

Corso di Tecniche elettromagnetiche per la localizzazione e il controllo ambientale

Test scritto del 08 / 09 / 2005

Si risponda alle seguenti domande marcando con un segno le risposte che si reputano corrette. Si risolva inoltre il problema riportato in fondo.

Domanda 1

Il campo elettrico di un'antenna puntiforme ideale:

- 1) È sempre diretto lungo la radiale
- 2) È sempre diretto lungo l'asse x di un sistema di riferimento cartesiano assoluto
- 3) È sempre ortogonale alla direzione radiale
- 4) È sempre ortogonale al campo magnetico

Domanda 2

Che differenza c'è fra l'equazione di Friis (o del radiocollegamento) e l'equazione del radar?

- 1) Che l'equazione di Friis vale solo in campo lontano al contrario dell'equazione del radar
- 2) Che l'equazione del radar vale solo quando una delle due antenne è installata su un radar
- 3) Sono la stessa cosa ma l'equazione del radar tiene conto anche dell'interposizione di un oggetto diffusore sul percorso del segnale

Domanda 3

Le LMU (Location Measurement Unit):

- 1) Consentono di tarare e comandare il sistema di radiolocalizzazione GPS da terra
- 2) Servono per eliminare incognite nel processo di localizzazione tramite rete cellulare
- 3) Sono stazioni fisse
- 4) Sono stazioni mobili

Domanda 4

Nell'analisi di una antenna a schiera è importante ricordare che:

- 1) il valore della funzione di radiazione di una schiera di antenne può essere determinato, per ogni direzione, moltiplicando il valore della funzione di radiazione del singolo elemento radiante per il valore della funzione di radiazione di una schiera di elementi isotropici, posizionati ed eccitati come gli elementi della schiera reale.
- 2) il valore della funzione di radiazione di una schiera di antenne coincide, per ogni direzione, col valore della funzione di radiazione di una schiera di elementi isotropici, posizionati ed eccitati come gli elementi della schiera reale.
- 3) le direzioni di massimo irraggiamento del singolo elemento sono sempre direzioni di massimo irraggiamento della schiera complessiva
- 4) le direzioni di zero del singolo elemento sono sempre direzioni di zero della schiera complessiva

Domanda 5

Ogni apparato ILS è sempre costituito da 3 parti principali. Quali?

- 1)
- 2)
- 3)

Qual è il valore della Differenza di Modulazione (DDM) che garantisce il corretto allineamento con il centro pista ed il corretto angolo di discesa?

- 1) Zero
- 2) Qualunque valore, purché positivo
- 3) Qualunque valore, purché negativo

Domanda 6

Considerando l'equazione del radar, se l'area efficace dell'antenna rice-trasmittente quadruplica, la portata del radar

- 1) quadruplica
- 2) triplica
- 3) raddoppia
- 4) si dimezza

Domanda 7

Il fattore complesso di schiera di un *array* di antenne:

- 1) Dipende dalle dimensioni del singolo elemento radiante
- 2) Dipende dal numero di elementi radianti
- 3) Dipende dalla disposizione geometrica degli elementi radianti
- 4) Dipende dall'orientazione del singolo elemento radiante

Domanda 8

Quanto vale approssimativamente il guadagno di processo nel sistema GPS (per la valutazione si considerino per semplicità solo il messaggio di navigazione ed il codice di tipo P)

- 1) 10
- 2) 200
- 3) 15000
- 4) 200000

Domanda 9

La radianza spettrale:

- 1) Fornisce la potenza emessa/ricevuta da una superficie per unità di angolo, di area e di intervallo frequenziale
- 2) In un corpo nero in emissione è costante al variare dell'angolo di osservazione
- 3) Si riferisce soltanto alla emissione termica
- 4) Si riferisce a qualsiasi fenomeno di emissione o ricezione di onde elettromagnetiche

Domanda 10

Perché nel D-LAR si utilizzano 2 raggi laser a frequenza diversa?

