



Nozioni di base di radiocomunicazione

Introduzione

Le comunicazioni vocali in Protezione Civile sono di vitale importanza per la gestione di diverse situazioni d'intervento. In un contesto variabile come può essere uno scenario d'emergenza è fondamentale coordinare le squadre di volontari e riuscire a distribuire i compiti in modo efficace e veloce.

Spesso accade che durante una calamità non siano più disponibili gli usuali mezzi di comunicazione e bisogna quindi ricorrere alle radiocomunicazioni. Le radiocomunicazioni hanno delle peculiarità positive che altri tipi di comunicazioni non hanno, soprattutto nelle emergenze:

- la trasmissione avviene in tempo reale anche a distanze enormi, grazie alle sue caratteristiche fisiche;
- la fonte di energia utilizzata è universalmente diffusa. La tecnologia mette a disposizione fonti energetiche trasportabili (accumulatori, batterie) o addirittura inesauribili (celle fotovoltaiche, eliche eoliche);
- un unico trasmettitore può essere ricevuto contemporaneamente da innumerevoli ricevitori.

Ci sono anche alcuni aspetti negativi che sono tuttavia superabili:

- necessità di conoscere le regole di utilizzo delle apparecchiature;
- necessità di utilizzare procedure di comunicazione standardizzate;
- le comunicazioni possono essere ostacolate dalla morfologia del territorio;
- limitazioni sull'utilizzo delle stazioni radio in mancanza di conoscenze sulle leggi fisiche;

Questo corso si pone l'obiettivo di dare le conoscenze di base per l'utilizzo di questo efficiente e necessario sistema di comunicazione.



Radiocomunicazioni

1. Nozioni di base di radiocomunicazione

Nozioni di base di radiocomunicazione - aspetti teorici e pratici

La COMUNICAZIONE è l'interazione tra due o più soggetti che utilizzano il medesimo linguaggio o codice per lo scambio delle informazioni e che pertanto sono in grado di annullare lo stato di incertezza dei contenuti.

La TELECOMUNICAZIONE è il trasporto a distanza dell'informazione, attraverso l'utilizzo di un supporto che può essere:

- Acustico
- Ottico
- Elettrico
- Elettromagnetico

Gli elementi di base di un sistema di telecomunicazione sono:

- un TRASMETTITORE che prende l'informazione e la converte in un SEGNALE da trasmettere;
- un MEZZO DI TRASMISSIONE su cui il segnale è trasmesso;
- un RICEVITORE che riceve e converte il segnale in informazione utile;

Il SEGNALE è un codice che può essere di due tipi:

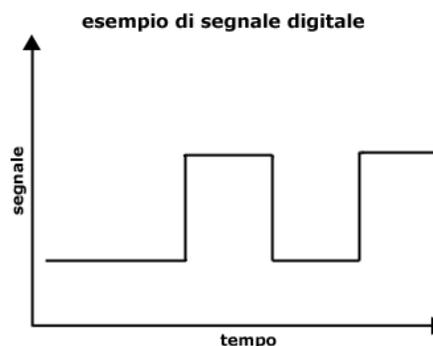
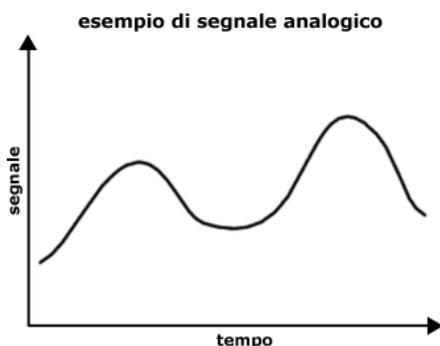
- ANALOGICO nel caso in cui l'informazione può assumere infiniti valori compresi in un intervallo continuo (es. la voce)
- DIGITALE nel caso in cui l'informazione può assumere un insieme finito di valori compresi in un intervallo discreto (es. impulso)



Radiocomunicazioni

1. Nozioni di base di radiocomunicazione

I dispositivi per le telecomunicazioni convertono diversi tipi di informazione, come ad esempio il suono, in segnali che sono tipicamente trasportati attraverso il mezzo di trasmissione sotto forma di onde. Quando un segnale raggiunge la destinazione, il dispositivo al terminale di arrivo converte il segnale in un messaggio comprensibile.



