

Sistema analógico de un solo canal

longitud del enlace de 2.5 km

SNR \sim 68 dB en el receptor (CCIR-weighted)

BW = 55 MHz

~~Además~~ Como la distancia es de solamente 2.5 km, la fuente óptica es un LED de 830 nm. Un láser a potencia total saturar al Fotodetector y a baja potencia ^{no} sería efectivo en el costo. un atenuador de 1300 nm no se recomienda por cuestiones de costo a corta distancia.

Como el núcleo de una fibra monomodo es de alrededor de 10 μ m, la eficiencia de acoplamiento del LED es pobre. Por lo tanto, se selecciona una fibra multimodo de índice gradual, con un ancho de banda de 55 MHz en 2.5 km. Una fibra óptica de 400 MHz \cdot km (especificada por el fabricante) es adecuada porque: $\frac{400}{2.5} = 160$ MHz

Para 68 dB de SNR, es necesaria una potencia recibida de -29.5 dBm en el detector. Si el LED emite -16 dBm, entonces el margen de pérdidas totales es $(-16 \text{ dBm}) - (-29.5 \text{ dBm}) = 13.5 \text{ dBm}$.

Considerando que hay 2 conectores con pérdidas de 1 dB cada uno, y que las pérdidas en el acoplamiento de fibra-detector es de 1 dB, se tendrán 10.5 dB de atenuación ^{total} en la fibra. Por lo tanto, la atenuación de la fibra a 830 nm ^{máxima} debe ser $\frac{10.5 \text{ dB}}{2.5 \text{ km}} = 4.2 \text{ dB/km}$.

Se debe reservar un margen de seguridad disminuyendo las pérdidas por acoplamiento y/o utilizando fibra de menor atenuación. Para este ejemplo se puede utilizar cualquier tipo de detector (PIN o APD). Aunque se requiere un detector PIN por la relación de costo-efectividad. Se han considerado deshechos a la no linealidad, el RIN, y la distorsión de interacción ^{gruñido} ~~entre-fibra y electrónica~~ de la fibra.

Power budget

Potencia acoplada a la fibra	-16 dBm
✓ \checkmark Reserva en el receptor	-29.5 dBm
Margen de potencia total	13.5 dB
Pérdidas de conector (2 a 1 dB / conector)	2 dB
✓ \checkmark Por acoplamiento fibra-detector	1 dB
Atenuación de fibra a 4.2 dB/km (P' máxima longitud de 2.5 km)	10.5 dB

Isencia analítico no Hazana!

La relación de Portadora a ruido para un sistema AM/FDM está dada por:

$$CNR = \frac{(R m_{eff} P_{av})^2}{2(i_a^2 + 2e^5 (R P_{av} + I_{dm}) M^2 + I_{du}) B}$$

donde: B = ancho de banda de la señal (4 MHz para transmisión de video)

m_{eff} = índice de modulación efectivo

M^2 = media cuadrada de la ganancia de avalancha del PD.

i_a^2 = ✓ ✓ de la corriente de ruido del amplificador relacionada a la entrada, A^2/Hz

e = carga electrónica

I_{dm} = corriente de oscuridad primaria undergoing multiplication

I_{du} = porción no multiplicada de la corriente de oscuridad.

R = responsividad del fotodiodo

P_{av} = pot. óptica promedio

El índice de modulación nominal de la fuente óptica, m_I , se relaciona con m_{eff} por la siguiente expresión. $m_{eff} = m_I \times 10^{-0.1 \alpha}$

donde, α está dado por:

$$\alpha = -3 \left(\frac{F}{f_{mod}} \right)^2 L^2 - 3 \left(\frac{F}{f_{mat}} \right)^2 L^2 - C(f)$$

donde: $C(f)$ = potencia óptica de características de roll-off de la potencia óptica.

L = longitud de la fibra, km

F = frec. de dispersión del enlace, Hz.

f_{mod} = 3-dB frecuencia de corte limitada por dispersión modal de la fibra

f_{mat} = ✓ ✓ ✓ ✓ ✓ material ✓ ✓ ✓

$$0.5 < \alpha < 1$$

Un estimado del nivel de potencia requerida en el receptor óptico se puede derivar de un valor preespecificado de la misma portadora a ruido P' obtener el deseado deseado. Este nivel de potencia está dado como una potencia promedio P_{av} por.

$$P_{av} = A m^x + (A^2 M^2 x + \frac{C}{m^2})^{1/2}$$

donde: $A = 2e B l / R m_c^2$

$C = 2 i_a^2 l B / m_c^2 R^2$

l = valor escalonado de CNR

Similarmente, la ganancia de avalancha óptima M el fotodiodo ~~no~~ ^{se} puede planear de

$$M_{opt} = \left[\frac{C}{X(X+1)A^2} \right]^{1/2X+2}$$

donde X es 0.35 para un APD de silicio y 0.95 para un APD de germanio.