- 1) Per ridurre l'effetto del fading da cammini multipli
- 2) Per ridurre l'errore di modo comune
- 3) Per rilevare la concentrazione di 2 componenti chimici contemporaneamente
- 4) Per aumentare la precisione della rilevazione

PROBLEMA

Si supponga che all'interno di un generico scenario propagativo il ricevitore sia raggiunto per semplicità da tre soli contributi (raggi) distinti, qualunque sia la sua posizione. Si supponga inoltre che le distribuzioni dei ritardi *relativi* e delle potenze di ogni raggio siano date dalle seguenti espressioni (si veda anche figura 1)

$$\begin{aligned}\tau_i &= (i-1) \cdot \tau_0 & i &= 1,2,3 \\ P_i &= P_0 / i & i &= 1,2,3\end{aligned}$$

con τ_0 e P_0 costanti

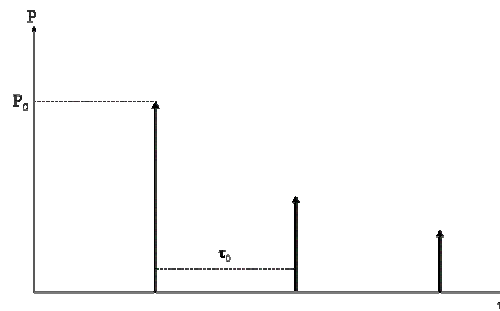


Figura 1

- 1) Calcolare il Delay Spread (DS) in funzione delle costanti τ_0 e P_0 . Come varia il valore di DS al crescere di τ_0 ? Ed al crescere di P_0 ?

Si supponga di realizzare in tale scenario un sistema di radiolocalizzazione cellulare basato sul metodo ToA. Si supponga che il valore del DS possa essere assunto come ragionevole stima dell'errore che affligge ciascuna misura temporale. Si supponga inoltre che la regione di incertezza dovuta agli errori di misura possa essere assunta approssimativamente circolare ed abbia un diametro pari allo spessore di ciascuna delle corone circolari associate a ciascuno dei ritardi misurati (si veda figura 2).

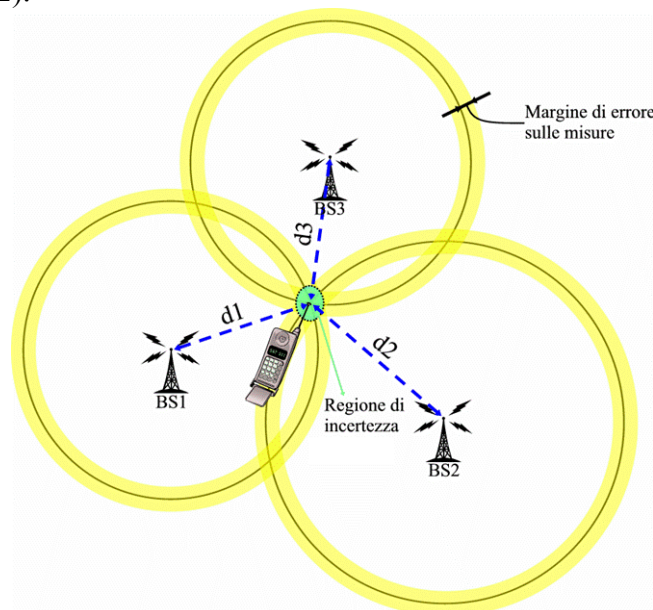


Figura 2

- 2) Calcolare quale deve essere il valore massimo di τ_0 affinché l'errore di localizzazione sia inferiore a 30 m.

Per migliorare le prestazioni del sistema, si supponga di utilizzare una tecnologia a divisione di codice, al fine di poter separare ed individuare i singoli contributi ricevuti per mezzo di operazioni di correlazione effettuate in ricezione.

