalità analogica, le radio MOTOTRBO supportano la maggior parte delle caratteristiche standard analogiche, inclusa la segnalazione MDC e la segnalazione (opzionale) a 5 toni (CCIR, ZVEI, EEA). Quando configurato in modalità analogica, MOTOTRBO non supporta alcuna caratteristica digitale.

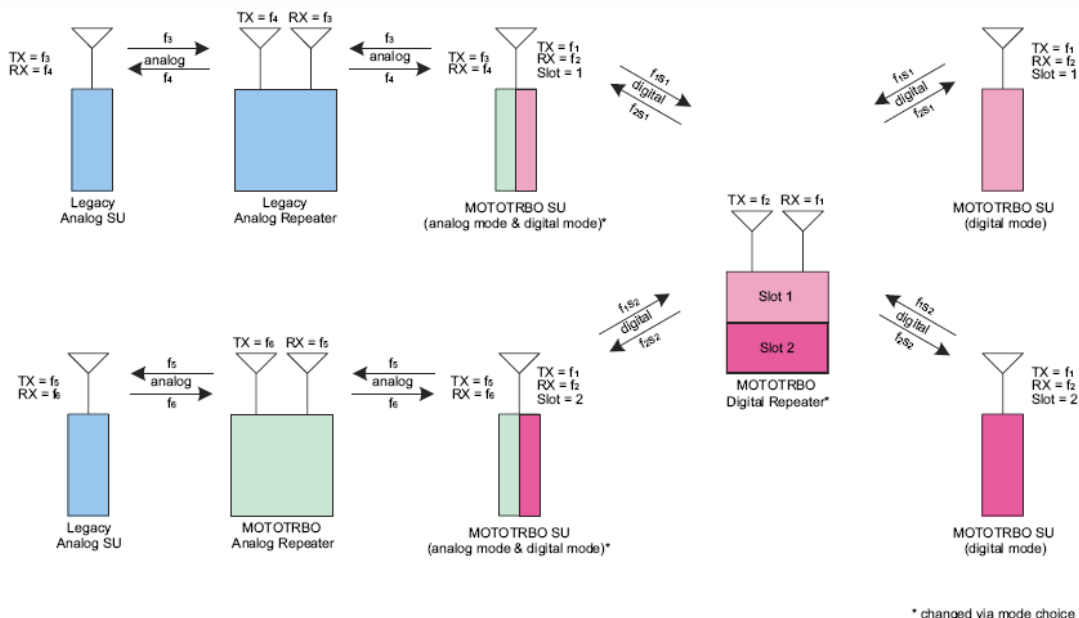


Se necessario, il ripetitore MOTOTRBO può essere programmato per operare come ripetitore analogica. In tale circostanza vi è piena interoperabilità con radio analogiche esistenti come con le radio MOTOTRBO configurate in analogico.

Le radio MOTOTRBO possono essere configurate su entrambi i canali, analogico e digitale. L'utente può scegliere tra ripetitore analogico o digitale tramite il selettore di canale.

In alternativa, l'utente di radio MOTOTRBO può programmare la propria radio per eseguire scansioni tra canali analogici e digitale per assicurarsi di non perdere le chiamate. La programmazione può essere fatta tramite tastiera della radio o utilizzando il software di programmazione.

Di seguito un esempio di configurazione con ripetitore in modalità mista:



### 2.8.2 Direct Mode Operation (DMO)

Se nei requisiti di area di copertura qualunque utente del sistema può comunicare direttamente con tutti gli altri utenti, impiegando la sola potenza di trasmissione del proprio terminale radio, allora si utilizzerà la modalità di comunicazione in diretta.

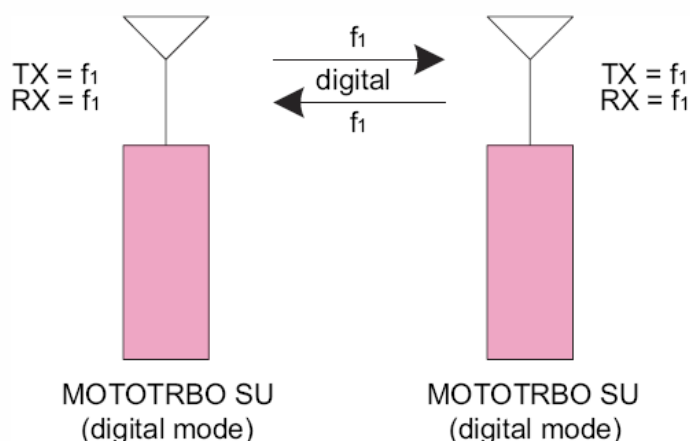
Con questa modalità non è necessaria una infrastruttura di rete per avere una comunicazione tra gli apparati radio. Se tutte le radio in campo sono all'interno dell'area di copertura : una singola frequenza è assegnata a tutti gli apparati per servizio di comunicazione su canale in half-duplex.

Le radio non sono limitate al funzionamento in modalità di trasmissione diretta a singola frequenza, ma possono essere programmate per lavorare su altre frequenze, selezionabili tramite selettore canali.

La modalità diretta non necessita di tempi di attesa in aria per le chiamate voce. La radio ha un timer interno di chiamata (talk back).

La modalità DMO è molto utile nel caso in cui si ha un guasto nell'infrastruttura ripetitrice, in tal caso le comunicazioni tra terminale mobile e terminale mobile o tra terminale mobile e centrale possono avvenire anche se con portata limitata.

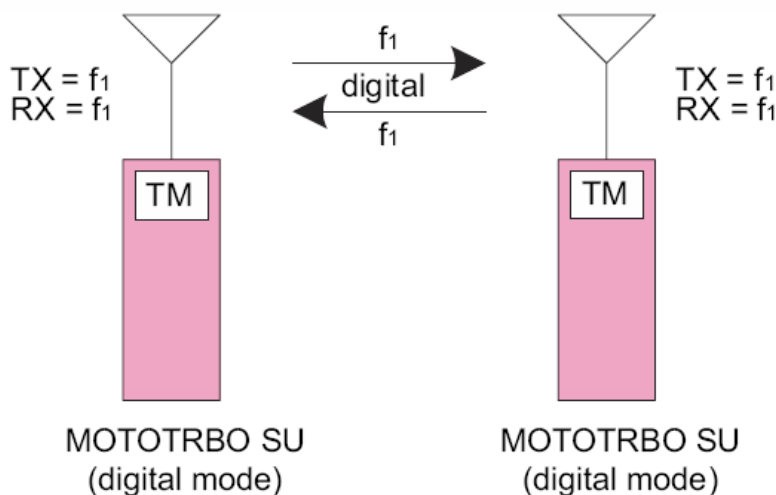
### 2.8.2.1 Radio digitali in modalità Diretta (Direct mode)



In modalità diretta una singola frequenza è assegnata a tutte le radio per comunicare con ciascun altra. Siccome non è presente un ripetitore designato alla gestione dei time slot, non è presente alcuna sincronizzazione.

Per questo motivo una sola conversazione alla volta o una singola transazione di dati avviene sullo stesso canale. In modalità diretta digitale sono supportate le seguenti modalità di trasmissione voce: chiamate di gruppo (Group Call), chiamate private (Private Call) e chiamate a tutti (All Call).

### 2.8.2.2 Messaggi di testo in modalità Diretta (Direct mode)



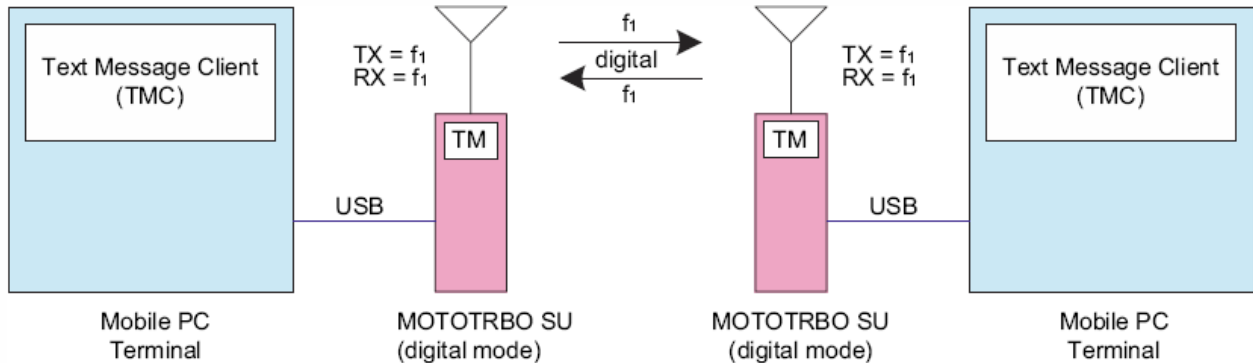
In modalità diretta le radio MOTOTRBO sono in grado di spedire messaggi di testo ad altre radio. La trasmissione di messaggi da radio a radio, è legata all'applicazione di messaggistica che è presente sulla radio. Dalla tastiera, l'utente può scegliere la radio destinataria e digitare il messaggio di testo.

Al fine di garantire l'invio con successo dei messaggi di testo, come per le comunicazioni vocali, se sono disponibili più frequenze in diretta, l'utente deve scegliere il canale su cui il destinatario opera.

Le radio non devono necessariamente essere sullo stesso gruppo.

I messaggi di testo possono inoltre essere inviati da radio a radio utilizzando un PC connesso a ciascuna radio. Un software di base in versione client deve essere installato sui due PC.

Questa configurazione è tipica nelle applicazioni veicolari o su applicazioni desktop prive di connessione LAN. Le radio impiegate possono essere impiegate sia radio portatili che unità mobile. Da notare che le radio possono essere configurate per instradare i messaggi di testo a se stesso o al PC, ma non ad entrambi.



