

## Princípios da Telefonia.

voz via telefonia = dois transdutores:

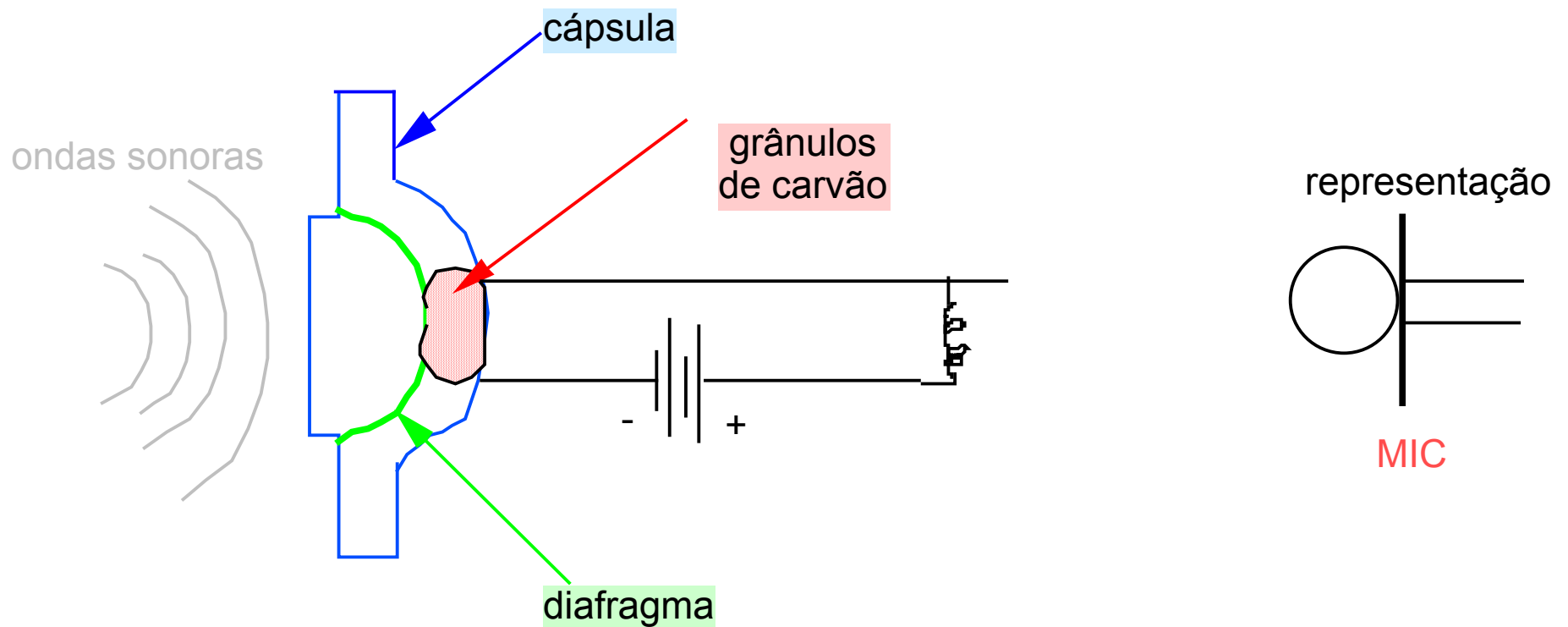
- Acústico-elétrico (microfone)
- Elétrico-acústico (alto-falante)
- uma fonte de alimentação.

- **microfones simples (o microfone a carvão)**

contém um diafragma sensível à pressão exercida pelas ondas sonoras.

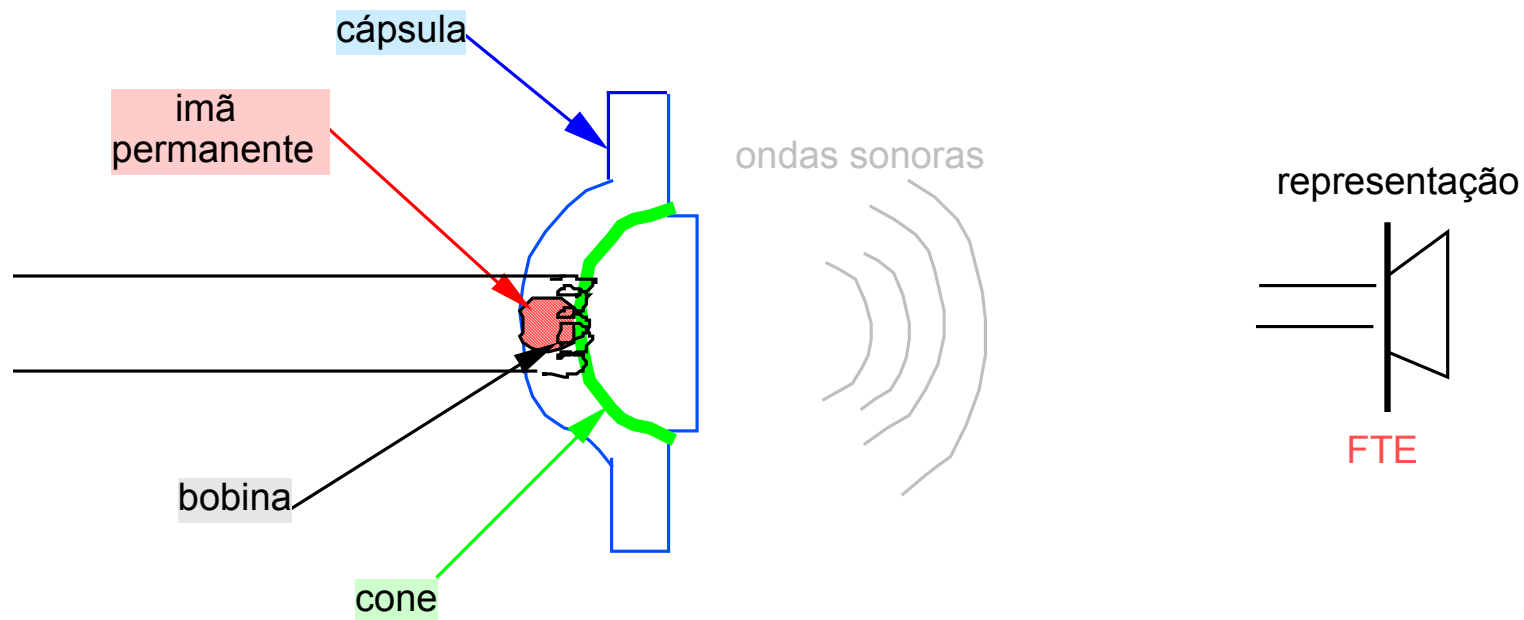
O movimento do diafragma faz variar a compressão de grânulos de carvão (quanto maior a compressão, menor a resistência elétrica).

Se o circuito é alimentado por uma bateria (DC), a corrente varia segundo o sinal acústico. Trata-se de um resistor controlado à voz.

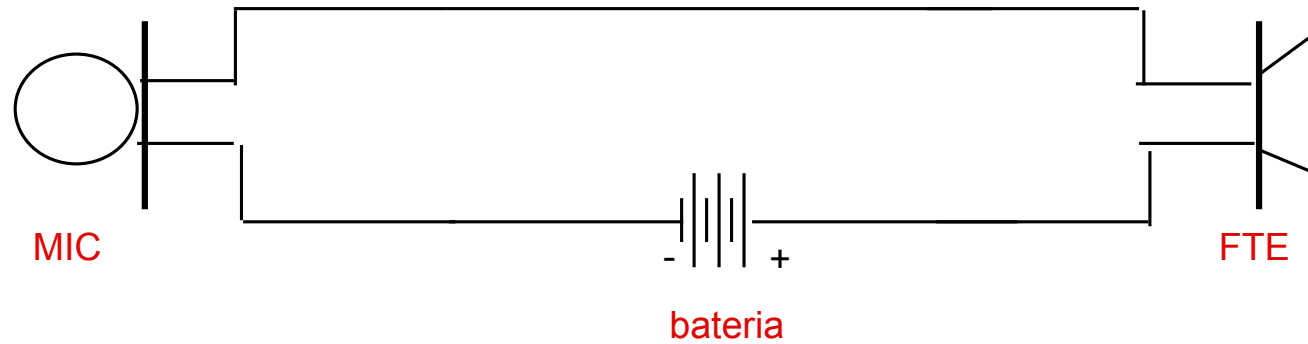


**alto-falante:** é conseguido com auxílio de uma bobina colocada junto a um imã permanente.

Quando a corrente (ac) gerada pelo sinal de voz é aplicada à bobina, esta gera um campo que interage com o campo do imã => movimento do cone (de papelão) colado à bobina.



