

# Comunicações Terrestres e Via Satélite

## ***Projecto ITED*** ***Infra-Estruturas Telecomunicações*** ***em Edifícios***



**Dezembro de 2006**



# Sumário

- **Introdução**
- **SMATV**
- **CATV**
- **Especificações Técnicas**
- **Caracterização ITED**
- **Materiais e Equipamentos**
- **Projecto**
- **Instalação**
- **Ensaios**



# ***Introdução***



# Introdução

- Decreto Lei nº 59/2000, de 19 de Abril:
  - ◆ Prescrições Técnicas de Instalação;
  - ◆ Especificações Técnicas de Equipamentos e Materiais.

*➡ Estas Prescrições e Especificações Técnicas são aplicadas aos espaços, redes de tubagem, redes de cabos e equipamentos associados.*
- Aborda essencialmente cabos de cobre, coaxial e em algumas situações fibra óptica.



## Introdução (Objectivos ITED)

- Adequação à liberalização das telecomunicações e à Banda Larga nos edifícios;
- Actualização do quadro de referência tecnológico (par de cobre, coaxial, fibra óptica);
- Adopção das Normas Europeias aplicáveis;
- Conformidade com o princípio de reconhecimento mútuo, no que concerne a materiais, dispositivos e equipamentos;
- Facilidade de acesso e promoção da plena concorrência;
- Rentabilização das infra-estruturas.



# ***SMA TV***

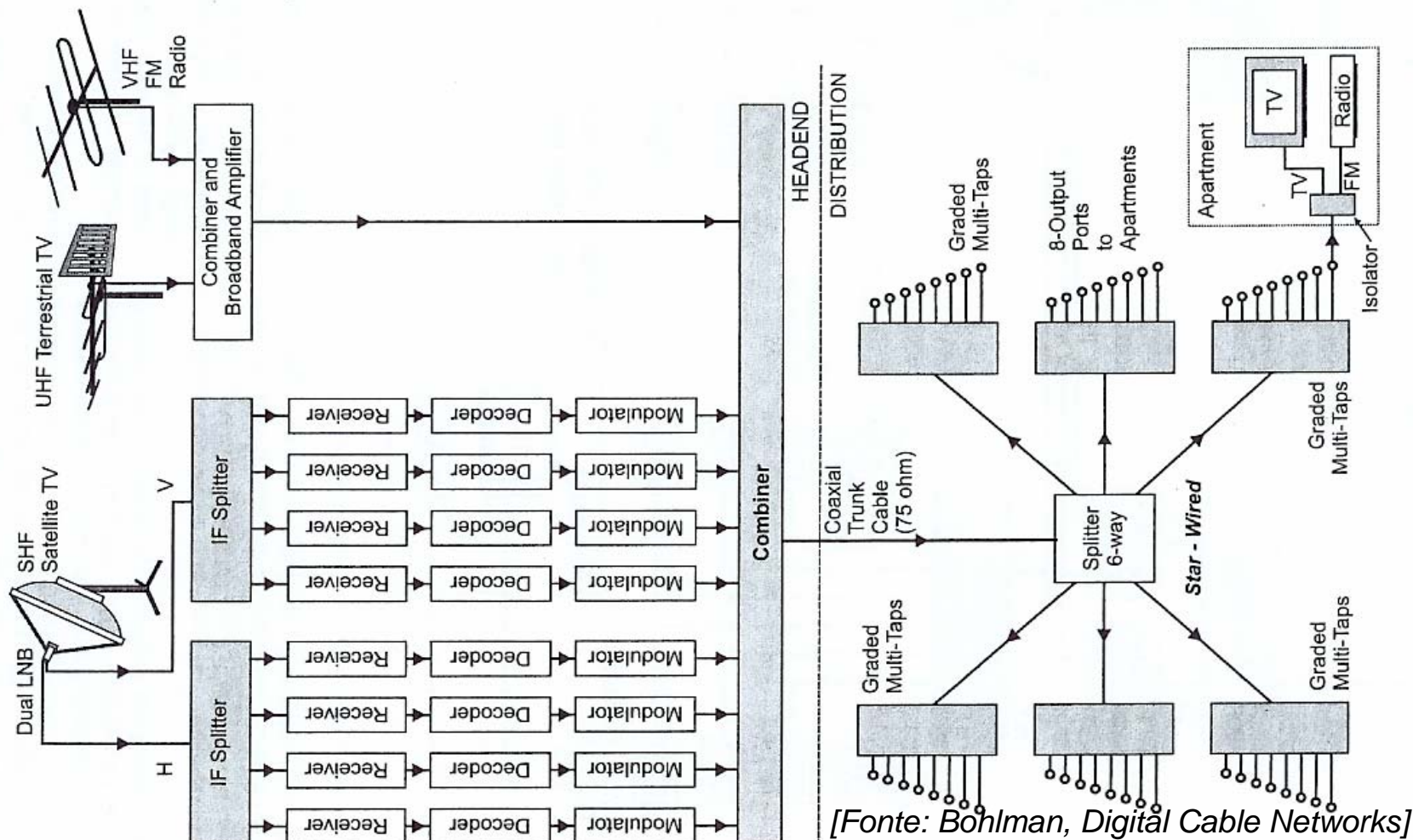
## ***(Satellite Master Antenna TV)***



# SMATV

- **Sistema de recepção colectivo para um ou mais edifícios ou pequena urbanização**
- **Utilização das distribuições de TV já existentes**
- **Limitações:**
  - ◆ Espectro VHF/UHF: grande número de canais misturados
  - ◆ Potência dos amplificadores
  - ◆ Número de utentes depende da atenuação dos cabos e do tipo de distribuição

# SMATV (Exemplo)







# CATV

## *(Community Antenna TV)*

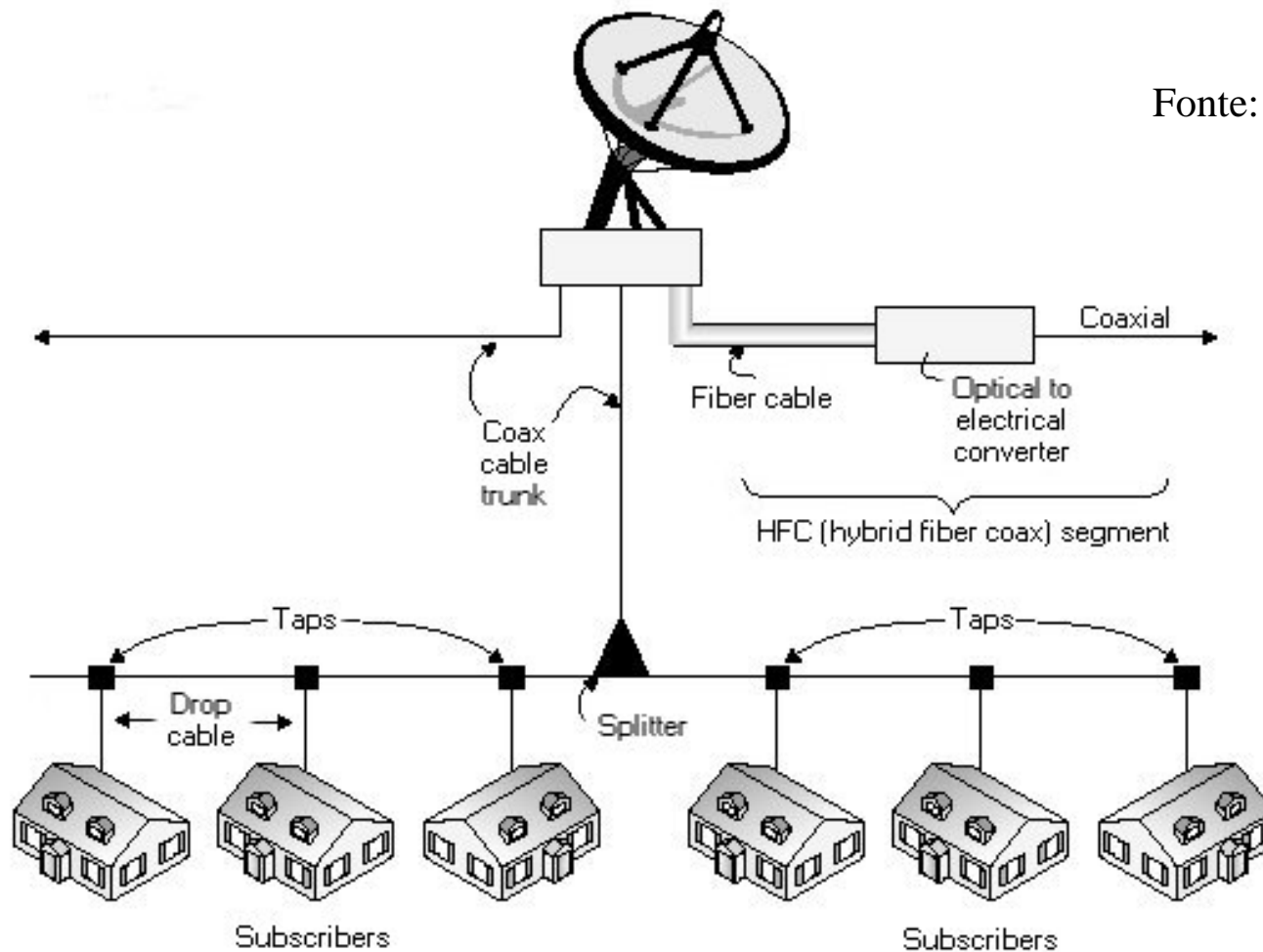


# CATV

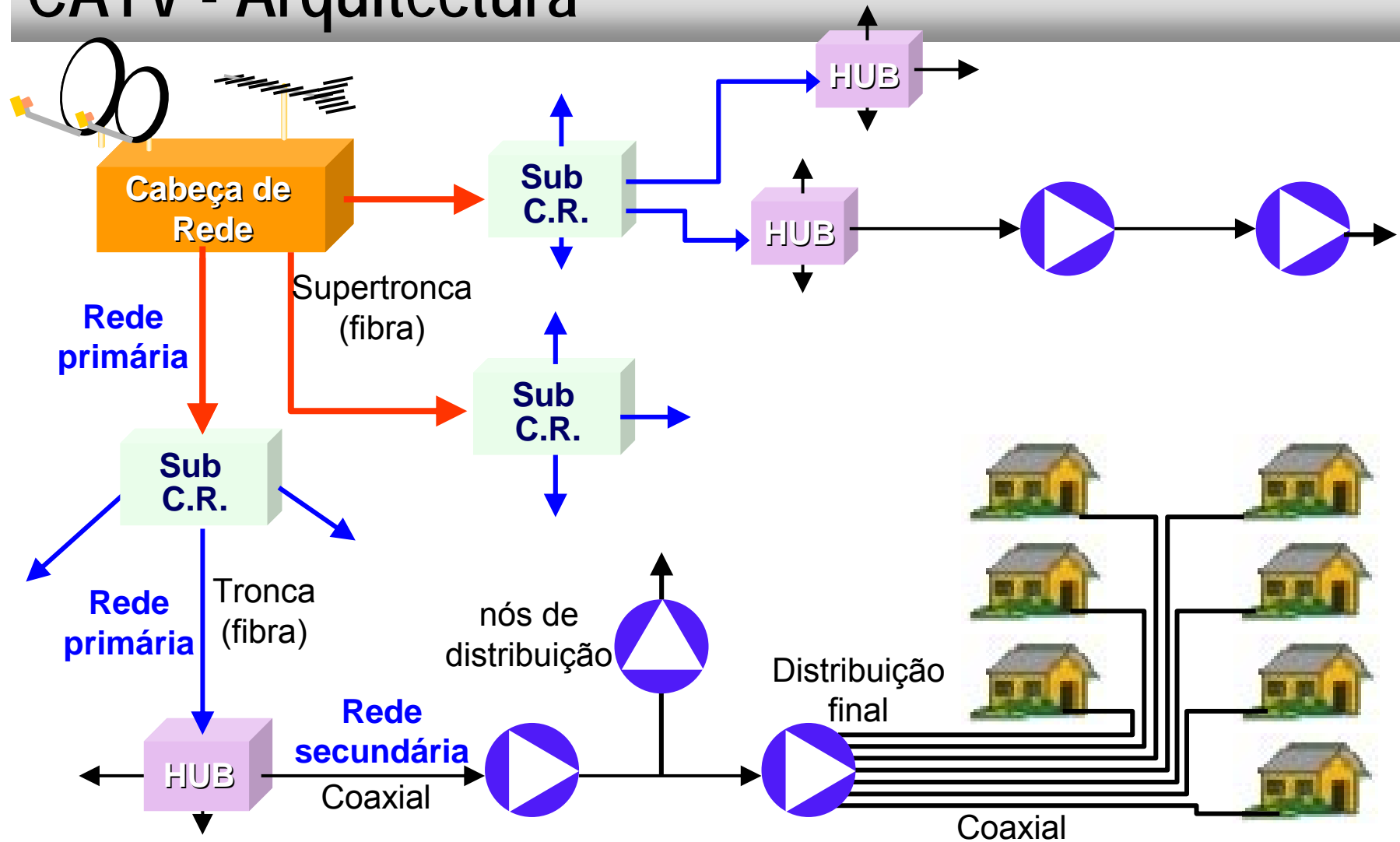
- Rede de distribuição de conteúdos multimédia suportando comunicação **unidireccional** ou **bidireccional**
- Principais características
  - ◆ Topologia típica HFC – Hybrid Fiber/Coax
  - ◆ Distribuição em árvore e ramos
  - ◆ Elevado atraso de propagação
  - ◆ Comunicação bidireccional altamente assimétrica
  - ◆ Utilizadores distribuídos nos extremos da rede

# CATV (exemplo simples)

Fonte: [www.linktionary.com](http://www.linktionary.com)



# CATV - Arquitectura





# Sistemas HFC

- **Cada receptor óptico serve uma rede de distribuição**
  - ◆ A rede de distribuição conjuntamente com a rede de cliente forma uma célula
  - ◆ Cada célula engloba 500 a 2000 casas passadas
- **A tendência é a de reduzir o número de casas passadas por célula**
  - ◆ Aumenta a penetração da fibra na rede
  - ◆ Redução do número de elementos RF activos na componente coaxial
  - ◆ Aumento da largura de banda e melhoria da qualidade de serviço



# Utilização de sistemas HFC

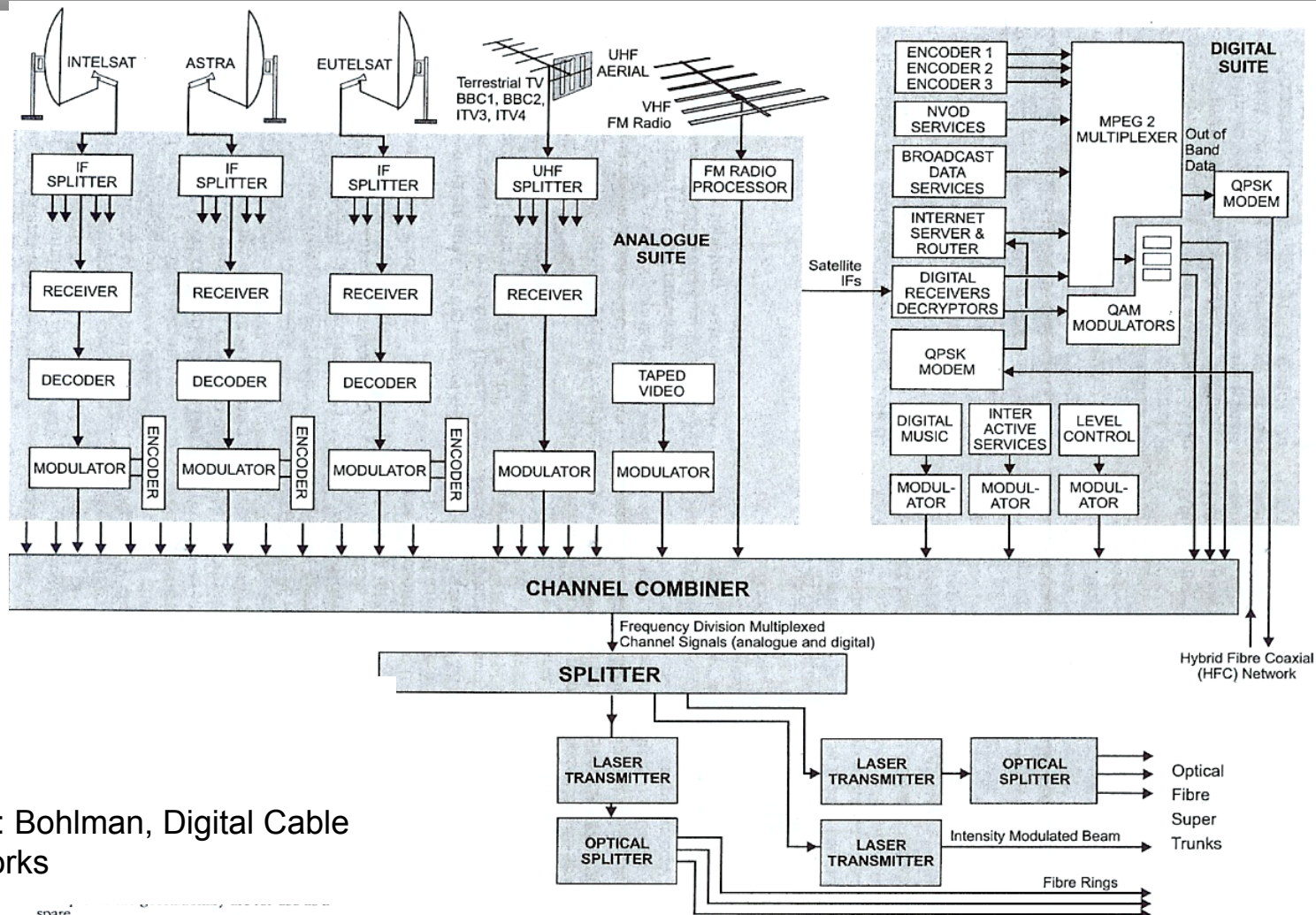
## ■ Vantagens

- ◆ Redução do número de amplificadores necessários, por unidade de distância para atingir o assinante mais distante
- ◆ Aumento da relação C/N e redução dos níveis CTB e  $X_m$
- ◆ Aumento da fiabilidade do sistema, reduzindo o número de componentes activos
- ◆ Aumento da área de serviço CATV

