

[◀ VOLTAR](#)

# Modulação e Multiplexação

Conhecer os métodos de modulação e multiplexação

NESTE TÓPICO



Marcar  
tópico



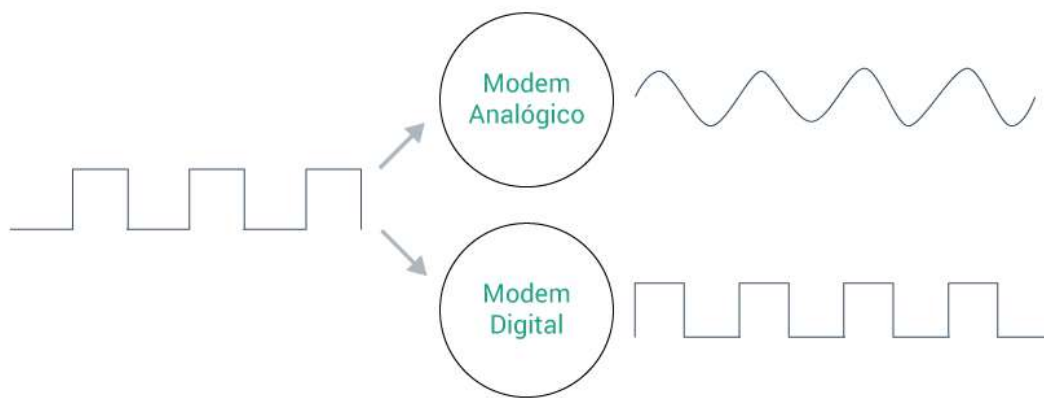
## Modulação

A transmissão de dados digital (saída de um computador) por uma rede de comunicação analógica (sistema de telefonia) necessita da representação de dados digitais na forma analógica. Essa representação é feita pela modificação (ou modulação) de um sinal analógico (portador) na origem, para que o sinal se conforme com os dados digitais, sendo transmitidos, e então pela conversão do sinal de volta à forma digital no destino (demodulado).

O dispositivo que executa essas funções é chamado de modem. O modem é um equipamento bidirecional, instalado nos dois lados de um canal de comunicação de dados. É ele que adapta o sinal digital do computador às características da linha de transmissão (que pode ser analógica ou digital).

Os modems analógicos transformam o sinal digital em analógico modulado para a transmissão pela rede telefônica. São utilizados em comunicações sem limite de distância, e possuem maior custo por causa da complexidade de seus circuitos eletrônicos.

Os modems digitais transmitem o sinal digital codificado diretamente na linha telefônica, sem modulação. Apresentam custo menor, mas só são utilizados para pequenas distâncias, de 4 a 5 km.



Modulação analógica e digital

Para transmitir dados digitais (por exemplo: saída de dados de um computador) por meio de uma rede de comunicação analógica (por exemplo: o sistema de telefonia), é necessário adaptar esses dados para a forma analógica. Pode-se fazer isso, alterando as características da onda eletromagnética (aqui chamada de onda portadora) de acordo com os dados que serão transmitidos. Chama-se esse processo de modulação.

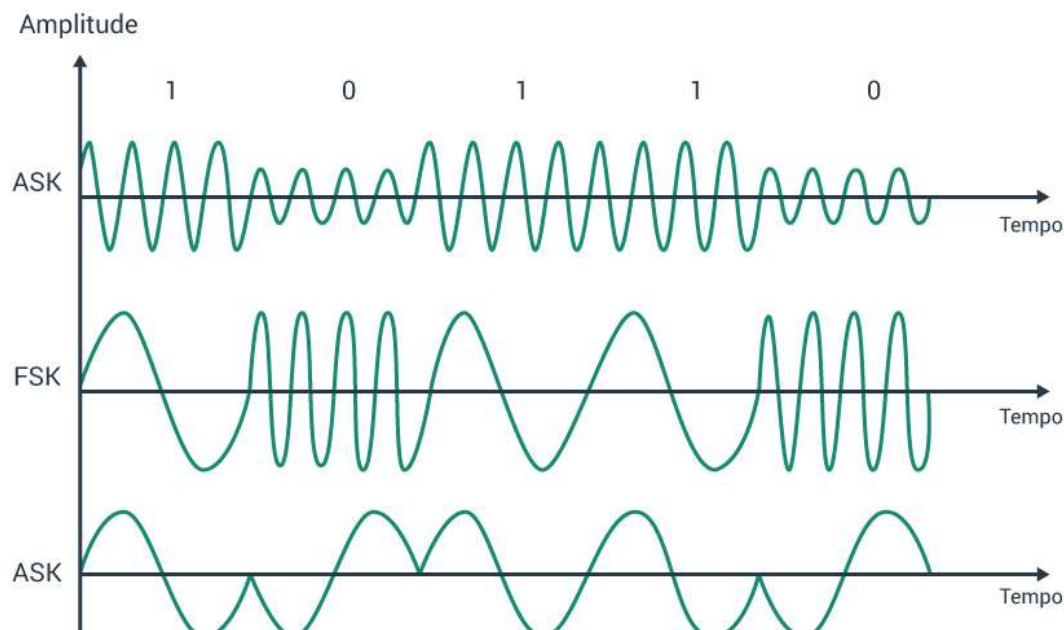
Pode-se modular de forma analógica por amplitude, frequência ou fase da onda eletromagnética.

