

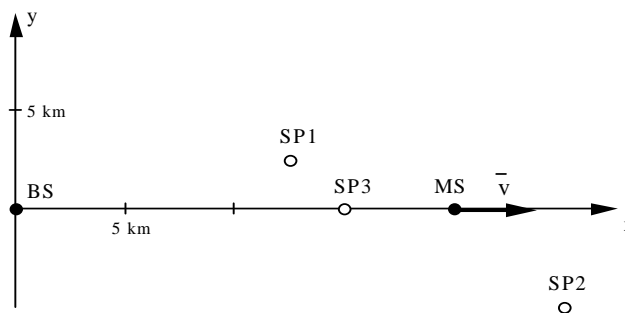
PROPAGAZIONE E PIANIFICAZIONE LM

PROVA SCRITTA DEL 28/6/2010

Si consideri un radiocollegamento a 900 MHz tra stazione radiobase ed utente mobile e si ponga la stazione radiobase nell'origine di un sistema di riferimento cartesiano ortogonale. Rispetto a questo riferimento, l'utente si trova nel punto (20 km,0) (vedi figura) e si allontana dalla stazione radiobase nella direzione x con velocità pari a 72 km/h. Il canale di trasmissione è deterministico e presenta la seguente distribuzione di "scattering point" cioè ostacoli che generano altrettanti cammini multipli:

	ampiezza al ricevitore*	posizione (km)
SP1	0.5	(12.5,2.5)
SP2	0.2	(25,-5)
SP3	0.02	(15,0)

*L'ampiezza si intende riferita a quella del cammino diretto, che si assume pari a 1.



- 1) Si scriva la funzione di trasferimento del canale. [punti 3/10]
- 2) Si indichi un valore di durata del segnale T_D per il quale il canale risulti selettivo ed un altro per cui risulti non selettivo nel tempo [punti 2/10].
- 3) Analogamente si indichino due valori della banda B del segnale per cui il canale risulti rispettivamente selettivo e non selettivo in frequenza [punti 2/10].
- 4) Si spieghi scrivendo non più di una mezza pagina che cosa si intende per tecnica di trasmissione OFDM e per quale motivo tale tecnica non soffre (in linea di principio) del problema della selettività in frequenza. [punti 4/10]

tempo concesso: 1 ora

SOLUZIONE

Funzione di trasferimento del canale

È necessario conoscere i ritardi t_i e gli spostamenti Doppler f_i . Partendo dal cammino diretto si ha:

$$t_0 : (\text{distanza: } 20 \text{ km}) \Rightarrow t_0 = 66.7 \mu\text{s}$$

$$t_1 : (\text{distanza: } 20.65 \text{ km}) \Rightarrow t_1 = \frac{20.65 \times 10^3}{3 \times 10^8} = 68.8 \mu\text{s}$$

$$t_2 : (\text{distanza: } 32.56 \text{ km}) \Rightarrow t_2 = 108.6 \mu\text{s}$$

$$t_3 : (\text{distanza: } 20 \text{ km}) \Rightarrow t_3 = 66.7 \mu\text{s}$$

Considerando inoltre che $f_0/c = 3$ e che $72 \text{ km/h} = 20 \text{ m/s}$, si ha:

$$f_0 : \cos \vartheta_3 = -1 \Rightarrow f_0 = 20 (-1) \cdot 3 = -60 \text{ Hz}$$

$$f_1 : \cos \vartheta_1 = -0.95 \Rightarrow f_1 = 20 \cdot (-0.95) \cdot 3 = -57 \text{ Hz}$$

$$f_2 : \cos \vartheta_2 = \sqrt{2}/2 \Rightarrow f_2 = 20 \cdot (\sqrt{2}/2) \cdot 3 = 42.4 \text{ Hz}$$

$$f_3 : \cos \vartheta_3 = -1 \Rightarrow f_3 = 20 (-1) \cdot 3 = -60 \text{ Hz}$$

La funzione di trasferimento passabasso del canale è quindi

$$\begin{aligned} T(t, f) = & 1 \cdot e^{(-j2\pi(60)t - j2\pi f (66.7 \times 10^{-6}) - j2\pi(900 \times 10^6) \cdot (66.7 \times 10^{-6}) - j\vartheta_0)} + \\ & 0.5 \cdot e^{(-j2\pi(57)t - j2\pi f (68.8 \times 10^{-6}) - j2\pi(900 \times 10^6) \cdot (68.8 \times 10^{-6}) - j\vartheta_1)} + \\ & 0.2 \cdot \text{ecc. ...} + \\ & 0.02 \cdot \text{ecc. ...} \end{aligned}$$

Selettività del canale

Affinchè il canale sia non selettivo in tempo deve essere:

$$T_c \gg T_b \quad \text{con } T_c \approx \frac{1}{2|f_i \text{ max}|}$$

nel nostro caso:

$$T_c = \frac{1}{2.60} = 8.3 \text{ ms}$$

Affinchè il canale sia non selettivo in frequenza deve essere:

$$B_c \gg B \quad \text{con } B_c \approx \frac{1}{2 \Delta t_{\max}}$$

nel nostro caso

$$\Delta t_{\max} = t_2 - t_3 = 41.9 \mu\text{s} \Rightarrow B_c = 11.9 \text{ kHz}$$

Tecnica di trasmissione OFDM

La tecnica di trasmissione OFDM consiste nel dividere il flusso di dati di un canale di comunicazione in N sottoflussi aventi bitrate (e quindi banda) ridotta di un fattore $1/N$, e nel trasmettere tali sottoflussi su N sottoportanti separate. In tal modo, anche se la banda del segnale complessivo non soddisfa la condizione di non selettività, tale condizione è soddisfatta dagli N segnali in cui il segnale originario viene suddiviso. In altri termini, il tempo di simbolo viene aumentato di un fattore N per cui, se tutti i cammini multipli hanno ritardi che cadono entro un tempo di simbolo, viene ridotta drasticamente l'interferenza intersimbolo dovuta a cammini multipli, oppure alla presenza di più stazioni che emettono lo stesso segnale come nel caso dei sistemi di radiodiffusione televisiva DVB.