## ■ Desvantagens

- ◆ Custo e complexidade do sistema
- ◆ Necessidade de duplicação do número de fibras em caso de bidireccionalidade

# Cabeça de Rede

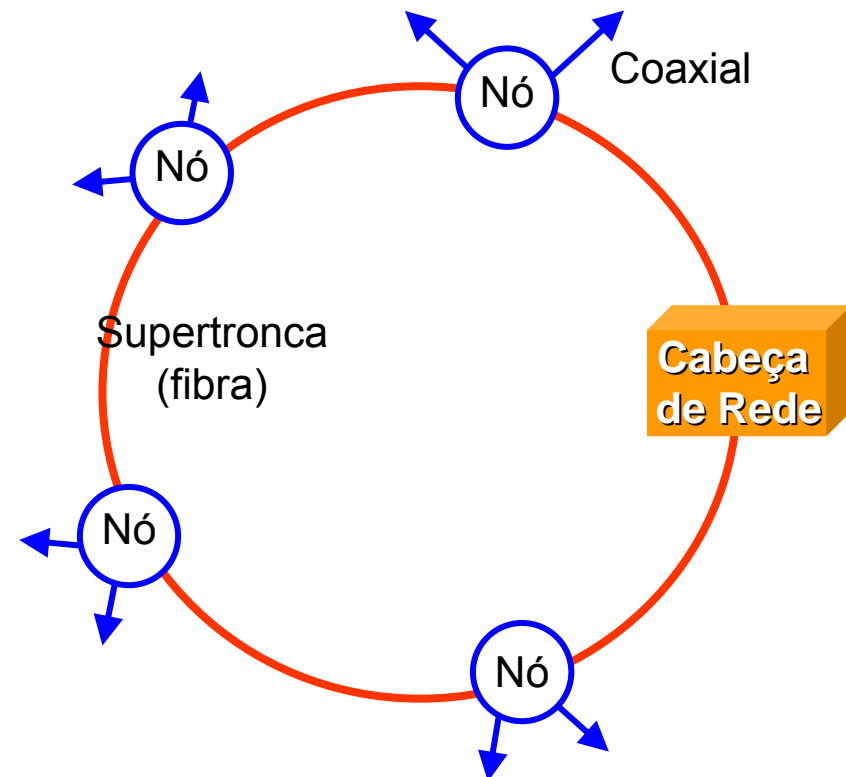
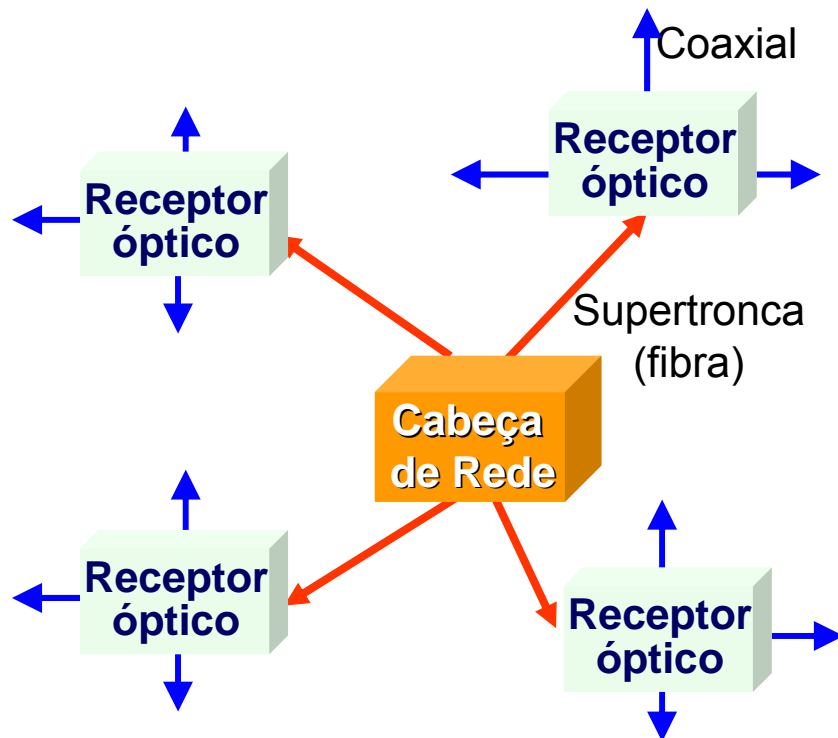


Fonte: Bohlman, Digital Cable Networks

spare.

# Rede Primária

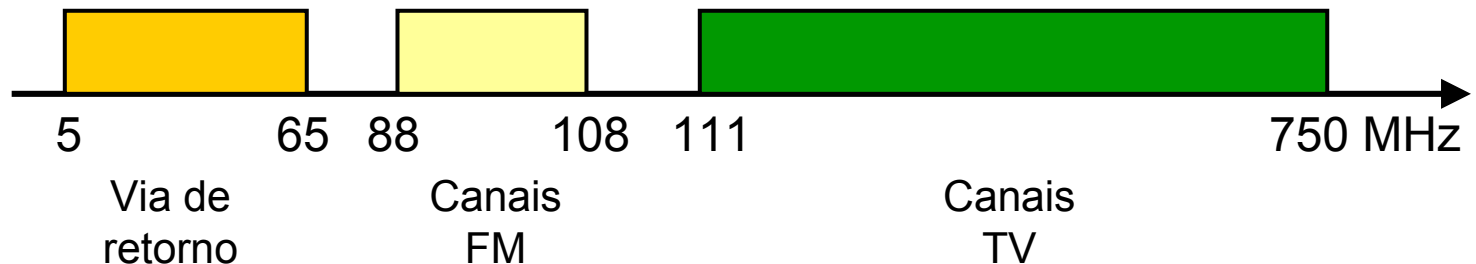
- É o componente principal da rede
- Disponibiliza serviço a um elevado número de casas
- Topologias utilizadas: Estrela e Anel





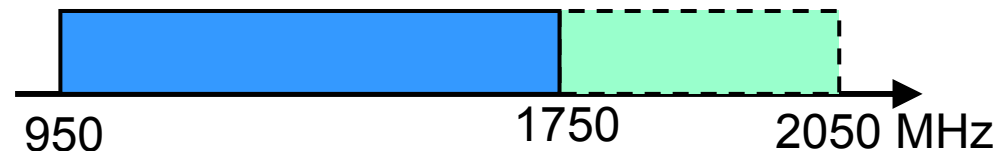
# Frequências

## ■ Frequências utilizadas em CATV



## ■ Banda de Frequência Intermédia (IF)

### ◆ Recepção de televisão via satélite





# Frequências

## ■ Sistemas B/G (VHF)

Canal	Limites Canal MHz	Portadora Imagem MHz	Portadora Som MHz
E2	47 - 54	48.25	53.75
E3	54 - 61	55.25	60.75
E4	61 - 68	62.25	67.75
S3	118 - 125	119.25	124.75
S4	125 - 132	126.25	131.75
S5	132 - 139	133.25	138.75
S6	139 - 146	140.25	145.75
S7	146 - 153	147.25	152.75
S8	153 - 160	154.25	159.75
S9	160 - 167	161.25	166.75
S10	167 - 174	168.25	173.75
E5	174 - 181	175.25	180.75
E6	181 - 188	182.25	187.75
E7	188 - 195	189.25	194.75

Canal	Limites Canal MHz	Portadora Imagem MHz	Portadora Som MHz
E8	195 - 202	196.25	201.75
E9	202 - 209	203.25	208.75
E10	209 - 216	210.25	215.75
E11	216 - 223	217.25	222.75
E12	223 - 230	224.25	229.75
S11	230 - 237	231.25	236.75
S12	237 - 244	238.25	243.75
S13	244 - 251	245.25	250.75
S14	251 - 258	252.25	257.75
S15	258 - 265	259.25	264.75
S16	265 - 272	266.25	271.75
S17	272 - 279	273.25	278.75
S18	279 - 286	280.25	285.75
S19	286 - 293	287.25	292.75
S20	293 - 300	294.25	299.75



# Frequências

## ■ Sistemas PAL (B/G) (UHF)

Canal	Limites Canal MHz	Portadora Imagem MHz	Portadora Som MHz
S21	302 - 310	303.25	308.75
S22	310 - 318	311.25	316.75
S23	318 - 326	319.25	324.75
S24	326 - 334	327.25	332.75
S25	334 - 342	335.25	340.75
S26	342 - 350	343.25	348.75
S27	350 - 358	351.25	356.75
S28	358 - 366	359.25	364.75
S29	366 - 374	367.25	372.75
S30	374 - 382	375.25	380.75
S31	382 - 390	383.25	388.75
S32	390 - 398	391.25	396.75
S33	398 - 406	399.25	404.75
S34	406 - 414	407.25	412.75
S35	414 - 422	415.25	420.75
S36	422 - 430	423.25	428.75
S37	430 - 438	431.25	436.75
S38	438 - 446	439.25	444.75

Canal	Limites Canal MHz	Portadora Imagem MHz	Portadora Som MHz
C21	470 - 478	471.25	476.75
C22	478 - 486	479.25	484.75
C23	486 - 494	487.25	492.75
C24	494 - 502	495.25	500.75
C25	502 - 510	503.25	508.75
C26	510 - 518	511.25	516.75
C27	518 - 526	519.25	524.75
C28	526 - 534	527.25	532.75
C29	534 - 542	535.25	540.75
C30	542 - 550	543.25	548.75
C31	550 - 558	551.25	556.75
C32	558 - 566	559.25	564.75
C33	566 - 574	567.25	572.75
C34	574 - 582	575.25	580.75
C35	582 - 590	583.25	588.75
C36	590 - 598	591.25	596.75
C37	598 - 606	599.25	604.75



# Frequências

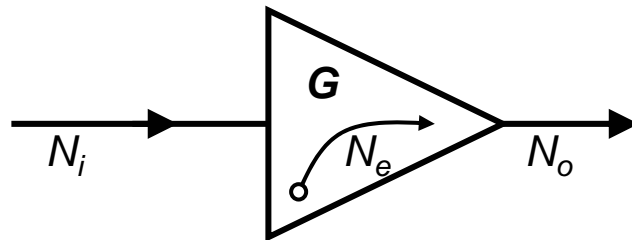
## ■ Sistemas PAL (B/G) (UHF)

Canal	Limites Canal MHz	Portadora Imagem MHz	Portadora Som MHz
C38	606 - 614	607.25	612.75
C39	614 - 622	615.25	620.75
C40	622 - 630	623.25	628.75
C41	630 - 638	631.25	636.75
C42	638 - 646	639.25	644.75
C43	646 - 654	647.25	652.75
C44	654 - 662	655.25	660.75
C45	662 - 670	663.25	668.75
C46	670 - 678	671.25	676.75
C47	678 - 686	679.25	684.75
C48	686 - 694	687.25	692.75
C49	694 - 702	695.25	700.75
C50	702 - 710	703.25	708.75
C51	710 - 718	711.25	716.75
C52	718 - 726	719.25	724.75
C53	726 - 734	727.25	732.75

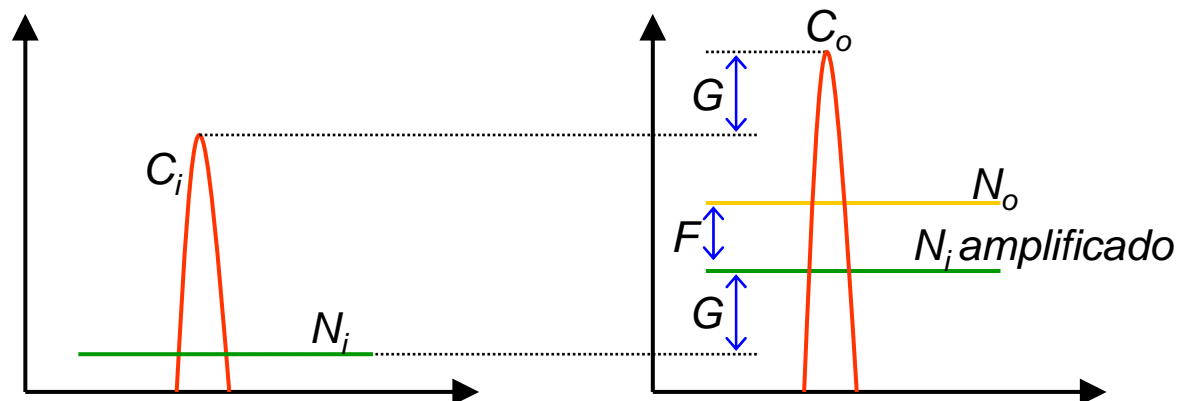
Canal	Limites Canal MHz	Portadora Imagem MHz	Portadora Som MHz
C54	734 - 742	735.25	740.75
C55	742 - 750	743.25	748.75
C56	750 - 758	751.25	756.75
C57	758 - 766	759.25	764.75
C58	766 - 774	767.25	772.75
C59	774 - 782	775.25	780.75
C60	782 - 790	783.25	788.75
C61	790 - 798	791.25	796.75
C62	798 - 806	799.25	804.75
C63	806 - 814	807.25	812.75
C64	814 - 822	815.25	820.75
C65	822 - 830	823.25	828.75
C66	830 - 838	831.25	836.75
C67	838 - 846	839.25	844.75
C68	846 - 854	847.25	852.75
C69	854 - 862	855.25	860.75

# Figura de Ruído

- A Figura de Ruído indica o excesso de ruído criado por um amplificador



$N_i$  – Ruído à entrada  
 $N_e$  – Ruído extra do amplificador  
 $N_o$  – Ruído à saída  
 $G$  – Ganho do Amplificador  
 $C_i$  – Portadora à entrada  
 $C_o$  – Portadora à saída  
 $F$  – Figura de ruído



$$F = 1 + \frac{N_e}{G \cdot N_i}$$

# Relação portadora/ruído

## ■ Relação entre C/N e a figura de ruído

$$F = \frac{(C/N)_{in}}{(C/N)_{out}}$$

## ■ Contribuição de um amplificador

$$(C/N)_{amp} = \frac{V_{out}}{G \cdot F \cdot N}$$

$V_{out}$  – Nível do sinal à saída do amplificador  
 $N$  – Nível do ruído na banda do sinal

$$\frac{1}{(C/N)_{out}} = \frac{1}{(C/N)_{in}} + \frac{1}{(C/N)_{amp}}$$



# Ruído

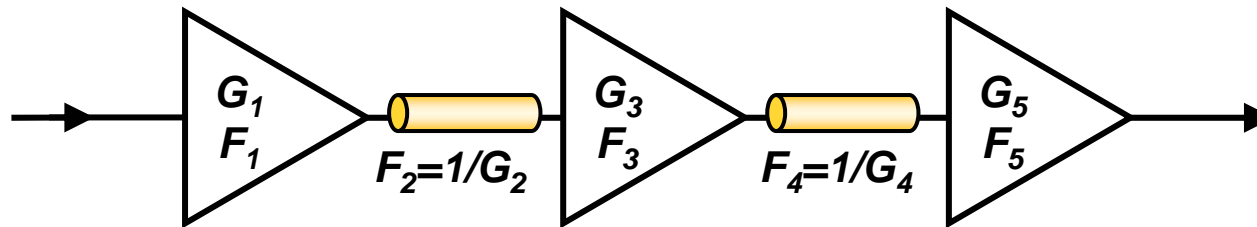
## ■ Valores típicos em TV

Norma	Largura de banda ( MHz )	Nível do ruído ( $\mu\text{V}$ )	Nível do ruído ( $\text{dB}\mu\text{V}$ )
	1	0.55	-5.1
<i>FM rádio</i>	0.2	0.25	-12.1
<i>FM satélite</i>	32	9.9	9.9
<i>AM NTSC</i>	4	1.1	1
<i>AM PAL</i>	5	1.24	1.9
<i>AM SECAM</i>	5.58	1.31	2.4

