

## Apostila Básica sobre transmissão de TV Digital – Padrão Brasileiro

### Capítulo 1:

Para começarmos a falar sobre TV Digital devemos conhecer os tipos de modulação digital que existem e entender, ao menos, o básico de cada uma. É importante lembrar que, quando falamos de modulação digital, podemos esquecer variações lineares do sinal modulador e nos concentramos em níveis lógicos de zero (0) e um (1).

Nos podemos modular uma portadora, digitalmente das seguintes formas:

Em amplitude.

Em fase.

Em freqüência

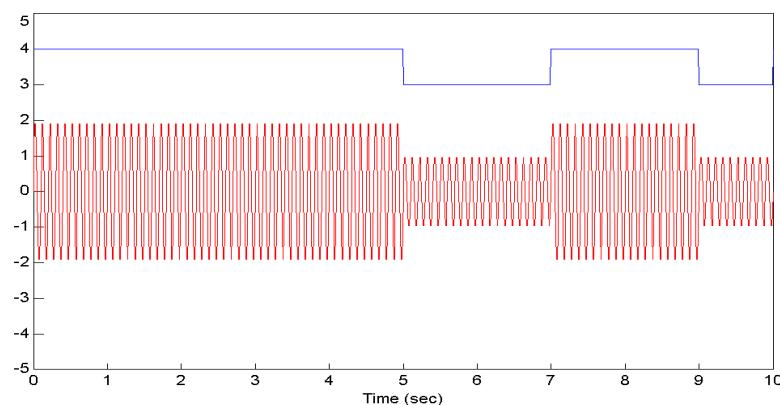
Em fase e amplitude

Cada uma destas modulações receberá um nome diferente e tem suas próprias características.

---

A modulação em amplitude recebe o nome de ASK e isto quer dizer que a amplitude da portadora é mudada de acordo com os bits de entrada. Para nível um teremos uma amplitude e para nível zero teremos outra amplitude.

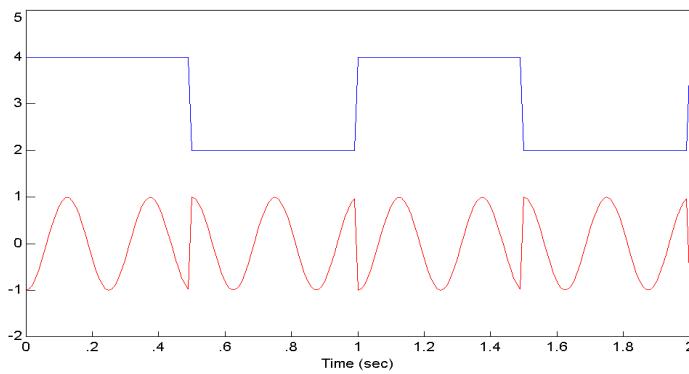
ASK significa – Amplitude Shift Key. Veja na figura abaixo uma representação deste tipo de modulação:



---

A modulação em fase recebe o nome de PSK e isto quer dizer que a fase da portadora é mudada de acordo com os bits do sinal modulante ou do sinal de entrada. Para zero teremos uma fase e para um teremos outra fase.

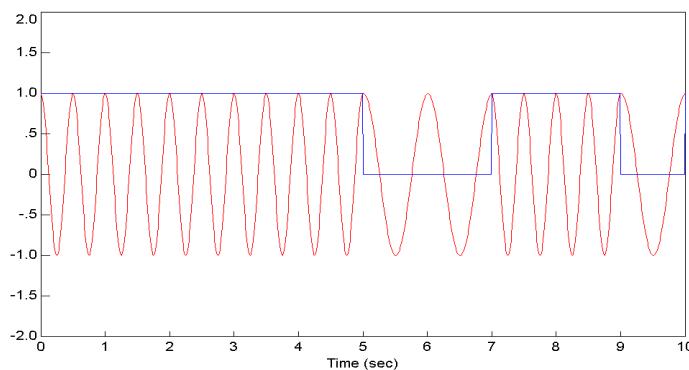
PSK significa – Phase Shift Key. Veja na figura abaixo uma representação deste tipo de modulação:



