

CATV

LA RED DE DISTRIBUCION

El sistema esta compuesto por el conjunto de elementos necesarios para poder distribuir las señales provenientes de la estación de cabecera, hasta la acometida de la vivienda & conexión de antena colectiva.

TIPO DE LINEAS:

Esta compuesta por cuatro tipos de líneas, de transferencia, tronco, distribución y acometida.

LINEAS DE TRANSFERENCIA:

Se utilizan para enlazar la estación de cabecera con otros centros. (Solo en instalaciones de considerable amplitud).

LINEAS GENERALES O TRONCALES:

Son las provenientes de la estación de cabecera; conectando con las zonas de distribución. (Líneas principales).

LINEAS DE DISTRIBUCION:

Las que se desarrollan partiendo de las líneas troncales, hasta los puntos de derivación. (línea secundaria).

LINEAS DE ACOMETIDA:

Así llamada la que partiendo de elementos derivadores de la línea secundaria, llegan hasta los usuarios, donde se podrá conectar una toma individual, parcela o equipo sé amplificación de una colectiva.

ELEMENTOS ACTIVOS Y PASIVOS:

CABLE COAXIAL:

Se deber tener verdadero cuidado al elegir el coaxial que instalaremos, teniendo en cuenta la longevidad en el mantenimiento de sus características.

Para las líneas troncales instalaremos cable de baja atenuación. Para las líneas secundarias de tipo medio y para las acometidas cable de Colectivas.

COAXIAL	TRONCAL	-	10 dB	por cada 100M a 860Mhz
COAXIAL	SECUNDARIA	-	16 dB	por cada 100M a 860Mhz
COAXIAL	COLECTIVA	-	19 dB	por cada 100M a 860Mhz

FIBRA OPTICA:

Se instalara cuando la atenuación del cable coaxial sea muy elevada, o él volumen de datos que tenemos que transmitir no lo permita el cable coaxial.

DISTRIBUIDORES:

Encargados de repartir las señales en diversas direcciones de las distintas líneas, con pasos de corriente alterna y pequeñas perdidas por desacoplo.

DERIVADORES:

Existen dos tipos, los que se usan en líneas generales y derivaciones en líneas de distribución, con paso de corriente, y los que exclusivamente de colocan en cascada en las líneas de distribución, derivando las señales con distintas perdidas por desacoplo, para ser conexionadas las líneas de cometidas, sin paso de corriente.

AMPLIFICADORES:

Se utilizaran amplificadores de línea y de distribución, que compensaran las atenuaciones de las señales, originada por los cables coaxiales y las derivaciones. Podran ser telealimentados por la propia línea coaxial(corriente alterna).

ACCESORIOS:

Inyectores de corriente, fuentes de alimentación, conectores etc. Todos los accesorios deberán estar preparados para soportar cambios climáticos y ser estancos.

CAPACIDAD DE UNA RED: (Teórico)

Se entiende que será la cantidad máxima de canales que se podrán transportar, sin contar las posibles vías de retorno.

ANCHO DE BANDA Y CANALES :

BI	===	47---54 Mhz	====	Canales 2,3,4
FM	===	88--108 Mhz	====	BII
SUB BANDA	===	111-174 Mhz	====	Canales del S3 al S10
BIII	===	174-230 Mhz	====	Canales del 5 al 12
SUPER BANDA	===	230-300 Mhz	====	Canales del S10 al S20
HIPER BANDA	===	300-470 Mhz	====	Canales del S21 al S41
BIV	===	470-606 Mhz	====	Canales del 21 al 37
BV	===	606-862 Mhz	====	Canales del 38 al 69
VIA DE RETORNO	===	10---50 Mhz	====	Depende de marcas y modelos.

TEORICAMENTE se podrían transmitir 73 canales ,contando con un "hueco" de tres canales, para uso de videos, inventos etc; y suprimiendo la banda de 300-470 Mhz (21 canales),ya que los televisores actuales no pueden captarlas excepto alguna gama (importados).

REALMENTE:

Esto sería partiendo de que se pudiera trabajar con canales adyacentes, de que no eliminaríamos los canales incompatibles, canales del repetidor (terrestre), tampoco contaríamos con la falta de desacoplo entre base de toma de televisión, para atenuar las frecuencias de los osciladores de los televisores (interferencias en otros aparatos, tampoco contamos con los problemas de linealidad y de amplificación etc. Con un planteamiento más real se nos reduce considerablemente. (según los manuales unos 66 canales para redes de 869 Mhz), yo me decanto por no pasar de 40 canales utilizando la banda S, sin contar con ellas no más de 25 canales.