## ■ Qualidade Imagem (Segundo TASO)

<i>Qualidade da Imagem</i>	<i>S/N</i>
1 – Imagem Excelente sem ruído perceptível	45 dB
2 – Imagem Boa com grão ligeiramente perceptível	35 dB
3 – Imagem Aceitável, grão bem perceptível mas não acentuado	29 dB
4 – Imagem Má com grão bastante acentuado	25 dB

# Amplificadores em cascata



## ■ Figura de ruído

$$F_e = F_1 + \frac{F_2 - 1}{G_1} + \frac{F_3 - 1}{G_1 G_2} + \frac{F_4 - 1}{G_1 G_2 G_3} + \frac{F_5 - 1}{G_1 G_2 G_3 G_4}$$

## ■ Relação C/N

$$(C/N)_{total} = \frac{1}{\frac{1}{(C/N)_1} + \frac{1}{(C/N)_2} + \frac{1}{(C/N)_3} + \frac{1}{(C/N)_4} + \frac{1}{(C/N)_5}}$$





## S/N vs C/N

- **S/N : relação Sinal/Ruído (sinal banda base)**
- **C/N : relação Portadora/Ruído (sinal RF)**
- **Necessário contabilizar modulação**
  - ◆ *Sinais AM de vídeo PAL:*

$$(S / N)_{[dB]} = C / N (B_{vid})_{[dB]} - 4.9 + 10 \log(B_{vid})$$

$B_{vid}$  = largura de banda do vídeo em MHz (5 MHz para PAL)



## S/N vs C/N

### ■ Sinais TV em FM (satélite):

$$S / N = C / N (B_{RF}) + 10 \log \left[ 3 \cdot m \cdot \left( \frac{\Delta f_{pp}}{B_{vid}} \right)^2 \cdot \frac{B_{RF}}{B_{vid}} \right] + G_{pond} + G_{deem}$$

$B_{RF}$  = Largura de banda RF do ruído em MHz

$\Delta F_{pp}$  = Desvio de frequência pico-a-pico em MHz

$m$  = Índice de modulação

$B_{vid}$  = Largura de banda de vídeo em MHz

$G_{pond}$  = Factor de ponderação em dB

$G_{deem}$  = Ganho de de-ênfase em dB

Valores típicos (PAL):

$m = 0.714$

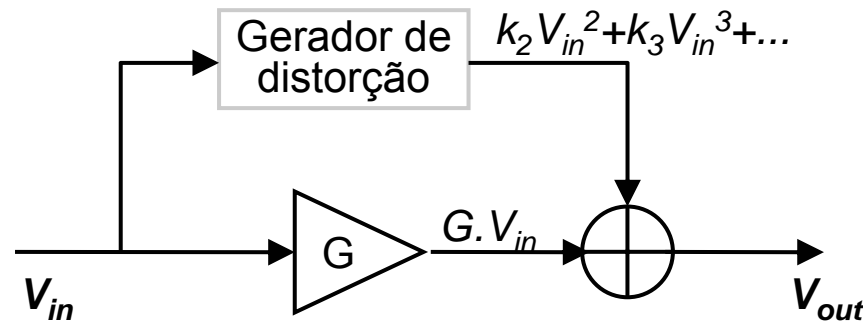
$B_{vid} = 5 \text{ MHz}$

$G_{pond} = 11.2 \text{ dB}$

$G_{deem} = 2 \text{ dB}$

# Intermodulação

- Intermodulação é um distúrbio no sinal de TV devido a outras portadoras
- Resulta da não linearidade dos amplificadores



$$V_{out} = k_1 V_{in} + k_2 V_{in}^2 + k_3 V_{in}^3 + \dots$$

$k_1$  é o ganho do amplificador

$k_2 V_{in}^2$  produtos de intermodulação de 2ª Ordem

$k_3 V_{in}^3$  produtos de intermodulação de 3ª Ordem

Os produtos de 4ª Ordem e superiores são normalmente desprezáveis



# Intermodulação

## ■ Exemplo para 3 sinais sinusoidais

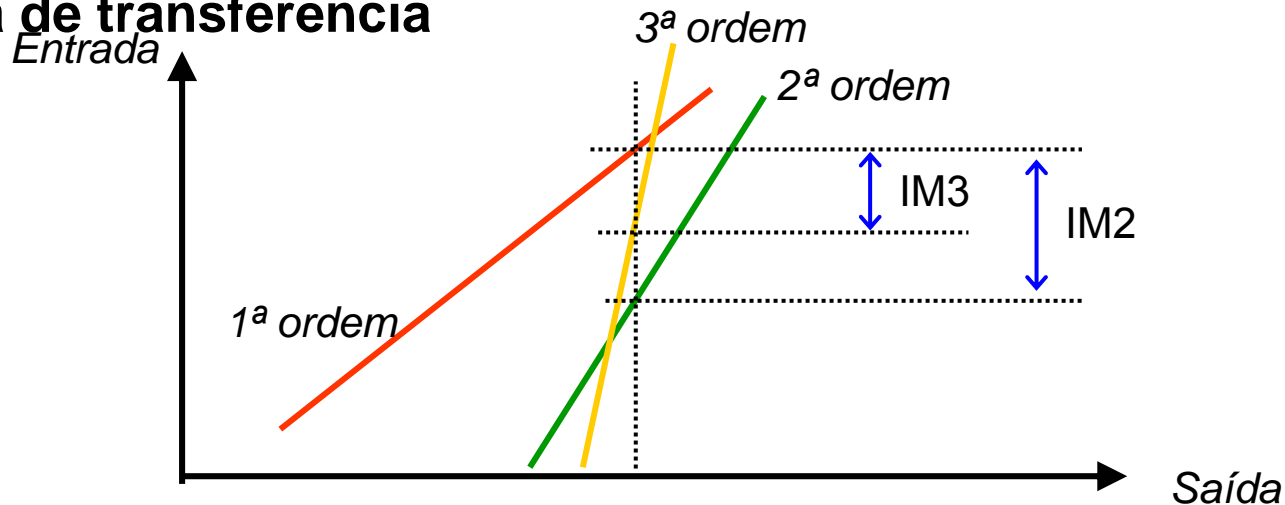
$$V_{in} = A \cdot \cos(a) + B \cdot \cos(b) + C \cdot \cos(c)$$

1ª Ordem	$k_1 \cdot A \cdot \cos(a)$ $k_1 \cdot B \cdot \cos(b)$ $k_1 \cdot C \cdot \cos(c)$	3 produtos lineares
2ª Ordem	$\frac{1}{2} \cdot k_2^2 \cdot A^2$ $\frac{1}{2} \cdot k_2^2 \cdot B^2$ $\frac{1}{2} \cdot k_2^2 \cdot C^2$ $\frac{1}{2} \cdot k_2 \cdot A^2 \cdot \cos(2a)$ $\frac{1}{2} \cdot k_2 \cdot B^2 \cdot \cos(2b)$ $\frac{1}{2} \cdot k_2 \cdot C^2 \cdot \cos(2c)$ $k_2 \cdot A \cdot B \cdot \cos(a \pm b)$ $k_2 \cdot A \cdot C \cdot \cos(a \pm c)$ $k_2 \cdot B \cdot C \cdot \cos(b \pm c)$	3 produtos contínuos  3 produtos de harmónica de 2ª ordem  6 produtos de intermodulação
3ª Ordem	$\frac{1}{4} \cdot k_3 \cdot A^3 \cdot \cos(3a)$ $\frac{1}{4} \cdot k_3 \cdot B^3 \cdot \cos(3b)$ $\frac{1}{4} \cdot k_3 \cdot C^3 \cdot \cos(3c)$	3 produtos de harmónica de 3ª ordem

3ª Ordem	$\frac{3}{4} \cdot k_3 \cdot A^2 \cdot B \cdot \cos(2a \pm b)$ $\frac{3}{4} \cdot k_3 \cdot A^2 \cdot C \cdot \cos(2a \pm c)$ $\frac{3}{4} \cdot k_3 \cdot B^2 \cdot A \cdot \cos(2b \pm a)$ $\frac{3}{4} \cdot k_3 \cdot B^2 \cdot C \cdot \cos(2b \pm c)$ $\frac{3}{4} \cdot k_3 \cdot C^2 \cdot A \cdot \cos(2c \pm a)$ $\frac{3}{4} \cdot k_3 \cdot C^2 \cdot B \cdot \cos(2c \pm b)$ $\frac{3}{4} \cdot k_3 \cdot A^3 \cdot \cos(a)$ $\frac{3}{4} \cdot k_3 \cdot B^3 \cdot \cos(b)$ $\frac{3}{4} \cdot k_3 \cdot C^3 \cdot \cos(c)$ $\frac{3}{2} \cdot k_3 \cdot A \cdot B^2 \cdot \cos(a)$ $\frac{3}{2} \cdot k_3 \cdot A \cdot C^2 \cdot \cos(a)$ $\frac{3}{2} \cdot k_3 \cdot B \cdot A^2 \cdot \cos(b)$ $\frac{3}{2} \cdot k_3 \cdot B \cdot C^2 \cdot \cos(b)$ $\frac{3}{2} \cdot k_3 \cdot C \cdot A^2 \cdot \cos(c)$ $\frac{3}{2} \cdot k_3 \cdot C \cdot B^2 \cdot \cos(c)$ $\frac{3}{2} \cdot k_3 \cdot A \cdot B \cdot C \cdot \cos(a \pm b \pm c)$	12 produtos de intermodulação  3 produtos de auto-modulação  6 produtos de modulação cruzada 6 produtos de intermodulação 4 produtos de intermodulação
----------	--	--

# Intermodulação

## ■ Curva de transferência



- Os produtos de 3<sup>a</sup> ordem superior são mais amplificados
- IM – relação de intermodulação. É definido pela relação entre o nível da portadora e do nível de intermodulação mais elevado



## CTB e CSO

- Grande número de portadoras no cabo
  - ◆ Elevado número de produtos de intermodulação
  - ◆ Alguns dos produtos cairão nas mesmas frequências
  - ◆ Devido aos pequenos desvios forma-se um grupo de portadoras muito perto umas das outras
- **O grupo de produtos é denominado por Batimento Composto (CB)**
  - ◆ Se os produtos são de 3<sup>a</sup> ordem denomina-se por CTB (***Composite Triple Beat***)
  - ◆ Se os produtos são de 2<sup>a</sup> ordem, denomina-se por CSO (***Composite Second Order***)

## CTB e CSO

### ■ *CTB e CSO à saída de um amplificador*

$$CSO_{out} = \frac{1}{\frac{1}{CSO_{in}} + \frac{1}{CSO_{amp}}}$$

$$CTB_{out} = \frac{1}{\frac{1}{CTB_{in}} + \frac{1}{CTB_{amp}}}$$

### ■ *Em dB*

$$CSO_{out[dB]} = -20 \log \left( 10^{-CSO_{in[dB]}/20} + 10^{-CSO_{amp[dB]}/20} \right)$$

$$CTB_{out[dB]} = -20 \log \left( 10^{-CTB_{in[dB]}/20} + 10^{-CTB_{amp[dB]}/20} \right)$$



## Modulação Cruzada - $X_m$

- **Interferência provocada pela frequência de todos os canais sobre cada canal**
  - ◆ Normalmente manifesta-se sobre a forma de barras verticais na imagem
- **Cálculo**
  - ◆ Considerando  $n$  amplificadores em cascata idênticos e com o mesmo nível de saída, o valor é dado por:

$$Xm_{sist} = Xm_{amp} - 20\log(n)$$

- ◆ Cálculo de  $X_m$  de um amplificador:

$$Xm_{amp} = Xm_{esp} + 2(V_{out} - V_{esp})$$

$Xm_{amp}$  -  $X_m$  do amplificador

$Xm_{esp}$  -  $X_m$  especificado pelo construtor

$V_{out}$  - Nível desejado do sinal de saída (dBmV)

$V_{esp}$  - Nível do sinal de saída especificado pelo construtor





# Amplificadores em Cascata

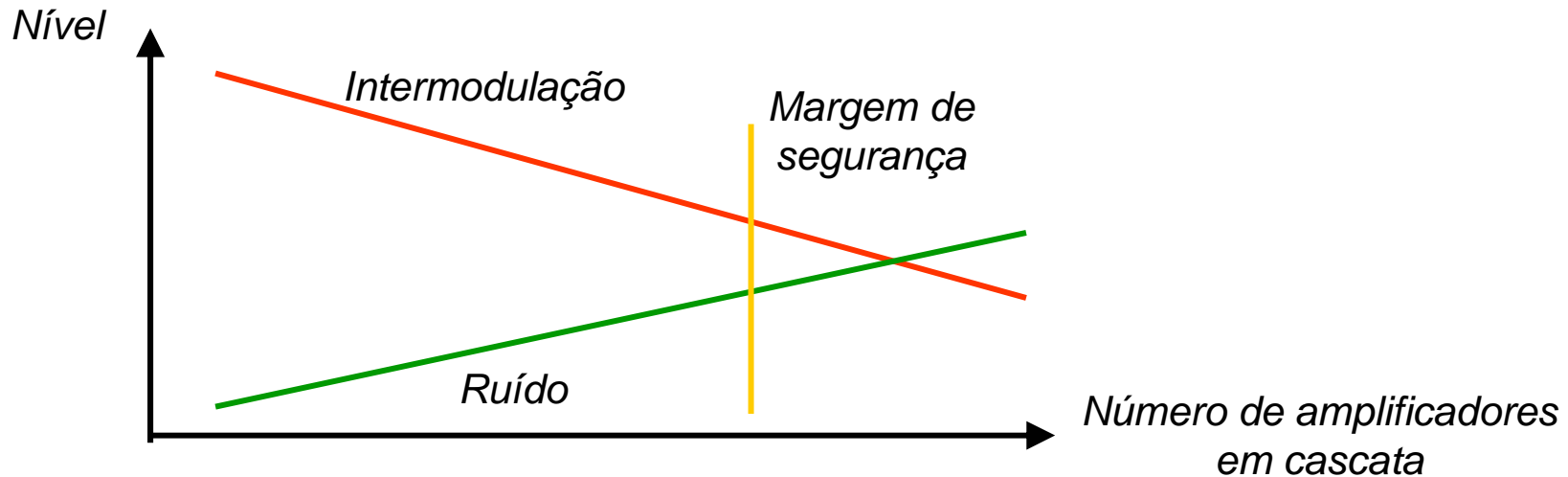
## ■ Contribuição de k dispositivos

$$CNR_{total[dB]} = -10\log\left(\sum_j 10^{-CNR_{j[dB]}/10}\right)$$
$$CSO_{total[dB]} = -20\log\left(\sum_j 10^{-CSO_{j[dB]}/20}\right)$$
$$CTB_{total[dB]} = -20\log\left(\sum_j 10^{-CTB_{j[dB]}/20}\right)$$

# Níveis de Operação

## ■ Na utilização de $k$ amplificadores idênticos verifica-se que:

- ◆ C/N e CSO decrescem 3 dB cada vez que se duplica o número de dispositivos na linha
- ◆ CTB decresce 6 dB cada vez que se duplica o número de dispositivos na linha



# Dados Típicos (TV Cabo)

## ■ Níveis dos sinais a 750 MHz

	<i>FM</i>	<i>VHF</i>	<i>B IV</i>	<i>B V</i>
<i>min (dB<math>\mu</math>V)</i>	51	57.5	60	61
<i>máx (dB<math>\mu</math>V)</i>	72	72	72	72

