

Disciplina: Teleprocessamento

AESF: 3o. ano – V semestre - 1999

Profa: Ana Clara

4a.parte

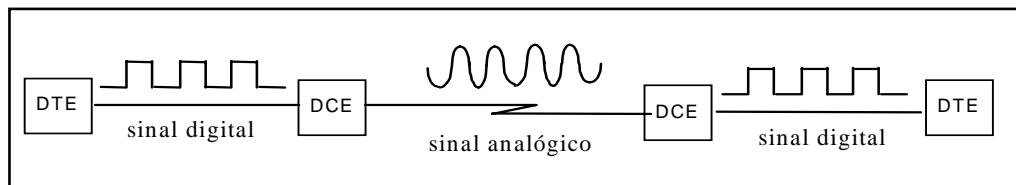
4. MODULAÇÃO, MULTIPLEXAÇÃO E COMUTAÇÃO

4.1) Características dos sinais analógicos	2
4.2) Modulação	3
4.2.a) ASK (Amplitude Shift Keying) - amplitude	3
4.2.b) FSK (Frequency Shift Keying) - frequência	4
4.2.c) PSK (Phase Shift Keying) - fase	4
4.3) Técnica multinível	4
4.4) Codificação de sinal - modulação digital	5
4.5) Multiplexação	6
4.5.a) FDM - Frequency Division Multiplexing : frequência	6
4.5.b) TDM - Time Division Multiplexing : tempo	6
STDM - síncrono ou determinístico	7
ATDM - assíncrono ou estatístico	7
4.6) Comunicação digital	7
4.7) Comunicação analógica x Comunicação digital	8
4.8) Comutação	9
4.8.a) circuito	9
4.8.b) mensagem	9
4.8.c) pacotes	10

4. MODULAÇÃO, MULTIPLEXAÇÃO E COMUTAÇÃO

4a.parte

4.1) Características dos sinais analógicos



sinais digitais
sistemas de computação

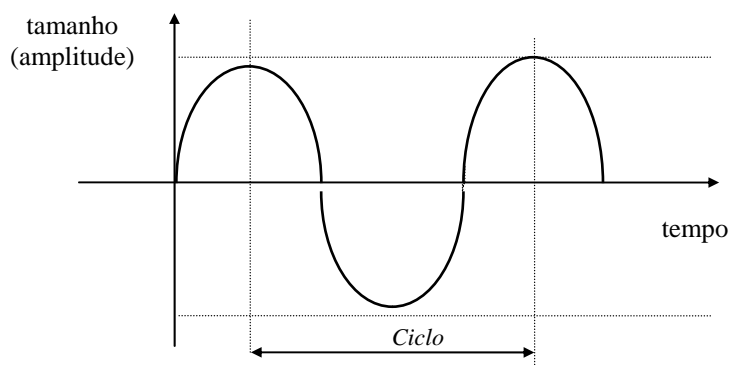
x

 sinais analógicos
sistemas de telefonia

As linhas telefônicas foram projetadas para transmitirem frequências da voz humana.

Na comunicação de dados em que se utiliza como canal as linhas telefônicas, as informações são transportadas através de ondas, sob a forma de sinais analógicos.

Como os computadores trabalham com sinais digitais, há necessidade de um equipamento para fazer a conversão para um sinal analógico, o que chamamos de **MODULAÇÃO**.



Os principais elementos do sinal analógico são:

• Sinal	informações transportadas através da onda
• Onda	movimento oscilatório de sinais eletromagnéticos
• Crista	ponto mais alto da onda
• Ciclo	é a complementação de uma onda (uma volta completa)
• Comprimento	espaço de uma crista até a próxima crista

As principais características de uma onda são:

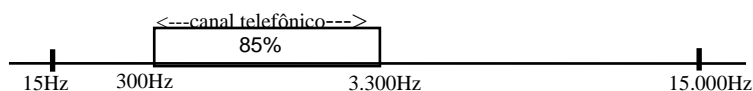
• Amplitude	altura da onda
• Frequência	número de ciclos por unidade de tempo
• Fase	sequência da onda

Conceitos relacionados com transmissão:

