

## Politecnico di Torino

### Esame di Stato di ammissione alla professione di Ingegnere

### Ramo **Telecomunicazioni**

Prova Pratica- Vecchio Ordinamento  
Prima sessione 2007 – 29 maggio 2007

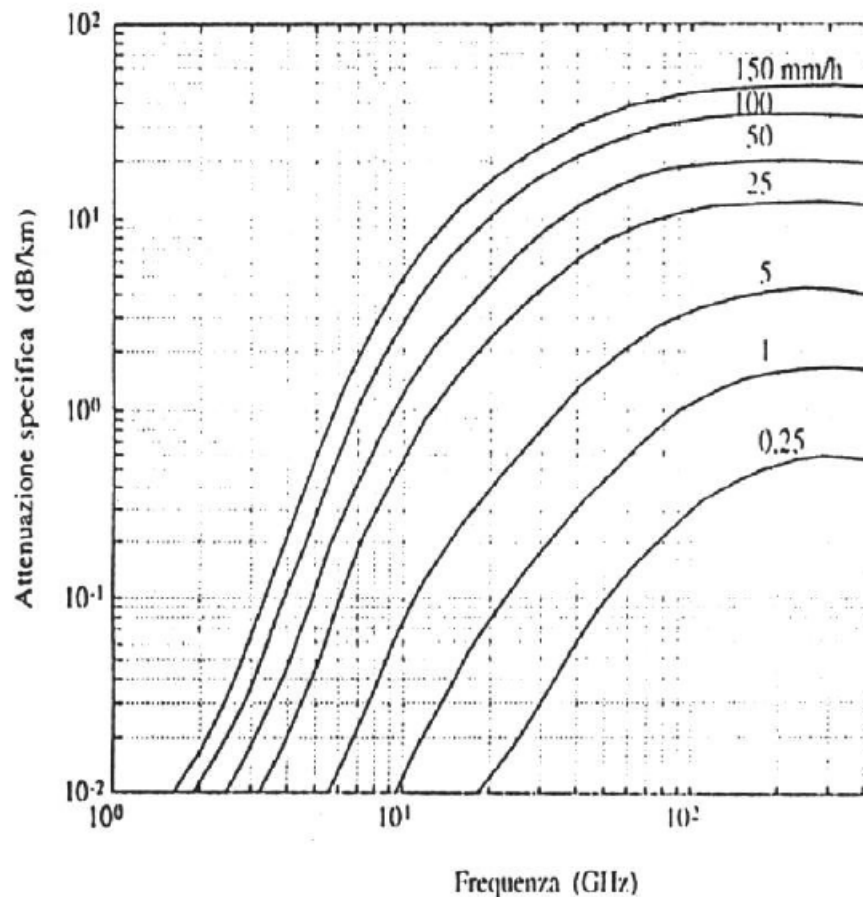
Si consideri un collegamento digitale in ponte radio monodirezionale tra due punti fissi, con le seguenti caratteristiche:

- Banda a disposizione da 2.000 GHz a 2.020 GHz
- Distanza da coprire: 100 Km
- Traffico totale da trasportare: 10 flussi digitali a 10 Mbit/s. Si assuma che per ciascun flusso la generazione del traffico digitale sia continua (cioè a bit rate costante nel tempo)
- Le antenne utilizzate hanno un guadagno d'antenna pari a 30 dB;
- L'antenna di ricezione è modellabile come un dispositivo che, oltre al segnale utile, ha una temperatura equivalente di sorgente pari a 290 Kelvin
- Immediatamente in cascata all'antenna di ricezione è posto un amplificatore, adattato (in impedenza e in potenza) e all'equilibrio termico, alla temperatura di 290 Kelvin, con una cifra di rumore di 4 dB e un guadagno di potenza pari a 30 dB. L'amplificatore può essere considerato come piatto su tutta la banda del segnale.
- L'amplificatore è poi seguito dagli apparati di ricezione digitale.
- Il sistema deve assicurare una probabilità di errore sul bit dell'ordine di  $10^{-5}$
- Il sistema deve prevedere un margine di funzionamento di almeno 3 dB

Relativamente alla propagazione via etere si assuma il seguente modello

$$P_{RX} = P_{TX} \frac{G_{TX}^{ant} G_{RX}^{ant} \lambda^2}{(4\pi R)^2}$$
, a cui si aggiunga una extra attenuazione dovuta agli effetti di

propagazione lungo l'atmosfera con le caratteristiche riportate nel grafico sottostante. Il grafico riporta i valori di extra-attenuazione in dB/Km in funzione della intensità della pioggia. Si dimensiona il sistema per una situazione di "caso peggiore" relativa ad una massima intensità delle precipitazioni pari a 150 mm/h (millimetri di pioggia all'ora)



Si trascurino ogni altro tipo di effetti propagativi, inclusi gli effetti relativi alla curvatura terrestre.

Si richiede di progettare il sistema di trasmissione, ed in particolare:

- Proporre un metodo di multiplazione (a scelta tra FDM e TDM) e di modulazione (a scelta completamente libera, ad esempio PSK, QAM, PAM, ecc) adatto a soddisfare le specifiche in termini di traffico totale da trasportare e di banda occupata
- Specificare conseguentemente nel dettaglio il “piano delle frequenze” risultante, cioè si disegni in maniera qualitativa lo spettro del segnale complessivo trasmesso, quotandolo opportunamente sull’asse delle frequenze
- Determinare il livello di potenza trasmessa necessario all’uscita dall’antenna di trasmissione al fine di soddisfare le specifiche.
- Determinare eventualmente tutti gli altri parametri che risultino “liberi”, cioè non specificati nella prima parte del testo, facendo delle scelte numeriche ragionevoli che dimostrino la capacità del candidato di conoscere gli ordini di grandezza tipici dei parametri in gioco.