### 2.8.2.3 Telemetria in modalità Diretta (Direct mode)

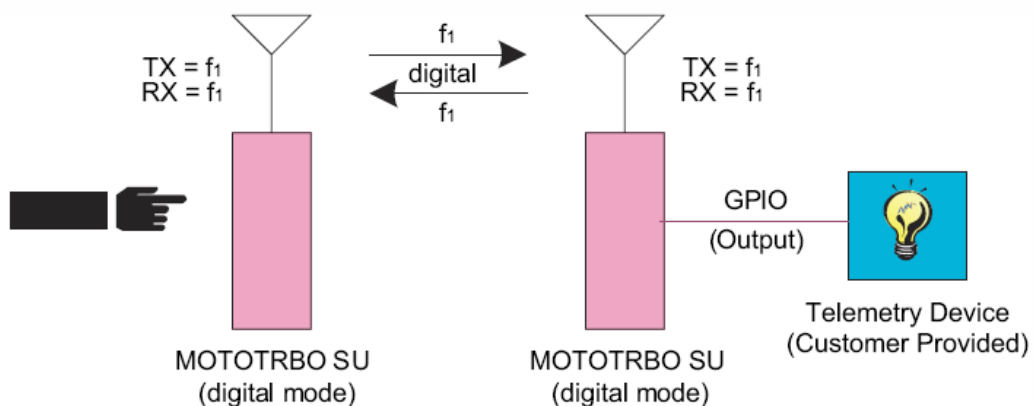
La funzione di telemetria di base permettono di trasformare un comando in azione sulle linee digitali di GPIO o viceversa di trasformare in comando un evento su tale interfaccia di GPIO. Tale funzionalità può coesistere in modalità diretta con trasmissione voce e messaggistica. Analogamente ad altri servizi in modalità diretta, anche la telemetria in diretta è limitata dalla disponibilità di copertura tra radio e radio.

Nella maggior parte dei casi i controlli telemetrici non dovrebbero sovraccaricare il sistema, ma in ogni caso se la configurazione è molto complessa e la segnalazione di messaggistica prevista è molto frequente, questa situazione va presa in considerazione.

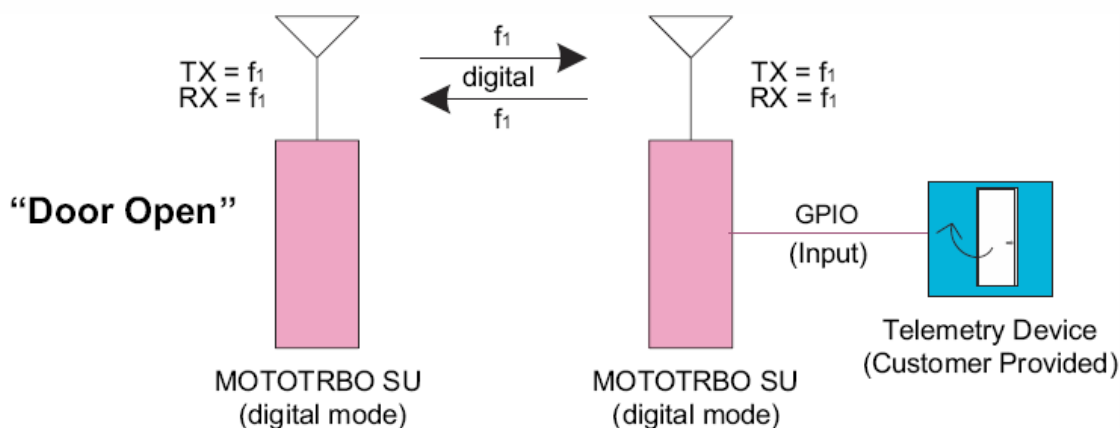
Sono tre le tipologie di telemetria che MOTOTRBO è in grado di supportare:

- inviare comandi di telemetria
- inviare annunci in telemetria
- ricevere comandi in telemetria

Gli apparati portatili dispongono di n. 3 pin di GPIO, mentre gli apparati mobili dispongono di n. 5 pin GPIO. Le specifiche elettriche delle linee di GPIO sono disponibili nella documentazione. Di seguito sono illustrate alcune configurazioni per la telemetria, ciascun con un breve descrizione.

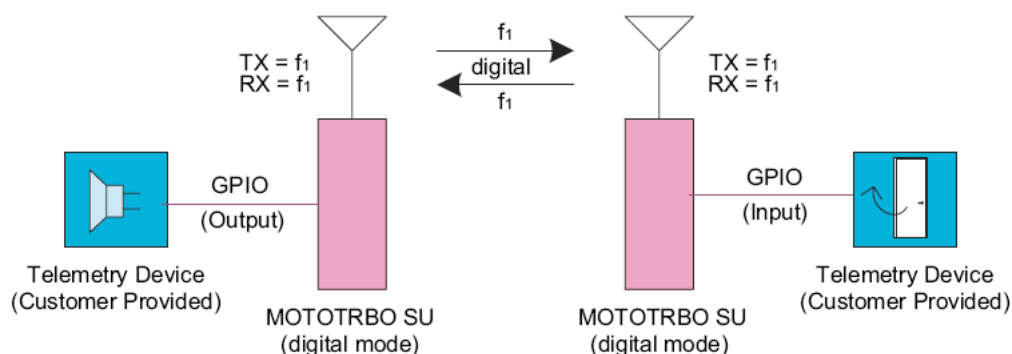


L'invio di un messaggio da una radio mittente ad un destinatario connesso ad un utilizzatore, permette di attivare il dispositivo remoto connesso alle linee di GPIO. In questo caso, un pin di GPIO abilita l'accensione di una lampada in caso di ricezione del messaggio predefinito.



Nella precedente configurazione, un dispositivo mobile è connesso tramite GPIO ad un contatto di apertura porta. Qualora l'evento di apertura sia verificato, l'invio di un messaggio precodificato "Door Open" viene spedito alla radio mittente.

Più sensori o condizioni possono essere pre-configurate fino a gestire un complesso sistema di telecontrollo.



In questo caso anziché visualizzare un messaggio sul terminale, qualora si attivi l'apertura porta, la radio destinataria attiverà un segnale di uscita GPIO attivando un sistema di allarme.

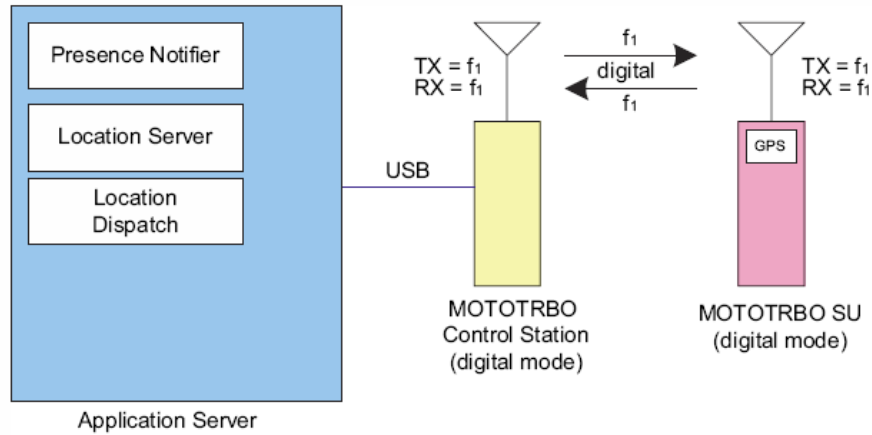
#### 2.8.2.4 Applicazioni server dati in modalità Diretta (Direct mode)

Questa configurazione prevede un PC che ha funzione di server a cui è collegata l'unità radio. L'unità mobile è configurata come stazione di base e quindi indirizza tutti i dati all'Application server.

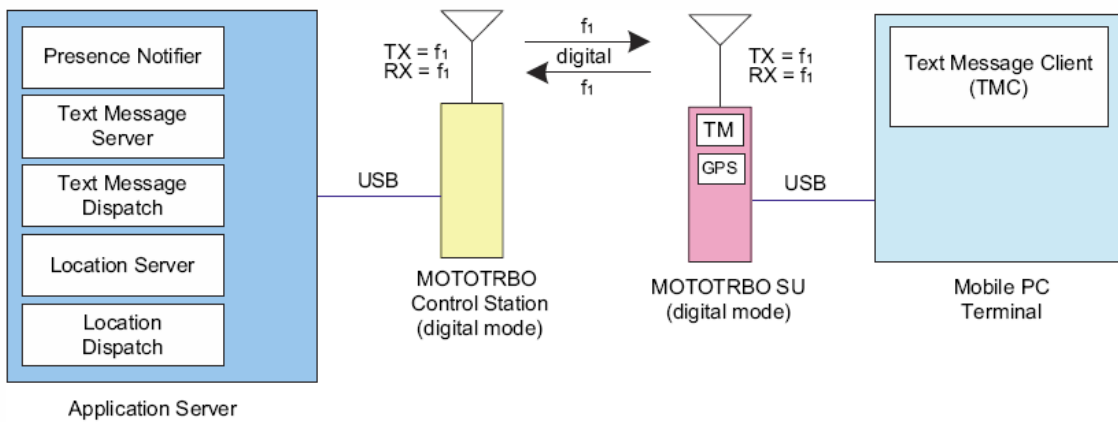
Avendo la funzione di gateway, la radio mobile è configurata per trasmettere e ricevere su un unico canale. La stazione di controllo è programmata con un proprio identificativo di riconoscimento cui farà riferimento ciascun altro apparato della rete. E' possibile realizzare una singola applicazione server per ciascun sistema. Un servizio chiave fornito dalla configurazione basata su server è la notifica di presenza radio (presence Notification). Il "Presence Notifier" deve risiedere sull'Application Server. Lo scopo di tale funzionalità è di seguire quando la radio risulta essere presente nel sistema. Dopo l'accensione o ad un cambio di canale, la radio MOTOTRBO trasmette un messaggio di registrazione alla stazione di controllo connessa all'Application server, dove risiede il "Presence Notifier". Questo informa le altre applicazioni che la radio è disponibile a ricevere e trasmettere messaggi.