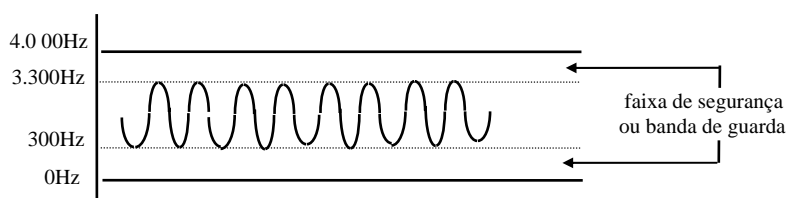
• Banda passante	- intervalo de frequências que compõem o sinal
• Largura da banda	- é o tamanho da banda passante - a diferença entre a maior e a menor frequência que compõe o sinal. Ex: canal telefônico para voz - largura de banda de 3000Hz (3 KHz)
• Onda portadora	é uma onda dentro da banda de frequência que leva o sinal da origem até o destino

Faixas de frequências:

- * a voz humana utiliza uma energia que está distribuída de 15Hz a 15.000Hz;
 - por padronização, estabeleceu-se que a faixa de voz na telefonia seria de 300 Hz a 3300Hz (85% de inteligibilidade);



- * a banda de transmissão (banda passante) da rede telefônica está entre 0 e 4KHZ por canal;
 - teremos uma faixa de segurança de 0 a 300Hz e de 3.300 a 4.000 Hz.

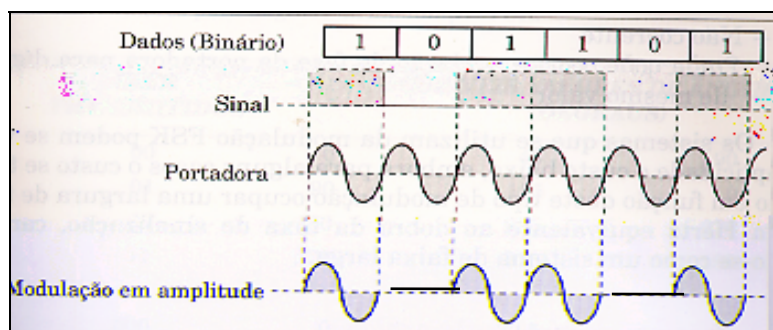


4.2) Modulação em sinais analógicos

- técnica utilizada para transformar um sinal digital a fim de que ele possa ser transportado através de um canal de comunicação e ser recuperado no seu destino;
- o sinal digital precisa ser modulado para que consiga utilizar o sistema telefônico como meio de comunicação;
- a modulação analógica consiste em alterar, conforme o sinal a ser transmitido, uma das características da onda portadora:
 - amplitude
 - frequência
 - fase

4.2.a) ASK (Amplitude Shift Keying) - amplitude

- * a amplitude da onda é alterada de acordo com a variação do sinal da informação:
 - se for o bit "1", transmite a portadora sem alterar a amplitude;
 - se for o bit "0", a amplitude será reduzida.



- * **vantagens:** - utilizada para taxas de transmissão muito baixas
- * **desvantagens:** - bastante sensível a ruídos e distorções.

4.2.b) FSK (Frequency Shift Keying) - frequência

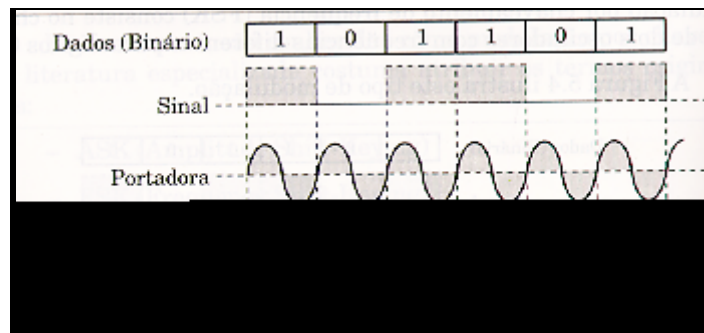
- * altera a frequência da portadora conforme o valor do bit a ser transmitido:
 - se for o bit "1", transmite a própria portadora sem alterar a frequência;
 - se for o bit "0", a frequência da portadora é alterada para uma frequência mais alta.



- * **vantagens:** - pouca sofisticação nos modems;
- * **desvantagens:** - necessidade de uma relação S/R (sinal/ruído) muito elevada

4.2.c) PSK (Phase Shift Keying) - fase

- * consiste em variar a portadora conforme o valor do bit a ser transmitido:
 - se for o bit "1", transmite a própria portadora sem alterar a fase;
 - se for o bit "0", a fase da portadora é invertida em 180 graus.