A modulação em amplitude (AM, Amplitude Modulation) altera a amplitude (ou a “força”) de um sinal, chamado portadora, que varia em função do sinal de interesse, que é o sinal modulador. A frequência e a fase da portadora são mantidas constantes.

Já na modulação em frequência (FM, Frequency Modulation), o desvio instantâneo de frequência da portadora é proporcional ao sinal de mensagem. A amplitude e a fase da portadora são mantidas constantes.

A modulação em fase (PM, Phase Modulation) modifica seus ângulos com base na informação que está sendo transmitida. A amplitude e a frequência da portadora são mantidas constantes.

No contexto da modulação de conversão de dados (ou sinais) digitais para analógicos, as técnicas de modulação AM, FM e PM discutidas são denominadas, respectivamente, chave de desvio de amplitude (ASK, Amplitude Shift Keing), chave de desvio de frequência (FSK, Frequency Shift Keing) e chave de desvio de fase (PSK, Phase Shift Keing).



Modulação ASK, FSK, PSK

### Alguns exemplos práticos do uso de modems:

existem duas tecnologias atuais, o **ISDN** (Integrated Services Digital Network, Redes Digitais de Serviços Integrados) e o **ADSL** (Assymetric Digital Subscriber Line, Linha Digital Assimétrica para Assinante).

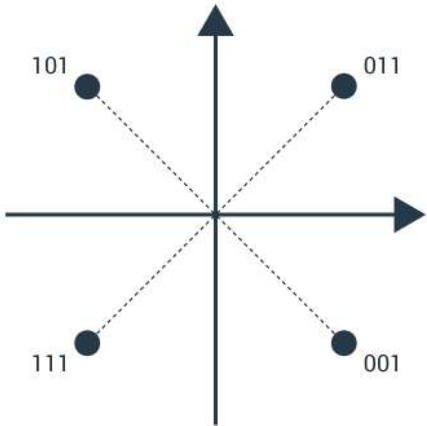
O ISDN é um serviço de transmissão que é oferecido por companhias telefônicas e projetado para transmitir comunicações de voz e de dados na mesma rede. O serviço ISDN é digital de ponta a ponta, e permite que o cabeamento de par trançado transmita dados digitais comutados por circuito ou por pacotes.

O ADSL é uma tecnologia que permite que dados, voz e vídeo sejam misturados e transportados por linhas telefônicas analógicas padrão. Isso é feito pela utilização de frequências não usadas que estão disponíveis em uma linha telefônica.

O canal telefônico, utilizado para a transmissão de dados a longas distâncias, não apresenta somente a desvantagem de ser um canal analógico. Ele também tem o inconveniente de uma largura de banda muito limitada, situada em torno de 4.000 Hz. Com essa banda, não é possível uma alta taxa de transmissão quando se codifica bit a bit. A solução para aumentar a velocidade é utilizar uma codificação que manipule grupos de bits. Esse processo recebe o nome de técnica de modulação multinível.

No exemplo a seguir, a cada mudança de estado da linha, codificam-se dois bits, e não apenas um bit. O resultado disso é que efetivamente dobra-se a taxa de transmissão. Essa é uma técnica dibit.