Esquema rudimentar de um aparelho telefônico.



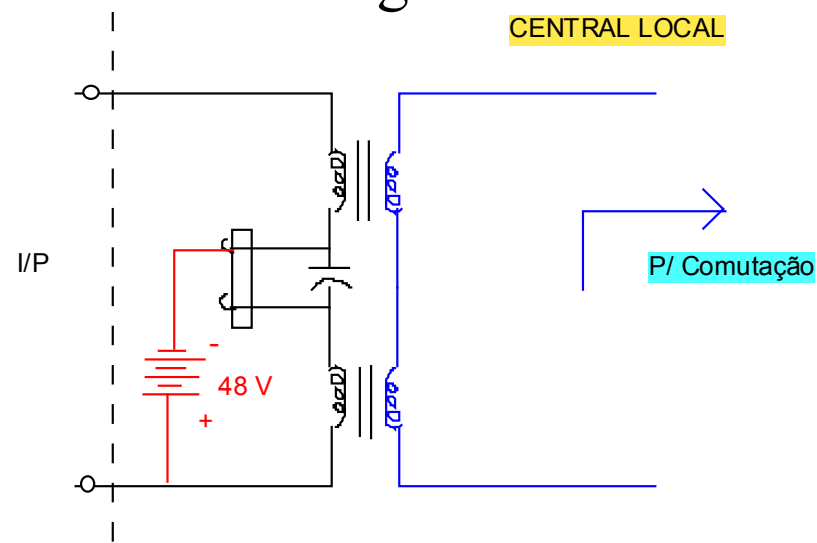
Modelo rudimentar (simplex) para um telefone.

funcionamento não deve ser unidirecional (a comunicação é duplex).

Cada terminal (aparelho) deve possuir simultaneamente os dois transdutores (falar/escutar).

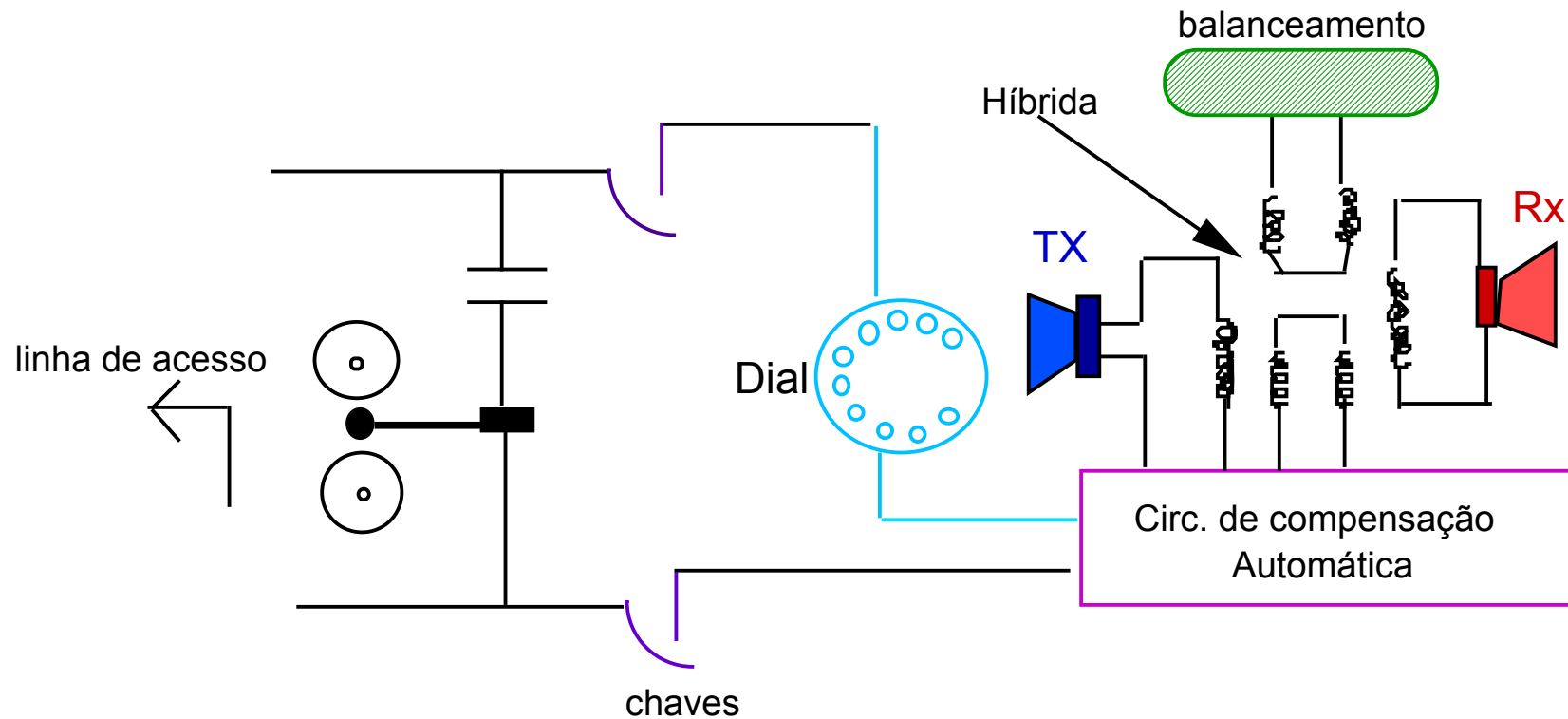
Um circuito à dois fios (*mic*) e um circuito à dois fios (*fte*) == circuito a quatro fios que é ligado através de um transformador chamado de híbrida, convertendo o circuito a 4 fios em 2 fios.

A alimentação requerida não é colocada nos telefones e sim na central telefônica a qual o assinante está ligado.



Alimentação por BC.

Princípios do funcionamento dos aparelhos telefônicos: diagrama simplificado, exibindo diferentes blocos funcionais.



**Telefone: Um diagrama simplificado.**

### *A campainha-*

Mesmo quando o telefone está "desligado", o circuito da campainha mantém-se conectado à central local.

Isto permite receber um sinal de chamada enviado pela central, fazendo o telefone soar.

O sinal de chamada é um sinal AC (típico 48V) de duração 4 segundos com ciclo 1 seg ON; 3 seg OFF (ouça quando alguém ligar para sua residência!).

### *A chave-*

Ao retirar o fone do gancho, a chave fecha um contato (*loop signaling*) permitindo a corrente fluir da central para o aparelho - ouve-se o sinal de linha (dando linha ou ocupado).