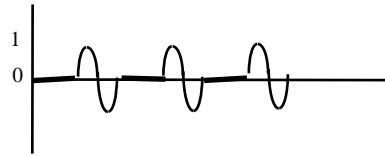
- * **vantagens:** - bastante eficientes por serem pouco sujeitos á perturbações do meio
- * **desvantagens:** - custo mais elevado

*) outras técnicas de modulação

- * QAM - Quadrature Amplitude Modulation
- * DPSK - Diferencial Phase Shift Keying

*) técnica multinível

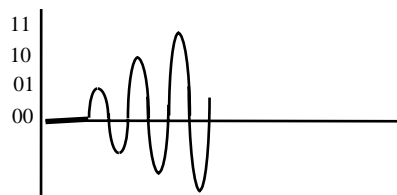
- permite transmitir "n" bits em cada variação da onda portadora, por exemplo:
- * Monobit - transmite um bit para cada variação da onda portadora, isto é, a cada bit '0' ou '1' a portadora sofre uma mudança em uma das suas características;
 - valores transmitidos = $2^1 = 2$ valores : 0 e 1
 - exemplo em FSK: bit 1 = não varia - 0 grau
bit 0 = varia em 180 graus
 - exemplo em ASK: bit 1 = não varia - amplitude normal
bit 0 = varia amplitude



* Dibit - transmite dois bits ao mesmo tempo, para cada variação da portadora
 - valores transmitidos = $2^2 = 4$ valores : 00, 01, 10 e 11

- exemplo em FSK: bit 11 = não varia - 0 grau
 bit 10 = varia em 90 graus
 bit 01 = varia em 180 graus
 bit 00 = varia em 270 graus

- exemplo em ASK: bit 11 = não varia
 bit 10 = varia amplitude - tamanho 1
 bit 01 = varia amplitude - tamanho 2
 bit 00 = varia amplitude - tamanho 3



* Tribit - transmite três bits ao mesmo tempo, para cada variação da portadora
 - valores transmitidos = $2^3 = 8$ valores : 000, 001, 010, 100, 011, 110, 101 e 111

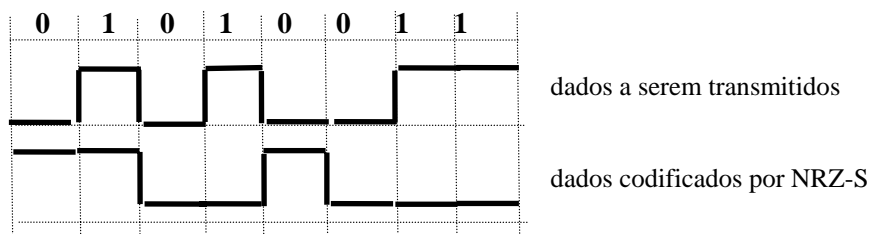
* Tetrabit - transmite quatro bits ao mesmo tempo, para cada variação da portadora
 - valores transmitidos = $2^4 = 16$ valores : 0000, 0001, 0010, 0100, 0011, 0110, 0101, 0111, 1000, 1001, 1010, 1100, 1011, 1110, 1101 e 1111

4.3) Modulação em sinais digitais - codificação de sinal

Na modulação digital, não existe exatamente uma modulação mas simplesmente uma codificação de sinal com a finalidade de adequar o sinal para ser transportado através de uma linha física; assim sendo, o sinal digital é transformado em um outro sinal digital mais adequado às condições da linha.

Dentre as técnicas mais utilizadas, podemos citar a técnica NRZ-S (Non Return to Zero):

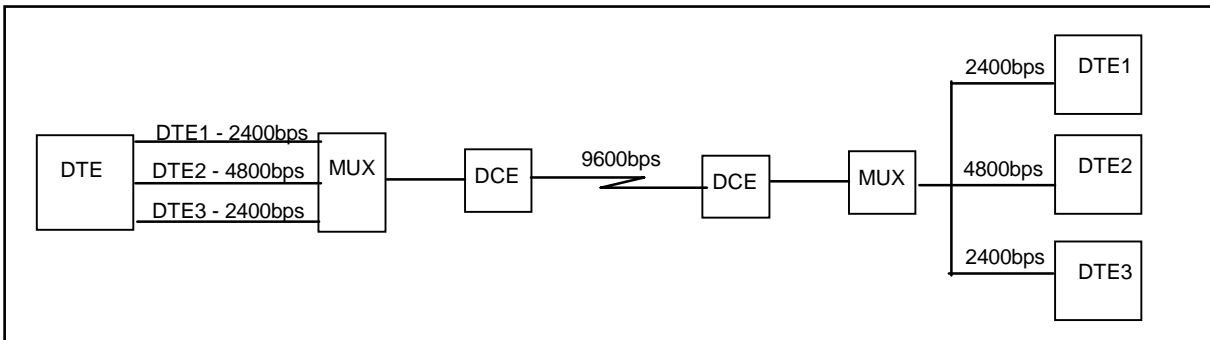
- * se bit "1" - mantém o nível
- * se bit "0" - muda de nível



* outras técnicas de modulação digital
 - RZ, NRZ-M, BIO, AMI, etc.