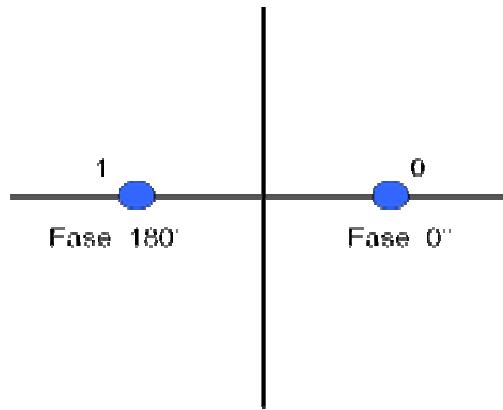

---

A modulação em freqüência recebe o nome de FSK e isto quer dizer que a freqüência da portadora estará sendo alterada de acordo com os bits, que são sempre 0 ou 1, do sinal modulante. Para zero teremos uma freqüência e para um teremos outra freqüência.

FSK significa – Frequency Shift Key. Veja na figura abaixo uma representação deste tipo de modulação:



Podemos representar esta modulação em um gráfico indicando as fases da portadora e chamamos este gráfico de diagrama de constelação. Eis um exemplo abaixo:



Este tipo de modulação que varia a portadora em fase pode ter mais posições dentro da portadora dentro do Gráfico acima mostrado e recebe novos nomes:

QPSK: neste tipo modularemos a portadora com dois bits diferentes e com isto conseguimos quatro possibilidades, sempre lembrando que só estamos trabalhando com 0 e 1. Veja a tabela abaixo:

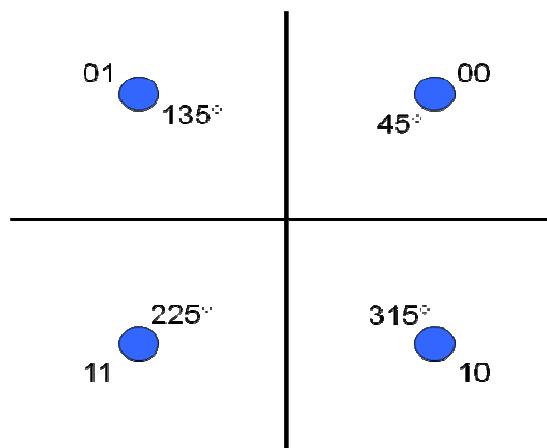
00

01

10

11

E o diagrama de constelação fica assim:



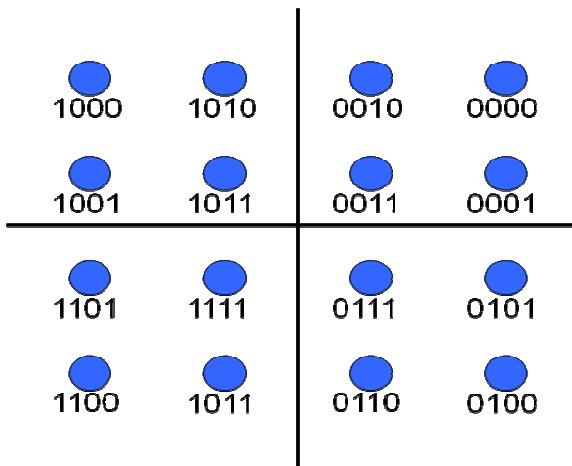
Podemos chamar estes bits de símbolos, de forma a termos uma nomenclatura mais simples para explicarmos sistemas mais complexos.

