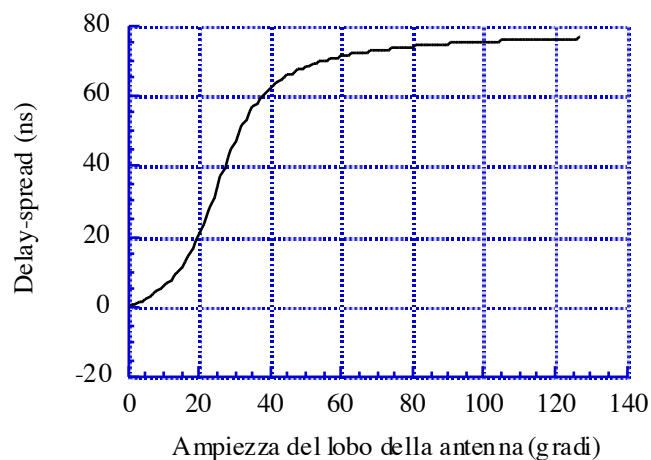


RELAZIONE FRA DELAY SPREAD E DIAGRAMMA D'ANTENNA

Si vuole realizzare un collegamento dati via radio a 19 GHz ad alta capacità in un ambiente interno ad un edificio. A causa del problema dei cammini multipli è necessario usare antenne direttive per ridurre l'allargamento medio dell'impulso (delay-spread). L'andamento del delay-spread in funzione dell'ampiezza θ del lobo principale (a -3 dB, assunta uguale in elevazione e azimut) del diagramma di radiazione di entrambe le antenne (supposte uguali) segue la formula empirica:

$$(1) T_M (\text{ns}) = 0.5 * (90 + \arctan(0.1 * (\theta - 25))) - 10.9$$

dove θ è espresso in gradi e T_M in ns. L'andamento della (1) è rappresentato in figura. Si noti che tale andamento è dovuto alla non uniforme distribuzione della potenza e del ritardo in funzione dell'angolo di arrivo.



1 - Calcolo della direttività della antenna

Tenendo conto che per ottenere un bit-error rate di 10^{-8} , necessario in un collegamento dati, occorre che il delay-spread non superi il 10% del tempo di simbolo e che, per il tipo di antenna usata, il guadagno in direttività G della antenna è legato alla ampiezza θ del lobo principale dalla formula:

$$(2) G = 10 \log_{10} \left[\left(\frac{360}{\theta} \right)^2 \frac{1}{\pi} \right],$$

si calcoli G affinché la massima velocità di cifra trasmissibile sia 20 Mbit/s.

2 - Diametro della antenna a parabola

Se si usassero due parabole, che diametro dovrebbero avere? Citare una soluzione alternativa alla parabola per ottenere una antenna sufficientemente direttiva e di dimensioni più ridotte.

3- Calcolo della sensibilità del ricevitore

Supponendo che la potenza emessa sia 23 dBm, che si possa utilizzare la formula della tratta ma con un coefficiente di attenuazione della potenza con la distanza $\alpha = 3.5$ e che sia necessario adottare un margine di fading di 5dB, calcolare la sensibilità del ricevitore (trascurando il rumore) affinché si possa servire l'ala più lontana dell'edificio, che dista 65 m.

Se non si usasse una antenna direttiva il margine di fading sarebbe maggiore o minore?

Tempo concesso: 1 ora.

Non è consentita la consultazione di testi o appunti.

Si giustifichi ogni passaggio matematico ed ogni risposta.

SOLUZIONE

1 - Calcolo della direttività della antenna

affinché la velocità di cifra trasmissibile valga $B_r = 20$ Mbit/s occorre che il delay spread non superi $0.1/B_r = 5$ ns. Dalla (1) si ricava che l'ampiezza del lobo non deve superare 8.9 gradi. Dalla (3) si ricava perciò

$$G = 10 \log_{10} \left[\left(\frac{360}{8.9} \right)^2 \frac{1}{\pi} \right] = 27.16 \text{ dB},$$

2 - Diametro della antenna a parabola

Utilizzando la nota formula

$$G = \frac{4\pi}{\lambda^2} A_{\text{eff}} = \frac{4\pi}{\lambda^2} \left(\frac{D}{2} \right)^2 \pi$$

si ricava $D = 10.9$ cm. Una soluzione alternativa potrebbe essere quella di usare una schiera uniforme di antenne: in tale modo, si potrebbero usare singole antenne meno direttive ma di dimensioni molto più compatte; la maggiore direttività si otterrebbe utilizzando più antenne in configurazione end-fire o broadside.

3- Calcolo della sensibilità del ricevitore

Utilizzando la nota formula della tratta (formula di Friis) si ottiene:

$$\begin{aligned} \text{Sens} \leq P_r &= P_t + 2 G + 20 \log \left(\frac{\lambda}{4\pi R} \right) - 35 \log 65 - 5 \\ &= 23 + 54.3 - 94.3 - 63.5 - 5 = -85.5 \text{ dBm} \end{aligned}$$

Se non si usasse una antenna direttiva il margine di fading sarebbe sicuramente maggiore perché il numero dei cammini che arriverebbe al ricevitore sarebbe più elevato e quindi sarebbe più evidente il fenomeno dei cammini multipli. Al contrario con una antenna molto direttiva è possibile selezionare un numero molto limitato di cammini, al limite il solo cammino diretto, e quindi ridurre drasticamente il fading.