Anche le applicazioni MOTOTRBO di localizzazione richiedono una configurazione basata su server, e per poter operare il "presence Notifier" è indispensabile.

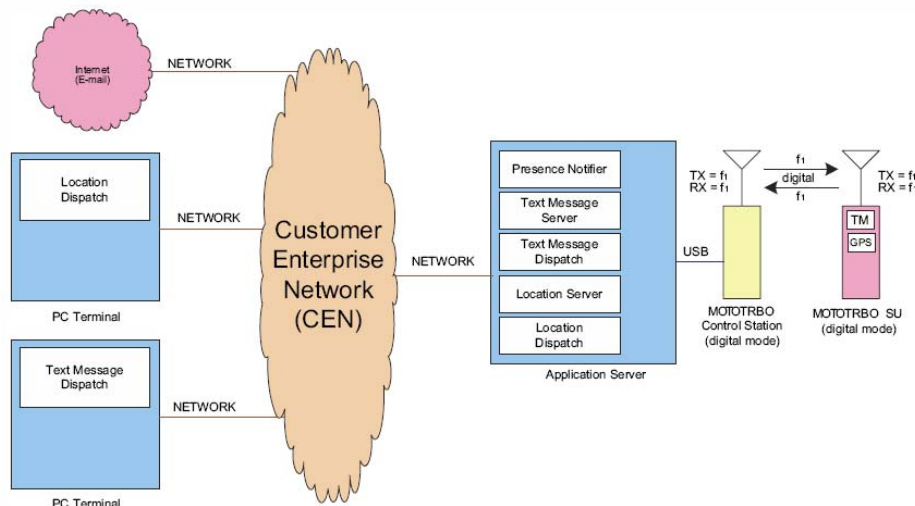
Le applicazioni di Dispatcher e localizzazione richiedono informazioni sulla posizione delle radio tramite applicazione "Location Server" e mostrano la posizione su mappa. Un esempio di configurazione è mostrato in seguito.



Anche le applicazioni di messaggistica sfruttano il concetto di configurazione server per poter operare. Come per i servizi di localizzazione, anche l'applicazione di "Message Server" è installata sulla macchina "Application Server" con il "Presence Notifier". Quando una radio si registra è il "Presence Notifier" che informa il server messaggi che la radio è all'interno del sistema.



L'installazione del Dispatcher sull'application server conta come una delle istanze del software dispatcher. Il diagramma seguente mostra due istanze per ogni applicazione: una è sull'Application Server ed una è in postazione remota. L'applicazione può risiedere sulla medesima macchina remota se necessario.

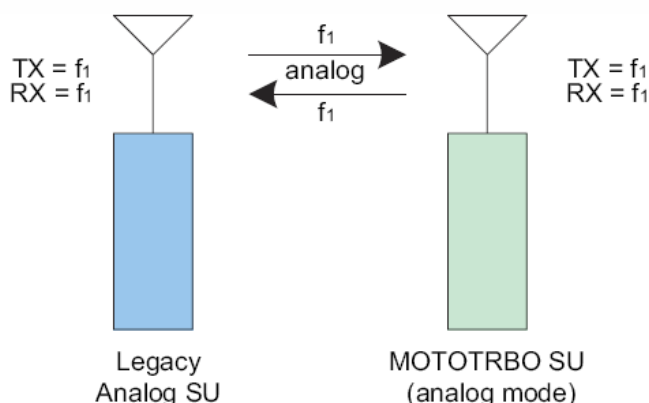


Un'ulteriore configurazione disponibile in versione server è la capacità di ricevere ed inviare messaggi di testo ad indirizzi esterni e-mail. Questa soluzione abilita PC o telefoni cellulari abilitati all'invio di messaggi testo e permette di inviare messaggi e-mail. Per poter comunicare con il mondo esterno, l'Application server deve disporre di una connessione ed accesso internet. Questa via abilita la spedizione di messaggi a dispositivi esterni alla rete radio mobile privata. Stessa funzione può essere impiegata per inviare e-mail provenienti da reti pubbliche agli apparati radio mobile privati.

In modalità diretta digitale, le funzioni supportate sono di seguito riassunte in tabella.

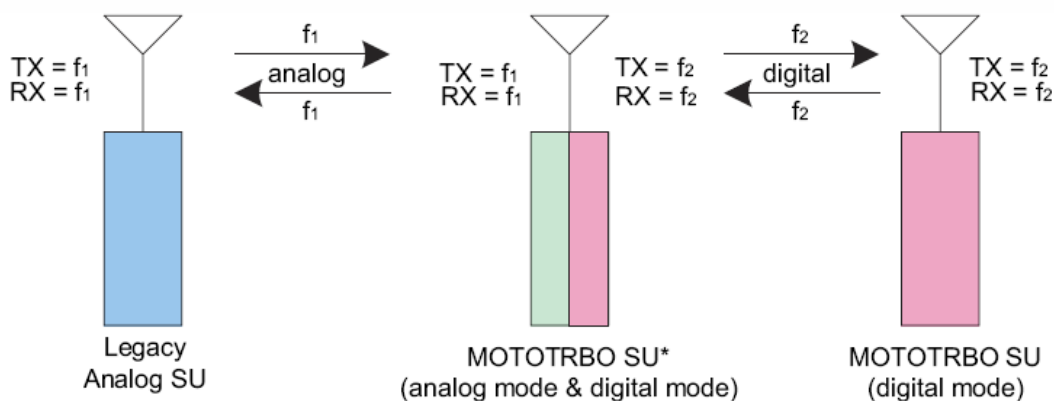
<b>Trasmissioni voce</b>	<b>Caratteristiche di segnalazione</b>	<b>Emergenze</b>	<b>Chiamate dati</b>	<b>Altre caratteristiche</b>
Chiamate di gruppo	Identificazione PTT ed alias	Allarme di Emergenza	Messaggi di testo	Scansione
Chiamate private	Inibizione radio	Allarme di emergenza con chiamata	Localizzazione	Scansione prioritaria
Chiamata a tutti	Monitoraggio Remoto	Allarme di emergenza con chiamata voce a seguire	Telemetria	Temporizzazione Time-out
-	Radio Check	Recupero emergenza	Applicazioni di terze parti (ADP)	Licenza di accesso su tutti i canali
-	Call Alert	-	-	Licenza di accesso su propri canali di sistema
-	-	-	-	Accesso a canali senza Licenza

### 2.8.2.5 Interoperabilità tra radio MOTOTRBO analogiche e radio analogica in modalità diretta (Direct Mode)



MOTOTRBO supporta anche la modalità analogica. Al fine di poter operare con altre radio analogiche, le radio MOTOTRBO devono essere programmate adeguatamente in modalità analogica, così come programmata con medesime frequenza e parametri delle radio analogiche. In modalità analogica in diretta, le radio MOTOTRBO non supportano alcuna delle caratteristiche digitali.

### 2.8.2.6 Interoperabilità tra radio MOTOTRBO digitale, radio MOTOTRBO in modalità mista e radio analogica in modalità diretta



In questa configurazione un subscriber MOTOTRBO è configurato per comunicare sia con radio MOTOTRBO digitale che con radio analogica. La programmazione della radio viene fatta sulla stessa frequenza, sia in analogico che in digitale. L'utente del subscriber commutato in digitale dispone di tutte le funzionalità digitali e per commutare in analogico lo dovrà fare manualmente tramite il selettore di canale.

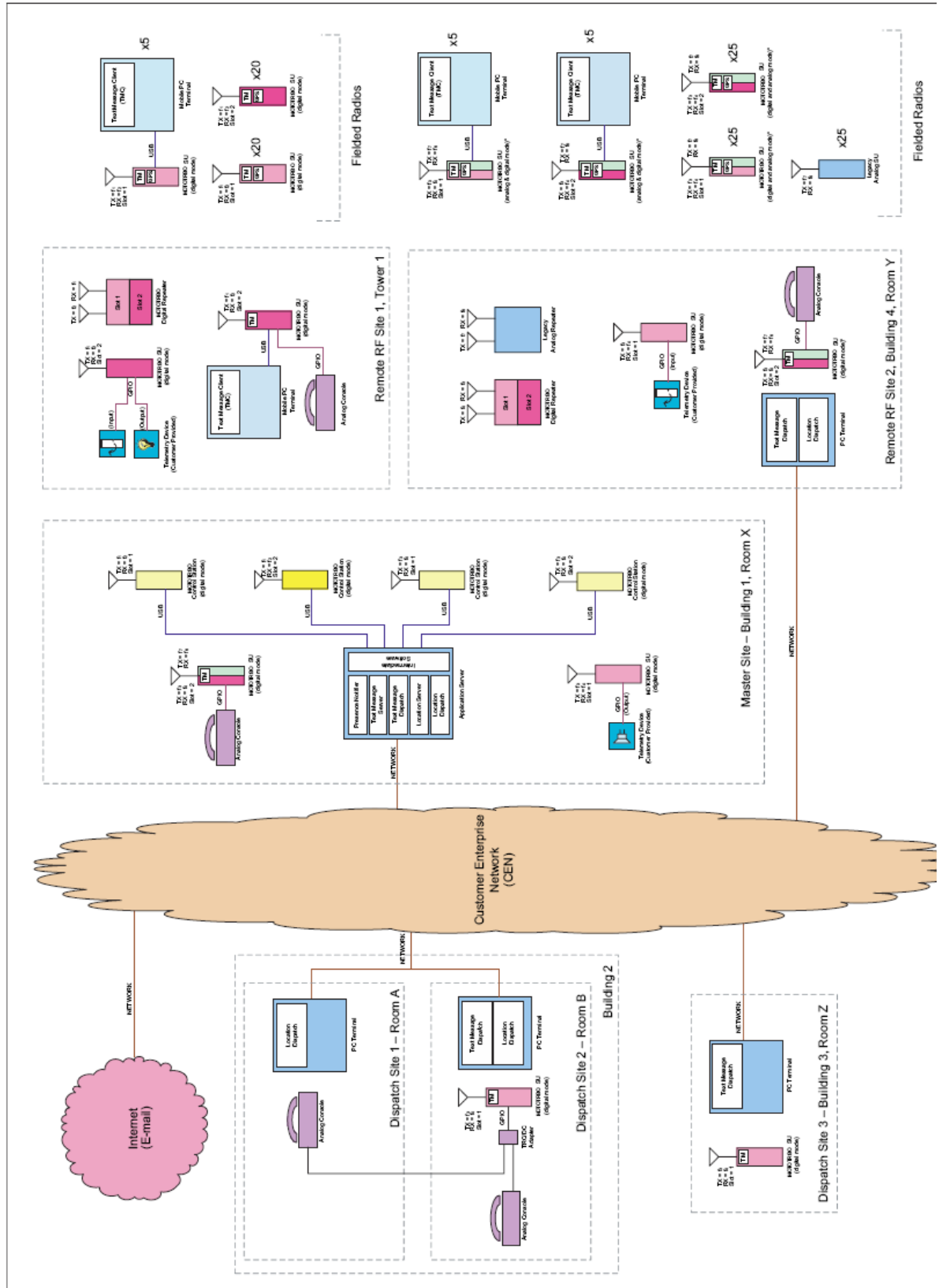
In alternativa l'utente della radio MOTOTRBO può programmare la radio in scansione tra canale analogico e digitale per assicurarsi che la chiamata non venga persa.



