

16QAM constellation

# MODULAÇÃO QAM-16

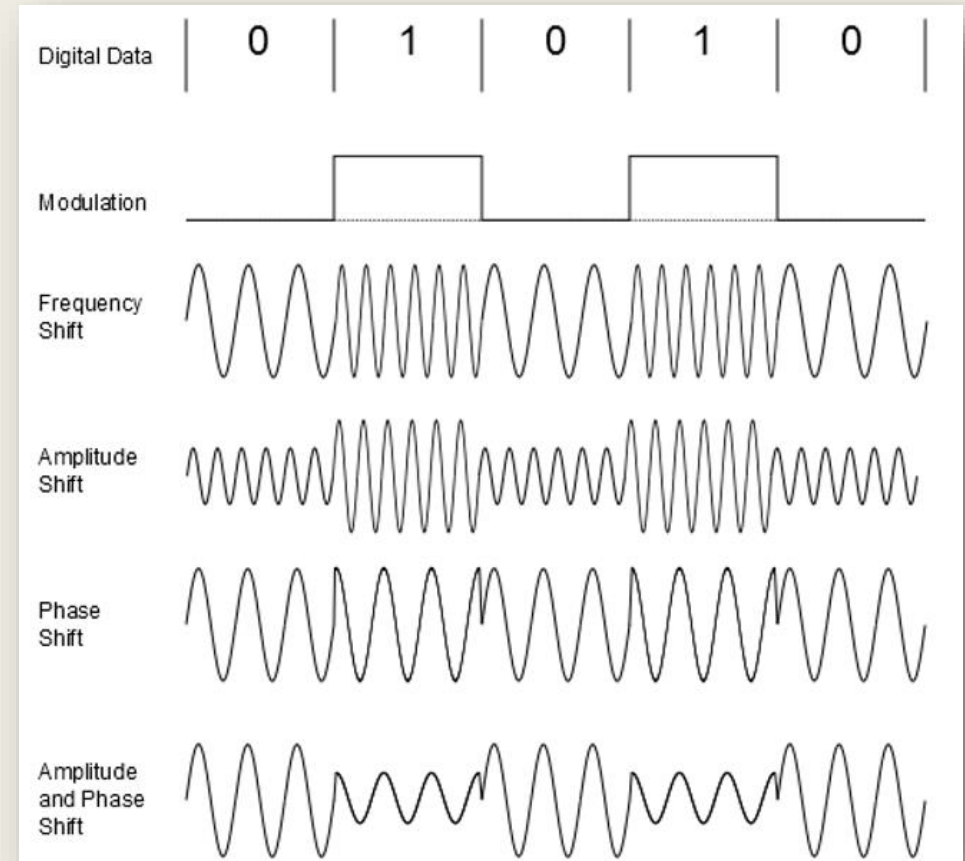
- Rui Freitas, a84121

# Modulação



Universidade do Minho  
Escola de Engenharia

- Processo que se baseia na associação ao sinal que contém a informação que se quer transmitir um outro que servirá de suporte (**onda portadora**).
- Técnicas de modulação digital:
  - *Modulação em Frequência (FSK)*;
  - *Modulação em Amplitude (ASK)*;
  - *Modulação em Fase (PSK)*;
  - *Modulação QAM*.
- Através destas técnicas é possível transformar um sinal digital num sinal analógico.