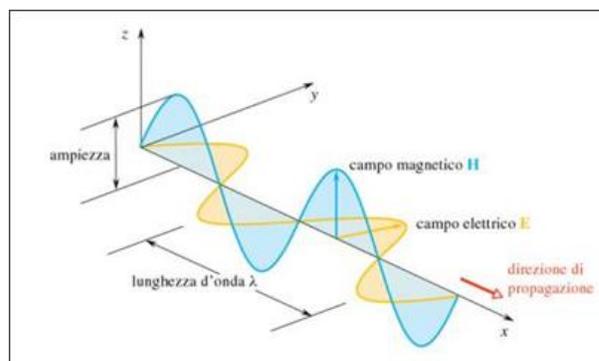
In particolare le trasmissioni radio avvengono attraverso ONDE ELETTROMAGNETICHE.

Le onde elettromagnetiche sono prodotte dall'accelerazione di un campo elettrico e le sue caratteristiche dipendono dall'ambiente in cui si propagano.

Un elettrone immobile genera, a causa della sua carica, una forza elettrica nello spazio circostante - il campo elettrico - che diminuisce man mano che ci allontaniamo dall'elettrone stesso. Nel momento in cui un elettrone comincia ad oscillare, anche il campo elettrico circostante subisce una variazione.

La variazione di un campo elettrico produce un campo elettromagnetico. Queste variazioni di campo elettrico e magnetico si propagano dall'elettrone nello spazio circostante sollecitando gli elettroni vicini e generando così la propagazione dell'onda.

Il tempo che intercorre tra l'inizio della generazione di un campo elettrico e la fine del successivo campo magnetico viene chiamata PERIODO. Il numero di PERIODI in un secondo si chiama FREQUENZA.





Radiocomunicazioni

1. Nozioni di base di radiocomunicazione

Nella tabella di seguito sono elencate le diverse tipologie di onde elettromagnetiche, classificate secondo la frequenza:

nome	f in Hz	λ in m	indicazione	esempi
	10^{-1}	10^9		Oscillazioni di terremoti, maree, ponti, torri, grattacieli, pendoli di orologio
bassa frequenza	3 Hz	10^8		telescriventi
BF	30 Hz	10^7		16 Hz ultrasuoni frequenze industriali 25 Hz 16 2/3 Hz 50 Hz
	300 Hz	10^6		300 Hz telefono (frequenze acustiche BF) (orecchio umano)
	3 kHz	10^5		3,4 kHz suoni percepibili
Very Low Frequencies VLF	30 kHz	10^4	onde miriametriche	20 kHz ultrasuoni
Low Frequencies LF	300 kHz	10^3	onde chilometriche	150 kHz onde lunghe 285 kHz onde medie 525 kHz onde corte
Medium Frequencies MF	3 MHz	10^2	onde ettometriche	1605 kHz radio 3,95 MHz
High Frequencies HF	30 MHz	10^1	onde decametriche	26,1 MHz 47 MHz 40 MHz televisione 30 MHz
Very High Frequencies VHF	300 MHz	10^0	onde metriche	790 MHz
Ultra High Frequencies UHF	3 GHz	10^{-1}	onde decimetriche	ipersuoni
Super High Frequencies SHF	30 GHz	10^{-2}	onde centimetriche	gamma infrarossi, luce e raggi x 40 GHz ponti radio, radar
Extremely High Frequencies EHF	300 GHz	10^{-3}	onde millimetriche	

Tipicamente, le frequenze con cui ci si trova ad operare in ambito di comunicazioni radio analogiche sono comprese nella banda **VHF (Very High Frequencies)** da 30 a 300 MHz o nella banda **UHF (Ultra High Frequencies)** da 300 MHz a 3 GHz.