### 2.8.3 Configurazione di sistema in topologia multipla

Una configurazione di sistema MOTOTRBO può essere costituita da differenti topologie. Le precedenti topologie descritte non devono necessariamente operare indipendentemente l'una dall'altra. In molti casi queste topologie possono essere combinate per risolvere le necessità di sistema. E' infatti una buona idea combinare le topologie in accordo con le attuali posizioni dei dispositivi. La configurazione del sistema può essere semplice o complessa, sulla base delle necessità del servizio oltre che sulla base della progettazione e configurazione dello stesso.

Di seguito sono illustrate le considerazioni da valutare nella progettazione di sistemi MOTOTRBO. La trattazione è focalizzata più su come l'utente utilizza il sistema e sulla configurazione necessaria per supportarlo.



## 3 Considerazioni sulla migrazione tecnologica di sistema

Questa sezione descrive alcune note di progettazione da prendere in considerazione quando si pianifica un impianto in tecnologia MOTOTRBO.

### 3.1 Piano di migrazione dall'analogico al digitale

La migrazione di sistema è il processo di spostamento da una piattaforma operativa ad un'altra. La seguente trattazione elabora la migrazione di sistema da radio analogica alla piattaforma digitale.

#### 3.1.1 Preparazione alla migrazione analogica verso il digitale

Di seguito si illustrano le modalità operative per una migrazione graduale da radio analogica a radio digitale DMR. Per migrare da un ripetitore a singolo canale, gli utenti sono incoraggiati ad utilizzare radio MOTOTRBO in modalità diretta digitale. Questa soluzione dà l'opportunità di familiarizzare con le caratteristiche digitali MOTOTRBO, anche se disponibile la comunicazione radio analogica tramite ripetitore.

Nel tempo, quando il numero di radio MOTOTRBO aumenta, si dovrà definire un istante di trasferimento tecnologico: il ripetitore analogico sarà sostituito da un ripetitore digitale MOTOTRBO. Gli utenti radio comunicheranno tra loro mentre il ripetitore sarà installato. Non appena il ripetitore MOTOTRBO sarà operativo, le radio potranno funzionare in modalità digitale agganciandosi al ripetitore, mentre le radio analogiche potranno comunicare in diretta.

Per migrare un sistema con duplice canale su ripetitore, le radio MOTOTRBO possono essere programmate su entrambi i canali, l'attuale analogico ed il futuro digitale. Un approccio raccomandato è di collocare tutte le radio analogiche in una stessa zona e tutte le radio digitali in un'altra zona. I canali radio analogico e digitale possono quindi essere programmati sulle radio MOTOTRBO per consentire agli utenti di comunicare su entrambi i ripetitori. Le liste di scansione sono quindi configurate da permettere agli utenti il monitoraggio di entrambe le trasmissioni, sia quella analogica che quella digitale.

Il ripetitore analogico esistente ed il digitale MOTOTRBO devono essere impostati per operare lato per lato. Questa configurazione necessita di due coppie di frequenza: una coppia per ripetitore analogico ed una coppia per ripetitore MOTOTRBO. Gli utenti possono gradualmente migrare verso il ripetitore MOTOTRBO (le radio analogiche saranno sostituite da radio MOTOTRBO). Una volta che tutte le radio siano state sostituite, anche il ripetitore analogico preesistente con un ulteriore ripetitore digitale MOTOTRBO. Il sistema sarà quindi completamente digitale con due canali di ripetizione.

#### 3.1.2 Sostituzione con sistema nuovo completo

La strategia di sostituzione dell'intero sistema nel suo complesso, si evolve rimpiazzando tutti gli apparati analogici con apparati MOTOTRBO. Tipicamente tale modalità di migrazione comporta la minima inattività del sistema che viene rimpiazzato immediatamente con un ripetitore digitale. Gli utenti cambiano le radio il giorno stesso dell'entrata in funzione del nuovo impianto MOTOTRBO. Una volta che il ripetitore analogico viene rimosso dal sistema, gli utenti radio commutano in digitale con modalità diretta digitale. Dopo l'entrata in funzione del ripetitore MOTOTRBO installato ed operativo, gli utenti radio commutano le radio MOTOTRBO in digitale in modalità ripetitore digitale.

## 4 Apparati costituenti il sistema DMR MOTOTRBO

### 4.1 Terminali DMR

DMR è la soluzione per le comunicazioni radio professionali di nuova generazione, con i migliori livelli di prestazioni e valore aggiunto grazie alla tecnologia digitale che garantisce maggiore riservatezza, maggiore capacità ed efficienza dello spettro radioelettrico, comunicazioni integrate dati e voce avanzate.

MOTOTRBO rappresenta la famiglia di prodotti Motorola a standard DMR, ideale per le organizzazioni professionali e di pubblica sicurezza che richiedono un sistema per comunicazioni strategico su misura utilizzando lo spettro di frequenze soggette a licenza.

I vantaggi esclusivi offerti dal sistema MOTOTRBO sono quelli tipici di una soluzione di comunicazione radiomobile privata, estremamente conveniente che può essere realizzata su misura per soddisfare esigenze specifiche di copertura e funzionalità.

Questo nuovo portafoglio prodotti, destinato per impieghi professionali, offre un sistema versatile e completo, comprendente radio portatili, veicolari, ripetitori, accessori, servizi e applicazioni per centrali operative.

Le principali caratteristiche degli apparati MOTOTRBO sono le seguenti.

- Utilizza la tecnologia TDMA (Time-Division Multiple-Access) per offrire al prezzo di una licenza una capacità di chiamate doppia rispetto alle radio analogiche. Una seconda chiamata contemporanea non richiede un secondo ripetitore, consentendo di risparmiare sui costi delle apparecchiature.
- Raddoppia il numero di utenti che è possibile supportare su un singolo canale licenziato a 12,5 kHz.
- Aumenta la riservatezza delle comunicazioni, essendo digitali e quindi criptate, le conversazioni tra apparati radio MOTOTRBO non sono ascoltabili da terzi.
- Integra capacità di trasmissione voce & dati con modem integrato a standard UDP/IP per aumentare l'efficienza operativa e supportare un'ampia gamma di applicazioni.
- Capacità di invio e ricezione messaggi alfanumerici in formato libero di testo (fino a 140 caratteri), messaggi preprogrammati, nonché funzioni di radiolocalizzazione in tempo reale (grazie al ricevitore GPS integrato).
- Grazie all'Application Partner Programme di Motorola, gli integratori di sistema autorizzati sono in grado di accedere a caratteristiche avanzate e valorizzare l'investimento dei propri clienti.
- Fornisce comunicazioni voce più chiare su una copertura più ampia rispetto alle radio analogiche, eliminando scariche statiche e rumore.
- Offre una maggiore durata della batteria. Le ricetrasmittenti digitali TDMA sono in grado di garantire fino al 40% di durata in più tra una ricarica e l'altra rispetto alle tipiche radio analogiche.
- Consente di attivare funzionalità aggiuntive, tra cui l'invio di dati, telemetria e avanzati protocolli e segnalazioni di chiamata.
- Consente di migrare facilmente dall'analogico al digitale con la capacità del MOTOTRBO di operare in entrambe le modalità analogica e digitale.

- Gli apparati portatili soddisfano le specifiche più rigorose - U.S. Military 810 C, D, E e F, resistenza all'acqua e alla polvere IP57 (immersione fino ad 1 metro d'acqua per mezz'ora), e gli standard di durata e affidabilità di Motorola.
- Gli accumulatori ricaricabili delle radio portatili utilizzano la tecnologia IMPRES™ Smart Energy System per automatizzare la manutenzione, ottimizzare il ciclo di vita e massimizzare i tempi di conversazione.

## 4.2 Apparatı veicolari Motorola DM3600/3601

Di seguito si illustrano le caratteristiche dei terminali mobili DMR, utilizzati sia come veicolari che come stazioni radio di base.

