MotoTRBO IPSC: il roaming.

Versione del documento v1.0
Aggiornato a Gennaio 2014

Realizzazione a cura di Armando Accardo, IK2XYP

Email: ik2xyp@ik2xyp.it
Team ircDDB-Italia http://www.ircddb-italia.it

Premessa.

Il Network MotoTRBO IPSC consente di attivare la funzionalità di Site Roaming, in maniera analoga a quanto avviene con la telefonia cellulare, permette cioè di settare il sistema in modo da favorire il cambio di frequenza da un impianto ad un altro in un Network multi sito.
In questo modo immaginando un Network che disponesse di diversi impianti sulla stessa banda e distribuiti su un territorio più o meno ampio, si può fare in modo che spostandosi da una parte all'altra venga agganciato un impianto diverse a seconda della zona in cui ci si trova.
In un Network IPSC tutto questo è realizzato direttamente dal terminale radio dell'utente, grazie alla compilazione di apposite liste di roaming in cui vengono messi in elenco i canali associati agli impianti tra cui si intende impostare il roaming; infatti le uniche informazioni necessarie e specifiche per l'accesso al sito sono inerenti il Time Slot, il Color Code e le frequenze di ingresso/uscita del ripetitore stesso. L'uso del Color Code tra sito e sito risulta necessario qualora i vari impianti condividessero la stessa frequenza e avessero delle aree di copertura anche marginalmente sovrapposte; nel caso in cui ogni impianto disponesse di frequenze diverse si potrà operare sullo stesso Color Code per tutta la rete.
Nella definizione delle strategie di roaming è importante analizzare la topologia di rete su cui si andrà ad implementarlo, dal momento che in base alla distribuzione degli impianti, dal loro grado di sovrapposizione e dalle singole aree di copertura si dovranno adottare degli accorgimenti diversi, caso per caso.
Inoltre è bene specificare fin da subito che il meccanismo di roaming sul Network IPSC si affida unicamente all'intensità del segnale ricevuto da ogni singolo impianto della rete, per determinare quale sito sia il migliore in base all'attuale posizione del terminale utente; non viene presa in considerazione alcuna analisi sulla qualità del segnale e quindi sul BER, ma solo l'intensità RSSI.
Questo aspetto può essere limitante in quanto una maggiore intensità di segnale non corrisponde sempre necessariamente alla possibilità per il terminale di agganciare l'impianto in maniera certa, sopratutto quando l'impianto è fortemente sbilanciato.
Affinché il meccanismo di roaming possa funzionare correttamente è necessario che ci sia un buon bilanciamento tra la sensibilità in ricezione dell'impianto e la sua diffusione; spesso un impianto può giungere in zone con segnali significativi anche se poi non è in grado di ricevere stazioni portatili o mobili dalle stesse aree, rendendo di fatto fuorviante la presenza di un impianto indicato come disponibile in roaming. Pertanto ogni impianto va opportunamente bilanciato, agendo sull'ottimizzazione della catena ricevente e compensando con la regolazione della potenza in modo da non arrivare dove poi non si è in grado di ascoltare, in modo che il ponte non venga considerato disponibile dal terminale in roaming quando poi non sarà mai agganciabile con un certo margine.
Inoltre tra i fattori da considerare vi è anche il numero di impianti presenti e coinvolti nel roaming, dal momento che il terminale utente dovrà ciclicamente scansionare a turno ognuno degli impianti presenti, pertanto impiegherà un certo tempo per completare l'intero ciclo. Questo aspetto vedremo che condizionerà le strategie per impostare i tempi con cui far intervenire un passaggio di sito attraverso il roaming.
Pertanto premesso che l'impianto sia stato realizzato con i dovuti accorgimenti affinché sia ben bilanciato tra segnale irradiato e capacità di ascolto dalle stesse aree, vi sono due aspetti principali da tenere in conto nel definire i parametri per l'attivazione del roaming sulla propria area:

1. numero di impianti all'interno dello stesso Network IPSC che devono fare roaming;
2. tipo di sovrapposizione RF tra gli impianti identificati al punto 1.

