

## Elementos básicos de uma rede

Uma rede de comunicação é composta por uma fonte geradora de informação, um transmissor de sinal, uma rede de comunicação, um receptor e um destinatário, uma fonte é caracterizada pela geração da informação que se deseja transmitir no sistema de comunicação, a informação gerada na fonte deve ser tratada antes de se utilizar a rede e comunicação, se adequando ao meio para que possa ser transmitida.

O transmissor é o elemento responsável por converter a informação em um sinal que possa ser transmitido, é no transmissor que ocorre a modulação para que ela possa trafegar na rede de comunicação.

A rede de comunicação vem a ser o meio onde a informação trafega até chegar ao receptor, que recebe o sinal da rede de comunicação e faz o tratamento necessário para que o mesmo seja recebido pelo destinatário, como a demodulação e decodificação do sinal. O destinatário é o elemento para o qual a informação da fonte foi endereçada (DANTAS,2002).

## Modo de transmissão

O modo de transmissão de dados entre dois equipamentos pode ser efetuado considerando-se o sincronismo, ou não, dos relógios dos equipamentos envolvidos na transmissão. No primeiro caso, com sincronismo dizemos que a transmissão é síncrona. No segundo, dizemos que a transmissão é assíncrona.

A transmissão síncrona é caracterizada pela transferência de qualquer bloco de caracteres entre dois equipamentos de uma forma contínua. Isto é, o equipamento receptor garante que o bloco de caracteres enviados pelo remetente será recebido da mesma forma que foi enviado.

Para que a transmissão dos sinais de maneira síncrona seja efetuada com sucesso entre dois equipamentos, podemos utilizar vários níveis de sincronização. Dentre estas técnicas, podem ser destacadas as seguintes:

- O conjunto de bits transmitidos está codificado de uma forma que o receptor pode manter o sincronismo em nível de bit;
- Todos os quadros são precedidos de um ou mais conjunto de caracteres que asseguram que o receptor vai receber a informação enviada pelo remetente corretamente;
- O conteúdo de cada quadro está encapsulado entre um par de caracteres reservados que garante a sincronização.

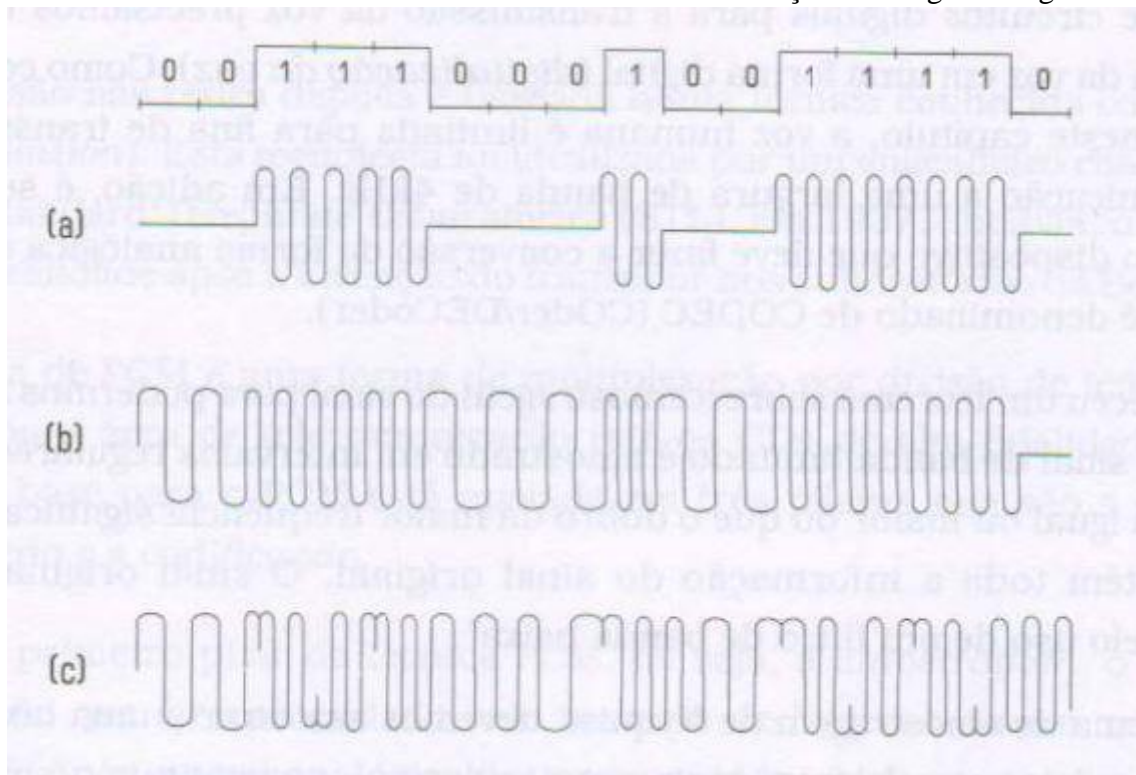
Na transmissão assíncrona, temos cada caractere tratado de uma forma independente quanto a sincronização de relógio e caractere. O equipamento receptor é responsável pela resincronização a cada caractere recebido. A forma que essa técnica é implementada leva em consideração o uso de caracteres adicionais. Estes são inseridos no início e no final do caractere que se deseja transmitir. Os caracteres de controle empregados são conhecidos como start bit e stop bit. Resumindo, cada caractere (ou byte) transmitido é acompanhado por um par de caracteres especiais. Para diferenciar estes caracteres, geralmente é atribuído um tempo duas vezes maior ao stop bit para que o mesmo não seja confundido com o start bit. Para efetuarmos a transmissão, precisamos modular ou codificar o sinal a ser transmitido (DANTAS,2002).