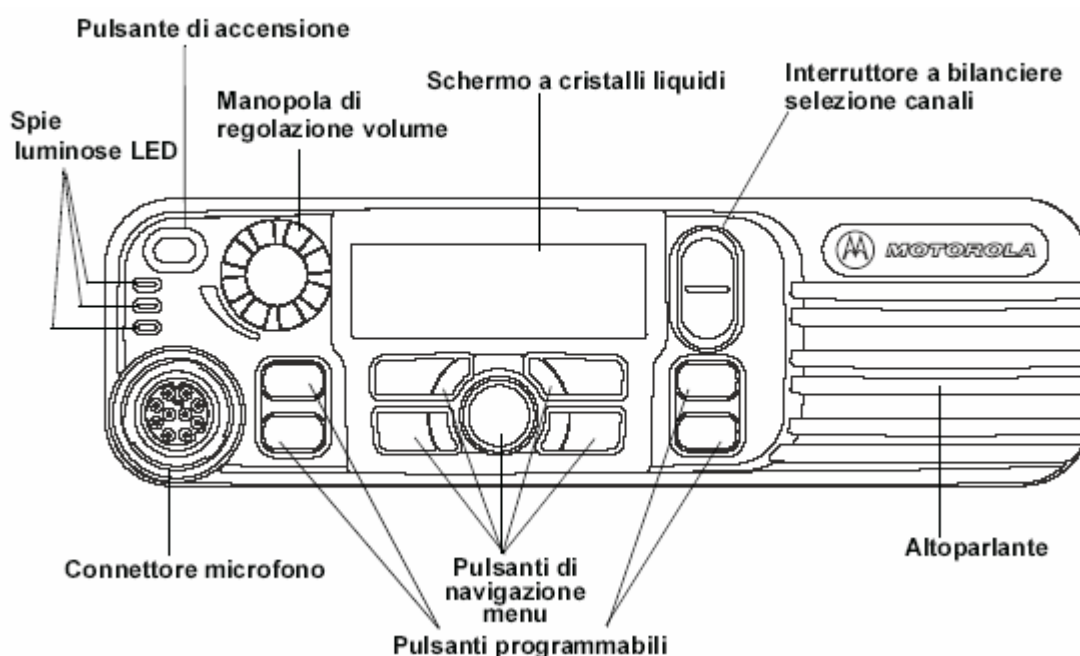


- 1 Il connettore accessori supporta la connessione USB e capacità audio avanzate.
- 2 Tre indicatori LED multicolore per un chiaro e immediato riscontro di chiamate, scansioni e monitor.
- 3 Grande manopola di controllo del volume, per un comodo e veloce utilizzo.
- 4 Il modello DM 3601 è dotato di modulo GPS integrato.
- 5 Selettore up-down fino a 160 canali.
- 6 Potente altoparlante anteriore.
- 7 Tasti di navigazione grandi e facili da utilizzare consentono di accedere facilmente alle interfacce guidate da menu.
- 8 Display alfanumerico illuminato con interfaccia flessibile guidata da menu, con icone intuitive e due righe di testo per leggere facilmente i messaggi.

- 9 Quattro tasti programmabili per accedere facilmente alle funzionalità preferite. L'utilizzo dei tasti programmabili semplifica ulteriormente l'utilizzo delle nuove funzionalità quali le chiamate "one-touch" e i messaggi di testo.
- 10 Microfono da palmo compatto ed ergonomico.

#### 4.2.1 Funzionalità aggiuntive

- Gestione avanzata delle chiamate Codifica/decodifica: emergenza, monitor remoto, ID push-to-talk, controllo radio, chiamata generale, disabilitazione radio
- Il modello DM 3601 può trasmettere le coordinate GPS
- Scansione dual-mode analogico/digitale che semplifica la transizione dall'analogico al digitale
- Brevi messaggi di testo in formato libero e "quick text" (pre-programmato).



## 4.2.2 Funzionalità aggiuntive

Numero di canali	160
Uscita RF tipica	Bassa potenza 1-25 W Alta potenza 25-40 W
Frequenza	136-174 MHz oppure 403-470 MHz
Dimensioni (AxPxL)	51 x 175 x 206 mm
Peso	1,8 kg
Assorbimento di corrente:	Standby 0,81 A max
Ricezione ad Audio nominale	2 A max
Trasmissione	1-25 W: 11,0 A max 25-40 W: 14,5 A max

## 4.2.3 Ricevitore

Frequenza	136-174 MHz oppure 403-470 MHz
Canalizzazione	12,5 kHz/ 25 kHz
Stabilità in frequenza ( -30 °C, +60 °C, +25 °C)	+/- 1,5 ppm (DM 3600) +/- 0,5 ppm (DM 3601)
Sensibilità analogica	0,30 uV (12 dB SINAD) 0,22 uV (tipica) (12 dB SINAD) 0,4 uV (20 dB SINAD)
Sensibilità digitale	5% BER: 0,3 uV
Intermodulazione	70 dB
Selettività canale adiacente	60 dB a 12,5 kHz, 70 dB a 25 kHz

---

Reiezione spurie	70 dB
Audio nominale	3 W (interno) 7,5 W (esterno - 8 ohm) 13 W (esterno - 4 ohm)
Distorsione audio ad Audio nominale	3% (tipica)
Ronzio e rumore	-40 dB a 12,5 kHz -45 dB a 25 kHz
Risposta audio	+1, -3 dB
Emissioni spurie condotte	-57 dBm

#### 4.2.4 Trasmettitore

Frequenza	136 – 174 MHz oppure 403-470 MHz
Canalizzazione	12,5 kHz/ 25 kHz
Stabilità in frequenza ( -30 °C, +60 °C, +25 °C)	+/- 1,5 ppm (DM 3600) +/- 0,5 ppm (DM 3601)
Potenza di uscita	Bassa potenza 1-25 W Alta potenza 25-40 W
Limite di modulazione	+/- 2,5 kHz a 12,5 kHz +/- 5,0 kHz a 25 kHz
Ronzio e rumore FM	-40 dB a 12,5 kHz 45 dB a 25 kHz
Emissione condotta/irradiata	-36 dBm < 1 GHz -30 dBm > 1 GHz
Potenza canale adiacente	-60 dB a 12,5 kHz



	-70 dB a 25 kHz
Risposta audio	+1, -3 dB
Distorsione audio	3%
Tipo Vocoder digitale	AMBE++
Protocollo digitale	ETSI-TS102 361-1

#### 4.2.5 GPS

Specifiche di precisione per tracciamento a lungo termine

(valori 95° percentile > 5 satelliti visibili con potenza di segnale nominale -130 dBm)

	TTFF (Time To First Fix) Avvio a freddo < 1 minuto
	TTFF (Time To First Fix) Avvio a caldo < 10 secondi
Precisione orizzontale	< 10 metri

#### 4.2.6 Specifiche ambientali

Temperatura di esercizio	-30 °C / +60 °C
Temperatura di stoccaggio	-40 °C / +85 °C
Variazione di temperatura	A norma MIL-STD
Umidità	A norma MIL-STD
Protezione da acqua e polvere	IP54, MIL-STD

#### 4.2.7 Standard militari (MIL-STD)

MIL-STD applicabili	810E		810F	
	Metodi	Procedure	Metodi	Procedure
Bassa pressione	500.3	II	500.4	II
Alta temperatura	501.3	I/A, II/A1	501.4	I/Hot, II/Hot
Bassa temperatura	502.3	I/C3, II/C1	502.4	I/C3, II/C1
Variazione di temperatura	503.3	I/A, 1C3	503.4	I
Radiazione solare	505.3	I	505.4	I
Pioggia	506.3	I,II	506.4	I, III
Umidità	507.3	II	507.4	-
Nebbia salina	509.3	I	509.4	I
Polvere	510.3	I	510.4	I
Vibrazione	514.4	I/10, II/3	514.5	I/24
Urto	516.4	I, IV	516.5	I, IV

#### 4.2.8 Accessori disponibili

Per le radio veicolari e fisse MOTOTRBO è disponibile un'ampia gamma di accessori Motorola. Questi accessori rappresentano un componente importante della soluzione mobile in termini di requisiti di installazione e operativi. La gamma di veicolari MOTOTRBO è supportata da accessori che consentono flessibilità di installazione e funzionamento sia all'interno di veicoli che alla scrivania. Migliori prestazioni e funzionalità sono state ottenute con la nuova interfaccia degli accessori audio. La tecnologia digitale di Motorola consente prestazioni radio e funzionalità all'avanguardia. Inoltre grazie alla nuova interfaccia audio gli accessori MOTOTRBO sono in grado di offrire ai clienti nuove prestazioni e funzionalità, immediate e future.

#### 4.2.9 Soluzioni audio

I microfoni veicolari migliorano le funzionalità della soluzione mobile e aiutano a garantire il contatto con l'utente e il team. Sono disponibili vari microfoni per diverse esigenze, tra cui un microfono standard, un microfono con tastiera per consentire la navigazione dei menu e un microfono per usi intensivi, più resistente e in grado di fornire migliore maneggevolezza per coloro che indossano guanti.

È inoltre disponibile un microfono esterno per aletta parasole e con audio avanzato da utilizzare con accessori PTT esterni per consentire l'utilizzo a mani libere. Per MOTOTRBO sono disponibili altri accessori in grado di soddisfare esigenze specifiche.

È disponibile un interruttore di emergenza a pedale che consente agli utenti di segnalare con discrezione una situazione di emergenza.

A questo si aggiungono altoparlanti esterni e pulsante PTT per il funzionamento in ambienti rumorosi o laddove è necessario intervenire a mani libere.



I pulsanti degli accessori possono essere programmati per svolgere qualsiasi funzione disponibile nella radio, invece di essere collegati alla programmazione del pulsante programmabile dalla radio. Questo consente ai pulsanti programmabili degli accessori di disporre di funzionalità indipendenti. Il design del nuovo connettore incorpora anche capacità di connessione USB, che consente lo sviluppo di accessori USB.

La nuova interfaccia audio degli accessori rappresenta lo standard di Motorola per le ricetrasmittenti portatili e veicolari.

