

Prova di esame di Teoria dei Segnali II modulo

Prima Parte

Candidato: _____

Esercizio A Due località distanti 100 Km sono collegate da due coppie di fibre ottiche monomodo in II finestra, alimentate da sorgenti laser DFB, interconnesse in modalità protezione automatica 1+1, ed equipaggiate in ricezione con fotorivelatori InGaAs APD.

1. Calcolare la massima velocità binaria f_b alla quale è possibile trasmettere, compatibilmente con i vincoli di dispersione temporale;
2. verificare se non prevalga il limite di attenuazione, e in caso affermativo,
3. valutare l'aumento di sensibilità necessario e quindi
4. il nuovo valore di f_b .

Assumendo che il tempo che intercorre tra due eventi di guasto sia una variabile aleatoria esponenziale con valor medio pari a 2500 ore, e che per l'attivazione della via di riserva occorranza 100 msec

5. calcolare il tempo medio di fuori servizio annuo del collegamento

Esercizio B Una portante a frequenza $f_0 = 100$ MHz è modulata FM con indice di modulazione $\beta = 8$ da un segnale sinusoidale a frequenza $f_M = 2$ KHz. indicare

1. la massima deviazione di fase $\Delta\alpha$ e di frequenza Δf subita dalla portante
2. la banda approssimativamente occupata dal segnale modulato

Il segnale è trasmesso in broadcast con potenza 1 Watt su di una area di 70 Km di raggio mediante una antenna con guadagno $G_T = 6$ dB, e ricevuto da apparecchi radio con antenna isotropa e fattore di rumore $F = 20$ dB.

3. Determinare la più elevata attenuazione disponibile per i collegamenti
4. calcolare la massima temperatura T_g del generatore equivalente all'ingresso del ricevitore più lontano, considerando un SNR desiderato dopo demodulazione pari a 60 dB, e considerando un segnale modulante di banda base con $W = f_M$
5. valutare il margine di cui un ricevitore posto a 10 Km dal trasmettitore gode rispetto al più lontano

Prova di esame di Teoria dei Segnali II modulo

Seconda Parte

Candidato: _____

1. Descrivere natura ed effetti di alcuni fattori di attenuazione supplementare che possono verificarsi nel caso di trasmissione radio. Ad es: assorbimento atmosferico e terrestre, condizioni di visibilità e diffrazione, diffusione e riflessione atmosferica, cammini multipli, mobilità.
2. Descrivere scopo e metodo di approccio agli aspetti di sincronizzazione presenti nelle trasmissioni numeriche e/o modulate, come ad esempio sincronizzazione di frequenza e di fase, sincronizzazione di bit, di simbolo e di trama, nei casi di trasmissione sincrona e asincrona.
3. Illustrare le differenze concettuali tra potenza di segnale, potenza disponibile di un generatore e potenza assorbita da un carico, e di come queste siano in relazione con le rispettive densità di potenza. Definire quindi le condizioni di adattamento di impedenza tra generatore e carico, nei casi di massimo trasferimento di potenza, e di assenza di distorsioni lineari.

Svolgimento prova T. dei Segnali II del 10 Febbraio 2010

Esercizio A

1) Per la fibra monomodo in 2^a finestra viene indicato un PBL = 250 Gbps.km, e dunque per una distanza di 100 km è possibile trasmettere ad una velocità $f_b = \frac{PBL}{d} = \frac{250}{100} = 2,5$ Gbps

2) La sorgente laser DFB in 2^a finestra dispone di -5 dBm, mentre il fotorecettore InGaAs ha una sensibilità di -43 dBm a 420 Mbps. Pertanto la sensibilità a 2,5 Gbps si riduce al valore di

$$W_{dr} = -43 + 10 \log_{10} \frac{2,5}{0,42} = -43 + 7,75 = -35,25 \text{ dBm}$$

e quindi il guadagno di sistema risulta pari a

$$G_s = W_{dr} - W_{dt} = -5 + 35,25 = 30,25$$

ma $A_d = 0,35 \text{ dB/km} \cdot 100 \text{ km} = 35 \text{ dB} < G_s$

e quindi il limite di attenuazione prevale su quello di dispersione, ed occorre ridurre f_b in modo da aumentare W_{dr}