## ■ Qualidade mínima dos sinais (valores típicos)

### Transporte

C/N = 55 dB

CTB = 65 dB

CSO = 65 dB

### Distribuição

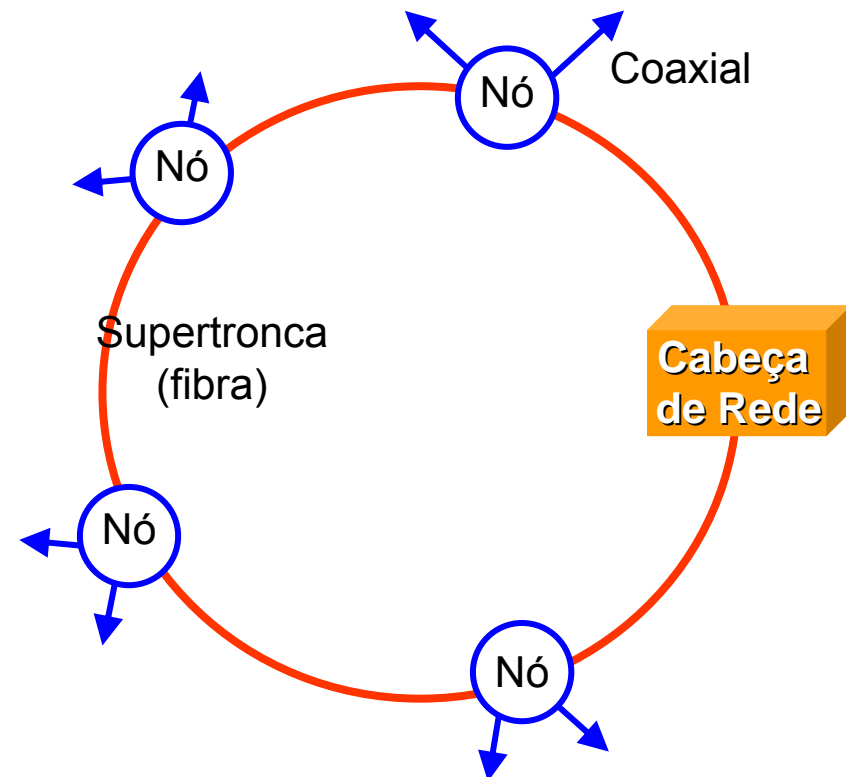
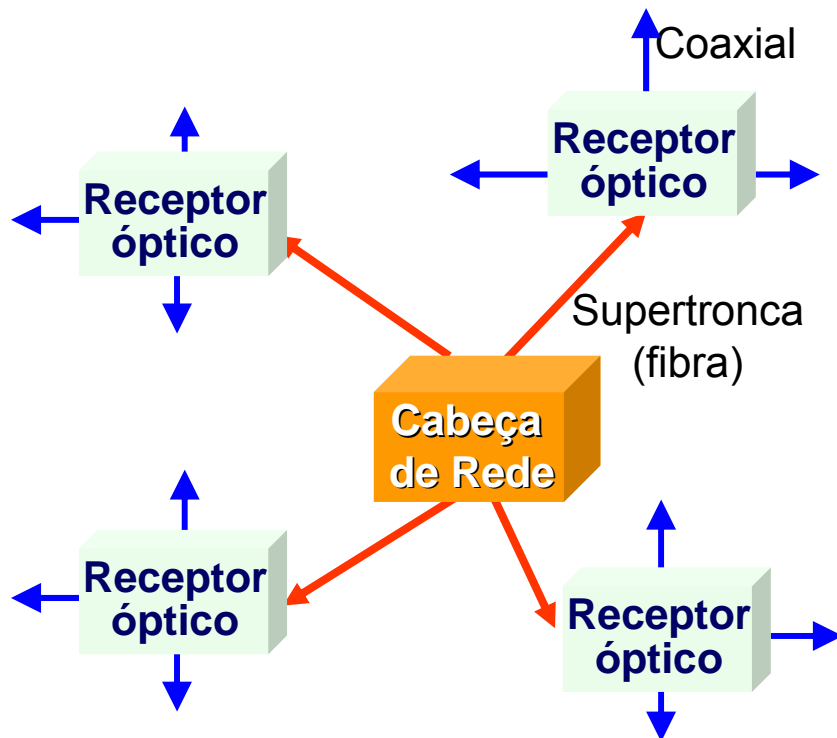
C/N = 46 dB

CTB = 52 dB

CSO = 52 dB

# Rede Primária

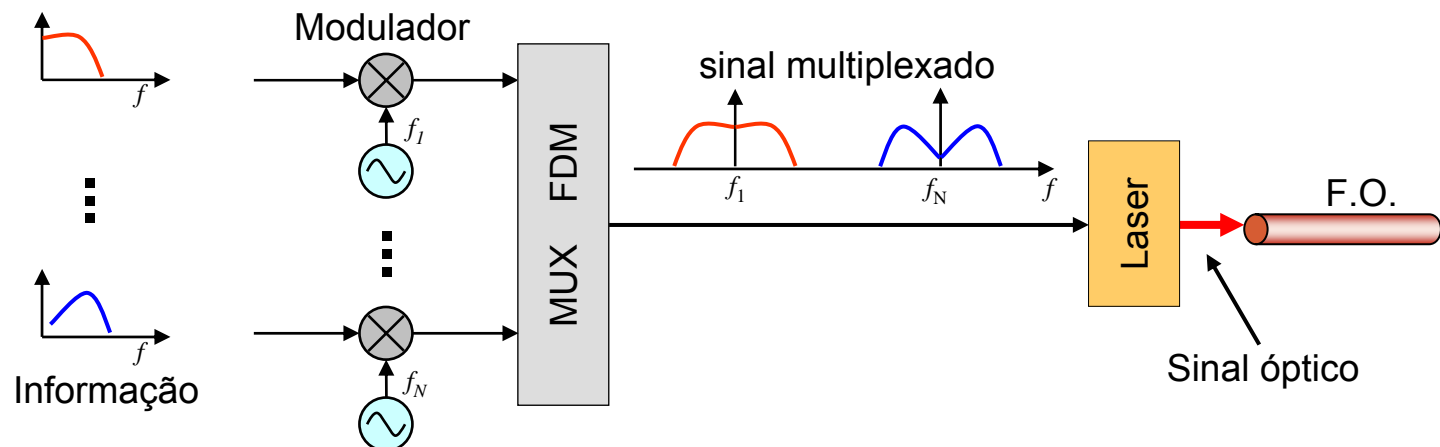
- É o componente principal da rede
- Disponibiliza serviço a um elevado número de casas
- Topologias utilizadas: Estrela e Anel



# Transmissão Óptica - *Emissão*

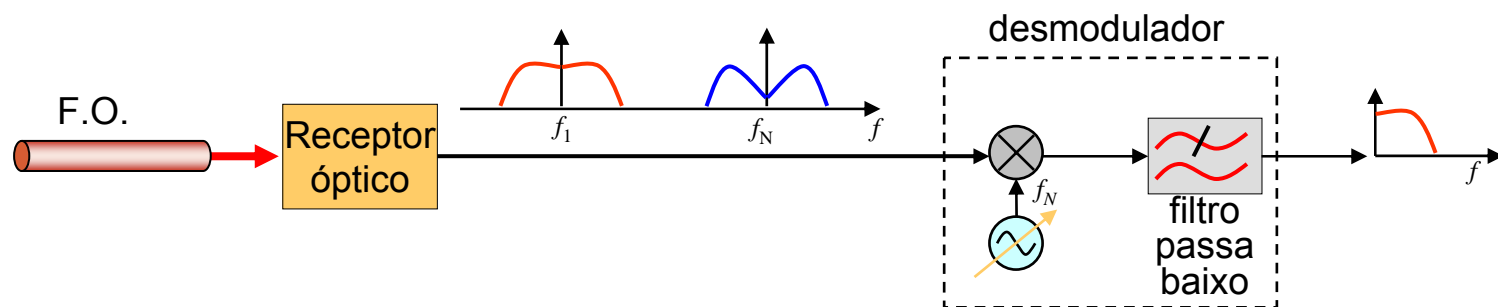
## ■ Normalmente é utilizada uma multiplexagem de sub-portadora – SCM

- ◆ Os sinais de informação modulam diferentes portadoras entre os 10 MHz e 10 GHz.
- ◆ As portadoras são combinadas utilizando FDM e o sinal final modula a intensidade de laser.
- ◆ As subportadoras podem ser moduladas em FM ou AM no caso de sinais analógicos, ou, PSK ou QAM em sinais digitais.



# Transmissão Óptica - *Recepção*

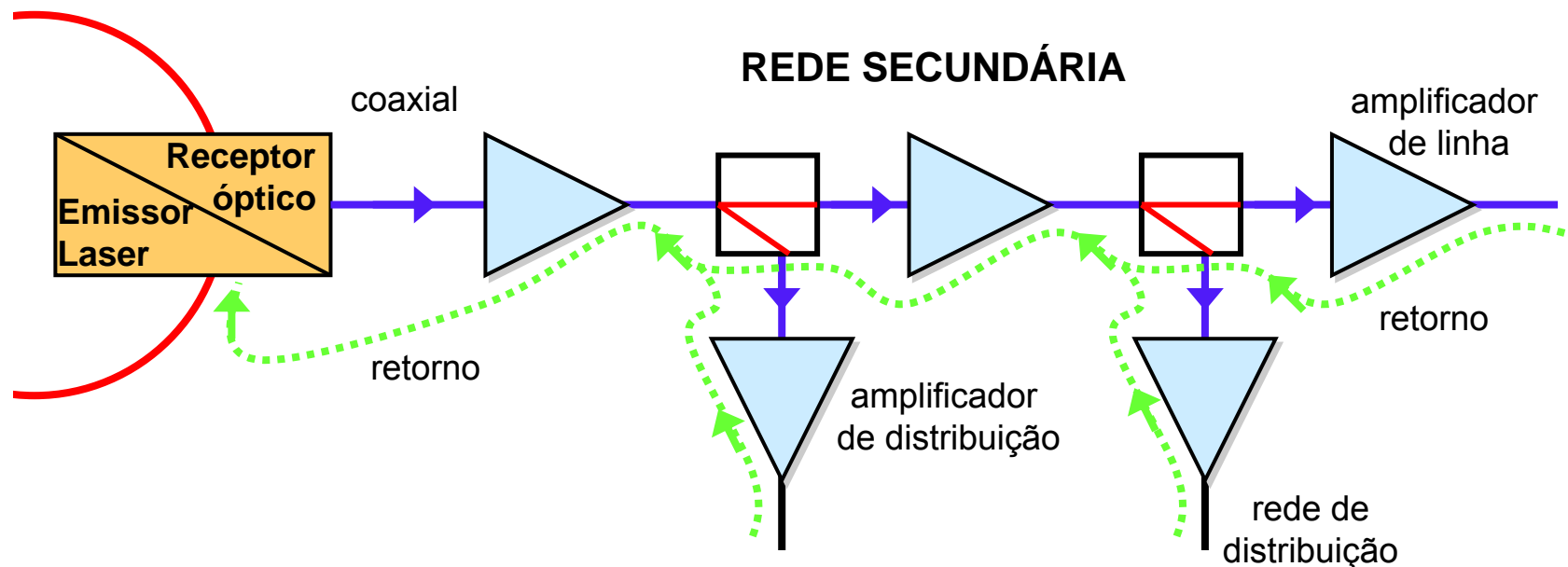
- As principais limitações na transmissão de sinais ópticos resultam da:
  - ◆ Intermodulação
  - ◆ *Clipping* (Distorção aquando da saturação de um amplificador)
- O receptor óptico deve ter uma largura de banda suficientemente elevada de modo a não introduzir distorção no sinal



# Rede Secundária

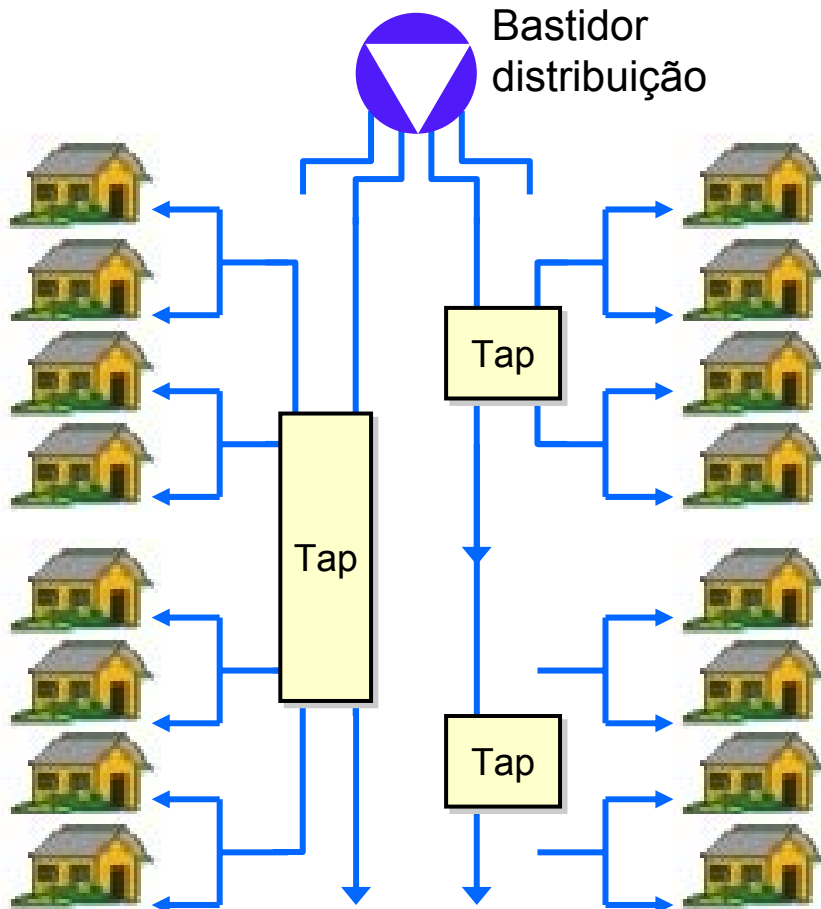
- **Rede que transporta o sinal entre receptor óptico e a rede de distribuição**
  - ◆ Utiliza cabo coaxial
  - ◆ Constituída por um amplificadores de tronca, amplificadores de linha e repartidores

Rede Primária

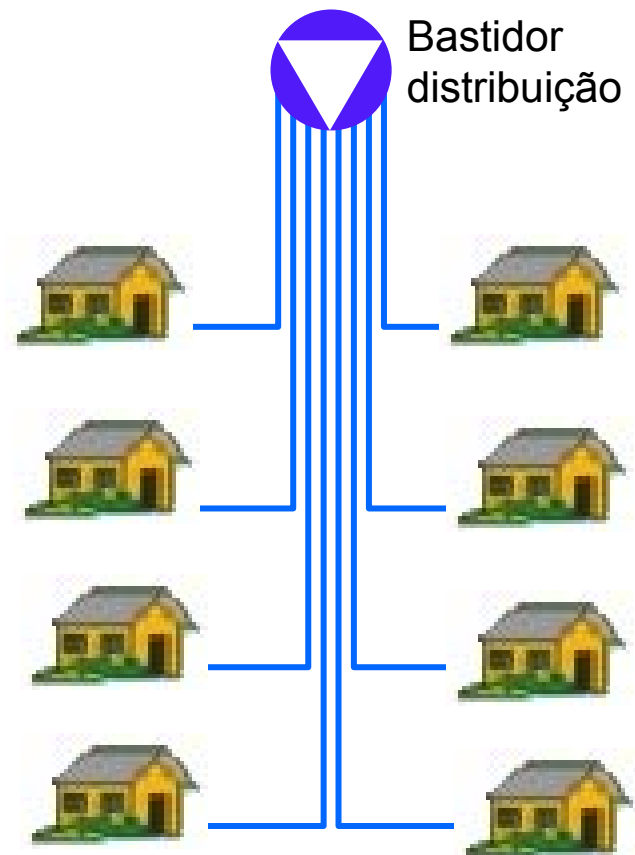


# Rede de Distribuição - *Topologias*

## Árvore



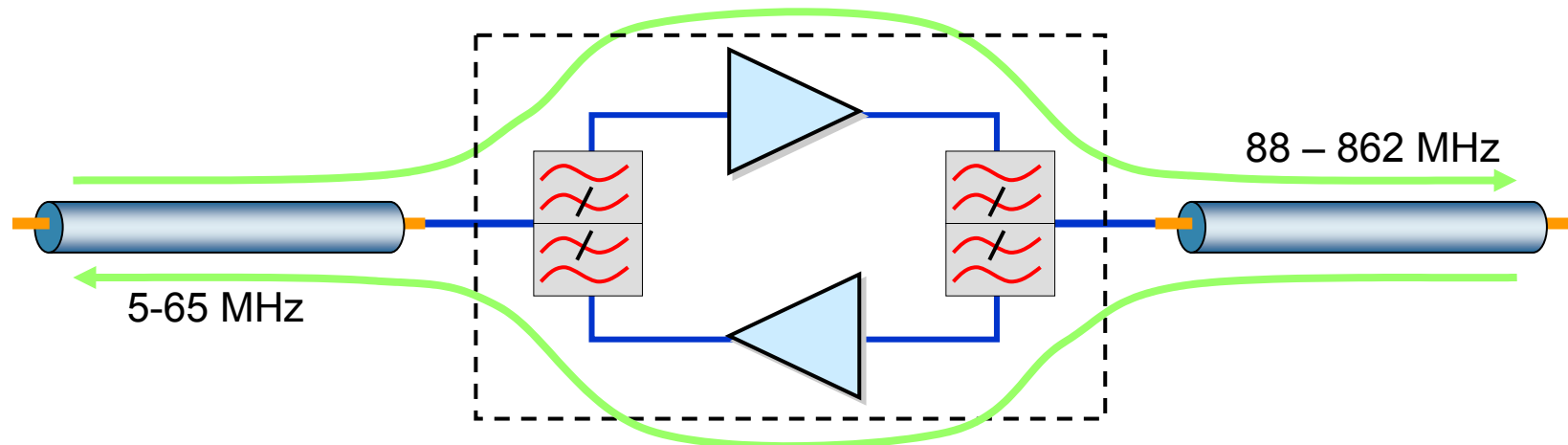
## Estrela





# Bidireccionalidade

- **Necessário assegurar comunicação entre cliente e rede**
- **Amplificadores unidireccionais**
  - ◆ unidade amplificadora deverá separar os sinais que fluem nas duas direcções, usando filtros duplexores
- **Ruído de ingresso**
  - ◆ Causado pela desadaptação entre o equipamento terminal e a rede CATV





# ***Prescrição e Especificações Técnicas***



# Prescrição e Especificações Técnicas

## ■ Normas Europeias

- ◆ EN 50083: desempenho do sistema
- ◆ EN 50117: especifica os cabos coaxiais nas suas diversas aplicações.
- ◆ EN 50173: especifica os cabos para sistemas de informação.
- ◆ EN 50174: QoS e planeamento em sistemas de informação.
- ◆ EN 50288: sistemas de informação, instalação da cablagem.
- ◆ EN 50310: protecção de terra para sistemas de informação.