Radiocomunicazioni

1. Nozioni di base di radiocomunicazione

Propagazione del segnale

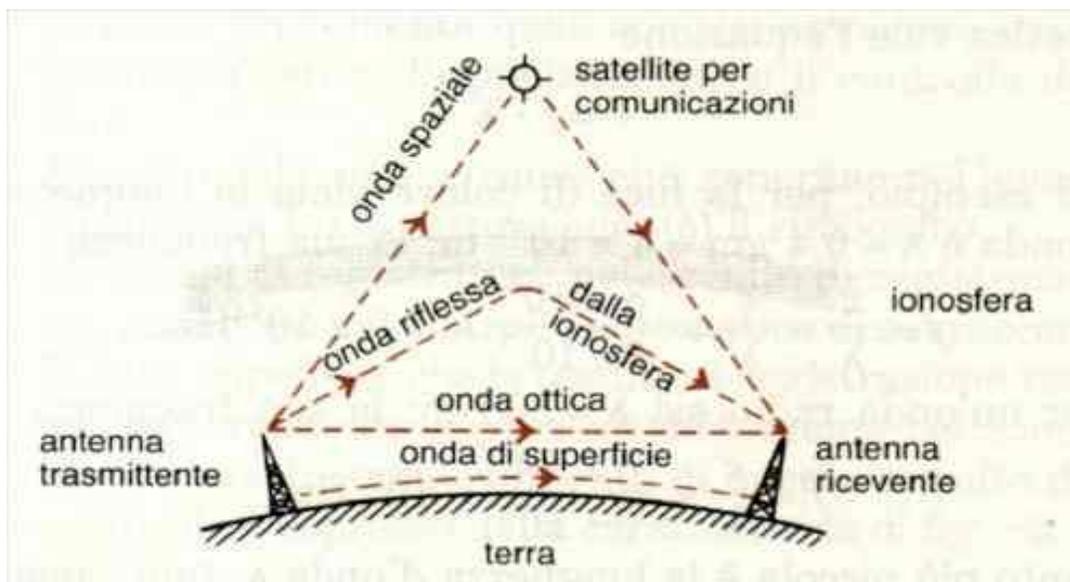
Le trasmissioni radio avvengono per mezzo di onde elettromagnetiche che si propagano nello spazio.

Apposite apparecchiature, denominate TRASMETTITORI, provvedono a generare una corrente alternata ad alta frequenza, che rappresenta il veicolo del segnale. Per mezzo di un circuito elettronico, l'ANTENNA, le onde radio vengono diffuse nello spazio, captate da altre antenne e convogliate ad apparecchiature di elaborazione del segnale denominate RICEVITORI.

Nell'uso comune, di tipo civile, le comunicazioni radio avvengono attraverso RICETRASMETTITORI, ovvero apparecchi che inglobano sia un trasmettitore che un ricevitore.

Analizziamo adesso come le onde radio si propagano dall'antenna della trasmittente a quella della ricevente. La conoscenza di questi fenomeni è utile per comprendere come la trasmissione e la ricezione delle onde radio venga influenzata dalle condizioni ambientali e dipenda dalle frequenze utilizzate.

Le onde elettromagnetiche si propagano nello spazio prevalentemente in linea retta ma, in funzione della frequenza, possono anche subire delle riflessioni.