TIPOS DE REDES:

ARBORESCENTES Y ESTRELLA:

Cuando el radio a cubrir es menor de dos kilómetros (línea troncal) se recomienda una red arborescente, utilizando amplificadores normales para distancias de hasta un kilómetro de radio, cuando se sobrepasa se combina con otros con CAG. (Control automático de ganancia).

MIXTA:

Una instalación mixta esta compuesta por fibra óptica y cable coaxial. Cuando la red sobrepasa los dos kilómetros, (línea troncal) se recomienda una red mixta, donde las líneas de transferencia se realizan en fibra óptica desde la estación de cabecera hasta los nodos ópticos. Desde estos nodos se instalara con cable coaxial. Se pueden lograr alcances sin amplificadores ópticos cuando no superemos:

Sistema de fibra óptica AM =30 Km
Sistema de fibra óptica FM =60 Km

CALCULOS:

Cuando diseñemos una red tendremos en cuenta, el alcance máximo de la red, la planitud de cascada (máximo número de amplificadores en cascada), variación de la atenuación en función de la temperatura, nivel de trabajo, relación señal ruido, intermodulación del triple batido compuesto, Intermodulación de segundo orden, modulación cruzada, modulación de zumbido y los cálculos de telealimentación. También tendremos en cuenta el número de canales que queremos distribuir y en que frecuencias (concretamente la frecuencia más alta con la que trabajaremos la red). Dejamos de banda los cálculos que no son técnicos como viabilidad, coste etc. Muchos de los valores que se utilizaran en los cálculos no los entregaran los fabricantes, (del material que se utilice en dicha red).

PARAMETROS RECOMENDADOS DE UNA RED:

Relación señal/ruido (C/N): 46dB

Modulación cruzada: 54dB

Modulación de zumbido: 54dB

Triple batido compuesto (CTB): 54dB

Intermodulación de segundo orden (CSO): 54dB

CALCULOS DE LA PLANITUD:

El valor que obtengamos con el calculo de la planitud nos servirá para poder realizar otros calculos, la fórmula es:

$$P = (N/10) + 1$$

En la que P = Planitud (dB)

N = Nº de amplificadores en cascada

CALCULOS DE LA VARIACION DE ATENUACION EN FUNCION DE LA TEMPERATURA:

Este calculo es mucho más importante de lo que puede parecer al principio ya que los amplificadores no suelen disponer de ACG (control de ganancia automático), exceptuando algunos casos. La formula es la siguiente:

$$\Delta a = (2 * \Delta T * a) / 1000$$

En la que:

Δa = Variación de la atenuación (dB)

ΔT = Variación de la temperatura en °C

a = Atenuación/100m a la frecuencia máxima de trabajo (dB)

EJEMPLO:

Atenuación del cable = 6,58dB/100M (862 Mhz)

ΔT = 20°C

$$\Delta a = 2/1000 * 20 * 6,58 = 0,2632\text{dB}/100\text{m}$$

Si la red tiene una longitud de 1245 m la variación sería de:

$$\Delta a(\text{total}) = 0,2632 * (1245/100) = 3,277 \text{ dB}$$

CALCULO DEL ALCANCE MAXIMO DE UNA RED:

Para calcular el alcance máximo primero calcularemos el nivel máximo y el mínimo de entrada de los amplificadores, con los valores que obtengamos se trazaran dos rectas sobre un eje logarítmico, y en el punto donde se crucen nos dará el número máximo de amplificadores en cascada, la formula para el nivel máximo es:

$$NI (\text{max}) = N (\text{Din}-B) - 7,5 \log (m-1) - G - K - 10 \log n$$

NI = Nivel máximo

N = Nivel de salida dada por el fabricante

m = Numero de canales

G = Ganancia en (dB)

K = Factor acumulativo de las variaciones térmicas y de ondulación

n = Numero de amplificadores en cascada

Formula para el calculo del nivel mínimo:

$$NI(\min) = S/N + N_t + F + K + 10 \log n$$

En la que:

S/N = Relación señal/ruido (dB) mínima que se quiere optaren
 N_t = Ruido térmico
 K = Factor acumulativo de las variaciones térmicas y de ondulación
 F = Figura de ruido (dB) del amplificador
 n = Numero de amplificadores en cascada

EJEMPLO:

Características de un amplificador:

G = 24dB/35dB de ganancia
 N = 126dB (DIN 45004 B)
 F = 7dB (Figura de ruido)

Datos:

K = 4 (Nunca debe de ser mayor de 4), para disminuirlo se tendrían que instalar amplificadores con CAG, a sin disminuiríamos el efecto de variación de atenuación por temperatura.

m = 60 (Numero de canales)
 S/N = 1,8dB (Ruido térmico)
 FM = 606 Mhz (Frecuencia máxima de trabajo)
 VT = +0- 20°C (Variaciones térmicas)

$$NI(\max) = 126 - 7,5 \log(60 - 1) - 24 - 4 - 10 \log 1 = 84,7 \text{ dB}\bar{a}v$$

$$NI(\min) = 43 + 1,8 + 7 + 4 + 10 \log 1 = 55,6 \text{ dB}\bar{a}v$$

Se trazan las rectas, (+10log n) y (-10log n), sobre un eje logarítmico, el punto de corte de nuestro ejemplo es 28.

28 = Numero máximo de amplificadores en cascada

Para saberla distancia máxima de la red, primero tenemos que saber la distancia entre amplificadores que dependerá de la ganancia del amplificador y de la atenuación del cable, en nuestro caso sería 300m.

$$DM = n * D$$

$$28 * 300 = 8.400m$$

En que:

DM = Distancia máxima de la red
 D = Distancia de amplificador a amplificador

NIVEL DE TRABAJO:

El nivel de entrada de un amplificador(recomendado)es de 70 dB_{av}. Para obtener el nivel de trabajo solo tendremos que sumar el nivel de entrada más la ganancia del amplificador.
 En la línea troncal el nivel de ganancia suele ser de 24dB y en distribución de 35dB(consultar siempre con las características que nos de el fabricante).La formula es:

LINEA TRONCAL:

$$NT = NE + G$$

Donde:

- NT = Nivel de trabajo de la línea troncal
- NE = Nivel de entrada óptimo (de 73 a 93dB_{av}, dependera de las características del amplificador)
- G = Ganancia (dependará de las características del amplificado de línea).

LINEA DE DISTRIBUCION:

$$ND = NE + G + S$$

Donde:

- ND = Nivel de trabajo línea de distribución
- NE = Nivel de entrada optimo (de 76 a 96dB_{av}, dependera de las características de cada amplificador)
- G = Ganancia (dependará de las características del amplificador de distribución)
- S = Salida en pendiente (normalmente 3)

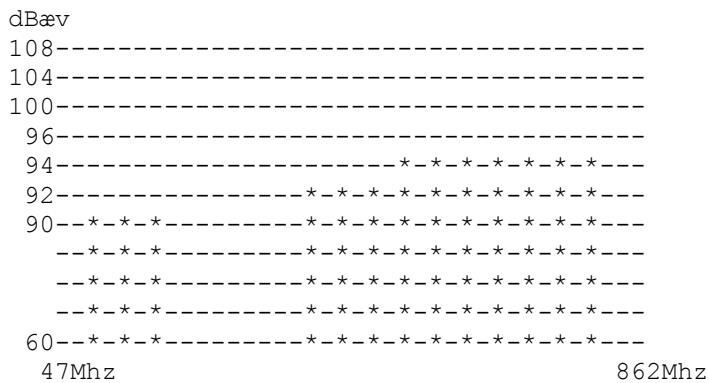
CALCULOS PRACTICOS DEL NIVEL DE TRABAJO:

Con lo expuesto deducimos que, LA LINEA TRONCAL TRABAJARA SIEMPRE A UN NIVEL INFERIOR QUE LA DE DISTRIBUCION.