Le note che seguono riguarderanno alcune considerazioni per l'implementazione del roaming in un Network IPSC; nel caso del protocollo di Link Management noto come **Linked Capacity Plus** il meccanismo di gestione del roaming è completamente differente e da non confondersi con quanto descritto in queste pagine.

Funzionamento del Roaming sul Network IPSC.

In un Network IPSC il meccanismo del Roaming è implementato direttamente dal terminale radio dell'utente, mediante la definizione di apposite liste di dove poter inserire la definizione dei canali radio associati agli impianti ripetitori coinvolti nel roaming stesso.
Un Network IPSC può essere più o meno vasto e coinvolgere anche impianti che non potranno essere inseriti in roaming tra loro per diverse ragioni, tra le quali:

- Impianti operanti su aree geografiche molto distanti tra loro;
- Impianti operanti su bande di frequenza diverse;

E' importante stabilire quanti impianti del Network IPSC saranno coinvolti nel roaming, scegliendo tra quelli che si trovano geograficamente in aree di copertura compatibili, affinché possa esistere una certa sovrapposizione delle aree servite dai singoli impianti. In questa fase è bene stabilire anche il tipo di sovrapposizione possibile, dal momento che il comportamento del terminale utente sarà fortemente condizionato da questi aspetti.

A. Nel caso di un centro metropolitano piuttosto denso e affollato con edifici e punti ciechi diffusi, la soluzione del ripetitore centrale, rispetto i confini dell'area da coprire, potrebbe non essere adeguata rendendo necessario predisporre gli impianti anche su alcune aree periferiche. In questo caso la configurazione che si verrebbe a creare sarebbe quella di un numero di impianti periferici le cui aree di copertura tenderanno a sovrapporsi in più punti tendendo sempre più al centro di un'area comune tra tutti gli impianti. In questo caso gli utenti che si concentrassero al centro di quest'area metropolitana riceverebbero più di un segnale disponibile, mentre quelli periferici sarebbero maggiormente serviti da un impianto ben preciso; a parte il caso degli utenti dislocati nelle estremità delle periferie, buona parte degli utenti potrebbero essere sotto la copertura di un paio di impianti ogni volta. Per gli utenti di un simile Network la necessità di dover cambiare frequentemente impianto di riferimento potrebbe essere ridotta nel tempo e solo in quei casi in cui verrebbero a trovarsi nelle periferie dell'area metropolitana; inoltre l'intensità di segnale potrebbe essere entro certi limiti garantita da più celle del Network.
B. Un caso completamente diverso potrebbe essere quello realizzato da alcuni impianti in quota che, opportunamente dislocati e configurati a livello di lobi RF, potrebbero realizzare una dorsale di copertura lungo dei tragitti di trasferimento o di collegamento tra città e aree metropolitane diverse, passando magari attraverso vallate che renderebbero inefficace l'utilizzo di un unico ripetitore. In questo caso ci si ritroverebbe in presenza di impianti con pochi punti di sovrapposizione, limitati solamente a quelli adiacenti tra loro e per un tempo minore rispetto all'area di sovrapposizione presente nel precedente esempio. In questo caso dal punto di vista del terminale radio ci troveremmo dinanzi ad uno scenario completamente diverso e quindi anche le impostazioni di roaming sarebbero ben diverse.

In entrambi questi esempi non si è parlato di riutilizzo delle frequenze; nel caso di impianti adiacenti con aree sovrapposte risulta necessario lavorare su frequenze diverse a meno di non voler impiegare dei Color Code diversi. Ma anche usandoli negli impianti con le medesime frequenze e aree comuni, bisogna tener conto del fatto che la frequenza sarebbe comunque impegnata dai due ripetitori e quindi anche i tempi di accesso al canale sarebbero condizionati dai segnali e dalle politiche di accesso al canale implementate sul terminale utente; si rischierebbe di allungare i tempi di accesso al canale o addirittura di disturbare altri utenti, in base a come è stata configurato il terminale radio. Infatti qualora si settasse l'impostazione "Color Code Free" si otterrebbe il canale libero non appena il proprio ponte smettesse di trasmettere, ma si rischierebbe di interferire con un altro utente dell'altro ponte adiacente su Color Code diverso.
Viceversa impostando una politica di accesso più moderata, basata sull'assenza di segnali indipendentemente dal Color Code, si rischierebbe di non poter prendere il controllo di accesso del canale a causa del segnale presente anche sull'altro ripetitore adiacente.
Per quanto possibile sarebbe meglio che impianti adiacenti con coperture in comune usassero delle coppie di frequenze distinte, in modo da garantire tempi di accesso al canale rapidi, evitando