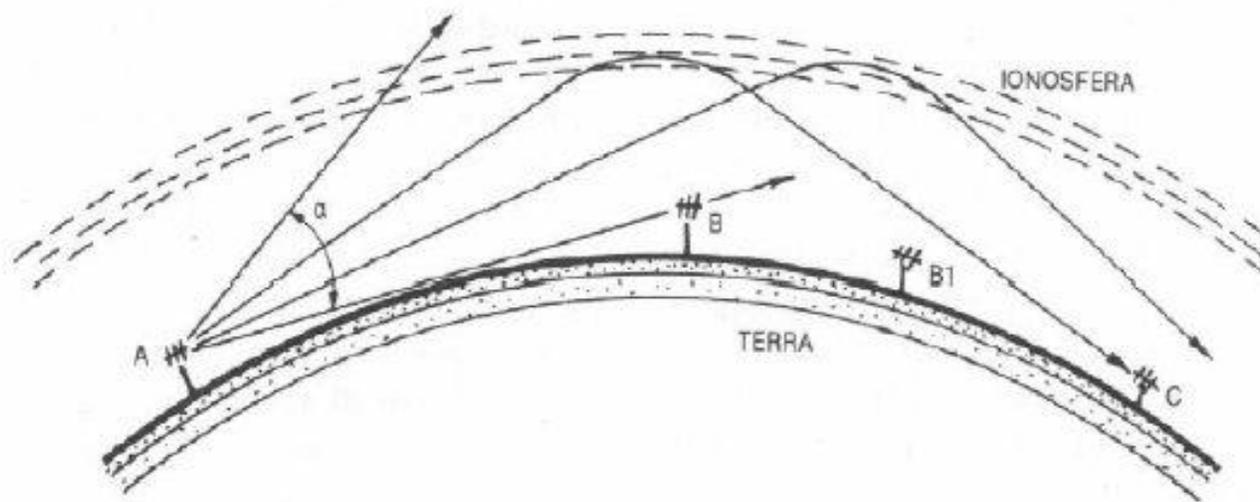


Radiocomunicazioni

1. Nozioni di base di radiocomunicazione

Le onde corte (HF) sono riflesse dalla ionosfera, quindi consentono comunicazioni a lunga distanza (migliaia di chilometri).

Le onde cortissime (VHF), ultracorte (UHF) e le microonde (SHF) non sono riflesse dalla ionosfera, si propagano in linea retta e la portata della trasmissione dipende dalla curvatura della terra e quindi dalla "visibilità delle antenne".



La portata ottica teorica di due radio VHF o UHF, ad esempio portatili, in condizioni di terreno libero si può stimare in:

$$D = 3,57 \times (h + h)$$

Dove:

D = distanza del collegamento (km)

h = altezza delle antenne (m)

Ad esempio, considerando 2 operatori che tengono in mano una radio portatile ad un'altezza di 1,5 m dal suolo, si ottiene teoricamente:

$$D = 3,57 \times (1,5 + 1,5) = 10,7 \text{ km}$$

La portata di due stazioni ricetrasmittenti con frequenze non riflesse dalla ionosfera è tuttavia influenzata anche dal terreno, dagli ostacoli, dalle condizioni meteorologiche e, soprattutto, dalle caratteristiche tecniche delle stazioni.



Radiocomunicazioni

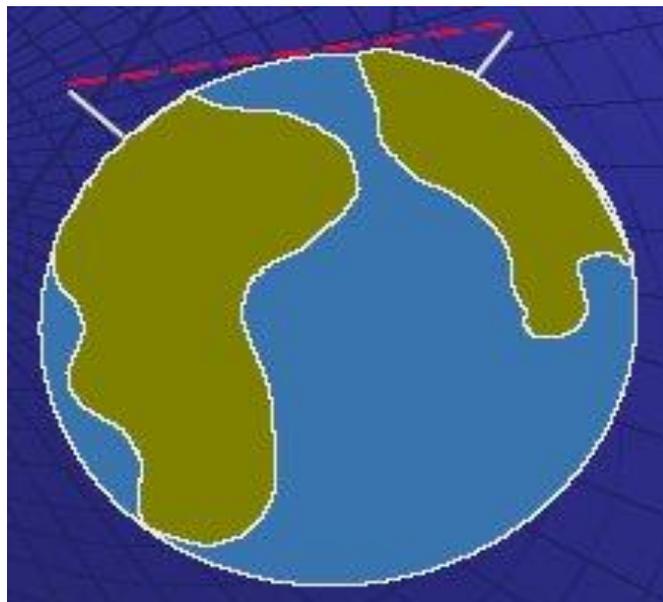
1. Nozioni di base di radiocomunicazione

Empiricamente, si può dire che l'orizzonte si abbassa di 1 m ogni circa 4 km.

Si possono pertanto assumere, supponendo che il terreno sia pianeggiante, i seguenti valori pratici di portata:

- Stazioni fisse (dotate di antenna installata su tetto o su traliccio): 25 km
- Stazioni mobili veicolari (installate su autovettura o altro mezzo di trasporto): 15 km
- Apparati portatili (in dotazione ad un operatore): 5 km

Quanto appena detto vale per apparati radio di tipo analogico ma non per apparati di tipo digitale.





Radiocomunicazioni

1. Nozioni di base di radiocomunicazione

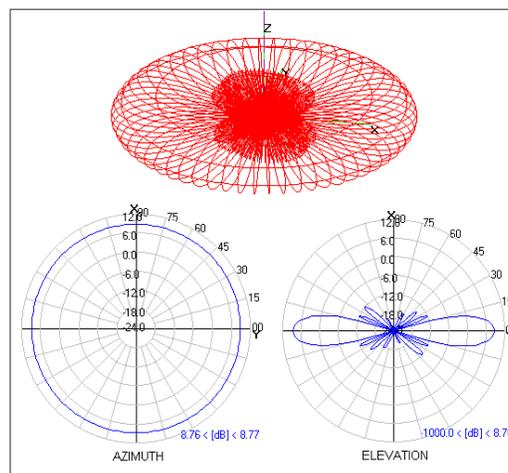
Le antenne

Le antenne hanno il compito di irradiare o captare le onde elettromagnetiche prodotte da un oscillatore. Le loro dimensioni fisiche sono strettamente legate alla lunghezza dell'onda e quindi alla frequenza di lavoro.