EJEMPLO:

LINEA TRONCAL 94 dB_{av} ***** LINEA DE DISTRIBUCION 108dB_{av}
Estos valores son orientatibos y pueden variar según la marca y el modelo del amplificador, siempre que ajustemos dichos amplificadores tendremos en cuenta que estos valores son para la frecuencia m s alta, e aquí un ejemplo practico, del ajuste de un amplificador de teledistribución de línea troncal:

ANALIZADOR DE ESPECTRO (ma o meno)



Como ya se supondrá las frecuencias m s bajas (VHF) las tendremos que ajustar a un nivel m s bajo, ya que las perdidas del cable son menores, de esta forma conseguiremos que al siguiente amplificador no nos llegue la VHF con un nivel excesivo. (Saturación) en la línea de distribución, el nivel de trabajo es superior la de una línea troncal (de 76dB_{av} a 96dB_{av}), con estos valores podremos tener una salida de unos 105 ¢

108dB_{av}, de esta forma haremos una distribución similar a las de las antenas colectivas, se instalarán distribuidores, derivadores y bases calculando las pérdidas para a sin poder suministrar unos 70dB_{av} a cada abonado, en las colectivas se aconseja una señal superior, instalando otro amplificador en el interior y de propiedad de la colectiva, dicho amplificador NO se alimentara de la red sino de la propia colectiva.

Siempre se tendrá en cuenta si se utilizara la vía de retorno, y si el abonado dispondrá de equipos con los cuales utilice dicha vía, (codificación, tv interactiva, etc) en tal caso las bases nos tienen que poder dejar trabajar con la vía de retorno.

TELEALIMENTACION:

En una red de CATV los amplificadores son alimentados por la propia red, (cable coaxial) se instalarán inyectores de corriente con la tensión y intensidad que corresponda según las características de los amplificadores, los inyectores siempre serán de corriente alterna y estarán compuestos por fuente (transformador etc) y el inyector (entrada línea *** salida línea + corriente *** entrada corriente). Para los cálculos utilizaremos (teniendo en cuenta la caída de tensión) las conocidas formulas:

$$V_2 = V_1 - R * I$$

$$W = V_2 * I$$

Donde:

V₂ = Tensión en amplificador
V₁ = Tensión en inyector
R = Resistencia
I = Intensidad
W = Potencia
n = Numero máximo de amplificadores.

PARAMETROS:

S/N:

Relación señal/ruido, es un parámetro a tener siempre en cuenta y su calculo se realiza con la siguiente formula:

$$S/N = N_s - G - N_t - F - 10 \log n$$

En que:

S/N = Relación señal ruido (46dB_{av})
G = Ganancia del amplificador
N_t = Ruido térmico (1,8dB)
F = Figura de ruido del amplificador
N = Número de amplificadores en cascada

Para calcularla S/N total utilizaremos la siguiente formula:

$$S/N_t = -10 \log \left(10^{-\frac{(S/N_1)}{10}} + 10^{-\frac{(S/N_2)}{10}} + \dots + 10^{-\frac{(S/N_n)}{10}} \right)$$

Donde:

S/N_t = Relación señal ruido total
S/N₁ = Relación señal ruido del 1º elemento
S/N₂ = Relación señal ruido del 2º elemento
..... = Idem si tenemos m s elementos (S/N₃, S/N₄, S/N₅, etc)

INTERMODULACION:

En las redes de CATV tenemos dos tipos de Intermodulación la de tercer y segundo orden.
 De tercer orden (TRIPLE BATIDO COMPUESTO "CTB"), corresponde a los espúreos del tipo $\pm f_1 \pm f_2 \pm f_3$, producto de la existencia de por lo menos 3 ó más señales en la entrada de un amplificador, siempre estará por debajo del nivel de trabajo como mínimo 54dB. Cuando dos o más canales intermodulan, se produce el efecto de ver dos canales, el principal y otro en movimiento por detrás. Se tendrá cuenta especialmente cuando en la red tengamos más de 21 canales.
 Para su calculo utilizaremos la siguiente formula:

$$CTB = (CTB\emptyset) + 2(Ns + K - No) + 20 \log (ms-1)/mo-1 + 20 \log n$$

Donde:

CTB = Triple batido compuesto en un amplificador (54dB)
 (CTB \emptyset) = Triple batido compuesto especificado por el fabricante
 K = Factor que incluye las variaciones térmicas y de ondulación en la banda
 Ns = Nivel de trabajo del amplificador
 No = Nivel de salida especificado por el fabricante para el (CTB \emptyset)
 n = Número de equipos en cascada
 mo = Número de canales especificados por el fabricante para el (CTB \emptyset)
 ms = Número de canales realmente distribuidos

CALCULO DE CTB (TOTAL) :