4.4) Multiplexação

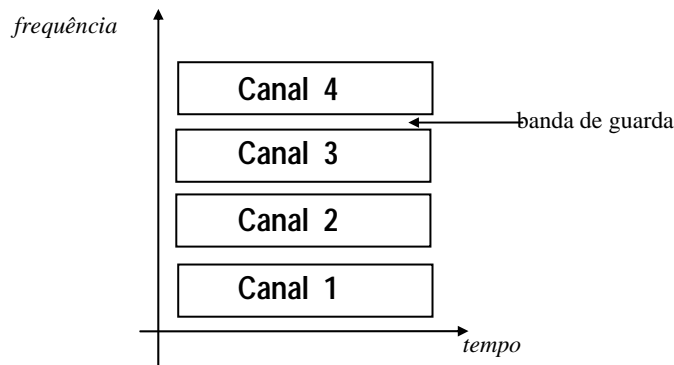
- permite o uso de mais de um canal de dados por um único meio de comunicação, possibilitando assim a utilização do mesmo meio de transmissão para diferentes transmissões simultaneamente;
- compartilhamento do meio de comunicação por várias transmissões
- a multiplexação pode ser por frequência ou tempo



- a velocidade do canal principal deve ser maior ou igual ao somatório das velocidades dos canais secundários

4.4.a) FDM - Frequency Division Multiplexing : frequência

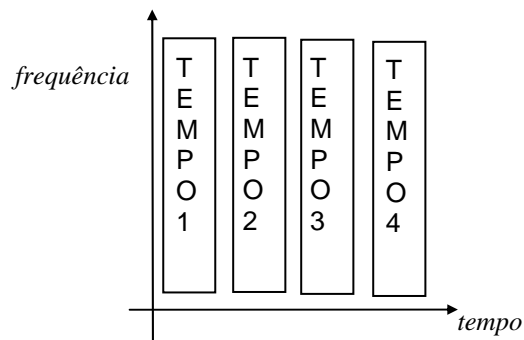
- * é uma das técnicas mais antiga e é bastante utilizada em sistemas de transmissão de voz;
- * divide a banda passante em várias faixas de frequências, que serão usadas por cada uma das transmissões;
- * necessita de uma *banda de guarda* para evitar interferências entre as diferentes faixas;



analogia: pista de corrida de 100 mt - a pista é dividida em raias e cada competidor só pode usar a que lhe foi destinada.

4.4.b) TDM - Time Division Multiplexing : tempo

- reserva um intervalo de tempo para cada transmissão, ou seja, a banda passante é totalmente disponível para uma mesma transmissão, mas apenas num intervalo de tempo determinado
- técnica mais utilizada para transmissão de dados

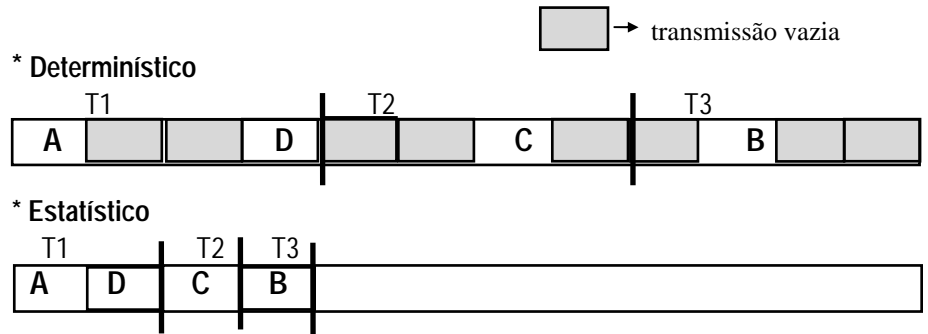
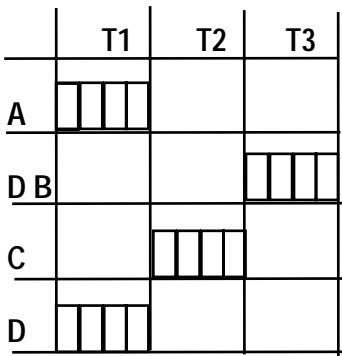


analogia: pista de salto em altura – totalmente utilizado por apenas um competidor em um determinado intervalo de tempo