- 3) Considerando per τ_0 il valore calcolato al punto 2, quale deve essere il valore minimo del tempo di chip (T_c) al fine di poter risolvere i 3 contributi ricevuti?
- 4) Quanto vale (approssimativamente) in tal caso la banda richiesta dal sistema?

NOTE:

La risposta corretta a ciascuna delle domande vale 2 punti.

La soluzione corretta del problema vale 10 punti (rispettivamente 5,3,1,1 punti).

Il tempo consentito per l'intero test è di 1 ora.

Risoluzione del Test scritto dell'8 / 09 / 2005

Domanda 1

Risposte 3 e 4

Domanda 2

Risposta 3

Domanda 3

Risposte 2 e 3

Domanda 4

Risposte 1 e 4

Domanda 5

Localizzatore, Guida di planata, Marker

Risposta 1

Domanda 6

Risposta 3

Domanda 7

Risposte 2 e 3

Domanda 8

Risposta 4

Domanda 9

Risposte 1,2 e 4

Domanda 10

Risposte 2 e 4

PROBLEMA

Domanda 1: per calcolare il DS occorre calcolare innanzitutto il ritardo relativo medio

$$\tau_m = \frac{\sum_{i=1}^{N_r} \tau_i \cdot P_i}{\sum_{i=1}^{N_r} P_i} = \frac{\sum_{i=1}^3 \tau_0 \cdot (i-1) \cdot \frac{P_0}{i}}{\sum_{i=1}^3 \frac{P_0}{i}} = \frac{\tau_0 P_0 \cdot \left(0 + \frac{1}{2} + \frac{2}{3}\right)}{P_0 \cdot \left(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3}\right)} = \tau_0 \cdot \frac{7/6}{11/6} = \frac{7}{11} \cdot \tau_0$$

Nota τ_m , è possibile procedere al calcolo di DS:

$$DS = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N_r} (\tau_i - \tau_m)^2 \cdot P_i}{\sum_{i=1}^{N_r} P_i}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^3 \left((i-1) \cdot \tau_0 - \frac{7}{11} \tau_0 \right)^2 \cdot \frac{P_0}{i}}{\frac{11}{6} \cdot P_0}} = \sqrt{\frac{\tau_0^2 \cdot \left(\frac{49}{121} + \frac{16}{242} + \frac{225}{363} \right)}{\frac{11}{6}}} = \tau_0 \sqrt{\frac{792/726}{11/6}} = \tau_0 \sqrt{\frac{72}{121}} = \tau_0 \frac{3\sqrt{8}}{11}$$

Come è evidente, il DS è direttamente proporzionale a τ_0 e indipendente da P_0 .

Domanda 2: occorre imporre che il raggio della cfr che descrive la regione di incertezza sia ≤ 30 m. Tale raggio è pari alla metà dello spessore di ciascuna corona circolare, il quale vale ovviamente l'errore sulla misura temporale moltiplicato per c. Pertanto

$$\frac{DS \cdot c}{2} \leq 30 \Rightarrow \frac{\tau_0 \frac{3\sqrt{8}}{11} \cdot 3 \cdot 10^8}{2} \leq 30 \Rightarrow \tau_0 \leq \frac{60}{\frac{9\sqrt{8}}{11} \cdot 10^8} = \frac{660}{9\sqrt{8}} \cdot 10^{-8} = \frac{6.6}{9\sqrt{8}} \mu\text{sec} = 0.259 \mu\text{sec} = 259 \text{ nsec}$$

Domanda3:

Per poter risolvere i contributi ricevuti occorre che il tempo di chip sia minore del ritardo relativo fra di essi (τ_0). Pertanto $T_{\text{chip}} \leq 259 \text{ nsec}$

Domanda 4: la banda richiesta da un sistema CDMA è approssimativamente pari all'inverso del tempo di chip. In questo caso, $B \approx 3.86 \text{ MHz}$