

CAPACITÀ DI UN SISTEMA CDMA E CONTROLLO DI POTENZA

Un sistema radiomobile basato su una tecnica di accesso multiplo di tipo *direct-sequence* CDMA è composto da una singola stazione radiobase ed opera in una regione di territorio in cui l'indice di filtraggio spaziale vale $\alpha=3.5$. La bitrate di informazione del singolo canale vale $B_r = 10\text{ kbit/s}$, la banda occupata $B = 15\text{ MHz}$ e il rapporto fra energia per bit e densità spettrale di disturbo richiesto $E_b/N_o = 8\text{ dB}$.

1 - Capacità del sistema nel caso di controllo di potenza ideale

Facendo riferimento al collegamento mobile-base e supponendo che il controllo di potenza sia ideale, si calcoli la capacità del sistema in termini del massimo numero di utenti attivi che esso può servire.

2 - Capacità del sistema senza controllo di potenza

Facendo sempre riferimento al collegamento mobile-base, supponendo che il controllo di potenza sia assente e che tutti i trasmettitori emettano una stessa potenza fissa, si calcoli la capacità del sistema intesa come al punto 1. A tal fine si consideri il caso peggiore in cui il generico portatile si trova ai confini dell'area servita (cella) di raggio $R = 2\text{ km}$, mentre gli interferenti siano tutti localizzati a distanza $R/2$ dalla stazione base. Quali conclusioni si possono trarre confrontando la capacità di cui sopra con quella ricavata al punto 1?

3 - Sistema a canali ortogonali

Sarebbe possibile effettuare la modulazione dei segnali di ciascun utente tramite codici ortogonali in modo da ridurre a zero la interferenza fra i vari canali? Si giustifichi per esteso la risposta.

Tempo concesso: 1 ora.

Non è consentita la consultazione di testi o appunti.

Si giustifichi ogni passaggio matematico ed ogni risposta.

SOLUZIONE

Si tratta di un tipico sistema SS-CDMA asincrono monocellulare, avente un funzionamento del tutto analogo all'up-link del sistema QUALCOMM.

1 - Capacità del sistema nel caso di controllo di potenza ideale

Ricalcando il procedimento visto a lezione per calcolare la capacità di un sistema CDMA asincrono (e quindi a canali non ortogonali) con controllo di potenza ideale, con la sola differenza che in questo caso il sistema è dotato di una sola cella, si ha:

$$\frac{C}{I} = \frac{C}{(N-1)C} = \frac{1}{(N-1)},$$

ed inoltre

$$\frac{C}{I} = \frac{E_b}{N_o} \frac{B_r}{B},$$

dove E_b/N_o costituisce la specifica da soddisfare ed N il numero di utenti incognito del sistema; si ha allora:

$$N = 1 + \frac{1}{(E_b / N_o)(B_r / B)} = 238.7.$$

Il sistema può dunque sostenere 238 utenti attivi.

2 - Capacità del sistema senza controllo di potenza

Ripetendo lo stesso calcolo fatto al punto 1 ma ipotizzando che ciascun trasmettitore emetta una potenza fissa P_o ed applicando le ipotesi semplificative suggerite dal testo, si ha:

$$\frac{C}{I} = \frac{P_o / r^{3.5}}{(N-1)P_o / (r/2)^{3.5}} = \frac{1}{(N-1)2^{3.5}},$$

da cui

$$N = I / (C 2^{3.5}) = 22.$$

Come si vede l'assenza del controllo di potenza provoca una drastica riduzione della capacità, di circa un ordine di grandezza.

3 - Sistema a canali ortogonali

Non è possibile ottenere una perfetta ortogonalità dei codici, anche usando codici ortogonali come ad esempio le funzioni di Walsh-Adamart, perchè non è possibile in pratica ottenere una perfetta sincronia di chip fra codice utile e codici interferenti nell'up-link.