



1ª Questão (2,0 pontos): As redes multimídia são caracterizadas pela geração e transmissão de informação de diferentes propriedades, como dados, áudio e vídeo.

O provisionamento de serviços de multimídia pode ser feito, por exemplo, através de redes de entrega de conteúdo, que mantêm os conteúdos associados às aplicações solicitadas pelos clientes ficam armazenados (em *cache*) em diversos servidores distribuídos em diferentes localizações, de modo que idealmente um usuário seja atendido por algum dos servidores mais próximos, reduzindo assim o tempo de resposta que o cliente experimenta ao receber conteúdo.

Aplicações de VoIP (Voz sobre IP), por exemplo, utilizam a infraestrutura de comutação de pacotes das redes IP para transmitir de forma fidedigna a voz humana para conversação, como nas chamadas telefônicas realizadas em sistemas de telefonia fixa comutada. Isso faz com que fatores como clareza da voz, presença de chiados, escolha dos codificadores e duração do atraso também sejam fatores cruciais para se ter uma boa experiência.

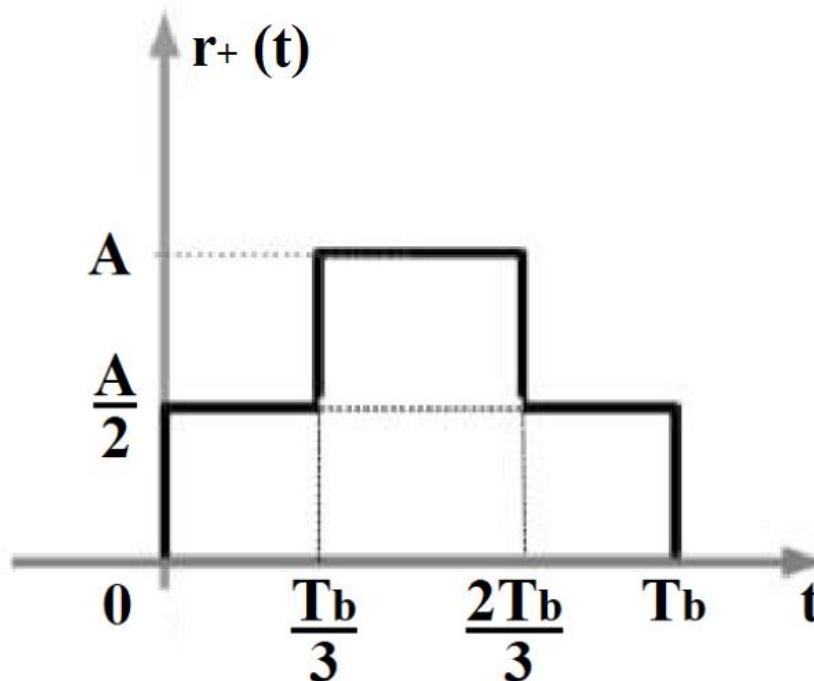
Dada a natureza das aplicações de áudio, voz e vídeo, esse tempo de resposta pode ser um fator muito impactante para a Qualidade de Experiência (QoE) do usuário, pois a sensação de interatividade é um fator relevante para o consumo do conteúdo por parte do usuário. Com relação às redes multimídia e aos requisitos de qualidade das aplicações, responda os itens abaixo:

- a) O que é um tráfego de melhor esforço (*best effort*)? **(0,5 ponto)**
- b) Classifique os três tipos de tráfegos de multimídia a seguir com relação a seus requisitos de qualidade (alto, baixo ou elástico) nos quesitos confiabilidade, atraso, *jitter* e largura de banda: vídeo sob demanda, telefonia e videoconferência. **(0,5 ponto)**
- c) Considere a codificação de um sinal de voz com frequência máxima de 6 kHz, onde o quantizador utiliza 64 níveis de quantização para representar cada amostra do sinal de voz. Para transmissão pela rede IP, são configuradas 300 amostras de voz por *payload* de voz (carga útil), com cabeçalho RTP de 12 bytes, cabeçalho UDP de 64 bits, cabeçalho IP de 20 bytes e *frame* IEEE 802.3 com 14 bytes de cabeçalho. Determine o valor da taxa de codificação (em kbps), a quantidade de pacotes de voz transmitidos por segundo e a largura de banda consumida pela chamada de voz. **(1,0 ponto)**