ANTENNA OMNIDIREZIONALE

È costituita da un unico elemento attivo denominato radiatore (indicato in figura); l'irradiazione del campo elettromagnetico è approssimativamente circolare; è adatta per il servizio di postazione fissa, mobile, portatile.



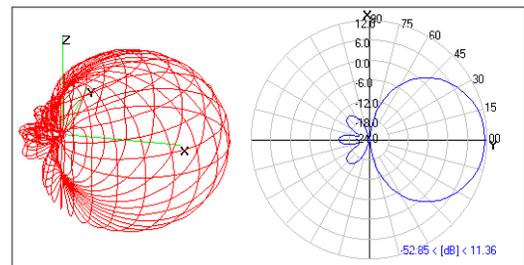
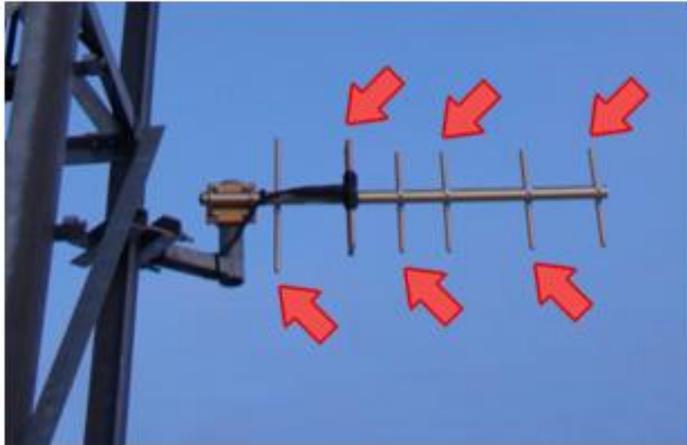


Radiocomunicazioni

1. Nozioni di base di radiocomunicazione

ANTENNA DIRETTIVA

È costituita da un unico elemento attivo denominato radiatore e da più elementi parassiti che distorcono l'irradiazione in una direzione; è idonea al servizio in postazione fissa; limita i disturbi e aumenta il guadagno dell'antenna.





Radiocomunicazioni

1. Nozioni di base di radiocomunicazione

Gli Apparati Radio

IL PORTATILE

È un apparato di ingombro minimo che può essere trasportato in mano o agganciato agli abiti ed è dotato di antenna e microfono integrati e batteria ricaricabile. Data l'antenna di portata ridotta e la limitata durata delle batterie è adatto per effettuare collegamenti a breve distanza che non richiedono l'uso di potenze elevate.

IL VEICOLARE

È un apparato di dimensioni contenute costruito appositamente per essere installato a bordo di veicoli. L'alimentazione viene presa direttamente dalla batteria del mezzo mentre l'antenna è solitamente fissata al tetto dell'autovettura (tramite bulloneria apposita o con l'ausilio di un magnete) e consente una portata molto superiore a quella di un portatile. La potenza di uscita è tipicamente almeno il doppio rispetto a quest'ultimo.

LA RADIO BASE O FISSA

È solitamente costituita da un apparato veicolare collocato all'interno di un edificio ed alimentato dalla rete elettrica tradizionale mediante un convertitore da corrente alternata a corrente continua. L'antenna viene collocata sul tetto o su di una struttura esterna appositamente predisposta e consente di raggiungere distanze ancora superiori rispetto ad un portatile o ad un semplice veicolare.