Codificação	Amplitude	Fase
00	A	45°
01	A	135°
10	A	225°
11	A	315°

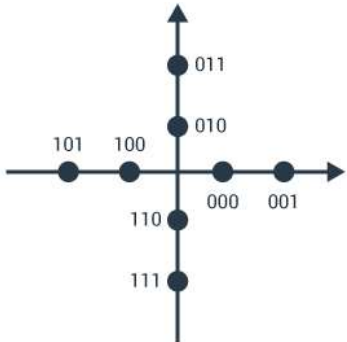


4-QAM  
1 Amplitude, 4Fases

Modulação com técnica dibit

Se houver a codificação por meio de três bits, tem-se uma técnica de modulação tribit. Veja no exemplo a seguir:

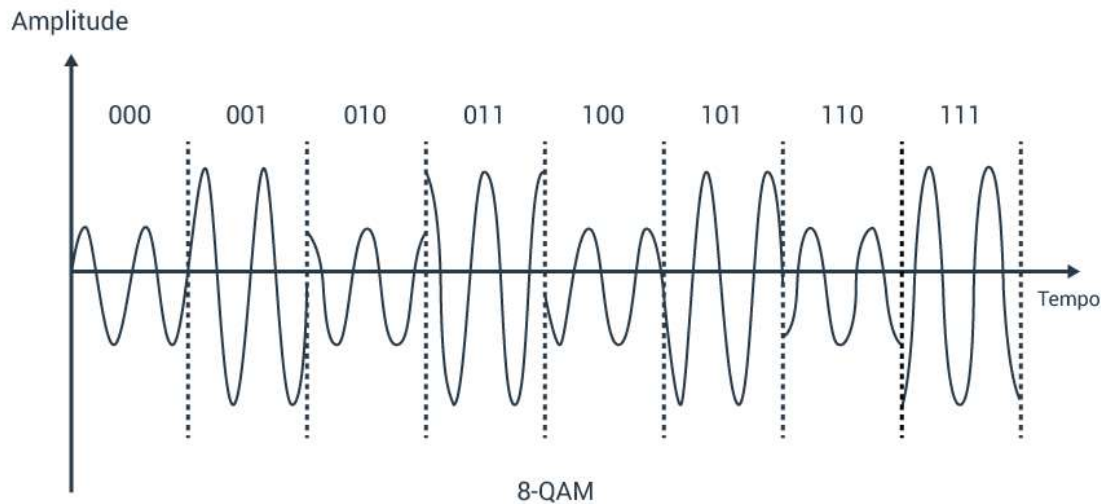
Codificação	Amplitude	Fase
000	A/2	0°
001	A	0°
010	A/2	90°
011	A	90°
100	A/2	180°
101	A	180°
110	A/2	270°
111	A	270°



8-QAM  
2 Amplitudes, 4Fases

### Modulação com técnica tribit

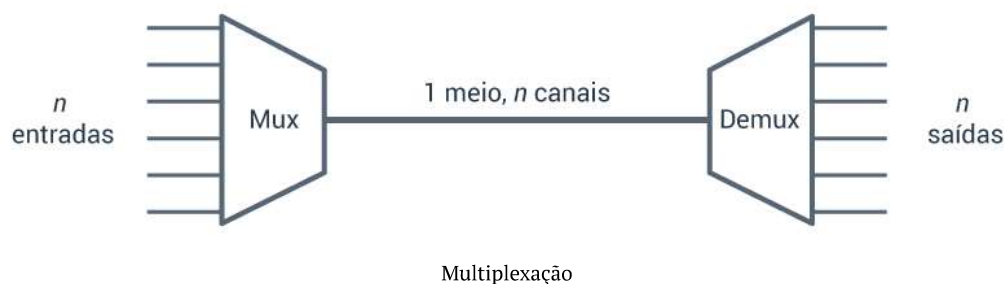
segundo a qual se modificam simultaneamente a amplitude e a fase, é denominada QAM (Quadrature Amplitude Modulation, Modulação por Amplitude em Quadratura):



Modulação com a técnica QAM

### A técnica Multiplexação

Multiplexação é um processo que possibilita que dados de múltiplos canais de transmissão compartilhem uma ligação comum. Em sua forma mais simples, a multiplexação combina dados de diversos canais de entrada e os transmite através de um circuito. Na ponta receptora, os dados multiplexados são separados (em um processo chamado demultiplexação) e entregues aos dispositivos de saída correspondentes. Isso é feito por meio de um multiplexador (mux) que, no lado receptor, é chamado de demultiplexador (demux), conforme ilustrado na figura a seguir:



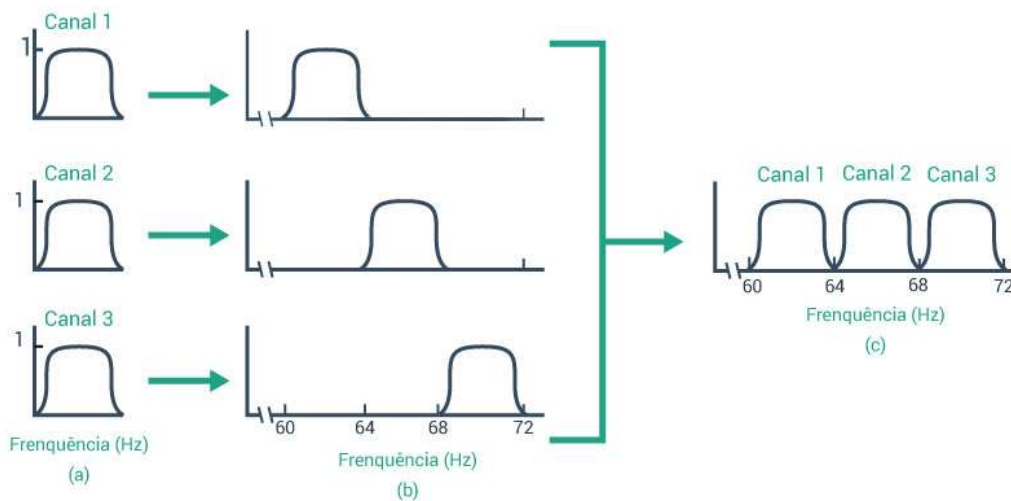
Uma aplicação comum de multiplexação é na comunicação de longa distância. Os troncos em redes de longa distância são enlaces (conexão estabelecida entre dois pontos para comunicação) de fibra óptica, coaxial ou micro-ondas de alta capacidade.

Esses enlaces podem transportar simultaneamente grandes quantidades de transmissões de voz e dados utilizando multiplexação.

Existem muitas estratégias para multiplexação. Aqui, veremos dois tipos: multiplexação por divisão de frequência e multiplexação por divisão de tempo.

A multiplexação por divisão de frequência é conhecida por FDM (Frequency Division Multiplexing). É uma forma familiar e amplamente utilizada, como em sistemas de TV a cabo, por exemplo, que transportam múltiplos canais de vídeo em um único cabo.

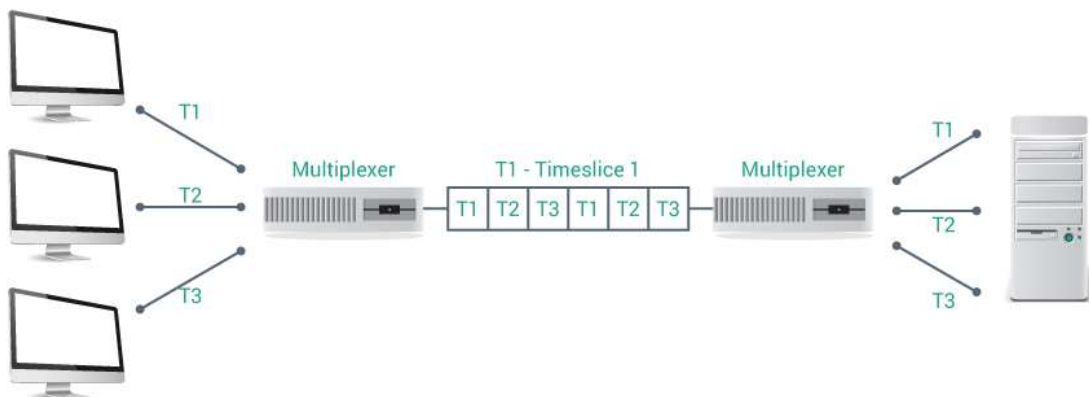
Nessa técnica, é feita a divisão da frequência principal em subfrequências, cada qual formando um canal separado. Na figura a seguir, observamos uma ilustração de FDM. Em (a) há as larguras de banda originais; em (b) as larguras de banda aumentaram em frequência; em (c) o canal multiplexado leva outros três.