2ª Questão (2,0 pontos): Um sistema de transmissão digital origina ininterruptamente um sinal $r(t)$ representado por sequências binárias aleatórias; nas quais o bit 1 é representado pelo perfil $r_+(t)$ mostrado na figura abaixo (cujo eixo vertical é dado em Volts e o eixo horizontal é dado em segundos), e o bit 0 é representado pela total ausência de tensão durante todo o tempo de bit T_b . Suponha que as ocorrências de bits 0 e 1 sejam equiprováveis para essa sequência binária. Considere A e T_b parâmetros reais positivos constantes e conhecidos. Responda os itens abaixo:

- Calcule a Transformada de Fourier, para o domínio da frequência em Hz, de um único sinal $r_+(t)$, que é representado pela figura abaixo. **(1,0 ponto)**
- Sabendo que o sinal $s(t)$ corresponde ao sinal $r(t)$ após este passar por um amplificador que insere um ganho de potência de 3 dB, calcule a energia e a potência média para o sinal $s(t)$. **(1,0 ponto)**





3ª Questão (2,0 pontos): As redes de telecomunicações e os sistemas de computação se destacam pela sua constante evolução para atender a demandas cada vez mais exigentes de usuários e também suportar o processamento intensivo e a transmissão de cada vez mais dados na infraestrutura de rede. Desenvolver algoritmos mais eficientes, dinâmicos, flexíveis e de baixa complexidade para automatizar processos é uma necessidade crítica para a evolução das telecomunicações.

De forma geral, algoritmos são procedimentos computacionais organizados e bem estruturados executados sobre um determinado conjunto de dados de entrada, para os quais sucessivas etapas de processamento são percorridas, modificando os dados de entrada e gerando novos valores, que se tornam o resultado final ao fim das etapas percorridas. Por exemplo, algoritmos são utilizados para o roteamento de pacotes, a fim de determinar bons caminhos pelos quais os pacotes devem ser encaminhados da origem até o destino, podendo priorizar a construção do caminho mais curto primeiro, como no caso do algoritmo de Dijkstra, utilizado no protocolo de roteamento de estado de enlace OSPF (*Open Shortest Path First*). Outro algoritmo utilizado no processo de roteamento é o algoritmo de Bellman-Ford, que é a base do protocolo de roteamento RIP (*Routing Information Protocol*), que troca informações de vetores de distância entre roteadores.

Algoritmos também são utilizados para o escalonamento (*scheduling*) de pacotes nas redes, como no caso das políticas de fila FIFO (*First In, First Out*), que envia primeiro o pacote que chegar primeiro à fila, da política PQ (*Priority Queuing*), que prioriza sempre o envio de pacotes marcados com a mais alta prioridade primeiro em detrimento dos pacotes menos prioritários, e da política FQ (*Fair Queuing*), que realiza uma varredura cíclica entre os pacotes de várias origens e realiza uma transmissão justa dos pacotes.

Há algoritmos utilizados em malhas de comutadores para evitar a propagação indefinida de quadros em uma rede que apresente ciclos (*loops*) em sua topologia, como no caso do algoritmo baseado em *Spanning Tree*. Há algoritmos que visam evitar a injeção de mais pacotes em uma rede cujos enlaces já estejam congestionados, como no caso dos algoritmos de controle de congestionamento, a citar o algoritmo de partida lenta e o algoritmo AIMD (*Additive Increase/Multiplicative Decrease*). Outras categorias a serem citadas são dos algoritmos de segurança de rede baseados em chaves compartilhadas, como o RSA (Rivest-Shamir-Adleman), e também dos algoritmos de limitação de rajadas de transmissão, como o *token bucket*.

