

**Titolo: Dimensionamento di un sistema radiomobile.**

In questo tema si considera il progetto di un sistema di comunicazione per telefonia di tipo radiomobile a copertura cellulare con tecnica di accesso a divisione di codice a sequenza diretta (DS-SS-SS-SS) a riuso di frequenza universale. La stazione base è posta a centro cella e impiega un'antenna omnidirezionale. Si vogliono soddisfare le seguenti specifiche:

- Banda disponibile complessiva: 20.48 + 20.48 MHz (*uplink* e *downlink*).
  - *Processing gain*: 128.
  - Percentuale media di attività vocale degli utenti: 40%.
  - Velocità di trasmissione del segnale utente: 8 kbit/s.
  - Massima probabilità di errore media sul bit richiesta per avere una qualità di trasmissione accettabile:  $10^{-3}$  (per collegamento).
  - Schema di modulazione: QPSK con *roll-off* 0.25.
  - La densità spettrale del rumore termico è trascurabile.
1. Assimilando l'interferenza a rumore gaussiano additivo, si determini il numero massimo di utenti che possono operare in queste condizioni sull'*uplink* supponendo che l'effetto degli utenti *esterni* alla cella sia trascurabile con controllo di potenza ideale (tutti gli utenti regolano la potenza trasmessa affinché la stazione base riceva la stessa potenza  $P$ ).
  2. Determinare il numero massimo di utenti come nel punto precedente ma con controllo non ideale di potenza, supponendo che la potenza del segnale ricevuto sia alterata di un fattore casuale uniformemente distribuito sull'intervallo (0.5,1.5).
  3. Determinare il numero massimo di utenti come nel primo punto ma considerando l'effetto degli utenti esterni alla cella che riutilizzano la stessa banda assumendo quanto segue.
    - ◊ Gli utenti interferenti sono uniformemente distribuiti all'esterno della cella di riferimento.
    - ◊ La cella di riferimento è circolare con raggio  $r_0$ .
    - ◊ La potenza di ogni interferente ricevuta alla stazione base della cella di riferimento è uguale a  $(r/r_0)^{-4}P$  dove  $r$  è la distanza dell'interferente,  $r_0$  il raggio della cella,  $P$  la potenza ricevuta dagli utenti della cella con controllo di potenza ideale.
    - ◊ La densità degli interferenti è uguale al 50% della densità massima degli utenti nella cella di riferimento e la loro attività vocale è pari al 40%.
  4. Infine, si determini il numero massimo di utenti che possono essere serviti sul *downlink* nelle seguenti condizioni:
    - ◊ Tutte le stazioni base servono lo stesso numero di utenti con la stessa attività vocale.
    - ◊ Tutte le stazioni base sono disposte al centro di celle esagonali che ricoprono una superficie piana infinitamente estesa.
    - ◊ L'utente di riferimento si trova nel punto più lontano dalla propria stazione base (vertice dell'esagono) (*worst-case analysis*) e la massima probabilità di errore media sul bit richiesta per avere una qualità di trasmissione accettabile:  $10^{-3}$ .
    - ◊ L'interferenza è assimilabile a rumore gaussiano additivo.

[Suggerimento: assumendo che il raggio delle celle sia 1, le coordinate delle stazioni radio base sono  $(1.5(m+n), 0.5\sqrt{3}(-m+n))$ , con  $m$  e  $n$  interi.]