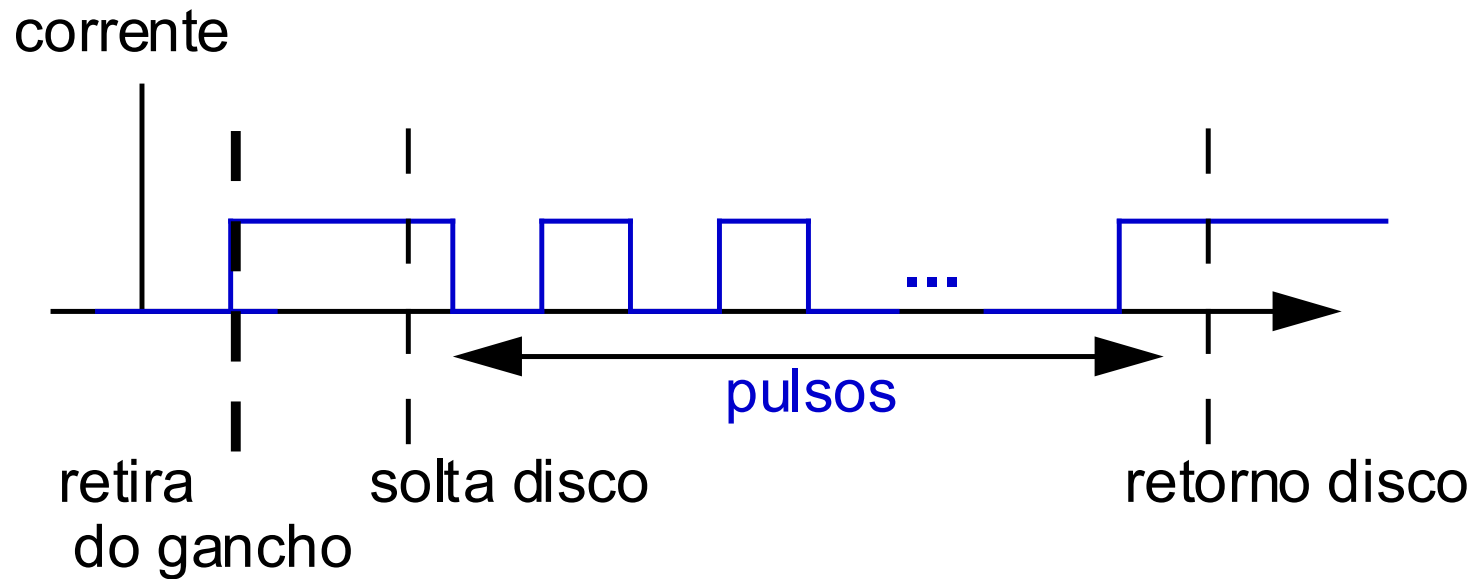
### *O "Dial"-*

Disco ou teclado para discagem. O sistema com disco rotatório (mecânico) tem velocidade limitada- típico 10 pulsos/seg. Um pulso para #1, dois pulsos para #2,..., nove pulsos para #9 e dez pulsos para #0 discado.

O sistema DTMF anteriormente descrito é superior.



Abaixo o sinal no sistema decádico.



*TX e RX-*

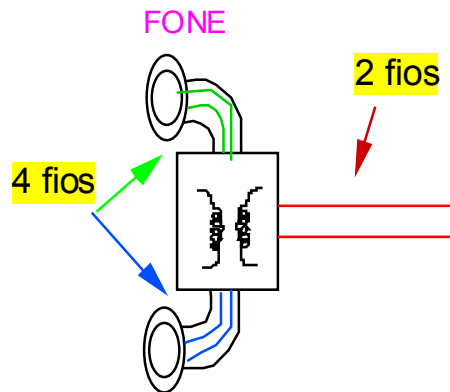
As cápsulas são essencialmente transdutores elétricos/acústicos.

### *O Circuito de Compensação automática-*

Funciona como um AGC, permitindo manter o nível de voz praticamente independente da distância do assinante à central.

### *A Híbrida-*

Transformador que permite acoplar (interface) o circuito a 4 fios (02 em TX e 02 em RX) e a linha de acesso à 2 fios.



## *Balanceamento-*

Pequena realimentação do que é falado (TX) para o próprio fone de ouvido do aparelho (RX).

---

Atualmente, a implementação dos módulos descritos é feita em CIs.

Já existem telefones "*single chip*", incluindo:

- (a) Gerador de DTMF
- (b) Circuito de voz-- híbrida ativa + amplificador do Microfone
- (c) Circuito da campainha-- *tone ringer* e
- (d) Compensação automática.

Em telefonia, **não é possível** que um assinante tenha um par de fios conectando-o a cada dos outros assinantes.

Um sistema desta forma é inviável devido ao **custo proibitivo** e dificuldades de manutenção.

Ao invés disto, são construídas centrais locais que recebem linhas dos usuários de uma dada área geográfica (frequentemente, bairro). Cada central normalmente comporta até 10.000 assinantes, 0000 a 9999.

NB- centrais para celulares têm capacidade bem maior.

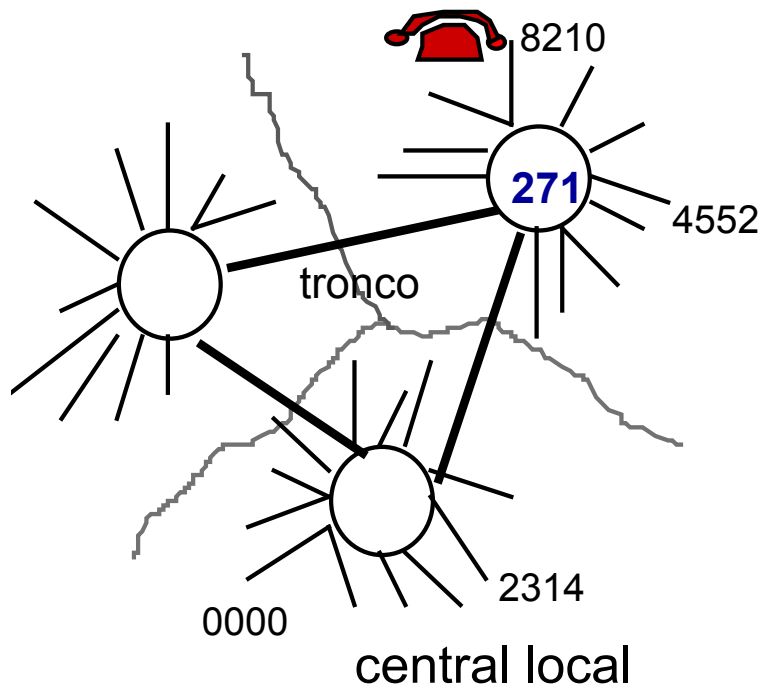
A identificação completa do assinante ==

prefixo numérico indicativo da central (três dígitos) +

# do assinante na central.

Para que assinantes de centrais locais distintas estabeleçam comunicação → as centrais locais conectadas entre si.

O canal de interligamento entre centrais locais (linhas intercentrais) é usualmente referido como **um tronco**.



N.B São circuitos de tráfego intenso e é comum o uso da multiplexação FDM ou principalmente TDM.

## **Multiplexação FDM e Telefonia**

A multiplexação consiste na transmissão simultânea de vários sinais (mais de um) em um mesmo canal, de tal forma que é possível recuperar cada um deles no destinatário.

As técnicas usuais para multiplexar sinais são

"**FDM**-- Multiplex por Divisão em Frequência"

"**TDM**-- Multiplex por Divisão no Tempo"

"**CDM**-- Multiplex por Divisão em Códigos"