3) L'incremento di sensibilità necessario risulta pari a

$$\Delta W_{dr} = A_d - G_s = 35 - 30,25 = 3,75 \text{ dB}$$

4) e quindi la nuova sensibilità deve risultare pari a

$$W_{dr}' = W_{dr} + \Delta W_{dr} = -35 - 3,75 = -38,75 \text{ dB e quindi}$$

$$-38,75 = -43 + 10 \log_{10} \frac{f_b'}{0,42} \Rightarrow 0,4 = \log_{10} \frac{f_b'}{0,42} \Rightarrow \frac{f_b'}{0,42} = 10^{0,4}$$

però $f_b' = 0,42 \cdot 2,51 \approx 1 \text{ Gbps}$

5) In un anno ci sono $365 \times 24 = 8760$ ore, e quindi si verificano in media $8760 / 2500 = 3,5$ guasti. Pertanto il tempo medio di fuori servizio annuo è $100 \cdot 3,5 = 350$ mSec

Esercizio B

1) $\Delta\alpha = \frac{kf}{f_m} = \beta = 8$ radianti

$$\Delta f = k_f = \beta \cdot f_m = 8 \cdot 2 \cdot 10^3 = 16 \text{ kHz}$$

2) $B_c = 2f_m (\beta + 1) = 2 \cdot 2 \cdot 10^3 (8 + 1) = 36 \text{ kHz}$

3) $A_d = 32,4 + 20 \log_{10} f(\text{MHz}) + 20 \log_{10} d(\text{km}) - G_t(\text{dB}) - G_r(\text{dB}) =$
 $= 32,4 + 20 \log_{10} 100 + 20 \log_{10} 70 - 6 = 32,4 + 40 + 36,9 - 6 = 103,3 \text{ dB}$

4) Vogliamo immunità alla potenza che giunge al ricevitore più lontano:

$$W_{dr}(\text{dBW}) = W_{dt}(\text{dBW}) - A_d(\text{dB}) = 0 - 103,3 = -103,3 \text{ dBW}$$

Per ottenere un SNR dopo demodulazione di 60 dB occorre un SNR₀ di riferimento che calcoliamo dalla relazione $SNR = 3\beta^2 SNR_0$

e quindi $SNR_0 = \frac{10^6}{3\beta^2} = \frac{10^6}{3 \cdot 64} = 5,2 \cdot 10^3$

Dalla relazione $SNR_o = \frac{WdR}{N_o \cdot W}$ otteniamo il valore di N_o :

$$N_o = \frac{WdR}{f_M \cdot SNR_o} = \frac{10^{-10,33}}{2 \cdot 10^3 \cdot 5,2 \cdot 10^3} = \frac{4,68 \cdot 10^{-11}}{10,4 \cdot 10^6} = 4,5 \cdot 10^{-18} \frac{W}{Hz}$$

e quindi la densità di potenza del rumore equivalente al ricevitore

risolto per $W_{dR}(f) = \frac{N_o}{2} = \frac{1}{2} k T_{ei}$

partendo $T_{ei} = \frac{N_o}{k} = \frac{4,5 \cdot 10^{-18}}{1,38 \cdot 10^{-23}} = 3,26 \cdot 10^5$

ricordando ora che $T_{ei} = T_g + T_o(F-1)$ si ottiene infine

$$T_g = T_{ei} - T_o(F-1) = 3,26 \cdot 10^5 - 290(100-1) = 3,26 \cdot 10^5 - 2,87 \cdot 10^4 = 2,97 \cdot 10^5 \text{ °K}$$

5) Il ricevitore posto a 10 km è più vicino di 60 km, e quindi subisce una attenuazione che si riduce di

$$20 \log_{10} 70 - 20 \log_{10} 10 = 20 \log_{10} \frac{70}{10} = 8,4 \text{ dB}$$

che è proprio pari al margine