

Laboratório nº 2
Análise da modulação QAM Digital

As vantagens da modulação QAM tornam-na atrativa para comunicação de sinais digitais. O modulador e demodular básicos do QAM digital são idênticos ao analógico, pois primeiramente o sinal digital (quantizado) é convertido em analógico (através de um conversor D/A) para em seguida ser modulado, seguindo um padrão de níveis de tensão I e Q denominado constelação. No processo de demodulação ocorre o inverso, sendo que a recuperação do sinal digital é feita por um conversor A/D. Neste experimento analisaremos a modulação e demodulação de um sinal digital 16-QAM e a influência do ruído no processo de recuperação de sinal (BER).

a) Análise do modulador 16-QAM:

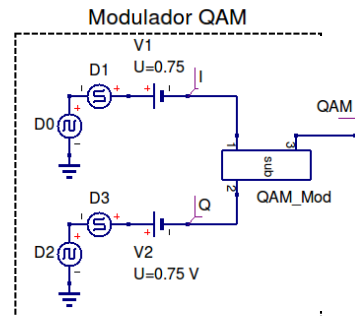
Monte no simulador Qucs o circuito ao lado considerado as condições:

-portadora: $f=1$ GHz, sinais modulantes: $I=((D0*0.5+D1*1)-0,75)$ [V]
 $Q=((D2*0.5+D3*1)-0,75)$ [V]

-construa o mapa da constelação 16-QAM

Analise as seguintes características:

- sinais I e Q em função do tempo;
- sinal QAM no domínio do tempo;
- sinal QAM no domínio da frequência.



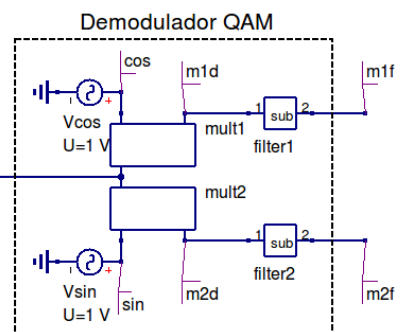
b) Análise do demodulador 16-QAM:

Monte no simulador Qucs o demodulador QAM considerado as condições:

- filter1 e filter2 são subcircuitos que realizam a operação de filtro passa-baixas tipo Bessel 5 polos com frequência de corte 200 MHz
- aplique na entrada o sinal proveniente do modulador QAM do item a)

Analise as seguintes características:

- sinais m1f, m2f no domínio do tempo e da frequência;
- compare com os sinais digitais originais I e Q



c) Análise do demodulador 16-QAM com ruído:

Monte no simulador Qucs o mesmo circuito do item b) e introduza no canal de comunicação (entre o modulador e o demodulador) uma fonte de ruído proveniente do arquivo "noise1.csv".

Analise as seguintes características:

- sinais Vn e QAMN no domínio do tempo e da frequência;
- sinais m1f, m2f no domínio do tempo ;
- compare com os sinais digitais originais I e Q
- altere o valor do ganho da fonte de ruído de modo que se tenha uma BER=1/16
- calcule o valor da relação sinal/ruído em dB para esta condição de BER