Frequency Division Multiplexing ? FDM

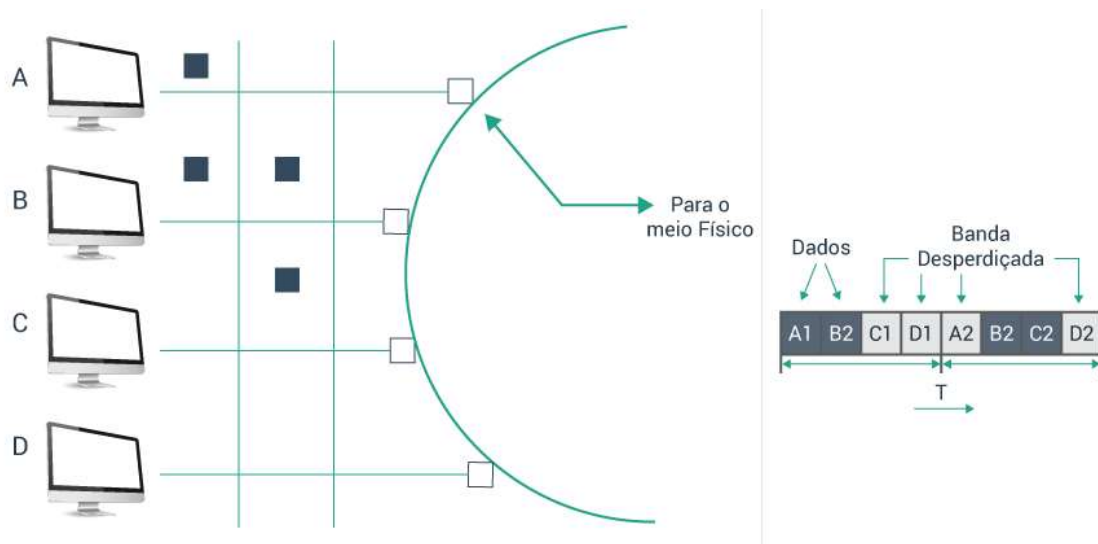
Outro exemplo de multiplexação é o rádio AM/FM. Todas as estações chegam juntas ou estão disponíveis na antena do aparelho, mas o ouvinte escolhe apenas um canal que deseja ouvir.

Outro importante tipo de multiplexação é a por divisão de tempo e a TDM (Time Division Multiplexing, Multiplexação por Divisão de Tempo), que possibilita transmitir mais de um sinal pelo mesmo canal, em diferentes intervalos de tempo.



