

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE
DI INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE**

I Sessione 2011 - Sezione A

Settore dell'Informazione

Classe 30/S – Ingegneria delle Telecomunicazioni

Prova pratica del 28 luglio 2011

Si consideri un sistema di trasmissione ponte radio numerico con frequenza di portante a microonde. Il sistema ha le seguenti caratteristiche:

- Frequenza centrale: 15 GHz
- Distanza tra le stazioni rice-trasmittenti: 10 km
- Antenne: paraboliche con diametro di 50 cm ed efficienza 0.5
- Potenza di trasmissione: 2 W
- Modulazione: QPSK
- Symbol rate: 50 Msimboli/secondo
- Ricevitore coerente ottimo

Si determini:

1. La larghezza di banda necessaria al sistema assumendo filtri di trasmissione e ricezione a radice di coseno rialzato con roll-off di 0.5.
2. La velocità di trasmissione ottenibile in bit di informazione/secondo.
3. La potenza ricevuta calcolando l'attenuazione di spazio libero e sommando perdite aggiuntive di 3 dB.
4. Il rapporto segnale-rumore in ricezione assumendo una cifra di rumore del ricevitore pari a 12 dB.
5. La probabilità di errore sul simbolo del sistema così progettato.
6. La probabilità di errore sul bit del sistema così progettato.

Si considerino inoltre i seguenti quesiti.

7. In aggiunta alle perdite di cui al punto 3, che rappresentano il margine di sistema, si vogliono analizzare le prestazioni del sistema tenendo conto di un margine aggiuntivo dovuto alle condizioni atmosferiche (pioggia e intemperie). Assumendo un'intensità di precipitazione pari a 20 mm/h, si dimensionino le perdite aggiuntive, facendo riferimento ai grafici e alle formule riportati nella pagina seguente. Si valutino quindi la probabilità di errore sul simbolo e sul bit del sistema nei due seguenti casi:
 - a. probabilità di fuori servizio non sia superiore allo 0,01%
 - b. probabilità di fuori servizio non sia superiore allo 0,1%
8. Si assuma che il sistema venga utilizzato per trasmettere una sorgente di informazione binaria, caratterizzata da $P(0)=0.2$ e $P(1)=0.8$, e di lunghezza pari a 10^6 bit. Nelle due ipotesi di utilizzare e non utilizzare tecniche di compressione dati, quale è il tempo necessario per ricevere e decodificare la sequenza di informazione, trascurando il ritardo di propagazione?

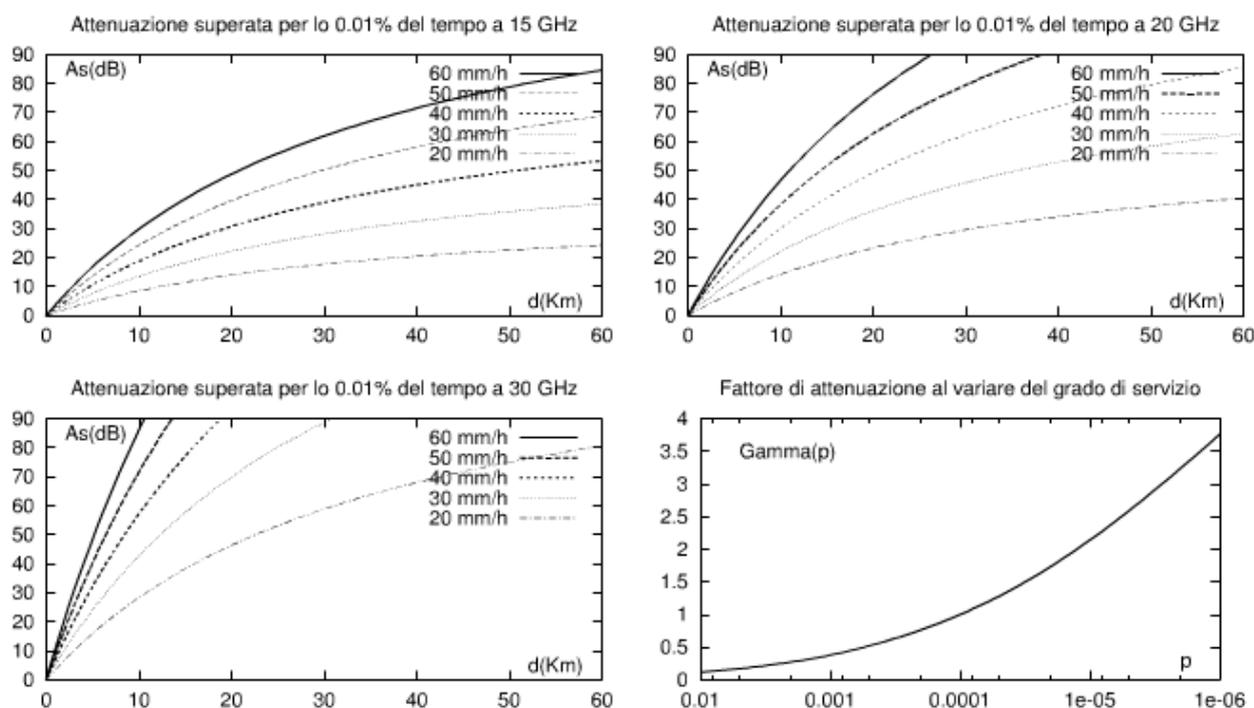


Figura 15.1: Curve di attenuazione supplementare per pioggia

Una formula sperimentale che consente di determinare il valore in dB dell'attenuazione supplementare che viene superata con probabilità p è:

$$A_s(r_0, d, p) = K \cdot r_0^\alpha \cdot d \cdot \beta(d) \cdot \gamma(p) \quad [\text{dB}]$$

in cui r_0 è l'intensità di precipitazione (in mm/h) che viene superata per lo 0.01 % del tempo, d è la lunghezza del collegamento, e K ed α sono costanti che caratterizzano l'entità dell'interazione dell'onda radio con la pioggia, in funzione della frequenza portante e di altre condizioni climatiche ed ambientali, i cui valori medi sono riportati nella tabella che segue.

$f_0(\text{GHz})$	10	15	20	25	30	35
α	1.27	1.14	1.08	1.05	1.01	.97
K	.01	.036	.072	.12	.177	.248

Il valore di r_0 per l'Italia è compreso tra 20 e 60 mm/h, mentre il termine $\gamma(p) = 6.534 \cdot 10^{-3} \cdot p^{-(.718+.043 \cdot \log_{10} p)}$, che vale 1 per $p = 10^{-4}$, permette di tener conto del grado di servizio che si vuole ottenere. Infine, $\beta(d) = 1 / (1 + .0286 \cdot d)$ è un fattore correttivo che tiene conto del fatto che *non piove lungo tutto* il collegamento. I grafici in fig. 15.1, mostrano l'andamento del termine $K \cdot r_0^\alpha \cdot d \cdot \beta(d)$ per diversi valori di f_0 ed r_0 , in funzione dell'estensione del collegamento; infine, è riportato il grafico della funzione $\gamma(p)$ per diversi valori di p .