# Níveis de Qualidade

Categorias de cabos e componentes de par de cobre e respectivas classes.

Classe	Categoria	Max. Freq. [MHz]
A	1	0,1
B	2	1
C	3	16
-	4	20
D	5	100
E	6	250
F	7	600



## Classes e Categorias (Distâncias)

Classe	Categoria 3	Categoria 4	Categoria 5	Categoria 6	Categoria 7
A	2000	3000	3000	3000	3000
B	500	600	700	?	?
C	100	150	160	?	?
D			100	?	?
E				100	?
F					100

Distâncias [m] suportadas pelas classes e pelas categorias



# Níveis de Qualidade

Níveis (NQ)	Sub nível	TIPO DE CABLAGEM	CLASSE OU FREQUÊNCIA SUPORTADA	CATEGORIA DOS CABOS DE PARES DE COBRE e FIBRA ÓPTICA
0	—	Pares de cobre	Classes A e B	Categorias 1 e 2
1	a	Pares de cobre	Classe C	Categoria 3
	b		Classe D	Categoria 5
	c		Classes E e F	Categorias 6 e 7
2	a	Coaxial	Frequências de trabalho até 1GHz	Não se aplica
	b		Frequências de trabalho até 2150MHz	Não se aplica
3	—	Fibras ópticas	Depende do tipo de fibra	OM1, OM2, OM3 e OS1

Fonte:  
ANACOM,  
Manual ITED



# Níveis de Qualidade

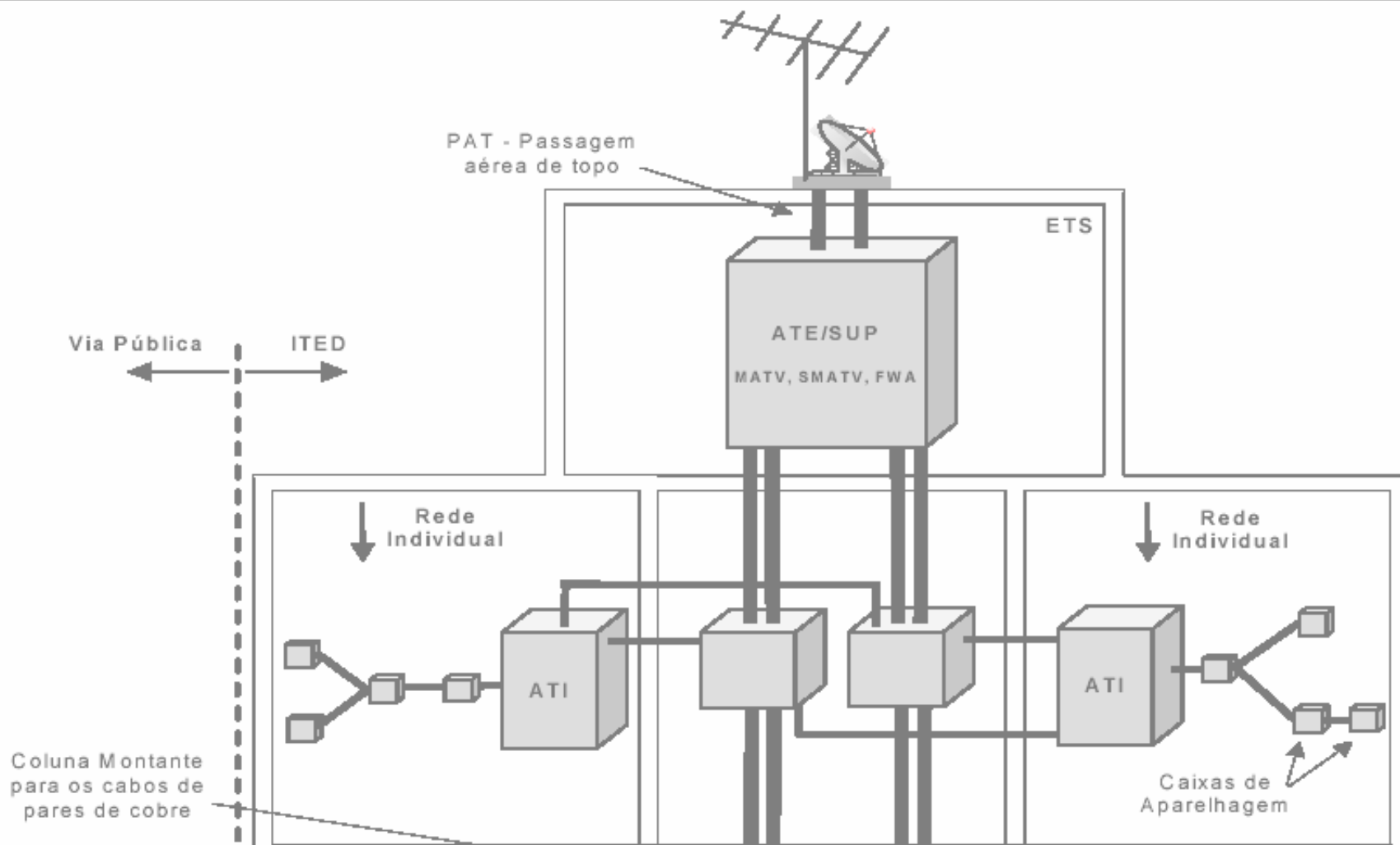
EDIFÍCIOS	NÍVEL DE QUALIDADE DA CABLAGEM		CABLAGENS A INSTALAR (TIPO / NÚMERO)	
	REDE COLECTIVA	REDE INDIVIDUAL	REDE COLECTIVA	REDE INDIVIDUAL
<u>MÍNIMO</u>				
Moradia unifamiliar	não existe	NQ1b NQ2a	não existe	par de cobre / 1 cabo coaxial / 1
2 e 3 fracções autónomas	NQ1a NQ2a		par de cobre / 1 cabo coaxial / 1	
4 ou mais fracções autónomas			par de cobre / 1 cabo coaxial / 2	
<u>RECOMENDADO</u>				
Moradia unifamiliar	não existe	NQ1b NQ2b	não existe	par de cobre / 1 cabo coaxial / 1
2 ou mais fracções autónomas	NQ1b NQ2a e NQ2b	NQ 1b NQ2a e NQ2b	par de cobre / 1 cabo coaxial (NQ2a) / 2 cabo coaxial (NQ2b) / 1	par de cobre / 1 cabo coaxial (NQ2b) / 1



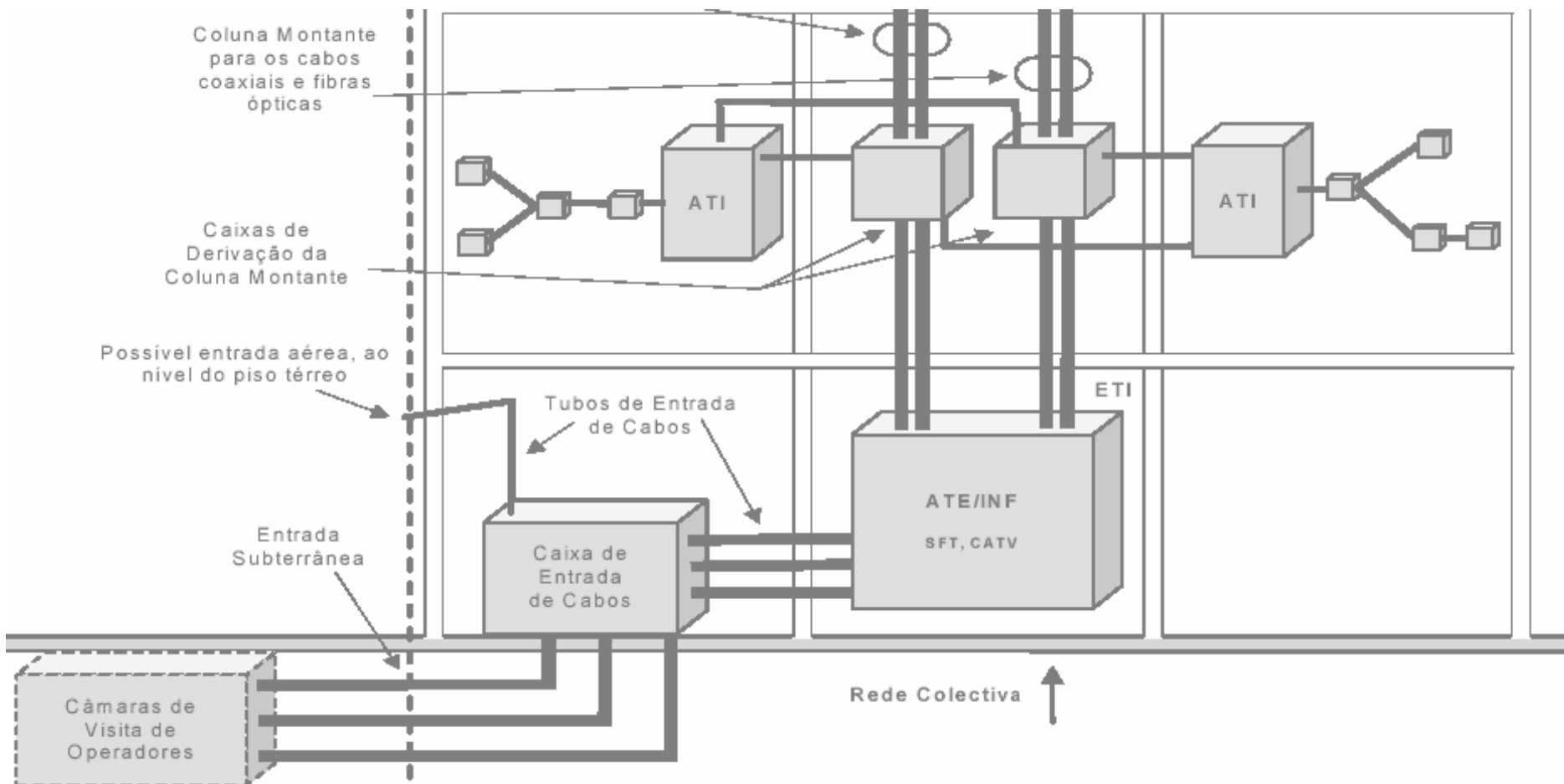
# ***Caracterização ITED***



# Caracterização ITED (1/2)



## Caracterização ITED (2/2)





## Caracterização ITED (Espaços)

- Espaço de Telecomunicações Inferior (ETI) – sala, compartimento, armário ou caixa de acesso restrito, para a instalação de equipamentos e estabelecimento de ligações, onde normalmente é instalado o ATE (Armário de Telecomunicações de Edifício), para a interligação com os diversos operadores;
- Espaço de Telecomunicações Superior (ETS) – sala compartimento, armário ou caixa de acesso restrito, para instalação de equipamentos e estabelecimento de ligações, para recepção e processamento de sinais sonoros e televisivos dos Tipos A, B e FWA.



## Caracterização ITED (Espaços)

- Em edifícios com uma fracção autónoma (moradia unifamiliar), o equivalente aos ETS e ETI, será coincidente com o ATI (Armário de Telecomunicações Individual).
- A localização do ETI e do ETS deverá ter em consideração a localização das colunas montantes. O ETI pode ser coincidente com a caixa principal de coluna, com a caixa de entrada de cabos, ou com o ATE inferior.



# Caracterização ITED (Tubagens)

## ■ Redes de Tubagens

### ◆ **Condutas**

☞ Tubos e Calhas

### ◆ **Caminhos de Cabos**

☞ Coretes, Esteiras, Caleiras e Galerias

### ◆ **Caixas**

☞ Colectivas e Individuais

### ◆ **Armários**

☞ ATE e ATI

### ◆ **Bastidores**



# Caracterização ITED (Tubagens)

- Rede Colectiva de Tubagens.
  - ◆ Deve ser constituída, pelo menos, por 2 colunas montantes: cabos de pares de cobre e a outra à passagem de cabos coaxiais e de fibras ópticas
  - ◆ Cada uma das colunas montantes tem, no mínimo, 2 condutas sendo uma delas de reserva.
- Rede Individual de Tubagens.
  - ◆ Deve incluir no mínimo uma tubagem para todos os tipos de cabos, quer sejam em pares de cobre, em coaxial ou em fibra óptica.
  - ◆ Na moradia unifamiliar, considera-se que a Rede Individual de Tubagens é limitada, a montante, pela Caixa de Entrada de Moradia Unifamiliar (CEMU).



## Caracterização ITED (Tubagens)

- **Passagem Aérea de Topo (PAT):**
  - ◆ Tubagem que permite a passagem de cabos para ligação a sistemas do tipo A, B e FWA.
  - ◆ deverá estar interligada ao ETS (ou ao ATI no caso da moradia) ou à infra-estrutura colectiva de tubagem. A PAT é sempre obrigatória, independentemente da existência de sistemas de antenas.
- **Sistemas de uso exclusivo no edifício:**
  - ◆ sistemas de portaria, videoportaria e televigilância, deverá ser prevista uma rede de tubagem específica, embora se preveja a interligação entre estes sistemas e as ITED, nomeadamente no ATE ou no ATI.



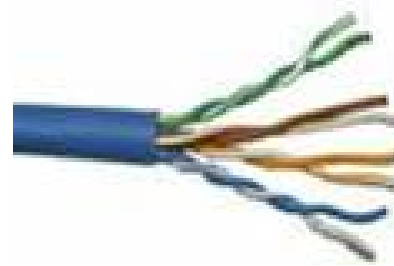
# ***Materiais e Equipamentos***



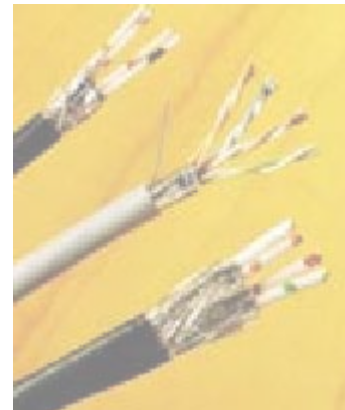
# Materiais e Equipamentos

## ■ Cabos de Cobre

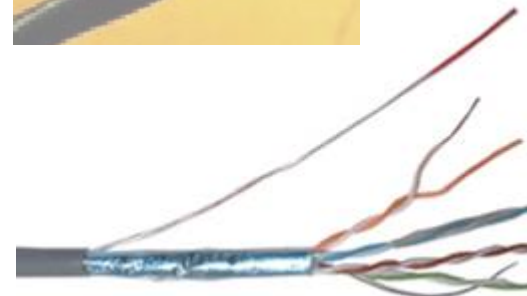
- ◆ Simétricos e entrançados  
Unshielded Twisted Pair (UTP)



- ◆ Shielded Twisted Pair (STP)



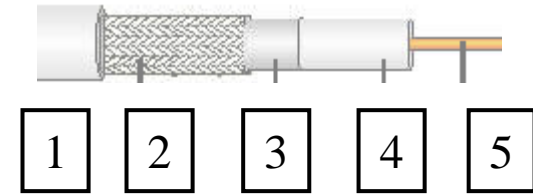
- ◆ Foil Twisted Pair (FTP)



# Materiais e Equipamentos

## ■ Cabos Coaxiais

- ◆ Flexíveis;
- ◆ Impedância característica de  $75 \Omega$ ;
- ◆ Cobertura da malha de blindagem não inferior a 70% da superfície do dieléctrico;
- ◆ Frequências de trabalho até 1GHz (adequado à distribuição dos sinais do NQ 2a);
- ◆ Frequências de trabalho até 2150MHz (adequado à distribuição dos sinais do NQ 2b).