il rischio di interferenze tra utenti; le frequenze potrebbero essere riutilizzate nel caso di un Network distribuito in cui ai ponti non adiacenti sarebbe possibile riassegnare la stessa coppia di frequenze, dal momento che non esisterebbe alcuna area di sovrapposizione in comune.

Il terminale radio può essere impostato per eseguire una ricerca passiva all'interno della lista di roaming, in modo che durante le operazioni sui canali radio definiti l'apparato possa passare da un impianto all'altro man mano che si attraversa il territorio servito dal Network.
Senza entrare troppo nel dettaglio della configurazione degli apparati ciò che è importante è che una volta definito il numero di canali necessari, andranno duplicati per ogni impianto che sarà oggetto di roaming, dal momento che il terminale deve potersi sintonizzare su ognuno di questi impianti in base al miglior segnale RSSI ricevuto.
Pertanto la configurazione del terminale andrà adattata a questo funzionamento, definendo i canali con le impostazioni sulla coppia di frequenze, Time Slots e Color Code in modo da configurare una zona per ogni impianto; in questo modo sarà possibile definire le liste di roaming associando i vari canali precedentemente impostati.
Così facendo sarà possibile continuare a parlare su un determinato Talk Group sul Time Slot voluto su un impianto per poi ritrovarsi a continuare la conversazione sullo stesso Talk Group e Time Slot, ma con la coppia di frequenze associate all'altro impianto intervenuto nel roaming.
La radio effettuerà una ricerca tra i canali impostati nella lista di roaming fintanto che non troverà un impianto in grado di soddisfare le regole di roaming; ne consegue che per un certo istante il terminale lascerà il canale dove erasintonizzato per individuare una nuova frequenza da usare ed in tutto questo tempo si perderà la capacità di ascoltare l'inizio di una chiamata (quello che si chiama Late Entry, ovvero accesso al QSO in ritardo).
Questa forma di roaming si chiama passiva perché l'apparato si sintonizza sull'impianto considerato migliore in base al suo segnale ricevuto, rispetto ovviamente un valore di soglia impostabile sul terminale radio.
Come si è potuto vedere finora non è stato fatto nulla a livello di configurazione del ponte ripetitore, ma solo agendo sulla configurazione del terminale radio; vedremo in seguito quali parametri sono necessari da settare anche sul ripetitore per impostare il roaming in modo completo.
Quanto finora descritto si riferisce al fatto che il terminale sia in grado di sintonizzarsi sull'impianto migliore nel momento di un QSO già in corso e quindi dove tutti gli impianti facenti parte del Network IPSC sono attivamente coinvolti nel trasmettere. Ma dal momento che il roaming si basa solo sul confronto del segnale RSSI ricevuto dal terminale, rispetto un valore di soglia impostato per determinare la necessità o meno di dover cambiare impianto, se la frequenza fosse libera perché in assenza di QSO il terminale non saprebbe quando e come effettuare un cambio di ripetitore tra quelli disponibili.
In questo caso entra in gioco l'impostazione da effettuare sul ripetitore stesso, ovvero la possibilità di attivare l'invio periodico di un beacon; da non confondersi con l'invio del messaggio in CW per l'identificativo. In questo caso si tratta di un pacchetto puramente dati che viene inviato solo per impegnare la frequenza per un determinato tempo, in assenza di attività (in assenza di QSO), affinché il terminale utente possa completare la sua valutazione di intensità di campo RSSI durante la fase di scansione delle frequenze nel roaming passivo.
Il dimensionamento della durata del pacchetto di beacon e della frequenza con cui viene trasmesso è molto importante per far lavorare in modo efficiente il meccanismo di roaming e deve essere valutato caso per caso, in base alla tipologia del Network e alla dislocazione degli impianti, in funzione cioè delle loro aree di sovrapposizione e copertura.