**GDM – Multiplex por Divisão em Corpos Finitos (UFPE)**

## FDM

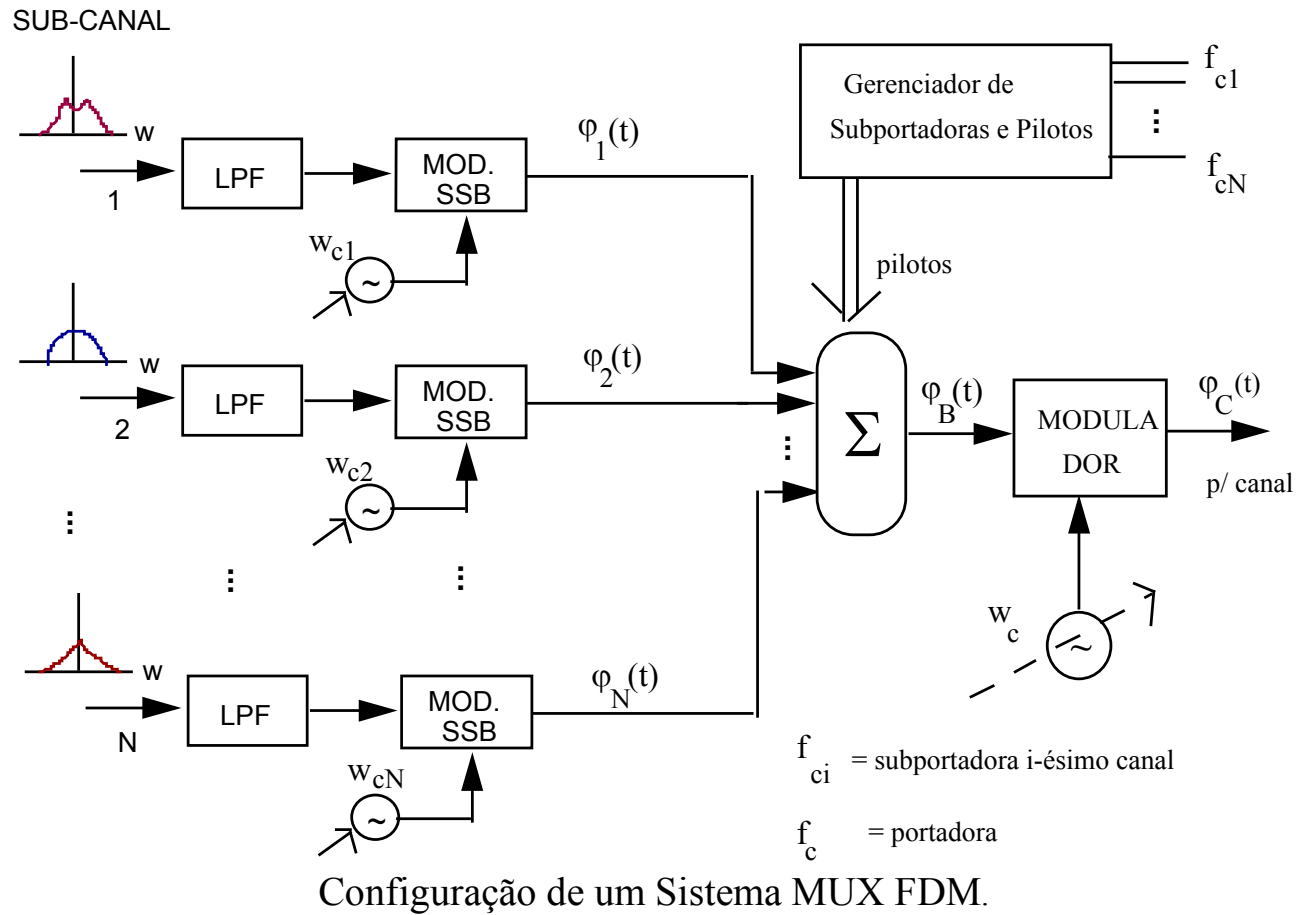
A idéia da MUX FDM consiste em transmitir vários sinais misturados no domínio do tempo, porém separados no domínio da frequência (conteúdo harmônico).

Cada um dos canais é alocado em uma faixa de frequências diferente usando normalmente a Modulação SSB e os sinais modulados são somados gerando um novo sinal referido como Sinal em Banda Básica.

Este sinal é encarado pelo modulador como um sinal único, banda limitada.

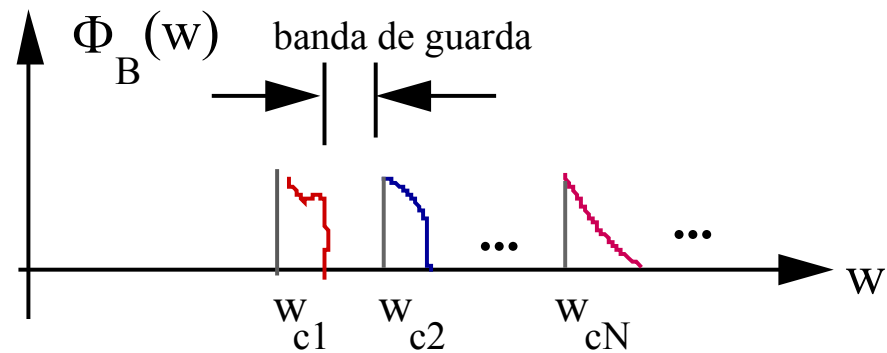


Um esquema típico de MUX é mostrado a seguir.



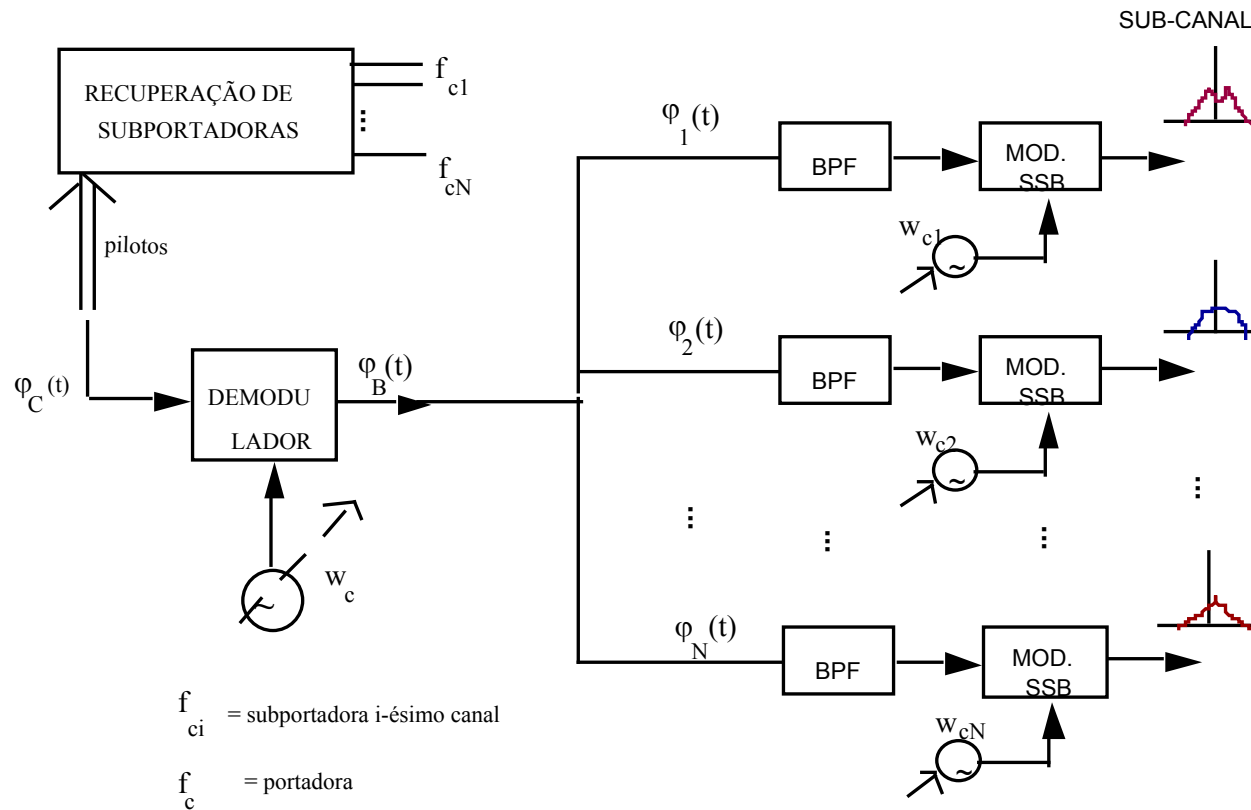
$$\varphi_b(t) = \sum_{i=1}^n \varphi_{c_i}(t), \text{ portanto}$$

$$\Phi_b(\omega) = \sum_{i=1}^n \Phi_{c_i}(\omega)$$



Espectro Típico de Sinais MUX em FDM.

Na detecção.



$f_{ci}$  = subportadora  $i$ -ésimo canal

$f_c$  = portadora

Recepção de sinais FDM (Demultiplex FDM).

O maior problema da FDM é a diafonia (*crosstalk*), uma interferência indesejável entre canais.

FDM em fibras ópticas: Multiplexação por Divisão em Comprimento de Onda (**WDM**) e demux WDDM, usual nas faixas (0,82 e 1,3)  $\mu\text{m}$  e para (1,3 e 1,55)  $\mu\text{m}$ .

Outra aplicação da FDM: Sistemas CATV (Assinatura de Televisão por cabo).

Grande parte das operadoras de cabo operam na faixa de 54 MHz a 450 MHz, provendo cerca de 60 canais AM-VSB multiplexados.