A multiplexação por tempo pode ser dividida em:

- **STDM** - síncrono ou determinístico
 - atribui fatias de tempo fixas independentemente do tráfego, estando a transmissão ativa ou não;
- **ATDM** - assíncrono ou estatístico
 - a atribuição de fatias de tempo depende do tráfego;
 - necessita de um cabeçalho de endereçamento

Exemplo:



4.5) Comunicação digital

- permite a transmissão de sinais analógicos em circuitos digitais;
- com essa técnica é possível a transmissão da voz, que é uma informação tipicamente analógica, através de uma comunicação digital pela rede telefônica, com a instalação de novas centrais e cabos de fibra ótica.

* Comunicação analógica:
 - sinais digitais são transformados em sinais analógicos através de modulação
 - transmissão analógica - FDM

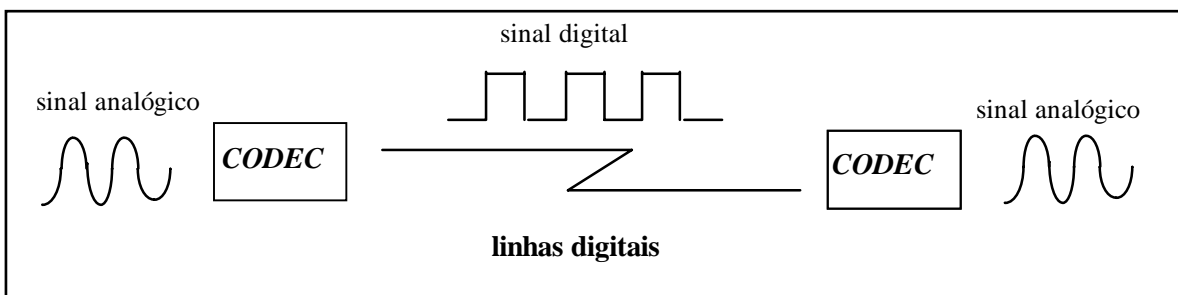
X

* Comunicação digital:
 - sinais analógicos são transformados em sinais digitais através de codificação
 - transmissão digital - TDM

* **CODEC (Codificador/Decodificador)** - dispositivos que codificam informações analógicas em sinais digitais através de amostragens;

* técnica de modulação na comunicação digital:

- PCM (Pulse Code Modulation) - técnica de modulação por código de pulso
- desenvolvida a partir da década de 60, sendo muito utilizada atualmente



* **vantagens da comunicação digital:**

- mais imune a ruídos que a comunicação analógica
- utiliza regeneradores de sinais ao invés de amplificadores da transmissão analógica (a transmissão analógica amplifica também os ruídos);
- circuitos digitais têm custos menores que os analógicos devido ao avanço da microeletrônica;
- facilidade de integração de vários tipos de sinais: voz, dados e imagens
- avanços crescentes em técnicas de digitalização de voz aprimoram cada vez mais esta técnica

* **padronização de esquemas de hierarquia em sistemas de telefonia digital:**

- padrão americano : T1 = 1,54 Mbps - compreende 24 canais de 64 kbps
- padrão europeu : E1 = 2,04 Mbps - compreende 30 canais de 64 kbps
- padrão japonês

* **RDI - Rede Digital Integrada** - rede telefônica composta de segmentos de comunicação analógicos e segmentos totalmente digitalizados;

- comuta circuitos digitais de 64kbps;
- rede telefônica atual - etapa de digitalização da rede

* **Padrão Wireless** – TDMA (Time Division Multiple Access) : técnica mais moderna

- CDMA (Code Division Multiple Access) : técnica mais moderna
- GSM : técnica mais popular - européia

4.6) Comunicação analógica x Comunicação digital

Aspecto	Analógico	Digital
canal básico do sistema	canal de voz c/ largura de banda 3,3 KHz	canal digital de 64kbps
estrutura hierárquica	multiplexação FDM	multiplexação TDM
técnica de extensão	amplificadores	regeneradores
afetação pelo ruído	ruído somado ao sinal	ruído não afeta
confiabilidade	baixa	alta
taxa de erro	10^{-5} a 10^{-6}	10^{-9} a 10^{-12}
serviços	serviços distintos de telefonia ou telex ou imagem	serviços integrados RDSI = voz + dados + imagem