Inoltre, l'interfaccia incorpora la possibilità di funzionalità audio avanzate, tecnologia di settore esclusiva che consente la comunicazione tra la radio e l'accessorio audio. L'identificazione dell'accessorio viene inviata alla radio consentendole di ottimizzare la connessione per ciascun tipo di accessorio audio. Come risultato si hanno livelli più coerenti tra tutti i tipi di accessori audio.

### 4.3 Apparatı portatili Motorola DP3600/DP3601

Di seguito si illustrano le caratteristiche dei terminali portatili DMR.



1. Display alfanumerico illuminato con interfaccia flessibile guidata da menu, con icone intuitive o due righe di testo per leggere facilmente i messaggi.
2. Indicatore LED a tre colori per un chiaro e immediato riscontro di chiamate, scansioni e monitor.
3. Pulsante di emergenza per avvisare la centrale operativa in caso di situazioni di emergenza. Con il modello DP3601, è possibile inviare le coordinate della posizione utilizzando il GPS.
4. Connettore accessori multicontatti laterale e incorpora capacità RF, USB e audio avanzate.
5. Il modello DP 3601 è dotato di modulo GPS integrato.
6. Tasti di navigazione grandi e facili da utilizzare consentono di accedere facilmente alle interfacce guidate da menu.

7. Il corpo della radio risponde alle specifiche IP57; sommergibile in 1 metro di acqua fino a 30 minuti.
8. Potente altoparlante anteriore.
9. Tre tasti laterali e due tasti anteriori programmabili per accedere facilmente alle funzionalità preferite. L'utilizzo dei tasti programmabili semplifica ulteriormente l'uso delle nuove funzionalità quali le chiamate "one-touch" e i messaggi di testo "quick-text" (pre-programmati).
10. Grande pulsante push-to-talk zigrinato. Garantisce una buona sensibilità al tatto e facile accesso, anche indossando guanti.

### 4.3.1 Funzionalità aggiuntive

Le funzionalità aggiuntive offerte dalle radio MOTOTRBO prevedono:

- Gestione avanzata delle chiamate (codifica/decodifica: emergenza, monitor remoto, ID push-to-talk, controllo radio, chiamata generale, disabilitazione radio)
- Scansione dual-mode analogico/digitale - semplifica la transizione dall'analogico al digitale
- Brevi messaggi di testo in formato libero e "quick-text" (pre-programmato).



### 4.3.2 Specifiche generali

Numero di canali	160
Frequenza	136-174 MHz oppure 403-470 MHz
Dimensioni (AxPxL)	con batteria NiMH da 1300 mAh 131,5 x 63,5 x 37,2 mm con batteria Lilon Std da 1500 mAh 131,5 x 63,5 x 35,2 mm con batteria Lilon Hi cap da 2200 mAh 131,5 x 63,5 x 42 mm
Peso	con batteria NiMH 430 g con batteria Lilon Std 340 g con batteria Lilon hi cap 360 g
Alimentazione	7,2 V nominali
Durata media della batteria con ciclo operativo 5/5/90 con salva batteria attivo in squelch portante e trasmettitore ad alta potenza:	

Batteria Lilon Std 1.500 mAh IMPRES Analogico: 9 ore / Digitale: 13 ore

Batteria Lilon Hi cap 2200 mAh IMPRES Analogico: 12 ore / Digitale: 16 ore

Batteria NiMH 1300 mAh Analogico: 8 ore / Digitale: 11 ore

### 4.3.3 Ricevitore

Frequenza	136-174 MHz oppure 403-470 MHz
Canalizzazione	12,5 kHz/ 25 kHz
Stabilità in frequenza ( -30 °C, +60 °C, +25 °C)	+/- 1,5 ppm (DP 3600) +/- 0,5 ppm (DP 3601)
Sensibilità analogica	0,35 uV (12 dB S INAD) 0,22 uV (tipica) (12 dB S INAD) 0,4 uV (20 dB S INAD)
Sensibilità digitale	5% BER: 0,3 uV
Intermodulazione	65 dB

---

Selettività canale adiacente	60 dB a 12,5 kHz, 70 dB a 25 kHz
Reiezione spurie	70 dB
Audio nominale	500 mW
Distorsione audio ad Audio nominale	3% (tipica)
Ronzio e rumore	-40 dB a 12,5 kHz -45 dB a 25 kHz
Risposta audio	+1, -3 dB
Emissioni spurie condotte	-57 dBm

#### 4.3.4 Trasmettitore

Frequenza	136-174 MHz oppure 403-470 MHz
Canalizzazione	12,5 kHz/ 25 kHz
Stabilità in frequenza ( -30 °C, +60 °C, +25 °C)	+/- 1,5 ppm (DP 3600) +/- 0,5 ppm (DP 3601)
Potenza di uscita	Bassa potenza 1 W Alta potenza 4 W
Limite di modulazione	+/- 2,5 kHz a 12,5 kHz +/- 5,0 kHz a 25 kHz
Ronzio e rumore FM	-40 dB a 12,5 kHz -45 dB a 25 kHz
Emissione condotta/irradiata	-36 dBm < 1 G Hz -30 dBm > 1 G Hz
Potenza canale adiacente	-60 dB a 12,5 kHz -70 dB a 25 kHz
Risposta audio	+1, -3 dB

Distorsione audio	3%
Tipo Vocoder digitale	AMBE++
Protocollo digitale	ETSI-TS102 361-1

#### 4.3.5 GPS

Specifiche di precisione per tracciamento a lungo termine (valori 95° percentile > 5 satelliti visibili con potenza di segnale nominale -130 dBm)

TTFF (Time To First Fix) Avvio a freddo < 1 minuto

TTFF (Time To First Fix) Avvio a caldo < 10 secondi

Precisione orizzontale < 10 metri

#### 4.3.6 Specifiche ambientali

Temperatura di esercizio*	-30 °C / +60 °C
Temperatura di stoccaggio	-40 °C / +85 °C
Variazione di temperatura	A norma MIL-STD
Umidità	A norma MIL-STD
Infiltrazione acqua	EN 60529 - IP57
Test imballo	MIL-STD 810D ed E

\* Con batteria Lilon, la temperatura di esercizio è -10 °C / +60 °C.

Con batteria NiMH , la temperatura di esercizio è -20 °C / +60 °C.

#### 4.3.7 Standard Militari (MIL-STD)

	810E		810F	
MIL-STD applicabili	Metodi	Procedure	Metodi	Procedure
Bassa pressione	500.3	II	500.4	II
Alta temperatura	501.3	I/A, II/A1	501.4	I/Hot, II/Hot
Bassa temperatura	502.3	I/C3, II/C1	502.4	I/C3, II/C1
Variazione di temperatura	503.3	I/A, 1C3	503.4	I
Radiazione solare	505.3	I	505.4	I
Pioggia	506.3	I,II	506.4	I, III
Umidità	507.3	II	507.4	-
Nebbia salina	509.3	I	509.4	I
Polvere	510.3	I	510.4	I
Vibrazione	514.4	I/10, II/3	514.5	I/24
Urto	516.4	I, IV	516.5	I, IV

FACTORY MUTUAL APPROVALS - La radio serie DP sono certificate (opzione) da Factory Mutual Approvals come intrinsecamente sicure per utilizzo in Divisione 1, Classe I,II,III, G ruppi C,D,E,F,G, quando ordinate con l'opzione batteria omologata Factory Mutual.



### 4.3.8 Accessori disponibili



Il portafoglio di radio MOTOTRBO è supportato da una serie di accessori originali Motorola per migliorare le funzionalità e garantire le massime prestazioni della soluzione radio.

Per condizioni di lavoro difficili, ambienti rumorosi, lunghi turni lavorativi o comunicazioni riservate, la gamma degli accessori MOTOTRBO sarà in grado di soddisfare ogni esigenza.

La versatilità di questi accessori consente agli utenti di concentrare l'attenzione sul lavoro da svolgere, che si tratti di garantire la sicurezza di persone o apparecchiature, mantenere l'efficienza produttiva o spostare merci o persone. Tutti gli accessori sono progettati e testati in base agli stessi standard rigorosi adottati per le radio. Sono progettati pensando all'utente e le caratteristiche di ergonomia e facilità d'uso contribuiscono a garantire che i team rimangano sempre in contatto.

### 4.3.9 Soluzioni audio

Il Microfono-altoparlante remoto e gli auricolari-microfono “Public Safety” sono accessori versatili e affidabili che consentono agli utenti di rimanere in contatto senza rimuovere le radio dalla relativa posizione alla cintura, in una custodia o nel caricatore. La gamma di microfoni con altoparlante offerta con MOTOTRBO utilizza diverse tecnologie per offrire una migliore riduzione dei rumori di fondo, minore infiltrazione dell’acqua e una migliore copertura insieme con una presa per auricolari e pulsanti programmabili.

Una gamma versatile di accessori audio assicura che gli utenti usufruiscano in modo completo dei servizi offerti da MOTOTRBO. Soluzioni su misura garantiscono efficienza per gli utenti di organizzazioni di sicurezza, sorveglianza, commerciali e industriali.

Il design del nuovo connettore dei portatili soddisfa i requisiti di resistenza all’acqua IP57. Questo consente di utilizzare accessori con grado di protezione IP57 quali il microfono/altoparlante remoto sommersibile.

Il design della nuova interfaccia accessori del portatile incorpora il connettore di antenna all’interno per consentire l’utilizzo di accessori che richiedono il segnale RF, quali il microfono/altoparlante remoto Public Safety (dotato di antenna).

### 4.3.10 Soluzioni energy

La potenza di trasmissione è vitale e richiede batterie e soluzioni efficienti per la ricarica. MOTOTRBO offre diversi tipi di batterie a seconda dei requisiti dei clienti.

IMPRES Smart Energy System offre una soluzione esclusiva per la ricarica e la rigenerazione delle batterie. Il sistema IMPRES Smart Energy automatizza la manutenzione delle batterie, ne ottimizza il ciclo di vita e massimizza i tempi di conversazione, ideale quindi da offrire ai clienti per i quali i tempi di autonomia sono di importanza primaria.



