

## EE15 Comunicação de Dados



Aula 18-19:  
TÉCNICAS PARA APROVEITAR  
O CANAL DE COMUNICAÇÃO =  
MULTIPLEXAÇÃO

## MULTIPLEXAÇÃO

É o conjunto de técnicas utilizadas para aproveitar a capacidade de transmissão de um canal de transmissão.

### IDÉIA BÁSICA

- Misturar as INFOS/SINAIS provenientes de diferentes usuários e transmiti-los simultaneamente pelo mesmo canal de comunicação.
- Ao chegarem na outra extremidade do canal de comunicação, os sinais/INFOS são separados e encaminhados aos respectivos destinos.

### PREMISSA

Capacidade de transmissão do meio  $>$  capacidade de produzir INFO dos usuários

- Há compartilhamento do meio de transmissão



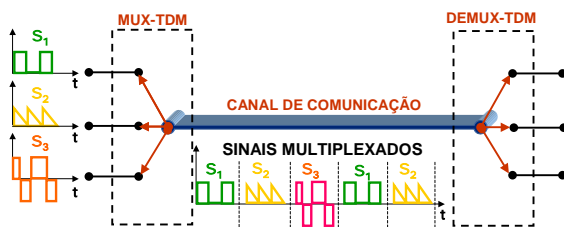
### OBSERVAÇÕES:

- A comunicação se dá entre pares de usuários  $T_1-R_1$ ,  $T_2-R_2$ , etc.
- Dois tipos principais de multiplexação:
  - TDM e FDM
- Outros : STDM

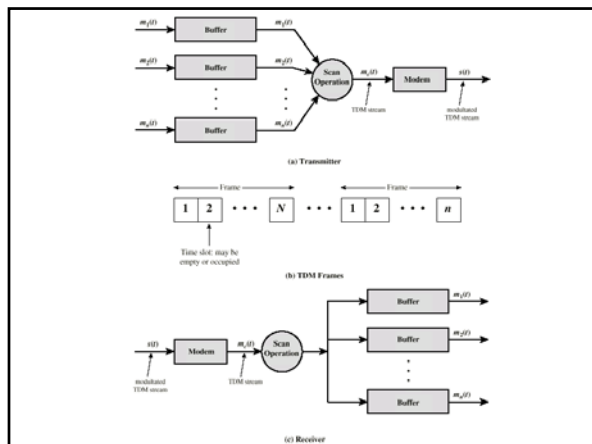
## TDM = "Time Division Multiplexing"

### Multiplexação por divisão de tempo.

- Compartilhar / repartir o tempo de acesso ao canal de comunicação entre os diversos usuários.



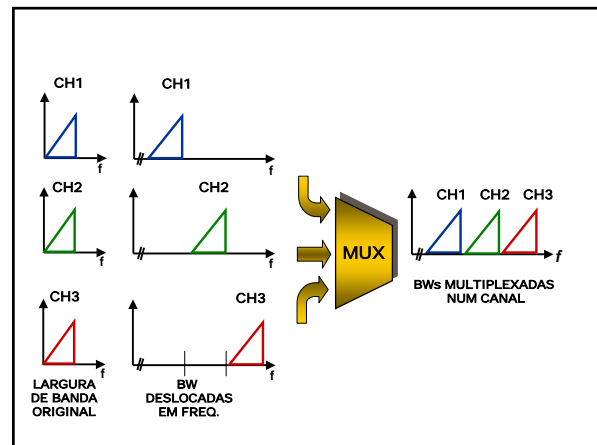
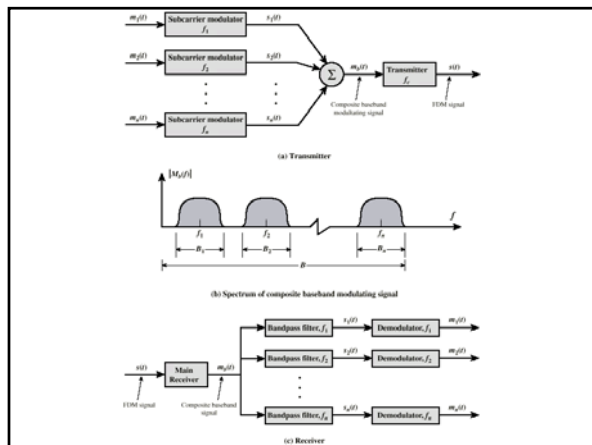
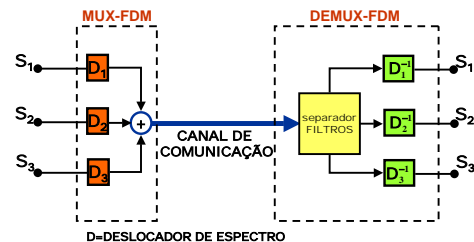
- É feito um rodízio entre os usuários: cada usuário tem o direito de transmitir pelo meio físico durante uma determinada fatia de tempo ("TIME SLOT").