4.7) Comutação

* alocação de recursos da rede para transmissão

4.7.a) circuito

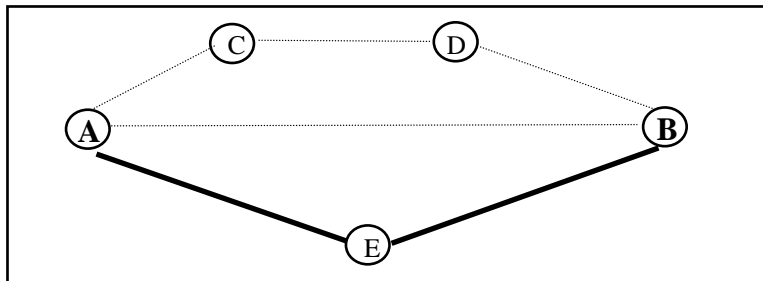
- pré-determinação de um caminho dedicado - ex: ligação telefônica
- etapas:
 - . estabelece circuito
 - . transmite
 - . desconecta circuito

* vantagem: não tem enfileiramento

* desvantagem: alocação de um canal exclusivo

exemplo: conexão discada à Internet

processo: durante todo o tempo de transmissão de **A** para **B**, o link de comunicação **A/E/B** ficará alocado apenas para essa comunicação



4.7.b) mensagem

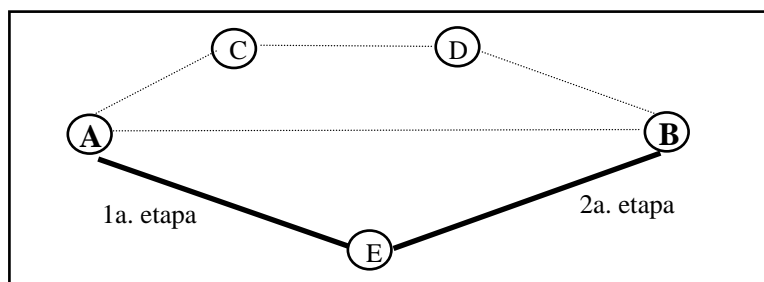
- armazena-e-encaminha (store-and-forward): a mensagem é armazenada em cada nó secundário e reenviada no momento seguinte

* vantagem: melhor aproveitamento do circuito

* desvantagem: enfileiramento de mensagens

exemplo: e-mail da Internet

processo: durante a transmissão de **A** para **B**, a mensagem será encaminhada inicialmente para a estação **E** ficando esse link reservado; posteriormente, o link **A/E** será liberado e será reservado o link **E/B** que ficará alocado apenas durante a transmissão da mensagem até o nó **B**



4.7.c) pacotes

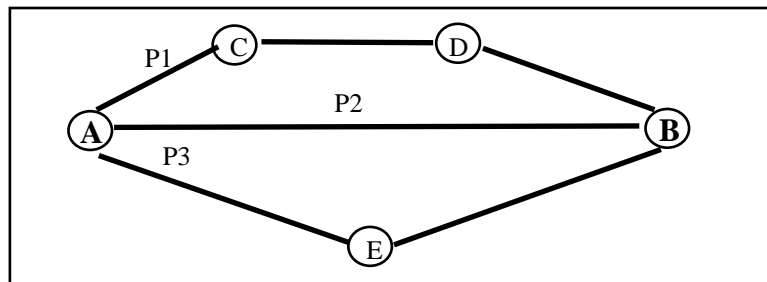
- mensagem dividida em pacotes e enviados simultaneamente por vários caminhos, sendo agrupados apenas na estação destino;

* vantagem: comunicação rápida com menor enfileiramento de pacotes

* desvantagem: controle para detectar perda de pacotes e rotinas para formatação/reformatação de mensagens (divididas em pacotes)

exemplo: Rede Nacional de Pacotes - RENPAC

processo: durante a transmissão de **A** para **B**, a mensagem será dividida em pacotes (P1, P2, P3) que podem ser encaminhados por diferentes caminhos simultâneos até o seu destino; o link somente será reservado durante a transmissão do pacote, ficando imediatamente liberado para uma outra transmissão; a mensagem será remontada quando os pacotes chegarem ao nó **B**.



Refleta: Qual a comutação ideal para:

- tráfego não constante?
- estações simples?
- tráfego em rajadas?
- estações com grande capacidade de armazenamento?
- tráfego contínuo e constante?
- estações com grande capacidade de processamento?