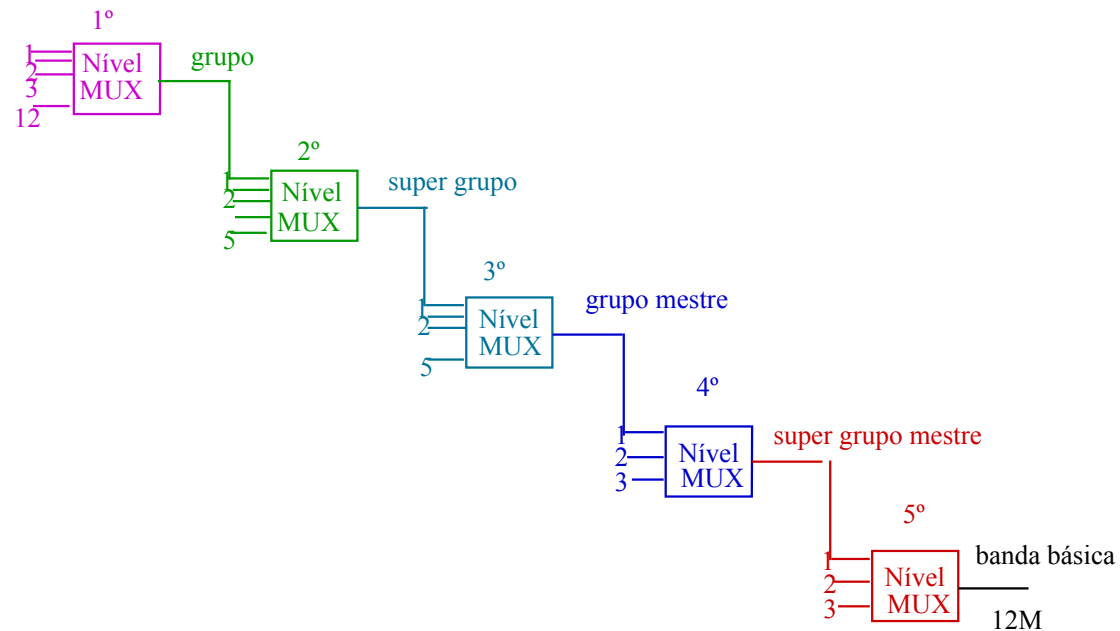
**Tabela.** Hierarquia FDM Européia (adotada no **Brasil**).

DESIGNAÇÃO	Intervalo de Frequências	Banda Passante	Nº de Canais
Grupo	60-108 kHz	48 kHz	12
Super grupo	312-552 kHz	240 kHz	60
Grupo Mestre	812-2.044 kHz	1.232 kHz	300
Super Grupo Mestre	8.516-12.388 kHz	3,872 MHz	900
Banda básica 12M	316-12.388 kHz	12 MHz	2.700
Banda básica 60M	4.332-59.684 kHz	60 MHz	10.800

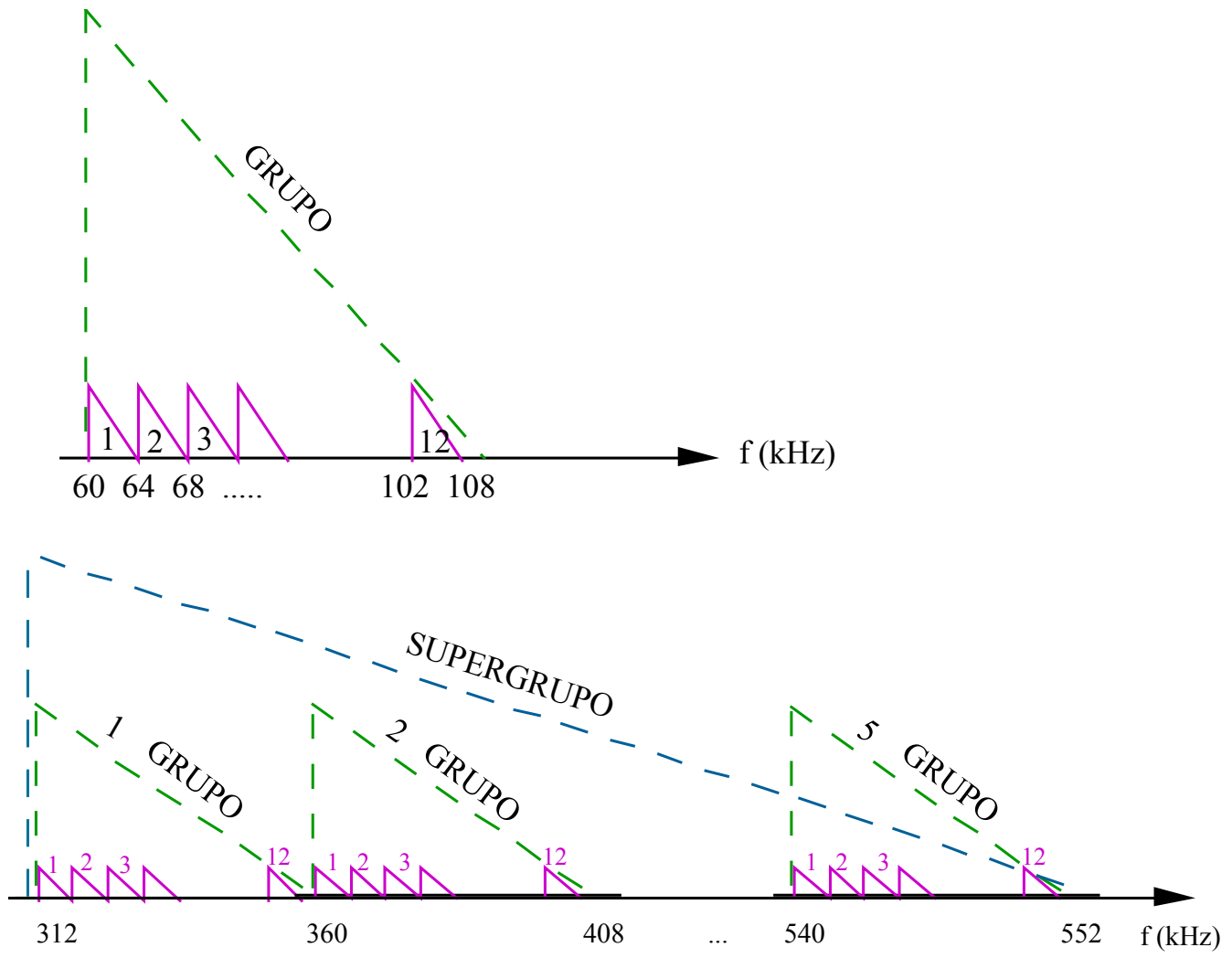
## Para o sistema "CCITT"

- 1 supergrupo de 5 grupos
- 1 grupo mestre de 10 supergrupos
- 1 jumbo grupo de 6 grupos mestre
- 1 jumbo grupo mux de 3 jumbos grupos

- 1 supergrupo de 5 grupos
- 1 grupo mestre de 5 supergrupos
- 1 supergrupo mestre de 3 grupos mestre
- 1 Banda 12MHz de 3 supergrupos mestre
- 1 Banda 60MHz de 12 supergrupos mestre.



Hierarquia FDM padrão CCITT adotada no Brasil.



Espectros na Hierarquia FDM (e.g. LSB).