=====

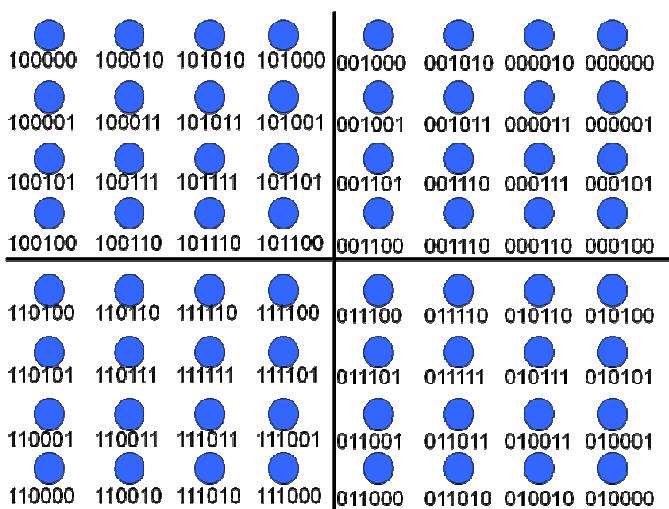
A modulação em amplitude e fase recebe o nome de QAM e isto quer dizer que a amplitude e a fase da portadora irão mudar de acordo com os bits do sinal modulante, que é composto de zeros e uns. Este tipo de modulação pode “carregar” mais informação que as modulações citadas anteriormente.

QAM significa – Quadrature Amplitude Modulation. E o diagrama deste tipo de modulação realmente parece uma constelação. Podemos ter diferentes tipos de QAM, 16QAM, 64QAM e o número que vem antes do QAM define o número de posições que a portadora pode assumir no diagrama de constelação e, consequentemente, o número de bits que podem ser transmitidos. Quanto mais bits mais informação pode ser transmitida e maior a banda ou “espaço” ocupado pela transmissão.

Veja o diagrama para 16QAM:

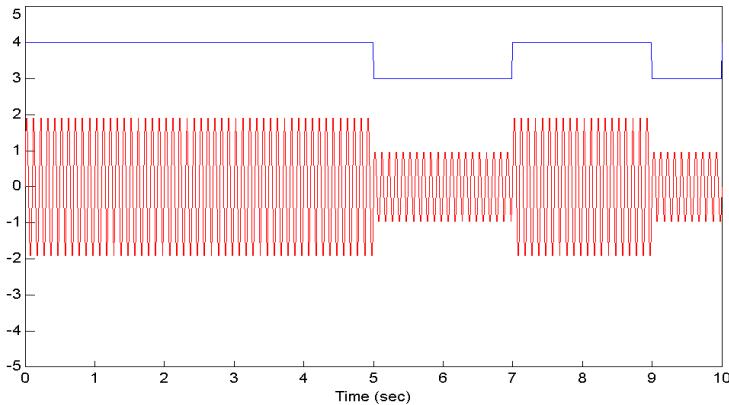


Veja o diagrama de constelação para o 64 QAM:



=====

Como estamos falando de bits que tem uma variação abrupta, ou é zero ou é 1 e isto em eletrônica significa dois níveis de tensão que podemos chamar de zero volt para zero e 5 volts para um, podemos perceber e devemos ter claro que as variações nas portadoras serão abruptas também. Veja a figura abaixo para ter uma noção melhor disto. Em azul e na parte de cima do gráfico temos os bits e na parte de baixo e em vermelho temos a portadora.