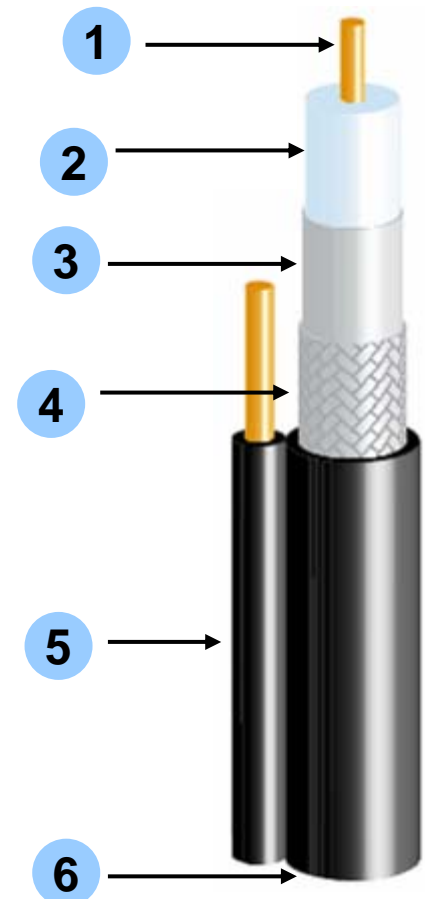
1. Revestimento exterior
2. Malha de blindagem
3. Fita de blindagem
4. Dieléctrico
5. Condutor central

# Materiais e Equipamentos

- Vários tipos de ***cabos coaxiais*** poderão ser utilizados dependendo de:

- ◆ Tipo de aplicação
- ◆ Características Mecânicas
- ◆ Características Eléctricas
- ◆ Custo

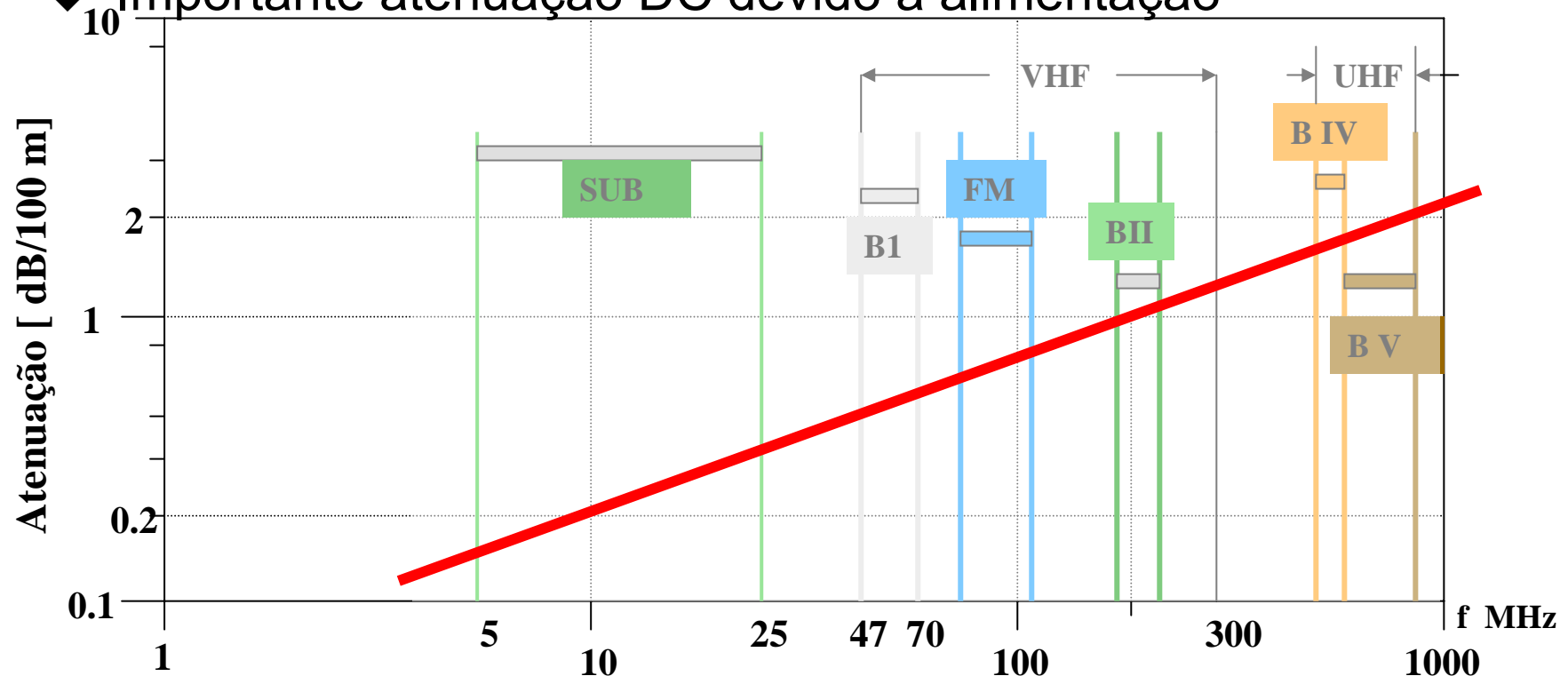
1. Condutor Interior (cobre revestido a aço ou alumínio)
2. Dieléctrico (polietileno)
3. 2ª Blindagem ( fita de alumínio)
4. 1ª Blindagem (Malha de alumínio ou cobre)
5. Cabo de tensão (aço)
6. Cobertura de PVC



# Cabos Coaxiais

## ■ Atenuação do cabo

- ◆ Depende da frequência e da temperatura
- ◆ Importante atenuação DC devido à alimentação



# Cabos Coaxiais

## ■ Exemplos de cabos utilizados

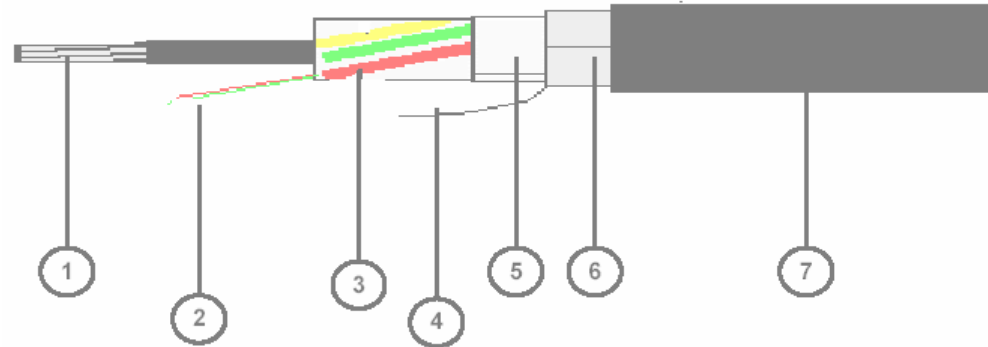
Tipo de cabo coaxial	Atenuação a 750 MHz (dB/ 100 m)	Atenuação a 85 MHz (dB/ 100 m)	Atenuação a 65 MHz (dB/ 100 m)	Utilização Típica
RG-59	21.48			Rede Cliente
RG-6	18.0	6.06	5.30	Rede Cliente
RG-11	11.7	3.94	3.44	Rede Cliente
C-500	7.09	2.39	2.09	Rede Distribuição
C-625	5.87	1.98	1.73	Rede Distribuição
C-750	4.86	1.63	1.43	Rede Distribuição



# Materiais e Equipamentos

## ■ Cabos Fibra Óptica

- ◆ Os cabos de fibra óptica a utilizar deverão ser do tipo OM1, OM2, OM3 ou OS1.



1. Tensor central metálico ou não metálico
2. Fibras ópticas
3. Tubo para alojamento das fibras
4. Fio de rasgar
5. Blindagem constituída por fita de papel ou poliéster
6. Blindagem estanque de alumínio ou polietileno
7. Revestimento exterior de polietileno



# Materiais e Equipamentos

## ■ Cabos Fibra Óptica (Características mínimas)

Tipo de fibra		Atenuação	Largura de banda
		(dB/km)	(MHz/km)
Multimodo [62,5/125μm]	$\lambda = (850 \text{ nm})$	3,5	160
	$\lambda = (1310 \text{ nm})$	1,5	500
Monomodo [9/125μm]	$\lambda = (1310 \text{ nm})$	0,43	-
	$\lambda = (1550 \text{ nm})$	0,28	-



# Dispositivos **passivos** de distribuição

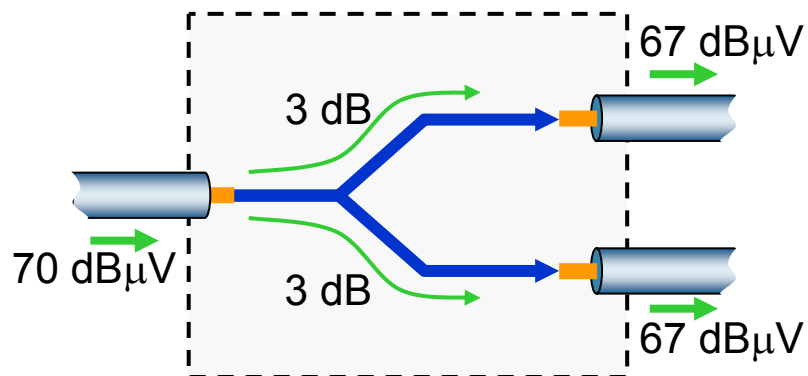
- **Usados para encaminhar sinais RF para ramos distintos da Rede.**
  - ◆ São atravessados pela corrente de alimentação dos amplificadores de linha.
  - ◆ Um **repartidor (Splitter)** divide o sinal de entrada em dois, três ou mais saídas.
  - ◆ Um **derivador (TAP – Terminal Access Point)** divide o sinal em dois sinais desiguais;
    - ☞ **Aproveita uma amostra de sinal para alimentar uma derivação da rede.**
  - ◆ Um **multi-derivador** é constituído por uma cascata de derivadores montados numa única casa.
    - ☞ **São utilizadas na distribuição final e cada tap está associada a um determinado nível de atenuação.**
- **Todos estes dispositivos se baseiam na técnica dos acopladores direccionais que oferecem directividade e protecção/isolamento entre as saídas de RF.**



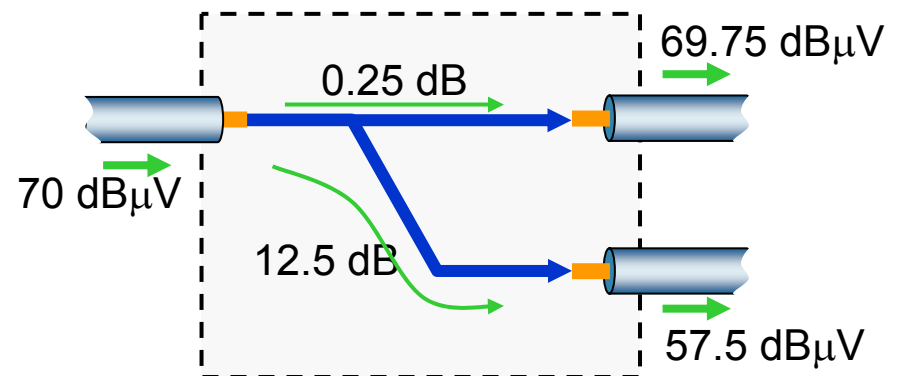
# Acoplador Direccional

- Divide o sinal de entrada em dois ou mais sinais
- Divisão de potência num **repartidor** e num **derivador**:

## SPLITTER



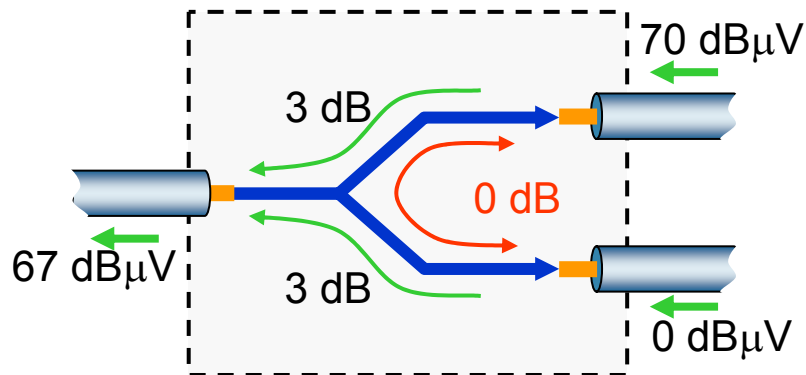
## TAP



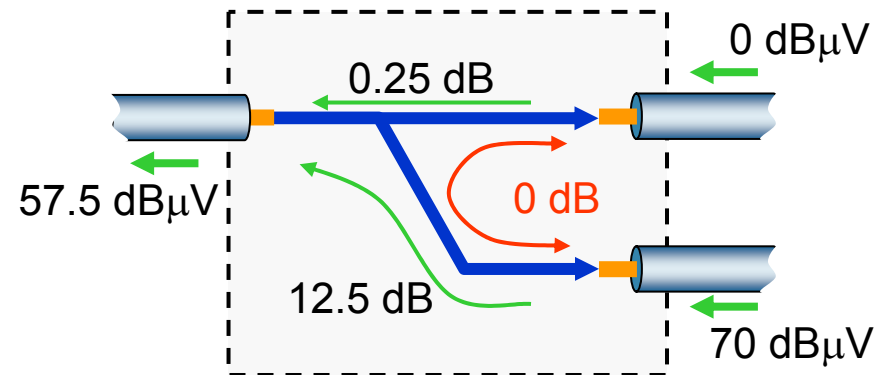
# Acoplador Direccional em Sentido Inverso

- Actua como combinador apresentando as mesmas perdas que no sentido directo
- É garantido um isolamento entre os dois ramos da rede, i.e., o combinador/acoplador é direccional

## SPLITTER



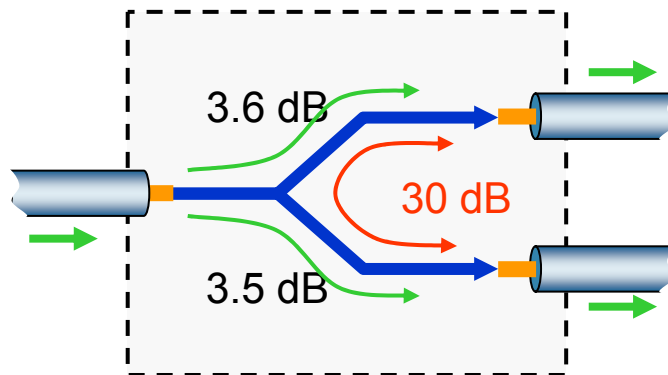
## TAP



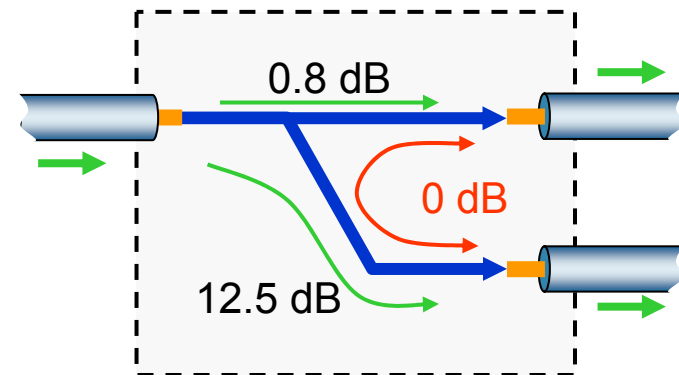
# Acoplador Direccional Directo com Perdas

- Imperfeição nos componentes criam perdas adicionais, ou menos isolamento entre os ramos
- O efeito poderá ser agravado pela desadaptação de impedâncias no acoplamento.