- Sistemas FDM clássicos (SSB):  $\Rightarrow$  em desuso
- Sistemas c/ fibras ópticas:  $\Rightarrow$  multiplexação WDM

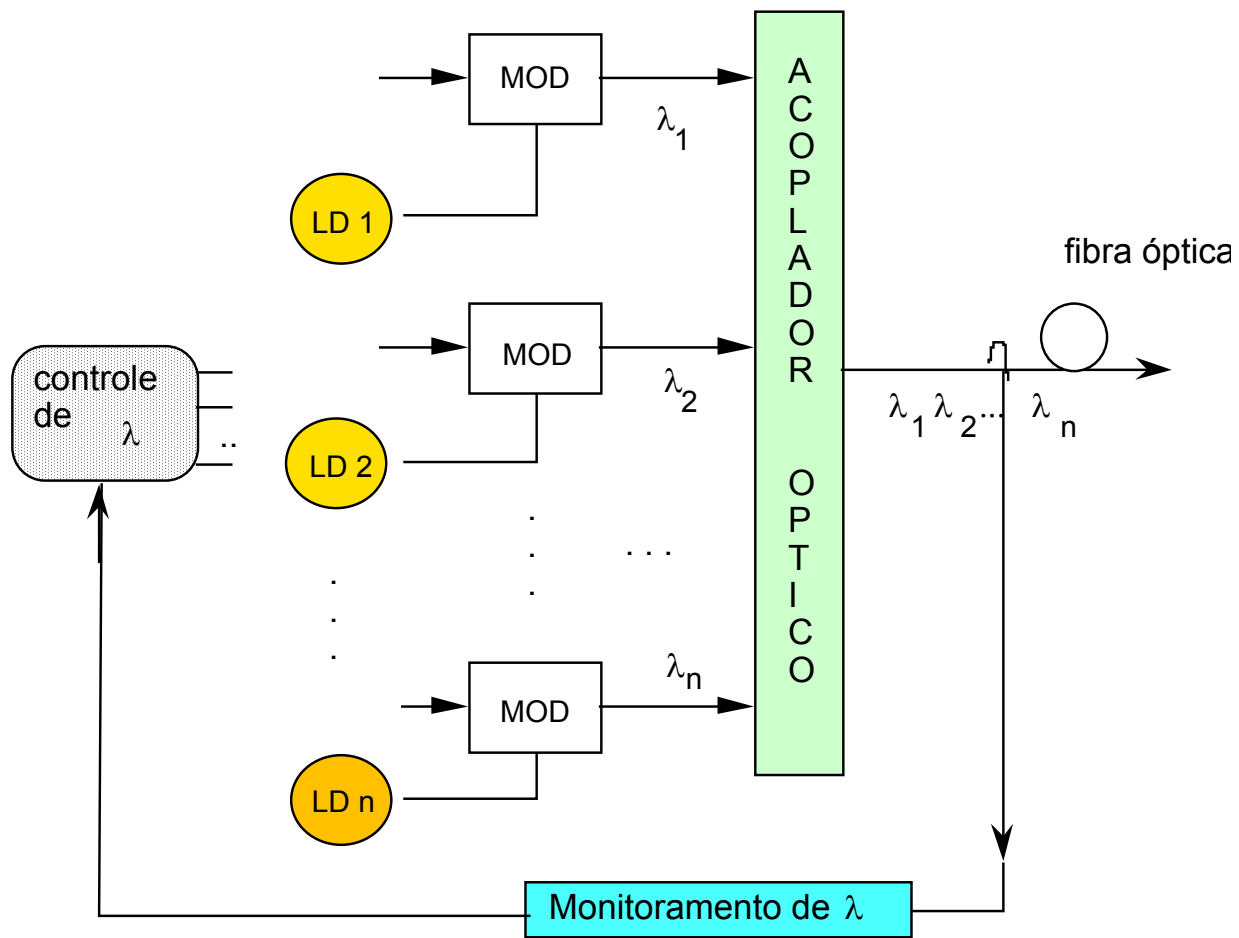
(*wavelength Division Multiplex*) = FDM adotado a sinais ópticos.

A informação de cada tributário é modulada usando um Diodo Laser (DL), que emite comprimento de onda específico para cada subcanal (os Diodos laser são as subportadoras do sistema).

Como  $\lambda=c/f$ , multiplexar em comprimento de onda é o mesmo que multiplexar em frequência.

Cada sinal é modulado individualmente e os sinais ópticos são combinados por um acoplador óptico (guia de onda planar).





Sistema WDM.