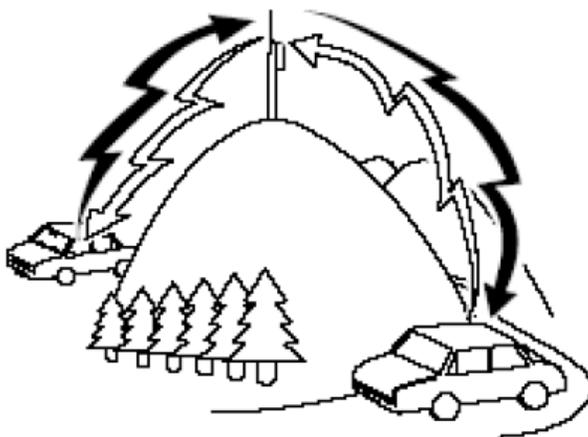
Radiocomunicazioni

1. Nozioni di base di radiocomunicazione

Il Ponte ripetitore

PONTE RIPETITORE

Le onde VHF e UHF, propagandosi in linea retta necessitano che le antenne degli apparati siano in visibilità ottica tra di loro, altrimenti esse non riescono a superare gli ostacoli principali (montagne, colline).



Per ovviare a tal problema si utilizzano delle STAZIONI RIPETITRICI che richiedono l'uso di DUE frequenze diverse, una per la trasmissione ed una per la ricezione.

A seconda che siano disponibili uno o più ponti ripetitori si possono individuare due diversi scenari:

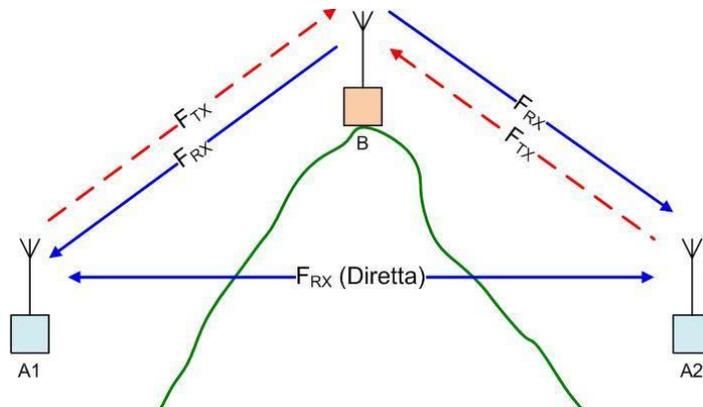
- scenario 1 – Ripetitore singolo
- scenario 2 – Ripetitori multipli



Radiocomunicazioni

1. Nozioni di base di radiocomunicazione

SCENARIO 1 - RIPETITORE SINGOLO



A: stazioni radiomobili

B: stazione ripetitrice (concessioni 15 ÷ 30 ÷ 60 km di raggio)

Le stazioni radiomobili (A) sono collegate tra loro attraverso il ponte ripetitore (B), normalmente posto in posizione elevata e quindi privo di ostacoli interferenti.

La comunicazione è monodirezionale: non è possibile trasmettere e ricevere contemporaneamente (sistema simplex). Inoltre, la frequenza di ricezione delle stazioni radiomobili F_{RX} è diversa da quella di trasmissione F_{TX} (sistema semiduplex). Più precisamente valgono le seguenti relazioni:

$$F_{RX} \text{ (MHz)} = F_{TX} \text{ (MHz)} + 4,6 \text{ MHz in gamma VHF}$$

$$F_{RX} \text{ (MHz)} = F_{TX} \text{ (MHz)} + 10 \text{ MHz in gamma UHF.}$$

La trasmissione emessa da una stazione radiomobile (es. A1) viene captata dalla stazione ripetitrice (B) e ritrasmessa in contemporanea sulla frequenza di ascolto in maniera tale da poter essere ricevuta da altre radiomobili (es. A2). Per poter interagire correttamente con il ponte ripetitore, le stazioni radiomobili devono emettere, durante la trasmissione del proprio segnale (quindi nel tragitto da A a B) un tono continuo non udibile, denominato encoder (sub-audio). Se tale tono non è presente, il ponte scarta il segnale ricevuto e non lo ri-diffonde ad altre postazioni.

Se ci si trova a breve distanza (massimo 5 Km in terreno libero), le stazioni radiomobili possono anche collegarsi direttamente senza passare dal ponte ripetitore (collegamento in Diretta). In questo caso viene utilizzata, sia in trasmissione che in ricezione, la sola frequenza di ricezione F_{RX} .