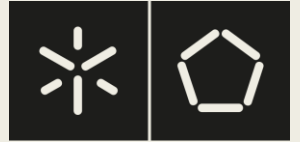




# Modulação QAM

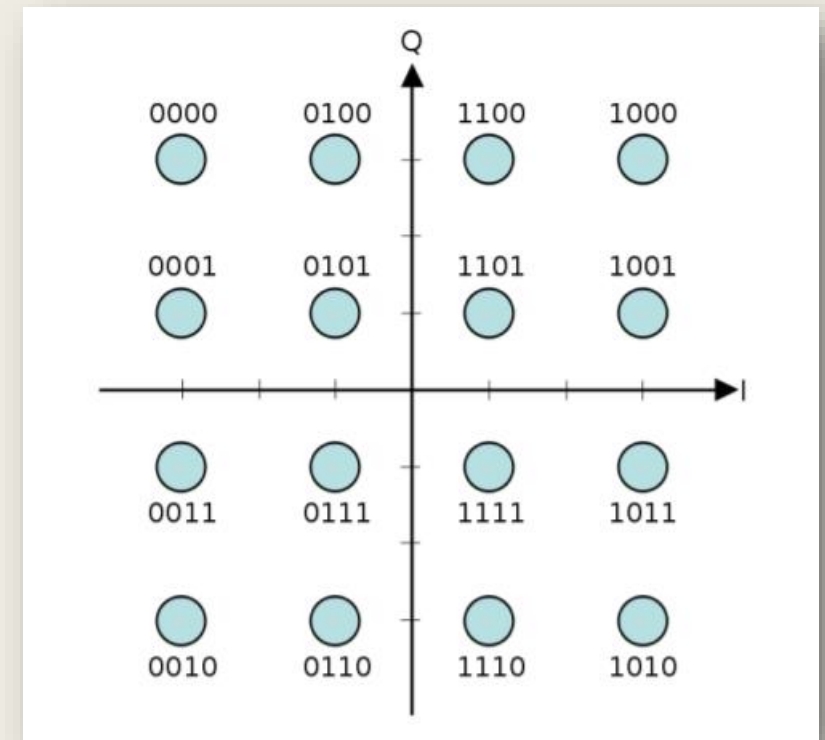
- A modulação **QAM** (*Quadrature Amplitude Modulation*) é uma técnica de modulação que combina a modulação em fase e em amplitude.
- Os pontos são mapeados num diagrama de fase e quadratura, sendo que cada ponto apresenta uma distância específica à origem, que representa a amplitude.
- A modulação QAM necessita de menos energia por ponto que as modulações de amplitude e de fase logo tem um desempenho superior em relação a estes.
- Esta técnica é utilizada na ADSL e em alguns padrões de redes *wireless* pois é necessária uma transmissão de sinais digitais com alta taxa de transferência de informação.

# QAM-16

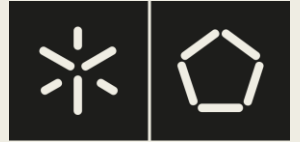


Universidade do Minho  
Escola de Engenharia

- Um **diagrama de constelação** corresponde a uma representação gráfica das diferentes posições para os diferentes estados numa dada modulação digital.
- Relativamente ao QAM-16, a constelação apresenta 16 símbolos, sendo 4 em cada quadrante do diagrama, o que significa que cada ponto representa 4 bits.
- Quando se utiliza a modulação QAM as constelações apresentam uma forma como apresentada na figura ao lado em que o eixo das abcissas corresponde ao sinal em fase e o eixo das ordenadas ao sinal em quadratura.



# QAM-16

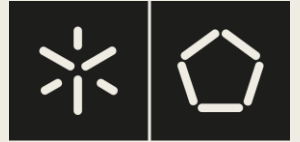


Universidade do Minho  
Escola de Engenharia

- Uma das grandes desvantagens da utilização desta técnica de modulação é o facto dos pontos da constelação encontrarem-se mais próximos uns dos outros o que faz com que a ligação seja mais suscetível a ruídos e erros na transmissão dos dados.
- No entanto também tem vantagens pois como a quantidade de pontos existentes na constelação é maior isto permite uma transferência de mais bits por ponto/símbolo.
- Na tabela ao lado é apresentada a quantidade de bits por símbolo transmitidos. É preciso ter em conta que quanto maior for os bits/ponto transmitidos maior é a quantidade de perda de informação.