## Largura de banda

A largura de banda de um sistema de comunicações é definida como sendo a faixa de frequências que o sistema pode utilizar para transportar informações, é de grande importância por ser diretamente proporcional a capacidade de transmissão de informação do sistema, quanto mais pulsos por segundo puderem ser enviados maior será a capacidade de transporte de informação do sistema, mas antes de transmitirmos os dados, precisamos aplicar uma técnica de modulação.

### Modulação

A modulação é um processo no qual certas características de uma onda, denominada de portadora, são modificadas segundo uma função modulante. As funções modulantes são caracterizadas pelas informações de frequência. As três formas genéricas de modulação são AM, FM e PM, essas três técnicas básicas de modulação funcionam bem para sinais analógicos. Todavia, estas técnicas requerem pelo menos um ciclo de onda portadora para enviar um bit. Podemos ver essas técnicas básicas de modulação na imagem a seguir.



a) Modulação AM, b) Modulação FM, C) Modulação PM

Visando aumentar o número de bits transmitidos num intervalo de tempo, quando consideramos a transmissão de sinais digitais, algumas das técnicas de modulação são ASK, FSK e PSK. O motivo de se empregar estas técnicas é que podemos de uma maneira precisa quantificar mais bits em um determinado intervalo de tempo. A modulação ASK consiste em alterar a amplitude utilizando um número finito de sinais distintos para representar dados digitais, utilizando um número finito de amplitudes. A modulação FSK consiste em alterar a frequência do sinal da portadora de acordo com a informação a ser transmitida, nesse caso temos frequências diferentes para a transmissão de 0s e 1s. A modulação PSK consiste em alterar a fase do sinal da portadora de acordo com a informação a ser transmitida, nesse caso temos fases diferentes para a transmissão de 0s e 1s.