Radiocomunicazioni

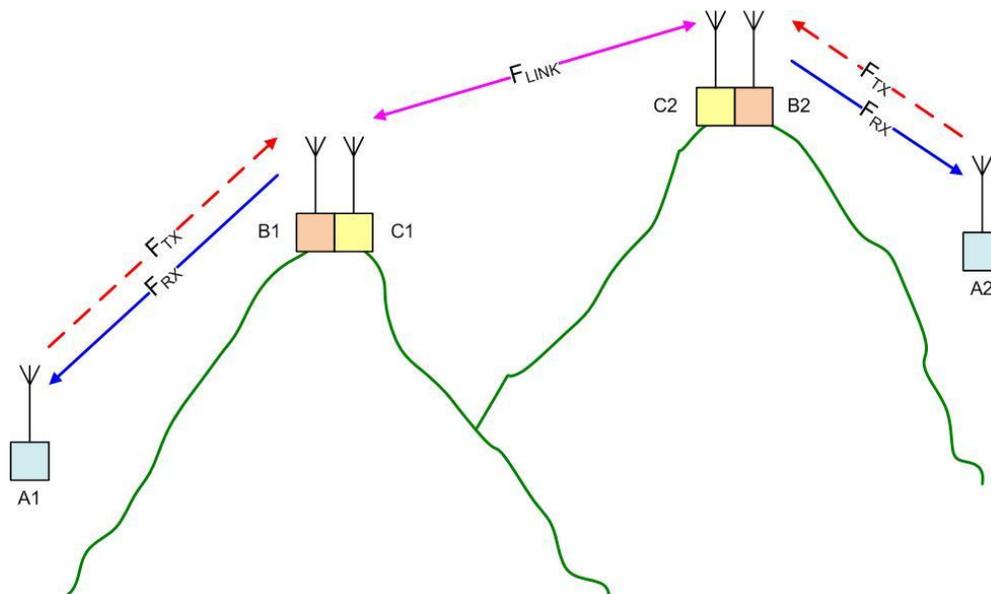
1. Nozioni di base di radiocomunicazione

Attraverso l'invio di una serie di codici identificativi (selettive) è inoltre possibile, per l'operatore, effettuare chiamate verso utenti predefiniti anziché verso tutti gli apparati in ascolto.

I fattori che determinano il buon funzionamento delle comunicazioni sono:

- la distanza delle stazioni radiomobili dal ponte ripetitore
- la potenza delle stazioni radiomobili (tipicamente 5 W i portatili, 10 W i veicolari)
- la presenza di ostacoli o meno interposti fra il ponte ripetitore e le stazioni radiomobili
- il tipo di antenne utilizzate dalle stazioni radiomobili

SCENARIO 2 – RIPETITORI MULTIPLI



A: stazioni radiomobili

B: stazione ripetitrice (concessioni 15 ÷ 30 ÷ 60 km di raggio)

C: stazione traslatrice del segnale (link)

Per ampliare l'area di esercizio vengono installate più stazioni ripetitrici B. Il segnale (messaggio) in arrivo ad una stazione ripetitrice sulla frequenza di ingresso (F_{TX}), viene ri-emesso sulla frequenza di uscita (F_{RX}) come nel caso precedente. Un sistema di trasferimento (stazione traslatrice C), operante su una frequenza diversa, detta frequenza di tratta o di link (F_{LINK}), provvede però ad estendere il segnale di ingresso anche verso altri



Radiocomunicazioni

1. Nozioni di base di radiocomunicazione

impianti più distanti. Tipicamente, la comunicazione tra radiomobili e stazioni ripetitrici avviene in banda VHF, mentre le stazioni ripetitrici stesse (dotate di stazione traslatrice integrata) comunicano tra di loro con frequenze di link in banda UHF.

L'esercizio contemporaneo di più stazioni ripetitrici comporta l'adozione di architetture impiantistiche complesse, poiché è necessario limitare il numero di canali (ovvero il numero di frequenze soggette a concessioni), e soprattutto le possibili interferenze reciproche.

Le applicazioni attuali maggiormente diffuse (sistemi sincroni), consistono ad esempio nella dislocazione sul territorio di più ponti ripetitori che lavorano con la stessa coppia di frequenze di ricezione e trasmissione e che, grazie alla precisione delle portanti, nonché al controllo costante di un elaboratore, non causano interferenze fra di loro. Solo il segnale migliore viene acquisito dal ripetitore più prossimo e reindirizzato attraverso i collegamenti di link al sistema.