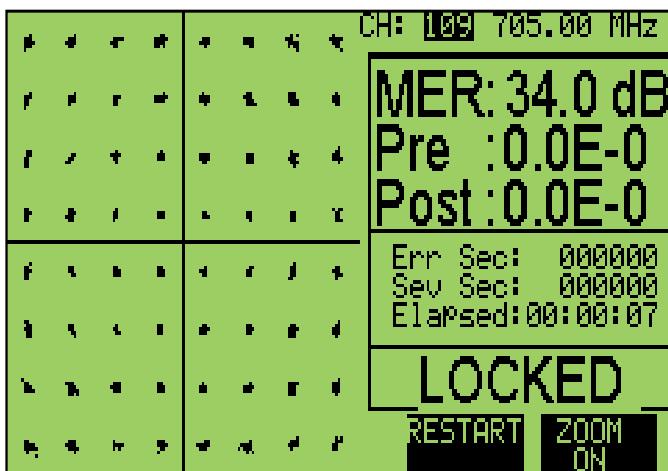


=====

Voltando a falar sobre o 64QAM, que é uns dos tipos de modulação que usamos no sistema brasileiro de TV Digital, vamos ver algumas características do mesmo:

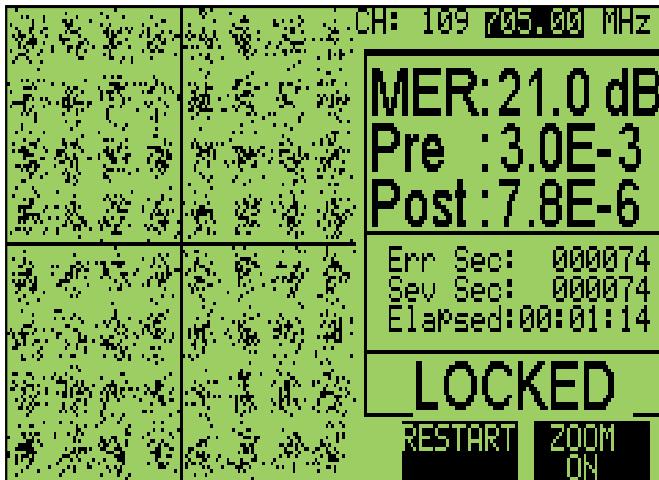
O diagrama de constelação é muito útil para termos uma noção rápida de como está nossa modulação. Os pontos devem estar dentro de certos parâmetros para que tenhamos uma pequena quantidade de erros. Para usar o português claro os pontos devem estar fixos e em uma posição definida, exatamente como no diagrama do 64QAM visto anteriormente. Falamos que um sinal com baixo ruído deve apresentar os pontos dentro das **fronteiras de decisão**.

Existe uma unidade para medir este ruído e é chamada de MER.



Acima temos uma tela de um equipamento que mostra o diagrama de constelação. Este sinal tem baixo ruído.

Abaixo temos o mesmo sinal com mais ruído:



Podemos perceber que os pontos não estão nítidos e que começam a invadir o espaço uns dos outros, ou seja, estão saindo das fronteiras de decisão. Isto quer dizer que na hora de demodulador este sinal o receptor não saberá qual valor numérico, em binário, deve dar para cada ponto.

O nome deste tipo de erro é MER, e seu valor é dado em dB. Quanto maior o valor, em dB, do MER, melhor será o nosso sinal.

MER significa: Modulation Error Ratio ou Relação de Erro da Modulação

O MER mostra a relação entre a potencia do sinal da portadora e a potencia ou nível do ruído, através de um diagrama de constelação. Existe uma grande relação entre o MER e a C/N (relação sinal/ruído ou mais especificamente, relação portadora /ruído).

Podemos dizer que estas modulações são usados para convertermos uma informação em binário em um sinal que possa trafegar por mais longas distancias.

---

No caso do sistema brasileiro de transmissão de TV Digital, depois de se modular uma parte do sinal em QPSK e outra em 64QAM este sinal, para ser transmitido sofrerá outro tipo de modulação que é a modulação OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex). O OFDM é um tipo de transmissão onde ao invés de apenas uma portadora levar toda a informação são criadas diversas sub-portadoras, que podem ser moduladas por sinais QPSK ou QAM, individualmente e independentemente uma da outra. Cada uma destas milhares de sub-portadoras carregam parte do sinal ou uma parte da informação que permitira se assistir um canal digital.

The End. Continued...