Nessuna manutenzione manuale della batteria. Non è più necessario tenere sotto controllo l'utilizzo della batteria. IMPRES utilizza un esclusivo protocollo che comanda automaticamente quando necessario il ricondizionamento adattivo, riducendo così l'effetto memoria derivante dalla continua ricarica delle batterie prima che siano completamente scariche. Ciò elimina qualsiasi congettura e spreco di tempo per ricondizionamenti prematuri delle batterie.

Ciclo di vita ottimizzato: le batterie IMPRES possono essere lasciate nei caricabatteria IMPRES anche per periodi prolungati senza danni da surriscaldamento. Di conseguenza IMPRES è ideale per applicazioni che richiedono batterie sempre pronte e in condizioni ottimali.

Caricabatteria che comunicano: i caricabatteria multipli IMPRES sono disponibili con un display di due righe che fornisce agli utenti informazioni sulla capacità e la tensione della batteria in carica, il tempo di carica residuo (solo NiCad e NiMH), lo stato corrente della batteria, nonché il relativo numero di serie, numero di kit e tipo di chimica.

Caricabatteria compatibile con batterie non IMPRES: un altro elemento con cui MOTOTRBO contribuisce a semplificare la migrazione dai sistemi precedenti.

Garanzie estese delle batterie: Se utilizzate esclusivamente con caricabatteria IMPRES, le batterie IMPRES usufruiscono di un'ulteriore copertura di sei mesi della garanzia rispetto alle batterie Motorola Premium.

#### **4.3.11 Soluzioni per il trasporto**

La capacità di svolgere il lavoro rimanendo in contatto richiede buone soluzioni di trasporto. MOTOTRBO offre un'ampia gamma di soluzioni tra cui ganci per cintura, custodie in nylon e pelle, tracolle e zainetti pettorali. Tutte sono progettate per ottimizzare le prestazioni dell'utente e migliorare le caratteristiche come la robustezza e la resistenza all'acqua e alla polvere.

## 4.4 Ripetitore MOTOROLA DR3000

Le principali funzionalità degli apparati ripetitori MOTOTRBO sono le seguenti.

- Utilizza la tecnologia TDMA (Time-Division Multiple-Access) per offrire al prezzo di una licenza una capacità di chiamate doppia rispetto alle radio analogiche. Una seconda chiamata contemporanea non richiede un secondo ripetitore, consentendo di risparmiare sui costi delle apparecchiature.
- Raddoppia il numero di utenti che è possibile supportare su un singolo canale licenziato a 12,5 kHz.
- Aumenta la riservatezza delle comunicazioni, essendo digitali e quindi criptate, le conversazioni tra apparati radio MOTOTRBO non sono ascoltabili da terzi.
- Integra capacità di trasmissione voce & dati con modem integrato a standard UDP/IP per aumentare l'efficienza operativa e supportare un'ampia gamma di applicazioni.
- Fornisce comunicazioni voce più chiare su una copertura più ampia rispetto alle radio analogiche, eliminando scariche statiche e rumore.
- Consente di attivare funzionalità aggiuntive, tra cui l'invio di dati, telemetria e avanzati protocolli e segnalazioni di chiamata.
- Consente di migrare facilmente dall'analogico al digitale con la capacità del MOTOTRBO di operare in entrambe le modalità analogica e digitale.

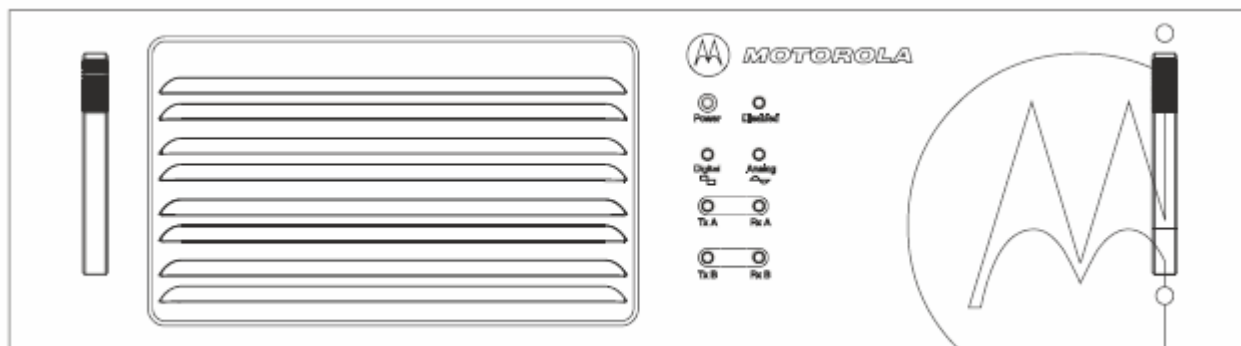


Di seguito si illustrano le caratteristiche dei terminali mobili DMR, utilizzati sia come veicolari che come stazioni radio di base.

1. Ciclo di funzionamento completo continuo 100% a 1-25W oppure 25-40 W
2. Supporta due percorsi simultanei voce o dati in modalità TDMA digitale.
3. Alimentatore integrato
4. Funziona in modalità analogica o digitale, chiari e luminosi LED colorati indicano la modalità.
5. I LED indicano chiaramente la trasmissione e ricezione su entrambi gli slot di canale.
6. Robuste maniglie semplificano l'installazione e la manipolazione.

#### 4.4.1 Specifiche generali

Numero di canali	1
Uscita RF tipica	Bassa potenza 1-25 W Alta potenza 25-40 W
Frequenza	136-174 MHz oppure 403-470 MHz
Dimensioni (AxPxL)	132,6 x 482,6 x 296,5 mm
Peso	14 kg
Tensione di alimentazione	100-240 V CA (13,6 V CC)
Assorbimento di corrente:	Standby 0,5 A (1 A CC tipico) Trasmissione 1,5 A (11 A CC tipico)
Temperatura di esercizio	-30 °C / +60 °C
Ciclo di funzionamento	max 100%



#### 4.4.2 Ricevitore

Frequenze	136-174 MHz oppure 403-470 MHz
Canalizzazione	12,5 kHz/ 25 kHz
Stabilità in frequenza (-30 °C, +60 °C, +25 °C)	+/- 0,5 ppm
Sensibilità analogica	0,30 uV (12 dB SINAD)

---

	0,22 uV (tipica) (12 dB SINAD)
	0,4 uV (20 dB SINAD)
Sensibilità digitale	5% BER: 0,3 uV
Intermodulazione	70 dB
Selettività canale adiacente	60 dB a 12,5 kHz, 70 dB a 25 kHz
Reiezione spurie	70 dB
Distorsione audio ad Audio nominale	3% (tipica)
Ronzio e rumore	-40 dB a 12,5 kHz -45 dB a 25 kHz
Risposta audio	+1, -3 dB
Emissioni spurie condotte	-57 dBm < 1 Ghz

#### 4.4.3 Trasmettitore

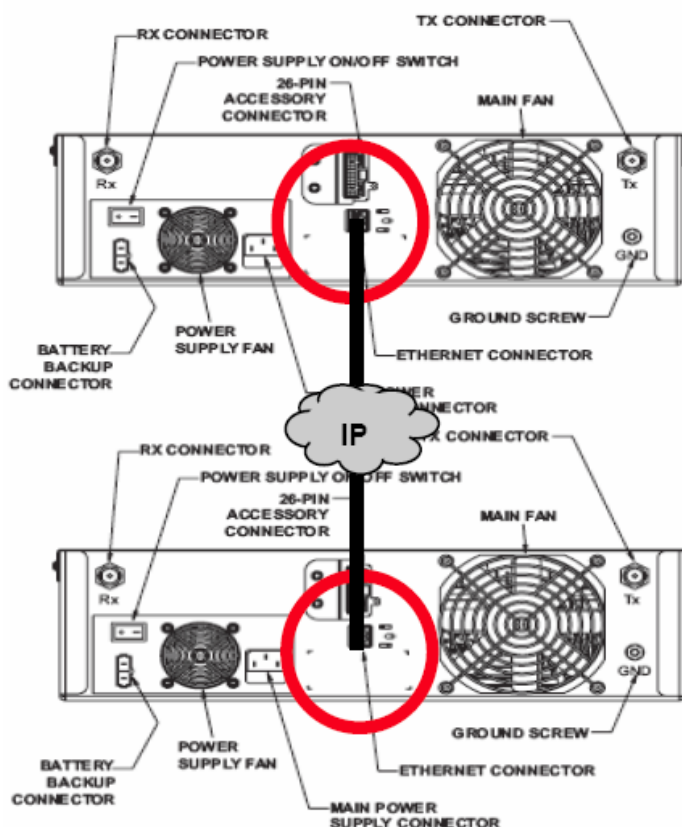
Frequenze	136-174 MHz oppure 403-470 MHz
Canalizzazione	12,5 kHz/ 25 kHz
Stabilità in frequenza ( -30 °C, +60 °C, +25 °C)	+/- 0,5 ppm
Potenza di uscita	Bassa potenza 1-25 W Alta potenza 25-40 W
Limite di modulazione	+/- 2,5 kHz a 12,5 kHz +/- 5,0 kHz a 25 kHz
Ronzio e rumore FM	-40 dB a 12,5 kHz -45 dB a 25 kHz
Emissione condotta/irradiata	-36 dBm < 1 GHz -30 dBm > 1 GHz

Potenza canale adiacente	-60 dB a 12,5 kHz -70 dB a 25 kHz
Risposta audio	+1, -3 dB
Distorsione audio	3%
Tipo Vocoder digitale	AMBE++
Protocollo digitale	ETSI-TS102 361-1