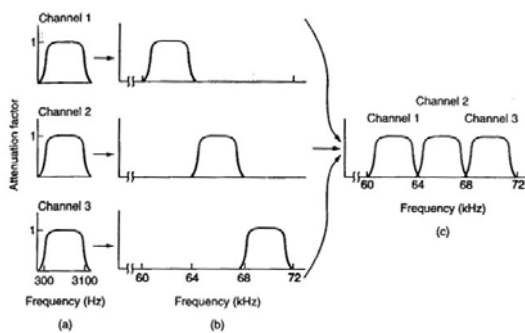
## FDM "Frequency Division Multiplexing"

### IDEIA:

Dividir a largura de banda (BW) do meio de transmissão entre os usuários, alocando uma faixa de frequências (**canal**) para cada usuário.



## FDM para três sinais na Banda de Voz



### Premissa:

- A largura de banda do meio de transmissão é maior do que a soma das larguras de banda dos usuários individualmente.
- Se essa premissa não for atendida, então ocorrerá recobrimento espectral (mistura de espectros) e não será mais possível separar os espectros dos sinais na outra extremidade do canal (portanto os receptores não receberão a informação que foi enviada: falha na comunicação!).

### HIERARQUIA NO FDM

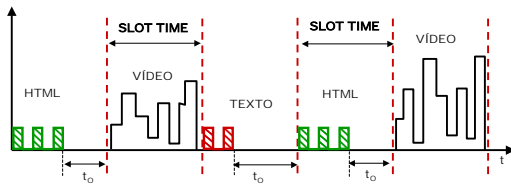
- Grupo
  - 12 canais de voz (4kHz cada) = 48kHz
  - Faixa de 60kHz a 108kHz
- Supergrupo
  - 60 canais
  - FDM de 5 grupos de sinais sob portadoras entre 420 KHz and 612 KHz
- Mastergrupo
  - 10 supergrupos

### Exemplo de Sistemas FDM

- Televisão
- Radio
- Longa Distância
- xDSL

### STDM "Statistical TDM"

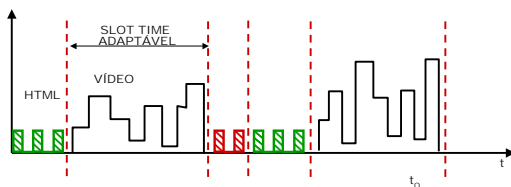
- Multiplexação por divisão de tempo estatística.
- QUAL É O PROBLEMA:  
Usuários podem apresentar taxas de dados muito diferentes, de transmissão de vídeo a períodos ociosos (nada para transmitir), e isso varia no decorrer do tempo.



- $t_o$  = tempo ocioso:  
tempo em que não se está utilizando o meio de transmissão, o usuário não está transmitindo, não está aproveitando toda a sua *slot time* (janela de tempo).
- Isso significa que o sistema de Tx, está sendo subutilizado.
- Por isso, muitos *time slots* são desperdiçados

### SOLUÇÃO:

- Statistical TDM aloca os *time slots* (janelas de tempo) dinamicamente baseado na demanda.
- O Multiplexador monitora as linhas de entrada e coleta os dados até completar o *frame*.



### VANTAGENS

- Não há desperdício de tempo ( $t_o$ ) com esta estratégia.
- Os usuários que possuem maior necessidade, ganham mais tempo (*slot time* maior).
- Os usuários com menor taxa de utilização têm sua *time slot* reduzido.

### DESVANTAGENS

- A taxa de saída de dados é menor que as taxas de entrada.
- Pode causar problemas durante os períodos de pico.
  - Buffers