**SPLITTER**

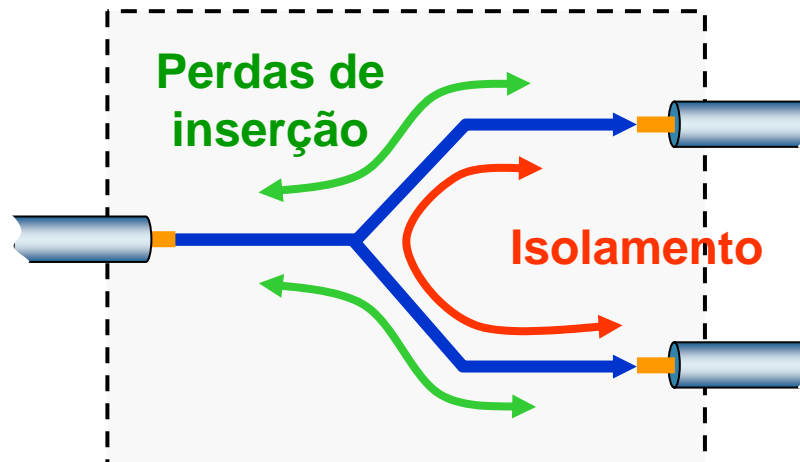


**TAP**



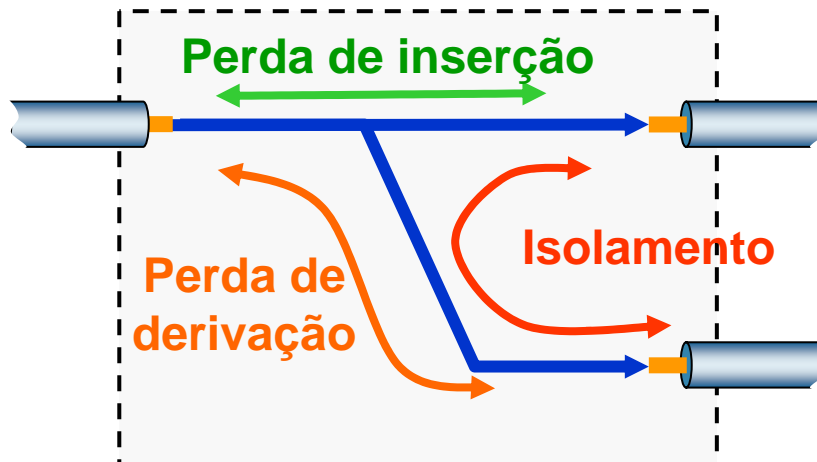
# Repartidores (*Splitters*)

- Os repartidores são acopladores direccionais com 2, 3 ou 4 saídas de iguais perdas
- Caracterizam-se por:
  - ◆ Perdas de Inserção (atenuação entre a entrada e qualquer uma das saídas).
  - ◆ Isolamento (atenuação entre as saídas).
  - ◆ Perdas de Retorno. Definida na entrada ou saídas.



# Derivadores (*Taps*)

- Os derivadores são acopladores direccionais com duas saídas com perdas distintas
- São caracterizados por:
  - ◆ Perda de derivação. (*Tap Loss*)
  - ◆ Perda de Inserção.
  - ◆ Isolamento. (atenuação entre as saídas)



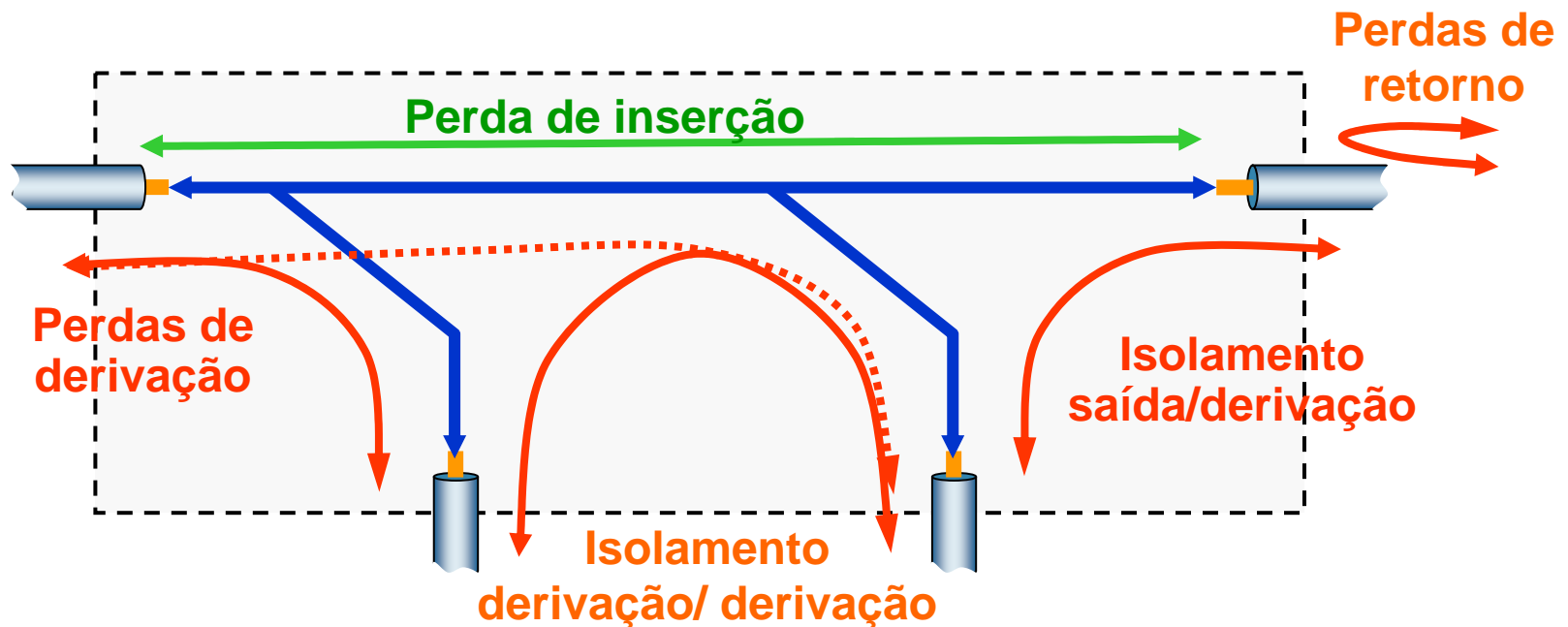


## Derivadores (*Taps*)

- A perda de derivação é também designada por perda de transferência
- O isolamento nas saídas é melhor nos derivadores que nos repartidores, dado que as saídas estão desbalanceadas
- Os derivadores asseguram uma boa adaptação de impedâncias na linha de distribuição, mesmo que a saída de derivação esteja totalmente desadaptada
- É necessário contudo garantir que a linha de entrada e saída está correctamente adaptada

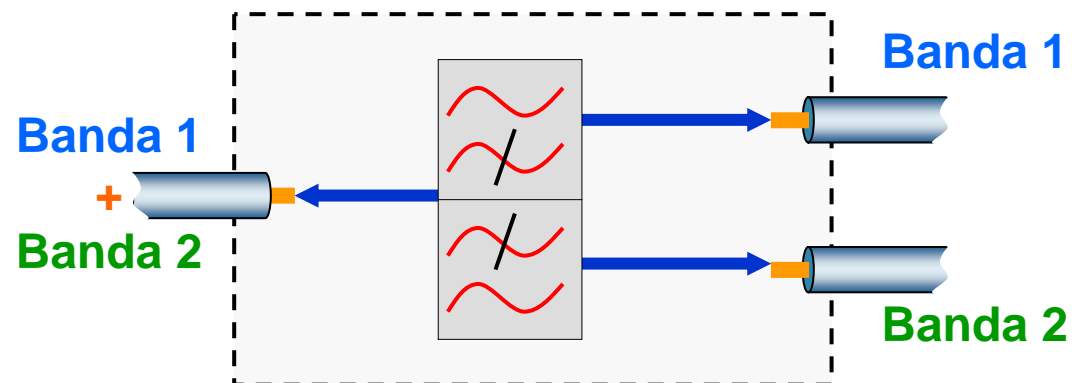
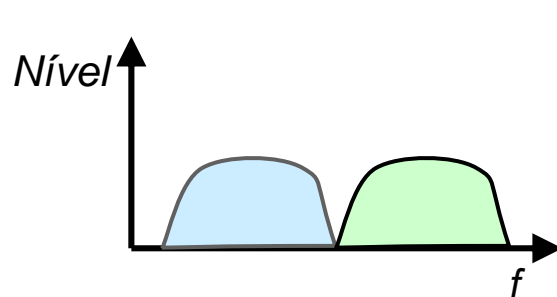
# Multi-derivadores (*Multitaps*)

- Multi-derivadores são derivadores ligados em cascata.
- Introduce mais parâmetros de caracterização



# Multiplexers

- **Utilizados quando é necessário separar ou misturar sinais de bandas de frequência diferentes**
  - ◆ Extracção da ligação de retorno
  - ◆ Amplificadores (separar as bandas)
  - ◆ Tomadas de TV (separação de bandas satélite, FM e TV)
- **Oferecem um bom isolamento entre bandas com perdas de inserção baixas**







# Transmissão digital em CATV

- ***A maior vantagem da transmissão digital é a capacidade de regeneração***
  - ◆ Não há acumulação e ruído nos troços principais da rede
  - ◆ Ligações poderão ser estendidas centenas de quilómetros.
- ***Transmissão de vídeo não comprimido***
  - ◆ Poderão ser utilizadas técnicas semelhantes ao PCM
  - ◆ Vídeo 5.5 MHz amostrado a 11 MHz
  - ◆ Áudio 20 kHz amostrado a 41 kHz
- ***Transmissão de vídeo com compressão***
  - ◆ Utilizado tipicamente o método MPEG (*Motion Picture Experts Group*)
  - ◆ Tipicamente um sinal de vídeo resulta em 1 544 Mbps o que poderá ser transportado em 2 MHz



# Sistemas de CATV Bidireccionais

- **No espectro CATV é atribuída uma banda para comunicação entre o assinante e a rede**
  - ◆ Tipicamente entre 5 e 65 MHz
  - ◆ Normalmente os canais analógicos são transmitidos na banda directa até 550 MHz.
  - ◆ A banda acima dos 550 MHz é utilizada para canais TV digital ou para fluxo descendente de serviços interactivos
- **Um dos problemas da bidireccionalidade é o ruído de ingresso**
  - ◆ Ruído acumulado ao longo de todo o percurso até à C.R.
  - ◆ Adaptação entre equipamentos terminais imperfeita
  - ◆ Aparelhos próximos dos pontos de acesso
  - ◆ Ruído predominante na banda inferior (retorno)



---

# ***Projecto ITED***

## **(Manual ANACOM)**



# Objectivos ITED

- A **finalidade do projecto** das ITED é:
  - ◆ Definir a **arquitectura** da rede e os percursos;
  - ◆ Definir e **caracterizar** os cabos, as tubagens, equipamentos e os materiais a utilizar, bem como o seu dimensionamento;
  - ◆ Permitir a instalação das redes de tubagens, cabos e equipamentos, com **clareza**, para não suscitar dúvidas aos técnicos instaladores.
- O projecto ITED **deve** contemplar as:
  - ◆ **Redes colectivas e individuais** de **tubagens** e de **cabos**, no caso de edifícios com mais de uma fracção autónoma;
  - ◆ **Redes individuais** de **tubagens** e de **cabos**, para as moradias unifamiliares;
  - ◆ **Tipos de cabos, equipamentos e materiais a utilizar.**



# O Projecto da rede de cabos

- **O projecto da rede de cabos do edifício deve conter:**
  - ◆ A localização das colunas montantes, dos ATE, dos ATI, das antenas, das entradas de cabos e da PAT;
  - ◆ A localização das tomadas de cliente;
  - ◆ Eventuais esquemas de interligação dos equipamentos terminais de cliente;
  - ◆ O esquema das terras de protecção;
  - ◆ Características da instalação eléctrica necessária às ITED.



## Rede Colectiva de Cabos de Pares de Cobre

- A quantidade **mínima** de pares de cobre da rede colectiva, prevendo necessidades acrescidas ou avarias, dever-se-á considerar o seguinte:
  - ◆ Obrigatoriedade de 4 pares de cobre por fracção autónoma;
  - ◆ Cálculo de uma determinada quantidade de pares de cobre em função do número de fracções autónomas, por aplicação da obrigatoriedade anterior;
  - ◆ Cálculo da quantidade mínima de pares de cobre por multiplicação do resultado anterior por 1,2 (sobre-dimensionamento de 20%);
  - ◆ O limite do sobre-dimensionamento obtido estabiliza nos 40 pares de cobre, mesmo que os 20% referidos sejam superiores a esse valor.



## Rede Colectiva de Cabos Coaxiais

- **A rede colectiva de cabos coaxiais deve ser constituída como se segue:**
  - ◆ Nos edifícios com 3 ou menos fracções autónomas: constituída, no **mínimo**, por 1 sistema de cabo coaxial, adaptado ao NQ2a;
  - ◆ Nos edifícios com 4 ou mais fracções autónomas: constituída, no mínimo, por 2 sistemas de cabo coaxial, adaptados ao NQ2a, sendo um deles adequado à recepção e distribuição de sinais de CATV e o outro aos sinais de MATV (sistemas de recepção e distribuição do tipo A).
- **O projectista considerará, na rede colectiva, o melhor tipo de distribuição (estrela, cascata, mista, etc.), adaptado ao tamanho e caracterização do edifício.**



# Cabos Coaxiais- Atenuação

Atenuações típicas dos cabos coaxiais utilizados na distribuição de sinais até **1 GHz**

Bandas	Via de retorno (5-65 MHz)				Via directa (85-862 MHz)							
Tipo de cabo	RG59	RG6	RG7	RG11	RG59		RG6		RG7		RG11	
Frequências (MHz)	65	65	65	65	85	750	85	750	85	750	85	750
Comprimento (m)	Atenuações (dB)											
1	0,067	0,054	0,045	0,035	0,076	0,222	0,062	0,18	0,049	0,150	0,04	0,117
10	0,67	0,54	0,45	0,35	0,76	2,22	0,62	1,80	0,49	1,50	0,40	1,17
20	1,33	1,08	0,90	0,70	1,52	4,44	1,23	3,60	0,98	3,00	0,80	2,34
50	3,33	2,69	2,24	1,74	3,81	11,10	3,08	9,00	2,47	7,50	1,99	5,85
100	6,65	5,38	4,48	3,48	7,61	22,20	6,15	18,00	4,93	15,01	3,98	11,70





# Cabos Coaxiais- Atenuação

Atenuações típicas dos cabos coaxiais utilizados na distribuição de sinais até 2150 MHz

Banda FI (862 - 2150 MHz)								
Tipo de cabo	RG59		RG6		RG7		RG11	
Frequências (MHz)	1000	2150	1000	2150	1000	2150	1000	2150
Comprimento (m)	Atenuações (dB)							
1	0,29	0,43	0,21	0,28	0,16	0,25	0,13	0,21
10	2,88	4,28	2,16	2,88	1,62	2,46	1,34	2,13
20	5,76	8,56	4,32	5,76	3,25	4,92	2,68	4,26
50	14,44	21,39	10,81	14,43	8,11	12,29	6,71	10,64
100	28,87	42,78	21,62	28,86	16,21	24,57	13,42	21,28



# Cabos Coaxiais- Atenuação

Para outras frequências a atenuação poderá ser calculada por:

$$A_{F_x} = A_{F_1} \times \sqrt{F_1 / F_x}$$

$A_{F_x}$  - atenuação que se quer calcular, na frequência desejada (  $F_x$ ), em dB;

$A_{F_1}$  - atenuação conhecida, numa frequência inferior ( $F_1$  ) e próxima de  $F_x$ , em dB;

$F_1$  - frequência próxima e inferior a (MHz);

$F_x$  - frequência para a qual se quer calcular a atenuação (MHz).



## Rede Individual de Cabos de Pares de Cobre

- Considera-se que a distribuição a partir do secundário do DDC é realizada com cabos e componentes de **categoria 5**, no mínimo. Deverá garantir-se, a partir desse ponto, o cumprimento dos requisitos da Classe D.
- A distribuição a partir do DDC segue uma **tipologia em estrela**, até às tomadas de cliente. As ligações anteriormente referidas são suportadas em cabo de 4 pares de cobre (UTP, por exemplo).
- Todas as tomadas de cliente podem ser interligadas entre si, no DDC, por intermédio de chicotes adequados, permitindo distribuir o sinal das entradas por todas as tomadas.