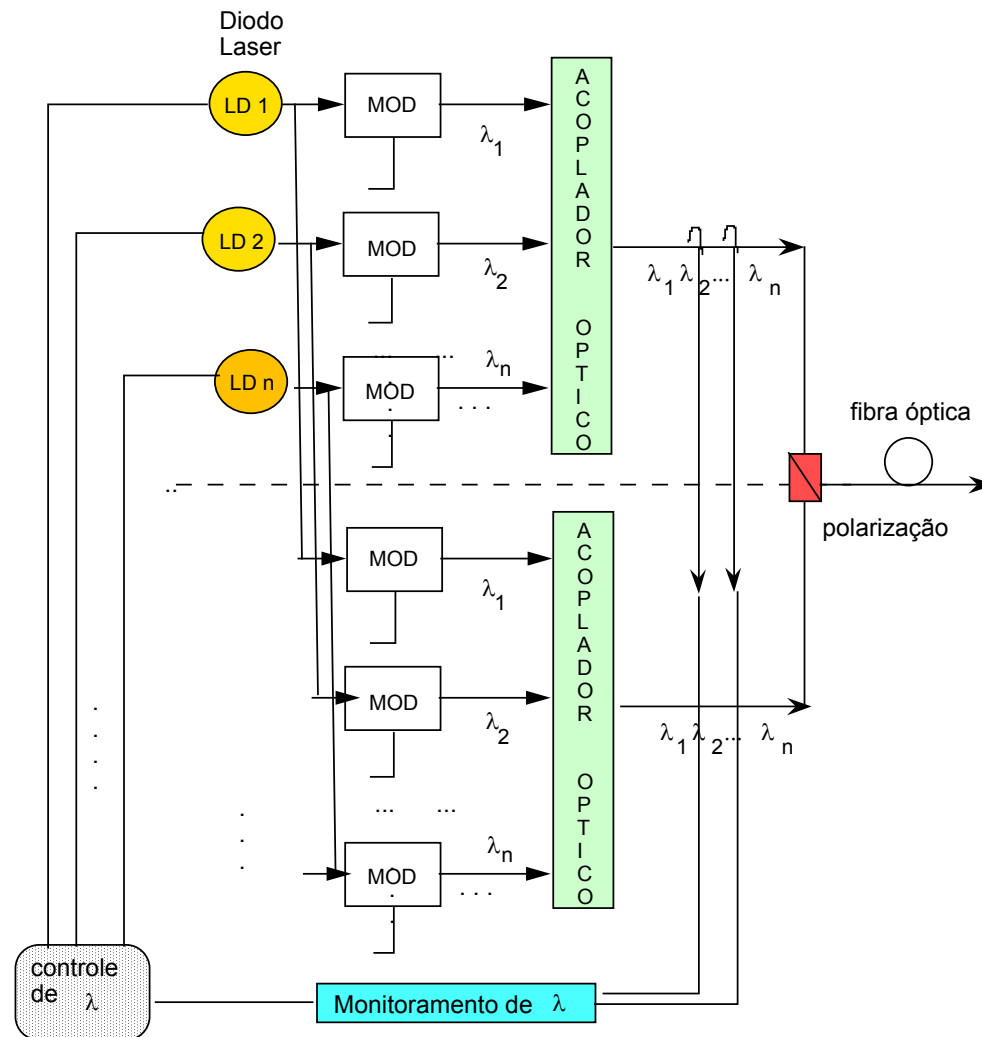


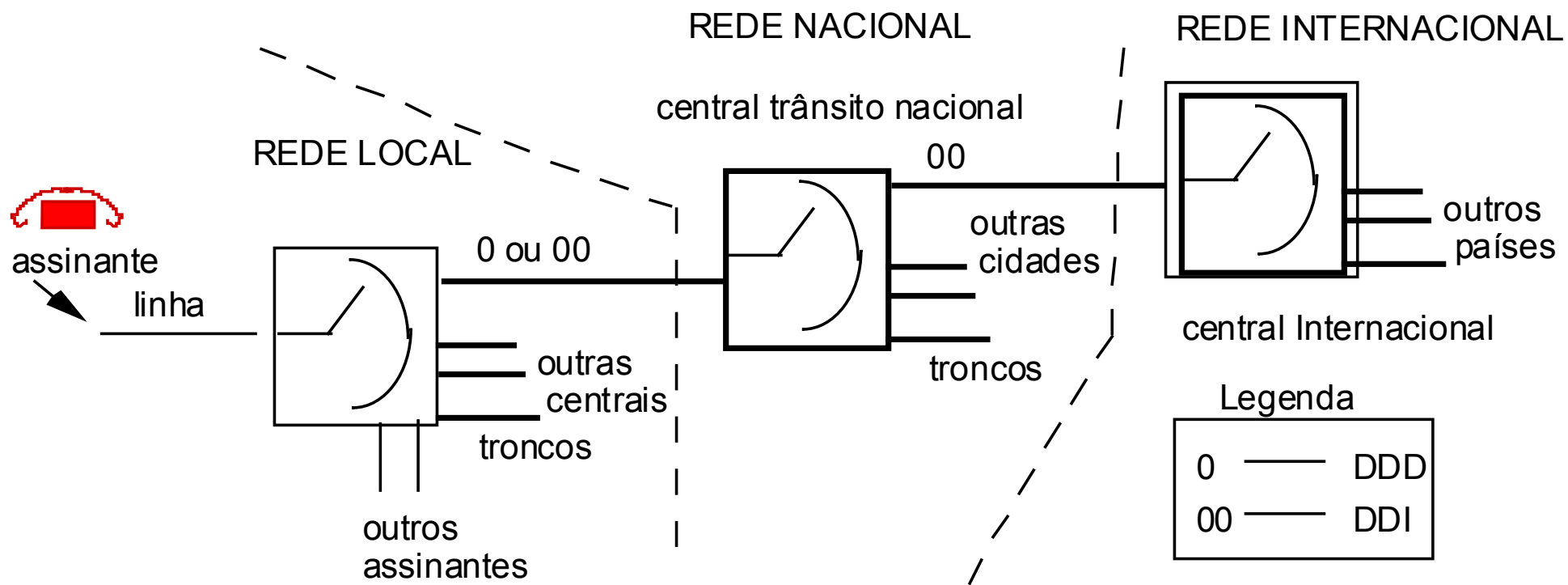
Figura. Sistema de WDM=> Multiplex óptico por Divisão em Comprimento de onda

## **PLANO DE NUMERAÇÃO-**

O 1º algarismo do assinante não deve ser 0 ou 1.

- O código 0 (e 00) é usado para chamadas interurbanas (e internacionais).
- O número inicial 1 é reservado para serviços especiais, utilidade pública e emergência:

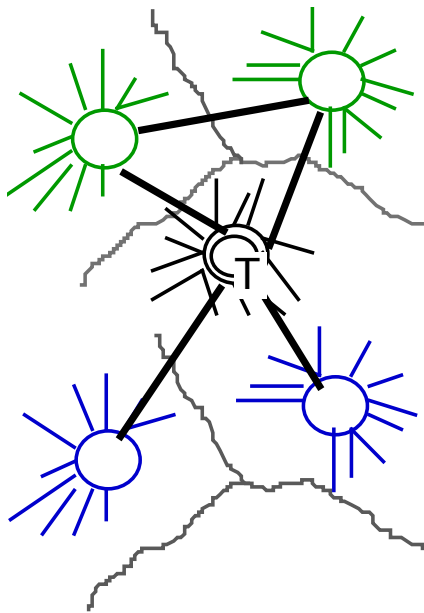
Informações, reclamação de defeitos, hora certa, despertador, polícia, Corpo de Bombeiros, falta de luz e força etc.



Rede Telefônica.

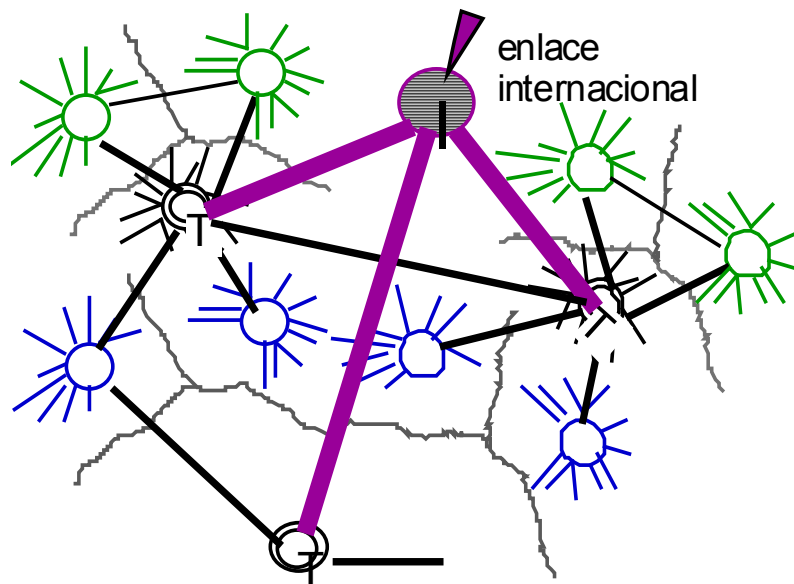
Tipicamente, centrais locais tem uma área de ação de raio 5 a 6 km.

Várias centrais locais podem ser interligadas através de uma **central de trânsito**.



Central de trânsito.

O tráfego interurbano é concentrado através das centrais de trânsito em uma **central interurbana**.



Atualmente, as são centrais digitais do tipo *CPA-T - Central de Programação Armazenada*, com comutação digital.

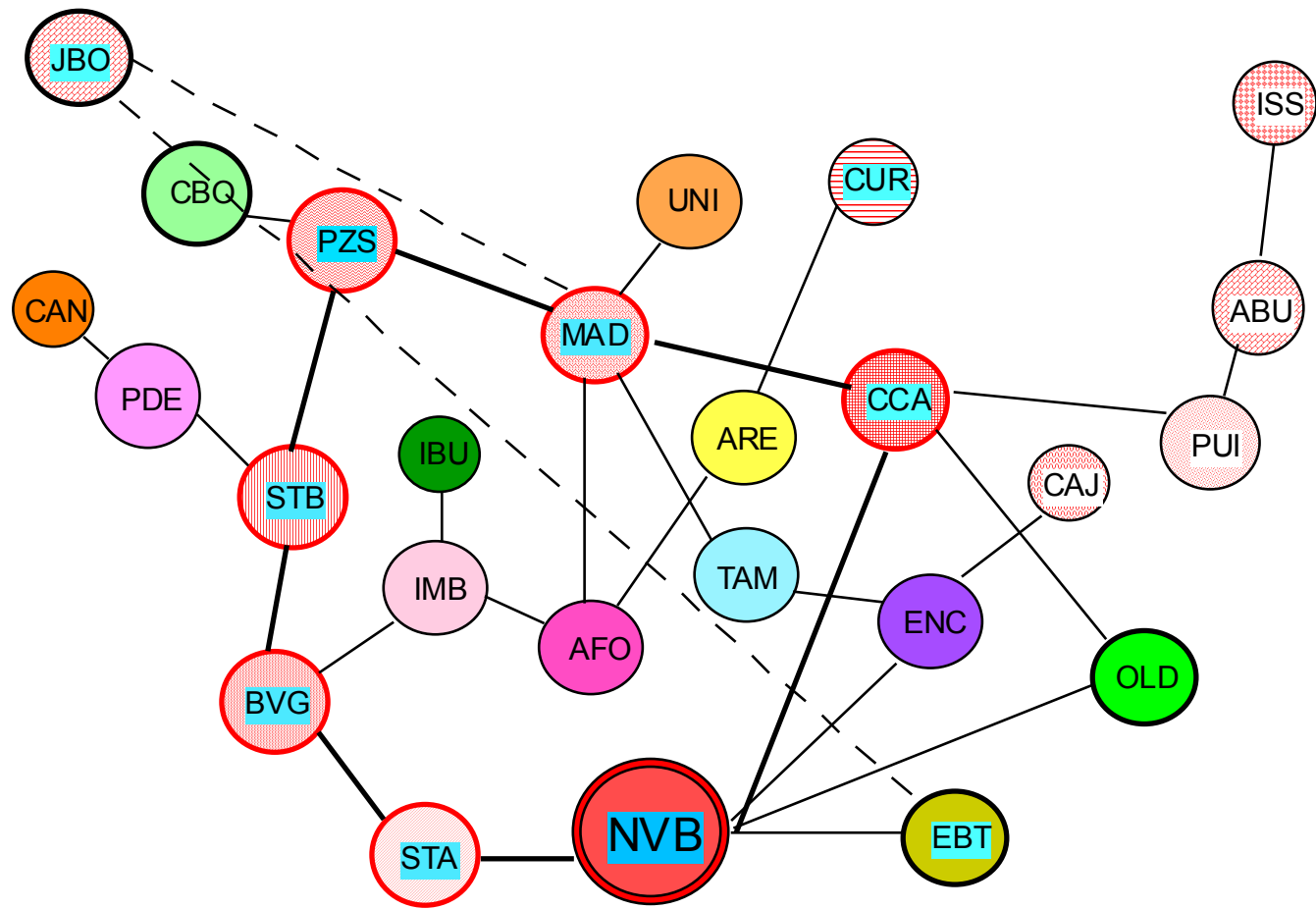
Tecnologia introduzida no final da década de 70, especialmente com as centrais AXE Ericsson, NEAX Nec e EWSD Siemens.