Com relação ao assunto Algoritmos, selecione um algoritmo utilizado em redes de telecomunicações ou sistemas de computação e descreva-o em formato de pseudocódigo, máquina de estado ou fluxograma. Em seguida, disserte sobre as principais características, aplicações e possíveis vantagens e desvantagens do algoritmo escolhido.



4ª Questão (2,0 pontos): As técnicas de modulações digitais são usadas para adequar o sinal a ser transmitido ao meio de comunicação, tornando o sistema de comunicação mais eficientes em relação ao uso do espectro ou ao consumo de potência.

Por exemplo, em uma comunicação entre estações-base de telefonia celular, tipicamente são utilizados enlaces de micro-ondas que operam com modulações de alta eficiência espectral. Faz-se isso, pois o espectro congestionado impõe que a banda ocupada pelo sinal seja a menor possível e, ao mesmo tempo, as taxas de transmissão elevadas impõem que as modulações tenham muitos símbolos em suas constelações (para que carreguem muitos bits por símbolo). Nesse caso, são utilizadas modulações de alta ordem, ou modulações densas, como, por exemplo, a modulação 512-QAM (modulação por amplitude e quadratura).

Já na comunicação entre uma sonda espacial e uma estação na Terra, temos forte imposição de economia de energia, pois a mesma é suprida normalmente por painéis solares que mantêm bancos de baterias carregadas. Nesse caso, faz-se a opção por modulações de baixa ordem, como 2-PSK ou 4-PSK (modulação por chaveamento de fase), ou seja, faz-se a opção por alta eficiência de potência, pois a restrição por ocupação de banda não é tão importante em um sistema cuja capacidade do canal é limitada por potência.

Em muitos sistemas de comunicação, também são empregadas técnicas de espalhamento espectral, com as quais um sinal com espalhamento espectral (SS) é gerado. Esse tipo de sinal ocupa uma largura de banda muito maior que a necessária. Nesses sistemas, reduzir a largura de banda ocupada pelo sinal não é um objetivo, pois tais técnicas abrem mão disso para obter outros benefícios importantes para a transmissão do sinal.

Tendo em vista o assunto disposto acima, discorra sobre as propriedades do sinal espalhado, as técnicas de espalhamento utilizadas e algumas das sequências de espalhamento utilizadas em transmissões de sinais.



5ª Questão (2,0 pontos): Atualmente, a interconexão de dispositivos eletrônicos é cada vez mais presente no cotidiano das pessoas. Essa interligação é possibilitada por meio de sistemas embarcados, que desempenham um papel fundamental na evolução da tecnologia. Os sistemas embarcados são dispositivos computacionais projetados para realizar funções específicas, geralmente integrados a outros sistemas maiores. Com a ascensão da IoT (*Internet of Things*), esses sistemas ganham ainda mais relevância, pois são essenciais para a comunicação e interação entre os dispositivos conectados.

Os sistemas embarcados são responsáveis por controlar e monitorar uma variedade de dispositivos presentes em diversos setores, como automotivo, residencial, industrial, entre outros. Com a popularização da IoT, os sistemas embarcados se tornaram parte integrante dessa infraestrutura conectada, fornecendo a capacidade de coletar, processar e transmitir dados entre os dispositivos.

Uma das principais características da IoT é a comunicação sem fio, que permite a troca de informações entre os dispositivos conectados. Os sistemas embarcados são capazes de utilizar diversas técnicas de comunicação sem fio para estabelecer essa interconexão. Entre as mais comuns, destacam-se as tecnologias como Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee e LoRaWAN. Cada uma dessas técnicas possui suas próprias características, como alcance, consumo de energia e taxa de transferência, sendo selecionadas de acordo com as necessidades específicas de cada aplicação.

Disserte sobre tudo o que você sabe sobre as técnicas de comunicação sem fio utilizadas no contexto de sistemas embarcados e IoT.