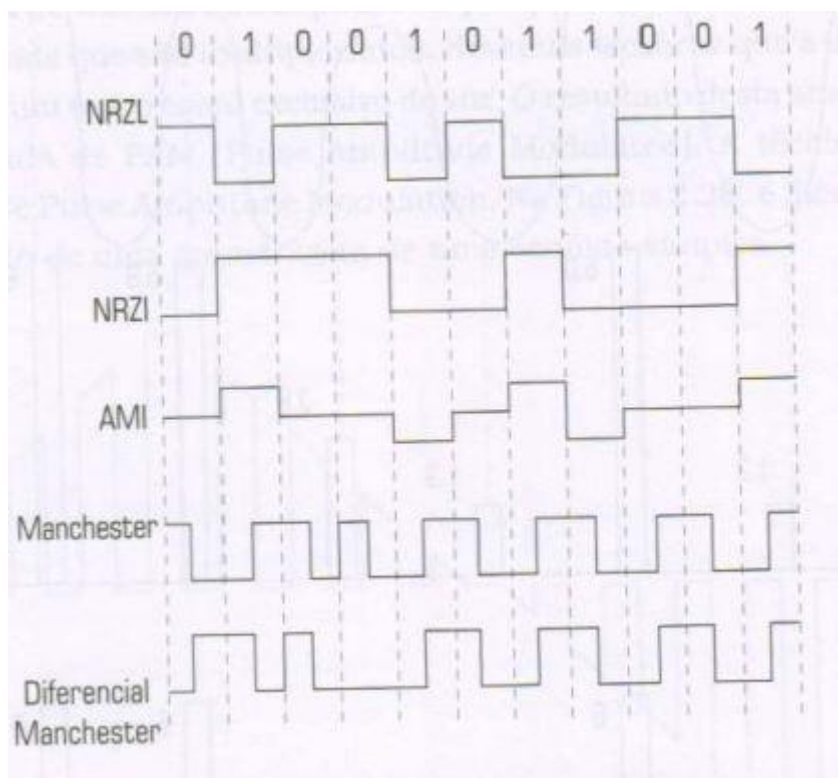
A modulação OOK é muito utilizada em sistemas de comunicação via luz visível, ela é a forma mais simples de modulação ASK, onde a presença de uma portadora representa um binário e a ausência desta representa o outro.

### Símbolos vs Bits

Um símbolo está bem separado de bits em conceito, apesar de ambos poderem ser representados por ondas ou funções senoidais. Bit é a unidade de informação, já o símbolo é a unidade de transmissão de energia. É a representação do bit que o meio transmite para enviar a informação. Os bits são como pequenos objetos e os símbolos como caixas nas quais os objetos serão transportados. Pode-se ter um objeto por caixa ou mais. O empacotamento de objetos por caixas é o que o processo de modulação faz (AULA RENATO).

### Codificação ou modulação digital

Já a codificação ou modulação digital é uma mudança na representação da informação de entrada para que esta possa ser transportada num sistema de comunicação digital, independente da informação de entrada ser analógica ou digital, o objetivo da codificação é a transformação de uma informação em um sinal digital adequado as condições de uma rede de comunicação digital, na figura a seguir temos alguns exemplos de codificações.



A forma mais simples de modulação digital é usar uma tensão positiva para representar 1s e uma tensão negativa para representar 0s. Para a comunicação via luz, a presença de luz poderia representar 1s e a ausência de luz 0s. Mas essas codificações podem apresentar longas sequências de 0s, o que se torna um problema se queremos ter uma

comunicação via luz visível imperceptível para os olhos humanos, por isso é preferível o uso de codificações com equilíbrio DC, como a Manchester ou a 4b6b.

A codificação Manchester mantém o número de 1s e 0s iguais, já que cada período do bit é dividido em metades complementares. Assim, uma transição de tensão de positiva para negativa no meio do bit indica um número binário '1', enquanto uma transição de negativa para positiva no meio do bit indica um número binário '0'.

A codificação 4b6b mantém no máximo uma sequência de três 0s, e utiliza a seguinte tabela.