Para calcular el CTB total utilizaremos la siguiente formula:

$$CTBt = 20 \log (10^{CTB1/20} + 10^{CTB2/20} + \dots + 10^{CTBn/20})$$

Donde:

CTBt = Triple batido compuesto total de una red
 CTB1 = Triple batido compuesto del 1º elemento
 CTB2 = Triple batido compuesto del 2º elemento
 = Idem si tenemos más elementos (CTB3, CTB4, CTB5, etc)
 CTBn = triple batido compuesto del número de elementos

INTERMODULACION DE SEGUNDO ORDEN (CSO) :

Para calcular la Intermodulación de segundo orden utilizaremos la siguiente formula: (su nivel siempre será 54dB por debajo del nivel de trabajo)

$$CSO = (CSOo) + (NS+K-No) + 10 \log (Ms-1/Mo-1) + 10 \log n$$

Donde:

CSO = Intermodulación de segundo orden (54dB)
 CSOo = Intermodulación de segundo orden especificada por el fabricante
 K = Factor e variaciones térmicas y de ondulación en la banda
 Mo = Número de canales especificados por el fabricante para la CSOo

Ms = Número de canales realmente distribuidos
 No = Nivel de salida especificado por el fabricante para la CSOo
 Ns = Nivel de trabajo del amplificador
 n = Número de equipos en cascada

Para el calculo total utilizaremos la siguiente formula:

$$CSOt = 10\log (10^{\frac{CSO1}{10}} + 10^{\frac{CSO2}{10}} + \dots + 10^{\frac{CSOn}{10}})$$

Donde:

CSOt = Intermodulación total de segundo orden
 CSO1 = Intermodulación del 1º elemento
 CSO2 = Intermodulación del 2º elemento
 = idem

CALCULO DE LA MODULACION CRUZADA (XM) :

Para el calculo de la modulación cruzada utilizaremos la siguiente formula:

$$XM = XM_o + 2 (Ns+K-No) + 20\log(Ms-1/Mo-1) + 20\log n$$

Donde:

XM = Modulación cruzada en un amplificador
 XM_o = Modulación cruzada especificada por el fabricante
 K = Factor de las variaciones térmicas y de ondulación en la banda
 Ns = Nivel de trabajo de un amplificador
 No = Nivel de salida especificado por el fabricante para el XM_o
 Mo = Número de canales especificados por el fabricante para el XM_o
 Ms = Número de canales realmente distribuidos
 n = Número de equipos en cascada

Para el calculo de la modulación cruzada aplicaremos la siguiente formula:

$$XMt = 20\log (10^{\frac{X1}{20}} + 10^{\frac{X2}{20}} + \dots + 10^{\frac{Xn}{20}})$$

Donde:

XMt = Intermodulación cruzada total
 X1 = Intermodulación cruzada del 1º elemento
 X2 = Intermodulación cruzada del 2º elemento

CALCULO DE LA MODULACION DE ZUMBIDO (HUM) :

Para el calculo de la modulación de zumbido utilizaremos la siguiente formula:

$$HUM = (HUM_o) + 20\log n$$

Donde:

HUM = Modulación de zumbido
 HUM_o = Modulación de zumbido del primer amplificador
 n = Número de amplificadores en cascada

Para el calculo total será:

$$H1/20 \quad H2/20 \quad Hn/20$$

$$\text{HUMt} = 20\log (10 \quad +10 \quad + \dots +10 \quad)$$

Donde:

HUMt = Modulación de zumbido total
 H1 = Modulación de zumbido del 1º elemento
 H2 = Modulación de zumbido del 2º elemento
 Hn = Modulación de zumbido del número de elementos

CALCULO DE LA INTERMODULACION DE 3º ORDEN PARA LA NORMA (DIN 45004B):

Para el calculo utilizaremos la siguiente formula:

$$\text{Im} = \text{IMo} + 2 (\text{Ns} + \text{K} - \text{No}) + 15\log(\text{Ms}-1) + 20\log n$$

Donde:

Im = Intermodulación de 3º orden
 INo = Intermodulación de 3º orden para la norma DIM 45004B (-60dB)
 K = Factor de las variaciones térmicas y de ondulación en la banda
 Ns = Nivel de trabajo del amplificador
 No = Nivel de salida especificado por el fabricante para la norma DIM 44004B
 Ms = Números de canales distribuidos por la red
 n = Número de equipos en cascada