## Rede Individual de Cabos de Pares de Cobre

- Para fracções autónomas **residenciais** considerar-se-á, no **mínimo**, o seguinte:
  - ◆ 1 tomada por quarto, sala;
  - ◆ 1 tomada na cozinha (poderá estar sujeita a condições especiais. Deverá existir um cuidado especial na sua localização de modo a minorar essa situação, nomeadamente o mais possível afastada de fontes de vapor e calor. Deverão ser utilizadas tomadas e cabos adaptados a essas situações.)
- Para fracções autónomas **não residenciais** para uso profissional considerar-se-á, no **mínimo**, o seguinte:
  - ◆ 1 tomada por posto de trabalho ou por cada 10 m<sup>2</sup> de área útil.



## Rede Individual de Cabos Coaxiais

- Em qualquer edifício, a rede individual de cabos coaxiais é normalmente constituída por 1 sistema de cabo coaxial, adequado a frequências até 1 GHz.
- Para fracções autónomas residenciais considerar-se-á, no mínimo, o seguinte:
  - ◆ 1 tomada por quarto, sala, cozinha.
- Recomenda-se a existência de uma **Zona de Acesso Privilegiado (ZAP)** : 2 tomadas coaxiais juntas.



## Rede Individual de Cabos Coaxiais

Níveis da portadora de sinal, máximos, mínimos e recomendados, para as tomadas coaxiais em **dB $\mu$ V**

Nível	BII	BI e BIII	BIV	BV	BL	FI
Mínimo	50	60	57	57	47	57
Máximo	70	80	80	80	77	77
Recomendado	58 a 62	61 a 66	61 a 66	61 a 66	*	*

**BI** - canais 2 a 4 (VHF I, 47 a 68MHz, canal a 7MHz)

**BII** - 87,5MHz a 108MHz (radiodifusão sonora FM)

**BIII** - canais 5 a 12 (VHF III, 174 a 230MHz, canal a 7MHz)

**BIV** - canais 21 a 37 (UHF IV, 470 a 606MHz, canal a 8MHz)

**BV** - canais 38 a 69 (UHF V, 606 a 862MHz, canal a 8MHz)

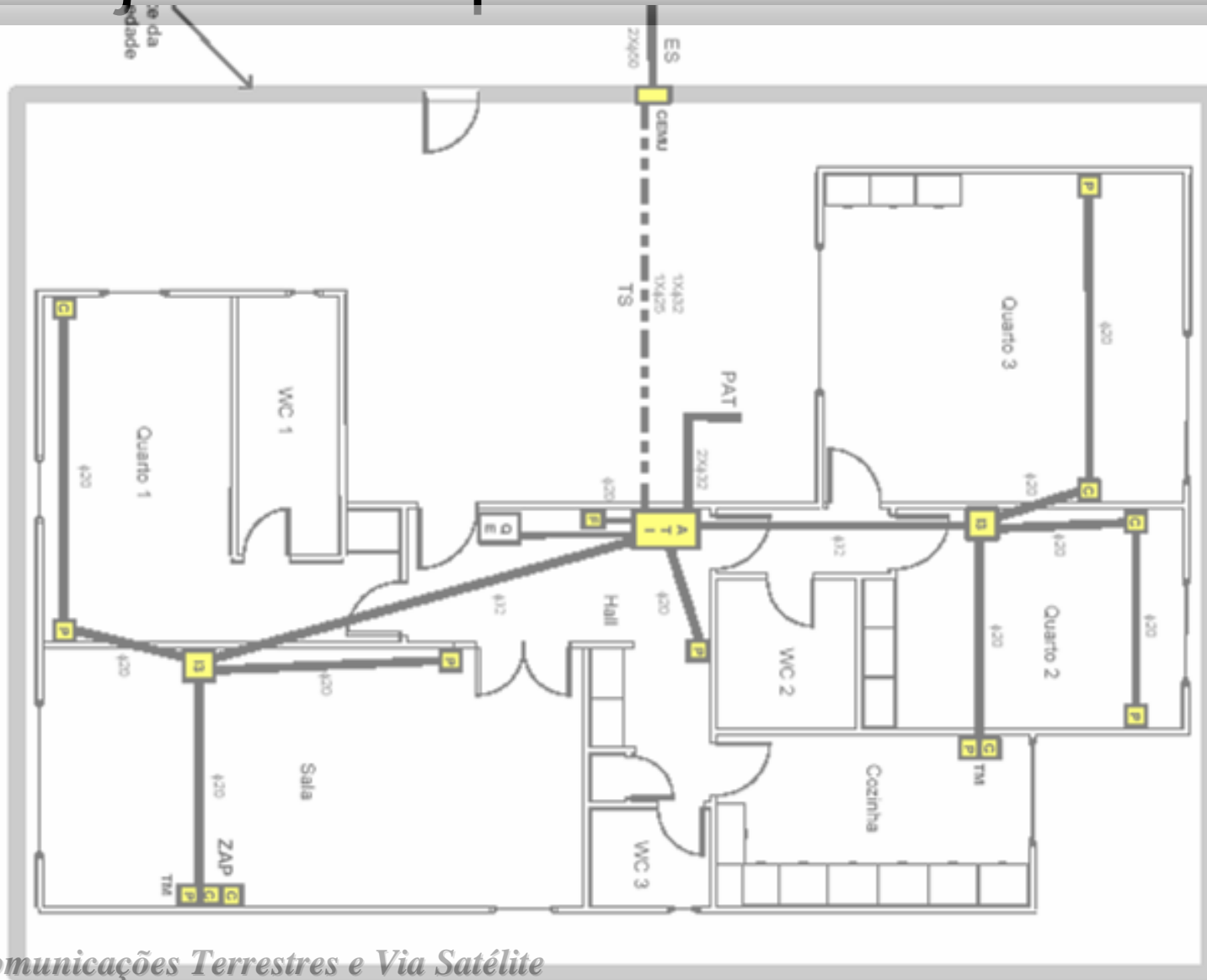
**Canais Especiais** - S1 a S20

**FI** - Frequência Intermédia de Satélites (862 a 2150MHz)

**BL** - Banda digital L (1450 a 1560MHz)



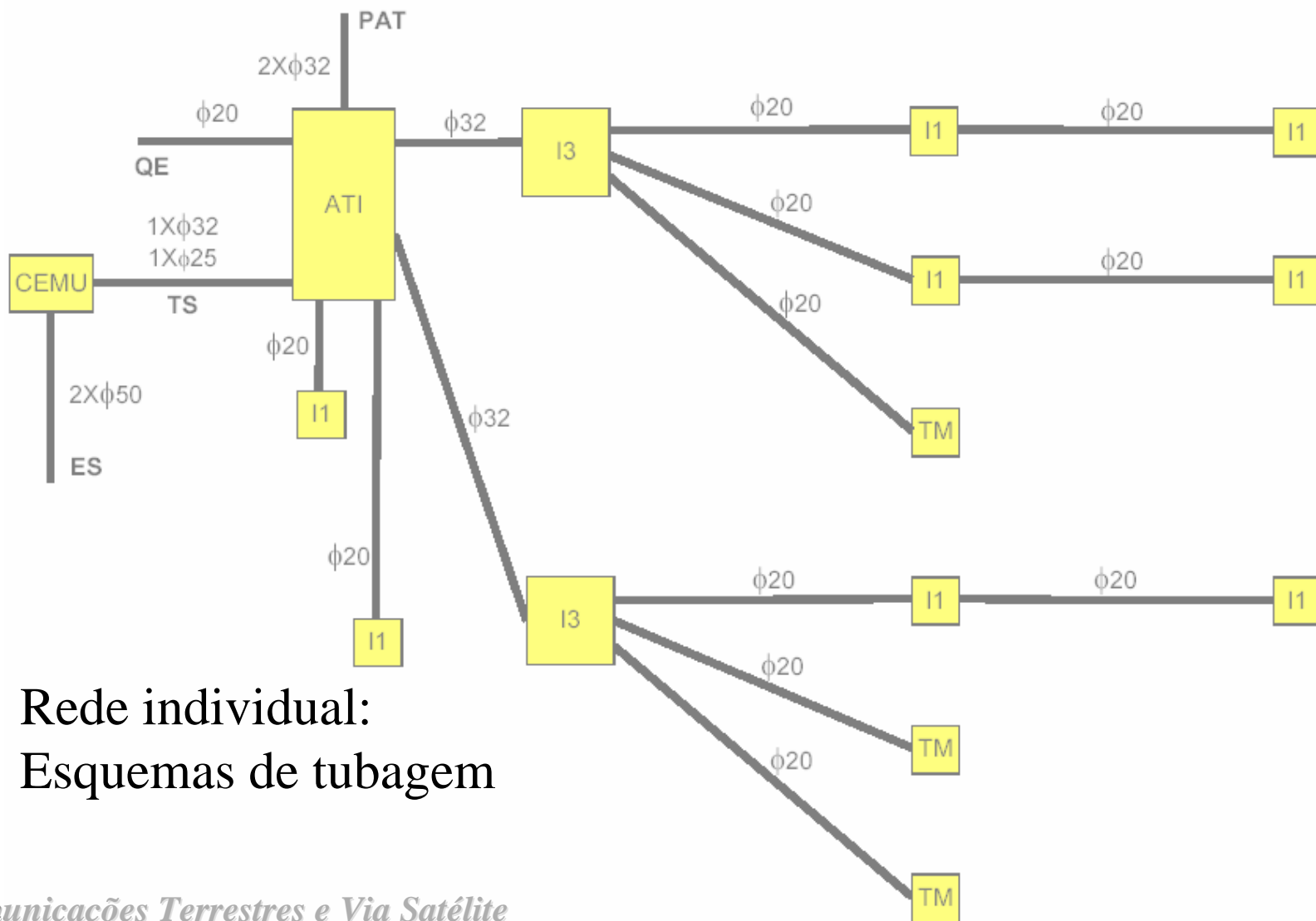
# Projecto: Exemplo de uma Vivenda Unifamiliar



Implantação  
da rede de  
tubagens



# Projecto: Exemplo de uma Vivenda Unifamiliar



Rede individual:  
Esquemas de tubagem





# Projecto: Exemplo de uma Vivenda Unifamiliar

## Legenda:

ATI – Armário de Telecomunicações Individual

CEMU – Caixa de Entrada de Morada Familiar

QE – Quadro Eléctrico

I3 – Caixa de Passagem do Tipo I3

I1 – Caixa de aparelhagem do tipo 1

P – Caixa de Aparelhagem para cabos em par de Cobre

C – Caixa de Aparelhagem para cabo coaxial

F – Caixa do tipo I1 para ligações futuras, como por exemplo a WLAN

ZAP – Zona de Acesso Privilegiado

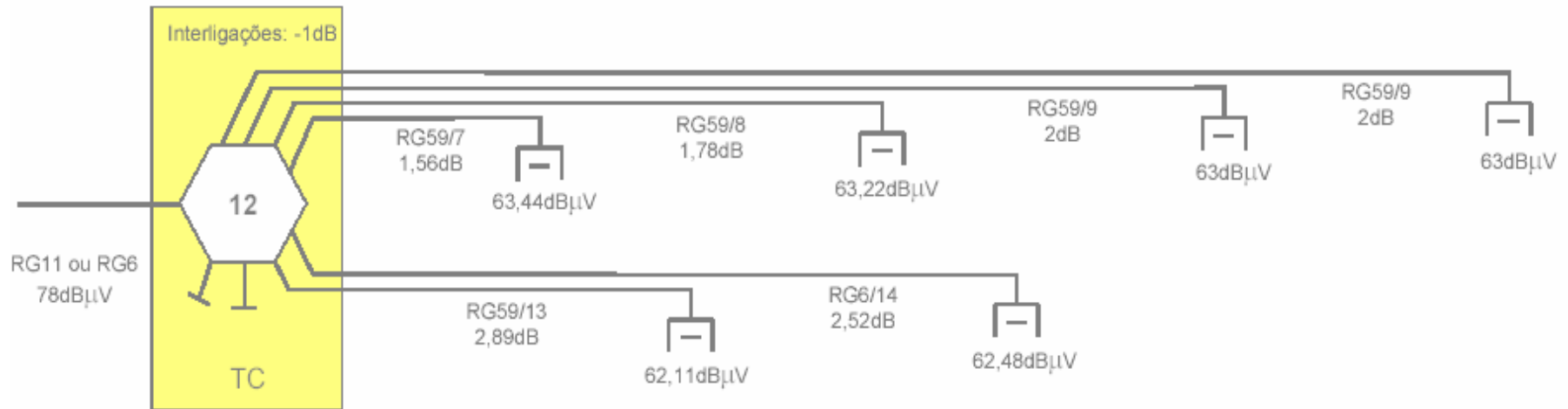
TM – Tomadas Mistas: TV, rádio e dados + RJ45

PAT – Passagem Aérea de Topo, com ligação ao local de instalação das antenas

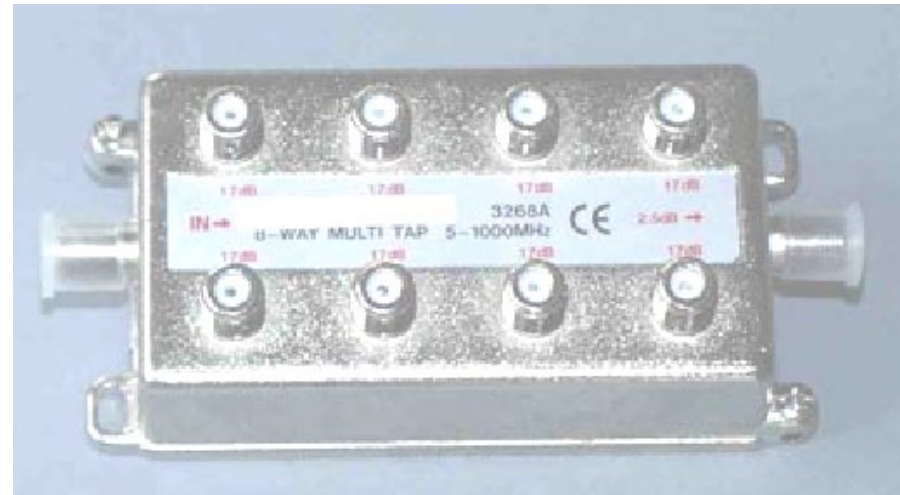
TS – Tubagem subterrânea, de acesso à CEMU

ES – Entrada subterrânea

# Esquema da rede individual de cablagem Cabos Coaxiais



TC – TAP do Cliente





## Observações ao exemplo anterior

- A rede de tubagens e os esquemas respectivos são um exemplo meramente exemplificativo do que poderá ser um projecto de uma moradia unifamiliar, não se pretendendo que seja exaustivo.
- O nível de sinal indicado como referência na entrada, está indicado para a frequência piloto de 750MHz.
- No esquema da rede coaxial está indicado o tipo de cabo seguido do comprimento (em metros). Na parte inferior indica-se a atenuação respectiva.
- No esquema da rede coaxial, o TC inclui um único derivador de 8 saídas (tap's), cada uma com 12dB de atenuação. As duas saídas não utilizadas estão terminadas com cargas de 75 Ohm.
- O esquema da rede coaxial indica a distribuição do sinal de CATV através da entrada subterrânea. Não está distribuído nenhum cabo coaxial para um eventual sistema de antenas, embora esteja já prevista a PAT (obrigatória).
- As ligações do DDC às tomadas são realizadas em cabo UTP de 4 pares.
- Considera-se que nas interligações do TC existe uma perda de 1dB.



# ***Instalação***



# Instalação

- O estabelecimento das infra-estruturas de telecomunicações deve ser feito de acordo com um projecto elaborado por um projectista ITED.
- É interdita a instalação nos espaços e tubagens de equipamentos, cabos e outros dispositivos que não se destinem a assegurar os serviços previstos no âmbito das ITED.
- No caso de condutas e caixas metálicas, deve ser assegurada a ligação à terra de protecção de todos os seus troços.
- Os trabalhos de ampliação ou alteração na rede colectiva de tubagens e de cabos, deverão ser executadas por instaladores ITED, devendo ser salvaguardado o sigilo das comunicações.
- Os instaladores poderão pedir a assistência dos projectistas e das entidades certificadoras, sempre que as soluções particulares a adoptar o exijam.
- Em todos os trabalhos de instalação é obrigatório o uso de ferramentas específicas, quando preconizadas pelos fabricantes dos materiais e equipamentos constituintes das ITED.



# ***Ensaaios***



# Ensaaios

- O instalador constituirá um **relatório de ensaios de funcionalidade** baseado nos critérios de amostragem da cablagem.
- A entidade certificadora emite um certificado em que atesta o cumprimento das Prescrições e Especificações Técnicas que constituem o presente Manual, baseado no seguinte:
  - ◆ Projecto técnico e eventual projecto de alterações;
  - ◆ Relatório de ensaios de funcionalidade do instalador;
  - ◆ Ensaaios e inspecções realizadas.
- A entidade certificadora constituirá assim o chamado **relatório de inspecção**. Nos ensaios que realizar na cablagem seguirá os critérios de amostragem.