4-bit	6-bit
0000	001110
0001	001101
0010	010011
0011	010110
0100	010101
0101	100011
0110	100110
0111	100101
1000	011001
1001	011010
1010	011100
1011	110001
1100	110010
1101	101001
1110	101010
1111	101100

#### Capacidade máxima de um sistema de comunicação

A capacidade de um sistema de comunicação está diretamente relacionada a eficiência em largura de banda do sistema, ou seja, é a habilidade de um esquema de modulação acomodar os dados dentro de uma largura de banda limitada. Ou seja  $n_b =$

$$\frac{R(\text{bits por segundo})}{\text{Largura de Banda(Hz)}}, \text{ (AULA RENATO).}$$

#### VLC

Um sistema de comunicação através da luz visível baseia-se em um sistema de transmissão de dados onde o transmissor engloba tanto a função de transmissão de dados

quanto iluminação ambiente. O receptor é capaz de distinguir as variações da iluminação e recuperar os dados transmitidos (SOUZA,2013).

Para efetuar o controle de um sistema de comunicação podemos utilizar uma FSM, o conceito de FSM é concebido como uma máquina abstrata que deve estar em um de seus finitos estados. A máquina está em apenas um estado por vez, esse estado é chamado de estado atual. Um estado armazena informações sobre o passado, isto é, ele reflete as mudanças desde a entrada em um estado, no início do sistema, até o momento presente. Uma transição indica uma mudança de estado e é descrita por uma condição que precisa ser realizada para que a transição ocorra. Uma ação é a descrição de uma atividade que deve ser realizada em um determinado momento. Cada estado descreve um nó de comportamento do sistema em que está à espera de uma condição para executar uma transição.

O espectro da banda utilizado no VLC é o da luz visível, que possui comprimento de onda entre 350nm a 750nm, com isso todos os componentes utilizados na transmissão e recepção devem funcionar para estes comprimentos de onda.

Para enviar e receber os dados, podemos utilizar LEDs e fotodiodos, o LED é um componente eletrônico semicondutor, ou seja, um diodo emissor de luz, ele é um componente do tipo bipolar, dependendo como for polarizado permite ou não a passagem de corrente elétrica e também a geração ou não de luz. Já os fotodiodos são dispositivos eletrônicos semicondutores, eles possuem uma junção semicondutora, que tem a propriedade de variar a sua resistência elétrica em função da intensidade da luz nela incidente. Depois de recebido os dados, eles podem ser demodulados em um micro controlador, que é um tipo especial de circuito integrado, de uso geral, pois vem com a possibilidade de ser programado para desempenhar tarefas específicas.

No microcontrolador, podemos comparar os dados recebidos com os dados enviados e obter informações do sistema como a BER, a probabilidade de erro é muito importante em um sistema de comunicações e é definida pela razão do número de bits recebidos com erro pelo número de bits transmitidos. Com essa informação podemos verificar o desempenho desse sistema em diferentes condições de uso.

No caso do VLC, a transmissão é feita de modo unidirecional, por isso não possui sinal de sincronismo entre emissor e receptor e a transmissão deve ser assíncrona, isto é, ter um sinal de sincronismo embutido no próprio dado enviado, e devemos ter um cuidado com o efeito flicker, já que de acordo com estudos cerca de 1 em 4.000 pessoas são altamente suscetíveis a luzes que piscam com Ciclismo na gama de 3 a 70 Hz. Tal cintilação pode desencadear doenças tão graves como convulsões epiléticas. Menos conhecido é o facto de a exposição a longo prazo a uma maior frequência (não intencional) de cintilação (na gama de 70-160 Hz) também pode causar mal-estar, dores de cabeça, e perturbações visuais. Os testes mostram que os humanos dificilmente sentem diretamente cintilação da luz a estas frequências mais elevadas, mas investigações indicam que a retina humana é capaz de perceber cintilação de luz de 100 a 150Hz, por isso para LEDs, recomenda-se uma frequência de pelo menos 150Hz (KEEPING,2012).

Outro problema no VLC é a interferência, o sinal recebido pode ser direto ou refletido, o atraso entre um raio luminoso direto e um refletivo pode gerar um alargamento dos impulsos, se eu impulso se estender por mais de um período do símbolo, gera a chamada interferência entre símbolos, limitando a taxa de sinalização (KOMINE: NAKAGAWA, 2004).