#### 4.4.4 Funzionalità ripetitore multisito

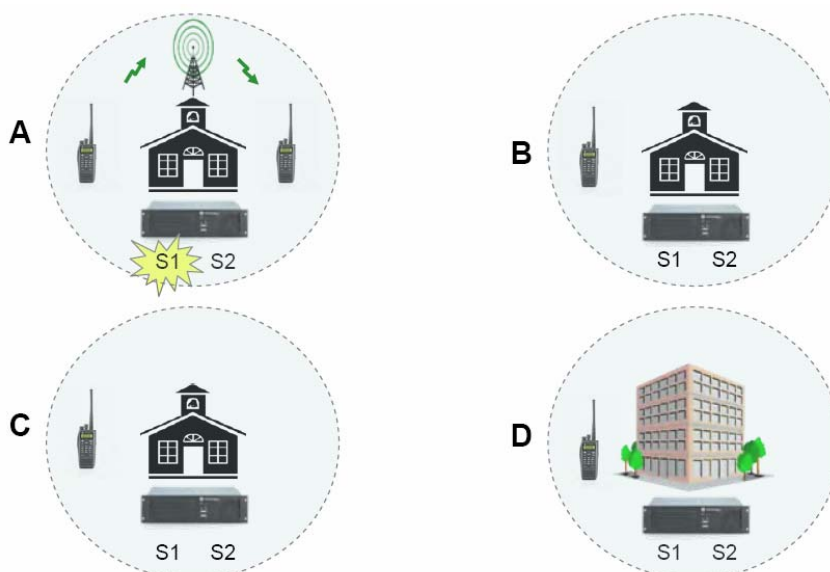
Questa funzione permette al ripetitore MOTOTRBO di essere connesso ad altri ripetitori MOTOTRBO per il tramite dell'interfaccia IP, per massimizzare le funzionalità ed estendere la copertura radio.

La funzionalità abilita la stazione ripetitrice alla connessione su link Ethernet, basato su Protocollo Internet, tramite la porta posteriore del ripetitore DR3000. Questo fornisce all'utilizzatore la possibilità di collegare in modalità link due o più ripetitori tramite rete LAN o Wireless LAN.



Questa funzionalità permette di estendere la copertura con più ripetitori su area geografica estesa, permettendo a voce e dati di essere ritrasmessi tra vari siti. Si crea un sistema ad ampia area di copertura, mantenendo tutti i vantaggi della tecnologia digitale DMR MOTOTRBO, i particolare i due timeslots che garantiscono doppia capacità di comunicazione fonia e dati.

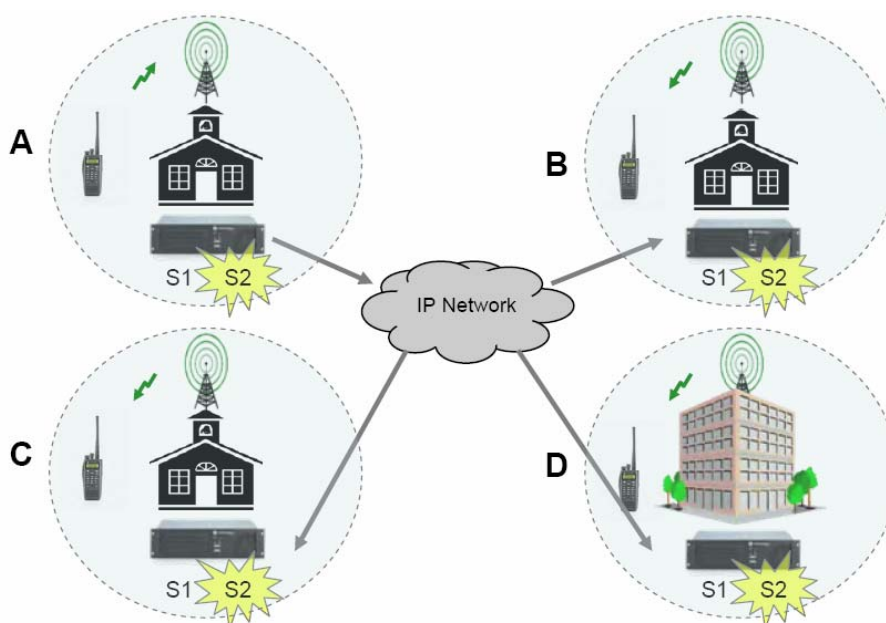
Un esempio di applicazioni multi sito è illustrata in seguito:



In questa soluzione viene installato un ripetitore su ciascun sito, utilizzando n. 2 time slot per ciascun ripetitore. L'utente inizia una comunicazione su Slot1 per la comunicazione e parla tramite ponte radio nell'area di copertura locale

Con questa particolare configurazione, solo allo Slot 2 viene riservata la comunicazione ad ampia copertura, estesa dalla funzionalità multi sito basata su IP.

In seguito si illustra la configurazione dei ripetitori connessi in multi sito sul time slot 2.

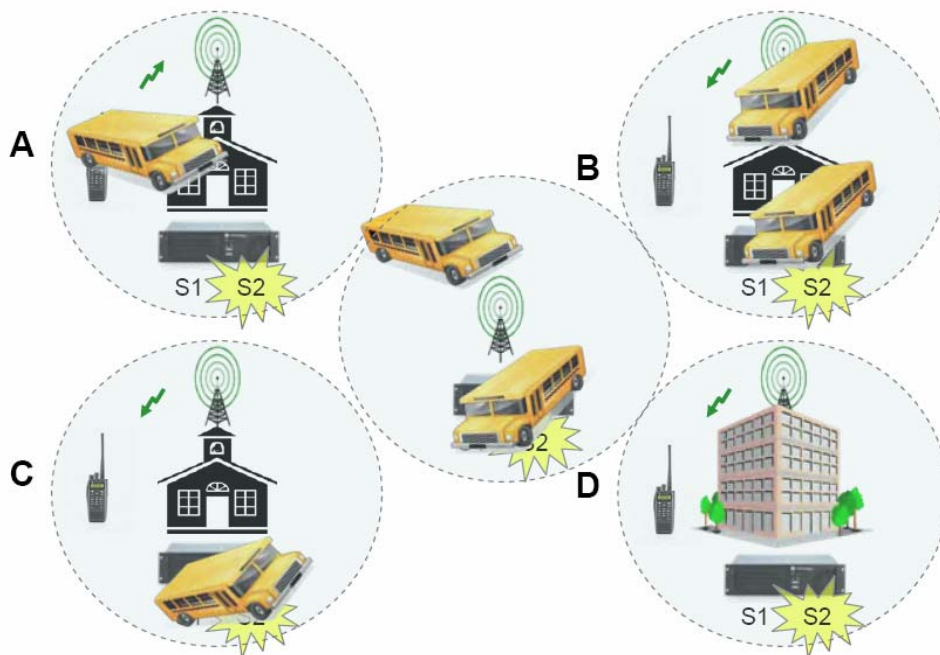


La presenza di un ripetitore su ciascun sito e due time slot per ogni ripetitore, consente all'utente di iniziare una chiamata su Slot 1 per comunicazione locale, mentre un altro utente effettua una chiamata su Slot 2 per comunicazioni in multi sito.

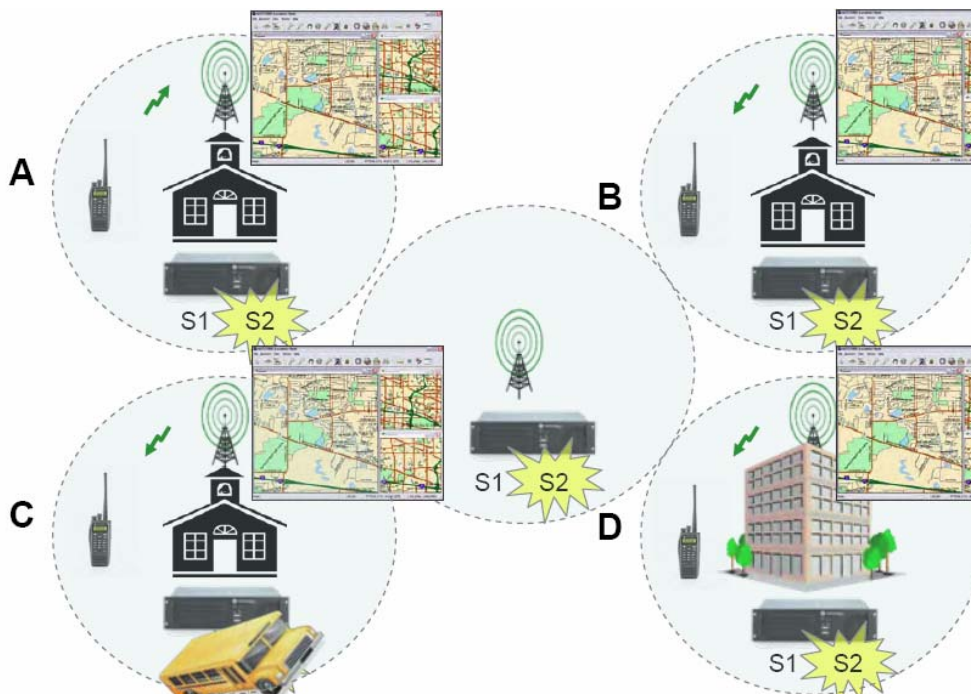
Quindi i due slot sono riservati al ripetitore per operare nelle due modalità operative disponibili in questa configurazione.



Anche le funzioni di trasmissione dati possono essere realizzate su canale multi sito, riservando un time slot per questo tipo di applicazione e realizzando quindi un'estensione dell'area di copertura anche per eventuali servizi di localizzazione GPS.



La funzione di roaming, prevista dallo standard DMR, registra e comunica automaticamente con il ripetitore più vicino all'apparato destinatario delle trasmissioni radio.



Le possibilità di integrazione con applicazioni cartografiche e di messaggistica sono illustrate nella precedente illustrazione.