Prima di descrivere più in dettaglio questi aspetti completiamo il discorso sulle modalità di roaming, considerando anche la ricerca attiva che prevede un meccanismo di interrogazione dei vari impianti presenti nella lista di roaming. Questo meccanismo viene principalmente attivato nel momento in cui si cerca di andare in trasmissione e si è fuori copertura; in sostanza non appena si cerca di andare in trasmissione e si è fuori copertura dalla cella su cui si è sintonizzati, l'apparato commuta sull'altro canale disponibile e prova a mandare un pacchetto di richiesta al nuovo impianto; se quest'ultimo risponde il terminale terminerà la ricerca in roaming e userà l'impianto in questione.

In sostanza questo tipo di ricerca attiva viene iniziata dal terminale utente che, selezionando uno ad uno tutti i ripetitori della lista di roaming, invia questo pacchetto definito di “Wake Up” (di risveglio) per interrogare sulla presenza del ripetitore ed in copertura; non appena un impianto della lista riesce a ricevere il segnale e risponde all’appello viene considerato come il ripetitore di default per quel momento e la ricerca in roaming viene interrotta fintanto che ci sarà un segnale valido.
Pertanto mentre con la ricerca passiva l’apparato si basa sul fatto di ricevere un segnale da qualunque impianto membro della lista di roaming, con la ricerca attiva è il terminale a determinare quale impianto possa essere impegnato prima di terminare la ricerca grazie all’invio di un segnale.
In entrambi i casi quando il terminale è in fase di ricerca roaming (ovvero con il LED arancione lampeggiante) c’è sempre la possibilità che non sia in ascolto sull’impianto che acquisisce meglio, perché impegnato nella valutazione degli altri impianti, per cui aumenterà il rischio di perdere l’inizio di una chiamata.
Per tutte queste ragioni è importante minimizzare queste fasi di ricerca in modo da potersi spostare solo quando è davvero necessario; è importante cioè impostare i parametri legati al roaming in modo da garantire tempi rapidi di ricerca ed escursione tra i canali.

Impostazione del Roaming sul Network IPSC.

Per minimizzare alcuni aspetti negativi della ricerca in roaming e ridurre i problemi legati agli spostamenti di canale con la conseguente perdita dell'inizio di un QSO, è possibile definire con quanta frequenza un terminale deve cercare un nuovo canale prima di sospendere la funzione di roaming e mantenere il collegamento sul canale prescelto.
Innanzitutto come già accennato affinché la ricerca passiva possa avvenire correttamente è necessario impostare un beacon periodico sul ripetitore.
I settaggi consistono in due fattori, la durata del beacon $\mathbf{B_D}$ e l'intervallo tra un invio e l'altro $\mathbf{B_I}$; il rapporto tra queste due grandezze ci permette di definire quante volte il ripetitore trasmetterà il beacon in assenza di traffico entrante, secondo questa relazione:

$$B_F = \frac{B_D}{B_I}$$

dove $\mathbf{B_F}$ indica con che frequenza verrà trasmesso il beacon e dovrebbe essere mantenuto ad un valore ideale che possa variare tra il 5% e il 10%.
Mantenersi entro questo range significa che se per qualche motivo si dovesse incrementare la durata del beacon, automaticamente si dovrà aumentare anche l'intervallo di tempo tra un beacon e l'altro.
Dal momento che B_F non è configurabile direttamente sul ripetitore si dovrà procedere con l'analisi dei termini che potranno influire sul rapporto; questi sono a loro volta funzione della tipologia del Network.
Nel caso di un Network IPSC con diversi impianti connessi tra loro e associati allo stesso gruppo di roaming, affinché il terminale radio possa intercettare il beacon trasmesso da ogni impianto la sua durata dovrà essere opportunamente incrementata in base al numero di siti presenti.
Considerando il tempo di scansione che il terminale radio impiega per passare in rassegna tutti gli impianti, definire una durata del beacon troppo breve ridurrebbe le probabilità che venga ascoltato nel momento esatto in cui la radio commuta da un impianto all'altro.
In questo caso incrementare la durata del beacon aiuterebbe a garantirsi anche la finestra di tempo in cui il terminale, completata la sintonia su un determinato impianto, riuscisse a catturare anche solo una porzione del segnale di beacon; non si tratta di decodificare il segnale, ma solo della ricezione di una portante modulata per valutarne il valore RSSI.
Inoltre l'intervallo di tempo tra la trasmissione di un beacon e quello successivo determina la velocità di risposta con cui un terminale può reagire ad un cambio di impianto; nel caso in cui la rete disponesse di diversi punti in roaming tra loro, con una sovrapposizione tale da prevedere più agganci simultanei, la riduzione dell'intervallo di beacon renderebbe il sistema molto più reattivo ad un cambio di posizione, dal momento che il segnale di beacon verrebbe valutato molto più frequentemente al minuto.
Però, una frequenza di beacon sempre più elevata, in presenza di un impianto a larga copertura in roaming con uno a bassa copertura e con una sovrapposizione quasi completa, produrrebbe la ricerca del sito migliore anche in presenza di una condizione parzialmente di assenza di segnale che venisse ripristinata appena dopo. In questo caso, sopratutto nelle aree di passaggio dall'impianto a copertura ridotta all'area estesa, sarebbe controproducente cercare di commutare in roaming sul ripetitore locale dal momento che il servizio non sarebbe disponibile mentre andrebbe sfruttato dal ripetitore in quota. In un caso del genere sarebbe consigliabile configurare un intervallo di beacon maggiore in modo che il terminale non tenti la commutazione e rimanga attivo più a lungo sul ripetitore in quota.

A titolo puramente indicativo vengono forniti dei numeri che possono essere usati in fase di configurazione del ripetitore per impostare il valore di B_D e B_I in base al numero di impianti presenti nella stessa configurazione di roaming, per cercare di mantenere la frequenza di invio del beacon entro l'intervallo ideale del 5% e il 10%, come mostrato dalla seguente tabella:

Num di ripetitori in roaming	B_D (sec)	B_I (sec)
2	0.72	10
3	1.92	30
4	3.12	40
5	4.32	60
6	5.52	70
7	6.72	90
8	7.92	100
9	9.12	120
10	10.32	130
11	11.52	150
12	12.72	160
13	13.92	180
14	15.12	190
15	16.32	210

Per quanto concerne i parametri, B_I oltre a dover essere impostato nel ripetitore dovrà essere configurato anche sul terminale utente in modo che la radio effettui una ricerca in roaming ogni B_I secondi in base alla stessa impostazione con cui il ripetitore invierà il beacon.
In fase di configurazione della lista di roaming, sul terminale si dovrà impostare un valore di soglia di segnale RSSI al di sotto del quale la radio dovrà iniziare ad effettuare la scansione in roaming.
In questo caso per settare un valore opportuno si dovrà considerare l'area di sovrapposizione presente tra i ripetitori coinvolti nel roaming; nel caso di un impianto metropolitano con una grossa area condivisa sovrapposta si potrà utilizzare un valore relativamente alto (indicativamente -102 dBm) affinché appena il segnale diminuisce rispetto la soglia venga avviata la ricerca in roaming verso un ponte con segnale maggiore.
Nel caso di un impianto in quota con una scarsa area di sovrapposizione con gli altri ponti della lista di roaming, si potrà usare una soglia molto bassa (indicativamente -120 dBm) in modo da mantenere l'aggancio del ponte attuale fino alla perdita totale della sua copertura.
Rispetto questi casi limite in casi normali si può operare con un diverso range di soglie RSSI prima di far intervenire la scansione in roaming in base alla propria preferenza a mantenere maggiormente l'aggancio di un ponte rispetto un altro.
Nel caso di ampie sovrapposizioni tra un ponte in quota ed uno locale cittadino si può decidere di accettare l'aggancio del sito locale fino a -100 dBm, per garantirsi un collegamento solido solo all'interno dell'area urbana e poi commutare sull'impianto in quota non appena fuori dall'aera urbana, riottenendo segnali forti dall'installazione in altura. Anche se il segnale del ripetitore in altura scendesse sotto i -100 dBm la funzione di roaming, non trovando l'impianto cittadino ormai lontano, di fatto considererebbe l'installazione in quota come l'unica soluzione valida e non cercherebbe di effettuare una scansione in roaming a vuoto.