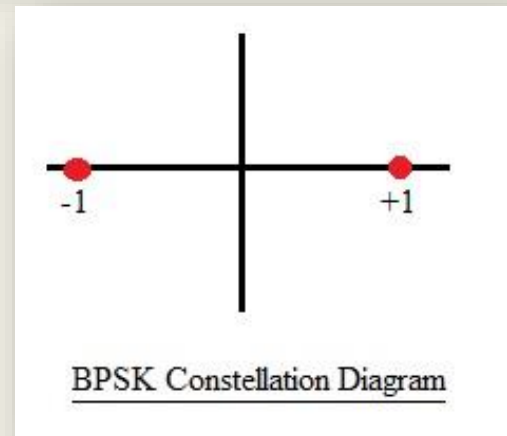
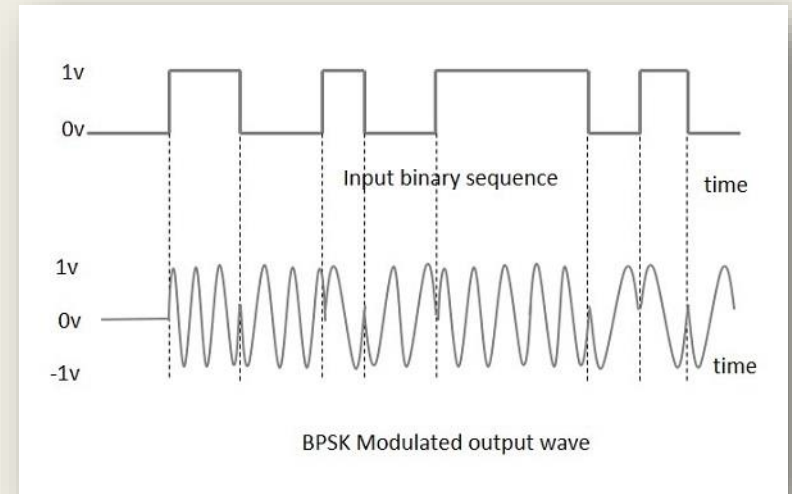
MODULATION	BITS PER SYMBOL	SYMBOL RATE
BPSK	1	1 x bit rate
QPSK	2	1/2 bit rate
8PSK	3	1/3 bit rate
16QAM	4	1/4 bit rate
32QAM	5	1/5 bit rate
64QAM	6	1/6 bit rate

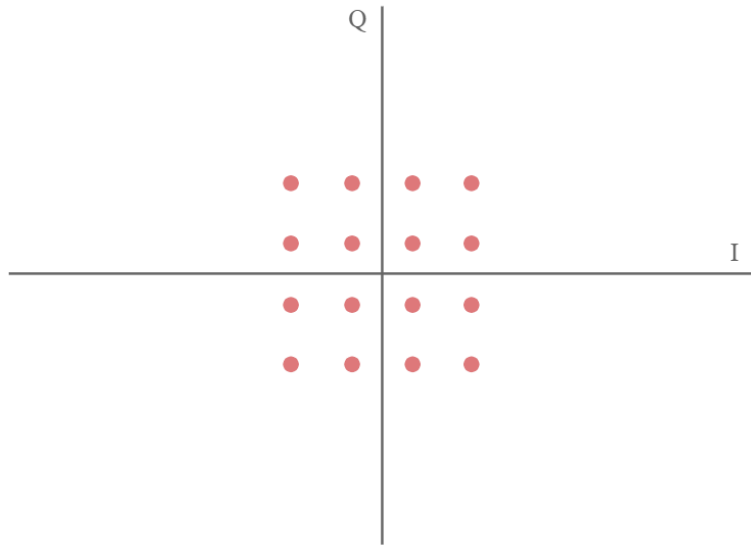
# QAM-16 vs BPSK



Universidade do Minho  
Escola de Engenharia

- A modulação **BPSK** (*Binary Phase Shift Keying*) é representada pelas diferentes fases de estado do sinal podendo tomar os valores 0 quando a fase é  $0^\circ$  e 1 quando a fase é  $180^\circ$ .
- Podemos então constatar que a técnica **QAM** é mais vantajosa em termos de quantidade de bits enviados no entanto perde para a técnica **BPSK** em termos de eficiência pois esta é mais resistente a interferências.
- Para além disso, a técnica **BPSK** é mais lenta na transferência de dados permitindo apenas uma transferência de 1 bit/símbolo ao contrário da **QAM-16** que permite a transferência de 4 bits/símbolo.





16QAM constellation

# MODULAÇÃO QAM-16

- Rui Freitas, a84121