Chega-se a um ponto em que muitas centrais locais significam aumento demasiado no número de troncos, impossibilitando a interligação entre todas elas.

**centrais tandem** são centrais especiais que comutam chamadas de diversas centrais locais. Desempenham uma função auxiliar e não possuem prefixo, não atendendo, portanto, assinantes.

12.938.862 acessos em 1994, com densidade telefônica 9,4 p/ hab.

15.587.365 acessos em 1995, com densidade telefônica de 10,3 p/ hab. (por 100 habitantes).

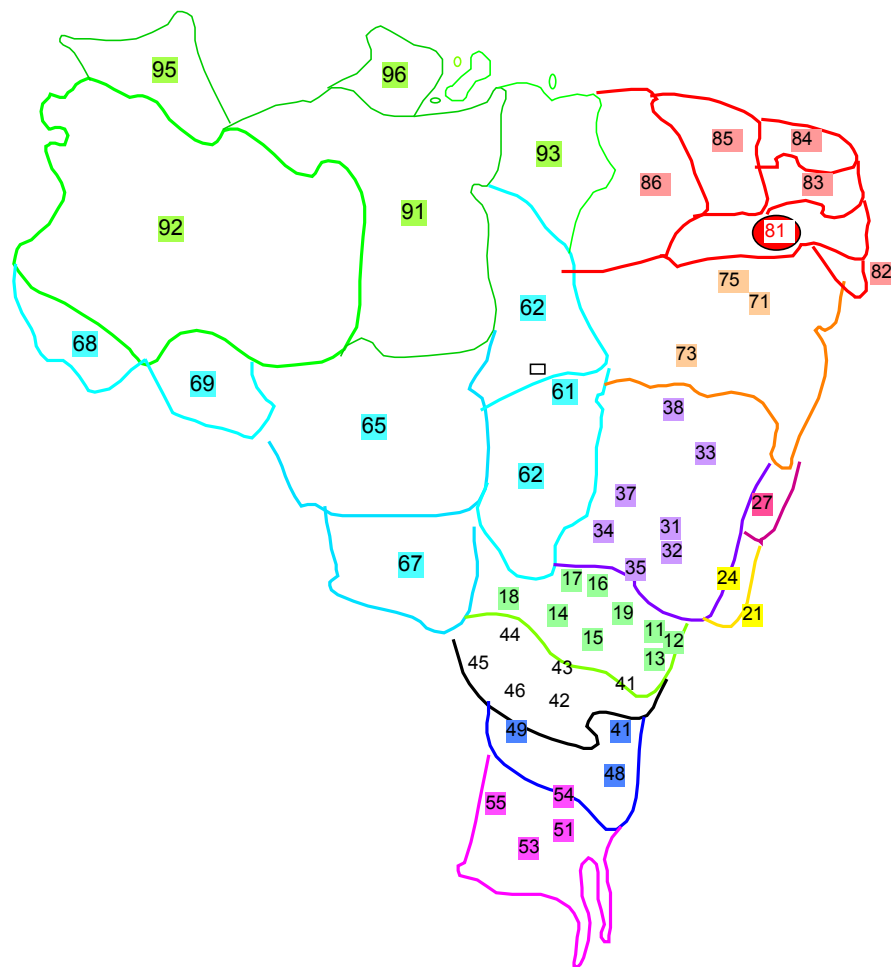


Algumas centrais do grande Recife



Anel principal:

NBV (Nova Boa Vista), STA (santo Ant6nio), BVG (Boa Viagem),  
STB (Set6bal), PZS (Prazeres), MAD (Madalena), CCA (Casa Caiada).



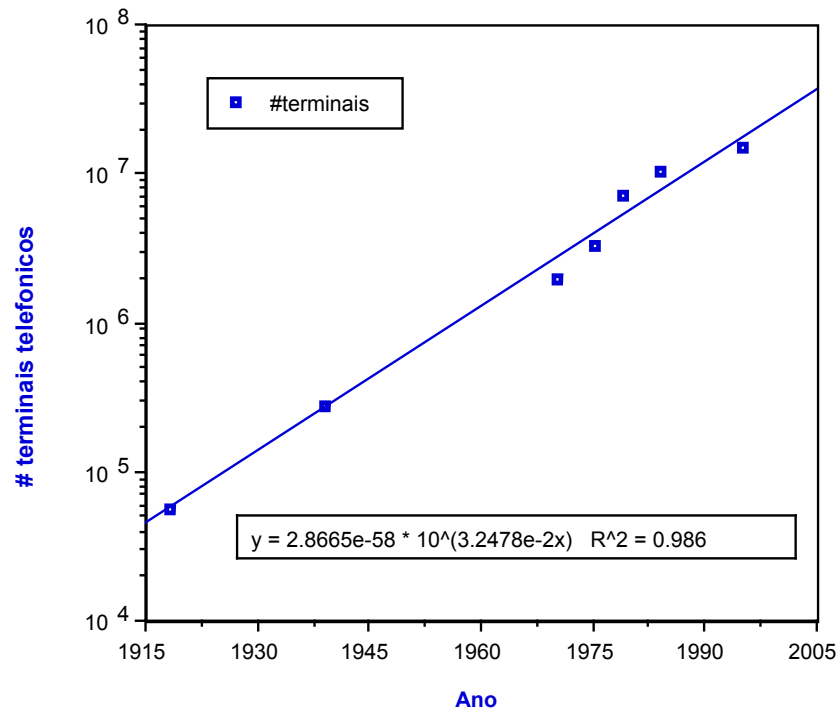
Códigos de área dos estados brasileiros, em centrais interurbanas.

## **O serviço telefônico Internacional:**

- i) Dois sistemas de cabos submarinos para a CEE; -- o Bracan e Atlantis
- ii) Um sistema de cabo submarino para os EUA; -- Brus
- iii) Comunicação por satélite: Intelsat e Inmarsat
- iv) Enlaces de microondas (Argentina, Bolívia, Paraguai)
- v) Cabos de fibras ópticas
- vi) cabos ópticos internacionais:
  - unisur (Brasil, Argentina e Uruguai); Américas I (Brasil EUA).

As principais estações terrenas para transmissão internacional por satélite são: Tanguá (Itaboraí-RJ, inaugurada em 28/02/69) e Morungaba (Campinas-SP)

Evolução do número de terminais telefônicos no Brasil



Nos telefones modernos, a discagem é realizada por meio de teclas, cada uma delas correspondendo à emissão de um par de tons senoidais na faixa de 300 a 3.000 Hz.

Por exemplo, ao compor 5, são enviados simultaneamente dois tons, um de 770 Hz e outro de 1336 Hz (vide tabela).

Este esquema de sinalização entre assinante-central é chamado de DTMF (*Dual-tone Multi-Frequency*).

## Sistema DTMF de digitação por teclas (Recomendação Q23 do CCITT)

HF LF	1209	1336	1447	1633	grupo HF
697	1	2	3	A	grupo HF
770	4	5	6	B	
852	7	8	9	C	
941	*	0	#	D	

Teclado DTMF

grupo LF

Os telefones atualmente dispõem de uma pequena chave comutadora P-T (*pulse-tone*) que permite selecionar a discagem via pulsos ou tons, dependendo da central local aceitar a última possibilidade.

A velocidade de discagem é muito maior no caso de DTMF.

O DTMF além de proporcionar maior velocidade e imunidade a erros (vantagem assinante), resulta em menor ocupação da central, com alívio no tráfego (vantagem para a rede).