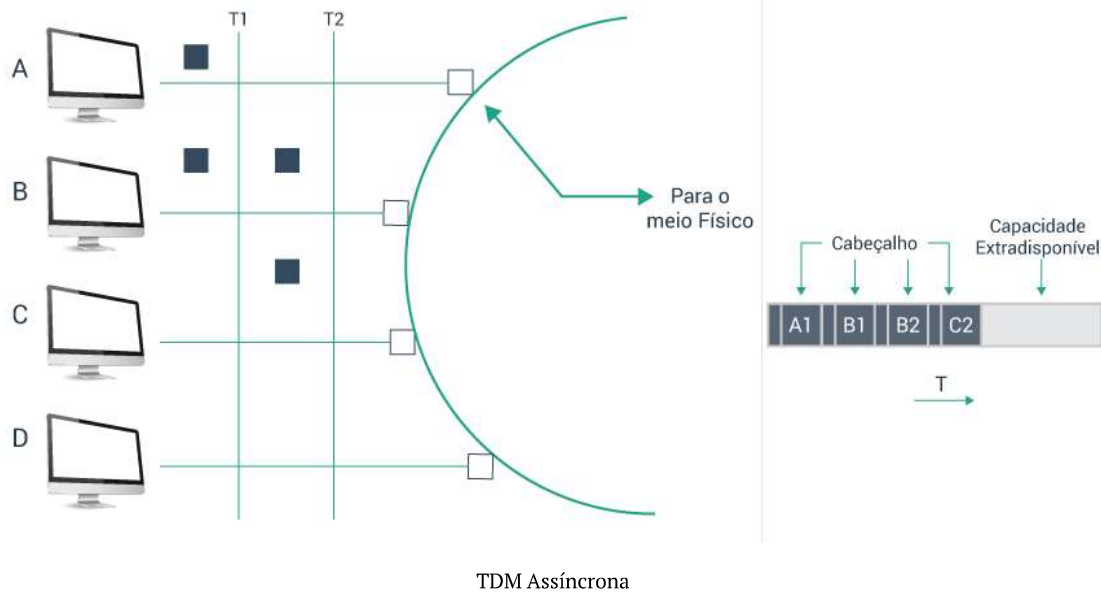
Time Division Multiplexing ? TDM

A TDM pode ser síncrona ou assíncrona. Na TDM síncrona, as lacunas de tempo são atribuídas previamente às origens e são fixas, assim as lacunas de tempo para determinada origem são transmitidas, quer a origem tenha dados para transmitir ou não. Portanto, ocorre um desperdício de capacidade do meio físico, já que o canal não pode ser utilizado por qualquer outra estação. Na figura a seguir no primeiro ciclo, apenas os dispositivos A e B precisam transmitir, mas, mesmo assim, foi disponibilizado um tempo para os dispositivos C e D. No segundo ciclo, os dispositivos B e C precisavam transmitir, e um tempo foi disponibilizado também para os dispositivos A e D.



TDM Síncrona

O TDM assíncrono procura eliminar esse desperdício de capacidade existente no síncrono. As parcelas de tempo são alocadas dinamicamente de acordo com a necessidade das estações. Assim, nenhuma capacidade é desperdiçada, pois o tempo não utilizado está sempre disponível.



Nas técnicas de TDM síncrono, as formas de divisão do tempo dependem da capacidade de transmissão do meio. Um meio de maior capacidade é aproveitado fazendo-se uma multiplexação síncrona no tempo de vários sinais básicos, compondo um segundo nível de hierarquia. O sistema de transporte T, que utiliza TDM para dar suporte a múltiplos canais sobre um único sinal digital, foi o primeiro sistema projetado para implementar as transmissões de voz digitais. O sistema T1, definido pela AT&T, descreve a multiplexação de 24 canais separados de voz sobre um sinal digital. Cada um desses canais tem 64 kbps.

Quando um canal de voz é multiplexado como sinal digital, é denominado sinal digital de nível 0 (DS-0). Assim, o DS-0 representa um canal digital de voz à taxa de 64 kbps. Portanto, um circuito T1 transporta um sinal DS-1, que é composto de 24 canais DS-0 mais um canal de 8 kbps (utilizado para recuperar erros e sincronismo), o que resulta em uma taxa de transmissão de dados de 1,544 Mbps. O conceito T1 evoluiu para linhas T1 multiplexadas, como o T1C, que utiliza duas linhas T1 combinadas para chegar à taxa de 3152 Mbps, ou um circuito T2, composto de quatro circuitos T1 etc. A seguir, temos um resumo dessas linhas, que são conhecidas como hierarquia norte-americana:

Sinal Digital	Transporte T	Taxa (Mbps)	Nº de Canais DS-0
DS - 0	-	0,064	1
DS - 1	T1	1,544	24
DS - 1c	T1C	3,152	48
DS - 2	T2	6,312	96
DS - 3	T3	44,736	672
DS - 4	T4	274,176	4032

Linhas T



Um transporte E-1 fornece 30 canais de 64 kbps mais dois canais para controle e sinalização, com 64 kbps cada um, resultando em 2.048 Mbps. Assim, um resumo da hierarquia europeia, utilizada no Brasil, é mostrado a seguir:

Transporte E	Taxa (Mbps)	Nº de canais de 64 kbps
-	0,064	1
E - 1	2,048	30
E - 2	8,448	120
E - 3	34,368	480
E - 4	139,264	1920
E - 5	565,148	7680

Linha E

Agora que você conheceu a codificação de linha, modulação e multiplexação, exercite seus conhecimentos.

## Quiz

Exercício

Modulação e Multiplexação

INICIAR ➤

## Quiz

Exercício Final

INICIAR &gt;

## Referências

GALLO, M. A.; HANCOCK, W. M. Comunicação entre computadores e tecnologia de rede. 1. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003.

SOARES, L. F. G.; LEMOS, G.; COLCHER, S. Redes de computadores: das LANs, MANs e WANs às redes ATM. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

STALLINGS, W. Redes e sistemas de comunicação de dados: teoria e aplicações corporativas. 5. ed. Rio de Janeiro: Campus Elsevier, 2005.

TANENBAUM, A. S. Redes de computadores. 4. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2003.



Avalie este tópico



ANTERIOR

Codificação de Linha



Índice

Biblioteca

(https://www.uninove.br/conheca-

a-

uninove/biblioteca/sobre-

a-

biblioteca/apresentacao/)

Portal Uninove

(http://www.uninove.br)

Mapa do Site

Ajuda?

PRÓXIMO (https://ava.un

Aplicações Multidisciplinares)

© Todos os direitos reservados