Para un sist. de ~~transm~~ transmisión FM la SNR está dada por

$$SNR = \frac{12 P_c (\Delta f_s)^2}{N_0 b_n^3}$$

donde P_c = potencia de la portadora

N_0 = densidad espectral de la potencia del ruido

Δf_s = mitad de la desviación pico a pico producida por la forma de onda de la señal

b_n = ancho de banda del ruido de la función del filtro en banda base con respecto al ruido triangular

Procedimiento de ~~siste~~ diseño de sistemas analógicos utilizando ^{tipo} FM.

1. la longitud total del enlace es L_s (en km), y el número de repetidores requerido es N .
2. Se calcula la SNR para un CNR correspondiente, para banda ^{an} de transmisión lateral.

$$SNR_{ccir} = CNR_{NCTA} - 0.7 \text{ dB}$$

donde SNR_{ccir} = SNR definida por el comité Internacional Radio Consultative Committee (CCIR)

y CNR_{NCTA} = CNR definida por la National Cable Television Association (NCTA). Para sistemas de video FM

$$SNR = CNR + 70 \log \frac{\Delta f_s}{B} + 20.37 \text{ dB}$$

donde Δf_s = la mitad de la desviación pico a pico producida por la forma de onda de video
y B = ancho de banda de la forma de onda de video (usualmente 4 MHz).

3. El valor del CNR después de N repetidores, CNR_T , se calcula de

$$CNR_T = 10 \log CNR - 10 \log N$$

4. El Δ de modulación máxima se obtiene de: $m_c = \frac{m_e}{K^2}$

donde $0.5 < K < 1$ y K es el número de portadoras multiplexadas

5. Aplicando la ec. enlazando para el CNR y m_c , se puede calcular el nivel de potencia promedio requerido en el receptor.

6. la longitud L_R entre repetidores sucesivos se calcula con: $L_R = \frac{P_B - P_{AV} - \alpha_c - \alpha_m - \alpha_L}{\alpha_f}$

donde: P_B = potencia acoplada promedio en la fibra, dBm

α_c = pérdidas debidas a los conectores de fibra, dB

α_m = margen de seguridad permitido, dB

α_f = pérdidas de fibra, incluyendo pérdidas de empalmes, dB/km

α_L = falta de equalización - dispersión de la fibra, dB

7. El # de repetidores requerido para el enlace total se calcula evaluando a la razón L_s/L_R y redondeando al entero mayor.

Cuando el sist. Analógico a ser diseñado utilice un LED, el diseño es más simple porque las distorsiones y el ruido introducido por la interacción fuente-fibra son menores. En este caso, se puede seguir el siguiente procedimiento.

1. Se calculan los objetivos de desempeño del sistema (i.e., el CNR requeriendo niveles de máxima-intermodulación y cross-modulación).
2. Se calculan los valores permisibles del Índice de modulación m_c pl el nivel de cross-modulación especificado de:

$$X_m = M_3 + 15.5 - 40 \log \frac{m_I}{m_c} + 20 \log (K-1) \text{ dB}$$

3. De los valores de m_c obtenidos, el nivel de potencia promedio requerido en el receptor pl obtener el CNR especificado se calcula.
4. El presupuesto de pérdidas del enlace se desarrolla y la longitud del enlace sin repetidor, o el número requerido de repetidores pl una longitud de enlace dada, se estima.

Ejemplo: Sistema multicanal CATV VSB/FDM, utilizando un LED como fuente. Los objetivos de desempeño del Sistema son

- CNR > 43 dB
- $i_{m2p} < -56 \text{ dB}$
- $i_{m3p} < -56 \text{ dB}$
- $i_{m3v} < -56 \text{ dB}$
- $X_m < -50 \text{ dB}$

Se estima la máxima longitud sin repetidores para el sistema.

Los valores permitidos pl m_c para $K=5$ y $K=1$, se determinan de la especificación de cross-modulation:

$m_c = 0.137$ Para $K=5$, $m_c = 0.5$ Para $K=1$

Por lo que, la potencia requerida en el receptor ~~se calcula~~ se obtiene el CNR, sujeto al máximo índice de modulación permitido. Estimando los valores de la pot. requerida en el receptor, se pueden calcular las pérdidas y por lo tanto las longitudes de enlace sin repetidor utilizando ~~la potencia~~ ~~de la fibra~~ fibra óptica disponible.

Parámetro	0.8 Mm, APD		1.3 Mm, PIN	
	K=5	K=1	K=5	K=1
Pot. promedio acoplada a la fibra ($P_{\text{core}} = 67.5 \text{ mW}$), dBm	-10	-10	-15	-15
Pot. promedio requerida en el Rx, P_{av} , dBm	-17.42	-22	-19	-22
Pérdidas de conector, dB	2	2	2	2
margin de enlace, dB	1	5.5	1.3	3
atenuación de la fibra, dB/Km	4.5	4.5	0.7	0.7
Máxima longitud del enlace, Km	0.98	1	2	2.79